

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60836

Deuxième édition
Second edition
2005-05

**Spécification pour liquides isolants silicones
neufs pour usages électrotechniques**

**Specifications for unused silicone insulating
liquids for electrotechnical purposes**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60836:2005

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI** (www.iec.ch)
- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- **IEC Web Site** (www.iec.ch)
- **Catalogue of IEC publications**

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- **IEC Just Published**

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- **Customer Service Centre**

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60836

Deuxième édition
Second edition
2005-05

**Spécification pour liquides isolants silicones
neufs pour usages électrotechniques**

**Specifications for unused silicone insulating
liquids for electrotechnical purposes**

© IEC 2005 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, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

L

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives	8
3 Termes et définitions	10
4 Propriétés	10
4.1 Propriétés générales	10
4.2 Propriétés relatives à l'hygiène, à la sécurité et à l'environnement (HSE)	10
5 Conditions et identification générales de livraison	12
6 Stockage et maintenance	12
7 Echantillonnage	12
8 Propriétés et méthodes d'essai	12
8.1 Couleur et aspect	12
8.2 Densité	12
8.3 Viscosité cinématique	14
8.4 Point d'éclair	14
8.5 Point de feu	14
8.6 Indice de réfraction	14
8.7 Point d'écoulement	14
8.8 Teneur en eau	14
8.9 Valeur de neutralisation	14
8.10 Tension de claquage	16
8.11 Facteur de dissipation diélectrique, permittivité, résistivité en courant continu	16
8.12 Gazage sous contrainte électrique et ionisation	16
8.13 Inflammabilité	16
9 Spécifications individuelles	16
9.1 Liquide de transformateur de silicone de Type T1	16

CONTENTS

FOREWORD.....	5
1 Scope.....	9
2 Normative references	9
3 Terms and definitions	11
4 Properties.....	11
4.1 General properties	11
4.2 Properties relating to health, safety and environment (HSE).....	11
5 General delivery requirements and identification.	13
6 Storage and maintenance.....	13
7 Sampling	13
8 Properties and test methods	13
8.1 Colour and appearance	13
8.2 Density.....	13
8.3 Kinematic viscosity.....	15
8.4 Flash point	15
8.5 Fire point.....	15
8.6 Refractive index	15
8.7 Pour-point	15
8.8 Water content.....	15
8.9 Neutralization value.....	15
8.10 Breakdown voltage.....	17
8.11 Dielectric dissipation factor, permittivity, d.c. resistivity	17
8.12 Gassing under electrical stress and ionization	17
8.13 Flammability.....	17
9 Individual specifications.....	17
9.1 Silicone transformer liquid Type T1	17

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SPÉCIFICATION POUR LIQUIDES ISOLANTS SILICONES NEUFS POUR USAGES ÉLECTROTECHNIQUES

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 n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

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

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1988. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) le titre a été modifié;
- b) le domaine d'application a été adapté au changement de titre;
- c) les exigences relatives à l'hygiène, à la sécurité et à l'environnement ont été revues pour suivre la pratique environnementale appliquée pour d'autres liquides isolants. L'alcool d'isopropyle remplace maintenant les dissolvants chlorés pour le nettoyage des appareils d'essai;

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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.

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

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1988. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) the title has been modified;
- b) the scope has been adapted to meet the changes in the title;
- c) health, safety and environmental requirements have been revised in order to follow the environmental practice carried out for other insulating liquids. Isopropyl alcohol now replaces chlorinated solvents for cleaning test equipment;

- d) l'Article 8 remplace la Section 2 de la première édition. En conformité avec d'autres documents du TC10, l'ISO 2592 est maintenant la seule méthode indiquée pour mesurer le point du feu et la CEI 60814 pour la teneur en eau. La mesure de la tension de claquage est maintenant transférée dans la CEI 60156;
- e) le Tableau 1 remplace la Feuille 1 de la première édition. Deux changements techniques ont été effectués:
 - le point minimal du feu est augmenté de 330 °C à 340 °C (conformément à la ASTM D4652) et prouve également que les valeurs d'essai de production enregistrées sont d'une plus haute précision.
 - des valeurs de neutralisation ont été réduites de 0,02 à 0,01 mg KOH/g, conformément aux données d'essais de production.
- f) l'Annexe A a été supprimée.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
10/619/FDIS	10/625/RVD

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance 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.

