

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



BASIC SAFETY PUBLICATION

PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ

Fire hazard testing –

Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods

Essais relatifs aux risques du feu –

Partie 11-10: Flammes d'essai – Méthodes d'essai horizontal et vertical à la flamme de 50 W

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60695-11-10:2013



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 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.

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It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



BASIC SAFETY PUBLICATION

PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ

Fire hazard testing –

Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods

Essais relatifs aux risques du feu –

Partie 11-10: Flammes d'essai – Méthodes d'essai horizontal et vertical à la flamme de 50 W

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

W

ICS 13.220.40; 29.020

ISBN 978-2-83220-796-3

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.

Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	8
4 Principle	11
5 Significance of the fire tests	12
5.1 Vertical and horizontal testing	12
5.2 Limitations on the use of test results	12
5.3 Physical properties that can affect burning behaviour	12
5.4 Shrinkage and distortion.....	12
5.5 Effects of test specimen conditioning.....	12
6 Apparatus.....	12
6.1 Laboratory fume hood/chamber	12
6.2 Laboratory burner.....	13
6.3 Support stand.....	13
6.4 Timing device	13
6.5 Measuring scale	13
6.6 Wire gauze	13
6.7 Conditioning chamber.....	13
6.8 Micrometer	13
6.9 HB support fixture	13
6.10 Desiccator	13
6.11 Air-circulating oven.....	14
6.12 Cotton pads.....	14
7 Test specimens	14
7.1 Test specimen preparation	14
7.2 Test specimen dimensions	14
7.3 Testing materials – ranges in formulations	15
7.3.1 General	15
7.3.2 Density, melt flows and filler/reinforcement.....	15
7.3.3 Colour	15
8 Test method A – Horizontal burning test.....	16
8.1 Conditioning and test conditions	16
8.1.1 General	16
8.1.2 “As received” conditioned test specimens	16
8.1.3 Test conditions	16
8.2 Test procedure	16
8.2.1 Test specimen marking.....	16
8.2.2 Test specimen setup.....	16
8.2.3 Flame setup.....	16
8.2.4 Application of flame and use of the HB support fixture	17
8.2.5 Method and observations.....	17
8.3 Calculation	17
8.4 Classification.....	17

8.4.1	General	17
8.4.2	HB classification	18
8.4.3	HB40 classification	18
8.4.4	HB75 classification	18
8.5	Test report	18
9	Test method B – Vertical burning test	19
9.1	Conditioning and test conditions	19
9.1.1	General	19
9.1.2	“As received” conditioned test specimens	19
9.1.3	Oven conditioned test specimens	19
9.1.4	Conditioning of the cotton pads	19
9.1.5	Test conditions	19
9.2	Test procedure	19
9.2.1	Test specimen setup	19
9.2.2	Flame setup	19
9.2.3	Flame application and observations	20
9.2.4	Evaluation of “burned to the holding clamp”	21
9.2.5	Criteria for retest	21
9.3	Calculation of the total afterflame time, t_f	21
9.4	Classification	21
9.5	Test report	22
Annex A (informative)	Precision of test method A	34
Annex B (informative)	Precision of test method B	35
Bibliography		36
Figure 1	– Horizontal burning test apparatus	23
Figure 2	– Flexible test specimen support fixture – method A	24
Figure 3	– Vertical burning test apparatus – method B	25
Figure 4	– Bar test specimen	26
Figure 5	– Optional clearance gauge	27
Figure 6	– Clearance gauge	28
Figure 7	– Flame application	29
Figure 8	– Flame application when there are molten drips	30
Figure 9	– HB Specimen Gauge (Example)	30
Figure 10	– V Specimen Gauge (Example)	31
Figure 11	– Flame front position not classified as “burned to the holding clamp”	32
Figure 12	– Flame front position classified as “burned to the holding clamp”	33
Table 1	– Thickness tolerances	15
Table 2	– Criteria for vertical burning classification	21
Table A.1	– Linear burning rate	34
Table B.1	– Afterflame time and afterflame plus afterglow times	35

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIRE HAZARD TESTING –**Part 11-10: Test flames –
50 W horizontal and vertical flame test methods****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 60695-11-10 has been prepared by IEC technical committee 89: Fire hazard testing.

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

FDIS	Report on voting
89/1161/FDIS	89/1165/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.

This second edition cancels and replaces the consolidated version of IEC 60695-11-10 published in 2003 and constitutes a technical revision.

The main changes with respect to the first edition are listed below:

- Editorial changes have been made throughout the document for the purpose of aligning IEC 60695-11-10 with IEC 60695-11-20.
- Details on test specimen dimensions have been added to Clause 7.
- New Subclause 9.1.4 Conditioning of the cotton pad has been added.
- New Subclause 9.2.4 Evaluation of “burned to the holding clamp” has been added.
- The Bibliography has been updated and references added.

It has the status of a basic safety publication in accordance with IEC Guide 104 and ISO/IEC Guide 51.

This International Standard is to be used in conjunction with IEC 60695-11-4.

A list of all the parts in the IEC 60695 series, under the general title *Fire hazard testing*, can be found on the IEC website.

Part 11 consists of the following parts:

- Part 11-2: *Test flames – 1 kW nominal pre-mixed flame – Apparatus, confirmatory test arrangement and guidance*
- Part 11-3: *Test flames – 500 W flames – Apparatus and confirmational test methods*
- Part 11-4: *Test flames – 50 W flame – Apparatus and confirmational test method*
- Part 11-5: *Test flames – Needle-flame test method – Apparatus, confirmatory test arrangement and guidance*
- Part 11-10: *Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods*
- Part 11-11: *Test flames – Determination of the characteristic heat flux for ignition from a non-contacting flame source*
- Part 11-20: *Test flames – 500 W flame test methods*
- Part 11-30: *Test flames – History and development from 1979 to 1999*
- Part 11-40: *Test flames – Confirmatory tests – Guidance*

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.

The contents of the corrigendum of September 2014 have been included in this copy.

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

In the design of any electrotechnical product, the risk of fire and the potential hazards associated with fire need to be considered. In this respect the objective of component, circuit, and product design, as well as the choice of materials, is to reduce to acceptable levels the potential risks of fire during normal operating conditions, reasonable foreseeable abnormal use, malfunction, and/or failure. IEC Technical Committee 89 has developed IEC 60695-1-10, together with its companion, IEC 60695-1-11, to provide guidance on how this is to be accomplished.

The primary aims of IEC 60695-1-10 and IEC 60695-1-11 are to provide guidance on how:

- a) to prevent ignition caused by an electrically energized component part, and
- b) to confine any resulting fire within the bounds of the enclosure of the electrotechnical product in the event of ignition.

Secondary aims of these documents include the minimization of any flame spread beyond the product's enclosure and the minimization of harmful effects of fire effluents such as heat, smoke, toxicity and/or corrosivity.

Fires involving electrotechnical products can also be initiated from external non-electrical sources. Considerations of this nature should be dealt with in the overall fire hazard assessment.

This part of IEC 60695 describes the test procedures for small scale tests to be carried out on materials used in electrotechnical equipment. A 50 W test flame is used as an ignition source. The test methods described provide classifications which may be used for quality assurance, the pre-selection of component materials of products, or to verify the required minimum flammability classification of materials used in end products.

These test methods should not be used solely to describe or appraise the fire hazard or fire risk of materials, products, or assemblies under actual fire conditions. However, results of these test methods may be used as elements of a fire hazard assessment which takes into account all of the factors which are pertinent to a particular end use.

This international standard may involve hazardous materials, operations, and equipment. It does not purport to address all of the safety problems associated with its use. It is the responsibility of the user of this international standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.

FIRE HAZARD TESTING –

Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods

1 Scope

This part of IEC 60695 specifies small-scale laboratory test procedures intended to compare the burning behaviour of different materials used in electrotechnical products when vertically or horizontally oriented test bar specimens are exposed to a small flame ignition source with a nominal thermal power of 50 W. These test methods determine either the linear burning rate or the self-extinguishing properties of materials.

These test methods are applicable to solid and cellular materials that have an apparent density of more than 250 kg/m³, determined in accordance with ISO 845.

Two test methods are described. Method A is a horizontal burning test and is intended to determine the linear burning rate of materials under specific test conditions. Method B is a vertical burning test and is intended to determine whether materials self-extinguish under specific test conditions.

NOTE 1 ISO 9772 [8]¹ describes a test method for the determination of the burning characteristics to be used for materials with an apparent density of 250 kg/m³ or less. ISO 9773 describes a test method for the determination of the burning behaviour to be used for materials that due to their thinness, either distort and/or are burned up to the holding clamp using Method B of this standard.

The test methods described provide classifications (see 8.4 and 9.4), which may be used for quality assurance, the pre-selection of component materials of products, or to verify the required minimum flammability classification of materials used in end products.

NOTE 2 Guidance on pre-selection is given in IEC 60695-1-30.

This basic safety publication is intended for use by technical committees in the preparation of standards in accordance with the principles laid down in IEC Guide 104 and ISO/IEC Guide 51.

One of the responsibilities of a technical committee is, wherever applicable, to make use of basic safety publications in the preparation of its publications. The requirements, test methods or test conditions of this basic safety publication will not apply unless specifically referred to or included in the relevant publications.

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 60695-4, *Fire hazard testing – Part 4: Terminology concerning fire tests for electrotechnical products*

¹ Figures in square brackets refer to the bibliography.

IEC 60695-11-4, *Fire hazard testing – Part 11-4: Test flames – 50 W flames – Apparatus and confirmational test method*

IEC Guide 104, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*

ISO/IEC Guide 51, *Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards*

ISO/IEC 13943:2008, *Fire Safety – Vocabulary*

ISO 291:2008, *Plastics – Standard atmospheres for conditioning and testing*

ISO 293, *Plastics – Compression moulding of test specimens of thermoplastic materials*

ISO 294, (all parts), *Plastics – Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials*

ISO 295, *Plastics – Compression moulding of test specimens of thermosetting materials*

ISO 307, *Plastics – Polyamides – Determination of viscosity number*

ISO 9773, *Plastics – Determination of burning behaviour of thin flexible vertical specimens in contact with a small-flame ignition source*

ISO 16012, *Plastics – Determination of linear dimensions of test specimens*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in ISO/IEC 13943:2008 and IEC 60695-4, some of which are reproduced below for the user's convenience, as well as the following apply.

3.1

afterflame

flame that persists after the ignition source has been removed

[SOURCE: ISO/IEC 13943:2008, definition 4.6]

3.2

afterflame time

length of time for which an afterflame persists under specified test conditions

Note 1 to entry: Designated in Method B of this standard by the parameters t_1 and t_2 .

[SOURCE: ISO/IEC 13943:2008, definition 4.7]

3.3

afterglow

persistence of glowing combustion after both removal of the ignition source and the cessation of any flaming combustion

[SOURCE: ISO/IEC 13943:2008, definition 4.8]

3.4

afterglow time

length of time which an afterglow persists under specified test conditions

Note 1 to entry: Designated in Method B of this standard by the parameter t_3 .

[SOURCE: ISO/IEC 13943:2008, definition 4.9]

3.5

“as received”

state of test specimens after a specified period of preconditioning at laboratory ambient conditions

3.6

burn, intransitive verb

undergo combustion

[SOURCE: ISO/IEC 13943:2008, definition 4.28]

3.7

burning behaviour

⟨fire tests⟩ response of a test specimen, when it burns under specified conditions, to examination of reaction to fire or fire resistance

[SOURCE: ISO/IEC 13943:2008, definition 4.32]

3.8

combustion

exothermic reaction of a substance with an oxidizing agent

Note to entry: Combustion generally emits fire effluent accompanied by flames and/or glowing.

[SOURCE: ISO/IEC 13943:2008, definition 4.46]

3.9

draught-free environment

space in which the results of experiments are not significantly affected by the local air speed

Note 1 to entry: A qualitative example is a space in which a wax candle flame remains essentially undisturbed. Quantitative examples are small-scale fire tests in which a maximum air speed of $0,1 \text{ m} \times \text{s}^{-1}$ or $0,2 \text{ m} \times \text{s}^{-1}$ is sometimes specified.

[SOURCE: ISO/IEC 13943:2008, definition 4.70]

3.10

enclosure

⟨electrotechnical⟩ external casing protecting the electrical and mechanical parts of apparatus

Note 1 to entry: The term excludes cables.

[SOURCE: ISO/IEC 13943:2008, definition 4.78]

3.11

fire hazard

physical object or condition with a potential for an undesirable consequence from fire

[SOURCE: ISO/IEC 13943:2008, definition 4.112]

3.12

fire hazard assessment

evaluation of the possible causes of fire, the possibility and nature of subsequent fire growth, and the possible consequences of fire

[SOURCE: IEC 60695-4, definition 3.2.10]²

3.13

fire retardant

substance added, or a treatment applied, to a material in order to delay ignition or to reduce the rate of combustion

Note 1 to entry: The use of a fire retardant does not necessarily suppress fire or terminate combustion.

[SOURCE: ISO/IEC 13943:2008, definition 4.123]

3.14

fire risk

probability of a fire combined with a quantified measure of its consequence

Note 1 to entry: It is often calculated as the product of probability and consequence.

[SOURCE: ISO/IEC 13943:2008, definition 4.124]

3.15

fire test

test that measures behaviour of a fire or exposes an item to the effects of a fire

Note 1 to entry: The results of a fire test can be used to quantify fire severity or determine the fire resistance or reaction to fire of the test specimen.

[SOURCE: ISO/IEC 13943:2008, definition 4.132]

3.16

flame, verb

produce flame

[SOURCE: ISO/IEC 13943:2008, definition 4.134]

3.17

flame, noun

rapid, self-sustaining, sub-sonic propagation of combustion in a gaseous medium, usually with emission of light

[SOURCE: ISO/IEC 13943:2008, definition 4.133]

3.18

flame front

boundary of flaming combustion at the surface of a material or propagating through a gaseous mixture

[SOURCE: ISO/IEC 13943:2008, definition 4.136]

3.19

flame spread

propagation of a flame front

[SOURCE: ISO/IEC 13943:2008, definition 4.142]

² Proposed.

3.20**flammability**

ability of a material or product to burn with a flame under specified conditions

[SOURCE: ISO/IEC 13943:2008, definition 4.151]

3.21**ignition**

DEPRECATED: sustained ignition
(general) initiation of combustion

[SOURCE: ISO/IEC 13943:2008, definition 4.187]

3.22**ignition**

DEPRECATED: sustained ignition
(flaming combustion) initiation of sustained flame

[SOURCE: ISO/IEC 13943:2008, definition 4.188]

3.23**linear burning rate**

DEPRECATED: burning rate
DEPRECATED: rate of burning
length of material burned per unit time under specified conditions

Note 1 to entry: The typical units are metres per second ($\text{m} \times \text{s}^{-1}$).

Note 2 to entry: In this standard, units of millimetres per minute ($\text{mm} \times \text{min}^{-1}$) are used.

[SOURCE: ISO/IEC 13943:2008, definition 4.214]

3.24**molten drip, noun**

falling droplet of material that has been softened or liquefied by heat

Note 1 to entry: The droplets can be flaming or not flaming.

[SOURCE: ISO/IEC 13943:2008, definition 4.232]

3.25**self-extinguish, verb**

DEPRECATED: self-extinguishing
cease combustion without being affected by an external agent

[SOURCE: ISO/IEC 13943:2008, definition 4.284]

4 Principle

A rectangular bar-shaped test specimen is supported horizontally or vertically by one end and the free end is exposed to a specified test flame. The burning behaviour of the horizontally supported bar under specific test conditions is assessed by measuring the linear burning rate. The burning behaviour of the vertically supported bar under specific test conditions is assessed by measuring the afterflame and afterglow times (observing whether the materials self-extinguish), the extent of burning and the dripping of flaming particles.

5 Significance of the fire tests

5.1 Vertical and horizontal testing

Fire tests made on a material under the conditions specified can be of considerable value when comparing the relative burning behaviour of different materials, controlling manufacturing processes or assessing any change in burning characteristics. The results obtained from these fire test methods are dependent on the shape and orientation of the test specimen, on the environment surrounding the test specimen, and on the conditions of ignition.

The significant feature of these fire test methods is the arrangement of the test specimens in either a horizontal or a vertical position. These testing arrangements make it possible to distinguish between different classes of material flammability.

NOTE 1 The results obtained by the horizontal burning (HB) and vertical burning (V) methods are not equivalent.

NOTE 2 The results obtained by these methods (HB and V) are not equivalent to the 5VA and 5VB burning tests specified in IEC 60695-11-20 [5] because the thermal power of the test flame in this method is 50 W whereas the test flame in IEC 60695-11-20 [5] is 500 W.

5.2 Limitations on the use of test results

Results obtained in accordance with this standard shall not be used solely to describe or appraise the fire hazard presented by a particular material under actual fire conditions. Assessment of fire hazard also requires consideration of other such factors as fuel contribution, intensity of burning (rate of heat release), products of combustion and environmental factors, including the nature of the ignition source, the orientation of exposed material and ventilation conditions.

5.3 Physical properties that can affect burning behaviour

Burning behaviour, as measured by these test methods, is affected by such factors as density, any anisotropy of the material and the thickness of the test specimen.

5.4 Shrinkage and distortion

Certain test specimens may shrink from or be distorted by the applied flame without igniting. In this event, additional test specimens at the same thickness will be required to obtain valid results. If valid results at that thickness cannot be obtained, these materials at that specific tested thickness are not suitable for evaluation by these test methods.

NOTE To be able to determine a flammability classification for thin flexible test specimens, and in cases where more than one test specimen shrinks from the applied flame without igniting, ISO 9773 provides a suitable test method.

5.5 Effects of test specimen conditioning

The burning behaviour of some plastic materials may change with time. It is accordingly advisable to make tests before and after conditioning using an appropriate procedure. The preferred oven conditioning is $168 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ at $70 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$. However, other conditioning times and temperatures may be used by agreement between the interested parties, and, if used, shall be noted in the test report.

6 Apparatus

6.1 Laboratory fume hood/chamber

The laboratory fume hood/chamber shall have an inside volume of at least $0,5 \text{ m}^3$. The chamber shall permit observation of tests in progress and shall provide a draught-free environment, whilst allowing normal thermal circulation of air past the test specimen during

burning. The inside surfaces of the chamber shall be of a dark colour. When a light meter, facing towards the rear of the chamber, is positioned in place of the test specimen, the recorded light level shall be less than 20 lx. For safety and convenience, it is desirable that this enclosure (which can be completely closed) is fitted with an extraction device, such as an exhaust fan, to remove products of combustion which may be toxic. The extraction device, if fitted, shall be turned off during the test and turned on immediately after the test to remove the fire effluents. A positive closing damper may be needed.

NOTE Placing a mirror in the chamber to provide a rear view of the test specimen has been found to be useful.

6.2 Laboratory burner

The laboratory burner shall conform to IEC 60695-11-4.

6.3 Support stand

The support stand shall have clamps or the equivalent, adjustable for the positioning of the test specimen (see Figures 1 and 3).

6.4 Timing device

The timing device shall have a resolution of 0,5 s or less.

NOTE Some laboratories have found it useful to utilize a sound activated timer as a means of counting the flame application time.

6.5 Measuring scale

The measuring scale shall be graduated in millimetres.

6.6 Wire gauze

The wire gauze shall be 20 mesh (approximately 20 openings per 25 mm), made from steel wire 0,40 mm to 0,45 mm in diameter and cut into approximately 125 mm squares.

6.7 Conditioning chamber

The conditioning chamber shall be maintained at $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ and a relative humidity of $50\% \pm 10\%$.

NOTE Standard atmospheres for the conditioning and testing of plastic materials are described in ISO 291:2008.

6.8 Micrometer

The micrometer shall have a resolution of

- a) 0,01 mm or less for test specimens with a thickness of 0,25 mm or greater, and
- b) 0,001 mm or less for test specimens with a thickness less than 0,250 mm.

6.9 HB support fixture

The HB support fixture shall be used for testing specimens that are not self-supporting (see Figure 2).

6.10 Desiccator

The desiccator shall contain anhydrous calcium chloride or other drying agent, which can be maintained at $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ and a relative humidity not exceeding 20 %.

6.11 Air-circulating oven

The air-circulating oven shall provide a conditioning temperature of $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, unless otherwise stated in the relevant specification, whilst providing not less than five air changes per hour.

6.12 Cotton pads

The pads shall be made of absorbent cotton designated “100 % cotton” or “pure cotton”.

NOTE This is also referred to as “cotton wool”.

7 Test specimens

7.1 Test specimen preparation

Test specimens shall be fabricated by the appropriate ISO method, e.g. casting and injection moulding in accordance with ISO 294, compression moulding in accordance with ISO 293 or ISO 295, or transfer moulding to the necessary shape. Where this is not possible, the test specimen shall be produced using the same fabrication process as would be normally used to mould a part of a product; and where this is not possible, specimens are to be cut from a representative sample of the moulded material taken from an end product.

NOTE If it is not possible to prepare test specimens by any of the methods outlined above, alternative fire test methods may be used (such as IEC 60695-11-5).

After any cutting operation, care shall be taken to remove all dust and any particles from the surface; cut edges shall be fine sanded to a smooth finish.

7.2 Test specimen dimensions

Bar test specimens shall measure $125\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$ long by $13,0\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$ wide, and shall be provided in at least the minimum and maximum thickness for which the flame classification is under consideration (see Figure 4). The preferred thickness values include 0,1 mm, 0,2 mm, 0,4 mm, 0,75 mm, 1,5 mm, 3,0 mm, 6,0 mm, and/or 12,0 mm.

NOTE 1 The gauges found in Figures 9 and 10 have been found useful for confirming proper specimen dimensions

The thickness shall not exceed 13,0 mm. In addition, other thicknesses may be used by agreement between the interested parties and, if so, shall be noted in the test report. Edges shall be smooth, and the radius on the corners shall not exceed 1,3 mm.

A minimum of 6 bar test specimens for Method A and 20 test specimens for Method B shall be prepared.

Thickness measurements shall be made using the measuring scale at the centre and at both ends of the test specimen using a micrometer. The arithmetic mean of the three measured values is taken as the value of the thickness of the test specimen.

For rigid specimens, thickness measurements shall be performed in accordance with ISO 16012 as follows. Using a ratchet micrometer, close the micrometer at such a rate that the change in reading on the scale or digital display can be easily followed. Continue the closing motion until the ratchet clicks three times, the friction thimble slips, or the two contact surfaces can be felt to be in full contact with the test specimen. Record the indicated reading.

For flexible, non-rigid, or elastic test specimens, a dial gauge micrometer may be used. The closing motion shall be stopped when the pressure foot just contacts the test specimen.

NOTE 2 Other measuring devices equivalent to a micrometer may be used to measure thickness if found to be satisfactory.

In order for test specimens to accurately represent a nominal thickness, each measurement and the overall average shall meet the tolerances given in Table 1.

Table 1 – Thickness tolerances

Thickness mm	Tolerance mm
< 0,02	± 10 %
0,02 to < 0,05	± 0,005
0,05 to < 0,1	± 0,010
0,1 to < 0,2	± 0,020
0,2 to < 0,3	± 0,030
0,3 to < 0,5	± 0,04
0,5 to < 0,6	± 0,05
0,6 to < 3,0	± 0,15
3,0 to < 6,0	± 0,25
6,0 to < 13,0	± 0,40

NOTE 3 For example, to represent a thickness of 1,5 mm, all tested specimens should measure between 1,35 mm and 1,65 mm.

7.3 Testing materials – ranges in formulations

7.3.1 General

The results of tests carried out on test specimens of different colour, thickness, density, molecular mass, anisotropic direction and type, or with different additives or fillers/reinforcements can vary.

7.3.2 Density, melt flows and filler/reinforcement

Test specimens with extremes of density, melt flows and filler/reinforcement content may be provided and considered representative of the range if the test results yield the same flame test classification. If the test results do not yield the same flame test classification for all test specimens representing the range, evaluation shall be limited to the materials with the extremes of density, melt flows and filler/reinforcement contents tested. In addition, test specimens with intermediate density, melt flows, and filler/reinforcement content shall be tested to determine the representative range for each flame classification.

7.3.3 Colour

Uncoloured bar test specimens and bar test specimens with the highest level of organic and inorganic pigment loading by weight are considered representative of the colour range, if the test results yield the same flame test classification. When certain pigments are known to affect flammability characteristics, the test specimens containing those pigments shall also be tested. Test specimens which shall be tested are those that

- contain no colouring;
- contain the highest level of organic pigments/colorants/dyes and/or carbon black;
- contain the highest level of inorganic pigments; and
- contain pigments/colorants/dyes which are known to adversely affect flammability characteristics.

Otherwise, individual colours shall be evaluated and classified.

8 Test method A – Horizontal burning test

8.1 Conditioning and test conditions

8.1.1 General

Unless otherwise required by the relevant specification, the requirements listed below shall apply.

8.1.2 “As received” conditioned test specimens

Two sets of three bar test specimens shall be conditioned for a minimum of 48 h at $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ and $50\% \pm 10\%$ relative humidity (see ISO 291:2008, Clause 6, Table 2, Class 2). Once removed from the conditioning chamber (see 6.7), the test specimens shall be tested within 30 min.

8.1.3 Test conditions

All test specimens shall be tested in a laboratory atmosphere of 15 °C to 35 °C and 75% or less relative humidity.

8.2 Test procedure

8.2.1 Test specimen marking

Three test specimens shall be tested. Each test specimen shall be marked with two lines perpendicular to the longitudinal axis of the bar, $25\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ and $100\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ from the end that is to be exposed to the test flame.

NOTE The gauge found in Figure 9 has been found useful for properly marking a set of 3 specimens at a time.

8.2.2 Test specimen setup

Clamp the test specimen at the end furthest from the 25 mm mark, with its longitudinal axis approximately horizontal and its transverse axis inclined at $45^\circ \pm 2^\circ$, as illustrated in Figure 1. Clamp the wire gauze (see 6.6) horizontally $10\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ beneath the lower edge of the test specimen. The free end of the test specimen shall be vertically even with the edge of the gauze as shown in Figure 1. Any material remaining on the wire gauze from previous tests shall be burned off or a new wire gauze shall be used for each test.

If the test specimen sags at its free end and is not able to maintain the distance of $10\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$, the support fixture (see 6.9) shown in Figure 2 shall be used. Place the support fixture on the gauze in such a manner that the test specimen is supported by the support fixture to maintain the distance of $10\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ with the small extended portion of the support fixture approximately 10 mm from the free end of the test specimen. Provide enough clearance at the clamped end of the test specimen so that the support fixture can be moved freely sideways.

8.2.3 Flame setup

With the central axis of the burner tube vertical, place the burner remote from the test specimen and set the burner (see 6.2) to produce a standardized 50 W nominal test flame, conforming with IEC 60695-11-4. The flame shall be confirmed

- a) when the gas supply is changed,
- b) when any test apparatus and/or parameters are changed, or
- c) in case of dispute,

but at least once per month. Wait for a minimum of 5 min to allow the burner conditions to reach equilibrium.

8.2.4 Application of flame and use of the HB support fixture

Maintaining the central axis of the burner tube at an angle of $45^\circ \pm 2^\circ$ to the horizontal and inclined towards the free end of the test specimen, apply the flame to the lower edge of the test specimen's free end so that the central axis of the burner tube is in the same vertical plane as the longitudinal bottom edge of the test specimen (see Figure 1). Position the burner so that the flame impinges on the free end of the test specimen over a length of approximately 6 mm.

As the flame front (see 8.2.5) progresses along the test specimen, withdraw the support fixture (if used) at approximately the same rate, preventing the flame front from contacting the support fixture, so that there is no effect on the flame or on the burning of the test specimen.

The test flame shall either be applied without changing its position for $30\text{ s} \pm 1\text{ s}$ or removed as soon as the flame front on the test specimen reaches the 25 mm mark if within less than 30 s. Restart the timing device (see 6.4) when the flame front reaches the 25 mm mark.

NOTE Withdrawing the burner a distance of 150 mm from the test specimen has been found to be satisfactory.

8.2.5 Method and observations

If the test specimen continues to burn with a flame after removal of the test flame, record the elapsed time t , in seconds to the nearest whole second, for the flame front to travel from the 25 mm mark past the 100 mm mark, and record the damaged length L as 75 mm. If the flame front passes the 25 mm mark but does not pass the 100 mm mark, record the elapsed time t , in seconds to the nearest whole second, and the damaged length L , in millimetres, between the 25 mm mark and the mark where the flame front stops.

Test two additional new test specimens. The contents of the laboratory fume/chamber hood shall be evacuated after each test specimen.

If only one test specimen from the first set of three test specimens (see 7.3) fails to conform to the criteria indicated in 8.4.1 and 8.4.2, another set of three test specimens shall be tested. All test specimens from the second set shall conform to all the specified criteria for the relevant classification.

8.3 Calculation

Calculate the linear burning rate v , in units of millimetres per minute, for each test specimen where the flame front passes the 100 mm mark, using the following equation:

$$v = \left(\frac{L}{t} \right) \times \left(\frac{60\text{ s}}{\text{min}} \right)$$

where

v is the linear burning rate (see 3.22);

L is the damaged length (see 8.2.5); and

t is the time (see 8.2.5).

8.4 Classification

8.4.1 General

The materials shall be classified HB, HB40 or HB75 (HB = horizontal burning) in accordance with the criteria given below.

NOTE The preferred classifications are HB or HB40. The HB75 rating will be removed from the next edition of this standard.

8.4.2 HB classification

A material classified HB shall conform to one of the following criteria:

- a) it does not burn with a flame after the ignition source is removed;
- b) if the test specimens continue to burn with a flame after removal of the ignition source, the flame front does not pass the 100 mm mark;
- c) if the flame front passes the 100 mm mark,
 - 1) it does not have a linear burning rate exceeding 40 mm/min for a thickness of 3,0 mm to 13,0 mm or
 - 2) a linear burning rate not exceeding 75 mm/min for a thickness of less than 3,0 mm;

If the linear burning rate does not exceed 40 mm/min for tests performed with specimens between 1,5 and 3,2 mm, the HB classification shall automatically be accepted down to a 1,5 mm minimum thickness.

8.4.3 HB40 classification

A material classified HB40 shall conform to one of the following criteria:

- a) if it does not burn with a flame after the ignition source is removed;
- b) if the test specimens continue to burn with a flame after removal of the ignition source, and the flame front does not pass the 100 mm mark;
- c) if the flame front passes the 100 mm mark and it does not have a linear burning rate exceeding 40 mm/min;

8.4.4 HB75 classification

A material classified HB75 shall conform to one of the following criteria:

- a) if it does not burn with a flame after the ignition source is removed;
- b) if the test specimens continue to burn with a flame after removal of the ignition source, and the flame front does not pass the 100 mm mark;
- c) if the flame front passes the 100 mm mark and it does not have a linear burning rate exceeding 75 mm/min.

8.5 Test report

The test report shall include the following:

- a) a reference to this International Standard;
- b) all the details necessary to identify the product tested, including the manufacturer's name, number or code, and colour;
- c) the thickness of the test specimen:
 - for test specimens 1,0 mm or greater, to the nearest 0,01 mm,
 - for test specimens less than 1,0 mm, to the nearest 0,001 mm;
- d) the nominal apparent density (rigid cellular materials only);
- e) the direction of any anisotropy relative to the dimensions of the test specimen;
- f) the conditioning treatment;
- g) any treatment before testing, other than cutting, trimming and conditioning;
- h) a note as to whether or not the test specimen continued to burn with a flame after application of the test flame;

- i) a note as to whether or not the flame front passed the 25 mm and 100 mm marks;
- j) for test specimens in which the flame front passed the 25 mm mark but not the 100 mm mark, the elapsed time t and the damaged length L ;
- k) for test specimens in which the flame front reached or passed the 100 mm mark, the average linear burning rate v ;
- l) a note as to whether the flexible test specimen support fixture was used;
- m) the assigned classification in combination with the relevant thickness, for example,

“HB @ 3,0 mm” (see 8.4).

9 Test method B – Vertical burning test

9.1 Conditioning and test conditions

9.1.1 General

Unless otherwise required by the relevant specification, the requirements listed below shall apply.

9.1.2 “As received” conditioned test specimens

Two sets of five bar test specimens shall be conditioned for a minimum of 48 h at $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ and $50\% \pm 10\%$ relative humidity (ISO 291:2008, Table 2, Class 2). Once removed from the conditioning chamber (see 6.7), the test specimens shall be tested within 30 min.

9.1.3 Oven conditioned test specimens

Two sets of five bar test specimens shall be conditioned in an air-circulating oven (see 6.11) for $168\text{ h} \pm 2\text{ h}$ at $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ and then cooled in the desiccator (see 6.10) for at least 4 h. As an alternative to this conditioning, industrial laminates may be conditioned for 24 h at $125\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. Once removed from the desiccator chamber, the test specimens shall be tested within 30 min.

9.1.4 Conditioning of the cotton pads

The cotton pads shall be conditioned in a desiccator for at least 24 h prior to use. Once removed from the desiccator, the cotton pad shall be used within 30 min.

9.1.5 Test conditions

All test specimens shall be tested in a laboratory atmosphere of 15 °C to 35 °C and 75 % or less relative humidity.

9.2 Test procedure

9.2.1 Test specimen setup

Clamp the test specimen using the upper 6 mm of its length with the longitudinal axis vertical. The lower end of the test specimen shall be $300\text{ mm} \pm 10\text{ mm}$ above the horizontal cotton pad (see 6.12). The cotton pad shall be approximately $50\text{ mm} \times 50\text{ mm} \times 6\text{ mm}$ uncompressed thickness and shall have a maximum mass of 0,08 g (see Figure 3).

9.2.2 Flame setup

With the central axis of the burner tube vertical, place the burner remote from the test specimen and set the burner (see 6.2) to produce a standardized 50 W nominal test flame, conforming with IEC 60695-11-4. The flame shall be confirmed

- a) when the gas supply is changed,
- b) when any test apparatus and/or parameters are changed, or
- c) in case of dispute,

but at least once per month.

Wait for a minimum of 5 min to allow the burner conditions to reach equilibrium.

9.2.3 Flame application and observations

Maintaining the central axis of the burner tube in the vertical position, approach the test specimen horizontally towards the wide face (see Figure 7). Apply the flame centrally to the middle point of the bottom edge of the test specimen so that the top of the burner is $10 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ below that point. Maintain the burner at that distance for $10 \text{ s} \pm 0,5 \text{ s}$ (starting when the flame is fully positioned under the test specimen), moving the burner in the vertical plane in response to any changes in the length or position of the test specimen.

NOTE 1 For test specimens which move under the influence of the burner flame, the use of a clearance gauge attached to the burner (see Figure 5), as described in IEC 60695-11-4, has been found to be satisfactory in maintaining the 10 mm distance between the top of the burner and the major portion of the test specimen.

If the test specimen produces molten drips during the flame application, tilt the burner at an angle of up to 45° perpendicular to the wide side of the test specimen (see Figures 6 and 8). Withdraw it just sufficiently from beneath the test specimen to prevent material from dropping into the barrel of the burner while maintaining the $10 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ spacing between the centre of the outlet of the burner and the remaining major portion of the test specimen ignoring any strings of molten material. After the application of the flame to the test specimen for $10 \text{ s} \pm 0,5 \text{ s}$, immediately withdraw the burner sufficiently so that there is no effect on the test specimen, and simultaneously use the timing device to commence measurement of the afterflame time t_1 , in seconds. Note and record t_1 , and whether there were any particles or molten drips, and if so, whether they ignited the layer of cotton.

NOTE 2 Withdrawing the burner a distance of 150 mm from the test specimen while measuring t_1 has been found to be satisfactory.

When flaming of the test specimen ceases, immediately replace the test flame under the test specimen, maintaining the central axis of the burner tube in the vertical position and the top of the burner at a distance of $10 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ below the remaining lower edge of the test specimen for $10 \text{ s} \pm 0,5 \text{ s}$. If necessary, move the burner clear of any molten drips, as described above. After this second application of the flame to the test specimen for $10 \text{ s} \pm 0,5 \text{ s}$, immediately extinguish the burner or remove it sufficiently from the test specimen so that there is no effect on the test specimen and simultaneously, using the timing device, begin measurement, to the nearest second, of the afterflame time t_2 , and the afterglow time t_3 of the test specimen. Note and record t_2 , t_3 , and t_2 plus t_3 . Also note and record

- a) whether any particles or molten drips fall from the test specimen and, if so, whether they ignite the cotton pad (see 6.12); and
- b) whether test specimens burned to the holding clamp (See 9.2.4).

NOTE 3 Measuring and recording the afterflame time t_2 and then continuing the measurement of the sum of the afterflame time t_2 and the afterglow time t_3 (without resetting the timing device) has been found to be satisfactory in the recording of t_3 .

NOTE 4 Withdrawing the burner to a distance of 150 mm from the test specimen while measuring t_2 and t_3 has been found to be satisfactory.

Repeat the procedure until five test specimens, conditioned in accordance with 9.1.2, as well as five test specimens conditioned in accordance with 9.1.3, have been tested. The contents of the laboratory fume hood/chamber shall be evacuated after each test.

9.2.4 Evaluation of “burned to the holding clamp”

The condition designated “burned to the holding clamp” shall be evaluated as follows. Allow the sample to cool. Using a soft, dry cloth wipe away soot and effluent residue and examine the sample 2 mm below the clamp line for signs of combustion or pyrolysis. Any thermal damage such as melting or distortion on the sample below the clamp shall be neglected. If the damage to the test specimen (2 mm below the clamp) is caused by the visible test flame during its application, this is not to be considered being burned to the holding clamp. A material is to be considered burned to the holding clamp if the damage to the test specimen is a result of the burning flame front on the test specimen. A material is also to be considered burned to the holding clamp if the test specimen is totally consumed (see Figures 11 and 12).

9.2.5 Criteria for retest

If only one test specimen from a set of five test specimens for a given conditioning treatment does not conform to all the criteria for a classification, another set of five test specimens subjected to the same conditioning shall be tested. For the criterion concerning the total number of seconds of afterflame time t_f , an additional set of five test specimens shall be tested if the afterflame time totals are in the range of 51 s to 55 s for V-0, or 251 s to 255 s for V-1 and V-2 (See 9.4). All test specimens from the second set shall conform to all the specified criteria for the classification.

9.3 Calculation of the total afterflame time, t_f

For each set of five test specimens from the two conditioning treatments, calculate the total afterflame time for the set t_f , in seconds, using the following equation:

$$t_f = \sum_{i=1}^5 (t_{1,i} + t_{2,i})$$

where

t_f is the total afterflame time, in seconds;

$t_{1,i}$ is the first afterflame, in seconds, of the i^{th} test specimen;

$t_{2,i}$ is the second afterflame time, in seconds, of the i^{th} test specimen.

9.4 Classification

The material shall be classified either V-0, V-1 or V-2 (V = vertical burning), in accordance with the criteria indicated in Table 2. If the test results are not in accordance with the specified criteria, the material cannot be classified by this test method.

Table 2 – Criteria for vertical burning classification

Criteria	Materials Classification		
	V-0	V-1	V-2
Individual test specimen afterflame times (t_1, t_2)	≤ 10 s	≤ 30 s	≤ 30 s
Total afterflame time t_f for any conditioned set of five specimens	≤ 50 s	≤ 250 s	≤ 250 s
Individual test specimen afterflame time plus afterglow time after the second flame application ($t_2 + t_3$)	≤ 30 s	≤ 60 s	≤ 60 s
Afterflame and/or afterglow of any specimen burned to the holding clamp	No	No	No
Cotton indicator pad ignited by flaming particles or drops	No	No	Yes

For polyamide (type 66) materials classed as V-2, a solution of the supplied form shall have a relative viscosity of less than 225 ml/g (as determined using the 96 % sulphuric acid preparation method) or 210 ml/g (as determined using the 90 % formic acid preparation method) according to ISO 307. Alternatively, if the relative viscosity is greater than 225 ml/g

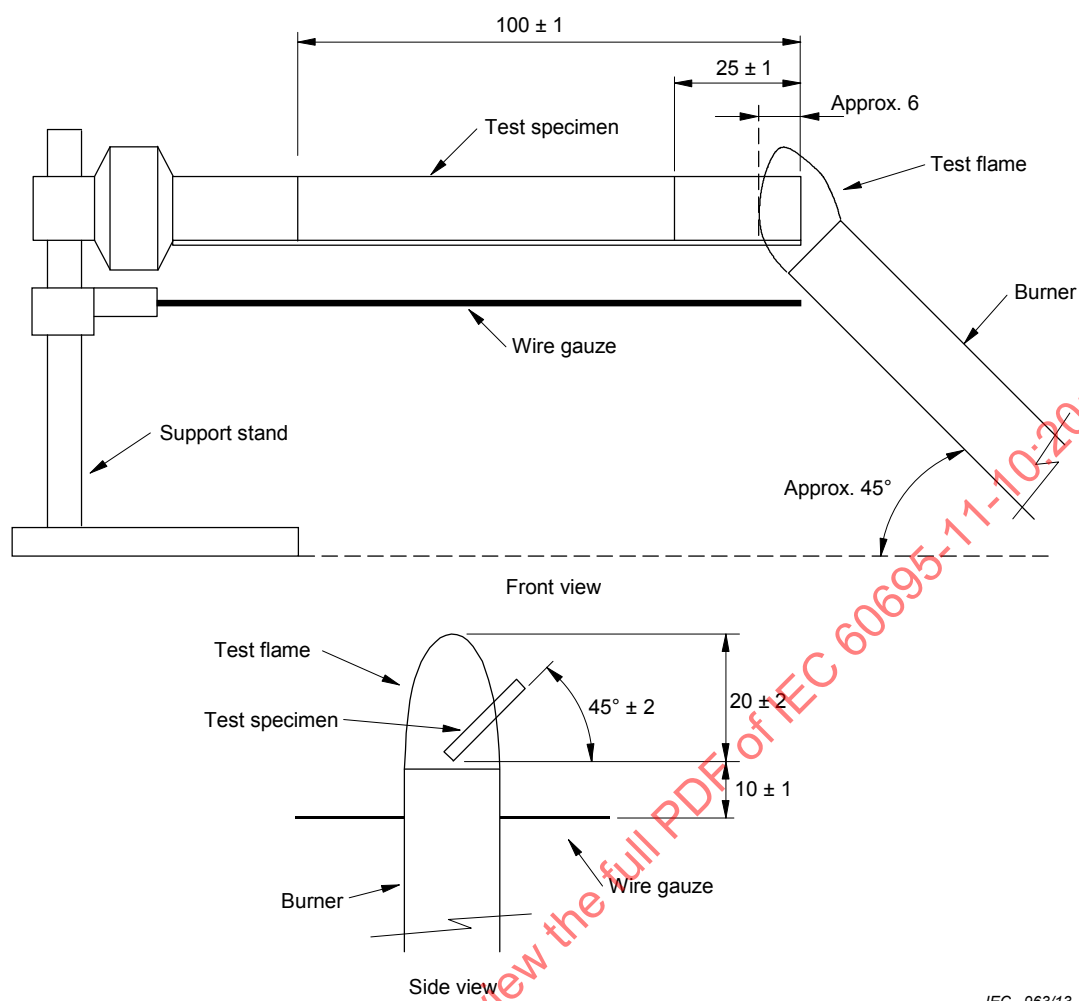
or 210 ml/g respectively, the relative viscosity of a solution of the moulded test specimen material shall not be less than 70 % of the relative viscosity of a solution of the supplied material.

9.5 Test report

The test report shall include the following:

- a) a reference to this International Standard;
- b) all details necessary to identify the product tested, including the, number or code, the colour, and the manufacturer's name;
- c) the thickness of the test specimen:
 - for test specimens 1,0 mm or greater, to the nearest 0,01 mm,
 - for test specimens less than 1,0 mm, to the nearest 0,001 mm;
- d) the nominal apparent density (rigid cellular materials only);
- e) the direction of any anisotropy relative to the dimensions for each test specimen;
- f) the conditioning treatment;
- g) any treatment before testing, other than cutting, trimming and conditioning;
- h) the individual values of t_1 , t_2 , t_3 , and t_2 plus t_3 for each test specimen;
- i) the total afterflame time t_f for each set of five test specimens from the two conditioning treatments (see 9.1.1 and 9.1.2);
- j) a note as to whether any particles or molten drips fell from the test specimens and whether they ignited the cotton;
- k) a note as to whether any of the test specimens burned to the holding clamp;
- l) the assigned classification in combination with the relevant thickness, for example

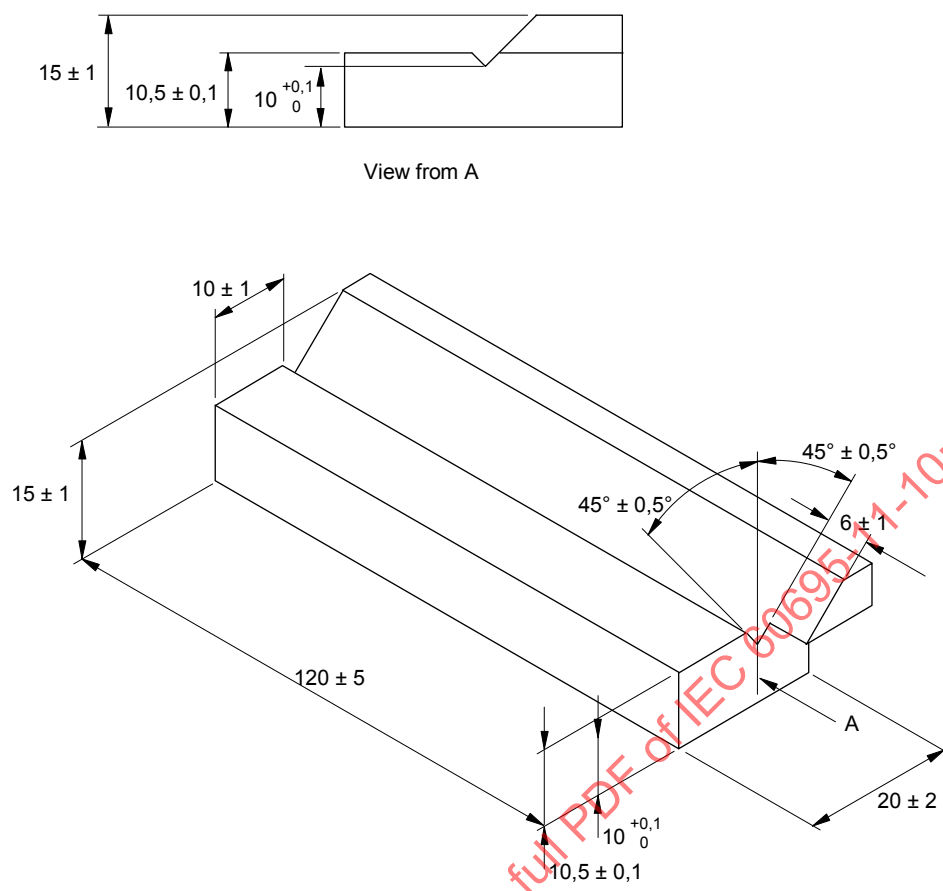
“V-0 @ 1,5 mm” (see 9.4).



IEC 963/13

Dimensions in millimetres

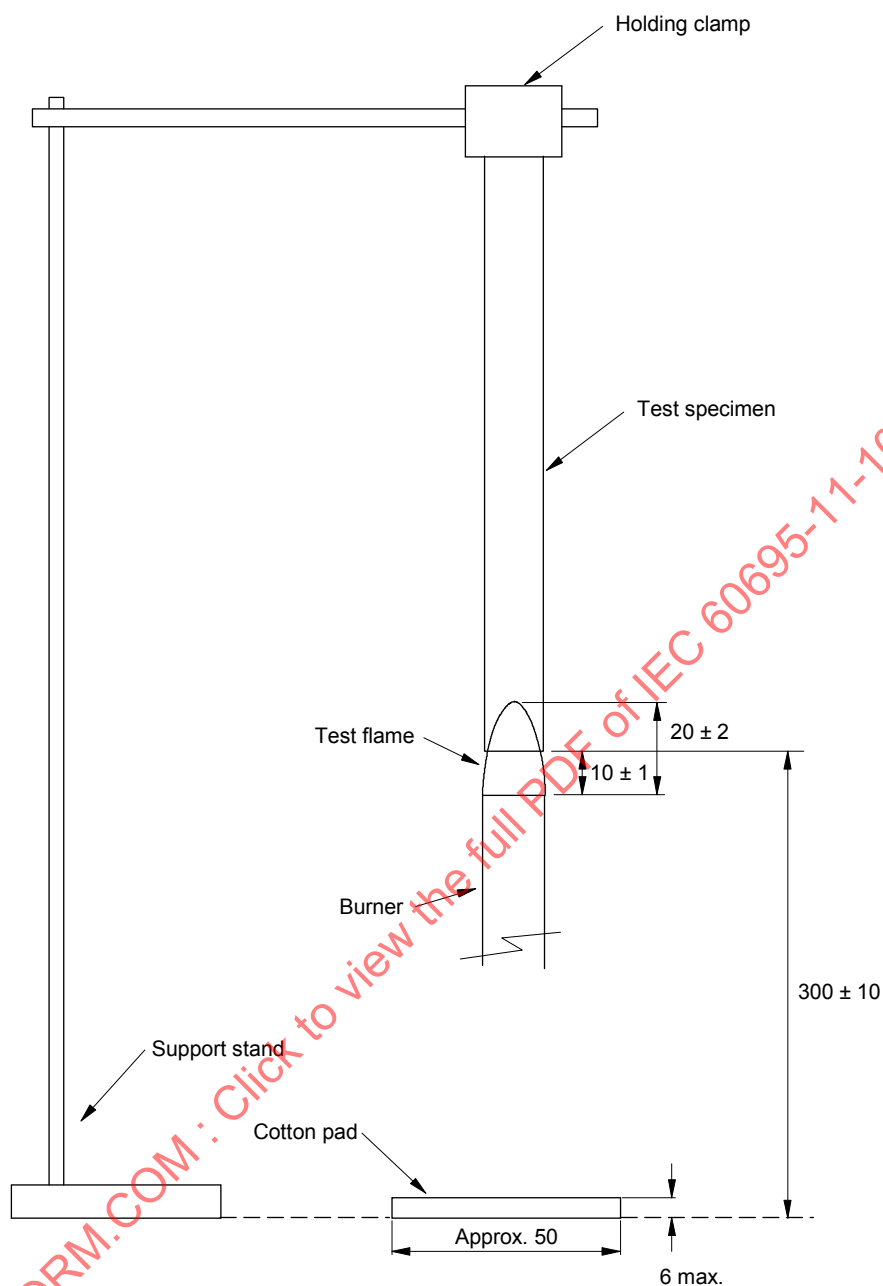
Figure 1 – Horizontal burning test apparatus



IEC 964/13

Dimensions in millimetres

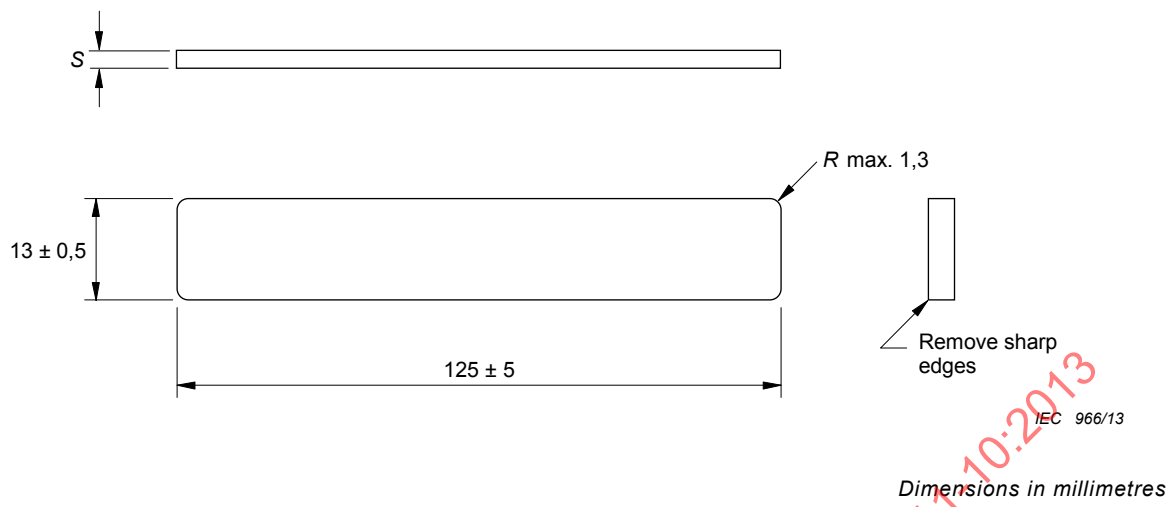
Figure 2 – Flexible test specimen support fixture – method A



IEC 965/13

Dimensions in millimetres

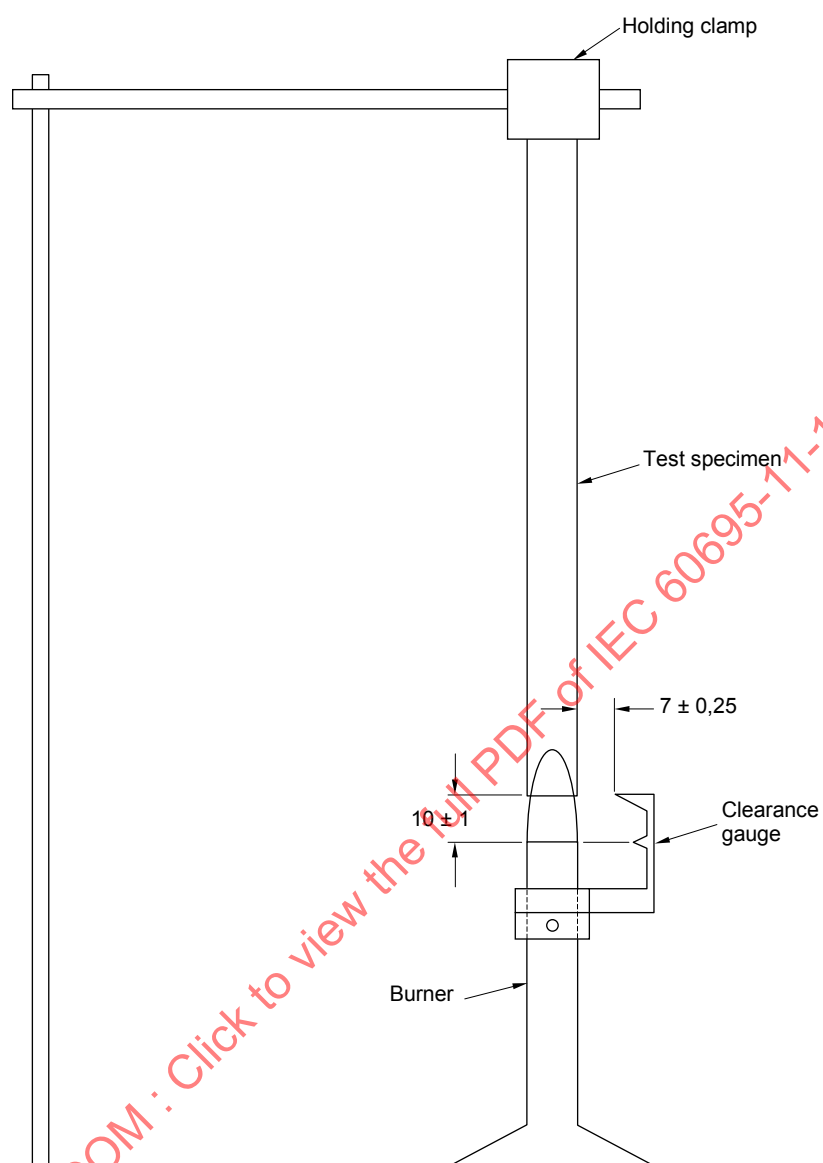
Figure 3 – Vertical burning test apparatus – method B



S = Thickness of test specimen

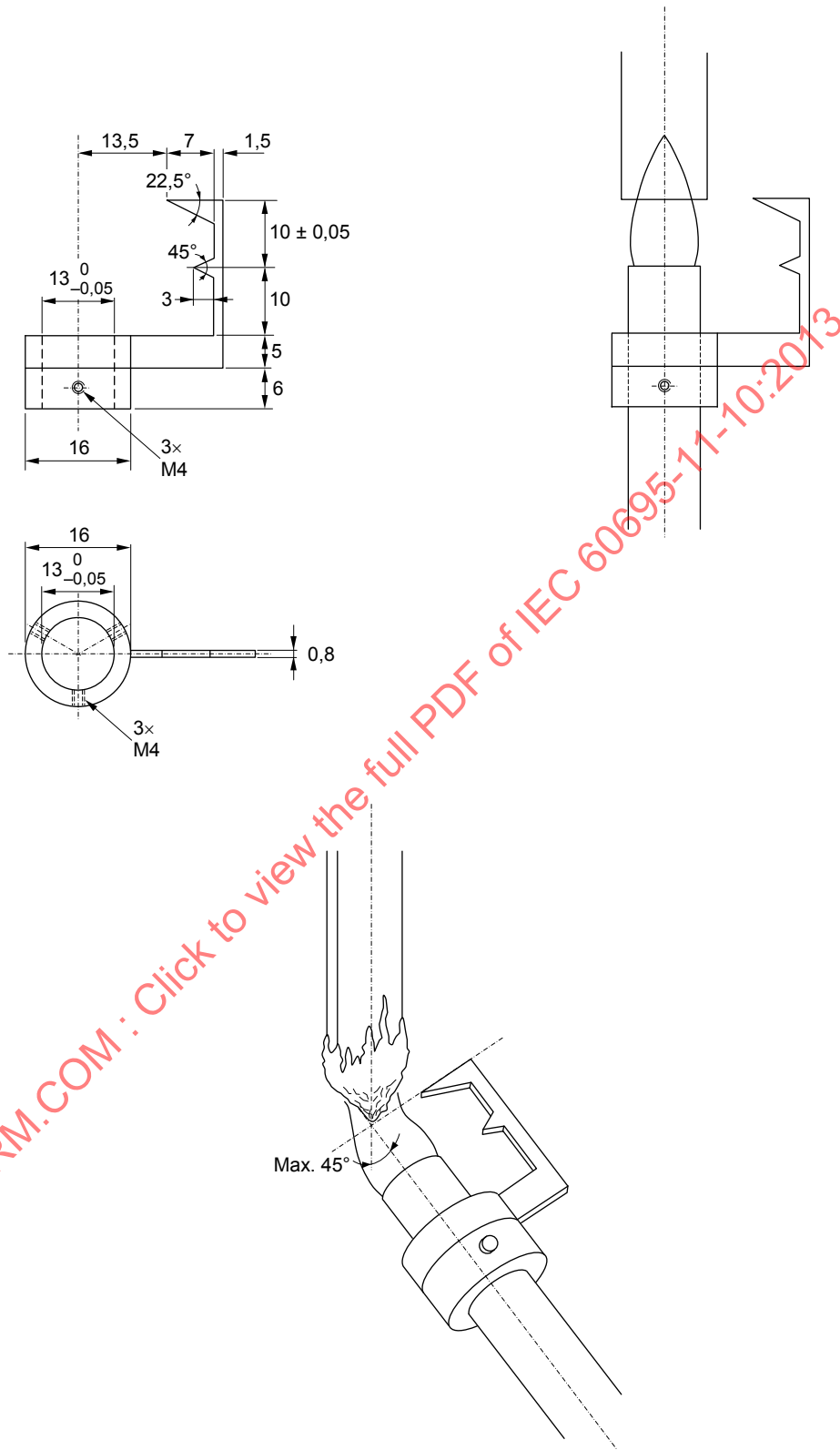
Figure 4 – Bar test specimen

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60695-11-10:2013



IEC 967/13

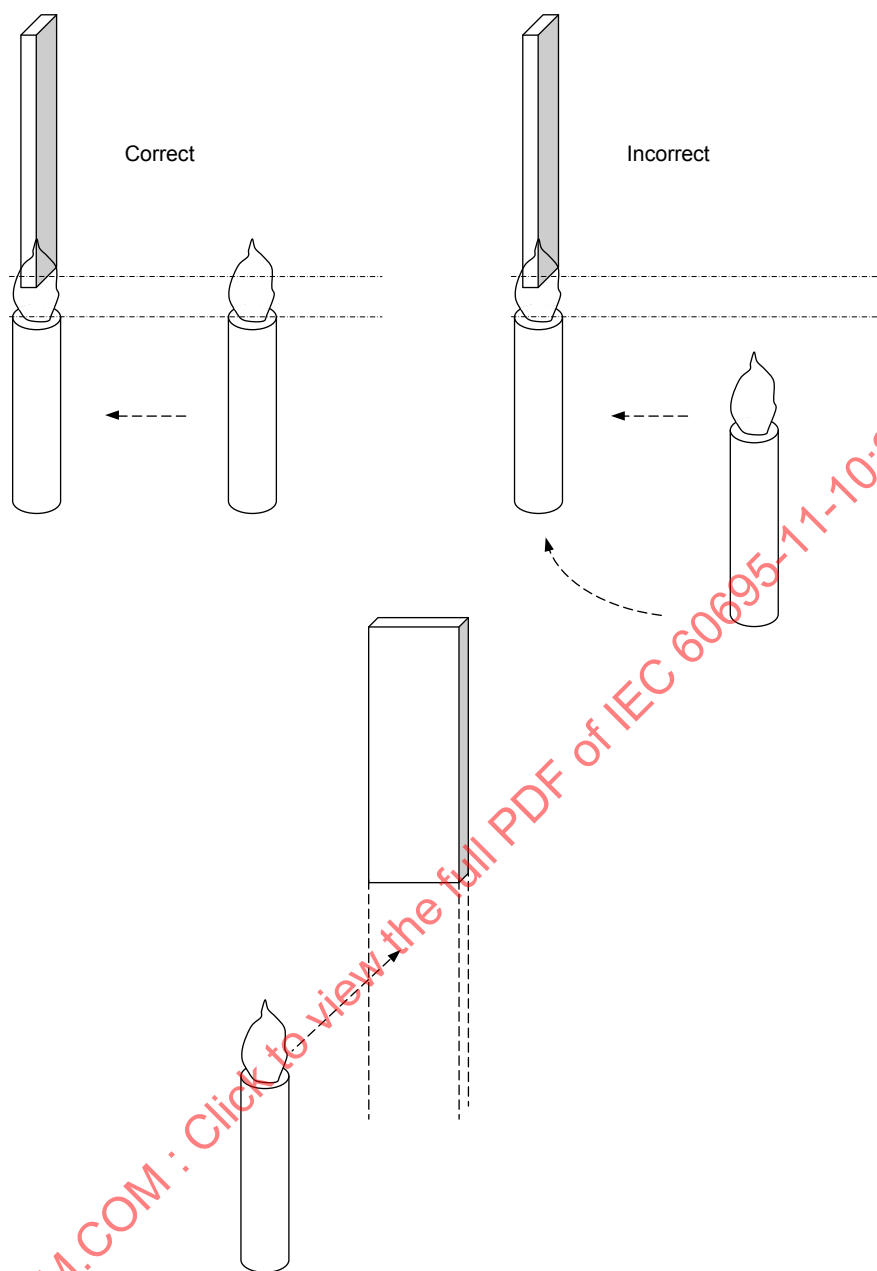
*Dimensions in millimetres***Figure 5 – Optional clearance gauge**



IEC 968/13

Dimensions in millimetres

Figure 6 – Clearance gauge



IEC 969/13

Figure 7 – Flame application

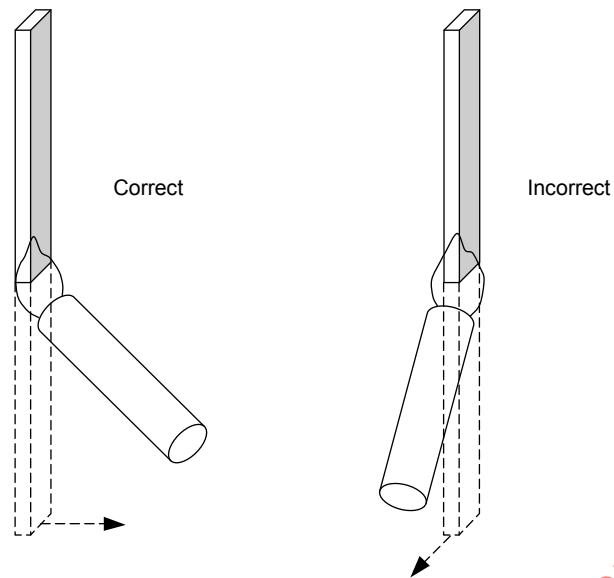
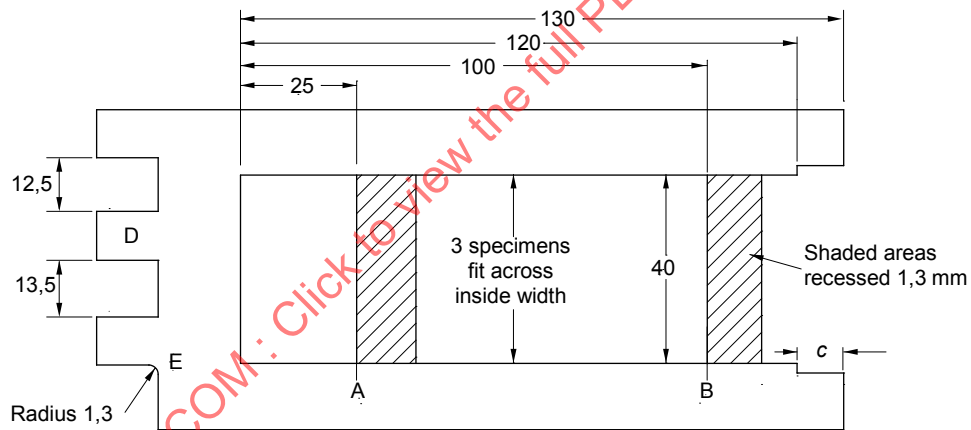


Figure 8 – Flame application when there are molten drips



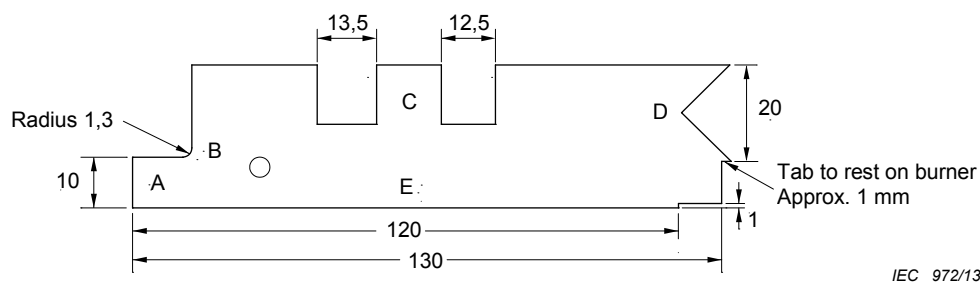
IEC 971/13

Dimensions in millimetres

Key:

- A: 25 mm mark
B: 100 mm mark
C: Specimen length
D: Specimen width
E: Specimen corner radius

Figure 9 – HB Specimen Gauge (Example)



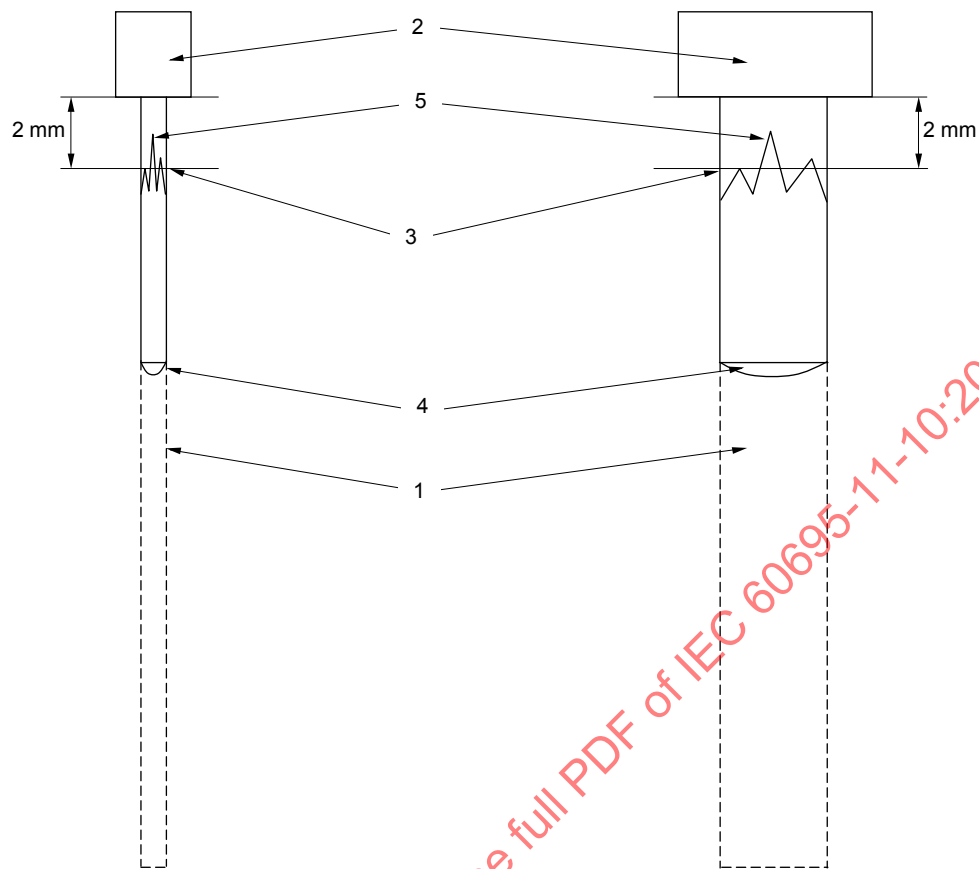
Dimensions in millimetres

Key:

- A: Copper Block height (IEC 60695-11-4)
- B: Specimen corner radius
- C: Specimen width
- D: 50W flame height
- E: Specimen length

Figure 10 – V Specimen Gauge (Example)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60695-11-10:2013

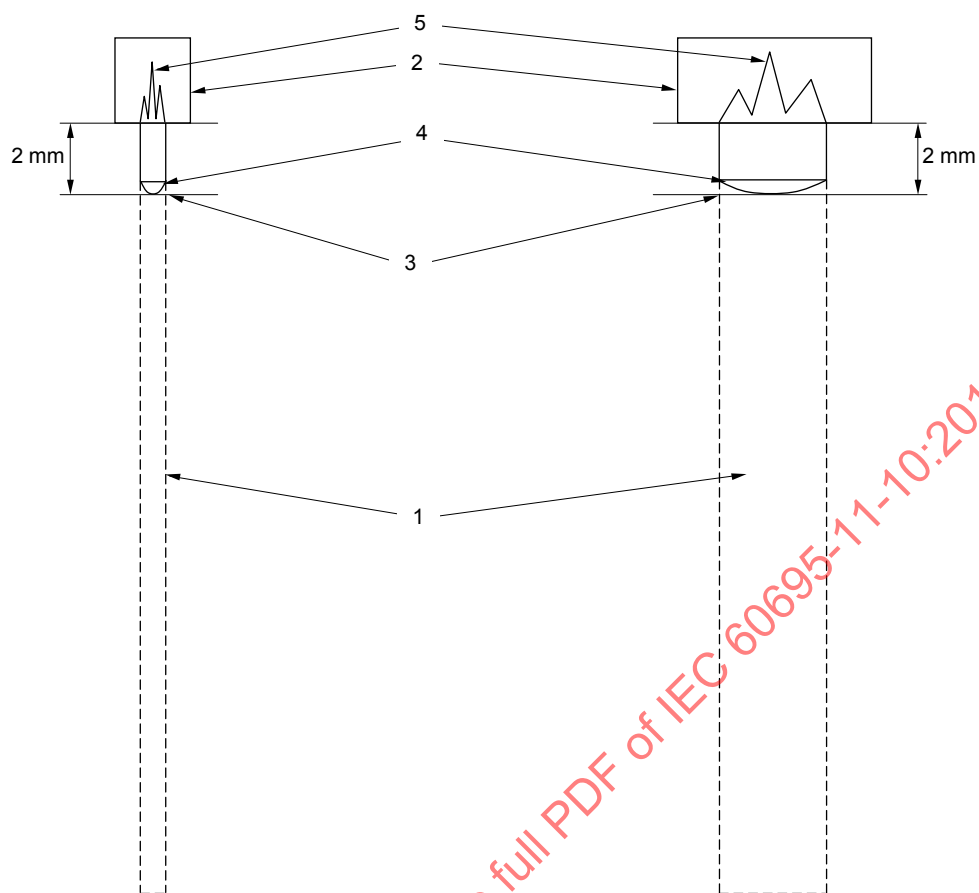


IEC 973/13

Key:

- 1 Specimen – the amount of specimen that last is not relevant, only the burning front matters
- 2 Holding clamp
- 3 Examination line (2mm below the clamp line) of combustion or pyrolysis
- 4 Burning Flame front
- 5 Tip of the burning flame

Figure 11 – Flame front position not classified as “burned to the holding clamp”



IEC 974/13

Key:

- 1 Specimen – the amount of specimen that last is not relevant, only the burning front matters
- 2 Holding clamp
- 3 Examination line (2mm below the clamp line) of combustion or pyrolysis
- 4 Burning Flame front
- 5 Tip of the burning flame

Figure 12 – Flame front position classified as “burned to the holding clamp”

Annex A (informative)

Precision of test method A

The precision data were determined from an interlaboratory experiment conducted in 1988 involving ten laboratories, three materials and three replicates, each material using the average of three data points. All tests were conducted on 3,0 mm thick test specimens. The results were analyzed in accordance with ISO 5725-2 [7] and are summarized in Table A.1.

Table A.1 – Linear burning rate

Parameter	PE	ABS	Acrylic
Average	15,1	27,6	29,7
Repeatability	0,9	2,0	1,9
Reproducibility	1,3	4,1	2,3
All values are in millimetres per minute.			
NOTE Material symbols are defined in ISO 1043-1 [6].			
Table A.1 is only intended to present a meaningful way of considering the approximate precision of this test method for a small range of materials. These data should not be rigorously applied as criteria for acceptance or rejection of a material, as the data are specific to the interlaboratory test and may not be representative of other lots, conditions, thicknesses, materials or laboratories.			

Table B.1 is only intended to present a meaningful way of considering the approximate precision of this test method for a small range of materials. These data should not be rigorously applied as criteria for acceptance or rejection of a material, as the data are specific to the interlaboratory test and may not be representative of other lots, conditions, thicknesses, materials or laboratories.

Bibliography

- [1] IEC 60695-1-10:2009, *Fire hazard testing – Part 1-10: Guidance for assessing the fire hazard of electrotechnical products – General guidelines*
 - [2] IEC 60695-1-11:2010, *Fire hazard testing – Part 1-11: Guidance for assessing the fire hazard of electrotechnical products – Fire hazard assessment*
 - [3] IEC 60695-11-5:2004, *Fire hazard testing – Part 11-5: Test methods – Needle-flame test method – Apparatus, confirmatory test arrangement and guidance*
 - [4] IEC 60695-1-30:2008, *Fire hazard testing – Part 1-30: Guidance for assessing the fire hazard of electrotechnical products – Preselection testing process – General guidelines*
 - [5] IEC 60695-11-20, *Fire hazard testing – Part 11-20: Test flames – 500 W flame test methods*
 - [6] ISO 1043-1, *Plastics – Symbols and abbreviated terms – Part 1: Basic polymers and their special characteristics*
 - [7] ISO 5725-2, *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method*
 - [8] ISO 9772, *Cellular plastics – Determination of horizontal burning characteristics of small specimens subjected to a small flame*
 - [9] ISO 845, *Cellular plastics and rubbers – Determination of apparent (bulk) density*
-

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60695-11-10:2013

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	40
INTRODUCTION.....	43
1 Domaine d'application	44
2 Références normatives	44
3 Termes et définitions	45
4 Principe	49
5 Signification des essais au feu	49
5.1 Essai avec éprouvettes en position verticale ou horizontale	49
5.2 Limitations d'utilisation des résultats d'essai	49
5.3 Propriétés physiques susceptibles d'affecter le comportement en combustion	49
5.4 Rétraction et déformation	49
5.5 Effets du conditionnement des éprouvettes d'essai	50
6 Appareillage	50
6.1 Hotte de laboratoire	50
6.2 Brûleur de laboratoire	50
6.3 Support d'appui	50
6.4 Dispositif de chronométrage	50
6.5 Echelle de mesure	50
6.6 Toile métallique	50
6.7 Chambre de conditionnement	50
6.8 Micromètre	51
6.9 Système de support HB	51
6.10 Dessiccateur	51
6.11 Etuve à circulation d'air	51
6.12 Coussins de coton	51
7 Eprouvettes d'essai	51
7.1 Préparation des éprouvettes	51
7.2 Dimensions des éprouvettes	51
7.3 Essai des matériaux – gammes de formulations	52
7.3.1 Généralités	52
7.3.2 Masse volumique, fusions et charge/renfort	53
7.3.3 Couleur	53
8 Méthode d'essai A –Essai de combustion horizontale	53
8.1 Conditionnement et conditions d'essai	53
8.1.1 Généralités	53
8.1.2 Eprouvettes conditionnées "en l'état de réception"	53
8.1.3 Conditions d'essai	53
8.2 Mode opératoire	54
8.2.1 Marquage des éprouvettes d'essai	54
8.2.2 Montage de l'éprouvette	54
8.2.3 Montage de la flamme	54
8.2.4 Application de la flamme et utilisation du système de support HB	54
8.2.5 Méthode et observations	55
8.3 Calculs	55
8.4 Classification	55

8.4.1	Généralités	55
8.4.2	Classification HB	55
8.4.3	Classifications HB40	56
8.4.4	Classification HB75	56
8.5	Rapport d'essai	56
9	Méthode d'essai B – Essai de combustion verticale	57
9.1	Conditionnement et conditions d'essai	57
9.1.1	Généralités	57
9.1.2	Eprouvettes conditionnées “en l'état de réception”	57
9.1.3	Eprouvettes conditionnées en étuve	57
9.1.4	Conditionnement des coussins de coton	57
9.1.5	Conditions d'essai	57
9.2	Mode opératoire	57
9.2.1	Montage de l'éprouvette	57
9.2.2	Montage de la flamme	57
9.2.3	Application de la flamme et observations	58
9.2.4	Evaluation de l'état “consommé jusqu'à la pince de fixation”	58
9.2.5	Critères de répétition d'un essai	59
9.3	Calcul de la durée totale de flamme résiduelle, t_f	59
9.4	Classification	59
9.5	Rapport d'essai	60
Annexe A (informative)	Fidélité de la méthode d'essai A	72
Annexe B (informative)	Fidélité de la méthode d'essai B	73
Bibliographie		74
Figure 1	Appareillage pour l'essai de combustion horizontale	61
Figure 2	Système de support pour éprouvette flexible – méthode A	62
Figure 3	Appareillage pour l'essai de combustion verticale – méthode B	63
Figure 4	Eprouvette barreau	64
Figure 5	Fixation optionnelle d'un calibre d'écartement	65
Figure 6	Calibre d'écartement	66
Figure 7	Application de la flamme	67
Figure 8	Application de la flamme lorsque des gouttes en fusion sont présentes	68
Figure 9	Calibre de l'éprouvette pour combustion horizontale – HB (Exemple)	68
Figure 10	Calibre de l'éprouvette pour combustion verticale – V (Exemple)	69
Figure 11	Position du front de flamme non classée «consommée jusqu'à la pince de fixation»	70
Figure 12	Position du front de flamme classée «consommée jusqu'à la pince de fixation»	71
Tableau 1	Tolérances d'épaisseur	52
Tableau 2	Critères de classification selon la combustion verticale	59
Tableau A.1	Vitesse linéaire de combustion	72
Tableau B.1	Durée de flamme résiduelle et durée de flamme résiduelle plus durée d'incandescence résiduelle	73

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS RELATIFS AUX RISQUES DU FEU –

Partie 11-10: Flammes d'essai – Méthodes d'essai horizontal et vertical à la flamme de 50 W

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 60695-11-10 a été établie par le comité d'études 89 de la CEI: Essais relatifs aux risques du feu.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
89/1161/FDIS	89/1165/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.

Cette deuxième édition annule et remplace la version consolidée de la CEI 60695-11-10 publiée en 2008. Elle en constitue une révision technique.

Les principales modifications apportées par rapport à la première édition sont énumérées ci-dessous:

- Des modifications rédactionnelles ont été faites dans l'ensemble du document en vue d'aligner la CEI 60695-11-10 sur la CEI 00695-11-20.
- Des détails sur les dimensions des éprouvettes d'essai ont été ajoutés dans l'Article 7.
- Un nouveau Paragraphe 9.1.4 Conditionnement du coussin de coton a été ajouté.
- Un nouveau Paragraphe 9.2.4 Evaluation de l'état "consommé jusqu'à la pince de fixation a été ajouté.
- La Bibliographie a été actualisée et des références ajoutées.

Cette norme a le statut d'une publication fondamentale de sécurité conformément au Guide CEI 104 et au Guide ISO/CEI 51.

La présente norme internationale doit être utilisée conjointement avec la CEI 60695-11-4.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60695, regroupées sous le titre général *Essais relatifs aux risques du feu* peut être consultée sur le site web de la CEI.

La Partie 11 comprend les parties suivantes:

- Partie 11-2: *Flammes d'essai – Flamme à pré mélange de 1 kW nominal – Appareillage, disposition d'essai de vérification et indications*
- Partie 11-3: *Flammes d'essai – Flammes de 500 W – Appareillage et méthodes d'essai de vérification*
- Partie 11-4: *Flammes d'essai – Flamme de 50 W – Appareillage et méthodes d'essai de vérification*
- Partie 11-5: *Flammes d'essai – Méthode d'essai au brûleur-aiguille – Appareillage, dispositif d'essai de vérification et lignes directrices*
- Partie 11-10: *Flammes d'essai – Méthodes d'essai horizontale et verticale à la flamme de 50 W*
- Partie 11-11: *Flammes d'essai – Détermination du flux de chaleur caractéristique pour l'allumage à partir d'une flamme source sans contact*
- Partie 11-20: *Flammes d'essai – Méthodes d'essai à la flamme de 500 W*
- Partie 11-30: *Flammes d'essai – Historique et développement de 1979 à 1999*
- Partie 11-40: *Flammes d'essai – Essais de confirmation – Guide*

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.

Le contenu du corrigendum de septembre 2014 a été pris en considération dans cet exemplaire.

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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60695-11-10:2013

INTRODUCTION

La conception de tout produit électrotechnique doit tenir compte du risque de feu et des dangers potentiels associés au feu. A cet égard, la conception des composants, circuits et produits ainsi que le choix des matériaux ont pour objectif de réduire à des niveaux acceptables les risques potentiels de feu dans les conditions de fonctionnement normal, d'utilisation anormale raisonnablement prévisible, de dysfonctionnement et/ou de défaillance. Le comité d'études 89 de la CEI a établi la CEI 60695-1-10, avec sa norme associée, la CEI 60695-1-11, afin de fournir des lignes directrices sur les méthodes de réalisation correspondantes.

La CEI 60695-1-10 et la CEI 60695-1-11 ont pour principaux objectifs de fournir des lignes directrices sur les éléments suivants:

- a) éviter l'allumage provoqué par une partie de composant à alimentation électrique, et
- b) confiner le feu résultant dans les limites de l'enveloppe du produit électrotechnique en cas d'allumage.

Les objectifs secondaires de ces documents comprennent la réduction de toute propagation de la flamme au-delà de l'enveloppe du produit et la réduction des effets préjudiciables des effluents du feu tels que la chaleur, la fumée, la toxicité et/ou la corrosivité.

Les feux impliquant des produits électrotechniques peuvent également être déclenchés par des sources externes non électriques. Il convient de tenir compte de ces éléments dans le cadre de l'évaluation globale des risques de feu.

La présente partie de la CEI 60695 décrit les procédures d'essai à petite échelle à appliquer aux matériaux utilisés dans les matériels électrotechniques. Une flamme d'essai de 50 W est utilisée comme source d'allumage. Les méthodes d'essai décrites fournissent des systèmes de classification qui peuvent être utilisés pour l'assurance de la qualité, la présélection des matériaux constitutifs des produits, ou pour vérifier la classification d'inflammabilité minimale requise pour les matériaux utilisés dans les produits finis.

Il convient de ne pas utiliser uniquement ces méthodes d'essai pour décrire ou évaluer les dangers ou risques d'incendie représentés par des matériaux, produits ou assemblages dans des conditions de feu réelles. Cependant, les résultats de ces méthodes d'essai peuvent servir d'éléments pour une évaluation des risques du feu qui prend en considération tous les facteurs appropriés à une utilisation finale particulière.

La présente norme internationale peut impliquer des matériaux, opérations et matériels dangereux. Elle n'a pas pour objet de traiter tous les problèmes de sécurité associés à son utilisation. Il incombe à l'utilisateur de la présente norme internationale d'établir des bonnes pratiques appropriées en termes de sécurité et de santé et de déterminer l'applicabilité des limitations réglementaires avant usage.

ESSAIS RELATIFS AUX RISQUES DU FEU –

Partie 11-10: Flamme d'essai – Méthodes d'essai horizontal et vertical à la flamme de 50 W

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60695 spécifie des modes opératoires d'essai à petite échelle en laboratoire pour comparer le comportement en combustion de différents matériaux utilisés dans les produits électrotechniques lorsque des éprouvettes d'essai en forme de barreau, en position verticale ou horizontale, sont exposées à une source d'allumage constituée d'une petite flamme, d'une puissance thermique nominale de 50 W. Ces méthodes d'essai déterminent la vitesse linéaire de combustion ou les propriétés d'auto-extinction des matériaux.

Ces méthodes d'essai sont applicables aux matériaux solides et alvéolaires ayant une masse volumique apparente supérieure à 250 kg/m^3 , déterminée conformément à l'ISO 845.

Deux méthodes d'essai sont décrites. La Méthode A est une méthode d'essai de combustion horizontale et elle est destinée à déterminer une vitesse linéaire de combustion des matériaux dans des conditions d'essai spécifiques. La Méthode B est une méthode d'essai de combustion verticale et elle est destinée à déterminer si les matériaux sont auto-extinguibles dans des conditions d'essai spécifiques.

NOTE 1 L'ISO 9772 [8] décrit une méthode d'essai pour la détermination des caractéristiques de combustion à utiliser pour les matériaux ayant une densité apparente de 250 kg/m^3 ou inférieure. L'ISO 9773 décrit une méthode d'essai pour la détermination du comportement de combustion à utiliser pour des matériaux en raison de leur finesse, ou de leur déformation, et/ou brûlé jusqu'à la pince de fixation en utilisant la Méthode B de cette norme.

Les méthodes d'essai décrites fournissent un système de classification (voir 8.4 et 9.4) qui peut être utilisé pour l'assurance de la qualité, la présélection des matériaux constitutifs des produits, ou pour vérifier la classification d'inflammabilité minimale requise pour les matériaux utilisés dans les produits finis.

NOTE 2 Des lignes directrices sur la présélection sont fournies dans la CEI 60695-1-30.

La présente publication fondamentale de sécurité est destinée à être utilisée par les Comités d'études dans le cadre de l'élaboration de normes conformément aux principes établis dans le Guide CEI 104 et le Guide ISO/CEI 51.

L'une des responsabilités d'un comité d'études consiste, le cas échéant, à utiliser les publications fondamentales de sécurité dans le cadre de l'élaboration de ses publications. Les exigences, les méthodes d'essai ou les conditions d'essai de la présente publication fondamentale de sécurité ne s'appliquent pas sauf référence spécifique ou inclusion dans les publications correspondantes.

2 Références normatives

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

CEI 60695-4, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 4: Terminologie relative aux essais au feu pour les produits électrotechniques*

CEI 60695-11-4, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-4: Flammes d'essai – Flamme de 50 W – Appareillage et méthodes d'essai de confirmation*

Guide CEI 104, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications* (disponible uniquement en anglais)

Guide ISO/CEI 51, *Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards* (disponible uniquement en anglais)

ISO/CEI 13943:2008, *Sécurité au feu – Vocabulaire*

ISO 291:2008, *Plastiques – Atmosphères normales de conditionnement et d'essai*

ISO 293, *Plastiques – Moulage par compression des éprouvettes en matières thermoplastiques*

ISO 294, (toutes les parties), *Plastiques – Moulage par injection des éprouvettes de matériaux thermoplastiques*

ISO 295, *Plastiques – Moulage par compression des éprouvettes en matières thermodurcissables*

ISO 307, *Plastiques – Polyamides – Détermination de l'indice de viscosité*

ISO 9773, *Plastiques – Détermination du comportement au feu d'éprouvettes minces verticales souples au contact d'une petite flamme comme source d'allumage*

ISO 16012, *Plastiques – Détermination des dimensions linéaires des éprouvettes*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO/CEI 13943:2008 et dans la CEI 60695-4, dont certains sont repris ci-dessous pour des raisons de commodité de l'utilisateur, ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

flamme résiduelle

flamme qui persiste après le retrait de la source d'allumage

[SOURCE: ISO/CEI 13943:2008, définition 4.6]

3.2

durée de flamme résiduelle

durée pendant laquelle une flamme résiduelle persiste dans des conditions spécifiées

Note à l'article: Désignée dans la Méthode B de la présente norme par les paramètres t_1 et t_2 .

[SOURCE: ISO/CEI 13943:2008, définition 4.7]

3.3

incandescence résiduelle

combustion incandescente persistant après le retrait de la source d'allumage et la disparition de toute combustion avec flamme

[SOURCE: ISO/CEI 13943:2008, définition 4.8]

3.4

durée d'incandescence résiduelle

durée pendant laquelle une incandescence résiduelle persiste dans des conditions spécifiées

Note à l'article: Désignée dans la Méthode B de la présente norme par le paramètre t_3 .

[SOURCE: ISO/CEI 13943:2008, définition 4.9]

3.5

“en l'état de livraison”

état des éprouvettes d'essai après une période spécifiée de préconditionnement dans les conditions ambiantes de laboratoire

3.6

brûler, verbe intransitif

être en état de combustion

[SOURCE: ISO/CEI 13943:2008, définition 4.28]

3.7

comportement en combustion

⟨essais au feu⟩ réponse d'une éprouvette d'essai, lorsqu'elle brûle dans des conditions spécifiées, à l'examen de la réaction au feu ou de la résistance au feu

[SOURCE: ISO/CEI 13943:2008, définition 4.3.2]

3.8

combustion

réaction exothermique d'une substance avec un comburant

Note à l'article: Cette combustion émet généralement des effluents du feu accompagnés de flammes et/ou d'incandescence.

[SOURCE: ISO/CEI 13943:2008, définition 4.46]

3.9

environnement en air calme

environnement dans lequel les résultats des expériences ne sont pas affectés de manière significative par la vitesse locale de l'air

Note à l'article: Un exemple qualitatif en est l'environnement dans lequel une flamme de bougie de cire demeure fondamentalement stable. Les exemples quantitatifs sont illustrés par des essais au feu à petite échelle dans lesquels une vitesse maximale de l'air de $0,1 \text{ m}\times\text{s}^{-1}$ ou de $0,2 \text{ m}\times\text{s}^{-1}$ est parfois spécifiée.

[SOURCE: ISO/CEI 13943:2008, définition 4.70]

3.10

enceinte

⟨électrotechnique⟩ enveloppe qui protège les parties mécaniques et électriques d'un appareillage

Note à l'article: Ce terme exclut les câbles.

[SOURCE: ISO/CEI 13943:2008, définition 4.78]

3.11**danger d'incendie**

objet physique ou condition susceptible d'entraîner des conséquences non souhaitables causées par un incendie

[SOURCE: ISO/CEI 13943:2008, définition 4.112]

3.12**évaluation des risques du feu**

évaluation des causes possibles d'incendie, de la possibilité et de la nature du développement ultérieur de l'incendie ainsi que des conséquences possibles du feu

[SOURCE: CEI 60695-4, définition 3.2.10]¹

3.13**ignifugeant**

substance ajoutée ou traitement appliqué à un matériau pour retarder l'allumage ou réduire la vitesse de combustion

Note à l'article: L'emploi d'ignifugeants ne supprime pas nécessairement le feu et ne met pas nécessairement un terme à la combustion.

[SOURCE: ISO/CEI 13943:2008, définition 4.123]

3.14**risque d'incendie**

combinaison entre la probabilité qu'un incendie se produise et les conséquences particulières quantifiées qui en découlent

Note à l'article: Il est souvent calculé comme le produit de la probabilité et des conséquences.

[SOURCE: ISO/CEI 13943:2008, définition 4.124]

3.15**essai au feu**

essai qui mesure le comportement d'un feu ou expose un objet aux effets d'un feu

Note à l'article: Les résultats d'un essai au feu peuvent être utilisés pour quantifier la gravité d'un incendie ou déterminer la résistance au feu ou la réaction au feu de l'éprouvette d'essai.

[SOURCE: ISO/CEI 13943:2008, définition 4.132]

3.16**flamber**, verbe

produire une flamme

[SOURCE: ISO/CEI 13943:2008, définition 4.134]

3.17**flamme**, nom

propagation subsonique, auto-entretenu et rapide de la combustion dans un milieu gazeux, généralement accompagnée d'une émission de lumière

[SOURCE: ISO/CEI 13943:2008, définition 4.133]

¹ Proposition.

3.18

front de flamme

limite de la zone de combustion avec flammes à la surface d'un matériau ou de propagation dans un mélange gazeux

[SOURCE: ISO/CEI 13943:2008, définition 4.136]

3.19

propagation de flammes

propagation d'un front de flamme

[SOURCE: ISO/CEI 13943:2008, définition 4.142]

3.20

inflammabilité

aptitude d'un matériau ou d'un produit à brûler avec flamme dans des conditions spécifiées

[SOURCE: ISO/CEI 13943:2008, définition 4.151]

3.21

allumage

DECONSEILLE: allumage persistant
(général) amorçage de la combustion

[SOURCE: ISO/CEI 13943:2008, définition 4.187]

3.22

allumage

DECONSEILLE: allumage persistant
(combustion avec flammes) déclenchement d'une flamme persistante

[SOURCE: ISO/CEI 13943:2008, définition 4.188]

3.23

vitesse linéaire de combustion

DECONSEILLE: vitesse de combustion
longueur de matériau brûlé par unité de temps, dans des conditions spécifiées

Note 1 à l'article: Elle est exprimée en mètres par seconde ($m \times s^{-1}$).

Note 2 à l'article: Dans la présente norme, le millimètre par minute ($mm \times min^{-1}$) est utilisé comme unité.

[SOURCE: ISO/CEI 13943:2008, définition 4.214]

3.24

gouttes en fusion, nom

gouttelettes tombant d'un matériau ramolli ou liquéfié par la chaleur

Note à l'article: Les gouttelettes peuvent flamber ou ne pas flamber.

[SOURCE: ISO/CEI 13943:2008, définition 4.232]

3.25

s'éteindre de soi-même, verbe

DECONSEILLE: autoextinguible
arrêter la combustion sans que cet arrêt soit dû à un extincteur externe

[SOURCE: ISO/CEI 13943:2008, définition 4.284]

4 Principe

Une éprouvette en forme de barreau rectangulaire est fixée horizontalement ou verticalement par l'une de ses extrémités et l'extrémité libre est soumise à une flamme d'essai spécifiée. Le comportement en combustion du barreau horizontal dans des conditions d'essai spécifiques est évalué par la mesure de la vitesse linéaire de combustion. Le comportement en combustion du barreau vertical dans des conditions d'essai spécifiques est évalué par la mesure des durées de flamme et d'incandescence résiduelles (en observant si les matériaux sont autoextinguibles), de la longueur brûlée et de la chute de particules enflammées.

5 Signification des essais au feu

5.1 Essai avec éprouvettes en position verticale ou horizontale

Les essais au feu effectués sur un matériau dans les conditions spécifiées peuvent être d'une grande utilité pour comparer le comportement en combustion relatif de différents matériaux, pour contrôler les procédés de fabrication ou pour évaluer tout changement dans les caractéristiques de combustion. Les résultats obtenus par ces méthodes d'essai au feu dépendent de la forme, de l'orientation et de l'environnement entourant l'éprouvette d'essai, ainsi que des conditions d'allumage.

La particularité significative de ces méthodes d'essai est la disposition des éprouvettes soit en position horizontale soit en position verticale. Ces dispositions d'essai rendent possible la distinction entre les différentes classes d'inflammabilité des matériaux.

NOTE 1 Les résultats obtenus avec la méthode de combustion horizontale (HB) et la méthode de combustion verticale (V) ne sont pas équivalents.

NOTE 2 Les résultats obtenus avec ces méthodes (HB et V) et avec les essais de combustion 5VA et 5VB spécifiés dans la CEI 60695-11-20 [5] ne sont pas équivalents parce que la puissance thermique de la flamme d'essai dans la présente méthode est de 50 W tandis qu'elle est de 500 W dans la CEI 60695-11-20 [5].

5.2 Limitations d'utilisation des résultats d'essai

Les résultats obtenus selon la présente norme ne doivent pas être utilisés uniquement pour décrire ou évaluer les dangers d'incendie présentés par un matériau particulier dans des conditions de feu réelles. L'évaluation des dangers d'incendie requiert également la prise en considération d'autres facteurs tels que la contribution des combustibles, l'intensité de la combustion (débit calorifique), les produits de combustion et les facteurs environnementaux, y compris la nature de la source d'allumage, l'orientation du matériau exposé et les conditions de ventilation.

5.3 Propriétés physiques susceptibles d'affecter le comportement en combustion

Le comportement en combustion mesuré par ces méthodes d'essai est affecté par des facteurs tels que la masse volumique, une quelconque anisotropie du matériau et l'épaisseur de l'éprouvette.

5.4 Rétraction et déformation

Certaines éprouvettes peuvent se rétracter ou se déformer sous l'effet de la flamme appliquée sans s'allumer. Dans ce cas, des éprouvettes additionnelles de la même épaisseur seront requises pour obtenir des résultats valides. Si des résultats valides ne peuvent pas être obtenus, ces matériaux à cette épaisseur spécifique soumise à essai ne sont pas appropriés à une évaluation par ces méthodes d'essai.

NOTE Pour être capable de déterminer la classification d'inflammabilité pour les échantillons flexible minces en essai, et dans les cas où plus d'un échantillon d'essai rétrécit de l'application de la flamme sans inflammation, l'ISO 9773 fournit une méthode d'essai appropriée.

5.5 Effets du conditionnement des éprouvettes d'essai

Le comportement en combustion de certains matériaux plastiques peut changer dans le temps. Par conséquent, il est judicieux de faire des essais avant et après conditionnement suivant un mode opératoire approprié. Le conditionnement préférentiel en étuve est de $168 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ à $70 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$. Cependant, d'autres durées et d'autres températures de conditionnement peuvent être utilisées selon accord entre les parties intéressées et, lorsqu'elles sont utilisées, elles doivent être notées dans le rapport d'essai.

6 Appareillage

6.1 Hotte de laboratoire

La hotte de laboratoire doit avoir un volume intérieur d'au moins $0,5 \text{ m}^3$. La hotte doit permettre l'observation des essais en cours et doit être en environnement en air calme, tout en permettant une circulation thermique normale de l'air autour de l'éprouvette durant la combustion. Les surfaces intérieures de la hotte doivent être de couleur sombre. Lorsqu'un photomètre est positionné à la place de l'éprouvette, en faisant face à l'arrière de la hotte, le niveau de lumière enregistré doit être inférieur à 20 lx . Pour des raisons de sécurité et de commodité, il est souhaitable que cette enceinte (qui peut être complètement close) soit pourvue d'un dispositif d'extraction, tel qu'un ventilateur, pour enlever les produits de combustion, qui peuvent être toxiques. Le dispositif d'extraction, lorsqu'il est installé, doit être arrêté pendant l'essai et remis en service immédiatement après l'essai pour enlever les effluents du feu. Un clapet anti retour peut être nécessaire.

NOTE Il a été jugé utile de placer un miroir dans la hotte pour avoir une vue arrière de l'éprouvette.

6.2 Brûleur de laboratoire

Le brûleur de laboratoire doit être conforme à la CEI 60695-11-4.

6.3 Support d'appui

Le support d'appui doit avoir des pinces réglables ou un dispositif équivalent, pour mettre l'éprouvette en position (voir Figures 1 et 3).

6.4 Dispositif de chronométrage

Le dispositif de chronométrage doit avoir une résolution de $0,5 \text{ s}$ ou moins.

NOTE Certains laboratoires ont jugé utile de faire usage d'un chronomètreur sono-sensible comme moyen de mesure de la durée d'application de la flamme.

6.5 Echelle de mesure

L'échelle de mesure doit être graduée en millimètres.

6.6 Toile métallique

La toile métallique doit avoir 20 mesh (approximativement 20 mailles par 25 mm), être faite de fils d'acier de $0,40 \text{ mm}$ à $0,45 \text{ mm}$ de diamètre et être découpée en carrés d'environ 125 mm de côté.

6.7 Chambre de conditionnement

Il doit être possible de maintenir la chambre de conditionnement à une température de $23 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ et à une humidité relative de $50 \% \pm 10 \%$.

NOTE Les atmosphères normales de conditionnement et d'essai des matériaux plastiques sont décrites dans l'ISO 291:2008.

6.8 Micromètre

Le micromètre doit avoir une résolution de:

- a) 0,01 mm ou moins pour les éprouvettes d'une épaisseur égale ou supérieure à 0,25 mm, et
- b) 0,001 mm ou moins pour les éprouvettes d'une épaisseur inférieure à 0,250 mm. .

6.9 Système de support HB

Le système de support HB doit être utilisé pour l'essai d'éprouvettes qui ne sont pas autoportantes (voir Figure 2).

6.10 Dessiccateur

Le dessiccateur doit contenir du chlorure de calcium anhydre ou autre agent séchant, pouvant être maintenu à une température de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ et à une humidité relative ne dépassant pas 20 %.

6.11 Etuve à circulation d'air

L'étuve à circulation d'air doit maintenir une température de conditionnement de $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, sauf indication contraire dans la spécification particulière, tout en fournissant au moins cinq renouvellements d'air par heure.

6.12 Coussins de coton

Les coussins doivent être en coton absorbant appelé «coton 100 %» ou «coton pur».

NOTE Il est aussi désigné sous le nom de «coton en laine».

7 Eprouvettes d'essai

7.1 Préparation des éprouvettes

Les éprouvettes doivent être produites par la méthode normalisée ISO appropriée, par exemple moulage par coulée ou injection conformément à l'ISO 294, moulage par compression conformément à l'ISO 293 ou à l'ISO 295, ou moulage par transfert dans la forme exigée. Lorsque cela n'est pas possible, les éprouvettes doivent être produites en utilisant le même procédé de fabrication que celui qui serait normalement utilisé pour mouler une partie du produit; et lorsque cela n'est pas possible, les éprouvettes doivent être découpées à partir d'un échantillon représentatif du matériau moulé tiré d'un produit fini.

NOTE S'il n'est pas possible de préparer des éprouvettes par l'une ou l'autre des méthodes citées ci-dessus, il est possible d'utiliser d'autres méthodes d'essai au feu (comme celle de la CEI 60695-11-5).

Après toute opération de découpage, on doit prendre soin d'enlever toutes les poussières et toutes les particules de la surface; les bords coupés doivent être poncés finement pour obtenir une surface lisse.

7.2 Dimensions des éprouvettes

Les éprouvettes d'essai de barreau doivent mesurer $125\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$ de long sur $13,0\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$ de large, et être découpées au moins dans l'épaisseur minimale et maximale pour laquelle la classification de la flamme est prise en considération (voir Figure 4). Les valeurs préférentielles en termes d'épaisseur comprennent 0,1 mm, 0,2 mm, 0,4 mm, 0,75 mm, 1,5 mm, 3,0 mm, 6,0 mm et/ou 12,0 mm.

NOTE 1 Les calibres sur les Figures 9 et 10 ont été jugés utiles pour la confirmation des dimensions appropriées des éprouvettes.

L'épaisseur ne doit pas dépasser 13,0 mm. De plus, d'autres épaisseurs peuvent être utilisées par accord entre les parties intéressées et, si c'est le cas, elles doivent être notées dans le rapport d'essai. Les bords doivent être lisses et le rayon des coins ne doit pas dépasser 1,3 mm.

Au moins 6 éprouvettes d'essai de barreau doivent être préparées pour la Méthode A et 20 éprouvettes d'essai de barreau pour la Méthode B.

L'épaisseur doit être mesurée avec l'échelle graduée au centre et aux deux extrémités de l'éprouvette en se servant d'un micromètre. La moyenne arithmétique des trois valeurs mesurées est considérée comme la valeur de l'épaisseur de l'éprouvette.

Pour des éprouvettes rigides, les mesures de l'épaisseur doivent être effectuées conformément à l'ISO 16012, comme suit. Utiliser un micromètre à cliquet, fermer le micromètre à une vitesse permettant de suivre facilement le défilement des relevés sur l'échelle graduée ou l'affichage numérique. Poursuivre le mouvement de fermeture jusqu'à ce que le cliquet effectue trois clics, la cosse à friction glisse ou qu'on puisse constater que les deux surfaces de contact sont totalement en contact avec l'éprouvette. Enregistrer la lecture affichée.

Pour les éprouvettes souples, non rigides ou élastiques, un micromètre avec un comparateur à cadran peut être utilisé. Le mouvement de fermeture doit être interrompu dès que le sabot de pression entre en contact avec l'éprouvette.

NOTE 2 Il est possible d'utiliser d'autres dispositifs de mesure équivalents au micromètre pour mesurer l'épaisseur s'ils sont jugés satisfaisants.

Afin que les éprouvettes représentent avec précision une épaisseur nominale, chaque mesure et la moyenne générale doivent être conformes aux tolérances indiquées dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Tolérances d'épaisseur

Epaisseur mm	Tolérance mm
< 0,02	± 10 %
0,02 à < 0,05	± 0,005
0,05 à < 0,1	± 0,010
0,1 à < 0,2	± 0,020
0,2 à < 0,3	± 0,030
0,3 à < 0,5	± 0,04
0,5 à < 0,6	± 0,05
0,6 à < 3,0	± 0,15
3,0 à < 6,0	± 0,25
6,0 à < 13,0	± 0,40

NOTE 3 Par exemple, pour représenter une épaisseur de 1,5 mm, il convient que toutes les éprouvettes soumises à essai mesurent entre 1,35 mm et 1,65 mm.

7.3 Essai des matériaux – gammes de formulations

7.3.1 Généralités

Les résultats d'essais effectués sur des éprouvettes avec une couleur, une épaisseur, une masse volumique, une masse moléculaire, une direction d'anisotropie et un type différents, ou avec des additifs ou des charges/des renforts différents peuvent varier.

7.3.2 Masse volumique, fusions et charge/renfort

Des éprouvettes présentant des valeurs extrêmes de masse volumique, de fusions et de contenu de charge/de renfort peuvent être fournies et être considérées comme représentatives de la gamme, si les résultats d'essai donnent la même classification d'essai à la flamme. Si les résultats d'essai ne donnent pas la même classification d'essai à la flamme pour toutes les éprouvettes représentant la gamme, l'évaluation doit être limitée aux matériaux présentant des valeurs extrêmes de masse volumique, de fusions et de contenu de charge/de renfort soumis aux essais. De plus, des éprouvettes avec une masse volumique, des fusions et un contenu de charge/de renfort intermédiaires doivent être soumises aux essais afin de déterminer la gamme la plus représentative pour chaque classification d'essai à la flamme.

7.3.3 Couleur

Des éprouvettes d'essai de barreau incolores et des éprouvettes d'essai de barreau présentant le niveau le plus élevé de charge en pigment organique et inorganique par poids sont considérées comme représentatives de la gamme de couleurs si les résultats d'essai présentent la même classification d'essai à la flamme. Si certains pigments sont réputés affecter les caractéristiques d'inflammabilité, les éprouvettes contenant ces pigments doivent également faire l'objet d'essais. Les éprouvettes qui doivent être soumises aux essais sont celles

- a) qui ne contiennent aucun colorant,
- b) qui contiennent le niveau le plus élevé de pigments organiques/colorants/teintes et/ou noir de carbone,
- c) qui contiennent le niveau le plus élevé de pigments inorganiques, et
- d) qui contiennent des pigments/colorants/teintes réputés affecter les caractéristiques d'inflammabilité.

Autrement, les couleurs individuelles doivent être évaluées et classées.

8 Méthode d'essai A –Essai de combustion horizontale

8.1 Conditionnement et conditions d'essai

8.1.1 Généralités

Sauf spécification contraire dans la spécification particulière, les exigences énoncées ci-dessous doivent s'appliquer.

8.1.2 Eprouvettes conditionnées "en l'état de réception"

Deux lots de trois éprouvettes barreaux doivent être conditionnés à $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ et 50 % $\pm 10\text{ %}$ d'humidité relative pendant au moins 48 h (voir l'ISO 291:2008, Article 6, Tableau 2, Classe 2). Une fois retirées de la chambre de conditionnement (voir 6.7), les éprouvettes doivent être soumises à essai dans un délai de 30 min.

8.1.3 Conditions d'essai

Toutes les éprouvettes doivent être soumises à essai dans une atmosphère de laboratoire de 15 °C à 35 °C et 75 % ou valeur inférieure d'humidité relative.

8.2 Mode opératoire

8.2.1 Marquage des éprouvettes d'essai

Trois éprouvettes doivent être soumises à essai. Chaque éprouvette doit être marquée de deux traits perpendiculaires à l'axe longitudinal du barreau, à $25 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ et à $100 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ de l'extrémité devant être exposée à la flamme d'essai.

NOTE Le calibre sur la Figure 9 a été jugé utile pour marquer convenablement un lot de 3 éprouvettes à la fois.

8.2.2 Montage de l'éprouvette

Fixer l'éprouvette sur l'extrémité la plus éloignée de la marque de 25 mm, avec son axe longitudinal approximativement horizontal et son axe transversal incliné à $45^\circ \pm 2^\circ$ comme illustré à la Figure 1. Fixer la toile métallique (voir 6.6) horizontalement à une distance de $10 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ sous l'arête inférieure de l'éprouvette. L'extrémité libre de l'éprouvette doit être verticalement au droit du bord de la toile comme illustré à la Figure 1. Tout matériau restant sur la toile métallique à partir d'essais précédents doit être brûlé ou une nouvelle toile doit être utilisée pour chaque essai.

Si l'éprouvette s'affaisse à son extrémité libre et n'est pas capable de maintenir la distance de $10 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$, le système de support (voir 6.9) indiqué à la Figure 2 doit être utilisé. Placer le système de support sur la toile métallique de telle manière que l'éprouvette soit soutenue par le système de support pour maintenir la distance de $10 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$, la petite prolongation du système de support étant à 10 mm approximativement de l'extrémité libre de l'éprouvette. Assurer un dégagement suffisant à l'extrémité fixée de l'éprouvette pour que le système de support puisse être déplacé librement vers le côté.

8.2.3 Montage de la flamme

L'axe central du tube du brûleur étant à la verticale, placer le brûleur loin de l'éprouvette et régler le brûleur (voir 6.2) pour qu'il produise une flamme d'essai normalisée de 50 W (valeur nominale), conformément à la CEI 60695-11- 4. La flamme doit être vérifiée

- a) lorsque l'alimentation en gaz est modifiée,
- b) lorsque tout appareillage et/ou paramètres d'essai sont modifiés, ou
- c) en cas de litige,

mais au moins une fois par mois. Attendre au moins 5 min pour permettre aux conditions du brûleur d'atteindre l'équilibre.

8.2.4 Application de la flamme et utilisation du système de support HB

En maintenant l'axe central du tube du brûleur à un angle de $45^\circ \pm 2^\circ$ par rapport à l'horizontale et incliné vers l'extrémité libre de l'éprouvette, appliquer la flamme au coin inférieur de l'extrémité libre de l'éprouvette de telle façon que l'axe central du tube du brûleur soit dans le même plan vertical que l'arête longitudinale inférieure de l'éprouvette (voir Figure 1). Positionner le brûleur de telle façon que la flamme touche l'extrémité libre de l'éprouvette sur une longueur de 6 mm approximativement.

Lorsque le front de flamme (voir 8.2.5) progresse le long de l'éprouvette, retirer le système de support (s'il est utilisé) à la même vitesse approximativement, en empêchant le front de flamme d'être en contact avec le système de support, de telle sorte qu'il n'y ait aucun effet sur la flamme ou sur la combustion de l'éprouvette

La flamme d'essai doit être appliquée sans changer sa position pendant $30 \text{ s} \pm 1 \text{ s}$ ou retirée dès que le front de flamme sur l'éprouvette atteint la marque de 25 mm (s'il l'atteint en moins de 30 s). Lancer le dispositif de chronométrage (voir 6.4) lorsque le front de flamme atteint la marque de 25 mm.

NOTE Il s'est révélé satisfaisant de retirer le brûleur à une distance de 150 mm de l'éprouvette.

8.2.5 Méthode et observations

Si l'éprouvette continue à brûler avec une flamme après retrait de la flamme d'essai, enregistrer le temps écoulé t , en secondes à la seconde près, pour que le front de flamme aille de la marque de 25 mm jusqu'au-delà de la marque de 100 mm; la longueur endommagée L , est notée égale à 75 mm. Si le front de flamme dépasse la marque de 25 mm mais ne dépasse pas la marque de 100 mm, noter le temps écoulé t , en secondes à la seconde près ainsi que la longueur endommagée L , en millimètres, entre la marque de 25 mm et la marque où le front de flamme s'arrête.

Soumettre à essai deux autres nouvelles éprouvettes. Le contenu de la hotte/chambre de laboratoire doit être évacué après l'essai sur chaque éprouvette.

Si seulement une éprouvette du premier lot de trois éprouvettes (voir 7.3) ne satisfait pas aux critères indiqués en 8.4.1 et 8.4.2, un autre lot de trois éprouvettes doit être soumis à essai. Toutes les éprouvettes du second lot doivent satisfaire à tous les critères spécifiés pour la classification appropriée.

8.3 Calculs

Calculer la vitesse linéaire de combustion v , en millimètres par minute, pour chaque éprouvette où le front de flamme dépasse la marque de 100 mm, en utilisant l'équation suivante:

$$v = \left(\frac{L}{t} \right) \times \left(\frac{60 \text{ s}}{\text{min}} \right)$$

où

v est la vitesse linéaire de combustion (voir 3.22);

L est la longueur endommagée (voir 8.2.5); et

t est le temps (voir 8.2.5).

8.4 Classification

8.4.1 Généralités

Les matériaux doivent être classés HB, HB40 ou HB75 (HB = combustion horizontale) conformément aux critères donnés ci-après.

NOTE HB et HB40 constituent les classifications privilégiées. La classification HB75 sera retirée de la prochaine édition de la présente norme.

8.4.2 Classification HB

Un matériau classé HB doit être conforme à l'un des critères suivants:

- a) il ne brûle pas avec une flamme après le retrait de la source d'allumage;
- b) si les éprouvettes continuent de brûler avec une flamme après le retrait de la source d'allumage, le front de flamme ne dépasse pas la marque de 100 mm;
- c) si le front de flamme dépasse la marque de 100 mm, il n'a pas une vitesse linéaire de combustion supérieure à 40 mm/min pour une épaisseur de 3,0 mm à 13,0 mm ou
 - 1) il n'a pas une vitesse linéaire de combustion supérieure à 40 mm/min pour une épaisseur de 3,0 mm à 13,0 mm ou
 - 2) une vitesse de combustion inférieure à 75 mm/min pour une épaisseur inférieure à 3,0 mm;

Si la vitesse linéaire de combustion ne dépasse pas 40 mm/min pour des essais effectués avec des éprouvettes d'une épaisseur comprise entre 1,5 mm et 3,2 mm, la classification HB doit être automatiquement acceptée jusqu'à une épaisseur minimale de 1,5 mm.

8.4.3 Classifications HB40

Un matériau classé HB40 doit satisfaire à l'un des critères ci-dessous:

- a) s'il ne brûle pas avec une flamme après le retrait de la source d'allumage;
- b) si les éprouvettes continuent de brûler avec une flamme après le retrait de la source d'allumage et le front de flamme ne dépasse pas la marque de 100 mm;
- c) si le front de flamme dépasse la marque de 100 mm et il n'a pas une vitesse linéaire de combustion supérieure à 40 mm/min;
si le front de flamme dépasse la marque de 100 mm et il n'a pas une vitesse linéaire de combustion supérieure à 75 mm/min, le matériau est classé HB75.

8.4.4 Classification HB75

Un matériau classé HB75 doit satisfaire à l'un des critères ci-dessous:

- a) s'il ne brûle pas avec une flamme après le retrait de la source d'allumage;
- b) si les éprouvettes continuent de brûler avec une flamme après le retrait de la source d'allumage et le front de flamme ne dépasse pas la marque de 100 mm;
- c) si le front de flamme dépasse la marque de 100 mm et il n'a pas une vitesse linéaire de combustion supérieure à 75 mm/min.

8.5 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit comprendre les points suivants:

- a) la référence à la présente Norme internationale;
- b) tous les détails nécessaires pour identifier le produit soumis à essai, y compris le nom du fabricant, le numéro ou le code, et la couleur;
- c) l'épaisseur de l'éprouvette d'essai,
 - pour les éprouvettes de 1,0 mm ou plus, à 0,01 mm près;
 - pour les éprouvettes de moins de 1,0 mm, à 0,001 mm près;
- d) la masse volumique nominale apparente (pour les matériaux alvéolaires rigides seulement);
- e) la direction de toute anisotropie relative aux dimensions de l'éprouvette;
- f) le traitement de conditionnement;
- g) tout traitement avant essai, autre que découpage, ébarbage et conditionnement;
- h) une note indiquant si l'éprouvette a continué ou non à brûler avec une flamme après application de la flamme d'essai;
- i) une note indiquant si le front de flamme a dépassé ou non les marques de 25 mm et de 100 mm;
- j) pour les éprouvettes avec lesquelles le front de flamme a dépassé la marque de 25 mm mais non celle de 100 mm, le temps écoulé t et la longueur endommagée L ;
- k) pour les éprouvettes avec lesquelles le front de flamme a atteint ou dépassé la marque de 100 mm, la vitesse linéaire moyenne de combustion v ;
- l) une note indiquant si le système de support pour éprouvette flexible a été utilisé;
- m) la classification assignée en combinaison avec l'épaisseur appropriée, par exemple,

"HB @ 3,0 mm" (voir 8.4).

9 Méthode d'essai B – Essai de combustion verticale

9.1 Conditionnement et conditions d'essai

9.1.1 Généralités

Sauf spécification contraire dans la spécification particulière, les exigences énoncées ci-dessous doivent s'appliquer.

9.1.2 Echantillons conditionnés "en l'état de réception"

Deux lots de cinq échantillons barreaux doivent être conditionnés à $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ et à $50\% \pm 10\%$ d'humidité relative pendant au moins 48 h (voir l'ISO 291:2008, Tableau 2, Classe 2). Après leur retrait de la chambre de conditionnement (voir 6.7), les échantillons doivent être soumis à essai dans un délai de 30 min.

9.1.3 Echantillons conditionnés en étuve

Deux lots de cinq échantillons barreaux doivent être conditionnés dans une étuve à circulation d'air (voir 6.11) pendant $168\text{ h} \pm 2\text{ h}$ à $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ et ensuite refroidis dans le dessiccateur (voir 6.10) pendant au moins 4 h. Comme variante à ce conditionnement, il est admis que les stratifiés industriels soient conditionnés pendant 24 h à $125\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. Une fois sorties de la chambre de dessiccation, les échantillons doivent être soumis à essai dans un délai de 30 min.

9.1.4 Conditionnement des coussins de coton

Les coussins de coton doivent être conditionnés dans un dessiccateur pendant au moins 24h avant leur utilisation. Une fois retiré du dessiccateur, le coussin de coton doit être utilisé dans un délai de 30 min.

9.1.5 Conditions d'essai

Toutes les échantillons doivent être soumis à essai dans une atmosphère de laboratoire de 15 °C à 35 °C et à une humidité relative de 75 % ou moins.

9.2 Mode opératoire

9.2.1 Montage de l'échantillon

Fixer l'échantillon par son extrémité supérieure sur une longueur de 6 mm, avec son axe longitudinal vertical. L'extrémité inférieure de l'échantillon doit être à $300\text{ mm} \pm 10\text{ mm}$ au-dessus du coussin de coton horizontal (voir 6.12). Le coussin de coton doit être d'environ $50\text{ mm} \times 50\text{ mm} \times 6\text{ mm}$ d'épaisseur sans compression et d'une masse maximale de 0,08 g (voir Figure 3).

9.2.2 Montage de la flamme

Avec l'axe central du tube du brûleur à la verticale, placer le brûleur loin de l'échantillon et régler le brûleur (voir 6.2) pour qu'il produise une flamme d'essai normalisée de 50 W (valeur nominale), conformément à la CEI 60695-11-4. La flamme doit être vérifiée

- a) lorsque l'alimentation en gaz est modifiée,
- b) lorsque tout appareillage et/ou paramètres d'essai sont modifiés, ou
- c) en cas de litige,

mais au moins une fois par mois.

Attendre au moins 5 min pour permettre aux conditions du brûleur d'atteindre l'équilibre.

9.2.3 Application de la flamme et observations

En maintenant l'axe central du tube du brûleur en position verticale, rapprocher l'éprouvette horizontalement de la face la plus large (voir Figure 7). Appliquer la flamme du brûleur axialement au point milieu de l'extrémité inférieure de l'éprouvette de telle façon que le sommet du brûleur soit à $10 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ en dessous de ce point. Maintenir le brûleur à cette distance pendant $10 \text{ s} \pm 0,5 \text{ s}$ (à partir du moment où la flamme est totalement placée sous l'éprouvette), en déplaçant le brûleur dans le plan vertical en réponse à tout changement dans la longueur ou dans la position de l'éprouvette.

NOTE 1 Pour les éprouvettes qui se déplacent sous l'influence de la flamme du brûleur, l'utilisation d'un calibre d'écartement fixé au brûleur (voir Figure 5), comme décrit dans la CEI 60695-11-4, s'est révélée satisfaisante pour maintenir la distance de 10 mm entre le sommet du brûleur et la partie majeure de l'éprouvette.

Si l'éprouvette produit des gouttes en fusion durant l'application de la flamme, incliner le brûleur d'un angle de 45° au plus perpendiculaire à la face la plus large de l'éprouvette (voir Figures 6 et 8). Retirer le brûleur de dessous de l'éprouvette juste assez pour que de la matière ne tombe pas dans le tube du brûleur tout en maintenant l'intervalle de $10 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ entre le centre de la sortie du brûleur et la partie majeure restante de l'éprouvette, sans tenir compte des fils de matière fondue. Après application de la flamme sur l'éprouvette pendant $10 \text{ s} \pm 0,5 \text{ s}$, retirer immédiatement le brûleur suffisamment pour qu'il n'y ait plus d'effet sur l'éprouvette et simultanément utiliser le dispositif de chronométrage pour commencer la mesure de la durée de flamme résiduelle t_1 , en secondes. Noter et enregistrer t_1 ; noter et enregistrer également s'il y a eu chute de particules ou de gouttes en fusion et, dans ce cas, si elles ont allumé le coussin de coton.

NOTE 2 Il s'est révélé satisfaisant d'éloigner le brûleur à une distance de 150 mm de l'éprouvette pendant la mesure de t_1 .

Dès que la flamme cesse, replacer immédiatement la flamme d'essai sous l'éprouvette, en maintenant l'axe central du tube du brûleur en position verticale et le sommet du brûleur à une distance de $10 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ en dessous de l'extrémité inférieure restante de l'éprouvette pendant $10 \text{ s} \pm 0,5 \text{ s}$. Si nécessaire, déplacer le brûleur pour éviter les gouttes en fusion, comme décrit ci-dessus. Après cette seconde application de la flamme sur l'éprouvette pendant $10 \text{ s} \pm 0,5 \text{ s}$, éteindre immédiatement le brûleur ou l'éloigner suffisamment de l'éprouvette de telle façon qu'il n'y ait pas d'effet sur l'éprouvette et simultanément, en utilisant le dispositif de chronométrage, commencer la mesure, à la seconde près, de la durée de flamme résiduelle t_2 et de la durée d'incandescence résiduelle t_3 de l'éprouvette. Noter et enregistrer t_2 , t_3 , et t_2 plus t_3 . Noter et enregistrer également

- a) s'il y a chute de particules ou de gouttes en fusion de l'éprouvette et, dans ce cas, si elles allument le coussin de coton (voir 6.12); et
- b) si les éprouvettes sont consumées jusqu'à la pince de fixation qui les maintient (Voir 9.2.4).

NOTE 3 Dans l'enregistrement de t_3 , il s'est révélé satisfaisant de mesurer et d'enregistrer la durée de flamme résiduelle t_2 et ensuite de continuer la mesure de la somme de la durée de flamme résiduelle t_2 et de la durée d'incandescence résiduelle t_3 (sans remise à zéro du dispositif de chronométrage).

NOTE 4 Il s'est révélé satisfaisant d'éloigner le brûleur à une distance de 150 mm de l'éprouvette pendant la mesure de t_2 et de t_3 .

Répéter le mode opératoire jusqu'à ce que soient soumises à essai les cinq éprouvettes qui ont été conditionnées conformément à 9.1.2, et les cinq éprouvettes qui ont été conditionnées conformément à 9.1.3. Le contenu de la hotte/la chambre de laboratoire doit être évacué après chaque essai.

9.2.4 Evaluation de l'état "consumé jusqu'à la pince de fixation"

L'état "consumé jusqu'à la pince de fixation" doit être évalué comme suit. Laisser l'éprouvette se refroidir. Utiliser un chiffon souple et sec pour nettoyer tout résidu de suies et d'effluents et examiner l'éprouvette à 2 mm au-dessous de la ligne de fixation pour détecter tout signe de combustion ou de pyrolyse. Les dégradations thermiques comme la fusion ou la déformation

sur l'échantillon au-dessous de la pince de fixation doivent être ignorées. Si la dégradation de l'éprouvette (à 2 mm au-dessous de la pince de fixation) est causée par la flamme d'essai visible lors de son application, l'éprouvette n'est pas considérée comme étant consumée jusqu'à la pince de fixation. Un matériau est considéré "consumé jusqu'à la pince de fixation" si la dégradation de l'éprouvette est le résultat du front de la flamme de combustion. Un matériau est également considéré comme consumé jusqu'à la pince de fixation si l'éprouvette d'essai est totalement consumée (voir Figures 11 et 12).

9.2.5 Critères de répétition d'un essai

Si une seule éprouvette d'un lot de cinq éprouvettes pour un traitement donné de conditionnement ne satisfait pas à tous les critères pour une classification, un nouveau lot de cinq éprouvettes soumises au même conditionnement doit être soumis à essai. Pour le critère du total des durées en secondes de flamme résiduelle t_f , un lot additionnel de cinq éprouvettes doit être soumis à essai si ce total est dans la gamme de 51 s à 55 s pour V-0 ou de 251 s à 255 s pour V-1 et V-2 (Voir 9.4). Toutes les éprouvettes du second lot doivent satisfaire à tous les critères spécifiés pour la classification.

9.3 Calcul de la durée totale de flamme résiduelle, t_f

Pour chaque lot de cinq éprouvettes des deux traitements de conditionnement, calculer la durée totale de flamme résiduelle t_f en secondes, pour le lot t en utilisant l'équation suivante:

$$t_f = \sum_{i=1}^5 (t_{1,i} + t_{2,i})$$

où

t_f est la durée totale de flamme résiduelle, en secondes;

$t_{1,i}$ est la première durée de flamme résiduelle, en secondes, de la i^{e} éprouvette;

$t_{2,i}$ est la deuxième durée de flamme résiduelle, en secondes, de la i^{e} éprouvette

9.4 Classification

Le matériau doit être classé V-0, V-1 ou V-2 (V = combustion verticale), selon les critères donnés dans le Tableau 2. Si les résultats d'essai ne sont pas en conformité avec les critères spécifiés, le matériau ne peut pas être classé par cette méthode d'essai.

Tableau 2 – Critères de classification selon la combustion verticale

Critères	Classification des matériaux		
	V-0	V-1	V-2
Durées individuelles de flamme résiduelle (t_1 , t_2)	≤ 10 s	≤ 30 s	≤ 30 s
Durée totale de flamme résiduelle t_f pour tout lot de cinq éprouvettes conditionnées	≤ 50 s	≤ 250 s	≤ 250 s
Durée individuelle de flamme résiduelle plus durée individuelle d'incandescence résiduelle après la seconde application de la flamme ($t_2 + t_3$)	≤ 30 s	≤ 60 s	≤ 60 s
La flamme résiduelle et/ou l'incandescence résiduelle ont progressé jusqu'à la pince de fixation	Non	Non	Non
Le coussin de coton a été allumé par les particules ou gouttes enflammées	Non	Non	Oui

Pour les matériaux en polyamide (type 66) classés V-2, une solution du matériau fourni doit avoir une viscosité relative inférieure à 225 ml/g (lorsqu'elle est déterminée avec la méthode de préparation à l'acide sulfurique à 96 %) ou à 210 ml/g (lorsqu'elle est déterminée avec la méthode de préparation à l'acide formique à 90 %) conformément à l'ISO 307. Comme variante, si la viscosité relative est supérieure à respectivement 225 ml/g ou 210 ml/g, la

viscosité relative d'une solution de l'éprouvette moulée ne doit pas être inférieure à 70 % de la viscosité relative d'une solution du matériau fourni.

9.5 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit comprendre les points suivants:

- a) la référence à la présente Norme internationale;
- b) tous les détails nécessaires pour identifier le produit soumis à essai, y compris le numéro ou le code, la couleur et le nom du fabricant;
- c) l'épaisseur de l'éprouvette d'essai:
 - pour les éprouvettes de 1,0 mm ou plus, à 0,01 mm près;
 - pour les éprouvettes de moins de 1,0 mm, à 0,001 mm près;
- d) la masse volumique nominale apparente (pour les matériaux alvéolaires rigides seulement);
- e) la direction de toute anisotropie relative aux dimensions de chaque éprouvette;
- f) le traitement de conditionnement;
- g) tout traitement avant essai, autre que découpage, ébarbage et conditionnement;
- h) les valeurs individuelles de t_1 , t_2 , t_3 , et t_2 plus t_3 pour chaque éprouvette;
- i) la durée totale de flamme résiduelle t_f pour chaque lot de cinq éprouvettes des deux traitements de conditionnement (voir 9.1.1 et 9.1.2);
- j) une note indiquant si des particules ou des gouttes en fusion sont tombées de l'éprouvette et si elles ont allumé le coton;
- k) une note indiquant si une des éprouvettes a brûlé jusqu'à la pince de fixation;
- l) la classification assignée en combinaison avec l'épaisseur appropriée, par exemple

"V-0 @ 1,5 mm" (voir 9.4).