

TECHNICAL SPECIFICATION

SPECIFICATION TECHNIQUE



Electrical insulation systems (EIS) – Thermal evaluation of combined liquid and solid components –

Part 3: Hermetic motor-compressors

Systèmes d'isolation électrique (SIE) – Évaluation thermique de composants liquides et solides combinés –

Partie 3: Motocompresseurs hermétiques



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2016 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 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

65 000 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 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

65 000 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.

TECHNICAL SPECIFICATION

SPECIFICATION TECHNIQUE



Electrical insulation systems (EIS) – Thermal evaluation of combined liquid and solid components –

Part 3: Hermetic motor-compressors

Systèmes d'isolation électrique (SIE) – Évaluation thermique de composants liquides et solides combinés –

Partie 3: Motocompresseurs hermétiques

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.080.30

ISBN 978-2-8322-3527-0

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.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references.....	7
3 Terms and definitions	8
4 Electrical insulation material (EIM) evaluation	9
4.1 General description	9
4.2 Test equipment	9
4.2.1 Autoclave.....	9
4.2.2 Ageing oven.....	10
4.3 Specimen.....	10
4.3.1 General	10
4.3.2 Determination of component shape, volume or weight of EIM	10
4.3.3 Reference test subject	12
4.4 Test procedures	12
4.4.1 General test procedure.....	12
4.4.2 Preparation of the autoclave.....	12
4.4.3 Ageing	13
4.4.4 Opening procedure	13
4.5 Diagnostic test	13
4.5.1 General	13
4.5.2 Solid insulation materials	13
4.5.3 Liquid insulation material (refrigerant oil)	14
4.6 Analysis of data	15
4.6.1 End-point criteria	15
4.6.2 End-of-life of the oil and solid component	15
4.6.3 Extrapolation of data	15
5 Electrical insulation system (EIS) evaluation	15
5.1 General description	15
5.2 Test equipment	15
5.2.1 Autoclave.....	15
5.2.2 Ageing oven.....	16
5.2.3 Specimen mounting tool	16
5.3 Specimen.....	16
5.4 Test procedure.....	16
5.4.1 Initial screening test.....	16
5.4.2 Preparation of the autoclave.....	17
5.4.3 Thermal endurance test.....	17
5.5 End of life criterion	17
5.6 Analysis of data	17
6 Report.....	17
Annex A (informative) End-point and criteria examples of thermal life	19
Annex B (informative) Suggested test procedures.....	20
B.1 Test procedures for effect to the electric resistance of oil and refrigerant.....	20
B.1.1 General	20
B.1.2 Autoclave.....	20

B.1.3	Test subject	20
B.1.4	Test process	20
B.2	Blister test of winding wire	20
B.2.1	Overview	20
B.2.2	General	20
B.2.3	Autoclave	20
B.2.4	Test subject	21
B.2.5	Test process	21
B.2.6	Test result	21
B.3	Refrigerant extract test for solid insulating materials	21
B.3.1	General	21
B.3.2	Autoclave	21
B.3.3	Test subject	21
B.3.4	Test process	22
B.3.5	Test result	22
B.4	Metal surface contamination test	22
B.4.1	General	22
B.4.2	Test procedure	22
	Bibliography	23
	Figure 1 – Autoclave example for ageing test of EIM	9
	Figure 2 – Examples of the autoclave for EIS ageing	16
	Figure 3 – Mounting tool	16
	Figure 4 – Example of GPM mounting	16
	Table 1 – Hermetic motor-compressor EIM and diagnostic test items	10
	Table 2 – Diagnostic test and its method for solid insulation	14
	Table 3 – Diagnostic test and its method for liquid insulation	14
	Table A.1 – End-point and criteria example of thermal life	19

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRICAL INSULATION SYSTEMS (EIS) –
THERMAL EVALUATION OF COMBINED LIQUID
AND SOLID COMPONENTS –****Part 3: Hermetic motor-compressors****FOREWORD**

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. In exceptional circumstances, a technical committee may propose the publication of a Technical Specification when

- the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts, or
- the subject is still under technical development or where, for any other reason, there is the future but no immediate possibility of an agreement on an International Standard.

Technical Specifications are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards.

IEC TS 62332-3, which is a Technical Specification, has been prepared by IEC technical committee 112: Evaluation and qualification of electrical insulating materials and systems.

The text of this Technical Specification is based on the following documents:

Enquiry draft	Report on voting
112/353/DTS	112/362/RVC

Full information on the voting for the approval of this Technical Specification 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.

A list of all parts in the IEC 62332 series, published under the general title *Electrical insulation systems (EIS) – Thermal evaluation of combined liquid and solid components*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- transformed into an International Standard,
- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

This part of IEC 62332, which is a Technical Specification, describes a method for the thermal evaluation of electrical insulation systems (EIS) for electrotechnical products with combined liquid and solid components. IEC TS 62332-1 covers general test requirements. IEC TS 62332-2 covers a simplified test method which can be used as a screening test prior to conducting IEC TS 62332-1 testing or can be used as a quality control test to evaluate minor product changes. This part of IEC 62332 covers the evaluation and qualification of electrical insulation materials (EIM) and EIS which are applied to motor-compressors for the refrigerator or air conditioner. This document contains the evaluation items which are important to maintain the equipment performances in the refrigerator oil and refrigerant at high temperature and high pressure.

This document has been prepared in conjunction with IEC 60335-2-34.

IEC TS 62332-3 is applicable to EIM and EIS evaluation for hermetic motor-compressors which are applied to the refrigerator and the air conditioner. The main procedures consist in the evaluation of EIM and EIS endurance for refrigerator and oil at high temperature and high pressure. It describes how to evaluate the mechanical, thermal and chemical degradation of the performances of EIM which have deep relation to keep the sound condition of the equipment.

This simplified Technical Specification provides a test method for sealed tube testing. The sealed tube should contain all the primary EIM elements in relative component ratios which compare with the actual electrotechnical device.

ELECTRICAL INSULATION SYSTEMS (EIS) – THERMAL EVALUATION OF COMBINED LIQUID AND SOLID COMPONENTS –

Part 3: Hermetic motor-compressors

1 Scope

This part of IEC 62332, which is a Technical Specification, is applicable to EIM and EIS containing solid and liquid components where the refrigerant, oil and thermal stresses are the dominant ageing factor, without restriction to voltage class.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements 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 60216-1, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 1: Ageing procedures and evaluation of test results*

IEC 60216-3, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 3: Instructions for calculating thermal endurance characteristics*

IEC 60216-4-1:2006, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 4-1: Ageing ovens – Single-chamber ovens*

IEC 60216-5, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 5: Determination of relative thermal endurance index (RTE) of an insulating material*

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

IEC 60250, *Recommended methods for the determination of the permittivity and dielectric dissipation factor of electrical insulating materials at power, audio and radio frequencies including metre wavelengths*

IEC 60317-0-1, *Specifications for particular types of winding wires – Part 0-1: General requirements – Enamelled round copper wire*

IEC 60505, *Evaluation and qualification of electrical insulation systems*

IEC 60674-2, *Specification for plastic films for electrical purposes. Part 2: Methods of test*

IEC 60684-2, *Flexible insulating sleeving – Part 2: Methods of test*

IEC 60851-5, *Winding wires – Test methods – Part 5: Electrical properties*

IEC 61857-1:2008, *Electrical insulation systems– Procedures for thermal evaluation – Part 1: General requirements – Low voltage*

IEC 61857-21:2009, *Electrical insulation systems – Procedures for thermal evaluation – Part 21: Specific requirements for general-purpose models – Wire-wound applications*

IEC 62021 (all parts), *Insulating liquids – Determination of acidity*

ISO 178, *Plastics – Determination of flexural properties*

ASTM D4603, *Standard Test Method for Determining Inherent Viscosity of Poly(Ethylene Terephthalate) (PET) by Glass Capillary Viscometer*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60505, as well as the following apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1

acidity

quantity of base, expressed in milligrams of potassium hydroxide per gram of sample, required to titrate potentiometrically or colourimetrically a test portion in a specified solvent to the end point

[SOURCE: IEC 62021-3: 2014, 3.1]

3.2

breakdown voltage

voltage at which a specimen suffers destructive discharges under the prescribed test conditions

Note 1 to entry: It is used in tests with continuously rising voltage.

3.3

extract

substance or resource obtained from a given element by a special method

3.4

thermal ageing factor

thermal stress that causes irreversible changes in the EIS

3.5

interfacial tension

adhesive forces between the liquid phase of one substance and either a solid, liquid or gas phase of another substance

3.6

autoclave

sealed tube

sealed container partially filled with the liquid EIM and which includes the solid EIM in relative component ratios which compare with the actual electrotechnical device

3.7

blister

small foam which is produced in the inner enamel layer of a winding wire

4 Electrical insulation material (EIM) evaluation

4.1 General description

This test procedure is useful for evaluating the chemical compatibility of insulation material (EIM) with the liquid (oil) and refrigerant at high temperature and high pressure.

The reference and candidate EIM shall be exposed to test periods at selected elevated temperatures and pressures. These test periods consist of a specific time exposure at the selected temperature and pressure followed by diagnostic tests.

A specific material is sealed in a stainless steel autoclave, subjected to a specified thermal ageing cycle and then subjected to each test. Candidate autoclave test results are then compared to the reference autoclave test results for qualification of the acceptability of the candidate EIM.

The test system consists of the following elements:

- autoclaves;
- ageing ovens;
- test objects.

4.2 Test equipment

4.2.1 Autoclave

Each autoclave is a container constructed of stainless steel. The size or the volume shall be determined by the size or the volume of the test objects, oil and refrigerant, excluding the electric resistance test and extract test. In general, 300 cm³ to 500 cm³ volume of autoclave is convenient and enough for each EIM test.

Either one or both ends of the cell shall be fitted with removable, sealable bolt-on covers.

The autoclave parts shall be provided for the pressure gage, pressure relief system, needle valve and gas sealing packing.

For specific details, see Figure 1.



Figure 1 – Autoclave example for ageing test of EIM

4.2.2 Ageing oven

An air circulating oven or oil bath can be used.

