

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Specifications for unused silicone insulating liquids for electrotechnical purposes

Spécifications pour liquides isolants silicones neufs pour usages électrotechniques



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2015 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 60 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 60 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Specifications for unused silicone insulating liquids for electrotechnical purposes

Spécifications pour liquides isolants silicones neufs pour usages électrotechniques

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.040.10

ISBN 978-2-8322-2789-3

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.
--

CONTENTS

FOREWORD.....	3
1 Scope.....	5
2 Normative references	5
3 Terms and definitions	6
4 Properties.....	6
4.1 General properties	6
4.2 Properties relating to health, safety and environment (HSE)	7
4.2.1 Handling	7
4.2.2 Disposal	7
5 General delivery requirements and identification.....	7
6 Storage and maintenance	7
7 Sampling	7
8 Properties and test methods	8
8.1 Colour and appearance.....	8
8.1.1 Colour	8
8.1.2 Appearance	8
8.2 Density	8
8.3 Kinematic viscosity	8
8.4 Flash point.....	8
8.5 Fire point	8
8.6 Refractive index	8
8.7 Pour-point.....	8
8.8 Water content	8
8.9 Acidity.....	8
8.10 Breakdown voltage	8
8.11 Dielectric dissipation factor, permittivity, d.c. resistivity	8
8.12 Gassing under electrical stress and ionization	8
8.13 Flammability	9
9 Individual specifications.....	9
9.1 General.....	9
9.2 Silicone transformer liquid.....	9
9.3 Other silicone liquids for electrotechnical purposes	10
Bibliography.....	11
Table 1 – Specification of silicone transformer liquid.....	9
Table 2 – Minimum requirements for silicone liquids	10

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SPECIFICATIONS FOR UNUSED SILICONE INSULATING
LIQUIDS FOR ELECTROTECHNICAL PURPOSES**

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.

The International Standard IEC 60836 has been prepared by IEC technical committee 10: Fluids for electrotechnical applications.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2005. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following major technical changes with regard to the second edition:

- a) classification of liquids according to IEC 61039 have been adapted with respect to the latest edition of IEC 61039:2008;
- b) classification of liquids according to IEC 61100:1992 have been removed as IEC 61100 has been withdrawn;
- c) minimum requirements for other silicone liquids for electrotechnical purposes have been added.

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

FDIS	Report on voting
10/961FDIS	10/968/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard 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 2.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website 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.

SPECIFICATIONS FOR UNUSED SILICONE INSULATING LIQUIDS FOR ELECTROTECHNICAL PURPOSES

1 Scope

This International Standard covers specifications and test methods for unused silicone liquids intended for use in transformers and other electrotechnical equipment.

The specified characteristics of silicone transformer liquid classified as L-NTUK-8360300 (in accordance with IEC 61039) are described in Table 1.

Besides the standard transformer applications there are other applications of silicone liquids, such like cable accessories, capacitors, electrical magnets etc. The specified characteristics and minimum requirements for these liquids are described in Table 2.

NOTE Maintenance of used silicone liquid in electrotechnical equipment is covered in a separate publication IEC 60944.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60156:1995, *Insulating liquids – Determination of the breakdown voltage at power frequency – Test method*

IEC 60247, *Insulating liquids – Measurement of relative permittivity, dielectric dissipation factor ($\tan \delta$) and d.c. resistivity*

IEC 60296, *Fluids for electrotechnical applications – Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear*

IEC 60475, *Method of sampling insulating liquids*

IEC 60628, *Gassing of insulating liquids under electrical stress and ionization*

IEC 60814, *Insulating liquids – Oil-impregnated paper and pressboard – Determination of water by automatic coulometric Karl Fischer titration*

IEC 60944, *Guide for the maintenance of silicone transformer liquids*

IEC 61039:2008, *Classification of insulating liquids*

IEC 62021-3, *Insulating liquids – Determination of acidity – Part 3: Test methods for non-mineral insulating oils*

ISO 2211, *Liquid chemical products – Measurement of colour in Hazen units (platinum-cobalt scale)*

