NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60897

Première édition
First edition
1987-03

Méthodes de détermination de la tension de claquage au choc de foudre des liquides isolants

Methods for the determination of the lightning impulse breakdown voltage of insulating liquids

© IEC 1987 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 N

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

SOMMAIRE

Pages

PRÉAMBULE 4

PRÉFACE 4

Articles

1. Domaine d'application 6
2. Considérations générales 6
3. Documents de référence 8
4. Appareillage 8
5. Echantillonnage du liquide 10
6. Préparation et entretien de la cellule 10
7. Préparation de l'essai 10
8. Procédures d'essai 12
   - 8.1 Méthode A — Essai par échelons 12
   - 8.2 Méthode B — Test progressif 14
9. Rapport d'essai 16

ANNEXE A — Test progressif de comparaison de la probabilité de claquage des diélectriques liquides à une valeur normalisée — Construction d'un graphe de décision 18

ANNEXE B — Mesurage des rayons de courbure des aiguilles 24

FIGURES 26

CONTENTS

Page

FOREWORD 5

PREFACE 5

Clause

1. Scope 7

2. General 7

3. Documents referred to 9

4. Apparatus 9

5. Sampling of the liquid 11

6. Preparation and maintenance of the cell 11

7. Preparation of test 11

8. Test procedures 13

8.1 Method A — Step test 13

8.2 Method B — Sequential test 15

9. Report 17

APPENDIX A — Sequential test for comparison of the breakdown probability of liquid dielectrics with a standard value — Construction of a ruling graph 19

APPENDIX B — Measurement of radius of curvature of needles 25

FIGURES 26

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MÉTHODES DE DÉTERMINATION DE LA TENSION DE CLAQUAGE AU CHOC DE FOUDRE DES LIQUIDES ISOLANTS

PRÉAMBULE

1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment, dans la plus grande mesure possible, un accord international sur les sujets examinés.

2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.

3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 10A: Huiles isolantes à base d'hydrocarbures, du Comité d'Etudes n° 10 de la CEI: Fluides pour applications électrotechniques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
10A(BC)64	10A(BC)68

Pour de plus amples renseignements, consulter le rapport de vote mentionné dans le tableau ci-dessus.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

METHODS FOR THE DETERMINATION OF THE LIGHTNING IMPULSE BREAKDOWN VOLTAGE OF INSULATING LIQUIDS

FOREWORD

1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.

2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.

3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Sub-Committee 10A: Hydrocarbon Insulating Oils, of IEC Technical Committee No. 10: Fluids for Electrotechnical Applications.

The text of this standard is based on the following documents:

Six Months' Rule	Report on Voting
10A(CO)64	10A(CO)68

Further information can be found in the Report on Voting indicated in the table above.

MÉTHODES DE DÉTERMINATION DE LA TENSION DE CLAQUAGE AU CHOC DE FOUDRE DES LIQUIDES ISOLANTS

1. Domaine d'application

1.1 La présente norme décrit deux méthodes d'essai A et B pour estimer la rigidité électrique en champ divergent de liquides isolants au choc de foudre normalisé.

La méthode A repose sur une méthode par échelons destinée à évaluer, dans des conditions déterminées, la tension de claquage au choc.

La méthode B est un test statistique destiné à contrôler une hypothèse concernant la probabilité de claquage d'un liquide isolant, pour un niveau de tension donné.

1.2 Les deux méthodes s'appliquent aux liquides isolants neufs ou usagés de viscosité inférieure à 700 mm^2/s à 40 °C.

Ces méthodes peuvent être utilisées en polarité négative ou positive. Aucune exigence particulière n'est demandée concernant la préparation de l'échantillon du liquide, pourvu qu'il satisfasse à l'usage industriel; cependant, des essais réalisés avant et après traitement de l'échantillon peuvent être utiles pour en montrer l'influence.