In case of an air circulating oven, the ovens used shall meet the requirements of IEC 60216-4-1:2006, 5.2 to 5.4 (temperature difference, fluctuation on variation).

In case of an oil bath, the oil level shall be maintained at a level high enough to provide appropriate heat transfer during the test. The oil shall have enough thermal endurance for the ageing test in this case.

4.3 Specimen

4.3.1 General

The following EIMs and components are applied as test subjects and evaluated by each diagnostic test as shown in Table 1.

Table 1 – Hermetic motor-compressor EIM and diagnostic test items

	Winding wire	Varnish	Film	Molding part	Tube	Tie cord	Oil	Refrigerant	Process oil ^a
Breakdown voltage	○	○	○		○				
Dielectric constant (ε)			○						
Electric resistivity							○	○	
Effect to electric resistivity of oil						○			
Effect to electric resistivity of refrigerant						○			
Tensile strength			○			○			
Flexural strength				○					
Elongation			○						
Blister	○								
Molecular weight change			○						
Extract	○	○	○	○	○	○			
Acidity							○		
Metal Surface contamination									○
Key:									
○ = EIM that is applied to the qualification test.									
^a For example: winding wire winding lubricant, iron punching oil, die casting oil.									

4.3.2 Determination of component shape, volume or weight of EIM

Excluding the resistance test and the extract test, the specimen shall be prepared as follows:

a) Winding wire:

- breakdown voltage: specimen shall be prepared in accordance with IEC 60851-5,
 - relative permittivity (ϵ_r) and dielectric loss ($\tan\delta$): in accordance with IEC 60250,
 - blister test: 100 mm in length,
 - extract test: see 4.4.2.
- b) Varnish:
- breakdown voltage: if included in the EIS, the impregnating varnish shall be applied to the winding wire samples as twisted pair and cured in accordance with the manufacturer's specifications,
 - extract test: see 4.4.2.
- c) Film:
- breakdown voltage: size 250 mm × 250 mm,
 - relative permittivity (ϵ_r): size 100 mm × 100 mm,
 - tensile strength and elongation: width = 10 mm to 25 mm, length = 100 mm,
 - molecular weight; about 1,0 g,
 - extract test: see Clause B.3
- d) Molding part:
- bending strength: apply the practical part which is used in the compressor,
 - extract test: see Clause B.3.
- e) Tube:
- breakdown voltage: enough length that it does not cause flashover when the surface test pole length is 100 mm,
 - extract test: see Article B.3.
- f) Tie cord:
- tensile strength and elongation: enough length to chuck when the elongation measurement is 25 mm long,
 - effect on the electric resistance of oil: the same ratio of the weight to the oil in the compressor is applied,
 - effect on the electric resistance of refrigerant: the same ratio of the weight to the refrigerant in the compressor is applied,
 - extract test: see Clause B.3.
- g) Metallic part:
- surface contamination test: capillary tube longer than 100 mm ,
 - see Clause B.4.
- h) Oil:
- half the volume of the autoclave container shall be supplied for each ageing test,
 - after the ageing, the test subject shall be removed from the autoclave and the oil shall be supplied to each diagnostic test.
- i) Refrigerant:
- the refrigerant weight which is supplied to the autoclave shall be decided by the ageing pressure at the ageing temperature. The relation between the temperature and the pressure depends on the quality of each refrigerant.

NOTE The amount of the refrigerant ratio to the oil is different according to the ageing test temperatures for keeping the settled autoclave inner pressure.

4.3.3 Reference test subject

The reference test subject shall be composed of EIMs that have an established performance in combination with the same compressor component, oil and refrigerant.

4.4 Test procedures

4.4.1 General test procedure

The general test procedure shall be applied to the evaluation tests, excluding the electrical resistance of refrigerant test and extract test.

A three-temperature ageing test shall be completed to establish the thermal rating of the new EIM. A reference EIM shall be used to validate the testing of the candidate EIM.

A simplified single-point ageing can also be conducted for the purpose of quality control, minor product changes or for screening prior to a full three-point evaluation. The setup would be similar to that described for the three-point ageing.

While a complete thermal index may not be determined based on such a single-point test, this test could be used to understand the expected capability of a proposed candidate EIS without the time and effort of completing a full evaluation.

4.4.2 Preparation of the autoclave

The preparation of the autoclave assembly is as follows.

- a) Cleaning of the autoclave: it shall be filled with an effective solvent, such as acetone, for 24 h or longer, scrubbed well with a detergent brush, rinsed thoroughly with tap water and then with distilled water, and finally dried.
- b) Drying of the autoclave: the taps, nuts, and bolts shall be conditioned for at least 1 h in an oven maintained at $105\text{ °C} \pm 2\text{ K}$, and shall then be removed from the oven and the samples immediately inserted.
- c) Setting of the specimen: the twisted pairs of wire shall be prepared in accordance with IEC 60851-5 before insertion in the autoclave. The other materials shall then be positioned inside the autoclave, avoiding contact with each other, if possible, so that there is no sticking during the ageing period.
- d) The twisted pair shall be set up in the autoclave so that half of the twisted part is immersed into the oil. In case there are other EIMs, it is better to separate into two groups. One of the group (about half the amount of the specimen) shall be kept in oil, and the effect of oil checked.
- e) Drying of the specimen: after the EIMs are set in the autoclave, the tube, gaskets, taps, nuts and bolts shall be dried for at least 1 h in an oven maintained at $105\text{ °C} \pm 2\text{ K}$. Certain materials may require additional conditioning to remove all moisture, if agreed upon by interested parties. Higher temperatures and times may be used to condition these materials prior to insertion in the autoclave.
- f) Supplying of the oil: the oil is supplied into the autoclave. Oil volume is at about half the volume of the autoclave's inner volume. In this case, the water content of the oil shall be controlled.
- g) Assembly of the autoclave: immediately after the supplying of the oil, the autoclave shall be closed, to prevent the oil from absorbing water.
- h) Supplying of the refrigerant: in the autoclave a vacuum of 1 000 Pa to 2 000 Pa is generated and the pre-fixed amount of refrigerant is supplied.
- i) Pressure control: the autoclave is inserted into the oven or the oil bath and the temperature is maintained at a settled temperature. After the autoclave temperature has settled, the autoclave pressure is set to the settled pressure by controlling the refrigerant

amount using the needle valve of the autoclave. Inspection of the autoclave sealing could be done by checking the pressure gauge.

4.4.3 Ageing

The autoclave shall be placed in the pre-heated thermal conditioning oven. The thermal conditioning oven shall not be opened during the conditioning cycle as this can affect the thermal ageing of the EIS under evaluation.

The ageing temperature and time shall be in accordance with IEC 60216-1.

The ageing temperature shall be selected at the temperature where the refrigerant oil or refrigerant is stable.

4.4.4 Opening procedure

After thermal conditioning of the autoclave, the oven shall be turned off and allowed to cool to room temperature before the autoclave is removed.

The autoclave shall be kept sealed, prior to evaluation, which is not to be delayed for more than three days. The autoclave shall then be opened and the EIMs components carefully removed and separated so as to reduce mechanical damage.

4.5 Diagnostic test

4.5.1 General

Samples of both the solid insulation and the liquid insulation shall be tested prior to start-up. After the ageing, each property of the solid insulation and the liquid shall be measured. Changes between the initial and final states shall be used to determine the amount of degradation occurring during the testing cycle. The results of the initial moisture content measurements shall be used to determine whether or not the materials are adequately dried prior to start-up.

4.5.2 Solid insulation materials

At start-up, the solid insulation samples shall be tested using one or more diagnostic tests to be chosen by the equipment technical committee to determine the end of life. Additional tests may be used for monitoring purposes. Evaluation tests and their method are shown in Table 2.

Table 2 – Diagnostic test and its method for solid insulation

	Evaluation test	Test EIM	Test method
Electric property	Breakdown voltage	Winding wire	IEC 60317-0-1
		Varnish	IEC 60317-0-1
		Film	IEC 60674-2
		Tube	IEC 60684-2
	Relative permittivity (ϵ_r)	Film	IEC 60250
	Effect on oil electric resistivity Effect on refrigerant electric resistivity	Tie cord	Clause B.1
Mechanical property	Tensile strength	Film	IEC 60674-2
		Tie cord	IEC 60684-2
	Elongation	Film	IEC 60674-2
	Flexural strength	Molding part	ISO 178 ^a
	Blister	Winding wire	Clause B.2
Chemical property	Extract	Winding wire	Clause B.3
		Varnish	
		Film	
		Molding part	
		Tie cord	
	Molecular weight	Film	ASTM D4603
	Metal surface contamination	EIMs and process oil	Clause B.4
NOTE For solid insulation which includes enamel coated wires, most of the above test methods are not appropriate. In such cases, the key characteristic to monitor for the enamel coated wires is the dielectric strength retention. There has only been limited experience using such coated wires with this test method. ^a The support span shall be decided by the examiner.			

4.5.3 Liquid insulation material (refrigerant oil)

At start-up, the liquid insulation pre-conditioned according to 4.4.2 shall be tested using one or more diagnostic tests to be chosen by the equipment technical committee to determine the end of life. Additional tests may be used for monitoring purposes. Examples of typical diagnostic test for liquids are as follows (see Table 3):

Table 3 – Diagnostic test and its method for liquid insulation

Evaluation test	Test EIM	Test method
Electric resistivity	Oil	IEC 60247
	Refrigerant	IEC 60247
Acidity	Oil	IEC 62021 (all parts)

4.6 Analysis of data

4.6.1 End-point criteria

The criteria by which a test object is considered to have failed shall be fully defined prior to the start of the test. An adequate test shall be included in the test period to detect when a failure occurs, denoting the end of life for each test object. The use of more than one end-point criterion will tend to make interpretation of the test results more difficult. It is recommended that only one end-point criterion be used for each component in the test object (solid/liquid). The equipment technical committee for the EIS being modelled shall define the specific end-point criterion.

4.6.2 End-of-life of the oil and solid component

The preferred end-point criterion for the solid or oil insulation shall be the degradation of the original value of the selected mechanical, electrical and chemical properties.