ISO 2592, *Determination of flash and fire points – Cleveland open cup method*

ISO 2719, *Determination of flash point – Pensky Martens closed cup method*

ISO 3016, *Petroleum products – Determination of pour point*

ISO 3104, *Petroleum products – Transparent and opaque liquids – Determination of kinematic viscosity and calculation of dynamic viscosity*

ISO 3675, *Crude petroleum and liquid petroleum products – Laboratory determination of density – Hydrometer method*

ISO 5661, *Petroleum products – Hydrocarbon liquids – Determination of refractive index*

ISO 12185, *Crude petroleum and petroleum products – Determination of density – Oscillating U-tube method*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

3.1

silicone insulating liquids

liquid organopolysiloxanes whose molecular structure consists mainly of linear chains of alternating silicon and oxygen atoms, with hydrocarbon groups attached to the silicon atoms

3.2

silicone transformer liquid

polydimethyl siloxane, without additives, primarily for use in transformers

Note 1 to entry: According to IEC 61039, this type is classified as L-NTUK-8360300.

3.3

other silicone liquids for electrotechnical purposes

polydimethyl siloxane, without additives, applied for electrotechnical purposes

Note 1 to entry: Classification of other fluids for electrotechnical purposes according to IEC 61039 shall be made in relation to their main application and their fire point, e.g. a liquid for capacitors with a fire point of less than 300 °C is classified as L-NCUO-8360300.

4 Properties

4.1 General properties

As defined in 3.2, silicone liquid for transformers has high flash and fire points and is therefore difficult to ignite. If combustion occurs, heat release rate is much lower than that of hydrocarbon oils.

In addition to use at similar working temperatures to those of transformers containing mineral transformer oil, silicone insulating liquids may also be used in appropriately designed electrotechnical equipment operating at higher temperatures.

The solubility of water in silicone liquids is greater than in mineral oils. Other physical characteristics which are important for the design of electrotechnical equipment, e.g. heat transfer, may also be different from those of mineral transformer oil and will need to be taken fully into account by the designer.

4.2 Properties relating to health, safety and environment (HSE)

4.2.1 Handling

Silicone liquids ultimately degrade in nature to simple, naturally occurring substances. Their handling is not hazardous to health.

Direct contact with the eyes may cause slight irritation. Safety glasses should be worn to avoid splashing the eyes. In the case of eye contact, irrigation with large quantities of clean running water should relieve any irritation. If irritation persists, seek medical advice.

Detailed information on safe handling of these liquids can be obtained from manufacturers or suppliers.

4.2.2 Disposal

Local regulations shall be complied with. The preferred means of disposal is recycling by a qualified contractor. Waste liquid may be incinerated. Spillages should be cleaned using adsorbent media. Small quantities of liquid entering the environment present no special hazard.

5 General delivery requirements and identification

Transport of silicone insulating liquid shall be in clean hermetically sealed containers whose lining does not interact with the contents.

Each container shall display the following information:

- number of this standard;
- supplier's designation;
- batch number;
- any notices required by local regulatory authorities.

Electrotechnical equipment filled with silicone insulating liquid should be labelled for identification with respect to the insulation used.

6 Storage and maintenance

Storage should preferably be indoors and shall be in sealed containers to prevent ingress of moisture and dirt. If accidentally contaminated by water and/or solid particles during storage, the liquid can usually be restored to acceptable quality by the procedures described in IEC 60944.

7 Sampling

The liquid shall be sampled in accordance with IEC 60475, using the procedure consistent with the density of the liquid being sampled. Isopropyl alcohol is suitable for cleaning the sampling equipment.

8 Properties and test methods

8.1 Colour and appearance

8.1.1 Colour

This property shall be measured according to ISO 2211.

8.1.2 Appearance

This property shall be evaluated by examining a representative sample of approximately 100 mm in thickness, in transmitted light and at ambient temperature.

8.2 Density

This property shall be measured at 20 °C according to ISO 3675 but measurement according to ISO 12185 is accepted as well.

8.3 Kinematic viscosity

This property shall be measured at 40 °C according to ISO 3104.

8.4 Flash point

This property shall be measured according to ISO 2719.