1.3 Ces deux méthodes sont principalement destinées à établir des procédures normalisées d'évaluation de la rigidité électrique au choc des liquides isolants. Elles peuvent servir à différencier les liquides diélectriques entre eux et à détecter des variations de leurs caractéristiques, provenant de modifications de leur composition chimique qui résulteraient de changement du processus de fabrication ou des produits de base.

2. Considérations générales

2.1 Les liquides isolants utilisés dans les appareils électriques peuvent être soumis à une contrainte de tension de choc de foudre ou bien de manœuvre, superposée au fonctionnement permanent à fréquence industrielle.

Que ces surtensions soient unidirectionnelles ou oscillantes, il en résultera toujours un fonctionnement transitoire, de polarité négative ou positive, nécessitant, dans ces conditions, de connaître le comportement du liquide isolant utilisé.

Cependant, il est nécessaire d'acquérir une plus grande expérience pour établir une corrélation entre les résultats de tension de claquage au choc des liquides, obtenus avec des cellules d'essai à géométrie d'électrodes pointe-sphère, et leur application dans les systèmes d'isolation.

2.2 Le claquage au choc des liquides isolants est un phénomène complexe qui n'est pas encore totalement élucidé; il requiert l'initiation et la propagation d'une perturbation de prérupture («streamers»).

On a pu constater que la tension de claquage dépend de facteurs tels que: forme de la tension, durée d'application et configuration du champ.

Pour obtenir des résultats comparables, il faut préciser tous ces facteurs et les maîtriser étroitement. Même ainsi, on observe fréquemment une dispersion des résultats que l'on suppose due à la nature aléatoire des mécanismes de prérupture.

2.3 Alors qu'en champ symétrique, le comportement au claquage ne dépend pas de la polarité de la tension appliquée, cette polarité a un effet marqué en champs divergents, particulièrement en géométrie pointe-sphère. L'expérience a montré, dans ce cas, que la composition chimique du

METHODS FOR THE DETERMINATION OF THE LIGHTNING IMPULSE BREAKDOWN VOLTAGE OF INSULATING LIQUIDS

1. Scope

1.1 This standard describes two test methods, A and B, for assessing the electric strength of insulating liquids in a divergent field when subjected to standard lightning impulse.

Method A is based on a step procedure intended to provide an estimate of impulse breakdown voltage under specific conditions.

Method B is a statistical test designed to check an hypothesis about the impulse breakdown probability of an insulating liquid at a given voltage level.

1.2 Both methods can be applied to unused or used insulating liquids, the viscosity of which is lower than 700 mm^2/s at 40 °C.

The methods can be used with positive or negative impulses. No specific stipulations are made regarding the preparation of the liquid sample provided that it corresponds to industrial practice; however, tests made before and after treatment of the sample may be useful for demonstrating the effect of treatment.

1.3 Both methods are primarily intended to establish standardized procedures for assessing the impulse electric strength of insulating liquids. They may serve to differentiate dielectric liquids between each other and to detect variations in their characteristics due to modifications in their chemical composition as the result of changes in the manufacturing process and/or feed-stocks.

2. General

2.1 Insulating liquids in service in electrical apparatus may be subjected to switching or lightning transient voltage stress superimposed on continuous operation voltage at power frequency.

Whether such surges be unidirectional or oscillatory, the result will always be a transient operation with positive or negative polarity, requiring knowledge of the behaviour of the insulating liquid under these conditions.

However, much more experience is necessary before the results of impulse breakdown voltage obtained in test cells employing point-to-sphere electrode geometry can be correlated with performance of the liquid in practical insulation systems.

2.2 In insulating liquids, impulse breakdown is a complex phenomenon, still not fully understood; it requires the initiation and the propagation of a prebreakdown disturbance (streamers).

Breakdown voltage appears to be determined by such factors as voltage wave shape, duration of the applied voltage and field configuration.

To obtain comparable results it is necessary for all these factors to be clearly defined and kept under close control. Even so, however, a spread of results is frequently observed which is believed to be associated with the random nature of prebreakdown mechanisms.