- d) Clause 8 replaces Section 2 of the first edition. In line with other TC10 documents, ISO 2592 is now the only method specified for measuring fire point and IEC 60814 for water content. Breakdown voltage measurement has now been transferred to IEC 60156;
- e) Table 1 replaces Sheet 1 of the first edition. Two technical changes have been made:
- the minimum fire point is increased from 330 °C to 340 °C (in conformity with ASTM D4652) and recognizes also that the test values registered for production are even higher.
 - neutralization values have been reduced from 0,02 to 0,01 mg KOH/g, in line with production test data.
- f) Annex A has been deleted.

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

FDIS	Report on voting
10/619/FDIS	10/625/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 maintenance result 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.

SPÉCIFICATION 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 le liquide de silicone neuf prévu pour une utilisation dans les transformateurs et tout autre appareil électrotechnique.

Les caractéristiques spécifiées du liquide de silicone de Type 1 pour transformateur sont décrites dans le Tableau 1. D'autres caractéristiques seront ajoutées lorsque demandé.

NOTE L'entretien du liquide de silicone utilisé dans l'équipement électrotechnique est couvert dans une publication séparée, la CEI 60944.

2 Références normatives

Les documents référencés suivants sont indispensables pour l'application de ce document. Pour des références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition dudit document normatif (incluant les amendements) est à appliquer.

CEI 60156, *Isolants liquides – Détermination de la tension de claquage à fréquence industrielle – Méthode d'essai*

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

CEI 60475, *Méthode d'échantillonnage des diélectriques liquides*

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

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

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

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 (disponible en anglais seulement)*

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*

SPECIFICATIONS FOR UNUSED SILICONE INSULATING LIQUIDS FOR ELECTROTECHNICAL PURPOSES

1 Scope

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

The specified characteristics of silicone transformer liquid Type 1 are described in Table 1. Other specifications will be added when required.

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

2 Normative references

The following referenced documents are 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 60156, *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 60475, *Method of sampling liquid dielectrics*

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*

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 (available in English only)*

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*

3 Termes et définitions

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

3.1

liquides isolants de silicone

organopolysiloxanes liquides dont la structure moléculaire se compose principalement en chaînes linéaires de silicium alternatifs et d'atomes d'oxygène, avec des groupes d'hydrocarbure attachés aux atomes de silicium

3.2

liquide de silicone de Type T1 pour transformateur

liquide isolant composé de siloxane de polydiméthyl, sans additifs, principalement pour un usage dans les transformateurs

NOTE 1 Une fois testé selon les méthodes indiquées dans l'Article 8, il convient que le liquide de silicone de Type T1 pour transformateur soit conforme aux exigences indiquées dans le Tableau 1 de cette norme.

NOTE 2 Selon la CEI 61039, le silicone de Type T1 est classé comme L-60836-1 et selon la CEI 61100 comme Classe K3.

4 Propriétés

4.1 Propriétés générales

Le liquide de silicone pour transformateurs (Type T1) a les points d'éclair et de feu élevés et est donc difficile à enflammer. Si la combustion se produit, le taux de rejet de la chaleur est beaucoup plus faible que celui d'huiles d'hydrocarbure.

En plus de l'utilisation aux températures de travail semblables à celles des transformateurs contenant de l'huile minérale pour transformateur, le liquide isolant de silicone (Type T1) peut également être utilisé dans les appareils électrotechniques convenablement conçus pour fonctionner à des températures élevées.

La solubilité de l'eau est plus élevée dans les liquides de silicone que dans les huiles minérales. D'autres caractéristiques physiques, qui sont importantes pour la conception des appareils électrotechniques, par exemple le transfert thermique, peuvent également être différentes de celles des huiles minérales de transformateur et devront 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 de silicone se dégradent dans la nature, en corps simples de l'environnement naturel. Leur manipulation n'est pas dangereuse pour la santé.

Le contact direct avec les yeux peut provoquer une légère irritation. Il est recommandé de porter des verres de sécurité pour éviter des éclaboussures dans les yeux. En cas de contact oculaire, l'irrigation avec de grandes quantités d'eau courante propre doit normalement supprimer l'irritation. Si celle-ci persiste, consulter un médecin.

