

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Insulating materials – Industrial rigid round laminated tubes and rods based on thermosetting resins for electrical purposes –

Part 3: Specifications for individual materials – Sheet 1: Round laminated rolled tubes

Matériaux isolants – Tubes et barres industriels rigides, ronds, stratifiés, à base de résines thermodurcissables, à usages électriques –

Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers – Feuille 1: Tubes ronds stratifiés enroulés





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2013 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembé
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.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you 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 on-line and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

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

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 la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

Liens utiles:

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

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI 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.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. 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 au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

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.



IEC 61212-3-1

Edition 3.0 2013-04

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Insulating materials – Industrial rigid round laminated tubes and rods based on thermosetting resins for electrical purposes –
Part 3: Specifications for individual materials – Sheet 1: Round laminated rolled tubes**

**Matériaux isolants – Tubes et barres industriels rigides, ronds, stratifiés, à base de résines thermodurcissables, à usages électriques –
Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers – Feuille 1: Tubes ronds stratifiés enroulés**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

P

ICS 29.035.01

ISBN 978-2-83220-760-4

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	6
4 Designations and abbreviations	7
4.1 General	7
4.2 Designation	7
4.3 Abbreviations	7
5 Requirements.....	7
Bibliography.....	16
Table 1 – Types of industrial round rolled tubes	8
Table 2 – Permissible deviation from nominal external diameter of round rolled tubes in the “as rolled and cured” condition	9
Table 3 – Permissible deviation from nominal external diameter of round rolled tubes in ground or turned condition, all types	9
Table 4 – Permissible deviation from nominal internal diameter of round rolled tubes, all types	10
Table 5 – Tolerance on wall thickness for round rolled tubes	10
Table 6 – Departure from straightness for round rolled tubes	11
Table 7– Property requirements for round rolled tubes.....	12
Table 8 – Electric strength at 90 °C in oil, perpendicular to laminations, for round rolled tubes (1 min proof test or 20 s step-by-step test) ^a (kV/mm)	15

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INSULATING MATERIALS – INDUSTRIAL RIGID ROUND
LAMINATED TUBES AND RODS BASED ON THERMOSETTING
RESINS FOR ELECTRICAL PURPOSES –****Part 3: Specifications for individual materials –
Sheet 1: Round laminated rolled tubes**

FOREWORD

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

International Standard IEC 61212-3-1 has been prepared by IEC technical committee 15: Solid electrical insulating materials.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2006. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

Details of test for insulation resistance after immersion in water and values for permissible deviation from nominal external diameter of round rolled tubes in the "as rolled and cured" condition are changed.

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

FDIS	Report on voting
15/699/FDIS	15/709/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all the parts in the IEC 61212 series, under the general title *Insulating materials – Industrial rigid round laminated tubes and rods based on thermosetting resins for electrical purposes*, 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 web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

INTRODUCTION

This part of IEC 61212 is one of a series which deals with industrial rigid round laminated tubes and rods based on thermosetting resins for electrical purposes.

This series consists of three parts:

Part 1: Definitions, designations and general requirements (IEC 61212-1)

Part 2: Methods of test (IEC 61212-2)

Part 3: Specifications for individual materials (IEC 61212-3)

IEC 61212-3-1 contains one of the specification sheets comprising Part 3, as follows:

Sheet 1: Round laminated rolled tubes.

INSULATING MATERIALS – INDUSTRIAL RIGID ROUND LAMINATED TUBES AND RODS BASED ON THERMOSETTING RESINS FOR ELECTRICAL PURPOSES –

Part 3: Specifications for individual materials – Sheet 1: Round laminated rolled tubes

1 Scope

This part of IEC 61212 gives requirements for industrial rigid round laminated rolled tubes for electrical purposes, based on different resins and different reinforcements.

Applications and distinguishing properties are given in Table 1.

Materials which conform to this specification meet established levels of performance. However, the selection of a material by a user for a specific application should be based on the actual requirements necessary for adequate performance in that application and not based on this specification alone.

Safety warning:

It is the responsibility of the user of the methods contained or referred to in this document to ensure that they are used in a safe manner.

2 Normative references

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

IEC 61212-1, *Insulating materials – Industrial rigid round laminated tubes and rods based on thermosetting resins for electrical purposes – Part 1: Definitions, designations and general requirements*

IEC 61212-2:2006, *Insulating materials – Industrial rigid round laminated tubes and rods based on thermosetting resins for electrical purposes – Part 2: Methods of test*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following term and definition apply.

3.1

round laminated rolled tube

<thermosets> tube formed by rolling impregnated layers of material on a mandrel between heated pressure rolls, curing in an oven, then removing the mandrel

[SOURCE: ISO 472:1999, modified – The word “round” has been added to the term.]

4 Designations and abbreviations

4.1 General

The round laminated rolled tubes covered by this Part 3 sheet are classified into types which differ in the resin and reinforcement used, the method of manufacture and their distinguishing properties.

4.2 Designation

Individual types are designated by

- a two-letter abbreviation denoting the resin;
- a second two-letter abbreviation, denoting the reinforcement;
- a serial number of two digits, the first digit denoting the form of the material,
- a “2” indicates rolled tubes, and
- a second digit denoting sub-grades of the same type.