2.3 Whilst breakdown behaviour in a symmetrical field is not affected by the polarity of voltage applied, polarity does have a marked effect in divergent fields, particularly in point-to-sphere geometry. In this configuration, experience has shown that the chemical composition of the liquid has a

liquide joue un rôle essentiel dans la détermination des propriétés de claquage au choc en onde négative.

En conséquence, des géométries à champ fortement divergent, telles qu'elles sont utilisées dans les méthodes décrites, sont indispensables pour faire apparaître des différences d'effets dues à la composition des liquides isolants.

2.4 La tension de claquage au choc dépend de la durée de front de l'onde. En conséquence, les méthodes décrites spécifient seulement l'emploi de l'onde pleine normale (1,2/50).

2.5 A la différence de la tension de claquage à fréquence industrielle (Publication 156 de la CEI), la tension de claquage au choc pointe-sphère est en grande partie indépendante de polluants tels que eau et particules. Ainsi, aucune disposition particulière n'est prévue pour en tenir compte, pourvu que leurs concentrations n'excèdent pas les valeurs limites d'utilisation du liquide.

3. Documents de référence

Publications de la CEI:

52 (1960): Recommandations pour la mesure des tensions au moyen d'éclateurs à sphères (une sphère à la terre).

60-1 (1973): Techniques des essais à haute tension, Première partie: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais.

60-2 (1973): Deuxième partie: Modalités d'essais.

60-3 (1976): Troisième partie: Dispositifs de mesure.

60-4 (1977): Quatrième partie: Guide d'application des dispositifs de mesure.

71-1 (1976): Coordination de l'isolement. Première partie: Termes, définitions, principes et règles.

71-2 (1976): Deuxième partie: Guide d'application.

156 (1963): Méthode pour la détermination de la rigidité électrique des huiles isolantes.

475 (1974): Méthode d'échantillonnage des diélectriques liquides.

Normes ISO:

2854 (1976): Interprétation statistique des données — Techniques d'estimation et tests portant sur des moyennes et des variances.

3534 (1977): Statistique — Vocabulaire et symboles.

5725 (1986): Fidélité des méthodes d'essai — Détermination de la répétabilité et de la reproductibilité par essais interlaboratoires.

fundamental role in determining the negative impulse breakdown properties.

Highly divergent field geometries, as used in the methods described, are therefore necessary to differentiate composition effects in insulating liquids.

2.4 Impulse breakdown voltage depends on wave front duration. Consequently, the methods described specify only the standard full impulse wave (1.2/50).

2.5 Unlike power frequency breakdown voltage (IEC Publication 156), the point-to-sphere impulse breakdown is largely independent of such contaminants as moisture and particles. Accordingly, no specific provisions are made to control these contaminants, provided their concentrations do not exceed the serviceability limits of the liquid.

3. Documents referred to

IEC Publications:

52 (1960): Recommendations for Voltage Measurement by means of Sphere-gaps (One Sphere Earthed).

60-1 (1973): High-voltage Test Techniques, Part 1: General Definitions and Test Requirements.

60-2 (1973): Part 2: Test Procedures.

60-3 (1976): Part 3: Measuring Devices.

60-4 (1977): Part 4: Application Guide for Measuring Devices.

71-1 (1976): Insulation Co-ordination, Part 1: Terms, Definitions, Principles and Rules.

71-2 (1976): Part 2: Application Guide.

156 (1963): Method for the Determination of the Electric Strength of Insulating Oils.

475 (1974): Method of Sampling Liquid Dielectrics.

ISO Standards:

2854 (1976): Statistical Interpretation of Data — Techniques of Estimation and Tests relating to Means and Variances.

3534 (1977): Statistics—Vocabulary and Symbols.

5725 (1986): Precision of Test Methods—Determination of Repeatability and Reproducibility by Interlaboratory Tests.