Other choices for the end-point criterion are described in IEC 60216-2:2005, Table 1. The end of life value for the candidate EIS (such as 50 % tensile strength retention) shall be determined based on the test of the same component in the reference EIS.

The end point and criteria examples of thermal life are shown in Table A.1.

The total number of hours to end of life shall be recorded for the solid component in the test object at each ageing temperature. The life (in hours) at each ageing temperature shall be calculated according to IEC 60216-3.

4.6.3 Extrapolation of data

Linear regression analysis on the solid component data shall be carried out in accordance with IEC 60216-5.

5 Electrical insulation system (EIS) evaluation

5.1 General description

EIS evaluation uses the same method in accordance with IEC 61857-1 and IEC 61857-21 except the ageing environment which is applied to the refrigerant and refrigerant oil in the autoclave.

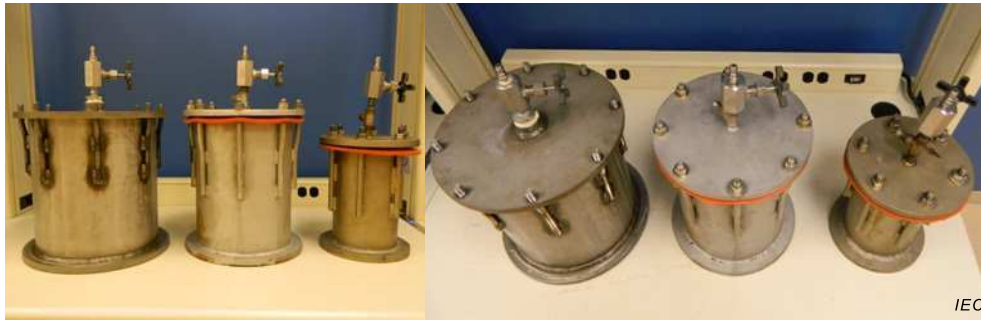
5.2 Test equipment

5.2.1 Autoclave

Each autoclave is a container constructed of stainless steel. The size or the volume shall be determined by the size or the volume of the test objects. Either one or both ends of the cell shall be fitted with removable, sealable bolt-on covers.

The autoclave parts shall be provided for pressure gauge, pressure relief system, needle valve and gas sealing packing.

Two examples of the autoclave for EIS ageing are shown in Figure 2.



Source: ELTEK International Laboratories

Figure 2 – Examples of the autoclave for EIS ageing

5.2.2 Ageing oven

The air circulating oven shall be used and meet the requirements of IEC 60216-4-1:2006, 5.2 through 5.4 (temperature difference, fluctuation on variation).

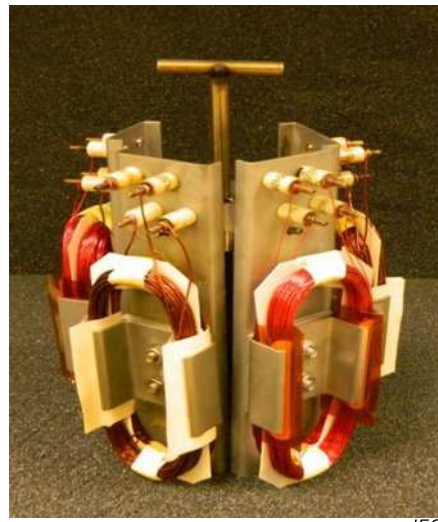
5.2.3 Specimen mounting tool

The GPM (general purpose model) specimen is mounted in the autoclave by using an adequate tool for keeping the oil immersion length and avoiding contact with each other. Examples of mounting tool for EIS and of GPM mounting are shown in Figure 3, and Figure 4



Source: ELTEK International Laboratories.

Figure 3 – Mounting tool



Source: ELTEK International Laboratories.

Figure 4 – Example of GPM mounting

5.3 Specimen

For the evaluation of EIS, the GPM shall be applied in accordance with IEC 61857-21.

The minimum number of test objects in a group for each ageing temperature shall be 5.

5.4 Test procedure

5.4.1 Initial screening test

Prior to the ageing test, all test objects shall be subjected to the initial screening test in accordance with IEC 61857-21:2009, 6.2.2.

5.4.2 Preparation of the autoclave

The preparation of the autoclave shall be done in accordance with 4.4.2.

In this case, the volume of the oil is controlled to about half of the autoclave volume so that the GPM shall be capable of being immersed to half of its length.

5.4.3 Thermal endurance test

5.4.3.1 General

Following the mounting of the GPM in the autoclave, the autoclave shall be placed in the pre-heated thermal conditioning oven. All test objects shall be subjected to repeated thermal endurance test cycles consisting of sub-cycle in the following order:

- a) thermal ageing by exposure to refrigerant and refrigerant oil;
- b) mechanical stress;
- c) thermal shock;
- d) dielectric diagnostic test.

5.4.3.2 Thermal ageing by exposure to refrigerant and refrigerant oil (5.4.3.1 a))

The thermal conditioning oven shall not be opened during the conditioning cycle as this can affect the thermal ageing of the EIS under evaluation. The ageing temperature and time shall be in accordance with IEC 61857-1:2008, 6.3.

At the ageing temperature the refrigerant oil or refrigerant need to be stable.

5.4.3.3 Mechanical stress (5.4.3.1 b))

The mechanical stress shall be applied in accordance with IEC 61857-21:2009, 6.3.3.

5.4.3.4 Thermal shock (5.4.3.1 c))

The thermal shock shall be applied in accordance with IEC 61857-21:2009, 6.3.4.

5.4.3.5 Dielectric diagnostic test (5.4.3.1 d))

Following each ageing cycle, the dielectric diagnostic test shall be applied in accordance with IEC 61857-21:2009, 6.3.6 (in this case, moisture exposure cycle shall not be applied).

5.5 End of life criterion

The end of life criterion shall be defined in accordance with IEC 61857-21:2009, Clause 7.

5.6 Analysis of data

Analysing of average life, extrapolation of regression line and relative thermal index shall be calculated in accordance with IEC 61857-1:2008, 7.2 and 7.3.

6 Report

The report shall include all records, relevant details of the test, and analysis, including

- reference to this document,
- description of the EIS tested (reference and candidate EIS),
- ageing temperatures and ageing periods of each EIS,

- sealing method used for evaluation,
- diagnostic tests and end-point criterion used for each EIS,
- detailed description of the test objects (including volumetric ratios),
- number of test objects at each temperature for each EIS,
- individual times to end-of-life for each component,
- mean log times to end-of-life for each ageing temperature, for each EIS.

Multiple-point ageing tests shall also include

- regression line with log mean points, for the solid component,
- regression equation and coefficient of correlation for the solid component,
- EIS ATI and/or thermal class of the reference EIS solid component,
- EIS RTI and assigned thermal class of the candidate EIS solid component.

Annex A

(informative)

End-point and criteria examples of thermal life

Table A.1 – End-point and criteria example of thermal life

EIM&EIS	Diagnostic test	End-point
Winding wire	Breakdown voltage	50 % of initial value
	Blister	Equal or more than the reference
	Dielectric loss	Equal or higher than the reference value
	Extract	More than 0,2 % at 500 h or Equal or more than the reference value
Varnish	Extract	More than 1,0 % at 500 h or More than 80 % of the reference value
Film	Breakdown voltage	50 % of initial value
	Tensile strength	50 % of initial value
	Elongation	10 % of initial value
	Molecular weight change	Equal or more than the reference
	Extract	More than 1,0 % at 500 h or Equal or more than 80 % of the reference
Molding part	Bending strength	50 % of initial value
	Extract	Equal or more than the reference value
Tube	Breakdown voltage	50 % of initial value
	Extract	Equal or more than the reference value
Tie cord	Tensile strength	50 % of initial value
	Extract	Equal or more than 80 % of the reference value
	Effect to electric resistance of oil	To keep the original value
	Effect to electric resistance of refrigerant	To keep the original value
Oil	Electric resistance	Equal or less than the reference value
	Acidity	10 times increase of original value
Refrigerant	Electric resistance	Equal or less than the reference value

Annex B (informative)

Suggested test procedures

B.1 Test procedures for effect to the electric resistance of oil and refrigerant

B.1.1 General

These procedures shall be applied to the electric resistance test of the oil and the refrigerant separately. They shall be applied to check the effect of each cord and sleeves that contain the surface activator on its surfaces.

B.1.2 Autoclave

The autoclave's inner volume of 300 cm³ to 500 cm³ is convenient for the test treatment and about 100 g oil or refrigerant for each test shall be applied with the test subject.

B.1.3 Test subject

Textile material such as tie cord or sleeves shall be applied. More than twice the weight ratio to the oil or refrigerant in the practical motor shall be applied to the test.

B.1.4 Test process

The test process is as follows:

a) In case of the oil electric resistance

The tie cord or sleeves are supplied to the autoclave with the oil. After sealing the autoclave, it is kept 24 h at the settled temperature. The oil electric resistivity is measured at room temperature in accordance with IEC 60247.

b) In case of the refrigerant electric resistance

The tie cord or sleeves are supplied to the autoclave with the refrigerant. After sealing the autoclave, it is kept 24 h at the settled temperature and pressure. The refrigerant electric resistivity is measured at the temperature lower than its boiling temperature of 1 MPa in accordance with IEC 60247.

B.2 Blister test of winding wire

B.2.1 Overview

After the ageing test, the autoclave is opened and the winding wire is removed. Immediately (within a few minutes) after removal from the autoclave, it shall be inserted and kept 5 min in the oven of which temperature is settled at 200 °C. After removal from the oven, the surface of the magnet wire is observed by using about a 2x magnifier. Any small foam or surface change shall be considered as a blister.

B.2.2 General

This procedure shall be applied to the extract test of EIMs for refrigerant.

B.2.3 Autoclave

The autoclave inner volume of 300 cm³ to 500 cm³ is convenient for the test treatment and about 100 g refrigerant for each test shall be applied with the test subject.