The abbreviations are given in 4.3.

The complete designation of the rolled tube is denoted by

- description: rolled tube;
- number of the IEC standard: IEC 61212-3-1;
- designation of the individual type;
- dimensions (in millimetres) of the rolled tube:
internal diameter × external diameter × length;
- a letter designating the finish on the external diameter of the rolled tube:
“A” designating tubes in the “as produced” condition;
“B” designating tubes in ground or turned condition.

EXAMPLE Rolled tube, IEC 61212-3-1 – EP GC 21 – 25 × 30 × 1 000 – A.

4.3 Abbreviations

Types of resin		Types of reinforcement	
EP	Epoxy (epoxide)	CC	Woven cotton cloth
MF	Melamine	CP	Cellulosic paper
PF	Phenolic	GC	Woven glass cloth
SI	Silicone	MP	Mica paper

5 Requirements

In addition to the general requirements given in IEC 61212-1, the rolled tubes shall comply with the additional requirements given in Tables 2, 3, 4, 5, 6, 7, and 8, with the exception of the length of tube supplied, which shall be subject to agreement between buyer and seller.

Table 1 – Types of industrial round rolled tubes

Resin	Reinforcement	Serial number	Applications and distinguishing characteristics ^a
EP	GC	21	Mechanical, electrical and electronic applications. Extremely high mechanical strength at moderate temperatures. Very good stability of electrical properties when exposed to high relative humidity.
		22	Similar to EP GC 21, but with high mechanical strength at elevated temperature.
		23	Similar to EP GC 21, but with improved flame resistance.
	MP	21	Mechanical, electrical and electronic applications. Good stability of electrical properties when exposed to high relative humidity. Good heat resistance.
MF	GC	21	Mechanical and electrical applications. High mechanical strength. Good arc and tracking resistance.
PF	CC	21	Mechanical and electrical applications. Fine weave ^b .
		22	Mechanical and electrical applications. Coarse weave ^b .
		23	Mechanical applications. Very coarse weave ^b .
		24	Similar to PF CC 21. For close tolerance machining applications (very fine weave) ^b .
	CP	21	Mechanical and low voltage electrical applications. Good electrical properties when exposed to normal relative humidity.
		22	High voltage electrical applications at power frequencies. High electric strength in oil.
		23	Similar to type PF CP 21, but with improved electrical properties when exposed to high relative humidity.
	GC	21	Mechanical and electrical applications. Very high mechanical strength at moderate temperatures.
SI	GC	21	Mechanical, electrical and electronic applications when exposed to high relative humidity.
	MP	21	Mechanical, electrical and electronic applications. Good stability of electrical properties at elevated temperatures.
^a It should not be inferred from the contents of Table 1 that round laminated rolled tubes of any particular type are necessarily unsuitable for applications other than those listed for them, or that specific round laminated rolled tubes will be suitable for all applications within the wide description given.			
^b Fabric weaves of type CC reinforcements:			
		Mass per unit area g/m ²	Thread count cm ⁻¹
Very coarse weave		> 200	< 18
Coarse weave		> 130	18 to 29
Fine weave		≤ 130	30 to 37
Very fine weave		≤ 125	> 37
These values are only for information. They are not to be considered as specification values. In general, the finer weave materials have better machining characteristics.			

Table 2 – Permissible deviation from nominal external diameter of round rolled tubes in the “as rolled and cured” condition

Nominal external diameter D mm	Maximum deviation ^a ± mm	
	Type	
	PF CP	All other types
≤ 0	0,3	0,5
10 < D ≤ 20	0,4	0,6
20 < D ≤ 50	0,4	0,6
50 < D ≤ 75	0,5	0,7
75 < D ≤ 100	0,7	1,2
100 < D ≤ 150	1,0	1,7
150 < D ≤ 200	1,2	1,9
200 < D ≤ 300	1,4	2,2
300 < D ≤ 500	1,6	2,5
> 500	1,8	3,0
Test method: see 4.1 of IEC 61212-2:2006.		
^a If a unilateral tolerance is agreed between purchaser and supplier, the tolerance shall not exceed twice the value given in the table.		

Table 3 – Permissible deviation from nominal external diameter of round rolled tubes in ground or turned condition, all types

Nominal external diameter D mm	Maximum deviation ^a ± mm
≤ 10	0,15
10 < D ≤ 25	0,20
25 < D ≤ 50	0,25
50 < D ≤ 75	0,30
75 < D ≤ 100	0,35
100 < D ≤ 125	0,45
125 < D ≤ 200	0,50
>200	^b
Test method: see 4.2 of IEC 61212-2:2006.	
^a If a unilateral tolerance is agreed between purchaser and supplier, the tolerance shall not exceed twice the value given in the table.	
^b By agreement between purchaser and manufacturer.	

Table 4 – Permissible deviation from nominal internal diameter of round rolled tubes, all types

Nominal internal diameter <i>d</i> mm	Maximum deviation ^a ± mm
≤ 3	0,10
3 < <i>d</i> ≤ 30	0,15
30 < <i>d</i> ≤ 50	0,20
50 < <i>d</i> ≤ 75	0,30
75 < <i>d</i> ≤ 100	0,40
100 < <i>d</i> ≤ 150	0,50
150 < <i>d</i> ≤ 200	0,70
200 < <i>d</i> ≤ 300	1,00
300 < <i>d</i> ≤ 500	1,50
> 500	2,00
Test method: see 4.3 of IEC 61212-2:2006.	
^a If a unilateral tolerance is agreed between purchaser and supplier, the tolerance may not be greater than twice the value given in the table.	