8.5 Fire point

This property shall be measured according to ISO 2592.

8.6 Refractive index

This property shall be measured according to ISO 5661.

8.7 Pour-point

This property shall be measured according to ISO 3016.

8.8 Water content

This property shall be measured according to IEC 60814.

8.9 Acidity

This property shall be measured according to IEC 62021-3.

8.10 Breakdown voltage

This property shall be measured according to IEC 60156 and with particular attention to IEC 60156:1995, 3.4.2.

8.11 Dielectric dissipation factor, permittivity, d.c. resistivity

These properties shall be determined at 90 °C by the methods described in IEC 60247. Isopropyl alcohol or acetone are suitable for cleaning the test cell.

8.12 Gassing under electrical stress and ionization

This property shall be measured according to IEC 60628.

8.13 Flammability

Fire hazard measurement of insulating liquids is now studied by IEC technical committee 89.

9 Individual specifications

9.1 General

The specifications given in Table 1 and Table 2 applies only to unused silicone liquids intended for use in electrotechnical equipment, as received from the supplier and before any treatment or introduction into electrotechnical equipment. The liquid sampled in accordance with Clause 7 shall be tested in accordance with the appropriate test methods given in Clause 8. The characteristics of the liquid when tested shall comply with the requirements given in Table 1 and Table 2.

9.2 Silicone transformer liquid

This liquid is polydimethyl siloxane without additives, primarily for use in transformers. According to IEC 61039, it is classified as L-NTUK-8360300.

When tested in accordance with the methods specified in Clause 8, the properties of silicone transformer liquid shall meet the requirements given in Table 1.

Table 1 – Specification of silicone transformer liquid

Property	Test method (clause or subclause)	Permissible values	Notes
Colour	8.1.1	Max.35	
Appearance	8.1.2	Clear, free from suspended matter and sediment	
Density at 20 °C (kg/dm ³)	8.2	0,955 to 0,970	
Kinematic viscosity at 40 °C (mm ² /s)	8.3	40 ± 4	
Flash point (°C)	8.4	Min. 240	
Fire point (°C)	8.5	Min. 340	
Refractive index at 20 °C	8.6	1,404 ± 0,002	
Pour point (°C)	8.7	Max. –50	
Water content (mg/kg)	8.8	Max. 50	see NOTE
Acidity (mg KOH/g)	8.9	Max. 0,01	see NOTE
Breakdown voltage (kV)	8.10	Min. 40	see NOTE
Dielectric dissipation factor (DDF) at 90 °C and 50 Hz	8.11	Max. 0,001	see NOTE
Permittivity at 90 °C	8.11	2,55 ± 0,05	see NOTE
DC resistivity at 90 °C (GΩ × m)	8.11	Min. 100	see NOTE
NOTE For untreated liquid, as received.			

9.3 Other silicone liquids for electrotechnical purposes

Other silicone liquids are available and may be used for electrotechnical purposes. These liquids are polydimethyl siloxanes without additives and may have either a higher or a lower viscosity than liquids as per 9.2.

When tested in accordance with the methods specified in Clause 8, the properties of these liquids shall meet the minimum requirements given in Table 2.

Table 2 – Minimum requirements for silicone liquids

Property	Test method (clause or subclause)	Permissible values	Notes
Fire point (°C) ^a	8.5	As a function of the target classification according to IEC 61039	
Pour point (°C)	8.7	< –50	
Water content (mg/kg)	8.8	Max. 50	see NOTE
Acidity (mg KOH/g)	8.9	Max. 0,01	see NOTE
Breakdown voltage (kV)	8.10	Min. 40	see NOTE
Dielectric dissipation factor (DDF) at 90 °C and 50 Hz	8.11	Max. 0,001	see NOTE
DC resistivity at 90 °C (GΩ × m)	8.11	Min. 100	see NOTE
NOTE For untreated liquid, as received.			
^a The minimum value of the fire point shall be selected as a function of the target classification according to IEC 61039. If classification "class K" is required the fire point shall be above 300 °C; fluids with a fire point of less than or equal to 300 °C shall be classified "class O"; silicone liquids with a lower viscosity exhibit a lower fire point; selection shall be made with respect to local standards and minimum requirements for the intended application of the liquid; the minimum flash point of the chosen liquid shall be in accordance with IEC 60296.			