Des informations détaillées nécessaires pour une manipulation sûre de ces liquides peuvent être obtenues chez les fabricants ou les fournisseurs.

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 Type T1

polydimethyl siloxane, without additives, primarily for use in transformers

NOTE 1 When tested in accordance with the methods specified in Clause 8, silicone Type T1 transformer liquid should comply with the requirements given in Table 1 of this standard.

NOTE 2 According to IEC 61039, silicone Type T1 is classified as L-60836-1 and according to IEC 61100 as Class K3.

4 Properties

4.1 General properties

Silicone liquid for transformers (Type T1) 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 liquid (Type T1) 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 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 Mise au rebut

Les réglementations locales doivent être respectées. Le moyen préférentiel pour la mise au rebut est le recyclage par un entrepreneur qualifié. Le liquide résiduel peut être incinéré. Il est recommandé de nettoyer les épanchements en utilisant des substances absorbantes. De faibles quantités de liquide entrant dans l'environnement ne présentent aucun danger particulier.

5 Exigences générales de livraison et identification

Le transport du liquide isolant de silicone doit être effectué dans des conteneurs propres hermétiquement scellés dont le revêtement intérieur n'a aucune interaction avec le contenu.

Chaque conteneur doit afficher les informations suivantes:

- le numéro de la présente norme;
- la désignation du fournisseur;
- le numéro du lot;
- toutes précisions demandées par les autorités légales du lieu.

NOTE Il est recommandé de marquer les appareils électrotechniques remplis de liquide isolant de silicone conformément aux exigences de la norme applicable aux appareils électrotechnique en ce qui concerne le liquide isolant.

6 Stockage et maintenance

Il est recommandé que le stockage soit effectué de préférence à l'intérieur et il faut qu'il soit fait dans des conteneurs scellés pour empêcher l'entrée d'humidité et de poussière. Si pendant le stockage, le liquide est accidentellement souillé par de l'eau et/ou par des particules solides, il peut généralement être reconstitué dans une qualité acceptable par les procédures décrites dans la CEI 60944.

7 Echantillonnage

Le liquide doit être prélevé selon la CEI 60475, en utilisant la procédure compatible avec la densité du liquide à échantillonner. L'alcool d'isopropyle 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 un échantillon représentatif d'approximativement 100 mm d'épaisseur dans la lumière transmise et à température ambiante.

8.2 Densité

Cette propriété doit être mesurée à 20 °C selon l'ISO 3675.

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.

NOTE Electrotechnical equipment filled with silicone insulating liquid should be labelled in accordance with the requirements of the electrotechnical equipment standard in respect of the insulating liquid.

6 Storage and maintenance

Storage should preferably be indoors and must 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.

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 la CEI 60814.

8.9 Valeur de neutralisation

Cette propriété doit être mesurée en utilisant la procédure et les réactifs chimiques indiqués ci-après.

8.9.1 Réactifs

- Solution alcoolique d'hydroxyde (KOH) de potassium standard 0,1 mol/dm³.
- Toluène, exempt de soufre.
- Éthanol azéotropique (point d'ébullition 78,2 °C).
- Solution d'acide chlorhydrique standard (HCl) 0,1 mol/dm³.
- Solution d'indicateur bleu d'alcalin: 2 g du bleu 6 B alcalin sont dissous dans 100 cm³ d'éthanol azéotropique contenant 1 cm³ d'acide chlorhydrique 0,1 mol/dm³. Après 24 h, effectuer un essai d'indice d'acidité pour vérifier si l'indicateur a été suffisamment sensibilisé. L'indicateur est satisfaisant si la couleur change distinctement du bleu en un rouge comparable à celui des 10 % de solution de nitrate de cobalt [Co(NO₃)₂ × 6H₂O].

Au cas où la sensibilisation serait insuffisante, répéter l'addition de 0,1 mol/dm³ d'acide chlorhydrique et vérifier encore après 24 h. Continuer jusqu'à ce que la sensibilisation soit satisfaisante. Filtrer et entreposer dans une bouteille en verre brun dans l'obscurité.

