RAPPORT TECHNIQUE

TECHNICAL REPORT

CEI IEC TR 61807

Première édition
First edition
1999-10

Propriétés magnétiques des matériaux magnétiquement durs à des températures élevées – Méthodes de mesure

Magnetic properties of magnetically hard materials at elevated temperatures – Methods of measurement

© IEC 1999 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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 l'éditeur.

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 the publisher.

International Electrotechnical Commission 3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
Telefax: +41 22 919 0300 e-mail: inmail@iec.ch IEC web site http://www.iec.ch

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE M

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

Pages

AVANT-PROPOS 4

Articles

1 Domaine d'application 8
2 Documents de référence 8
3 Définitions 10
4 Symboles 10
5 Revue des matériaux aimants permanents existants 10
6 Matériel de mesure 10
7 Exploitation des mesures 14
8 Rapport d'essai 16

Annexe A Résultats d'une intercomparaison des mesures effectuées sur un matériau magnétiquement dur (aimant permanent) pour des températures élevées. 18
A.1 Introduction 18
A.2 Eprouvettes 18
A.3 Méthode de mesure 18
A.4 Résultats 18
A.5 Conclusions 20

Annexe B Exemples de calculs 24
B.1 Aimant fritté NdFeB magnétiquement anisotrope 24
B.2 Aimant fritté en ferrite de Sr magnétiquement anisotrope 24

CONTENTS

Page

FOREWORD 5

Clause

1 Scope 9
2 Reference documents 9
3 Definitions 11
4 Symbols 11
5 Review of existing permanent magnet materials 11
6 Measuring equipment 11
7 Evaluation of measured data 15
8 Test report 17

Annex A Results of an inter-comparison of measurements on magnetically hard (permanent magnet) material at elevated temperatures 19
A.1 Introduction 19
A.2 Test specimens 19
A.3 Method of measurement 19
A.4 Results 19
A.5 Conclusions 21

Annex B Example calculations 25
B.1 Magnetically anisotropic sintered NdFeB magnet 25
B.2 Magnetically anisotropic sintered Sr-ferrite magnet 25

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

PROPRIÉTÉS MAGNÉTIQUES DES MATÉRIAUX MAGNÉTIQUEMENT DURS À DES TEMPÉRATURES ÉLEVÉES – MÉTHODES DE MESURE

AVANT-PROPOS

1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) 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. 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent rapport technique 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 tâche principale des comités d'études de la CEI est l'élaboration des Normes internationales. Toutefois, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique lorsqu'il a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique.

Un rapport technique ne doit pas nécessairement être révisé avant que les données qu'il contient ne soient plus jugées valables ou utiles par le groupe de maintenance.

La CEI 61807, qui est un rapport technique, a été établie par le comité d'études 68: Matériaux magnétiques tels qu'alliages et aciers.

Le texte de ce rapport technique est issu des documents suivants:

Projet d'enquête	Rapport de vote
68/190/CDV	68/201/RVC

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

MAGNETIC PROPERTIES OF MAGNETICALLY HARD MATERIALS AT ELEVATED TEMPERATURES – METHODS OF MEASUREMENT

FOREWORD

1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this technical report may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. However, a technical committee may propose the publication of a technical report when it has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example "state of the art".

Technical reports do not necessarily have to be reviewed until the data they provide are considered to be no longer valid or useful by the maintenance team.

IEC 61807, which is a technical report, has been prepared by IEC technical committee 68: Magnetic alloys and steels.

The text of this technical report is based on the following documents:

Enquiry draft	Report on voting
68/190/CDV	68/201/RVC

Full information on the voting for the approval of this technical report 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 3.

Ce document, purement informatif, ne doit pas être considéré comme une Norme internationale.

Le comité a décidé que cette publication reste valable jusqu'en 2007. A cette date, selon décision préalable du comité, la publication sera

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

This document which is purely informative is not to be regarded as an International Standard.

The committee has decided that this publication remains valid until 2007. At this date, in accordance with the committee's decision, the publication will be

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

PROPRIÉTÉS MAGNÉTIQUES DES MATÉRIAUX MAGNÉTIQUEMENT DURS À DES TEMPÉRATURES ÉLEVÉES – MÉTHODES DE MESURE

1 Domaine d'application

Le présent rapport technique donne les méthodes pour réaliser les mesures sur les matériaux magnétiquement durs, à des températures élevées. Les matériaux magnétiquement durs (aimants permanents) sont classifiés dans la CEI 60404-1 et leurs propriétés sont spécifiées dans la CEI 60404-8-1.

Les méthodes de mesure des propriétés magnétiques des matériaux magnétiquement durs à la température ambiante ont été spécifiées respectivement dans la CEI 60404-5 pour les circuits magnétiques fermés, et dans la CEI 60404-7 pour les circuits magnétiques ouverts. Les applications des matériaux magnétiquement durs se développent maintenant pour des températures élevées. Par conséquent, il est nécessaire de spécifier et de garantir les propriétés magnétiques de ces matériaux sur toute leur gamme de températures de fonctionnement.

Dans la CEI 60404-8-1 les coefficients de température pour la rémanence (ou la saturation) et la coercitivité J ont été spécifiés en complément des propriétés de base comme par exemple le maximum de l'énergie magnétique ($(BH)_{max}$), la rémanence (B_r), la coercitivité B (H_{cB}), la coercitivité J (H_{cJ}), la perméabilité relative de recul (μ_{rec}) et la masse volumique.

2 Documents de référence

CEI 60050(121):1998, *Vocabulaire électrotechnique international (VEI) – Partie 121: Electromagnétisme*

CEI 60050(151):1978, *Vocabulaire électrotechnique international (VEI) – Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

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

CEI 60404-1:1979, *Matériaux magnétiques – Première partie: 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*

CEI 60404-8-1:1986, *Matériaux magnétiques – Huitième partie: Spécifications pour matériaux particuliers – Section un: Spécifications normales des matériaux magnétiquement durs*

NOTE Il convient de redéfinir les coefficients de température quadratiques β_{Br} et β_{HcJ}, exprimés en $10^{-6}/K^2$, de même que les coefficients linéaires α_{Br} et α_{HcJ}, exprimés en $10^{-6}/K$, dans toute partie appropriée des normes indiquées ci-dessus.

MAGNETIC PROPERTIES OF MAGNETICALLY HARD MATERIALS AT ELEVATED TEMPERATURES – METHODS OF MEASUREMENT

1 Scope

The present technical report provides methods for measuring magnetically hard materials, at elevated temperatures. Magnetically hard materials (permanent magnet materials) are classified in IEC 60404-1 and their properties are specified in IEC 60404-8-1.

The methods of measurement of the magnetic properties of magnetically hard materials at room temperature have been specified in IEC 60404-5 for closed magnetic circuits and in IEC 60404-7 for open magnetic circuits, respectively. The applications of magnetically hard materials are now expanding to elevated temperatures and it is therefore required to specify and guarantee the magnetic properties of these materials over their working temperature range.

In IEC 60404-8-1 temperature coefficients of remanence (or saturation) and *J*-coercivity have been specified in addition to basic properties such as maximum magnetic energy product ($(BH)_{max}$), remanence (B_r), *B*-coercivity (H_{cB}), *J*-coercivity (H_{cJ}), recoil permeability (μ_{rec}) and density.

2 Reference documents

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

IEC 60050(151):1978, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 151: Electrical and magnetic devices*

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

IEC 60404-1:1979, *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*

IEC 60404-8-1:1986, *Magnetic materials – Part 8: Specifications for individual materials – Section One: Standard specification for magnetically hard materials*

NOTE Quadratic temperature coefficients β_{Br} and β_{HcJ}, in $10^{-6}/K^2$, as well as linear coefficients α_{Br} and α_{HcJ}, in $10^{-6}/K$, should be re-defined in any appropriate part of the above-mentioned standards.