

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Fluids for electrotechnical applications – Recycled mineral insulating oils for transformers and switchgear

Fluides pour applications électrotechniques – Huiles minérales isolantes recyclées pour transformateurs et appareillages de connexion



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2014 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 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 55 000 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 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 55 000 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

Fluids for electrotechnical applications – Recycled mineral insulating oils for transformers and switchgear

Fluides pour applications électrotechniques – Huiles minérales isolantes recyclées pour transformateurs et appareillages de connexion

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

N

ICS 29.040

ISBN 978-2-8322-1121-2

**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
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	8
4 Properties of oil – Refining and stability.....	9
5 Classification, identification, general delivery requirements	9
5.1 Classification.....	9
5.2 Requirements	9
5.3 Miscibility	9
5.4 Identification and general delivery requirements	9
6 Properties, their significance and test methods.....	9
6.1 Water content.....	9
6.2 Acidity.....	10
6.3 Antioxidant additives	10
6.4 Gassing tendency.....	10
6.5 Polycyclic aromatics content (PCAs)	10
6.6 Polychlorinated biphenyl content (PCBs).....	10
6.7 2-Furfural (2-FAL) and related compounds content.....	11
6.8 Particle content	11
6.9 DBDS content.....	11
6.10 Stray gassing of oil.....	11
Bibliography.....	14
Table 1 – General specifications.....	12

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FLUIDS FOR ELECTROTECHNICAL APPLICATIONS – RECYCLED MINERAL INSULATING OILS FOR TRANSFORMERS AND SWITCHGEAR

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.

International Standard IEC 62701 has been prepared by IEC technical committee 10: Fluids for electro technical applications.

This International Standard is in line with IEC 60296 and IEC 60422.

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

FDIS	Report on voting
10/908/FDIS	10/910/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 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.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62701:2014

INTRODUCTION

Health and safety

This International Standard does not purport to address all the safety problems associated with its use. It is the responsibility of the user of the standard to establish appropriate health and safety practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.

The mineral insulating oils which are the subject of this standard should be handled with due regard to personal hygiene. Direct contact with the eyes may cause irritation. In the case of eye contact, irrigation with copious quantities of clean running water should be carried out and medical advice sought. Some of the tests specified in this standard involve the use of processes that could lead to a hazardous situation. Attention is drawn to the relevant standard for guidance.

Environment

This standard is applicable rise to mineral insulating oils, chemicals and used sample containers. The disposal of these items shall be carried out according to the local regulations with regard to the impact on the environment. Every precaution should be taken to prevent release of mineral insulating oil into the environment.

FLUIDS FOR ELECTROTECHNICAL APPLICATIONS – RECYCLED MINERAL INSULATING OILS FOR TRANSFORMERS AND SWITCHGEAR

1 Scope

This International Standard specifies requirements for recycled mineral insulating oils intended for use in transformers, switchgear, and similar electrical equipment in which oil is required for insulation and heat transfer.

These oils are produced by processes employed offsite.

Oils treated and reconditioned on-site are not within the scope of this standard.

Oils with and without additives are within the scope of this standard.

Such oils will have originally been supplied in compliance with a recognized unused mineral insulating oil specification.

This standard does not differentiate between the methods used to recycle mineral insulating oil.

This standard does not apply to mineral insulating oils used as impregnates in cables or capacitors.

For the purpose of this standard the following subclauses of IEC 60296:2012 apply:

- 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9;
- 4.1, 4.3, 4.4;
- 5.1, 5.5;
- 6.1, 6.2, 6.4, 6.5, 6.6, 6.8, 6.9, 6.10, 6.11.1, 6.11.3, 6.11.4, 6.12, 6.14, 6.15, 6.16;
- 7.1.

NOTE Some types of re-refined oils are equivalent to unused oils in terms of performance, in which case IEC 60296 is applicable. This should be stated by the manufacturer.