8.9.2 Procédure

Dans un flacon conique à bouchon de 250 cm³, peser 20 g de l'échantillon à 0,05 g près.

Dans un deuxième flacon, pour un mélange de 60 cm³ de toluène et 40 cm³ d'éthanol, ajouter 2 cm³ de solution d'indicateur. Neutraliser la solution avec 0,1 mol/dm³ de solution de KOH jusqu'à ce qu'une couleur rouge comparable à celle d'une solution de 10 % de nitrate de cobalt [Co(NO₃)₂ × 6H₂O] soit obtenue et qui persiste pendant au moins 15 s.

Ajouter cette solution à l'échantillon, remuer et la doser immédiatement à une température ne dépassant pas 25 °C, avec la solution de KOH 0,1 mol/dm³ au-dessus de la limite.

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 Neutralization value

This property shall be measured using the following chemical reagents and procedure.

8.9.1 Reagents

- a) Standard alcoholic potassium hydroxide (KOH) solution 0,1 mol/dm³.
- b) Toluene, sulfur-free.
- c) Azeotropic ethanol (boiling-point 78,2 °C).
- d) Standard hydrochloric acid solution (HCl) 0,1 mol/dm³.
- e) Alkali blue indicator solution: 2 g of alkali blue 6 B are dissolved in 100 cm³ of azeotropic ethanol containing 1 cm³ hydrochloric acid 0,1 mol/dm³. After 24 h, carry out an acid value test to check whether the indicator has been sufficiently sensitized. The indicator is satisfactory if the colour changes distinctly from blue to a red comparable to that of a 10 % solution of cobalt nitrate [Co(NO₃)₂ × 6H₂O].

Should sensitization be insufficient, repeat the addition of 0,1 mol/dm³ hydrochloric acid and check again after 24 h. Continue until sensitization is satisfactory. Filter and store in a brown glass bottle in the dark.

8.9.2 Procedure

Weigh 20 g of the sample to the nearest 0,05 g into a 250 cm³ stoppered conical flask.

To a mixture of 60 cm³ of toluene and 40 cm³ of ethanol in a second flask add 2 cm³ of indicator solution. Neutralize the solution with 0,1 mol/dm³ KOH solution until a red colour comparable to that of a solution of 10 % cobalt nitrate [Co(NO₃)₂ × 6H₂O] is obtained and persists for at least 15 s.

Add this solution to the sample, swirl and immediately titrate at a temperature not above 25 °C with 0,1 mol/dm³ KOH solution to the above end-point.

La valeur de neutralisation est calculée à partir de l'expression:

$$\text{valeur de neutralisation} = 56,1 \times V \times N \times m^{-1}$$

où

V est le nombre de centimètres cubiques de 0,1 mol/dm³ de KOH utilisés dans le titrage;

N est la molarité de la solution de KOH;

m est la masse de l'échantillon en grammes.

8.10 Tension de claquage

Cette propriété doit être mesurée selon 3.4.2 de la CEI 60156, avec six mesures de claquages par remplissage de cellule.

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

Ces propriétés doivent être déterminées à 90 °C par les méthodes décrites dans la CEI 60247. L'alcool d'isopropyle ou d'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 la CEI 60628.

8.13 Inflammabilité

La mesure relative aux risques du feu des liquides isolants est maintenant étudiée par le TC 89 de la CEI.

9 Spécifications individuelles

La spécification s'applique seulement aux liquides de silicone inutilisés destinés à l'utilisation dans les appareils électrotechniques, tels que reçu du fournisseur et avant tout traitement ou introduction dans l'équipement électrotechnique. Le liquide prélevé selon l'Article 7 doit être testé selon les méthodes d'essai appropriées données dans l'Article 8. Les caractéristiques du liquide testé doivent être conformes aux exigences données dans le tableau de spécification.

9.1 Liquide de silicone de Type T1 pour transformateur

Ce liquide est du siloxane de polydiméthyl sans additifs, principalement pour un usage dans les transformateurs.

Lorsqu'elles sont essayées selon les méthodes indiquées dans l'Article 8, les propriétés du liquide de silicone de Type T1 pour les transformateurs doivent répondre aux exigences données dans le Tableau 1.