Table 5 – Tolerance on wall thickness for round rolled tubes

Nominal wall thickness <i>t</i> mm	Maximum deviation ± mm	
	All PF CP types	All other types
≤ 1,5	0,25	0,40
1,5 < <i>t</i> ≤ 3,0	0,40	0,50
3,0 < <i>t</i> ≤ 6,0	0,50	0,50
6,0 < <i>t</i> ≤ 12,0	0,80	0,80
12,0 < <i>t</i> ≤ 25,0	1,20	1,20
> 25,0	1,60	1,60
Test method: see 4.4 of IEC 61212-2:2006.		

Table 6 – Departure from straightness for round rolled tubes

Nominal external diameter D mm	Maximum deviation mm
$D < 8$	$8 L^2$
$D \geq 8$	$6 L^2$
Test method: see 4.5 of IEC 61212-2:2006. The departure from straightness of any tube shall not exceed the appropriate limiting value given above, where L is the length of the tube in metres.	

Table 7 – Property requirements for round rolled tubes

Property	Method of test IEC 61212-2:2006 (Subclause No.)	Unit	Maximum or minimum	Type														Remarks		
				EP GC 21	EP GC 22	EP GC 23	EP MP 21	MF GC 21	PF CC 21	PF CC 22	PF CC 23	PF CC 24	PF CP 21	PF CP 22	PF CP 23	PF GC 21	SI GC 21		SI MP 21	
Flexural strength perpendicular to laminations	5.1	MPa	minimum	300	300 ^a	300	100	120	90	80	80	100	80	100	100	100	140	100	75	Generally applicable to tubes where satisfactory test pieces according to IEC 61212-2:2006, 5.1.1, can be produced. For all others the test for cohesion between layers can be an alternative method.
Axial compressive strength	5.2	MPa	minimum	175	175	175	60	80	110	100	100	100	120	100	80	100	120	40	40	
Cohesion between layers	5.3	MPa	minimum	200	200	200	30	150	90	90	90	100	70	70	70	200	50	25	Applicable only to tubes of nominal internal diameter not greater than 100 mm.	
Breakdown voltage at 90°C in oil parallel to laminations	6.1	kV	minimum	40	40	40	30	10	10	10	8	10	15	50 ^b	25	15	35	20	The 20 s step-by-step test and the 1 min proof test for breakdown voltage at 90 °C in oil, parallel to laminations, are alternatives.	
Electric strength at 90°C in oil perpendicular to laminations	6.1	kV/mm	minimum	See Table 8															Applicable only to tubes of nominal wall thickness not greater than 3 mm.	
Insulation resistance after immersion in water	6.2	MΩ	minimum	1 000	1 000	1 000	100	0,1	10	2	0,5	2	1	1	5	20	100	10		

Property	Method of test IEC 61212-2:2006 (Subclause No.)	Unit	Maximum or minimum	Type														Remarks	
				EP GC 21	EP GC 22	EP GC 23	EP MP 21	MF GC 21	PF CC 21	PF CC 22	PF CC 23	PF CC 24	PF CP 21	PF CP 22	PF CP 23	PF GC 21	SI GC 21		SI MP 21
Dissipation factor 1 MHz 48 Hz to 62 Hz	6.3	-	maximum	(0,04) (0,05)	(0,04) (0,05)	(0,04) (0,05)	(0,04) --	(0,02) --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	(0,04) --	(0,01) (0,05)	(0,02) --	Conformance with the requirement for either test constitutes conformance with the specification in this respect.	
Permittivity 1 MHz 48 Hz to 62 Hz	6.3	-	maximum	(5,2) --	(5,2) --	(5,2) --	(5,2) --	(8,0) --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	-- --	(6,0) --	(5,0) --	(5,3) --	Conformance with the requirement for either test constitutes conformance with the specification in this respect.	
Thermal endurance	7.1	TI		(130)	(155)	(130)	(155)	(130)	(120)	(120)	(120)	(120)	(120)	(120)	(130)	(180)	(180)		
Water absorption	7.2	mg/cm ²	maximum	1,5	1,5	1,5	2,0	5,0	5,0	10,0	13,0	5,0	10,0	10,0	5,0	2,0	3,5		
Density	7.3	g/cm ³	Range	(1,70 1,90)	(1,70 1,90)	(1,70 1,90)	(1,50 1,80)	(1,70 1,90)	(1,15 1,35)	(1,15 1,35)	(1,15 1,35)	(1,15 1,35)	(1,10 1,20)	(1,05 1,15)	(1,10 1,20)	(1,70 1,90)	(1,60 1,80)	(1,60 1,90)	The small-scale laboratory test used in this standard for assigning a flammability category is primarily for monitoring consistency of production of products. The results so obtained should not in any circumstances be considered as an overall indication of the potential fire hazards presented by these products under actual conditions of use.
Flammability	7.4	Cate- gory	-	--	--	V-0	--	V-0	--	--	--	--	--	--	--	V-0	V-0		

Values in brackets "()" are typical values intended to give only general guidance and are not to be considered as requirement of this standard.	
A double dash "--" signifies that there is no requirement.	
a	For type EP GC 22: The flexural strength measured at $150\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ K}$ after conditioning for 1 h at $150\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ K}$ in air shall not be less than 50 % of the value specified in the table.
b	After preconditioning in air at $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ K}$ for 96 h immediately before test and transferring immediately into the hot oil.