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, *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 60296:2012, *Fluids for electrotechnical applications – Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear*

IEC 60422, *Mineral insulating oils in electrical equipment – Supervision and maintenance guidance*

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

IEC 60666, *Detection and determination of specified additives in mineral insulating oils*

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

IEC 60970, *Insulating liquids – Method for counting and sizing particles*

IEC 61125:1992, *Unused hydrocarbon based insulating liquids – Test methods for evaluating the oxidation stability*
Amendment 1 (2004)

IEC 61198, *Mineral insulating oils – Methods for the determination of 2-furfural and related compounds*

IEC 61619, *Insulating liquids – Contamination by polychlorinated biphenyls (PCBs) – Method of determination by capillary column gas chromatography*

IEC 61620, *Insulating liquids – Determination of the dielectric dissipation factor by measurement of the conductance and capacitance – Test method*

IEC 61868, *Mineral insulating oils – Determination of kinematic viscosity at very low temperatures*

IEC 62021-1, *Insulating liquids – Determination of acidity – Part 1: Automatic potentiometric titration*

IEC 62021-2, *Insulating liquids – Determination of acidity – Part 2: Colorimetric titration*

IEC 62535, *Insulating liquids – Test method for detection of potentially corrosive sulphur in used and unused insulating oils*

IEC 62697-1, *Test methods for quantitative determination of corrosive sulfur compounds in unused and used insulating liquids – Part 1: Test method for quantitative determination of dibenzyl disulfide (DBDS)*

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

ISO 14596, *Petroleum products – Determination of sulfur content – Wavelength-dispersive X-ray fluorescence spectrometry*

ASTM D971, *Standard Test Method for Interfacial Tension of Oil Against Water by the Ring Method*

DIN 51353, *Testing of insulating oils; detection of corrosive sulfur; silver strip test*

EN 14210, *Surface active agents – Determination of interfacial tension of solutions of surface active agents by the stirrup or ring method*

IP 346, *Determination of polycyclic aromatics in unused lubricating base oils and asphaltene free petroleum fractions – Dimethylsulfoxide extraction refractive index method*

IP 373, *Petroleum products – Determination of sulphur content – Oxidative microcoulometry method*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60296, as well as the following apply.

3.1

recycled mineral insulating oil

general term to encompass mineral insulating oils previously used in electrical equipment that has been subjected to re-refining or reclaiming (regeneration) off-site

Note 1 to entry: The characteristics of recycled oil are heavily dependent on the crude from which it was refined, the original refining technique, the service history and the type of recycling process. Natural antioxidants originally present in the oil might have been depleted in service or removed by the recycling process.

Note 2 to entry: Recycled oil is not appropriate for use in some applications.

Note 3 to entry: Such recycled oils are often produced from mixtures of mineral insulating oils of different origins.

Note 4 to entry: A blend of unused and recycled oils in any proportion is regarded as being recycled oil.

Note 5 to entry: Due to local legislation, in some countries, it is advisable to categorize used electrical oil as waste oil and complete separation of handling of unused and used oils is required

3.2

Reclaimed (regenerated) mineral insulating oil

mineral insulating oil used in electrical equipment, which has been subjected to chemical and physical processing to eliminate soluble and insoluble contaminants

Note 1 to entry: Where these processes are performed on oil contained in equipment in service, so called “on-site reclamation”, such treated oils are beyond the scope of this standard.

3.3

reconditioned mineral insulating oil

mineral insulating oil used in electrical equipment, which has been subjected to a physical process to remove insoluble contaminants and free water and to reduce the levels of dissolved moisture and gases

3.4

re-refined mineral insulating oil

mineral insulating oil used in electrical equipment that has been removed from service and subjected to a process similar to that used for the production of unused mineral insulating oil from virgin feedstock, including distillation and hydrogenation, in order to reduce the level of unwanted compounds

Note 1 to entry: Such re-refined oils are often produced from mixtures of mineral insulating oils of different origins.