The neutralization value is calculated from the expression:

$$\text{neutralization value} = 56,1 \times V \times N \times m^{-1}$$

where

V is the number of cubic centimetres of 0,1 mol/dm³ KOH used in the titration;

N is the molarity of the KOH solution;

m is the mass of the sample in grams.

8.10 Breakdown voltage

This property shall be measured according to 3.4.2 of IEC 60156, with six breakdown measurements per cell filling.

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 TC89.

9 Individual specifications

The specification 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 the specification table.

9.1 Silicone transformer liquid Type T1

This liquid is polydimethyl siloxane without additives, primarily for use in transformers.

When tested in accordance with the methods specified in Clause 8, the properties of Silicone Type T1 transformer liquid shall meet the requirements given in the Table 1.

Tableau 1 – Liquide de silicone de type T1 pour transformateurs

Propriété	Méthode d'essai (article ou paragraphe)	Valeurs admissibles	Notes
Couleur	8.1.1	Max. 35	
Aspect	8.1.2	Propre, libre de matières en suspension et de sédiment	
Densité à 20 °C (kg/dm ³)	8.2	De 0,955 à 0,970	
Viscosité cinématique à 40 °C (mm ² /s)	8.3	40 ± 4	
Point 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	Moins 50 ou en dessous	
Teneur en eau (mg/kg)	8.8	Max. 50	1
Valeur de neutralisation (mg KOH/g)	8.9	Max. 0,01	1
Tension de claquage (kV)	8.10	Min. 40	1
Facteur de dissipation diélectrique (FDD) à 90 °C et 50 Hz	8.11	Max. 0,001	1,2
Permittivité à 90 °C	8.11	2,55 ± 0,05	1
Résistivité en courant continu à 90 °C (GΩ × m)	8.11	Min. 100	1
NOTE 1 Pour le liquide non traité, comme reçu.			
NOTE 2 Pour des fréquences f (Hz) dans la gamme de 40 Hz à 60 Hz, convertir les valeurs comme suit: FDD(50 Hz) = FDD f (Hz)/ 50.			

Table 1 – Silicone Type T1 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	Minus 50 or below	
Water content (mg/kg)	8.8	Max. 50	1
Neutralization value (mg KOH/g)	8.9	Max. 0,01	1
Breakdown voltage (kV)	8.10	Min. 40	1
Dielectric dissipation factor (DDF) at 90 °C and 50 Hz	8.11	Max. 0,001	1,2
Permittivity at 90 °C	8.11	2,55 ± 0,05	1
DC resistivity at 90 °C (GΩ × m)	8.11	Min. 100	1
NOTE 1 For untreated liquid, as received.			
NOTE 2 For frequencies f (Hz) in the range of 40 Hz to 60 Hz, convert values as follows: DDF(50 Hz) = DDF f (Hz)/ 50.			

Bibliographie

CEI 61039, *Classification générale des liquides isolants*

CEI 61100, *Classification des isolants liquides selon le point de feu et le pouvoir calorifique inférieur*



Bibliography

IEC 61039, *General classification of insulating liquids*

IEC 61100, *Classification of insulating liquids according to fire- point and net calorific value*



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100



Standards Survey

The IEC would like to offer you the best quality standards possible. To make sure that we continue to meet your needs, your feedback is essential. Would you please take a minute to answer the questions overleaf and fax them to us at +41 22 919 03 00 or mail them to the address below. Thank you!

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission

3, rue de Varembé
1211 Genève 20
Switzerland

or

Fax to: **IEC/CSC** at +41 22 919 03 00

Thank you for your contribution to the standards-making process.

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir



Non affrancare
No stamp required

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Customer Service Centre (CSC)
International Electrotechnical Commission
3, rue de Varembé
1211 GENEVA 20
Switzerland



Q1 Please report on **ONE STANDARD** and **ONE STANDARD ONLY**. Enter the exact number of the standard: (e.g. 60601-1-1)

.....

Q2 Please tell us in what capacity(ies) you bought the standard (tick all that apply). I am the/a:

- purchasing agent
- librarian
- researcher
- design engineer
- safety engineer
- testing engineer
- marketing specialist
- other.....

Q3 I work for/in/as a: (tick all that apply)

- manufacturing
- consultant
- government
- test/certification facility
- public utility
- education
- military
- other.....