B.2.4 Test subject

Winding wire: About 1,0 g enamel layer shall be applied to the winding wire which shall be shaped to the helical of the diameter which is smaller than the inner size of the autoclave.

Varnish: About 1,0 g to 2,0 g of varnish is applied as metal plate coating which is cured to the plate in accordance with the specification of the manufacturer.

Film: About 1,0 g to 2,0 g of film is applied by cutting it to the suitable size.

Molding part: The original molding part shall be supplied.

Tube: About 1,0 g to 2,0 g of tube is supplied by cutting it to the suitable size.

Tie cord: About 1,0 g to 2,0 g of tie cord is supplied by cutting it to a suitable length.

B.2.5 Test process

The test EIM weight is measured precisely. Each test subject is separately inserted with the refrigerant (about 100 g) in the autoclave. The autoclave is kept for the testing time at the settled temperature and settled pressure. After keeping the testing time, the autoclave is cooled to room temperature. Then, the refrigerant is slowly evaporated from the autoclave and the test EIM is removed from the autoclave. The test EIM is rinsed with methyl alcohol and dried about 1 h at 100 °C. The test EIM is weighted at room temperature and the weight difference before and after the test is calculated.

B.2.6 Test result

The extract of the EIM is calculated as follows:

$$\text{Extract (\%)} = \frac{[(\text{EIM weight before test}) - (\text{EIM weight after test})]}{(\text{EIM weight before test})}$$

B.3 Refrigerant extract test for solid insulating materials

B.3.1 General

This procedure should be applied to the extract test of EIMs for the refrigerant.

B.3.2 Autoclave

The autoclave inner volume of 300 cm³ to 500 cm³ is convenient for the test treatment and about 100 g of refrigerant for each test should be applied with the test subject.

B.3.3 Test subject

Winding wire: About 1,0 g enamel layer should be applied to the winding wire which should be shaped to the helical of the diameter that is smaller than the inner size of the autoclave.

Varnish: About 1,0 g to 2,0 g of varnish is applied as metal plate coating which is cured to the plate in accordance with the specification of the manufacturer.

Film: About 1,0 g to 2,0 g of film is applied by cutting it to the suitable size.

Molding part: The original molding part should be supplied.

Tube: About 1,0 g to 2,0 g of tube is supplied by cutting it to the suitable size.

Tie cord: About 1,0 g to 2,0 g of tie cord is supplied by cutting it to the suitable length.

B.3.4 Test process

The test EIM weight is measured precisely. Each test subject is separately inserted with the refrigerant (about 100 g) in the autoclave. The autoclave is kept for testing time at settled temperature and settled pressure. After keeping the testing time, the autoclave is cooled to room temperature. Then, the refrigerant is slowly evaporated from the autoclave and the test EIM is removed from the autoclave. The test EIM is rinsed with methyl alcohol and dried about 1 h at 100 °C. The test EIM is weighted at room temperature and the weight difference before and after the test is calculated.

B.3.5 Test result

The extract of the EIM is calculated as follows:

$$\text{Extract (\%)} = \frac{[(\text{EIM weight before test}) - (\text{EIM weight after test})]}{(\text{EIM weight before test})}$$

B.4 Metal surface contamination test

B.4.1 General

This test is applied to check the capillary tube contamination or deposition of the EIM extract or the contents of the process oil.

B.4.2 Test procedure

The procedure is as follows:

- a) Insertion of the test part into the 300 cm³ stainless steel autoclave: refrigerant 50 g, refrigerant oil 100 g and capillary tube of 100 mm with the following EIMs or process oils:
 - winding wire: ϕ 1,0, 100 mm, 5 pieces;
 - varnish (cured to iron plate); about 1,0 g;
 - film, tube, tie cord; about 1,0 g;
 - process oil of die casting, winding process and iron punching, if necessary.
- b) Ageing 72 h at the temperature of the compressor thermal class.
- c) After ageing, the capillary tube is removed from the autoclave at room temperature and its surface colour shall be checked by comparing it to the original one.
- d) The surface colour change and deposit of the extract criteria shall be defined by the experimental data.

Bibliography

IEC 60085, *Electrical insulation – Thermal evaluation and designation*

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

IEC 60172, *Test procedure for the determination of the temperature index of enamelled and tape wrapped winding wires*

IEC 60216-2:2005, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 2: Determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials – Choice of test criteria*

IEC 60243-1, *Electric strength of insulating materials – Test methods – Part 1: Tests at power frequencies*

IEC 60335-2-34, *Household and similar electrical appliances – Safety – Part 2-34: Particular requirements for motor-compressors*

IEC 60554-2, *Cellulosic papers for electrical purposes – Part 2: Methods of test*

IEC 60672-2, *Ceramic and glass insulating materials – Part 2: Methods of test*

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

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

IEC 62021-3:2014, *Insulating liquids – Determination of acidity – Part 3: Test methods for non-mineral insulating oils*

IEC TS 62332-1, *Electrical insulation systems (EIS) – Thermal evaluation of combined liquid and solid components – Part 1: General requirements*

IEC TS 62332-2, *Electrical insulation systems (EIS) – Thermal evaluation of combined liquid and solid components – Part 2: Simplified test*

ISO 2049, *Petroleum products – Determination of colour (ASTM scale)*

ASTM D971, *Standard test method for interfacial tension of oil against water by the ring method*

ASTM 2307, *Standard Test Method for Thermal Endurance of Film-Insulated Round Magnet Wire*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	26
INTRODUCTION.....	28
1 Domaine d'application.....	29
2 Références normatives	29
3 Termes et définitions	30
4 Évaluation des matériaux isolants électriques (MIE)	31
4.1 Description générale	31
4.2 Équipement d'essai	31
4.2.1 Autoclave.....	31
4.2.2 Étuve de vieillissement.....	32
4.3 Éprouvette	32
4.3.1 Généralités	32
4.3.2 Détermination de la forme, du volume ou de la masse des composants des MIE	33
4.3.3 Éprouvette de référence.....	34
4.4 Procédures d'essai.....	35
4.4.1 Procédure générale d'essai	35
4.4.2 Préparation de l'autoclave	35
4.4.3 Vieillissement.....	36
4.4.4 Procédure d'ouverture.....	36
4.5 Essai de diagnostic	36
4.5.1 Généralités	36
4.5.2 Matériaux d'isolation solide	36
4.5.3 Matériaux d'isolation liquide (huile de réfrigération)	37
4.6 Analyse des données	38
4.6.1 Critères de fin de vie	38
4.6.2 Fin de vie de l'huile et du composant solide	38
4.6.3 Extrapolation des données	38
5 Évaluation du système d'isolation électrique (SIE).....	38
5.1 Description générale	38
5.2 Équipement d'essai	38
5.2.1 Autoclave.....	38
5.2.2 Étuve de vieillissement.....	39
5.2.3 Outil de montage des éprouvettes	39
5.3 Éprouvette	39
5.4 Procédure d'essai	40
5.4.1 Essai de sélection préliminaire	40
5.4.2 Préparation de l'autoclave	40
5.4.3 Essai d'endurance thermique	40
5.5 Critère de fin de vie.....	40
5.6 Analyse des données	41
6 Rapport.....	41
Annexe A (informative) Fin de vie et exemples de critères de vie thermique	42
Annexe B (informative) Exemples de procédures d'essai	43
B.1 Procédures d'essai pour l'effet sur la résistance électrique de l'huile et du fluide frigorigène	43

B.1.1	Généralités	43
B.1.2	Autoclave.....	43
B.1.3	Éprouvette	43
B.1.4	Processus d'essai	43
B.2	Essai de cloque du fil de bobinage	43
B.2.1	Vue d'ensemble	43
B.2.2	Généralités	43
B.2.3	Autoclave.....	44
B.2.4	Éprouvette	44
B.2.5	Processus d'essai	44
B.2.6	Résultat de l'essai.....	44
B.3	Essai de l'extrait de fluide frigorigène pour les matériaux d'isolation solide	44
B.3.1	Généralités	44
B.3.2	Autoclave.....	44
B.3.3	Éprouvette	45
B.3.4	Processus d'essai	45
B.3.5	Résultat de l'essai.....	45
B.4	Essai de contamination des surfaces métalliques.....	45
B.4.1	Généralités	45
B.4.2	Procédure d'essai	45
	Bibliographie	47
	Figure 1 – Exemple d'autoclave pour l'essai de vieillissement du MIE	32
	Figure 2 – Exemples d'autoclaves pour vieillissement du SIE.....	39
	Figure 3 – Outil de montage.....	39
	Figure 4 – Exemple de montage de modèle d'usage général.....	39
	Tableau 1 – MIE de motocompresseur hermétique et éléments soumis à l'essai de diagnostic.....	33
	Tableau 2 – Essai de diagnostic et méthode correspondante pour l'isolation solide	37
	Tableau 3 – Essai de diagnostic et méthode correspondante pour l'isolation liquide	37
	Tableau A.1 – Fin de vie et exemple de critères de vie thermique	42

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SYSTÈMES D'ISOLATION ÉLECTRIQUE (SIE) – ÉVALUATION THERMIQUE DE COMPOSANTS LIQUIDES ET SOLIDES COMBINÉS –

Partie 3: Motocompresseurs hermétiques

AVANT-PROPOS

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

La tâche principale des comités d'études de l'IEC est l'élaboration des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'une Spécification Technique

- lorsqu'en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale, ou
- lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou quand, pour une raison quelconque, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat.

Les Spécifications Techniques font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales.

L'IEC TS 62332-3, qui est une Spécification Technique, a été établie par le comité d'études 112 de l'IEC: Evaluation et qualification des systèmes et matériaux d'isolement électrique.