Table 8 – Electric strength at 90 °C in oil, perpendicular to laminations, for round rolled tubes (1 min proof test or 20 s step-by-step test)^a (kV/mm)

Type	Nominal wall thickness of test specimen ^b mm														
	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,5	2,6	2,8	3,0
EP GC 21	--	--	12,2	11,6	11,0	10,4	9,8	9,4	9,0	8,7	8,4	8,2	8,1	7,9	7,7
EP GC 22	--	--	12,2	11,6	11,0	10,4	9,8	9,4	9,0	8,7	8,4	8,2	8,1	7,9	7,7
EP GC 23	--	--	12,2	11,6	11,0	10,4	9,8	9,4	9,0	8,7	8,4	8,2	8,1	7,9	7,7
EP MP 21	17,0	16,5	15,8	15,0	14,0	13,5	13,0	12,5	12,0	11,8	11,6	11,5	11,4	11,2	11,0
MF GC 21	--	--	4,9	4,8	4,6	4,4	4,2	4,1	4,0	3,9	3,8	3,7	3,6	3,4	3,3
PF CC 21	--	--	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,1	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6
PF CC 22	--	--	--	2,4	2,3	2,2	2,1	2,1	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6
PF CC 23	--	--	--	--	--	--	--	--	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6
PF CC 24	--	--	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,1	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6
PF CP 21	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
PF CP 22 ^c	--	--	--	13,5	12,8	12,2	11,6	11,2	10,8	10,5	10,3	10,2	10,1	10,0	9,9
PF CP 23	13,0	12,2	10,7	9,7	9,0	8,2	7,8	7,4	7,0	6,7	6,5	6,4	6,3	6,2	6,1
PF GC 21	--	--	7,0	6,8	6,5	6,3	6,0	5,8	5,6	5,4	5,3	5,2	5,1	4,9	4,8
SI GC 21	--	--	8,6	8,3	8,0	7,8	7,5	7,3	7,0	6,8	6,6	6,5	6,4	6,2	6,0
SI MP 21	17,0	16,5	15,8	15,0	14,0	13,5	13,0	12,5	12,0	11,8	11,6	11,5	11,4	11,2	11,0
Test method: see 6.1 of IEC 61212-2:2006.															
NOTE A double dash, "--", signifies that there is no requirement.															
a The requirements for the 20 s step-by-step test and the 1 min proof test for electric strength at 90 °C in oil, perpendicular to laminations, are alternatives. A material meeting either requirement is deemed to comply with the specification with respect to electric strength at 90 °C in oil, perpendicular to laminations. b If the nominal wall thickness of the test specimen lies between two values of wall thickness shown in the above table, the limit is obtained by interpolation. If the nominal wall thickness is below the minimum thickness for which a limit is given, the electric strength limit appropriate to the minimum thickness shall apply. For nominal wall thicknesses greater than 3,0 mm, the values for 3,0 mm shall apply. c After preconditioning in air at 105 °C ± 5 K for 96 h immediately before test and transferring immediately into the hot oil.															

Bibliography

IEC 61212-3 (all sheets), *Insulating materials – Industrial rigid round laminated tubes and rods based on thermosetting resins for electrical purposes – Part 3: Specifications for individual materials*

ISO 472:1999, *Plastics – Vocabulary*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	19
INTRODUCTION.....	21
1 Domaine d'application	22
2 Références normatives	22
3 Termes et définitions	22
4 Désignations et abréviations.....	23
4.1 Généralités.....	23
4.2 Désignation	23
4.3 Abréviations	23
5 Exigences	23
Bibliographie.....	32
Tableau 1 – Types de tubes industriels ronds enroulés	24
Tableau 2 – Écart admissible par rapport au diamètre extérieur nominal des tubes ronds enroulés en l'état "enroulé et traité".....	25
Tableau 3 – Écart admissible par rapport au diamètre extérieur nominal des tubes ronds enroulés rectifiés ou tournés, de tous types	25
Tableau 4 – Écart admissible par rapport au diamètre intérieur nominal des tubes ronds enroulés, de tous types	26
Tableau 5 – Tolérance pour l'épaisseur de paroi des tubes ronds enroulés.....	26
Tableau 6 – Écart de rectitude des tubes ronds enroulés	27
Tableau 7 – Exigences relatives aux propriétés des tubes ronds enroulés	28
Tableau 8 – Rigidité diélectrique à 90 °C dans l'huile, perpendiculairement aux couches, pour tubes ronds enroulés (essai de rupture par traction de 1 min ou essai par paliers de 20 s) ^a (kV/mm)	31

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MATÉRIAUX ISOLANTS – TUBES ET BARRES INDUSTRIELS
RIGIDES, RONDS, STRATIFIÉS, À BASE DE RÉSINES
THERMODURCISSABLES, À USAGES ÉLECTRIQUES –****Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers –
Feuille 1: Tubes ronds stratifiés enroulés**

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 61212-3-1 a été établie par le comité 15 de la CEI: Matériaux isolants électriques solides.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2006. Cette édition constitue une révision technique.