4 Properties of oil – Refining and stability

Properties of oil are influenced by quality and type of the original oil refining, used oil recycling and additives.

NOTE These properties can include appearance, interfacial tension, sulphur content, acidity, corrosive sulphur, 2-furfural and related compounds content and stray gassing.

5 Classification, identification, general delivery requirements

5.1 Classification

For the purposes of this standard, recycled mineral insulating oils are classified as in 5.1 of IEC 60296:2012.

5.2 Requirements

The general requirements of this standard are given in Table 1.

5.3 Miscibility

Recycled mineral insulating oils of the same class (see 5.1.1 of IEC 60296:2012), the same group (see 5.1.2 of IEC 60296:2012), the same LCSET (see 5.1.3 of IEC 60296:2012) and containing the same types of additives are considered to be miscible and compatible with each other (see also IEC 60422).

5.4 Identification and general delivery requirements

The following applies:

- a) Oil is normally delivered in bulk, rail tank cars, tank containers or packed in drums or IBC (intermediate bulk containers). These shall be clean and suitable for this purpose to avoid any contamination.
- b) Oil drums and IBC containers shall carry at least the following markings:
 - supplier's designation;
 - classification (see 5.1 of IEC 60296:2012);
 - oil quantity;
 - recycled oil compliant with IEC 62701.
- c) As agreed between the supplier and purchaser, each oil delivery shall be accompanied by a document specifying the supplier's designation, oil classification, compliance certificate and process of recycling.
- d) The supplier shall declare the generic type of all additives, and their concentrations in the cases of inhibitors and passivators.

NOTE This document is intended to be traceable to a specific batch of oil produced.

6 Properties, their significance and test methods

6.1 Water content

A low water content of mineral insulating oil is necessary to achieve adequate breakdown voltage and low dissipation losses. To avoid separation of free water, recycled mineral insulating oil shall have limited water content. Before filling the electrical equipment, the oil should be treated to meet the requirements of IEC 60422. Water content shall be measured in accordance with IEC 60814.

6.2 Acidity

Recycled mineral insulating oil should have been treated to remove acidity and oxidation by-products. Acidity shall be measured according to IEC 62021-1 or IEC 62021-2.

6.3 Antioxidant additives

Antioxidants (see 3.5 of IEC 60296:2012) slow down the oxidation of oil and therefore the formation of degradation products such as oil sludge and acidity. It is necessary to know the concentration of antioxidants for the correct classification of the oil. Additionally, the actual concentration is required to monitor ageing of the oil.

Additives that slow down the oxidation of mineral insulating oils include:

- inhibitors such as phenols and amines (see 3.5.1 of IEC 60296:2012). The most widely used inhibitors are di-tert-butyl-para-cresol (DBPC) and di-tert-butyl-phenol (DBP). Detection and measurement of DBPC and DBP shall be carried out in accordance with IEC 60666. IEC test methods are not available for other types of inhibitors;
- other antioxidant additives such as sulphur- and phosphor-containing compounds, e.g. organic polysulphides and dithiophosphates (see 3.5.2 of IEC 60296:2012). An antioxidant additive of this type is dibenzyl disulphide (DBDS) (see 6.10 of IEC 60296:2012), but it is not accepted in recycled oils as it is known to be corrosive to copper and will likely result in the oil failing the potentially corrosive sulphur test IEC 62535. The IEC 62697-1 test method was prepared only for DBDS (see 6.9 below) and not for the other antioxidant additives of this type;
- metal passivators (see 3.5.3 and 6.11.3 of IEC 60296:2012).

6.4 Gassing tendency

Gassing tendency of mineral insulating oil, i.e. the gas absorbing property of oil when subjected to corona partial discharges, is only necessary and important for special equipment like HV (high voltage) instrument transformers and bushings. It is a measure of the rate of absorption or evolution of gas into oil under prescribed laboratory conditions. Gas absorption properties could be related to oil aromatic content. Gassing tendency shall be measured using method A of IEC 60628.