Bibliography

IEC 60076-14, *Power transformers – Part 14: Liquid-immersed power transformers using high-temperature insulation materials*

IEC 60695-1-40, *Fire hazard testing – Part 1-40: Guidance for assessing the fire hazard of electrotechnical products – Insulating liquids*

IEC TS 60695-8-3, *Fire hazard testing – Part 8-3: Heat release – Heat release of insulating liquids used in electrotechnical products*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	13
1 Domaine d'application	15
2 Références normatives	15
3 Termes et définitions	16
4 Propriétés	16
4.1 Propriétés générales	16
4.2 Propriétés relatives à l'hygiène, à la sécurité et à l'environnement (HSE)	17
4.2.1 Manipulation	17
4.2.2 Mise au rebut	17
5 Exigences générales de livraison et identification	17
6 Stockage et maintenance	17
7 Échantillonnage	17
8 Propriétés et méthodes d'essai	18
8.1 Couleur et aspect	18
8.1.1 Couleur	18
8.1.2 Aspect	18
8.2 Densité	18
8.3 Viscosité cinématique	18
8.4 Point d'éclair	18
8.5 Point de feu	18
8.6 Indice de réfraction	18
8.7 Point d'écoulement	18
8.8 Teneur en eau	18
8.9 Acidité	18
8.10 Tension de claquage	18
8.11 Facteur de dissipation diélectrique, permittivité, résistivité en courant continu	18
8.12 Gassing sous contrainte électrique et ionisation	18
8.13 Inflammabilité	19
9 Spécifications individuelles	19
9.1 Généralités	19
9.2 Liquide silicone pour transformateurs	19
9.3 Autres liquides silicones à usages électrotechniques	20
Bibliographie	21
Tableau 1 – Spécification du liquide silicone pour transformateurs	19
Tableau 2 – Exigences minimales relatives aux liquides silicones	20

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**SPÉCIFICATIONS POUR LIQUIDES ISOLANTS
SILICONES NEUFS POUR USAGES ÉLECTROTECHNIQUES****AVANT-PROPOS**

- 1) La Commission Electrotechnique 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. A 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'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 60836 a été établie par le comité d'études 10 de l'IEC: Fluides pour applications électrotechniques.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition, parue en 2005. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) la classification des liquides selon l'IEC 61039 a été adaptée par rapport à la dernière édition de l'IEC 61039:2008;
- b) la classification des liquides selon l'IEC 61100:1992 a été éliminée du fait de la suppression de ladite IEC 61100;
- c) les exigences minimales relatives aux autres liquides silicones pour usages électrotechniques ont été ajoutées.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
10/961/FDIS	10/968/RVD

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

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC 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.

SPÉCIFICATIONS POUR LIQUIDES ISOLANTS SILICONES NEUFS POUR USAGES ÉLECTROTECHNIQUES

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale couvre les spécifications et les méthodes d'essai pour les liquides silicones neufs destinés à être utilisés dans les transformateurs et tout autre appareil électrotechnique.

Les caractéristiques spécifiées du liquide silicone pour transformateurs classé L-NTUK-8360300 (selon l'IEC 61039) sont décrites dans le Tableau 1.

Outre les applications normalisées dans les transformateurs, il existe d'autres applications pour les liquides silicones, telles que les accessoires de câble, les condensateurs, les électro-aimants, etc. Les caractéristiques spécifiées et les exigences minimales relatives à ces liquides sont décrites dans le Tableau 2.

