IEC 61181

Edition 2.1 2012-03

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Mineral oil-filled electrical equipment – Application of dissolved gas analysis (DGA) to factory tests on electrical equipment

Matériels électriques imprégnés d'huile minérale – Application de l'analyse des gaz dissous (AGD) lors d'essais en usine de matériels électriques

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX CD

ICS 29.040

ISBN 978-2-8322-0051-3

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 3
INTRODUCTION 5

1 Scope 6
2 Normative references 6
3 General caution, health, safety and environmental protection 6
4 Oil sampling 7
4.1 General 7
4.2 Sample containers 7
4.3 Sampling location 7
4.4 Sampling frequency 7
4.5 Sample labelling 8
4.6 Sample storage 8
4.7 Disposal of waste oil 8
5 Factors affecting gassing rate during thermal tests 8
6 Dissolved gas extraction and analysis 9
7 Report 10

Annex A (informative) Gas formation rates during thermal tests on power transformers 11
Annex B (informative) Gas formation rates during chopped-lightning impulse tests on instrument transformers [6] 13

Bibliography 14

Table 1 – Required detection limits for factory tests 9
Table A.1 – Ranges of 90 % typical rates of gas formation in modern, mineral oil- filled power transformers during thermal tests, in μl/l/h 11
Table A.2 – Survey of cases followed by problems in core-type, mineral oil- filled power transformers, for various rates of gas formation observed during the thermal tests, (values in μl/l/h) 12
Table B.1 – 90 % typical gas concentration increases observed between the beginning and the end of chopped lightning-impulse tests on instrument transformers 13

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MINERAL OIL-FILLED ELECTRICAL EQUIPMENT – APPLICATION OF DISSOLVED GAS ANALYSIS (DGA) TO FACTORY TESTS ON ELECTRICAL EQUIPMENT

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.

This consolidated version of IEC 61181 consists of the second edition (2007) [documents 10/675/FDIS and 10/688/RVD] and its amendment 1 (2012) [documents 10/881/FDIS and 10/886/RVD]. It bears the edition number 2.1.

The technical content is therefore identical to the base edition and its amendment and has been prepared for user convenience. A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendment 1. Additions and deletions are displayed in red, with deletions being struck through.

International Standard IEC 61181 has been prepared by IEC technical committee 10: Fluids for electrotechnical applications.

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

a) the specific procedures used during factory tests (sampling location, sampling frequency, gas extraction and chromatographic analysis in the laboratory) are described in more detail;
b) information is provided in Annex A concerning the residual gas contents recommended before thermal tests on power transformers, typical gas values observed during the tests and cases where gas formation during the tests was followed by problems in the transformers;
c) typical values observed during chopped lightning-impulse tests on instrument transformers are indicated in Annex B.

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

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until the stability 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.

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 publication using a colour printer.

INTRODUCTION

IEC technical committee 10, responsible for IEC 61181, has prepared guidelines for performing DGA measurements during factory testing on equipment filled with mineral insulating oil in order to ensure consistency in the industry and improve the confidence with which the results will be used.

DGA is used routinely as a standard quality control procedure during and after factory tests on electrical equipment, for example during temperature-rise and chopped lightning-impulse tests, to indicate that a design meets specified requirements. Due to the small quantities of gases generated during factory tests, specific requirements are necessary for the sampling and analysis of oil samples and the interpretation of results.

Acceptance criteria are beyond the scope of TC 10. Attention is drawn, however, to the fact that the guidelines issued by CIGRE in 1993-1995 [1][1] do not apply any more to transformers manufactured today, the design of which having been improved. Examples of values actually observed today are indicated in Annexes A and B.

[1] Figures in square brackets refer to the bibliography.

MINERAL OIL-FILLED ELECTRICAL EQUIPMENT – APPLICATION OF DISSOLVED GAS ANALYSIS (DGA) TO FACTORY TESTS ON ELECTRICAL EQUIPMENT

1 Scope

This International Standard specifies oil-sampling procedures, analysis requirements and procedures, and recommends sensitivity, repeatability and accuracy criteria for the application of dissolved gas analysis (DGA) to factory testing of new power transformers, reactors and instrument transformers filled with mineral insulating oil when DGA testing has been specified.

The most effective and useful application of DGA techniques to factory testing is during the performance of long-term tests, typically temperature-rise (heat run) and overloading tests on power transformers and reactors, also impulse tests on instrument transformers. DGA may also be valuable for over-excitation tests run over an extended period of time.

Experience with DGA results, before and after short-time dielectric tests, indicates that DGA is normally less sensitive than electrical and acoustic methods for detecting partial discharges. However, DGA will indicate when these partial discharges become harmful to the insulation and may be detected by inspection [2].

2 Normative references

The following referenced document is 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 60567: *Guide for the sampling of gases and of oil from oil-filled electrical equipment and for the analysis of free and dissolved gases*~~

IEC 60475:2011, *Method of sampling insulating liquids*

IEC 60567:2011, *Oil-filled electrical equipment – Sampling of gases and analysis of free and dissolved gases – Guidance*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 17
INTRODUCTION 19

1 Domaine d'application 20
2 Références normatives 20
3 Précautions générales, protection de la santé, de la sécurité et de l'environnement 20
4 Échantillonnage de l'huile 21
4.1 Généralités 21
4.2 Récipients d'échantillon 21
4.3 Point d'échantillonnage 21
4.4 Fréquence d'échantillonnage 21
4.5 Identification des échantillons 22
4.6 Stockage des échantillons 22
4.7 Élimination de l'huile usagée 23
5 Facteurs influençant la vitesse de formation de gaz pendant les essais d'échauffement 23
6 Extraction et analyse des gaz dissous 23
7 Rapport 25

Annexe A (informative) Vitesses de formation de gaz pendant les essais d'échauffement sur les transformateurs de puissance 26
Annexe B (informative) Vitesses de formation de gaz pendant les essais de choc de foudre coupé sur les transformateurs de mesure [6] 28

Bibliographie 29

Tableau 1 – Seuils de détection exigés pour les essais en usine 23
Tableau A.1 – Gammes de vitesses de formation de gaz typiques à 90 % dans des transformateurs de puissance modernes imprégnés d'huile minérale pendant les essais d'échauffement, en µl/l/h 26
Tableau A.2 – Relevé des cas suivis de problèmes dans des transformateurs de puissance à colonnes remplis d'huile, pour différentes vitesses de formation de gaz observés pendant les essais d'échauffement, en µl/l/h 27
Tableau B.1 – Augmentation de concentration de gaz typiques à 90 % dans des transformateurs de mesure entre le début et la fin des essais de choc de foudre coupé 28

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIELS ÉLECTRIQUES IMPRÉGNÉS D'HUILE MINÉRALE – APPLICATION DE L'ANALYSE DES GAZ DISSOUS (AGD) LORS D'ESSAIS EN USINE DE MATÉRIELS ÉLECTRIQUES

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 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 la CEI. La CEI 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 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 brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

Cette version consolidée de la CEI 61181 comprend la deuxième édition (2007) [documents 10/675/FDIS et 10/688/RVD] et son amendement 1 (2012) [documents 10/881/FDIS et 10/886/RVD]. Elle porte le numéro d'édition 2.1.

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. Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par l'amendement 1. Les ajouts et les suppressions apparaissent en rouge, les suppressions sont barrées.

La Norme internationale CEI 61181 a été établie par le comité d'étude 10 de la CEI: Fluides pour applications électrotechniques.

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

a) les procédures spécifiques utilisées pendant les essais en usine (points et fréquence d'échantillonnage, extraction des gaz et analyse chromatographique en laboratoire) sont décrites avec plus de détails;
b) l'Annexe A fournit des informations sur les teneurs en gaz résiduelles qui sont recommandées avant les essais thermiques sur les transformateurs de puissance, sur les valeurs typiques de gaz observées pendant les essais, et sur les cas où la formation de gaz pendant les essais a été suivie de problèmes dans les transformateurs;
c) l'Annexe B indique les valeurs typiques observées pendant les essais en choc de foudre coupé sur les transformateurs de mesure.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant la date de stabilité 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.

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.

INTRODUCTION

Le comité d'étude 10 de la CEI, en charge de la CEI 61181, a préparé des lignes directrices concernant les mesures d'analyse des gaz dissous (AGD) réalisées pendant les essais en usine sur les matériels remplis d'huile minérale isolante afin d'assurer une certaine cohérence dans l'industrie et d'améliorer la confiance dans l'utilisation des résultats.

L'analyse des gaz dissous (AGD) est utilisée régulièrement comme procédure normalisée de contrôle de qualité pendant et après les essais en usine sur les matériels électriques, par exemple pendant les essais d'échauffement et les essais de choc de foudre coupés, pour indiquer qu'un type de conception répond aux spécifications. À cause des faibles quantités de gaz formées pendant les essais en usine, des exigences particulières sont nécessaires pour l'échantillonnage et l'analyse des échantillons d'huile et pour l'interprétation des résultats.

Les critères d'acceptation sont en dehors du domaine d'application du CE 10. Il est cependant signalé que les lignes directrices émises par le CIGRE en 1993-1995 [1][1] ne s'appliquent plus aux transformateurs construits aujourd'hui, dont la conception a été améliorée. Des exemples de valeurs réellement observées aujourd'hui sont indiquées dans les Annexes A et B.

[1] Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie.

MATÉRIELS ÉLECTRIQUES IMPRÉGNÉS D'HUILE MINÉRALE – APPLICATION DE L'ANALYSE DES GAZ DISSOUS (AGD) LORS D'ESSAIS EN USINE DE MATÉRIELS ÉLECTRIQUES

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les modes opératoires d'échantillonnage des huiles, les exigences analytiques et les procédures, et recommande les critères de sensibilité, de répétabilité et de précision pour l'application de l'analyse des gaz dissous (AGD) aux essais en usine des transformateurs de puissance neufs, des bobines d'inductance et des transformateurs de mesure, dans le cas où le cahier des charges prévoit des essais d'analyse des gaz dissous (AGD).

L'application des techniques d'AGD la plus utile et la plus efficace, au cours des essais en usine, est celle pratiquée pendant les essais de fonctionnement de longue durée, particulièrement les essais de surcharge et d'échauffement des transformateurs de puissance et des bobines d'inductance, ainsi que les essais au choc de foudre sur les transformateurs de mesure. L'analyse des gaz dissous peut être aussi valable pour les essais de surexcitation effectués pendant une période de temps prolongée.

L'expérience acquise avec les résultats de l'AGD, avant et après les essais diélectriques de courte durée, montre que, l'analyse des gaz dissous, est moins sensible que les méthodes électriques et acoustiques pour la détection des décharges partielles. Cependant, l'AGD indiquera quand ces décharges deviennent dangereuses pour l'isolation et peuvent être détectées par inspection [2].

2 Références normatives

Le document de référence suivant est indispensable 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 60567: *Guide d'échantillonnage de gaz et d'huile dans les matériels électriques immergés, pour l'analyse des gaz libres et dissous*~~

CEI 60475:2011, *Méthode d'échantillonnage des liquides isolants*

CEI 60567.2011, *Matériels électriques immergés – Échantillonnage de gaz et analyse des gaz libres et dissous – Lignes directrices*