NOTE Additives such as 1,2,3,4-tetrahydronaphthalene (tetralin), mono or dibenzyltoluene and others have been proposed to reduce the gassing tendency of some oils, but are not described in IEC 60666. Mono and dibenzyltoluene are described in IEC 60867 [1]¹.

6.5 Polycyclic aromatics content (PCAs)

Some PCAs are classified to be carcinogens and therefore need to be controlled to an acceptable level in mineral insulating oil. The total amount of PCAs can be measured by extraction with DMSO (dimethylsulfoxide) under the conditions of IP 346.

NOTE 1 Acceptable limits of total or individual PCAs are specified in national and local regulations.

NOTE 2 Values and limits as given in IP 346 are substantiated for virgin base oils only.

6.6 Polychlorinated biphenyl content (PCBs)

Recycled mineral insulating oil shall be free from PCBs. The reference test method shall be IEC 61619.

NOTE Acceptable limits of total or individual PCBs are specified in national and local regulations. Further European specifications are described in Directive CE/59/96 [2].

¹ References in square brackets refer to the Bibliography.

6.7 2-Furfural (2-FAL) and related compounds content

2-FAL and related compounds in recycled mineral insulating oils can result from improper redistillation after solvent extraction, from cellulose degradation within equipment that previously contained the oil or from contamination with used oil.

Recycled mineral insulating oils should have a low level of 2-FAL and related compounds; measurement shall be carried out according to IEC 61198.

NOTE 1 The “related compounds” are: 5-hydroxymethyl-2-furfural (5HMF), 2-furfurylalcohol (2FOL), 2-acetylfuran (2ACF) and 5-methyl-2-furfural (5MEF).

NOTE 2 Not all recycling processes will be able to eliminate all furanic compounds and some trace may remain.

6.8 Particle content

Particles in recycled mineral insulating oil might result from manufacturing, storage or handling of the oil, and can affect its breakdown voltage (see 6.4 of IEC 60296:2012). Measurement shall be carried out according to IEC 60970.

6.9 DBDS content

This compound may become corrosive at normal transformer operating temperatures and can produce copper sulphide. It therefore should not be present in recycled mineral insulating oils (see 6.3 of this standard). Measurement shall be carried out according to IEC 62697-1.

6.10 Stray gassing of oil

Some oils can produce gases such as hydrogen, light hydrocarbons and carbon oxides at low temperatures (<120 °C) without thermal stress or electrical faults in a transformer. This phenomenon could result in a high production of gases and a misinterpretation of dissolved gas analysis (DGA) results.

NOTE Methods to measure stray gassing are described in CIGRE Brochure 378 [3] and ASTM D7150 [4]. Inhibited grades typically produce less stray gassing than uninhibited ones.

Table 1 – General specifications

Property	Test method	Limits	
		Transformer oil	Low temperature switchgear oil
1 Function			
Viscosity at 40 °C	ISO 3104	Max. 12 mm ² /s	Max. 3,5 mm ² /s
Viscosity at –30 °C ^a	ISO 3104	Max. 1 800 mm ² /s	--
Viscosity at –40 °C ^b	IEC 61868	--	Max. 400 mm ² /s
Pour point	ISO 3016	Max. –40 °C	Max. –60 °C
Water content	IEC 60814	Max. 30 mg/kg ^c / 40 mg/kg ^d	
Breakdown voltage	IEC 60156	Min. 30 kV / 70 kV ^e	
Density at 20 °C	ISO 3675 or ISO 12185	Max. 0,895 g/ml	
Dielectric dissipation factor (DDF) at 90 °C	IEC 60247 or IEC 61620	Max. 0,005	
Particle content	IEC 60970	No general requirement	
2 Refining/stability			
Appearance	--	Clear, free from sediment and suspended matter	
Acidity	IEC 62021-1 or 62021-2	Max. 0,01 mg KOH/g	
Interfacial tension	EN 14210 or ASTM D971	No general requirement ^f	
Total sulphur content	IP 373 or ISO 14596	No general requirement	
Corrosive sulphur	DIN 51353	Not corrosive	
Potentially corrosive sulphur	IEC 62535	Not corrosive	
DBDS	IEC 62697-1	Not detectable (<5 mg/kg)	
Inhibitors of IEC 60666	IEC 60666	(U) uninhibited oil: not detectable (<0,01 %) (T) trace inhibited oil: < 0,08 % (I) inhibited oils: 0,08 % – 0,40 % (see 3.6 to 3.8 of IEC 60296:2012)	
Metal passivator additives of IEC 60666	IEC 60666	Not detectable (<5 mg/kg) or as agreed upon with the purchaser	
Other additives		See ^g	
2-Furfural and related compounds content	IEC 61198	Not detectable (<0,05 mg/kg) for each individual compound	
Stray gassing	See 6.10	No general requirement ^h	
3 Performance			
Oxidation stability	IEC 61125, Method C Test duration (U) Uninhibited oil: 164 h (T) Trace inhibited oil: 332 h (I) Inhibited oil: 500 h	For oils with other antioxidant additives and metal passivator additives, see 6.12 of IEC 60296:2012	
- Total acidity ⁱ	1.9.4 of IEC 61125:1992	Max. 1,2 mg KOH/g	
- Sludge ⁱ	1.9.1 of IEC 61125:1992	Max. 0,8 %	
- DDF at 90 °C ^{i, j}	IEC 60247 and Amendment 1:2004 of IEC 61125	Max. 0,500	
Gassing tendency	IEC 60628, Method A	No general requirement ^h	
4 Health, safety and environment (HSE)			
Flash point	ISO 2719	Min. 135 °C	Min. 100 °C
PCA content	IP 346	Max. 3 %	
PCB content	IEC 61619	Not detectable (<2 mg/kg)	

NOTE 1 Particle content in drums at delivery of oil is agreed between supplier and customer, based on a statistical reference at delivery.

NOTE 2 In Canada and USA, where requirements for oxidation resistance are lower for some applications, test durations can be reduced to: (T) trace inhibited oil: 164 h; (I) inhibited oil: 332 h. These requirements are of a permanent nature.

NOTE 3 Alternative values can be agreed upon between users and suppliers for maintenance purposes as follows:

Acidity: IEC 62021-1 or IEC 62021-2: <0,02 mg KOH/g;

PCB: IEC 61619: <5 mg/kg;

2-Furfural and related compounds content: IEC 61198: <0,1mg/kg for each individual compound.

- a This is the standard lowest cold start energizing temperature (LCSET) for a transformer oil (see 6.1 of IEC 60296:2012) and can be modified depending on the climatic condition of each country. Pour point should be minimum 10 K below LCSET.
- b Standard LCSET for low temperature switchgear oil.
- c For bulk supply.
- d For delivery in drums and IBC.
- e After laboratory treatment (see 6.4 of IEC 60296:2012).
- f Where it is used as a general requirement, a limit of minimum 40 mN/m is recommended.
- g The supplier shall declare the generic type of all additives, and their concentrations in the case of antioxidant additives.
- h To be agreed upon between supplier and purchaser.
- i At the end of oxidation stability tests.
- j A DDF of max. 0,020 after 2 h of oxidation (see IEC 61125, Method C) is recommended for application in EHV instrument transformers and bushings.

Bibliography

- [1] IEC 60867, *Insulating liquids – Specifications for unused liquids based on synthetic aromatic hydrocarbons*
- [2] Council Directive 96/59/EC, *Disposal of polychlorinated biphenyls and polychlorinated terphenyls (PCB/PCT)*, 16 September 1996
- [3] CIGRE Technical Brochure 378, *Copper sulphide in transformer insulation*, 2009
- [4] ASTM D7150, *Standard Test Method for the Determination of Gassing Characteristics of Insulating Liquids Under Thermal Stress at Low temperature*

Additional non cited references

CIGRE Technical Brochure 413, *Insulating oil reclamation and dechlorination*, 2010

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62701:2014

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62701:2014

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	17
INTRODUCTION	17
1 Domaine d'application	20
2 Références normatives	20
3 Termes et définitions	22
4 Propriétés de l'huile – Raffinage et stabilité	23
5 Classification, identification, exigences générales de livraison	23
5.1 Classification	23
5.2 Exigences	23
5.3 Miscibilité	23
5.4 Exigences générales et d'identification à la livraison	23
6 Propriétés, leur signification et méthodes d'essai	24
6.1 Teneur en eau	24
6.2 Acidité	24
6.3 Additifs antioxydants	24
6.4 Tendance au gassing	24
6.5 Teneur en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	25
6.6 Teneur en polychlorobiphényles (PCB)	25
6.7 Teneur en 2-Furfural (2-FAL) et ses dérivés	25
6.8 Teneur en particules	25
6.9 Teneur en DBDS	25
6.10 Stray gassing de l'huile	25
Bibliographie	28
Tableau 1 – Spécifications générales	26

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**FLUIDES POUR APPLICATIONS ÉLECTROTECHNIQUES –
HUILES MINÉRALES ISOLANTES RECYCLÉES POUR
TRANSFORMATEURS ET APPAREILLAGES DE CONNEXION**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62701 a été établie par le comité d'études 10 de la CEI: Fluides pour applications électrotechniques.

La présente Norme internationale est conforme à la CEI 60296 et à la CEI 60422.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
10/908/FDIS	10/910/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/CEI, 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 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.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62701:2014

INTRODUCTION

Santé et sécurité

La présente Norme internationale ne vise pas à répondre à tous les problèmes de sécurité liés à son utilisation. Il est de la responsabilité de l'utilisateur de cette norme de mettre en place les pratiques sanitaires et de sécurité adéquates, et de déterminer avant utilisation si des contraintes réglementaires s'appliquent.

Il convient que les huiles minérales isolantes dont traite cette norme soient manipulées en respectant l'hygiène personnelle. Le contact direct avec les yeux peut provoquer une irritation. En cas de contact oculaire, il est recommandé de laver abondamment à l'eau courante propre, et de demander un avis médical. Certains des essais spécifiés dans cette norme impliquent des opérations pouvant conduire à une situation dangereuse. Les lignes directrices des normes applicables seront prises en compte.

Environnement

La présente norme concerne les huiles minérales isolantes, les produits chimiques et les récipients d'échantillons usagés. Leur élimination doit se faire selon les réglementations locales en fonction de leur effet sur l'environnement. Il convient de prendre toutes les précautions utiles afin d'empêcher un rejet d'huile minérale isolante dans l'environnement.

FLUIDES POUR APPLICATIONS ÉLECTROTECHNIQUES – HUILES MINÉRALES ISOLANTES RECYCLÉES POUR TRANSFORMATEURS ET APPAREILLAGES DE CONNEXION

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale stipule les exigences relatives aux huiles minérales isolantes recyclées destinées à être utilisées dans les transformateurs, les appareillages de connexion et les matériels électriques analogues, dans lesquels l'huile est nécessaire comme fluide isolant et caloporteur.

Ces huiles sont produites selon des procédés mis en œuvre hors site.

Les huiles traitées in situ et reconditionnées ne sont pas couvertes par la présente norme.

Cette norme s'applique aux huiles avec ou sans additifs.

Ces huiles auront initialement été fournies en conformité avec une spécification d'huile minérale isolante neuve reconnue.

La présente norme n'établit aucune distinction entre les méthodes utilisées pour recycler les huiles minérales isolantes.

Cette norme ne concerne pas les huiles minérales isolantes utilisées comme imprégnants dans des câbles ou des condensateurs.

Pour les besoins de la présente norme, les paragraphes suivants de la CEI 60296 :2012 s'appliquent:

- 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9;
- 4.1, 4.3, 4.4;
- 5.1, 5.5;
- 6.1, 6.2, 6.4, 6.5, 6.6, 6.8, 6.9, 6.10, 6.11.1, 6.11.3, 6.11.4, 6.12, 6.14, 6.15, 6.16;
- 7.1.

NOTE Certaines huiles re-raffinées sont équivalentes aux huiles neuves en termes de performance. Dans ce cas, la CEI 60296 s'applique. Il convient que ceci soit déclaré par le fabricant.

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).

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 60296:2012, *Fluides pour applications électrotechniques – Huiles minérales isolantes neuves pour transformateurs et appareillages de connexion*

CEI 60422, *Huiles minérales isolantes dans les matériels électriques – Lignes directrices pour la maintenance et la surveillance*

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

CEI 60666, *Détection et dosage d'additifs spécifiques présents dans les huiles minérales isolantes*

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

CEI 60970, *Isolants liquides – Méthode de détermination du nombre et de la taille des particules*

CEI 61125:1992, *Isolants liquides neufs à base d'hydrocarbures – Méthodes d'essai pour évaluer la stabilité à l'oxydation*
Amendement 1 (2004)

CEI 61198, *Huiles minérales isolantes – Méthodes pour la détermination du 2-furfural et ses dérivés*

CEI 61619, *Isolants liquides – Contamination par les polychlorobiphényles (PCB) – Méthode de détermination par chromatographie en phase gazeuse sur colonne capillaire*

CEI 61620, *Isolants liquides – Détermination du facteur de dissipation diélectrique par la mesure de la conductance et de la capacité – Méthode d'essai*

CEI 61868, *Huiles minérales isolantes – Détermination de la viscosité cinématique à très basse température*

CEI 62021-1, *Liquides isolants – Détermination de l'acidité – Partie 1: Titrage potentiométrique automatique*

CEI 62021-2, *Liquides isolants – Détermination de l'acidité – Partie 2: Titrage colorimétrique*

CEI 62535, *Liquides isolants – Méthode d'essai pour la détection du soufre potentiellement corrosif dans les huiles usagées et neuves*

CEI 62697-1, *Méthodes d'essai pour la détermination quantitative des composés de soufre corrosif dans les liquides isolants usagés et neufs – Partie 1: Méthode d'essai pour la détermination quantitative du disulfure de dibenzyle (DBDS)*

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

ISO 14596, *Produits pétroliers – Détermination de la teneur en soufre – Spectrométrie de fluorescence X dispersive en longueur d'onde*

ASTM D971, *Standard Test Method for Interfacial Tension of Oil Against Water by the Ring Method*

DIN 51353, *Testing of insulating oils; detection of corrosive sulfur; Silver strip test*

EN 14210, *Surface active agents – Determination of interfacial tension of solutions of surface active agents by the stirrup or ring method*

IP 346, *Determination of polycyclic aromatics in unused lubricating base oils and asphaltene free petroleum fractions – Dimethylsulfoxide extraction refractive index method*

IP 373, *Petroleum Products – Determination of sulphur content – Oxidative microcoulometry method*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 60296, ainsi que les suivants, s'appliquent.

3.1

huile minérale isolante recyclée

terme général englobant les huiles minérales isolantes précédemment utilisées dans des matériels électriques, et ayant été soumises à un ré-raffinage, ou à une régénération hors site

Note 1 à l'article: Les caractéristiques d'une huile recyclée dépendent fortement du pétrole brut à partir duquel elle a été raffinée, de la technique de raffinage initial, des antécédents de services et du type de procédé de recyclage. Les antioxydants naturels présents à l'origine dans l'huile sont susceptibles d'avoir été épuisés en service ou éliminés par le processus de recyclage.

Note 2 à l'article: Les huiles recyclées ne conviennent pas à toutes les applications.

Note 3 à l'article: Ces huiles recyclées sont souvent produites à partir de mélanges d'huiles minérales isolantes de différentes origines.

Note 4 à l'article: Un mélange d'huiles neuve(s) et recyclée(s) est considéré, quelles qu'en soient les proportions, comme une huile recyclée.

Note 5 à l'article: Du fait de la législation locale, dans certains pays, il est recommandé de classer les huiles électriques usagées dans la catégorie des déchets, et une séparation complète de la manutention des huiles neuves et usagées est exigée.

3.2

huile minérale isolante régénérée

huile minérale isolante ayant été utilisée dans des matériels électriques, et ayant subi un traitement physique et chimique pour en éliminer les contaminants solubles et insolubles

Note 1 à l'article: Si ces traitements sont réalisés sur l'huile contenue dans les matériels en service, désignés par le terme "régénération sur site", l'huile ainsi régénérée n'entre pas dans le domaine d'application de cette norme.

3.3

huile minérale isolante retraitée (ou reconditionnée)

huile minérale isolante utilisée dans des matériels électriques et qui a été soumise à un procédé physique en vue d'éliminer les contaminants insolubles et l'eau libre et de réduire les niveaux d'humidité et de gaz dissous

3.4

huile minérale isolante re-raffinée

huile minérale isolante utilisée dans des matériels électriques, qui a été retirée du service puis soumise à un processus similaire à celui utilisé pour la production d'huiles minérales isolantes neuves à partir de matières premières vierges, comprenant distillation et hydrogénation, afin de réduire le niveau de composés indésirables

Note 1 à l'article: Ces huiles re-raffinées sont souvent produites à partir de mélanges d'huiles minérales isolantes de différentes origines.

4 Propriétés de l'huile – Raffinage et stabilité

Les propriétés des huiles recyclées dépendent du type et de la qualité du raffinage des huiles d'origine, de leur recyclage et de leurs additifs.

NOTE Ces propriétés peuvent inclure l'aspect, la tension interfaciale, la teneur en soufre, l'acidité, le soufre corrosif, la teneur en 2-furfural et ses dérivés, et le stray gassing.

5 Classification, identification, exigences générales de livraison

5.1 Classification

Pour les besoins de la présente norme, les huiles minérales isolantes recyclées sont classifiées selon la CEI 60296:2012, 5.1.

5.2 Exigences

Les exigences générales de la présente norme sont indiquées dans le Tableau 1.

5.3 Miscibilité

Les huiles minérales isolantes recyclées de même classe (voir la CEI 60296:2012, 5.1.1), de même groupe (voir la CEI 60296:2012, 5.1.2), de même TMDP (voir la CEI 60296:2012, 5.1.3) et contenant les mêmes types d'additifs, sont considérées comme mutuellement miscibles et compatibles (voir aussi la CEI 60422).

5.4 Exigences générales et d'identification à la livraison

Ce qui suit s'applique:

- a) Les huiles sont normalement livrées en conteneurs ferroviaires ou routiers (citernes), ou conditionnées en fûts ou en GRV (grand récipient pour vrac). Ceux-ci doivent être propres et adaptés à cet usage pour éviter toute contamination.
- b) Les fûts et les GRV doivent au moins porter les marquages suivants:
 - désignation du fournisseur;
 - classification (voir la CEI 60296:2012, 5.1);
 - quantité d'huile ;
 - huile recyclée conforme à la CEI 62701.
- c) Selon l'accord existant entre le fournisseur et l'acheteur, chaque livraison d'huile doit être accompagnée d'un document détaillant la désignation du fournisseur, la classification, le certificat de conformité de l'huile et le processus de recyclage.
- d) Le fournisseur doit déclarer le type générique de tous les additifs et leurs concentrations dans les cas des inhibiteurs et des passivants.

NOTE Ce document vise à rendre traçable chaque lot d'huile produite.