NOTE la maintenance des liquides silicones utilisés dans les équipements électrotechniques est couverte par une publication séparée, l'IEC 60944.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 60156:1995, *Isolants liquides – Détermination de la tension de claquage à fréquence industrielle – Méthode d'essai*

IEC 60247, *Liquides isolants – Mesure de la permittivité relative, du facteur de dissipation diélectrique ($\tan \delta$) et de la résistivité en courant continu*

IEC 60296, *Fluides pour applications électrotechniques – Huiles minérales isolantes neuves pour transformateurs et appareillages de connexion*

IEC 60475, *Méthode d'échantillonnage des liquides isolants*

IEC 60628, *Gassing des isolants liquides sous contrainte électrique et ionisation*

IEC 60814, *Isolants liquides – Cartons et papiers imprégnés d'huile – Détermination de la teneur en eau par titrage coulométrique de Karl Fischer automatique*

IEC 60944, *Guide de maintenance des liquides silicones pour transformateurs*

IEC 61039:2008, *Classification des liquides isolants*

IEC 62021-3, *Liquides isolants – Détermination de l'acidité – Partie 3: Méthode d'essai pour les huiles non minérales isolantes*

ISO 2211, *Produits chimiques liquides – Détermination de la coloration en unités Hazen (Échelle platine-cobalt)*

ISO 2592, *Détermination des points d'éclair et de feu – Méthode Cleveland à vase ouvert*

ISO 2719, *Détermination du point d'éclair – Méthode Pensky-Martens en vase clos*

ISO 3016, *Produits pétroliers – Détermination du point d'écoulement*

ISO 3104, *Produits pétroliers – Liquides opaques et transparents – Détermination de la viscosité cinématique et calcul de la viscosité dynamique*

ISO 3675, *Pétrole brut et produits pétroliers liquides – Détermination en laboratoire de la masse volumique – Méthode à l'aréomètre*

ISO 5661, *Produits pétroliers – Hydrocarbures liquides – Détermination de l'indice de réfraction*

ISO 12185, *Pétroles bruts et produits pétroliers – Détermination de la masse volumique – Méthode du tube en U oscillant*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1

liquides isolants silicones

organopolysiloxanes liquides dont la structure moléculaire consiste principalement en des chaînes linéaires alternant les atomes de silicium et d'oxygène, avec des groupes hydrocarbonés attachés aux atomes de silicium

3.2

liquide silicone pour transformateurs

polydiméthylsiloxane, sans additifs, principalement pour un usage dans les transformateurs

Note 1 à l'article: Selon l'IEC 61039, ce type est classé L-NTUK-8360300.

3.3

autres liquides silicones à usages électrotechniques

polydiméthylsiloxane, sans additifs, appliqué à des fins électrotechniques

Note 1 à l'article: La classification d'autres fluides à usages électrotechniques selon l'IEC 61039 doit être réalisée en fonction de leur application principale et de leur point de feu, par exemple un liquide pour condensateurs dont le point de feu est inférieur à 300 °C est classé L-NCUO-8360300.

4 Propriétés

4.1 Propriétés générales

Comme défini en 3.2, un liquide silicone pour transformateurs a des points d'éclair et de feu élevés et est donc difficile à enflammer. Si une combustion se produit, le débit calorifique est beaucoup plus faible que celui d'huiles d'hydrocarbure.

En plus de l'utilisation aux températures de service semblables à celles des transformateurs contenant de l'huile minérale pour transformateurs, les liquides isolants silicones peuvent également être utilisés dans des appareils électrotechniques convenablement conçus pour fonctionner à des températures élevées.

La solubilité de l'eau est plus élevée dans les liquides silicones que dans les huiles minérales. D'autres caractéristiques physiques importantes pour la conception des appareils

électrotechniques, par exemple le transfert thermique, peuvent également être différentes de celles des huiles minérales pour transformateurs et doivent être entièrement prises en compte par le concepteur.

4.2 Propriétés relatives à l'hygiène, à la sécurité et à l'environnement (HSE)

4.2.1 Manipulation

Les liquides silicones finissent par se dégrader dans la nature en substances simples, naturellement présentes dans l'environnement. Leur manipulation n'est pas dangereuse pour la santé.

Le contact direct avec les yeux peut provoquer une légère irritation. Il convient de porter des lunettes de protection pour éviter tout risque d'éclaboussure dans les yeux. En cas de contact oculaire, il convient de procéder à un rinçage avec de grandes quantités d'eau courante propre pour soulager l'irritation. Si celle-ci persiste, consulter un médecin.