Le texte de cette Spécification Technique est issu des documents suivants:

Projet d'enquête	Rapport de vote
112/353/DTS	112/362/RVC

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62332, publiées sous le titre général *Systèmes d'isolation électrique (SIE) – Evaluation thermique de composants liquides et solides combinés*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- transformée en Norme internationale,
- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

La présente partie de l'IEC 62332, qui est une Spécification Technique, décrit une méthode pour l'évaluation thermique des systèmes d'isolation électrique (SIE) des produits électrotechniques à composants liquides et solides combinés. L'IEC TS 62332-1 concerne les exigences générales d'essai. L'IEC TS 62332-2 spécifie une méthode d'essai simplifiée qui peut être utilisée d'une part comme essai de sélection préalablement aux essais décrits dans l'IEC TS 62332-1, ou d'autre part comme essai de contrôle de la qualité afin d'évaluer les modifications mineures apportées aux produits. La présente partie de l'IEC 62332 porte sur l'évaluation et la qualification des matériaux isolants électriques (MIE) et des SIE utilisés dans les motocompresseurs de réfrigérateurs ou de climatiseurs. Le présent document présente des éléments d'évaluation qui sont importants au maintien des qualités de fonctionnement de l'équipement utilisant de l'huile de réfrigération et du fluide frigorigène à haute température et à haute pression.

Le présent document a été établi conjointement avec l'IEC 60335-2-34.

L'IEC TS 62332-3 s'applique à l'évaluation des MIE et des SIE des motocompresseurs hermétiques utilisés dans les réfrigérateurs et les climatiseurs. Il s'agit principalement d'évaluer l'endurance des MIE et des SIE installés dans des réfrigérateurs et utilisant de l'huile à haute température et à haute pression. Elle spécifie la méthode d'évaluation de la dégradation d'ordre mécanique, thermique et chimique des qualités de fonctionnement des MIE dont les fonctions sont étroitement liées au maintien du bon fonctionnement de l'équipement.

La présente Spécification Technique simplifiée fournit une méthode d'essai applicable pour les essais à tube scellé. Il convient que le tube scellé contienne tous les éléments principaux du MIE, dans des rapports de composants relatifs qui reproduisent le dispositif électrotechnique réel.

SYSTÈMES D'ISOLATION ÉLECTRIQUE (SIE) – ÉVALUATION THERMIQUE DE COMPOSANTS LIQUIDES ET SOLIDES COMBINÉS –

Partie 3: Motocompresseurs hermétiques

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62332, qui est une Spécification Technique, est applicable aux MIE et aux SIE contenant des composants solides et liquides, et pour lesquels le fluide frigorigène, l'huile et les contraintes thermiques constituent les facteurs de vieillissement prédominants, indépendamment de la classe de tension.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60216-1, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 1: Méthodes de vieillissement et évaluation des résultats d'essai*

IEC 60216-3, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 3: Instructions pour le calcul des caractéristiques d'endurance thermique*

IEC 60216-4-1:2006, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 4-1: Ageing ovens – Single-chamber ovens* (disponible en anglais seulement)

IEC 60216-5, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 5: Détermination de l'indice d'endurance thermique relatif (RTE) d'un matériau isolant*

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

IEC 60250, *Méthodes recommandées pour la détermination de la permittivité et du facteur de dissipation des isolants électriques aux fréquences industrielles, audibles et radioélectriques (ondes métriques comprises)*

IEC 60317-0-1, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 0-1: Exigences générales – Fil de section circulaire en cuivre émaillé*

IEC 60505, *Évaluation et qualification des systèmes d'isolation électrique*

IEC 60674-2, *Spécification pour les films en matière plastique à usages électriques – Partie 2: Méthodes d'essai*

IEC 60684-2, *Gaines isolantes souples – Partie 2: Méthodes d'essai*

IEC 60851-5, *Fils de bobinage – Méthodes d'essai – Partie 5: propriétés électriques*

IEC 61857-1:2008, *Systèmes d'isolation électrique – Procédures d'évaluation thermique – Partie 1: Exigences générales – Basse tension*

IEC 61857-21:2009, *Systèmes d'isolation électrique – Procédures d'évaluation thermique – Partie 21: Exigences particulières pour les modèles d'usage général – Applications aux enroulements à fil*

IEC 62021 (toutes les parties), *Liquides isolants – Détermination de l'acidité*

ISO 178, *Plastiques – Détermination des propriétés en flexion*

ASTM D4603, *Standard Test Method for Determining Inherent Viscosity of Poly(Ethylene Terephthalate) (PET) by Glass Capillary Viscometer* (disponible en anglais seulement)

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 60505, ainsi que les suivants, s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1

acidité

quantité de base, exprimée en milligrammes d'hydroxyde de potassium par gramme d'échantillon, exigée pour titrer par potentiométrie ou par colorimétrie une prise d'essai dans un solvant spécifié jusqu'au point final

[SOURCE: IEC 62021-3: 2014, 3.1]

3.2

tension de claquage

tension à laquelle une éprouvette subit des décharges destructrices dans les conditions d'essai spécifiées

Note 1 à l'article: Elle est utilisée dans les essais à tension en constante augmentation.

3.3

extrait

substance ou ressource obtenue à partir d'un élément donné par une méthode particulière

3.4

facteur de vieillissement thermique

contrainte thermique provoquant des modifications irréversibles du SIE

3.5

tension interfaciale

forces d'adhérence entre la phase liquide d'une substance et une phase solide, liquide ou gazeuse d'une autre substance

3.6**autoclave
tube scellé**

réceptacle scellé partiellement rempli de MIE liquides et qui comporte les MIE solides dans des rapports de composants relatifs qui reproduisent le dispositif électrotechnique réel

3.7**cloque**

petite quantité de mousse produite dans la couche interne d'un fil de bobinage

4 Évaluation des matériaux isolants électriques (MIE)**4.1 Description générale**

Cette procédure d'essai sert à évaluer la compatibilité chimique du matériau isolant (MIE) avec le liquide (huile) et le fluide frigorigène à haute température et à haute pression.

Les MIE de référence et candidats doivent être soumis pendant des périodes d'essai aux températures et aux pressions élevées choisies. Ces périodes d'essai comprennent une exposition d'une durée spécifique à la température et à la pression choisies, suivie d'essais de diagnostic.

Un matériau spécifique est scellé dans un autoclave en acier inoxydable, soumis à un cycle de vieillissement thermique spécifié, puis soumis à chaque essai. Les résultats de l'essai du matériau candidat dans l'autoclave sont ensuite comparés à ceux obtenus pour le matériau de référence afin de qualifier l'acceptabilité du MIE candidat.

Le système d'essai comprend les éléments suivants:

- autoclaves;
- étuves de vieillissement;
- éprouvettes.

4.2 Équipement d'essai**4.2.1 Autoclave**

Un autoclave est un réceptacle en acier inoxydable. Les dimensions ou le volume doivent être déterminé(e)s en fonction des dimensions ou du volume des éprouvettes, de l'huile et du fluide frigorigène, sauf dans le cas de l'essai de résistance électrique et de l'essai de l'extrait. En général, un volume d'autoclave compris entre 300 cm³ et 500 cm³ est adapté et suffisant pour chaque essai du MIE.

Une extrémité ou les deux extrémités de la cellule doivent être équipées de couvercles amovibles et fixés par des vis.

Les accès de l'autoclave doivent être prévus pour pouvoir installer le manomètre, le système de surpression, le robinet à pointeau et la bague d'étanchéité au gaz.

Pour plus de détails, voir la Figure 1.



Figure 1 – Exemple d'autoclave pour l'essai de vieillissement du MIE

4.2.2 Étuve de vieillissement

Une étuve à circulation d'air ou un bain d'huile peut être utilisé(e).

Lorsqu'une étuve à circulation d'air est utilisée, celle-ci doit satisfaire aux exigences de l'IEC 60216-4-1:2006, 5.2 à 5.4 (différence de température, fluctuation en cas de variations).

Lorsqu'un bain d'huile est utilisé, le niveau de l'huile doit rester à un niveau suffisamment élevé pour assurer un transfert de chaleur approprié au cours de l'essai. Dans le cas présent, l'huile doit présenter une endurance thermique suffisante pour l'essai de vieillissement.

4.3 Éprouvette

4.3.1 Généralités

Les MIE et composants suivants sont utilisés comme éprouvettes et évalués lors de chaque essai de diagnostic, comme cela est présenté au Tableau 1.

**Tableau 1 – MIE de motocompresseur hermétique
et éléments soumis à l'essai de diagnostic**

	Fil de bobinage	Vernis	Film	Pièce de moulage	Tube	Cordon de liaison	Huile	Fluide frigorigène	Huile de procédé ^a
Tension de claquage	○	○	○		○				
Constante diélectrique(ϵ)			○						
Résistivité électrique							○	○	
Effet sur la résistivité électrique de l'huile						○			
Effet sur la résistivité électrique du fluide frigorigène						○			
Résistance à la traction			○			○			
Résistance à la flexion				○					
Allongement			○						
Cloque	○								
Modification de masse moléculaire			○						
Extrait	○	○	○	○	○	○			
Acidité							○		
Contamination des surfaces métalliques									○
Légende:									
○ = MIE utilisé pour l'essai de qualification.									
^a Par exemple: lubrifiant pour enroulement du fil de bobinage, huile pour perçage par poinçonnage du fer, huile pour coulée sous pression.									

4.3.2 Détermination de la forme, du volume ou de la masse des composants des MIE

Sauf dans le cas de l'essai de résistance électrique et de l'essai de l'extrait, l'éprouvette doit être préparée comme suit.

a) Fil de bobinage:

- tension de claquage: l'éprouvette doit être préparée conformément à l'IEC 60851-5,
- permittivité relative (ϵ_r) et perte diélectrique ($\tan\delta$): conformément à l'IEC 60250,
- essai de cloque: 100 mm de long,
- essai de l'extrait: voir 4.4.2.

b) Vernis:

- tension de claquage: s'il est utilisé dans le SIE, le vernis d'imprégnation, doit être appliqué aux échantillons de fil de bobinage en paire torsadée et durci conformément aux spécifications du constructeur,

- essai de l'extrait: voir 4.4.2.
- c) Film:
- tension de claquage: dimensions 250 mm × 250 mm,
 - permittivité relative (ϵ_r): dimensions 100 mm × 100 mm,
 - résistance à la traction et allongement: largeur = entre 10 mm et 25 mm, longueur = 100 mm,
 - masse moléculaire: environ 1,0 g,
 - essai de l'extrait: voir l'Article B.3.
- d) Pièce de moulage:
- résistance à la flexion: appliquer la pièce réelle qui est utilisée dans le compresseur,
 - essai de l'extrait: voir l'Article B.3.
- e) Tube:
- tension de claquage: longueur suffisante ne provoquant pas de contournement lorsque la longueur du tube d'essai de surface est de 100 mm,
 - essai de l'extrait: voir l'Article B.3.
- f) Cordon de liaison:
- résistance à la traction et allongement: longueur suffisante pour mandriner lorsque l'allongement est de 25 mm de long,
 - effet sur la résistance électrique de l'huile: le même rapport masse/huile est appliqué dans le compresseur,
 - effet sur la résistance électrique du fluide frigorigène: le même rapport masse/fluide frigorigène est appliqué dans le compresseur,
 - essai de l'extrait: voir l'Article B.3.
- g) Pièce métallique:
- essai de contamination des surfaces: tube capillaire d'une longueur supérieure à 100 mm,
 - voir l'Article B.4.
- h) Huile:
- la moitié du volume du récipient de l'autoclave doit être remplie pour chaque essai de vieillissement,
 - après le vieillissement, l'éprouvette doit être retirée de l'autoclave et l'huile doit être fournie pour chaque essai de diagnostic.
- i) Fluide frigorigène:
- la masse de fluide frigorigène qui remplit l'autoclave doit être déterminée en fonction de la pression de l'essai de vieillissement à la température de vieillissement. La relation entre la température et la pression dépend de la qualité de chaque fluide frigorigène.

NOTE Le rapport fluide frigorigène/huile qui en résulte varie selon les températures d'essai de vieillissement utilisées pour maintenir la pression interne définie de l'autoclave.

4.3.3 Éprouvette de référence

L'éprouvette de référence doit être constituée de MIE présentant des qualités de fonctionnement établies lorsqu'ils sont associés aux mêmes composants de compresseur, huile et fluide frigorigène.

4.4 Procédures d'essai

4.4.1 Procédure générale d'essai

La procédure générale d'essai doit être appliquée aux essais d'évaluation, sauf dans le cas de l'essai de résistance électrique du fluide frigorigène et de l'essai de l'extrait.

Un essai de vieillissement à trois températures doit être réalisé pour établir les caractéristiques assignées thermiques du nouveau MIE. Un MIE de référence doit être utilisé pour valider les essais du MIE candidat.

Préalablement à une évaluation complète en trois points, un vieillissement simplifié en un point peut également être réalisé à des fins de contrôle de la qualité, de modifications mineures apportées aux produits ou de sélection. La procédure serait semblable à celle décrite pour le vieillissement en trois points.

Même si cet essai en un point ne permet pas de déterminer un indice thermique complet, il peut servir à évaluer la capacité attendue d'un SIE candidat proposé en économisant le temps et les efforts nécessaires à la réalisation d'une évaluation complète.

4.4.2 Préparation de l'autoclave

La préparation de l'assemblage de l'autoclave se déroule comme suit.

- a) Nettoyage de l'autoclave: celui-ci doit être rempli d'un solvant efficace (de l'acétone par exemple) pendant une durée supérieure ou égale à 24 h, bien décapé à l'aide d'une brosse à recurer, soigneusement rincé à l'eau du robinet puis à l'eau distillée, et enfin séché.
- b) Séchage de l'autoclave: les robinets, les écrous et les boulons doivent être conditionnés pendant au moins 1 h dans une étuve maintenue à $105\text{ °C} \pm 2\text{ K}$, et doivent ensuite être retirés de l'étuve pour y insérer immédiatement les échantillons.
- c) Montage de l'éprouvette: les paires torsadées du fil doivent être préparées conformément à l'IEC 60851-5 avant d'être insérées dans l'autoclave. Les autres matériaux doivent ensuite être placés dans l'autoclave en évitant si possible qu'ils ne se touchent pour ne pas risquer de se coller au cours de la période de vieillissement.
- d) La paire torsadée doit être montée dans l'autoclave en immergeant la moitié de la longueur de la partie torsadée dans l'huile. En présence d'autres MIE, il est préférable d'établir deux groupes. Le premier groupe (environ la moitié des éprouvettes) doit rester immergé dans l'huile afin d'en vérifier l'effet.
- e) Séchage de l'éprouvette: une fois les MIE installés dans l'autoclave, le tube, les joints, les robinets, les écrous et les boulons doivent être séchés pendant au moins 1 h dans une étuve maintenue à $105\text{ °C} \pm 2\text{ K}$. Certains matériaux peuvent nécessiter un conditionnement supplémentaire pour éliminer toute l'humidité, sous réserve d'un accord conclu entre les parties intéressées. Des températures et des durées supérieures peuvent être utilisées pour conditionner ces matériaux préalablement à leur insertion dans l'autoclave.
- f) Approvisionnement en huile: l'huile est versée dans l'autoclave. Le volume d'huile correspond à environ la moitié du volume intérieur de l'autoclave. Dans ce cas, la teneur en eau de l'huile doit être contrôlée.
- g) Assemblage de l'autoclave: immédiatement après l'avoir rempli d'huile, l'autoclave doit être refermé afin d'éviter que l'huile n'absorbe de l'eau.
- h) Approvisionnement en fluide frigorigène: dans l'autoclave un vide compris entre 1 000 Pa et 2 000 Pa est généré et la quantité préfixée de fluide frigorigène est fournie.
- i) Contrôle de la pression: l'autoclave est installé dans l'étuve ou dans le bain d'huile dont la température est maintenue à la valeur définie. Après stabilisation de la température de l'autoclave, la pression de l'autoclave est réglée par rapport à la pression définie en

contrôlant à l'aide du robinet à pointeau de l'autoclave la quantité de fluide frigorigène. L'étanchéité de l'autoclave peut être examinée en vérifiant l'affichage du manomètre.

4.4.3 Vieillissement

L'autoclave doit être placé dans l'étuve préchauffée de conditionnement thermique. L'étuve de conditionnement thermique ne doit pas être ouverte au cours du cycle de conditionnement car cela peut affecter le vieillissement thermique du SIE en cours d'évaluation.

La température et la durée de vieillissement doivent être conformes à l'IEC 60216-1.

La température de vieillissement doit correspondre à la température à laquelle l'huile de réfrigération ou le fluide frigorigène est stable.

4.4.4 Procédure d'ouverture

A l'issue du conditionnement thermique de l'autoclave, l'étuve doit être mise hors tension et laissée à refroidir jusqu'à la température ambiante avant de retirer l'autoclave.

L'autoclave doit être maintenu dans les conditions d'étanchéité avant l'évaluation, qui ne doit pas être retardée de plus de trois jours. L'autoclave doit alors être ouvert et les composants du MIE soigneusement retirés et isolés afin d'éviter le plus possible tout dommage mécanique.

4.5 Essai de diagnostic

4.5.1 Généralités

Les échantillons d'isolation solide et liquide doivent être soumis à l'essai avant le démarrage. Après le vieillissement, chaque propriété de l'isolation solide et de l'isolation liquide doit être mesurée. Les passages de l'état initial à l'état final doivent être utilisés pour déterminer le niveau de dégradation se produisant pendant le cycle d'essai. Les résultats des mesurages initiaux de la teneur en humidité doivent être utilisés pour déterminer si les matériaux sont correctement séchés avant le démarrage.

4.5.2 Matériaux d'isolation solide

Au démarrage, les échantillons d'isolation solide doivent être soumis à l'essai en réalisant un ou plusieurs essais de diagnostic devant être choisis par le comité d'études responsable des équipements pour déterminer la fin de vie. Des essais complémentaires peuvent être réalisés à des fins de surveillance. Les essais d'évaluation et leurs méthodes sont présentés au Tableau 2.

Tableau 2 – Essai de diagnostic et méthode correspondante pour l'isolation solide

	Essai d'évaluation	MIE à l'essai	Méthode d'essai
Propriété électrique	Tension de claquage	Fil de bobinage	IEC 60317-0-1
		Vernis	IEC 60317-0-1
		Film	IEC 60674-2
		Tube	IEC 60684-2
	Permittivité relative (ϵ_r)	Film	IEC 60250
	Effet sur la résistivité électrique de l'huile Effet sur la résistivité électrique du fluide frigorigène	Cordon de liaison	Article B.1
Propriété mécanique	Résistance à la traction	Film	IEC 60674-2
		Cordon de liaison	IEC 60684-2
	Allongement	Film	IEC 60674-2
	Résistance à la flexion	Pièce de moulage	ISO 178 ^a
	Cloque	Fil de bobinage	Article B.2
Propriété chimique	Extrait	Fil de bobinage	Article B.3
		Vernis	
		Film	
		Pièce de moulage	
		Cordon de liaison	
	Masse moléculaire	Film	ASTMD 4603
	Contamination des surfaces métalliques	MIE et huile de procédé	Article B.4
NOTE La plupart des méthodes d'essai ci-dessus ne conviennent pas à l'isolation solide constituée de fils émaillés. Dans ce type de cas, la principale caractéristique des fils émaillés à surveiller est le maintien de la rigidité diélectrique. Il n'existe cependant que très peu d'applications de cette méthode d'essai sur ces types de fils revêtus. ^a La distance des supports doit être déterminée par l'examineur.			

4.5.3 Matériaux d'isolation liquide (huile de réfrigération)

Au démarrage, l'isolation liquide préconditionnée selon 4.4.2 doit être soumise à l'essai en réalisant un ou plusieurs essais de diagnostic devant être choisis par le comité d'études responsable des équipements pour déterminer la fin de vie. Des essais complémentaires peuvent être réalisés à des fins de surveillance. Des exemples d'essais de diagnostic types sur des liquides sont donnés ci-dessous (voir Tableau 3):

Tableau 3 – Essai de diagnostic et méthode correspondante pour l'isolation liquide

Essai d'évaluation	MIE à l'essai	Méthode d'essai
Résistivité électrique	Huile	IEC 60247
	Fluide frigorigène	IEC 60247
Acidité	Huile	IEC 62021 (toutes les parties)

4.6 Analyse des données

4.6.1 Critères de fin de vie

Les critères selon lesquels une éprouvette est réputée défaillante doivent être entièrement définis avant le début de l'essai. Un essai adéquat doit être réalisé pendant la période d'essai pour détecter le moment d'occurrence d'une défaillance et déterminer de ce fait la fin de vie de chaque éprouvette. L'utilisation de plusieurs critères de fin de vie a tendance à rendre l'interprétation des résultats d'essai plus difficile. Il est recommandé d'utiliser un seul critère de fin de vie pour chaque composant de l'éprouvette (solide/liquide). Le comité d'études responsable des équipements pour la modélisation du SIE doit définir le critère spécifique de fin de vie.

4.6.2 Fin de vie de l'huile et du composant solide

Le critère préférentiel de fin de vie pour l'isolation solide ou l'huile doit correspondre à la dégradation de la valeur d'origine des propriétés mécaniques, électriques et chimiques définies.

D'autres choix pour le critère de fin de vie sont décrits dans l'IEC 60216-2:2005, Tableau 1. La valeur de fin de vie pour le SIE candidat (par exemple 50 % de maintien de résistance à la traction) doit être déterminée sur la base de l'essai réalisé sur le même composant du SIE de référence.

La fin de vie et un exemple de critères de durée de vie thermique sont présentés dans le Tableau A.1.

Le nombre total d'heures pour atteindre la fin de vie doit être enregistré pour le composant solide dans l'éprouvette à chaque température de vieillissement. La durée de vie (en heures) à chaque température de vieillissement doit être calculée conformément à l'IEC 60216-3.

4.6.3 Extrapolation des données

L'analyse de régression linéaire sur les données du composant solide doit être effectuée conformément à l'IEC 60216-5.

5 Évaluation du système d'isolation électrique (SIE)

5.1 Description générale

L'évaluation du SIE utilise la méthode conforme à l'IEC 61857-1 et à l'IEC 61857-21, sauf pour l'environnement de vieillissement qui est appliqué au fluide frigorigène et à l'huile de réfrigération dans l'autoclave.

5.2 Équipement d'essai

5.2.1 Autoclave

L'autoclave est un récipient en acier inoxydable. Les dimensions ou le volume doivent être déterminé(e)s en fonction des dimensions ou du volume des éprouvettes. Une extrémité ou les deux extrémités de la cellule doivent être équipées de couvercles amovibles et fixés par des vis.

Les accès de l'autoclave doivent être prévus pour pouvoir installer le manomètre, le système de surpression, le robinet à pointeau et la bague d'étanchéité au gaz.

Deux exemples d'autoclaves pour le vieillissement du SIE sont représentés à la Figure 2.



Source: ELTEK International Laboratories.

Figure 2 – Exemples d'autoclaves pour vieillissement du SIE

5.2.2 Étuve de vieillissement

L'étuve à circulation d'air doit être utilisée et satisfaire aux exigences de 5.2 à 5.4 de l'IEC 60216-4-1:2006 (différence de température, fluctuation en cas de variations).

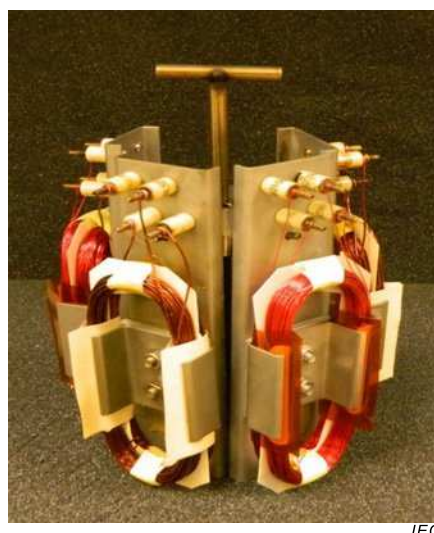
5.2.3 Outil de montage des éprouvettes

Les éprouvettes du modèle d'usage général sont montées dans l'autoclave à l'aide d'un outil adéquat permettant de maintenir la hauteur d'immersion dans l'huile et d'éviter tout contact entre elles. Des exemples d'outil de montage pour les montages de SIE et de modèle d'usage général sont représentés à la Figure 3 et à la Figure 4.



Source: ELTEK International Laboratories.

Figure 3 – Outil de montage



Source: ELTEK International Laboratories.

Figure 4 – Exemple de montage de modèle d'usage général

5.3 Éprouvette

Pour l'évaluation du SIE, des modèles d'usage général doivent être utilisés conformément à l'IEC 61857-21.

Le nombre minimal d'éprouvettes dans un groupe pour chaque température de vieillissement doit être de 5.

5.4 Procédure d'essai

5.4.1 Essai de sélection préliminaire

Préalablement à l'essai de vieillissement, toutes les éprouvettes doivent être soumises à l'essai de sélection préliminaire conformément à l'IEC 61857-21:2009, 6.2.2.

5.4.2 Préparation de l'autoclave

L'autoclave doit être préparé conformément au 4.4.2.

Dans ce cas, le volume de l'huile est contrôlé par rapport à environ la moitié du volume de l'autoclave. Ainsi, le modèle d'usage général doit pouvoir être immergé jusqu'à la moitié de sa longueur.

5.4.3 Essai d'endurance thermique

5.4.3.1 Généralités

À la suite du montage du modèle d'usage général dans l'autoclave, l'autoclave doit être placé dans l'étuve préchauffée de conditionnement thermique. Toutes les éprouvettes doivent être soumises aux cycles répétés d'essais d'endurance thermique constitués de sous-cycles se déroulant dans l'ordre suivant:

- a) vieillissement thermique par exposition au fluide frigorigène et à l'huile de réfrigération;
- b) contrainte mécanique;
- c) choc thermique;
- d) essai de diagnostic diélectrique.

5.4.3.2 Vieillissement thermique par exposition au fluide frigorigène et à l'huile de réfrigération (5.4.3.1 a))

L'étuve de conditionnement thermique ne doit pas être ouverte au cours du cycle de conditionnement car cela peut avoir des conséquences sur le vieillissement thermique du SIE en cours d'évaluation. La température et la durée de vieillissement doivent être conformes à l'IEC 61857-1:2008, 6.3.

À la température de vieillissement, il est nécessaire que l'huile de réfrigération ou le fluide frigorigène soient stables.

5.4.3.3 Contrainte mécanique (5.4.3.1 b))

La contrainte mécanique doit être appliquée conformément à l'IEC 61857-21:2009, 6.3.3.

5.4.3.4 Choc thermique (5.4.3.1 c))

Le choc thermique doit être appliqué conformément à l'IEC 61857-21:2009, 6.3.4.

5.4.3.5 Essai de diagnostic diélectrique (5.4.3.1 d))

À la suite de chaque cycle de vieillissement, l'essai de diagnostic diélectrique doit être réalisé conformément à l'IEC 61857-21:2009, 6.3.6 (dans ce cas, le cycle d'exposition à l'humidité ne doit pas être appliqué).

5.5 Critère de fin de vie

Le critère de fin de vie doit être défini conformément à l'IEC 61857-21:2009, Article 7.

5.6 Analyse des données

L'analyse de la durée de vie moyenne, l'extrapolation de la droite de régression et l'indice thermique relatif doivent être calculés conformément à l'IEC 61857-1:2008, 7.2 et 7.3.

6 Rapport

Le rapport doit comprendre tous les enregistrements, les détails appropriés de l'essai et l'analyse, y compris

- une référence au présent document,
- la description du SIE soumis aux essais (SIE de référence et SIE candidat),
- les températures de vieillissement et les périodes de vieillissement de chaque SIE,
- la méthode d'étanchéité utilisée pour l'évaluation,
- les essais de diagnostic et le critère de fin de vie utilisés pour chaque SIE,
- la description détaillée des éprouvettes (incluant les rapports volumétriques),
- le nombre d'éprouvettes à chaque température pour chaque SIE,
- les durées de vie individuelles pour chaque composant,
- les durées de vie moyennes (échelle logarithmique) pour chaque température de vieillissement et pour chaque SIE.

Les essais de vieillissement en plusieurs points doivent aussi comprendre

- la droite de régression avec les points moyens (échelle logarithmique), pour le composant solide,
- l'équation de régression et le coefficient de corrélation, pour le composant solide,
- l'indice d'endurance thermique évaluée (ATI) du SIE et/ou la classe thermique du composant solide du SIE de référence,
- l'indice d'endurance thermique relative (RTI) du SIE et la classe thermique attribuée du composant solide du SIE candidat.

Annexe A (informative)

Fin de vie et exemples de critères de vie thermique

Tableau A.1 – Fin de vie et exemple de critères de vie thermique

MIE &SIE	Essai de diagnostic	Fin de vie
Fil de bobinage	Tension de claquage	50 % de la valeur initiale
	Cloque	Supérieure ou égale à la valeur de référence
	Perte diélectrique	Supérieure ou égale à la valeur de référence
	Extrait	Supérieure à 0,2 % à 500 h ou Supérieure ou égale à la valeur de référence
Vernis	Extrait	Supérieure à 1,0 % à 500 h ou Supérieure à 80 % de la valeur de référence
Film	Tension de claquage	50 % de la valeur initiale
	Résistance à la traction	50 % de la valeur initiale
	Allongement	10 % de la valeur initiale
	Modification de la masse moléculaire	Supérieure ou égale à la valeur de référence
	Extrait	Supérieure à 1,0 % à 500 h ou Supérieure ou égale à 80 % de la valeur de référence
Pièce de moulage	Résistance à la flexion	50 % de la valeur initiale
	Extrait	Supérieure ou égale à la valeur de référence
Tube	Tension de claquage	50 % de la valeur initiale
	Extrait	Supérieure ou égale à la valeur de référence
Cordon de liaison	Résistance à la traction	50 % de la valeur initiale
	Extrait	Supérieure ou égale à 80 % de la valeur de référence
	Effet sur la résistance électrique de l'huile	Conserver la valeur d'origine
	Effet sur la résistance électrique du fluide frigorigène	Conserver la valeur d'origine
Huile	Résistance électrique	Inférieure ou égale à la valeur de référence
	Acidité	10 fois plus élevée que la valeur d'origine
Fluide frigorigène	Résistance électrique	Inférieure ou égale à la valeur de référence

Annexe B (informative)

Exemples de procédures d'essai

B.1 Procédures d'essai pour l'effet sur la résistance électrique de l'huile et du fluide frigorigène

B.1.1 Généralités

Ces procédures doivent être appliquées à l'essai de résistance électrique de l'huile et du fluide frigorigène séparément. Elles doivent être appliquées pour vérifier l'effet de chaque cordon et de chaque gaine dont les surfaces comportent l'activateur de surface.

B.1.2 Autoclave

Le volume intérieur de l'autoclave compris entre 300 cm³ et 500 cm³ est adapté pour la réalisation de l'essai et environ 100 g d'huile ou de fluide frigorigène doivent être appliqués avec l'éprouvette pour chaque essai.

B.1.3 Éprouvette

Les matériaux textiles comme le cordon de liaison ou les gaines doivent être utilisés. Une valeur supérieure à 2 fois le rapport masse/huile ou masse/fluide frigorigène doit être appliquée dans le moteur réel pour l'essai.

B.1.4 Processus d'essai

La procédure d'essai est comme suit:

a) Dans le cas de la résistance électrique de l'huile

Le cordon de liaison ou les gaines sont placés dans l'autoclave avec l'huile. Une fois l'autoclave étanche, il est maintenu à la température définie pendant 24 h. La résistivité électrique de l'huile est mesurée à la température ambiante conformément à l'IEC 60247.

b) Dans le cas de la résistance électrique du fluide frigorigène

Le cordon de liaison ou les gaines sont placés dans l'autoclave avec le fluide frigorigène. Une fois l'autoclave étanche, il est maintenu pendant 24 h aux valeurs définies de température et de pression. La résistivité électrique du fluide frigorigène est mesurée à une température inférieure à la température d'ébullition de 1 MPa conformément à l'IEC 60247.

B.2 Essai de cloque du fil de bobinage

B.2.1 Vue d'ensemble

Après l'essai de vieillissement, l'autoclave est ouvert et le fil de bobinage est retiré. Immédiatement (dans les minutes qui suivent) après le retrait de l'autoclave, il doit être installé dans l'étuve dont la température a été définie à 200 °C et y rester pendant 5 min. Après le retrait de l'étuve, la surface du fil de bobinage est observée à l'aide d'une loupe de grossissement 2x. La moindre quantité de mousse ou la moindre modification de surface doit être considérée comme une cloque.

B.2.2 Généralités

Cette procédure doit être appliquée à l'essai de l'extrait des MIE pour le fluide frigorigène.

B.2.3 Autoclave

Le volume intérieur de l'autoclave compris entre 300 cm³ et 500 cm³ est adapté pour la réalisation de l'essai et environ 100 g de fluide frigorigène doivent être appliqués avec l'éprouvette pour chaque essai.

B.2.4 Éprouvette

Fil de bobinage: Une couche d'environ 1,0 g d'émail doit être appliquée au fil de bobinage. Le fil de bobinage résultant doit avoir une forme hélicoïdale de diamètre inférieur au volume intérieur de l'autoclave .

Vernis: Une couche d'environ 1,0 g à 2,0 g de vernis est appliquée comme revêtement de la plaque métallique. Le vernis est durci sur la plaque conformément aux spécifications du constructeur.

Film: Un film d'environ 1,0 g à 2,0 g est appliqué en le coupant aux dimensions adéquates.

Pièce de moulage: La pièce de moulage d'origine doit être fournie.

Tube: Un tube d'environ 1,0 g à 2,0 g est fourni en le coupant aux dimensions adéquates.

Cordon de liaison: Un cordon de liaison d'environ 1,0 g à 2,0 g est fourni en le coupant à une longueur adéquate.

B.2.5 Processus d'essai

La masse du MIE à l'essai est mesurée avec précision. Chaque éprouvette est placée séparément avec le fluide frigorigène (environ 100 g) dans l'autoclave. Pendant la durée de l'essai, l'autoclave est maintenu aux valeurs définies de température et de pression. À l'issue de l'essai, l'autoclave est refroidi à la température ambiante. Le fluide frigorigène est ensuite lentement évaporé depuis l'autoclave et le MIE à l'essai est retiré de l'autoclave. Le MIE à l'essai est rincé avec du méthanol et séché pendant environ 1 h à 100 °C. Le MIE à l'essai est pesé à la température ambiante et la différence de la masse avant et après l'essai est calculée.

B.2.6 Résultat de l'essai

L'extrait du MIE est calculé comme suit:

$$\text{Extrait (\%)} = \frac{[(\text{masse du MIE avant l'essai}) - (\text{masse du MIE après l'essai})]}{(\text{masse du MIE avant l'essai})}$$

B.3 Essai de l'extrait de fluide frigorigène pour les matériaux d'isolation solide

B.3.1 Généralités

Il convient d'appliquer cette procédure pour l'essai de l'extrait des MIE pour le fluide frigorigène.

B.3.2 Autoclave

Le volume intérieur de l'autoclave compris entre 300 cm³ et 500 cm³ est adapté pour la réalisation de l'essai et il convient d'appliquer environ 100 g de fluide frigorigène avec l'éprouvette pour chaque essai.

B.3.3 Éprouvette

Fil de bobinage: Il convient d'appliquer une couche d'environ 1,0 g d'émail au fil de bobinage. Il convient que le fil de bobinage résultant ait une forme hélicoïdale de diamètre inférieur au volume intérieur de l'autoclave.

Vernis: Une couche d'environ 1,0 g à 2,0 g de vernis est appliquée comme revêtement de la plaque métallique. Le vernis est durci sur la plaque conformément aux spécifications du constructeur.

Film: Un film d'environ 1,0 g à 2,0 g est appliqué en le coupant aux dimensions adéquates.

Pièce de moulage: Il convient de fournir la pièce de moulage d'origine.

Tube: Un tube d'environ 1,0 g à 2,0 g est fourni en le coupant aux dimensions adéquates.

Cordon de liaison: Un cordon de liaison d'environ 1,0 g à 2,0 g est fourni en le coupant à une longueur adéquate.

B.3.4 Processus d'essai

La masse du MIE à l'essai est mesurée avec précision. Chaque éprouvette est placée séparément avec le fluide frigorigène (environ 100 g) dans l'autoclave. Pendant la durée de l'essai, l'autoclave est maintenu aux valeurs définies de température et de pression. À l'issue de l'essai, l'autoclave est refroidi à la température ambiante. Le fluide frigorigène est ensuite lentement évaporé de l'autoclave et le MIE à l'essai est retiré de l'autoclave. Le MIE à l'essai est rincé avec du méthanol et séché pendant environ 1 h à 100 °C. Le MIE à l'essai est pesé à la température ambiante et la différence de la masse avant et après l'essai est calculée.

B.3.5 Résultat de l'essai

L'extrait du MIE est calculé comme suit:

$$\text{Extrait (\%)} = \frac{[(\text{masse du MIE avant l'essai}) - (\text{masse du MIE après l'essai})]}{(\text{masse du MIE avant l'essai})}$$

B.4 Essai de contamination des surfaces métalliques

B.4.1 Généralités

Cet essai est réalisé pour vérifier la contamination du tube capillaire ou le dépôt de l'extrait du MIE ou la teneur en huile de procédé.

B.4.2 Procédure d'essai

La procédure d'essai est comme suit:

- a) Insertion de la partie à l'essai dans l'autoclave de 300 cm³ en acier inoxydable: 50 g de fluide frigorigène, 100 g d'huile de réfrigération et tube capillaire de 100 mm avec les MIE ou huiles de procédé suivants:
 - fil de bobinage: ϕ 1,0, 100 mm, 5 pièces;
 - vernis (durci sur plaque de fer): environ 1,0 g;
 - film, tube, cordon de liaison: environ 1,0 g;
 - huile de procédé de la coulée sous pression, processus d'enroulement et perçage par poinçonnage du fer, si nécessaire.
- b) Vieillessement de 72 h à la température de la classe thermique du compresseur.

- c) Après le vieillissement, le tube capillaire est retiré de l'autoclave à la température ambiante et la couleur de sa surface doit être vérifiée en la comparant à celle d'origine.
- d) Les critères relatifs à la modification de la couleur de la surface et au dépôt de l'extrait doivent être définis par les données expérimentales.

Bibliographie

IEC 60085, *Isolation électrique – Évaluation et désignation thermiques*

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

IEC 60172, *Méthode d'essai pour la détermination de l'indice de température des fils de bobinage émaillés et enveloppés de ruban*

IEC 60216-2:2005, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 2: détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques – Choix de critères d'essai*

IEC 60243-1, *Rigidité diélectrique des matériaux isolants – Méthodes d'essai – Partie 1: Essais aux fréquences industrielles*

IEC 60335-2-34, *Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 2-34: Exigences particulières pour les motocompresseurs*

IEC 60554-2, *Papiers cellulosiques à usages électriques – Partie 2: Méthodes d'essai*

IEC 60672-2, *Matériaux isolants à base de céramique ou de verre – Partie 2: Méthodes d'essai*

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

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

IEC 62021-3:2014, *Liquides isolants – Détermination de l'acidité – Partie 3: Méthodes d'essai pour les huiles non minérales isolantes*

IEC TS 62332-1, *Electrical insulation systems (EIS) – Thermal evaluation of combined liquid and solid components – Part 1: General requirements* (disponible en anglais seulement)

IEC TS 62332-2, *Systèmes d'isolation électrique (SIE) – Evaluation thermique de composants liquides et solides combinés – Partie 2: Essai simplifié* ISO 2049, *Produits pétroliers – Détermination de la couleur (échelle ASTM)*

ASTM D971, *Standard test method for interfacial tension of oil against water by the ring method*

ASTM 2307, *Standard Test Method for Thermal Endurance of Film-Insulated Round Magnet Wire*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

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

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