Q4 This standard will be used for: (tick all that apply)

- general reference
- product research
- product design/development
- specifications
- tenders
- quality assessment
- certification
- technical documentation
- thesis
- manufacturing
- other.....

Q5 This standard meets my needs: (tick one)

- not at all
- nearly
- fairly well
- exactly

Q6 If you ticked NOT AT ALL in Question 5 the reason is: (tick all that apply)

- standard is out of date
- standard is incomplete
- standard is too academic
- standard is too superficial
- title is misleading
- I made the wrong choice
- other

Q7 Please assess the standard in the following categories, using the numbers:

- (1) unacceptable,
- (2) below average,
- (3) average,
- (4) above average,
- (5) exceptional,
- (6) not applicable

- timeliness.....
- quality of writing.....
- technical contents.....
- logic of arrangement of contents
- tables, charts, graphs, figures.....
- other

Q8 I read/use the: (tick one)

- French text only
- English text only
- both English and French texts

Q9 Please share any comment on any aspect of the IEC that you would like us to know:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....





Enquête sur les normes

La CEI ambitionne de vous offrir les meilleures normes possibles. Pour nous assurer que nous continuons à répondre à votre attente, nous avons besoin de quelques renseignements de votre part. Nous vous demandons simplement de consacrer un instant pour répondre au questionnaire ci-après et de nous le retourner par fax au +41 22 919 03 00 ou par courrier à l'adresse ci-dessous. Merci !

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembé

1211 Genève 20

Suisse

ou

Télécopie: **CEI/CSC** +41 22 919 03 00

Nous vous remercions de la contribution que vous voudrez bien apporter ainsi à la Normalisation Internationale.

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir



Non affrancare
No stamp required

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembé

1211 GENÈVE 20

Suisse



Q1 Veuillez ne mentionner qu'**UNE SEULE NORME** et indiquer son numéro exact:
(ex. 60601-1-1)
.....

Q2 En tant qu'acheteur de cette norme, quelle est votre fonction?
(cochez tout ce qui convient)
Je suis le/un:

- agent d'un service d'achat
- bibliothécaire
- chercheur
- ingénieur concepteur
- ingénieur sécurité
- ingénieur d'essais
- spécialiste en marketing
- autre(s).....

Q3 Je travaille:
(cochez tout ce qui convient)

- dans l'industrie
- comme consultant
- pour un gouvernement
- pour un organisme d'essais/
certification
- dans un service public
- dans l'enseignement
- comme militaire
- autre(s).....

Q4 Cette norme sera utilisée pour/comme
(cochez tout ce qui convient)

- ouvrage de référence
- une recherche de produit
- une étude/développement de produit
- des spécifications
- des soumissions
- une évaluation de la qualité
- une certification
- une documentation technique
- une thèse
- la fabrication
- autre(s).....

Q5 Cette norme répond-elle à vos besoins:
(une seule réponse)

- pas du tout
- à peu près
- assez bien
- parfaitement

Q6 Si vous avez répondu PAS DU TOUT à Q5, c'est pour la/les raison(s) suivantes:
(cochez tout ce qui convient)

- la norme a besoin d'être révisée
- la norme est incomplète
- la norme est trop théorique
- la norme est trop superficielle
- le titre est équivoque
- je n'ai pas fait le bon choix
- autre(s)

Q7 Veuillez évaluer chacun des critères ci-dessous en utilisant les chiffres
(1) inacceptable,
(2) au-dessous de la moyenne,
(3) moyen,
(4) au-dessus de la moyenne,
(5) exceptionnel,
(6) sans objet

- publication en temps opportun
- qualité de la rédaction.....
- contenu technique
- disposition logique du contenu
- tableaux, diagrammes, graphiques,
figures
- autre(s)

Q8 Je lis/utilise: (une seule réponse)

- uniquement le texte français
- uniquement le texte anglais
- les textes anglais et français

Q9 Veuillez nous faire part de vos observations éventuelles sur la CEI:

.....
.....
.....
.....
.....
.....



Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

ISBN 2-8318-7977-9



9 782831 879772

ICS 29.040.10

Typeset and printed by the IEC Central Office
GENEVA, SWITZERLAND