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

Les détails d'essais relatifs à la résistance d'isolement, ainsi que les valeurs d'écart admissible par rapport au diamètre extérieur nominal des tubes ronds enroulés en l'état "enroulé et traité" après immersion dans l'eau ont été modifiés.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
15/699/FDIS	15/709/RVD

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

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61212, sous le titre général *Matériaux isolants – Tubes et barres industriels rigides, ronds, stratifiés, à base de résines thermodurcissables, à usages électriques*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

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

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 61212 constitue une norme d'une série qui traite des tubes et des barres industriels rigides ronds stratifiés à base de résines thermodurcissables, à usages électriques.

Cette série comporte trois parties:

Partie 1: Definitions, designations and general requirements (IEC 61212-1) (disponible en anglais seulement)

Partie 2: Méthodes d'essai (CEI 61212-2)

Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers (CEI 61212-3)

La CEI 61212-3-1 contient une des feuilles de spécifications constituant la Partie 3, ci-après:

Feuille 1: Tubes ronds stratifiés enroulés.

MATÉRIAUX ISOLANTS – TUBES ET BARRES INDUSTRIELS RIGIDES, RONDS, STRATIFIÉS, À BASE DE RÉSINES THERMODURCISSABLES, À USAGES ÉLECTRIQUES –

Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers – Feuille 1: Tubes ronds stratifiés enroulés

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61212 donne les exigences relatives aux tubes industriels rigides ronds, stratifiés, enroulés, à usages électriques, à base de différentes résines et de différents matériaux de renfort.

Les applications et les propriétés distinctives sont données au Tableau 1.

Les matériaux qui sont conformes à cette spécification satisfont à des niveaux de performances établis. Cependant, il convient que le choix d'un matériau par un utilisateur et pour une application particulière soit fondé sur les exigences réelles nécessaires pour obtenir les performances satisfaisantes pour cette application, et non pas fondé sur cette seule spécification.

Avertissement de sécurité:

Il est de la responsabilité de l'utilisateur de s'assurer que les méthodes figurant ou référencées dans la présente norme soient utilisées de manière sûre.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 61212-1, *Insulating materials – Industrial rigid round laminated tubes and rods based on thermosetting resins for electrical purposes – Part 1: Definitions, designations and general requirements* (disponible en anglais seulement)

CEI 61212-2:2006, *Matériaux isolants – Tubes et barres industriels rigides, ronds, stratifiés, à base de résines thermodurcissables, à usages électriques – Partie 2: Méthodes d'essai*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les terme et définition suivants s'appliquent.

3.1

tube rond stratifié enroulé

<thermodurcis> tube formé par enroulement de couches de matériau imprégnées sur un mandrin entre des rouleaux de pression chauffés, durcissement dans une étuve, puis extraction du mandrin

[SOURCE: ISO 472:1999, modifiée – Le mot "rond" a été ajouté dans le terme.]

4 Désignations et abréviations

4.1 Généralités

Les tubes ronds stratifiés enroulés couverts par la présente feuille de la Partie 3, sont classés en types qui diffèrent selon les résines et les matériaux de renfort utilisés, selon la méthode de fabrication et selon leurs propriétés distinctives.

4.2 Désignation

Les types particuliers sont désignés par

- une abréviation composée de deux lettres indiquant la résine;
- une deuxième abréviation composée de deux lettres indiquant le matériau de renfort;
- un numéro de série de deux chiffres, le premier chiffre indiquant la forme du matériau:
- un "2" indique les tubes enroulés, et
- un second chiffre distinguant les sous-types d'un même type.

Les abréviations sont données en 4.3.

La désignation complète du tube enroulé est indiquée par

- la description: tube enroulé;
- le numéro de la norme CEI: CEI 61212-3-1;
- la désignation du type particulier;
- les dimensions (en millimètres) du tube enroulé:
diamètre intérieur × diamètre extérieur × longueur;
- une lettre désignant la finition du diamètre extérieur du tube enroulé:
"A" désignant les tubes bruts de fabrication;
"B" désignant les tubes rectifiés ou tournés.

EXEMPLE Tube enroulé, CEI 61212-3-1 – EP GC 21 – 25 × 30 × 1 000 – A.

4.3 Abréviations

Types de résine		Types de matériau de renfort	
EP	Époxy (époxyde)	CC	Tissu de coton
MF	Mélamine	CP	Papier de cellulose
PF	Phénolique	GC	Tissu de verre
SI	Silicone	MP	Papier de mica

5 Exigences

Outre les exigences générales données dans la CEI 61212-1, les tubes enroulés doivent satisfaire aux exigences supplémentaires données dans les Tableaux 2, 3, 4, 6, 7 et 8, à l'exception de la longueur du tube fourni, qui doit faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le vendeur.

Tableau 1 – Types de tubes industriels ronds enroulés

Rési- ne	Matériau de renfort	Numéro de série	Applications et caractéristiques distinctives ^a
EP	GC	21	Applications mécaniques, électriques et électroniques. Très haute résistance mécanique à température moyenne. Très bonne stabilité des propriétés électriques à humidité relative élevée.
		22	Analogue à EP GC 21, mais avec une haute résistance mécanique à température élevée.
		23	Analogue à EP GC 21, mais avec une résistance à la flamme améliorée.
	MP	21	Applications mécaniques, électriques et électroniques. Bonne stabilité des propriétés électriques à humidité relative élevée. Bonne résistance à la chaleur.
MF	GC	21	Applications mécaniques et électriques. Haute résistance mécanique. Bonne résistance à l'arc et au cheminement.
PF	CC	21	Applications mécaniques et électriques. Légère déviation latérale ^b .
		22	Applications mécaniques et électriques. Déviation latérale importante ^b .
		23	Applications mécaniques. Déviation latérale très importante ^b .
		24	Analogue à PF CC 21. Pour des applications d'usinage à tolérance étroite (très légère déviation latérale) ^b .
	CP	21	Applications mécaniques et applications électriques à basse tension. Bonnes propriétés électriques à humidité relative normale.
		22	Applications électriques à haute tension, aux fréquences industrielles. Rigidité diélectrique élevée dans l'huile.
		23	Analogue au type PF CP 21, mais avec des propriétés électriques améliorées à humidité relative élevée.
	GC	21	Applications mécaniques et électriques. Très haute résistance mécanique à températures moyennes.
SI	GC	21	Applications mécaniques, électriques et électroniques à humidité relative élevée.
	MP	21	Applications mécaniques, électriques et électroniques. Bonne stabilité des propriétés électriques à température élevée.
^a Il convient de ne pas déduire du Tableau 1 que les tubes ronds stratifiés enroulés d'un type particulier sont nécessairement impropres aux applications autres que celles indiquées, ni que les tubes ronds stratifiés enroulés particuliers sont adaptés à toutes les applications dans la large description donnée.			
^b Déviations latérales des matériaux de renfort de type CC:			
		Masse par unité de surface g/m ²	Nombre de fils cm ⁻¹
Déviation latérale très importante		> 200	< 18
Déviation latérale importante		> 130	18 à 29
Légère déviation latérale		≤ 130	30 à 37
Très légère déviation latérale		≤ 125	> 37
Ces valeurs ne sont données qu'à titre informatif. Elles ne doivent pas être considérées comme des valeurs de spécification. En général, les matériaux dont la déviation latérale est la plus légère présentent de meilleures caractéristiques d'usinage.			

Tableau 2 – Écart admissible par rapport au diamètre extérieur nominal des tubes ronds enroulés en l'état "enroulé et traité"

Diamètre extérieur nominal D mm	Écart maximal ^a ± mm	
	Type	
	PF CP	Tous les autres types
≤ 0	0,3	0,5
10 < D ≤ 20	0,4	0,6
20 < D ≤ 50	0,4	0,6
50 < D ≤ 75	0,5	0,7
75 < D ≤ 100	0,7	1,2
100 < D ≤ 150	1,0	1,7
150 < D ≤ 200	1,2	1,9
200 < D ≤ 300	1,4	2,2
300 < D ≤ 500	1,6	2,5
> 500	1,8	3,0
Méthode d'essai: voir 4.1 de la CEI 61212-2:2006.		
^a Si une tolérance unilatérale est convenue entre l'acheteur et le fournisseur, elle ne doit pas dépasser deux fois la valeur donnée dans le tableau.		

Tableau 3 – Écart admissible par rapport au diamètre extérieur nominal des tubes ronds enroulés rectifiés ou tournés, de tous types

Diamètre extérieur nominal D mm	Écart maximal ^a ± mm
≤ 10	0,15
10 < D ≤ 25	0,20
25 < D ≤ 50	0,25
50 < D ≤ 75	0,30
75 < D ≤ 100	0,35
100 < D ≤ 125	0,45
125 < D ≤ 200	0,50 ^b
>200	
Méthode d'essai: voir 4.2 de la CEI 61212-2:2006.	
^a Si une tolérance unilatérale est convenue entre l'acheteur et le fournisseur, elle ne doit pas dépasser deux fois la valeur donnée dans le tableau.	
^b Selon accord entre l'acheteur et le fabricant	

Tableau 4 – Écart admissible par rapport au diamètre intérieur nominal des tubes ronds enroulés, de tous types

Diamètre intérieur nominal d mm	Écart maximal ^a ± mm
≤ 3	0,10
3 < d ≤ 30	0,15
30 < d ≤ 50	0,20
50 < d ≤ 75	0,30
75 < d ≤ 100	0,40
100 < d ≤ 150	0,50
150 < d ≤ 200	0,70
200 < d ≤ 300	1,00
300 < d ≤ 500	1,50
> 500	2,00
Test method: voir 4.3 de la CEI 61212-2:2006.	
^a Si une tolérance unilatérale est convenue entre l'acheteur et le fournisseur, elle ne peut pas être supérieure à deux fois la valeur donnée dans le tableau.	

Tableau 5 – Tolérance pour l'épaisseur de paroi des tubes ronds enroulés

Épaisseur nominale de paroi t mm	Écart maximal ± mm	
	Tous types PF CP	Tous les autres types
≤ 1,5	0,25	0,40
1,5 < t ≤ 3,0	0,40	0,50
3,0 < t ≤ 6,0	0,50	0,50
6,0 < t ≤ 12,0	0,80	0,80
12,0 < t ≤ 25,0	1,20	1,20
> 25,0	1,60	1,60
Méthode d'essai: voir 4.4 de la CEI 61212-2:2006.		

Tableau 6 – Écart de rectitude des tubes ronds enroulés

Diamètre extérieur nominal D mm	Écart maximal mm
$D < 8$	$8 L^2$
$D \geq 8$	$6 L^2$
Méthode d'essai: voir 4.5 de la CEI 61212-2:2006. L'écart de rectitude de tout tube ne doit pas dépasser la valeur limite appropriée ci-dessus, où L est la longueur du tube en mètres.	

Tableau 7 – Exigences relatives aux propriétés des tubes ronds enroulés

Propriété	Méthode d'essai CEI 61212-2:2006 (Paragraphe) No.	Unité	Valeur maximale ou minimale	Type														Remarques	
				EP GC 21	EP GC 22	EP GC 23	EP MP 21	MF GC 21	PF CC 21	PF CC 22	PF CC 23	PF CC 24	PF CP 21	PF CP 22	PF CP 23	PF GC 21	SI GC 21		SI MP 21
Contrainte de flexion perpendiculaire-ment aux couches	5.1	MPa	minimum	300	300 ^a	300	100	120	90	80	80	100	100	100	100	140	100	75	Généralement applicable aux tubes lorsque des échantillons d'essais satisfaisants selon la CEI 61212-2:2006, 5.1.1, peuvent être produits. Pour tous les autres, l'essai relatif à la cohérence entre les couches peut représenter une méthode alternative.
Résistance à la compression dans le sens axial	5.2	MPa	minimum	175	175	175	60	80	110	100	100	120	100	80	100	120	40	40	
Cohésion entre couches	5.3	MPa	minimum	200	200	200	30	150	90	90	90	100	70	70	70	200	50	25	Applicable uniquement aux tubes de diamètre intérieur nominal inférieur ou égal à 100 mm.
Tension de claquage à 90°C dans l'huile parallèlement aux couches	6.1	kV	minimum	40	40	40	30	10	10	10	8	10	15	50 ^b	25	15	35	20	L'essai par paliers de 20 s et l'essai de rupture par traction de 1 min pour la tension de claquage à 90 °C dans l'huile, parallèlement aux couches, constituent des alternatives.
Rigidité diélectrique à 90 °C dans l'huile perpendiculaire-ment aux couches	6.1	kV/mm	minimum	Voir le Tableau 8															Applicable uniquement aux tubes d'épaisseur nominale de paroi inférieure ou égale à 3 mm.

Propriété	Méthode d'essai CEI 61212-2:2006 (Paragraphe) No.	Unité	Valeur maximale ou minimale	Type															Remarques
				EP GC 21	EP GC 22	EP GC 23	EP MP 21	MF GC 21	PF CC 21	PF CC 22	PF CC 23	PF CC 24	PF CP 21	PF CP 22	PF CP 23	PF GC 21	SI GC 21	SI MP 21	
Résistance d'isolement après immersion dans l'eau	6.2	MΩ	minimum	1 000	1 000	1 000	100	0,1	10	2	0,5	2	1	1	5	20	100	10	
Facteur de dissipation 1 MHz 48 Hz to 62 Hz	6.3	-	maximum	(0,04) (0,05)	(0,04) (0,05)	(0,04) (0,05)	(0,04)	(0,02)	--	--	--	--	--	--	--	(0,04) --	(0,01) (0,05)	(0,02) --	La conformité avec l'exigence pour l'un ou l'autre essai constitue, à cet égard, une conformité avec la spécification.
Permittivité 1 MHz 48 Hz à 62 Hz	6.3	-	maximum	(5,2) --	(5,2) --	(5,2) --	(5,2)	(8,0)	--	--	--	--	--	--	--	(6,0) --	(5,0) --	(5,3) --	La conformité avec l'exigence pour l'un ou l'autre essai constitue, à cet égard, une conformité avec la spécification.
Endurance thermique	7.1	TI		(130)	(155)	(130)	(155)	(130)	(120)	(120)	(120)	(120)	(120)	(120)	(120)	(130)	(180)	(180)	
Absorption d'eau	7.2	mg/cm ²	maximum	1,5	1,5	1,5	2,0	5,0	5,0	10,0	13,0	5,0	10,0	10,0	5,0	3,0	2,0	3,5	
Masse volumique	7.3	g/cm ³	Gamme	(1,70) -- 1,90)	(1,70) -- 1,90)	(1,70) -- 1,90)	(1,50) -- 1,80)	(1,70) -- 1,90)	(1,15) -- 1,35)	(1,15) -- 1,35)	(1,15) -- 1,35)	(1,15) -- 1,35)	(1,10) -- 1,20)	(1,10) -- 1,20)	(1,10) -- 1,20)	(1,70) -- 1,90)	(1,60) -- 1,80)	(1,60) -- 1,90)	

Propriété	Méthode d'essai CEI 61212-2:2006 (Paragraphe) No.	Unité	Valeur maximale ou minimale	Type																Remarques
				EP GC 21	EP GC 22	EP GC 23	EP MP 21	MF GC 21	PF CC 21	PF CC 22	PF CC 23	PF CC 24	PF CP 21	PF CP 22	PF CP 23	PF GC 21	SI GC 21	SI MP 21		
Inflammabilité	7.4	Caté- gorie	-	--	--	V-0	--	--	--	--	--	--	--	--	V-0	V-0	L'essai de laboratoire à petite échelle utilisé dans la présente norme pour attribuer une catégorie d'inflammabilité est principalement destiné au contrôle de cohérence de la production des produits. En aucun cas il ne convient de considérer les résultats ainsi obtenus comme une indication générale de risques potentiels d'incendie présentés par ces produits dans les conditions réelles d'utilisation.			
Les valeurs entre parenthèses "()" sont les valeurs habituelles données à titre d'indication d'ordre général et ne doivent pas être considérées comme des exigences dans le cadre de la présente norme.																				
Un double tiret "--" signifie l'absence d'exigence.																				
^a Pour le type EP GC 22: la résistance à la flexion mesurée à 150 °C ± 5 K après conditionnement pendant 1 h à 150 °C ± 5 K dans l'air ne doit pas être inférieure à 50 % de la valeur spécifiée dans le tableau.																				
^b Après le préconditionnement dans l'air à 105 °C ± 5 K pendant 96 h immédiatement avant l'essai et transfert immédiat dans l'huile chaude.																				

Tableau 8 – Rigidité diélectrique à 90 °C dans l'huile, perpendiculairement aux couches, pour tubes ronds enroulés (essai de rupture par traction de 1 min ou essai par paliers de 20 s) ^a (kV/mm)

Type	Épaisseur nominale de paroi du spécimen d'essai ^b mm														
	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,5	2,6	2,8	3,0
EP GC 21	--	--	12,2	11,6	11,0	10,4	9,8	9,4	9,0	8,7	8,4	8,2	8,1	7,9	7,7
EP GC 22	--	--	12,2	11,6	11,0	10,4	9,8	9,4	9,0	8,7	8,4	8,2	8,1	7,9	7,7
EP GC 23	--	--	12,2	11,6	11,0	10,4	9,8	9,4	9,0	8,7	8,4	8,2	8,1	7,9	7,7
EP MP 21	17,0	16,5	15,8	15,0	14,0	13,5	13,0	12,5	12,0	11,8	11,6	11,5	11,4	11,2	11,0
MF GC 21	--	--	4,9	4,8	4,6	4,4	4,2	4,1	4,0	3,9	3,8	3,7	3,6	3,4	3,3
PF CC 21	--	--	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,1	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6
PF CC 22	--	--	--	2,4	2,3	2,2	2,1	2,1	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6
PF CC 23	--	--	--	--	--	--	--	--	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6
PF CC 24	--	--	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,1	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6
PF CP 21	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
PF CP 22 ^c	--	--	--	13,5	12,8	12,2	11,6	11,2	10,8	10,5	10,3	10,2	10,1	10,0	9,9
PF CP 23	13,0	12,2	10,7	9,7	9,0	8,2	7,8	7,4	7,0	6,7	6,5	6,4	6,3	6,2	6,1
PF GC 21	--	--	7,0	6,8	6,5	6,3	6,0	5,8	5,6	5,4	5,3	5,2	5,1	4,9	4,8
SI GC 21	--	--	8,6	8,3	8,0	7,8	7,5	7,3	7,0	6,8	6,6	6,5	6,4	6,2	6,0
SI MP 21	17,0	16,5	15,8	15,0	14,0	13,5	13,0	12,5	12,0	11,8	11,6	11,5	11,4	11,2	11,0
Méthode d'essai: voir 6.1 de la CEI 61212-2:2006.															
NOTE Un double tiret "--" signifie l'absence d'exigence.															
^a Les exigences relatives à l'essai par paliers de 20 s et l'essai de rupture par traction de 1 min pour la rigidité diélectrique à 90 °C dans l'huile, perpendiculairement aux couches, constituent des alternatives. Un matériau répondant aux deux exigences est considéré conforme à la spécification pour ce qui est de la rigidité diélectrique à 90 °C dans l'huile, perpendiculairement aux couches. ^b Si l'épaisseur nominale de paroi du spécimen d'essai se situe entre deux valeurs d'épaisseur de paroi indiquées dans le tableau ci-dessus, la limite est obtenue par interpolation. Si l'épaisseur nominale de paroi est inférieure à l'épaisseur minimale pour laquelle une limite est donnée la limite de rigidité diélectrique appropriée à l'épaisseur minimale doit s'appliquer. S'agissant d'épaisseurs nominales de paroi supérieures à 3,0 mm, les valeurs pour 3,0 mm doivent s'appliquer. ^c Après le préconditionnement dans l'air à 105 °C ± 5 K pendant 96 h immédiatement avant l'essai et transfert immédiat dans l'huile chaude.															

Bibliographie

CEI 61212-3 (toutes les feuilles), *Matériaux isolants – Tubes et barres industriels rigides, ronds, stratifiés, à base de résines thermodurcissables, à usages électriques – Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers*

ISO 472:1999, *Plastiques – Vocabulaire*

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