Des informations détaillées concernant la manipulation sûre de ces liquides peuvent être obtenues chez les fabricants ou les fournisseurs.

4.2.2 Mise au rebut

Les réglementations locales doivent être respectées. Le recyclage par un entrepreneur qualifié constitue la méthode de mise au rebut à privilégier. Le liquide usé peut être incinéré. Il convient de nettoyer les déversements à l'aide de matières absorbantes. De faibles quantités de liquide libérées dans l'environnement ne présentent aucun danger particulier.

5 Exigences générales de livraison et identification

Le transport du liquide isolant silicone doit s'effectuer dans des conteneurs propres hermétiquement scellés dont le revêtement intérieur n'interagit pas avec le contenu.

Les informations suivantes doivent être affichées sur chaque conteneur:

- le numéro de la présente norme;
- la désignation du fournisseur;
- le numéro du lot;
- toutes précisions exigées par les autorités réglementaires locales.

Il convient de marquer les appareils électrotechniques remplis de liquide isolant silicone dans un but d'identification par rapport à l'isolant utilisé.

6 Stockage et maintenance

Il convient que le stockage soit effectué de préférence à l'intérieur, et il doit être réalisé dans des conteneurs scellés pour empêcher l'entrée d'humidité et de poussière. Si le liquide est accidentellement contaminé par de l'eau et/ou par des particules solides pendant le stockage, il peut généralement retrouver une qualité acceptable en appliquant les procédures décrites dans l'IEC 60944.

7 Échantillonnage

Le liquide doit être échantillonné conformément à l'IEC 60475, en suivant la procédure adaptée à la densité du liquide à échantillonner. L'alcool isopropylique est adapté pour le nettoyage du matériel d'échantillonnage.

8 Propriétés et méthodes d'essai

8.1 Couleur et aspect

8.1.1 Couleur

Cette propriété doit être mesurée selon l'ISO 2211.

8.1.2 Aspect

Cette propriété doit être évaluée en examinant la lumière transmise par un échantillon représentatif d'approximativement 100 mm d'épaisseur et à température ambiante.

8.2 Densité

Cette propriété doit être mesurée à 20 °C selon l'ISO 3675 mais une mesure conformément à l'ISO 12185 est également acceptée.

8.3 Viscosité cinématique

Cette propriété doit être mesurée à 40 °C selon l'ISO 3104.

8.4 Point d'éclair

Cette propriété doit être mesurée selon l'ISO 2719.

8.5 Point de feu

Cette propriété doit être mesurée selon l'ISO 2592.

8.6 Indice de réfraction

Cette propriété doit être mesurée selon l'ISO 5661.

8.7 Point d'écoulement

Cette propriété doit être mesurée selon l'ISO 3016.

8.8 Teneur en eau

Cette propriété doit être mesurée selon l'IEC 60814.

8.9 Acidité

Cette propriété doit être mesurée selon l'IEC 62021-3.

8.10 Tension de claquage

Cette propriété doit être mesurée selon l'IEC 60156, avec une attention particulière à l'IEC 60156:1995, 3.4.2.

8.11 Facteur de dissipation diélectrique, permittivité, résistivité en courant continu

Ces propriétés doivent être déterminées à 90 °C par les méthodes décrites dans l'IEC 60247. L'alcool isopropylique ou l'acétone sont adaptés pour le nettoyage de la cellule d'essai.

8.12 Gassing sous contrainte électrique et ionisation

Cette propriété doit être mesurée selon l'IEC 60628.

8.13 Inflammabilité

La mesure relative aux risques du feu des liquides isolants est désormais étudiée par le comité d'études 89 de l'IEC.

9 Spécifications individuelles

9.1 Généralités

Les spécifications données dans les Tableau 1 et Tableau 2 s'appliquent uniquement aux liquides silicones neufs destinés à l'utilisation dans les appareils électrotechniques, tels que reçus du fournisseur et avant tout traitement ou introduction dans l'équipement électrotechnique. Le liquide échantillonné selon l'Article 7 doit être soumis à essai conformément aux méthodes d'essai appropriées indiquées à l'Article 8. Les caractéristiques du liquide testé doivent satisfaire aux exigences données dans les Tableau 1 et Tableau 2.

