IEC 60404-18

Edition 1.0 2025-02

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Magnetic materials – Part 18: Permanent magnet (magnetically hard) materials – Methods of measurement of the magnetic properties in an open magnetic circuit using a superconducting magnet

Matériaux magnétiques – Partie 18: Matériaux (magnétiques durs) pour aimants permanents – Méthodes de mesure des propriétés magnétiques en circuit magnétique ouvert à l'aide d'un aimant supraconducteur

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ICS 17.220.20, 29.030

ISBN 978-2-8327-0157-7

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.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD....4
INTRODUCTION....6
1 Scope....7
2 Normative references....7
3 Terms, definitions and abbreviated terms....8
3.1 Terms and definitions....8
3.2 Abbreviated terms....9
4 General principle....9
4.1 Principle of the method....9
4.2 Superconducting magnet (SCM)....11
4.3 Magnetic field strength sensor (H sensor)....11
4.4 Magnetic dipole moment detection coil (M coil)....11
4.5 Specimen rod and moving device....12
4.6 Measuring devices and data processing device....12
5 Test specimen....13
6 Preparation of measurement....14
6.1 Measurement of volume of the test specimen....14
6.2 Initial magnetization of the test specimen to saturation....14
7 Determination of magnetic polarization....14
7.1 Measurement of the magnetic dipole moment....14
7.1.1 SCM-VSM method....14
7.1.2 SCM-extraction method....15
7.2 Determination of magnetic polarization....15
8 Measurement of magnetic field....15
9 Calibration of the magnetic dipole moment detection coil (M coil)....16
10 Determination of demagnetization curve....16
11 Demagnetizing field correction....17
11.1 General....17
11.2 Method A: Method using a demagnetizing factor determined by the shape of the test specimen only....17
11.3 Method B: Method using a demagnetizing factor determined by the shape and the magnetic susceptibility of the test specimen....18
11.4 Method C: Method using an inverse analysis considering the spatial distribution of the self-demagnetizing field strength in the test specimen....18
12 Determination of principal magnetic properties....19
12.1 Remanent magnetic polarization J_{r}....19
12.2 Maximum energy product $(BH)_{\mathrm{max}}$....19
12.3 Coercivity (H_{cJ} and H_{cB})....19
13 Reproducibility of the measurements....19
14 Test report....20
Annex A (informative) Demagnetizing field correction....21
Annex B (informative) Details of the demagnetizing field correction....23
B.1 General....23
B.2 Symbols....23

B.3 Method using a demagnetizing factor determined by the shape and magnetic susceptibility of the test specimen (Method B)....24
B.4 Method using an inverse analysis considering the spatial distribution of the self-demagnetizing field strength in the test specimen (Method C)....26
Annex C (informative) VSM measurement of the test specimen at elevated temperatures....30
Annex D (informative) Effect of test specimen dimensions on the magnetic properties....31
Annex E (informative) Comparison of the magnetic properties measured with a superconducting VSM and a permeameter....32
Bibliography....34

Figure 1 – Demagnetization curve $J(H)$....8
Figure 2 – Schematic diagrams of the test apparatus....10
Figure 3 – Schematic diagrams of the first order gradiometer coil....12
Figure A.1 – Schematic diagram of the demagnetizing field correction....21
Figure A.2 – Comparison of the demagnetization curves corrected using demagnetizing field correction Method A, Method B and Method C....22
Figure B.1 – Axes of a cuboid magnet....24
Figure B.2 – Conceptual diagram of the procedure of Method C....27
Figure B.3 – Flowchart of the procedure of Method C....28
Figure C.1 – Schematic diagram of the heating unit equipped in a test apparatus....30
Figure D.1 – Effects of test specimen dimensions on magnetic properties [B_{r}, H_{cJ}, H_{cB} and $(BH)_{\mathrm{max}}$] of Nd-Fe-B sintered and hot deformed magnets with different average grain sizes....31
Figure E.1 – Comparison of demagnetization curves measured with a permeameter and a superconducting VSM....33

Table A.1 – Features of the demagnetizing field correction methods in comparison with Method B....21
Table E.1 – Comparison of magnetic properties measured with a permeameter and a superconducting VSM....32

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

MAGNETIC MATERIALS –

Part 18: Permanent magnet (magnetically hard) materials – Methods of measurement of the magnetic properties in an open magnetic circuit using a superconducting magnet

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) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at https://patents.iec.ch. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 60404-18 has been prepared by IEC technical committee 68: Magnetic alloys and steels. It is an International Standard.

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

Draft	Report on voting
68/768/CDV	68/775/RVC

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

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 webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

INTRODUCTION

High-performance permanent magnet materials with high coercivity, for example Nd-Fe-B magnets, have been used in the electric and automobile industry and their usage increases rapidly to meet the need to improve energy saving and to increase efficiency of electromagnetic applications, for example traction motors for electric vehicles (EV) and hybrid electric vehicles (HEV), which are urgently demanded to contribute to the problem of global warming.

However, there has been no standard method which can determine all the magnetic properties of the high-performance permanent magnet materials with coercivity H_{cJ} higher than 2 MA/m to meet the need of the industry. The method specified in IEC 60404-5, which is a method of measurement in a closed magnetic circuit, can lead to significant measurement errors for measurement of H_{cJ} ≥ 1,6 MA/m due to magnetic saturation in parts of the pole faces of the yoke (see IEC 60404-5).

In order to solve the problem, several methods of measurement in an open magnetic circuit without a yoke have been developed. The methods using a superconducting magnet (SCM) are thought to solve this problem and enable accurate measurements of the high-performance permanent magnet materials (see IEC TR 63304 [1][1]).

Since the measurement in an open magnetic circuit is strongly affected by the self-demagnetizing field in the test specimen, a correction of the influence of self-demagnetizing field (demagnetizing field correction) on the demagnetization curve obtained in an open magnetic circuit is indispensable.

[1] Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

MAGNETIC MATERIALS –

Part 18: Permanent magnet (magnetically hard) materials – Methods of measurement of the magnetic properties in an open magnetic circuit using a superconducting magnet

1 Scope

The purpose of this part of IEC 60404 is to define the general principle and technical details of the methods of measurement of the DC magnetic properties of permanent magnet materials in an open magnetic circuit using a superconducting magnet (SCM).

This method is applicable to permanent magnet materials, such as those specified in IEC 60404-8-1, the properties of which are presumed homogeneous throughout their volume.

There are two methods:

– the SCM-vibrating sample magnetometer (VSM) method;
– the SCM-extraction method.

This document also specifies methods to correct the influence of the self-demagnetizing field in the test specimen on the demagnetization curve obtained in an open magnetic circuit. The magnetic properties are determined from the corrected demagnetization curve.

NOTE 1 These SCM-methods can determine the magnetic properties of high-performance permanent magnet materials with coercivity higher than 2 MA/m. For the magnetic materials with coercivity higher than 1,6 MA/m, the methods of measurement in a closed magnetic circuit in accordance with IEC 60404-5 can lead to significant measurement error due to magnetic saturation in parts of the pole faces of the yoke (see IEC 60404-5).

NOTE 2 There is another method of the measurement in an open magnetic circuit, i.e. the pulsed field magnetometer (PFM), which is described in IEC TR 62331 [3]. The PFM is the method of measurement of the magnetic properties of permanent magnet materials applying the pulsed magnetic field instead of the DC magnetic field and is different from the methods described in this document. The PFM measures a steep AC magnetic response of a test specimen in a pulsed magnetic field. Consequently, additional correction is indispensable to remove the influence of eddy currents in the test specimen and the magnetic viscosity of the magnetic materials in order to obtain properties equivalent to the DC magnetic properties.

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

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

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

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

IEC 60404-8-1, *Magnetic materials – Part 8-1: Specifications for individual materials – Permanent magnet (magnetically hard) materials*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 38
INTRODUCTION 40
1 Domaine d'application 41
2 Références normatives 41
3 Termes, définitions et abréviations 42
3.1 Termes et définitions 42
3.2 Abréviations 43
4 Principe général 43
4.1 Principe de la méthode 43
4.2 Aimant supraconducteur (SCM) 45
4.3 Capteur de champ magnétique (capteur H) 45
4.4 Bobine de détection du moment magnétique coulombien (bobine M) 45
4.5 Tige d'éprouvette et dispositif mobile 46
4.6 Dispositifs de mesure et appareil de traitement de données 47
5 Éprouvette 47
6 Préparation du mesurage 48
6.1 Mesurage du volume de l'éprouvette 48
6.2 Aimantation initiale de l'éprouvette à saturation 48
7 Détermination de la polarisation magnétique 48
7.1 Mesurage du moment magnétique coulombien 48
7.1.1 Méthode SCM-VSM 48
7.1.2 Méthode SCM-extraction 49
7.2 Détermination de la polarisation magnétique 49
8 Mesurage du champ magnétique 49
9 Étalonnage de la bobine de détection du moment magnétique coulombien (bobine M) 50
10 Détermination de la courbe de désaimantation 50
11 Correction du champ de désaimantation 51
11.1 Généralités 51
11.2 Méthode A: Méthode qui utilise un facteur de champ démagnétisant déterminé par la forme de l'éprouvette uniquement 51
11.3 Méthode B: Méthode qui utilise un facteur de champ démagnétisant déterminé par la forme et la susceptibilité magnétique de l'éprouvette 52
11.4 Méthode C: Méthode qui utilise une analyse inverse qui tient compte de la répartition spatiale du champ d'autodésaimantation dans l'éprouvette 52
12 Détermination des principales propriétés magnétiques 53
12.1 Polarisation magnétique rémanente J_{r} 53
12.2 Produit d'énergie maximale $(BH)_{\mathrm{max}}$ 53
12.3 Coercitivité (H_{cJ} et H_{cB}) 53
13 Reproductibilité des mesurages 54
14 Rapport d'essai 54
Annexe A (informative) Correction du champ de désaimantation 55
Annexe B (informative) Détails de la correction du champ de désaimantation 57
B.1 Généralités 57
B.2 Symboles 57

B.3 Méthode qui utilise un facteur de champ démagnétisant déterminé par la forme et la susceptibilité magnétique de l'éprouvette (Méthode B) 58
B.4 Méthode qui utilise une analyse inverse qui tient compte de la répartition spatiale du champ d'autodésaimantation dans l'éprouvette (Méthode C) 60
Annexe C (informative) Mesurage par VSM de l'éprouvette à des températures élevées 64
Annexe D (informative) Effet des dimensions de l'éprouvette sur les propriétés magnétiques 66
Annexe E (informative) Comparaison des propriétés magnétiques mesurées avec un VSM supraconducteur et un perméamètre 68
Bibliographie 70

Figure 1 – Courbe de désaimantation $J(H)$ 42
Figure 2 – Schémas de l'appareillage d'essai 44
Figure 3 – Schémas de la bobine de gradiomètre de premier ordre 46
Figure A.1 – Schéma de la correction du champ de désaimantation 55
Figure A.2 – Comparaison des courbes de désaimantation corrigées à l'aide de la Méthode A, la Méthode B et la Méthode C de correction du champ de désaimantation 56
Figure B.1 – Axes d'un aimant cubique 58
Figure B.2 – Schéma conceptuel de la procédure de la Méthode C 61
Figure B.3 – Organigramme de la procédure de la Méthode C 62
Figure C.1 – Schéma de l'unité chauffante incluse dans un appareillage d'essai 65
Figure D.1 – Effets des dimensions de l'éprouvette sur les propriétés magnétiques [B_r, H_cJ, H_cB et $(BH)_\mathrm{max}$] des aimants Nd-Fe-B frittés et déformés à chaud avec différentes granulométries moyennes 67
Figure E.1 – Comparaison des courbes de désaimantation mesurées avec un perméamètre et un VSM supraconducteur 69

Tableau A.1 – Caractéristiques des méthodes de correction du champ de désaimantation par rapport à la Méthode B 55
Tableau E.1 – Comparaison des propriétés magnétiques mesurées avec un perméamètre et un VSM supraconducteur 68

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES –

Partie 18: Matériaux (magnétiques durs) pour aimants permanents – Méthodes de mesure des propriétés magnétiques en circuit magnétique ouvert à l'aide d'un aimant supraconducteur

AVANT-PROPOS

1) La Commission Électrotechnique 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. À 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'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse https://patents.iec.ch. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 60404-18 a été établie par le comité d'études 68 de l'IEC: Matériaux magnétiques tels qu'alliages et aciers. Il s'agit d'une Norme internationale.

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

Projet	Rapport de vote
68/768/CDV	68/775/RVC

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60404, publiées sous le titre général *Matériaux magnétiques*, se trouve 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 webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

INTRODUCTION

Les matériaux pour aimants permanents hautes performances à coercitivité élevée (par exemple, les aimants Nd-Fe-B) ont été utilisés dans l'industrie électrique et automobile et leur utilisation augmente rapidement afin de répondre à la nécessité d'améliorer les économies d'énergie et d'accroître l'efficacité des applications électromagnétiques, par exemple les moteurs de traction destinés aux véhicules électriques (VE) et aux véhicules électriques hybrides (VEH), qui font l'objet d'une demande urgente face au problème du réchauffement climatique mondial.

Cependant, aucune méthode normalisée ne peut déterminer toutes les propriétés magnétiques des matériaux pour aimants permanents hautes performances dont la coercitivité H_{cJ} est supérieure à 2 MA/m pour répondre aux besoins de l'industrie. La méthode spécifiée dans l'IEC 60404-5, qui est une méthode de mesure en circuit magnétique fermé, peut conduire à des erreurs de mesure significatives pour le mesurage de H_{cJ} ≥ 1,6 MA/m en raison d'une saturation magnétique dans certaines parties des faces polaires de la culasse (voir l'IEC 60404-5).

Afin de résoudre le problème, plusieurs méthodes de mesure en circuit magnétique ouvert sans culasse ont été établies. Les méthodes qui utilisent un aimant supraconducteur (SCM, *Superconducting Magnet*) sont présumées résoudre ce problème et permettre d'obtenir des mesures exactes des matériaux pour aimants permanents hautes performances (voir l'IEC TR 63304 [1][1]).

Comme le mesurage en circuit magnétique ouvert est fortement compromis par le champ d'autodésaimantation de l'éprouvette, une correction de l'influence du champ d'autodésaimantation (correction de champ de désaimantation) sur la courbe de désaimantation obtenue en circuit magnétique ouvert est indispensable.

---

1 Les chiffres entre crochets renvoient à la Bibliographie.

MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES –

Partie 18: Matériaux (magnétiques durs) pour aimants permanents – Méthodes de mesure des propriétés magnétiques en circuit magnétique ouvert à l'aide d'un aimant supraconducteur

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60404 a pour objet de définir le principe général et les détails techniques des méthodes de mesure des propriétés magnétiques en courant continu des matériaux pour aimants permanents en circuit magnétique ouvert à l'aide d'un aimant supraconducteur (SCM).

Cette méthode s'applique aux matériaux pour aimants permanents, tels que ceux spécifiés dans l'IEC 60404-8-1, dont les propriétés sont présumées homogènes sur l'ensemble de leur volume.

Il existe deux méthodes:

– la méthode SCM-magnétomètre à échantillon vibrant (VSM, *Vibrating Sample Magnetometer*);

– la méthode SCM-extraction.

Le présent document spécifie également les méthodes de correction de l'influence du champ d'autodésaimantation de l'éprouvette sur la courbe de désaimantation obtenue en circuit magnétique ouvert. Les propriétés magnétiques sont déterminées à partir de la courbe de désaimantation corrigée.

NOTE 1 Ces méthodes SCM peuvent déterminer les propriétés magnétiques des matériaux pour aimants permanents hautes performances dont la coercitivité est supérieure à 2 MA/m. Pour les matériaux magnétiques dont la coercitivité est supérieure à 1,6 MA/m, les méthodes de mesure en circuit magnétique fermé selon l'IEC 60404-5 peuvent conduire à une erreur de mesure significative en raison d'une saturation magnétique dans certaines parties des faces polaires de la culasse (voir l'IEC 60404-5).

NOTE 2 Il existe une autre méthode de mesure en circuit magnétique ouvert, à savoir celle du magnétomètre à champ pulsé (PFM, *Pulsed Field Magnetometer*), qui est décrite dans l'IEC TR 62331 [3]. La méthode PFM est la méthode de mesure des propriétés magnétiques des matériaux pour aimants permanents qui applique le champ magnétique pulsé en lieu et place du champ magnétique en courant continu et diffère des méthodes décrites dans le présent document. La méthode PFM mesure la forte réponse magnétique en courant alternatif d'une éprouvette dans un champ magnétique pulsé. Par conséquent, une correction supplémentaire est indispensable pour éliminer l'influence des courants de Foucault sur l'éprouvette et la viscosité magnétique des matériaux magnétiques afin d'obtenir des propriétés équivalentes aux propriétés magnétiques en courant continu.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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 60050-121:1998, *Vocabulaire Électrotechnique International (VEI) – Partie 121: Électromagnétisme*

IEC 60050-151, *Vocabulaire Électrotechnique International (VEI) – Partie 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

IEC 60050-221:1990, *Vocabulaire Électrotechnique International (VEI) – Partie 221: Matériaux et composants magnétiques*

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

IEC 60404-8-1, *Matériaux magnétiques – Partie 8-1: Spécifications pour matériaux particuliers – Matériaux (magnétiques durs) pour aimants permanents*