9.2 Liquide silicone pour transformateurs

Ce liquide est du polydiméthylsiloxane sans additifs, principalement pour un usage dans les transformateurs. Selon l'IEC 61039, il est classé L-NTUK-8360300.

Lors de leur test conformément aux méthodes indiquées à l'Article 8, les propriétés du liquide silicone pour transformateurs doivent satisfaire aux exigences indiquées dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Spécification du liquide silicone pour transformateurs

Propriété	Méthode d'essai (article ou paragraphe)	Valeurs admissibles	Notes
Couleur	8.1.1	Max. 35	
Aspect	8.1.2	Transparent, exempt de matières en suspension et de sédiments	
Densité à 20 °C (kg/dm ³)	8.2	0,955 à 0,970	
Viscosité cinématique à 40 °C (mm ² /s)	8.3	40 ± 4	
Point d'éclair (°C)	8.4	Min. 240	
Point de feu (°C)	8.5	Min. 340	
Indice de réfraction à 20 °C	8.6	1,404 ± 0,002	
Point d'écoulement (°C)	8.7	Max. –50	
Teneur en eau (mg/kg)	8.8	Max. 50	voir NOTE
Acidité (mg KOH/g)	8.9	Max. 0,01	voir NOTE
Tension de claquage (kV)	8.10	Min. 40	voir NOTE
Facteur de dissipation diélectrique (FDD) à 90 °C et 50 Hz	8.11	Max. 0,001	voir NOTE
Permittivité à 90 °C	8.11	2,55 ± 0,05	voir NOTE
Résistivité en courant continu à 90 °C (GΩ × m)	8.11	Min. 100	voir NOTE
NOTE Pour le liquide non traité, tel que lors de sa livraison.			

9.3 Autres liquides silicones à usages électrotechniques

D'autres liquides silicones sont disponibles et peuvent être utilisés à des fins électrotechniques. Ces liquides sont des polydiméthylsiloxanes sans additifs et peuvent posséder une viscosité supérieure ou inférieure à celle des liquides selon 9.2.

Lors de leur test selon les méthodes indiquées à l'Article 8, les propriétés de ces liquides doivent satisfaire aux exigences minimales indiquées dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Exigences minimales relatives aux liquides silicones

Propriété	Méthode d'essai (article ou paragraphe)	Valeurs admissibles	Notes
Point de feu (°C) ^a	8.5	En fonction de la classification cible selon l'IEC 61039	
Point d'écoulement (°C)	8.7	< –50	
Teneur en eau (mg/kg)	8.8	Max. 50	voir NOTE
Acidité (mg KOH/g)	8.9	Max. 0,01	voir NOTE
Tension de claquage (kV)	8.10	Min. 40	voir NOTE
Facteur de dissipation diélectrique (FDD) à 90 °C et 50 Hz	8.11	Max. 0,001	voir NOTE
Résistivité en courant continu à 90 °C (GΩ × m)	8.11	Min. 100	voir NOTE
NOTE Pour le liquide non traité, tel que lors de sa livraison.			
^a La valeur minimum du point de feu doit être choisie en fonction de la classification cible selon l'IEC 61039. Si la classification "classe K" est exigée, le point de feu doit être supérieur à 300 °C; les fluides avec un point de feu inférieur ou égal à 300 °C doivent être classés "classe O"; les liquides silicones avec une viscosité inférieure présentent un point de feu inférieur; la sélection doit être réalisée conformément aux normes locales et aux exigences minimales pour l'application prévue du liquide; le point d'éclair minimum du liquide choisi doit être conforme à l'IEC 60296.			

Bibliographie

IEC 60076-14, *Transformateurs de puissance – Partie 14: Transformateurs de puissance immergés dans du liquide utilisant des matériaux isolants haute température*

IEC 60695-1-40, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 1-40: Guide pour l'évaluation des risques du feu des produits électrotechniques – Liquides isolants*

IEC TS 60695-8-3, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 8-3: Dégagement de chaleur – Dégagement de chaleur des liquides isolants utilisés dans les produits électrotechniques*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch