

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



BASIC SAFETY PUBLICATION

PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ

Fire hazard testing –

Part 11-20: Test flames – 500 W flame test method

Essais relatifs aux risques du feu –

Partie 11-20: Flammes d'essai – Méthode d'essai à la flamme de 500 W

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60695-11-20:2015



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2015 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 60 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

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

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 60 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



BASIC SAFETY PUBLICATION

PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ

Fire hazard testing –

Part 11-20: Test flames – 500 W flame test method

Essais relatifs aux risques du feu –

Partie 11-20: Flammes d'essai – Méthode d'essai à la flamme de 500 W

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 13.220.40; 29.020

ISBN 978-2-8322-2610-0

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

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

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references.....	8
3 Terms and definitions	9
4 Principle	12
5 Significance of the fire tests	13
5.1 General.....	13
5.2 Limitations on the use of test results.....	13
5.3 Physical properties that can effect burning behaviour.....	13
5.4 Shrinkage and distortion.....	13
5.5 Effects of test specimen conditioning	13
6 Apparatus.....	13
6.1 Laboratory fumehood/chamber	13
6.2 Laboratory burner	14
6.3 Support stand	14
6.4 Timing device.....	14
6.5 Measuring scale.....	14
6.6 Conditioning chamber.....	14
6.7 Micrometer.....	14
6.8 Desiccator chamber	14
6.9 Air-circulating oven	14
6.10 Cotton pads	14
6.11 Burner mounting block.....	15
7 Test specimens	15
7.1 Test specimen preparation	15
7.2 Bar test specimens.....	15
7.3 Plate test specimens	15
7.4 Testing materials – ranges in formulations	15
7.4.1 General	15
7.4.2 Density, melt flows and filler/reinforcement.....	16
7.4.3 Colour (bar test specimens only)	16
7.5 Thickness measurements	16
8 Test procedure	17
8.1 Conditioning.....	17
8.1.1 General	17
8.1.2 Conditioning of specimens in conditioning chamber (“As Received”).....	17
8.1.3 Conditioning of specimens in air-circulating oven.....	17
8.1.4 Conditioning of the cotton pad	17
8.1.5 Test conditions	17
8.2 Test procedure – bar test specimens	18
8.2.1 Test specimen setup	18
8.2.2 Flame setup.....	18
8.2.3 Flame application and observations.....	18
8.2.4 Criteria for retest.....	19
8.3 Test procedure – plate shaped test specimens.....	19

8.3.1	Support stand	19
8.3.2	Flame setup	19
8.3.3	Flame application and observations	19
8.3.4	Criteria for retest	19
8.4	Classification	20
8.5	Test report	20
Annex A (normative)	Detailed requirements for the flame application point	26
A.1	Dynamic deformation	26
A.2	J-shape or twisting deformation	26
A.3	Curling deformation	26
A.4	Severe deformation	26
Bibliography		31
Figure 1	– Vertical burning test for bar test specimen	21
Figure 2	– Horizontal burning test for plates	22
Figure 3	– Burner mounting block – Example	22
Figure 4	– Test specimens	23
Figure 5	– Examples of flame application	24
Figure 6	– 5V specimen gauge (Example)	25
Figure A.1	– Flame application points for a specimen which deforms dynamically	27
Figure A.2	– Flame application point for twisted and J-shaped specimens	28
Figure A.3	– Flame application point for a curled specimen	29
Figure A.4	– Flame application point when there is severe deformation	30
Table 1	– Thickness tolerances	17
Table 2	– 5V burning classification	20

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIRE HAZARD TESTING –**Part 11-20: Test flames –
500 W flame test method****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 60695-11-20 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
89/1241/FDIS	89/1250/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 first edition of IEC 60695-11-20 published in 1999. This edition constitutes a technical revision.

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

- The Part title has been modified to the singular – 500 W flame test method.
- Editorial changes have been made throughout the document for the purpose of aligning IEC 60695-11-10 with IEC 60695-11-20.
- The Introduction has been modified to clarify the description of the test method.
- The Scope has been modified for clarification.
- All occurrences of the term “fixture” have been deleted from the document.
- Preferred thickness values have been added to 7.2 and 7.3.
- 7.4.4: ‘Thickness measurement’ is now numbered 7.5 to which a new Table 1 – Thickness tolerances has been added.
- New Subclause 8.1.4 ‘Conditioning of the cotton pad’ has been added.
- 8.2.3 clarifies the application of the test flame to distorted specimens
- Explanatory notes have been added to Figures 5 and 6.
- 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 60695-11-3.

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 website 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 January 2016 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60695-11-20:2015

INTRODUCTION

In the design of an 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 equipment design as well as the choice of materials is to reduce to a tolerable level of risk of fire even in the event of reasonably foreseeable (mis)use, malfunction or failure. Fires involving electrotechnical products can also be initiated from external non-electrical sources. Considerations of this nature are dealt with in the overall fire hazard assessment.

The aim of the IEC 60695 series of standards is to save lives and property by reducing the number of fires or reducing the consequences of the fire. This can be accomplished by:

- trying to prevent ignition caused by an electrically energised component part and, in the event of ignition, to confine any resulting fire within the bounds of the enclosure of the electrotechnical product.
- trying to minimise flame spread beyond the product's enclosure and to minimise the harmful effects of fire effluents including heat, smoke, and toxic or corrosive combustion products.

This part of IEC 60695 describes a test method which consists of two small-scale fire test procedures carried out on materials used in electrotechnical equipment. A 500 W test flame is used as an ignition source. The test method described provides 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.

This test method should not be used to solely describe or appraise the fire hazard or fire risk of materials, products, or assemblies under actual fire conditions. However, results of this test 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 11-20: Test flames – 500 W flame test method

1 Scope

This part of IEC 60695 describes a test method consisting of two small-scale laboratory test procedures which is intended to compare the burning behaviour of different materials used in electrotechnical products. Vertically oriented bar specimens or horizontally oriented plate test specimens are exposed to a small flame ignition source with a nominal thermal power of 500 W. The test method uses two test specimen configurations to classify material performance. Rectangular bar-shaped test specimens are used to assess ignitability and burning behaviour, and square plate test specimens are used to assess the resistance of the test specimen to burn-through, as defined in 8.3.3. This test method only applies to materials that have been classified as V-0 or V-1 according to IEC 60695-11-10.

This test method is only applicable to solid and cellular materials that have an apparent density of more than 250 kg/m³, determined in accordance with ISO 845. The method does not apply to materials that shrink away from the applied flame without igniting due to their thinness.

The test method described provides 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. If used for pre-selection, then positive results shall be obtained at a test specimen thickness which equals the smallest thickness used in the product application.

The results obtained provide some information about the behaviour of materials in service, but cannot by themselves assure safe performance in service.

NOTE 1 Guidance on pre-selection is given in IEC 60695-1-30 [3]¹.

NOTE 2 Test results are influenced by material additives, e.g. pigments, fillers, and fire retardants, and properties such as the direction of anisotropy and the molecular mass.

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.

¹ Numbers in square brackets refer to the bibliography.

IEC 60695-4:2012, *Fire hazard testing – Part 4: Terminology concerning fire tests for electrotechnical products*

IEC 60695-11-3, *Fire hazard testing – Part 11-3: Test flames – 500 W flames – Apparatus and confirmational test methods*

IEC 60695-11-10, *Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods*

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, *Plastics – Standard atmospheres for conditioning and testing*

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

ISO 294:1996 (all parts), *Plastics – Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials*

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

ISO 845, *Cellular plastics and rubbers – Determination of apparent density*

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 60695-4:2005, 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 this standard by the parameter t_1 .

[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 this standard by the parameter t_2 .

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

3.5

As Received

test specimen state 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 1 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 60695-4:2012, definition 3.2.10]

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**, 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]

3.17**flame**, verb

produce flame

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

3.18**flame spread**

propagation of a flame front

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

3.19**flammability**

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

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

3.20

glowing combustion

combustion of a material in the solid phase without flame but with emission of light from the combustion zone

[SOURCE: ISO/IEC 13943:2008 – definition 4.169]

3.21

ignition

sustained ignition (deprecated)
〈general〉 initiation of combustion

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

3.22

ignition

sustained ignition (deprecated)
〈flaming combustion〉 initiation of sustained flame

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

3.23

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]

3.24

preselection

process of assessing and choosing candidate materials, components or subassemblies for making an end-product

[SOURCE: IEC 60695-4:2012, definition 3.2.21]

3.25

reaction to fire

response of a test specimen when it is exposed to fire under specified conditions in a fire test

Note 1 to entry: Fire resistance is regarded as a special case and is not normally considered as a reaction to fire property.

[SOURCE: ISO/IEC 13943:2008, definition 4.272]

3.26

small-scale fire test

fire test performed on a test specimen of small dimensions

Note 1 to entry: A fire test performed on a test specimen of which the maximum dimension is less than 1 m is usually called a small-scale fire test.

[SOURCE: ISO/IEC 13943:2008, definition 4.292]

4 Principle

This test method is only applicable to solid and cellular materials that have an apparent density of more than 250 kg/m³, determined in accordance with ISO 845. The method does

not apply to materials that shrink away from the applied flame without igniting due to their thinness.

This test method requires the use of two test specimen configurations to classify the material performance. Rectangular bar-shaped test specimens (see 7.2) are used to assess ignitability and burning behaviour, while square plate test specimens (see 7.3) are used to assess the resistance of the test specimen to burn-through.

5 Significance of the fire tests

5.1 General

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, the environment surrounding the test specimen, and on the conditions of ignition.

NOTE The results obtained with this method and with the horizontal burning (HB) and vertical burning (V) tests specified in IEC 60695-11-10 are not equivalent. The test flame for this test method is 500 W, whereas the test flame for IEC 60695-11-10 is 50 W.

5.2 Limitations on the use of test results

Results obtained in accordance with this standard shall not be used alone to describe or appraise the fire hazard presented by a particular material or shape under actual fire conditions. Assessment for fire hazard requires consideration of 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 effect burning behaviour

Burning behaviour, as measured by this test method, 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 materials may shrink from (due to their thinness) or be distorted by the applied flame without igniting. If valid results at the thickness under test cannot be obtained, these materials at that specific tested thickness are not suitable for evaluation by these test methods.

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 fumehood/chamber

The laboratory fumehood/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 the 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 1 Using a laboratory fumehood/chamber having an inside volume of 1 m³ has been found to be useful.

NOTE 2 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 60695-11-3, Method A or Method C.

6.3 Support stand

The support stand shall have clamps or the equivalent, adjustable for the positioning of the test specimens.

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 Conditioning chamber

The conditioning chamber shall be maintained at 23 °C ± 2 °C and at a relative humidity of 50 % ± 10 %.

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

6.7 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.

6.8 Desiccator chamber

The desiccator chamber shall be maintained at 23 °C ± 2 °C, and at a relative humidity not exceeding 20 %.

NOTE Anhydrous calcium chloride has been found to be a suitable drying agent.

6.9 Air-circulating oven

The air circulation oven shall provide a conditioning temperature of 70 °C ± 2 °C, unless otherwise stated in the relevant specification, whilst providing not less than five air changes per hour.

6.10 Cotton pads

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

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

6.11 Burner mounting block

The burner mounting block serves to position the burner at an angle of $20^\circ \pm 2^\circ$ from the vertical axis (see Figure 3).

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 In case it is not possible to prepare test specimens by any of the methods outlined above, e.g. IEC 60695-11-5 [4] has been found useful for considering alternative fire test methods.

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 Bar test specimens

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 thickness for which the flame classification is under consideration (see Figure 4a). The preferred thickness values include 0,75 mm, 1,5 mm, 3,0 mm, 6,0 mm, and/or 12,0 mm.

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

NOTE The gauge illustrated in Figure 6 has been found useful for confirming proper specimen dimensions.

7.3 Plate test specimens

Plate test specimens shall measure at least $150 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ long by at least $150 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ wide and shall be provided in at least the minimum thickness for which the flame classification is under consideration (see Figure 4b). The preferred thickness values include 0,75 mm, 1,5 mm, 3,0 mm, 6,0 mm, and/or 12,0 mm.

Other thicknesses may be used by agreement between the interested parties and, if so, shall be noted in the test report. However, the thickness shall not exceed 13,0 mm.

Uncoloured test specimens, or test specimens of the colour for which the flame classification is under consideration, shall be tested and considered representative of the colour range.

Plate test specimens are required for a 5VA classification (see 8.4). Plate test specimens are not required for a 5VB classification (see 8.4).

7.4 Testing materials – ranges in formulations

7.4.1 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.

7.4.2 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.

7.4.3 Colour (bar test specimens only)

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

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

Otherwise, individual colours shall be evaluated and classified.

7.5 Thickness measurements

For bar specimens, thickness measurements shall be made using the measuring scale at the centre and at both ends of the test specimen using a micrometer. For plate specimens, thickness measurements shall be made at the centre and at two perpendicular edges 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.

The 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.

Other measuring devices equivalent to a micrometer may be used to measure thicknesses 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
For example, to represent a thickness of 1,5 mm, all tested specimens should measure between 1,35 mm and 1,65 mm.	

8 Test procedure

8.1 Conditioning

8.1.1 General

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

8.1.2 Conditioning of specimens in conditioning chamber (“As Received”)

Two sets of five bar test specimens and two sets of three plates shall be conditioned for a minimum of 48 h at 23 °C ± 2 °C and 50 % ± 10 % relative humidity (see ISO 291:1997, Clause 6, Table 2, Class 2). Once removed from the conditioning chamber (see 6.6), the test specimens shall be tested within 30 min.

8.1.3 Conditioning of specimens in air-circulating oven

Two sets of five bar test specimens and two sets of three plates shall be conditioned in the air-circulating oven (see 6.9) for 168 h ± 2 h at 70 °C ± 2 °C and then cooled in the desiccator chamber (see 6.8) for at least 4 h. Once removed from the desiccator chamber, the test specimens shall be tested within 30 min.

8.1.4 Conditioning of the cotton pad

The cotton pad 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.

8.1.5 Test conditions

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

8.2 Test procedure – bar test specimens

8.2.1 Test specimen setup

Using the support stand (see 6.3), clamp the bar 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 6.10). The cotton pad shall be approximately $50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$ and a maximum thickness of 6 mm and a maximum mass of 0,08 g (see Figure 1).

8.2.2 Flame setup

With the central axis of the burner tube vertical, place the burner remote from the bar test specimen and set the burner (see 6.2) to produce a standardized 500 W nominal test flame, conforming to IEC 60695-11-3, Method A or Method C. 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. Support the burner on the burner mounting block (see 6.11), so that the burner tube is positioned at an angle of $20^\circ \pm 5^\circ$ from the vertical (see Figure 1). In case of dispute, the Method A flame shall be used as the reference test flame.

8.2.3 Flame application and observations

With the narrow edge of the bar test specimen facing the burner, apply the flame of the burner centrally to the lower corner of the bar test specimen at an angle of $20^\circ \pm 5^\circ$ from the vertical, so that the tip of the inner blue cone (see Figure 1) is within 0 mm to 3 mm of the bar test specimen edge. During each flame application, the 0 mm to 3 mm of distance shall be maintained (see Figure 5).

Apply the flame to the bar test specimen for $5 \text{ s} \pm 0,5 \text{ s}$ and then remove it for $5 \text{ s} \pm 0,5 \text{ s}$. Repeat the operation until the bar test specimen has been subjected to five applications of the test flame. Following each flame application, immediately withdraw the burner a sufficient distance so that there is no thermal effect on the bar test specimen.

If the bar test specimen drips particles, shrinks, distorts, or elongates during the test, adjust the burner so that the tip of the inner blue cone is within 0 mm to 3 mm of the corner of the bar test specimen nearest to the burner, ignoring any strings of molten material (see Figure 5 and Annex A).

NOTE 1 This procedure keeps the high temperature part of the flame in contact with the test specimen.

NOTE 2 It may be necessary to hold the burner and mounting block by hand in order to accomplish this procedure.

NOTE 3 A rod maintained in a vertical position and used behind the test specimen has been found useful as guide to maintain the burner in a vertical position.

After the fifth application of the flame to the bar test specimen, immediately remove the burner sufficiently from the bar test specimen so that there is no effect on the bar test specimen and, simultaneously, using the timing device (see 6.4), begin measurement, to the nearest second, of the afterflame time t_1 , and the afterglow time t_2 . Note and record t_1 , t_2 , and t_1 plus t_2 . Note and record also whether any particles or molten drips fall from the bar test specimen and, if so, whether they ignite the cotton pad (see 6.10).

NOTE 4 Measuring and recording the afterflame time t_1 and then continuing the measurement of the sum of the afterflame time t_1 and the afterglow time t_2 (without resetting the timing device) has been found to be satisfactory in the recording of t_2 .

NOTE 5 Withdrawing the burner to a distance of 150 mm from the bar test specimen while measuring t_1 and t_2 has been found to be satisfactory

Repeat the procedure until five bar test specimens, conditioned in accordance with 8.1.2, and five bar test specimens, conditioned in accordance with 8.1.3, have been tested.

8.2.4 Criteria for retest

If only one test specimen from a set of five bar test specimens for a given conditioning treatment does not conform to all of the criteria for a classification, another set of five bar test specimens, subjected to the same conditioning, shall be tested. For a classification to be obtained all bar test specimens from the second set shall conform to all of the specified criteria for the classification.

8.3 Test procedure – plate shaped test specimens

8.3.1 Support stand

Using the clamp on the support stand (see 6.3), support the plate test specimen approximately in the horizontal plane (see Figure 2).

8.3.2 Flame setup

Set the burner using the procedure described in 8.2.2.

8.3.3 Flame application and observations

Apply the flame of the burner to the approximate centre of the bottom surface of the plate test specimen at an angle of $20^\circ \pm 5^\circ$ from the vertical, so that the tip of the inner blue cone (see Figure 2) just touches the surface of the plate.

Apply the flame for $5\text{ s} \pm 0,5\text{ s}$ and then remove it for $5\text{ s} \pm 0,5\text{ s}$. Repeat this until the plate has been subjected to five applications of the test flame. Following each flame application, immediately withdraw the burner sufficiently so there is no effect on the plate test specimen.

NOTE Withdrawing the burner to a distance of 150 mm from the plate test specimen following each flame application has been found to be satisfactory.

After the fifth application of the flame, immediately remove the burner a sufficient distance from the plate test specimen so that there is no thermal effect on the plate test specimen. Note and record whether burn-through has occurred.

Burn-through shall be considered the production of a hole in a test specimen caused by exposure to a test flame such that either:

- visible flame is observed during the test on the surface of the test specimen opposite to the surface to which the test flame is applied, or
- an opening greater than 3 mm is present in the test specimen after the test when the test specimen has cooled for at least 30 s.

Repeat the procedure until three plate test specimens, conditioned in accordance with 8.1.2, and three plate test specimens, conditioned in accordance with 8.1.3, have been tested.

8.3.4 Criteria for retest

If only one plate test specimen from a set of three plates for a given conditioning treatment does not conform to all of the burn-through criteria for a classification, another set of three

plate test specimens, subjected to the same conditioning, shall be tested. For a classification to be obtained, all plate test specimens from the second set shall conform to all of the burn-through criteria for the classification.

8.4 Classification

If the test method is applicable to the test specimens tested (see 5.4), the material shall be classified either 5VA or 5VB, in accordance with the criteria indicated in Table 2, based on the behaviour of the bar test specimens and plate test specimens.

NOTE 1 The “5V” designation originates from the fact that the test flame is approximately five inches (13 cm) high, and the test is a vertical burning test.

Materials, in the same bar test specimen thickness, shall also be classified as V-0 or V-1 according to IEC 60695-11-10. If the test results are not in accordance with the specified criteria, the material cannot be classified by this test method.

NOTE 2 The V-0/V-1 pre-requisite (See Clause 1) confirms that material does not burn up to the holding clamp after exposure to a 50 W flame.

Table 2 – 5V burning classification

Criteria	Classification	
	5VA	5VB
Afterflame time plus afterglow time after the fifth flame application ($t_1 + t_2$) for each individual bar test specimen.	≤ 60 s	≤ 60 s
The cotton pad indicator (see 6.10) is ignited by flaming particles or drops from any bar test specimen.	No	No
Classified as V-0 or V-1 according to IEC 60695-11-10.	Yes	Yes
Either – burn-through occurs with any of the individual plate test specimens, OR – no plate test specimens have been tested.	No	Yes

8.5 Test report

The test report shall include the following particulars:

- a reference to this International Standard;
- all details necessary to identify the product tested, including the manufacturer's name, and the material's number or code, and colour;
- the thickness of the test specimen:
 - for test specimens 0,25 mm or greater, to the nearest 0,01 mm,
 - for test specimens less than 0,250 mm, to the nearest 0,001 mm;
- the nominal apparent density (cellular materials only);
- the direction of any anisotropy relative to the dimensions of the test specimens;
- the conditioning treatment;
- any treatment before testing, other than cutting, trimming and conditioning;
- the individual values of afterflame time t_1 , afterglow time t_2 , and t_1 plus t_2 , after the fifth flame application for each bar test specimen;
- a note as to whether any particles or molten drips fell from the bar test specimens and whether they ignited the cotton;
- a note as to whether any of the plate test specimens showed burn-through;
- the assigned classification in combination with the relevant thickness, for example

“5VB @ 1,5 mm” (see 8.4).

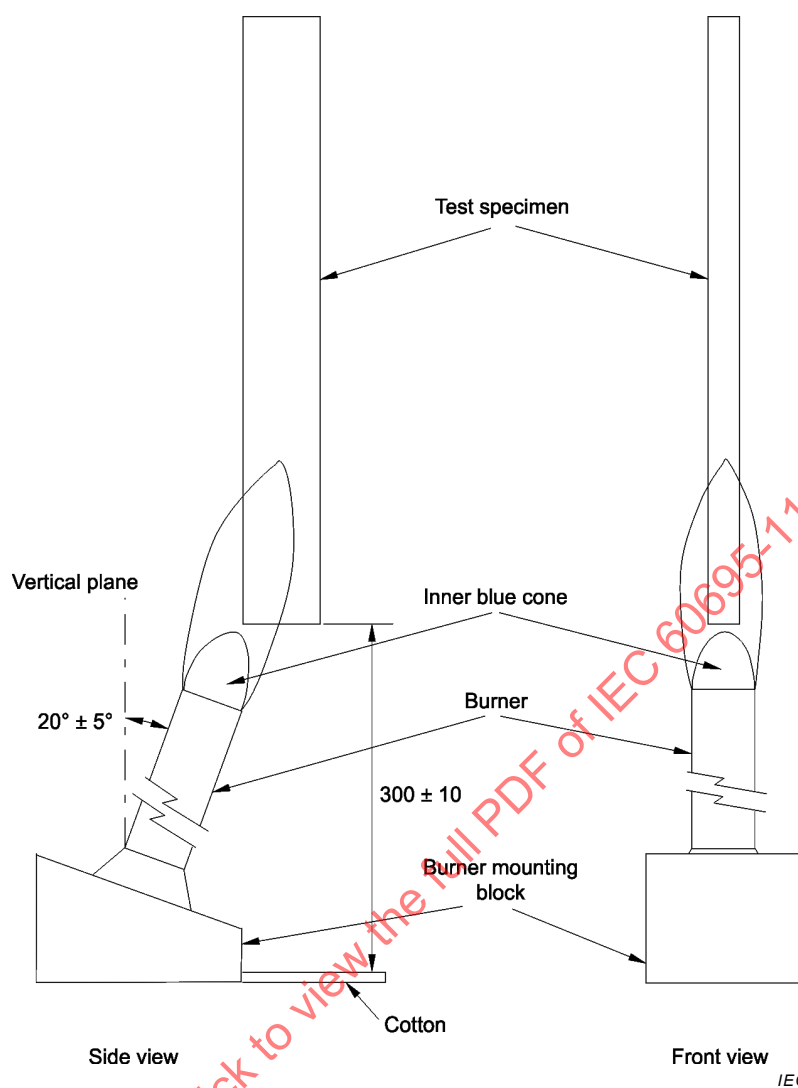


Figure 1 – Vertical burning test for bar test specimen

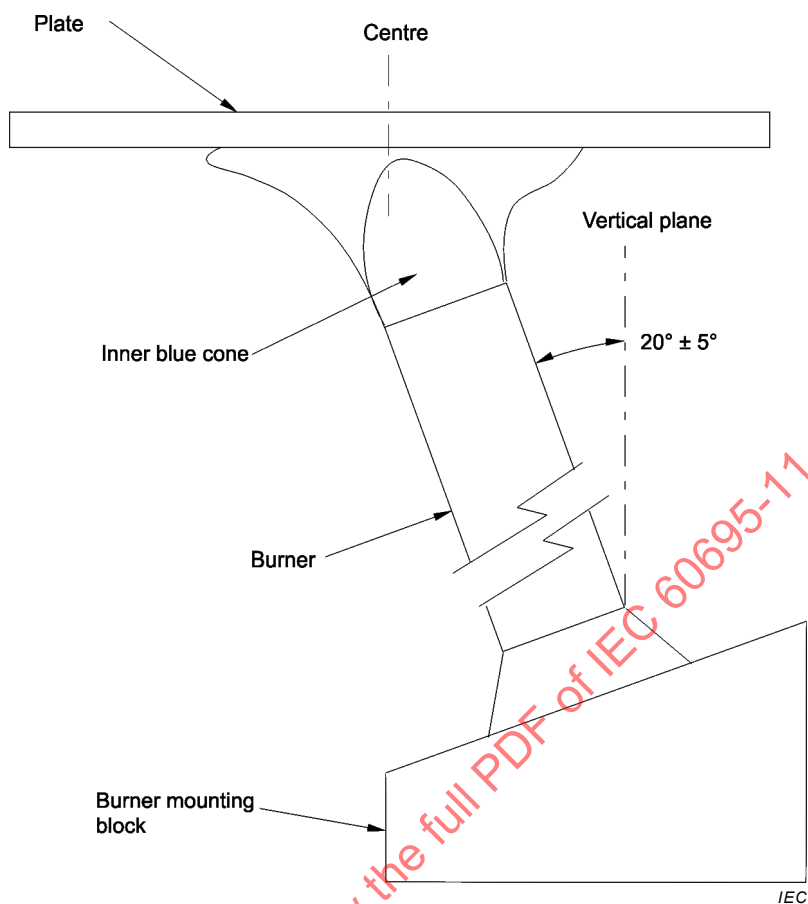
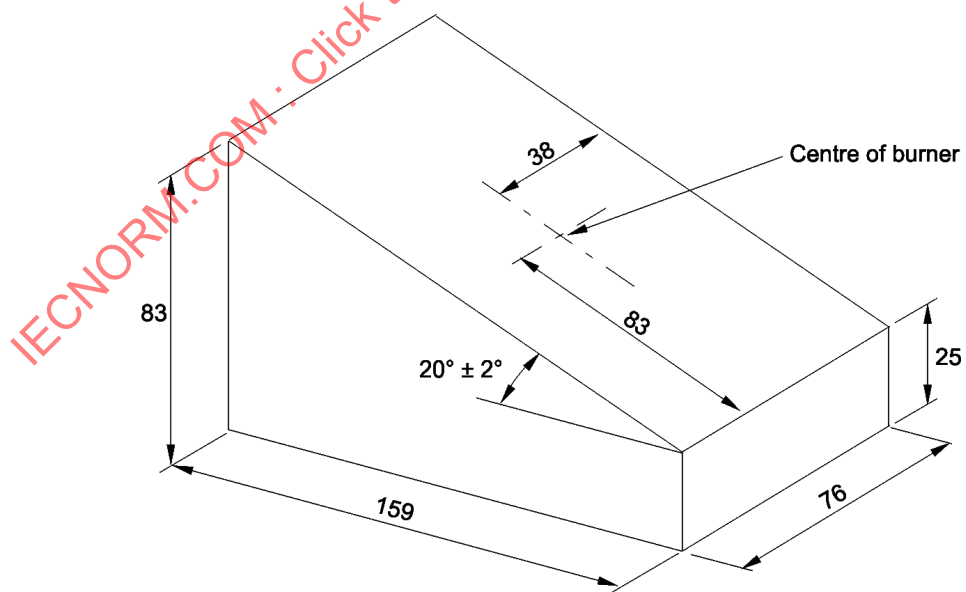


Figure 2 – Horizontal burning test for plates

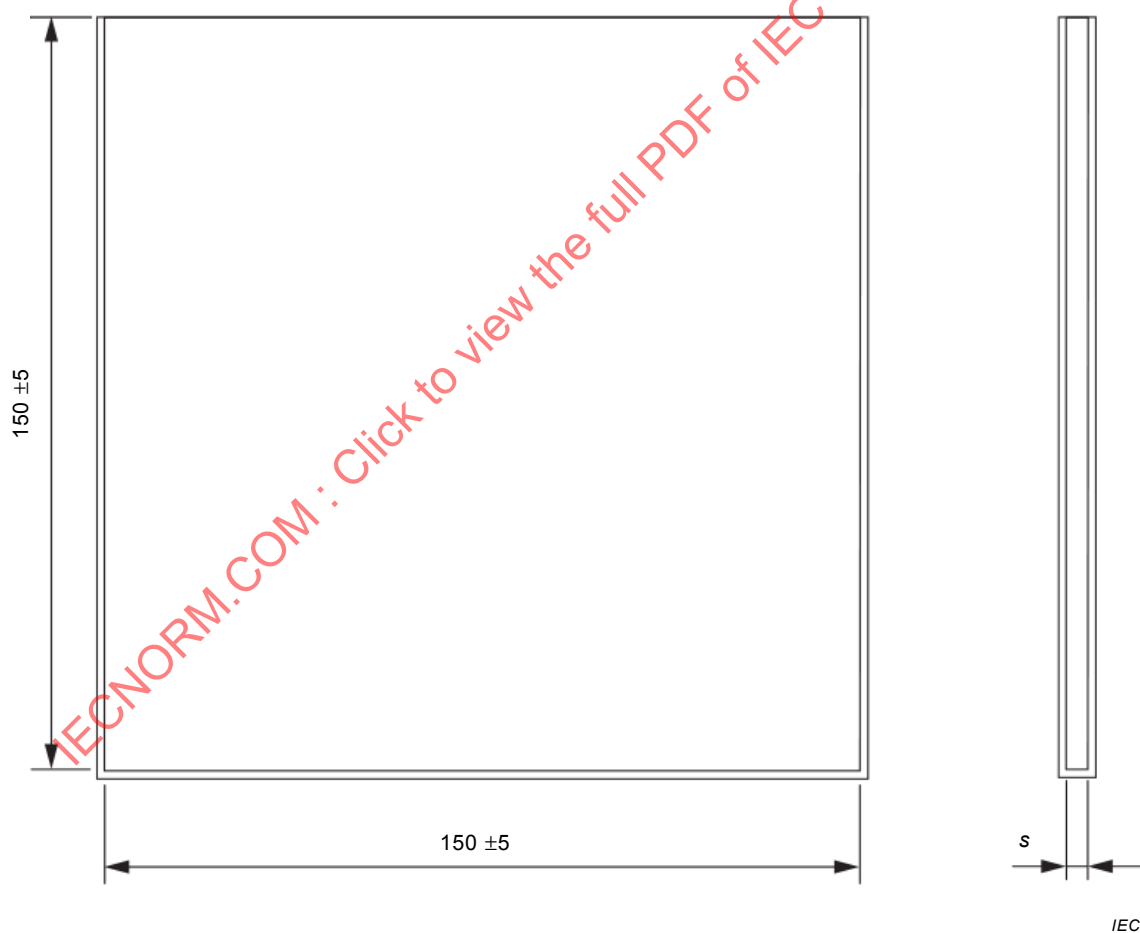
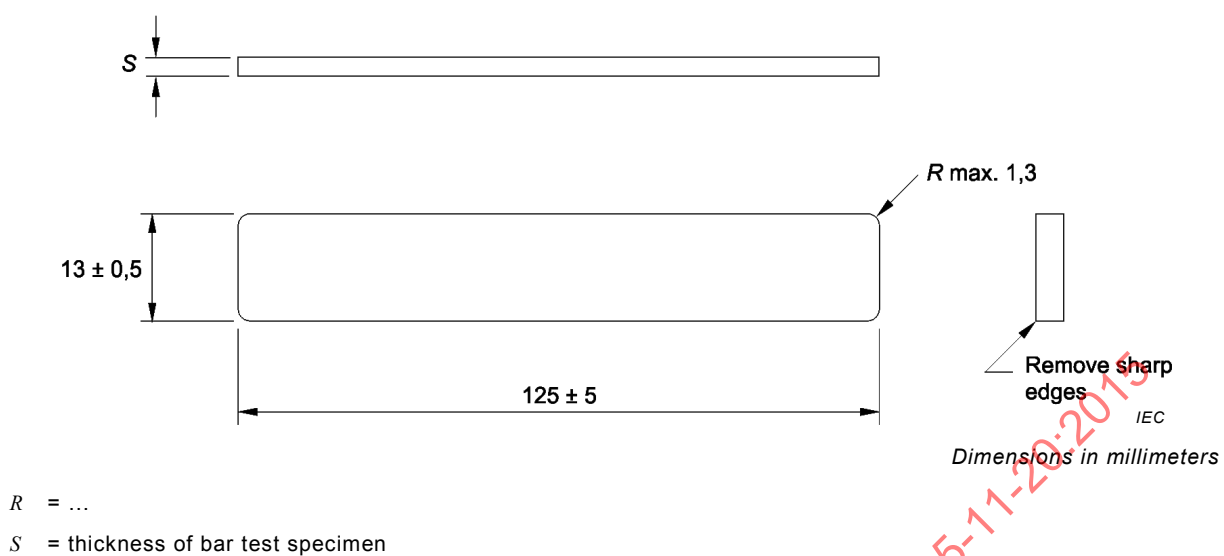


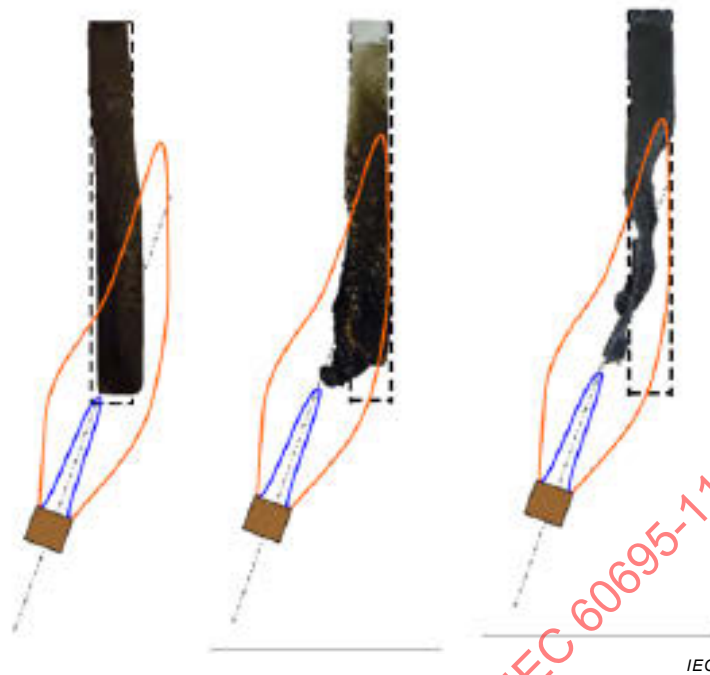
No tolerances are shown except for the angle because it is an example only

IEC

Dimensions in millimeters

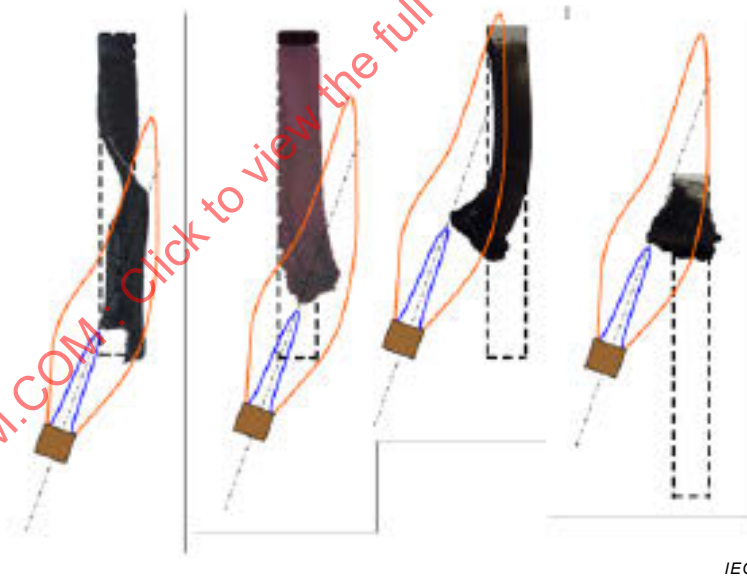
Figure 3 – Burner mounting block – Example

**Figure 4.b – Plate test specimen****Figure 4 – Test specimens**



NOTE These examples illustrate the position of the flame at the beginning of a flame application following test specimen deformation.

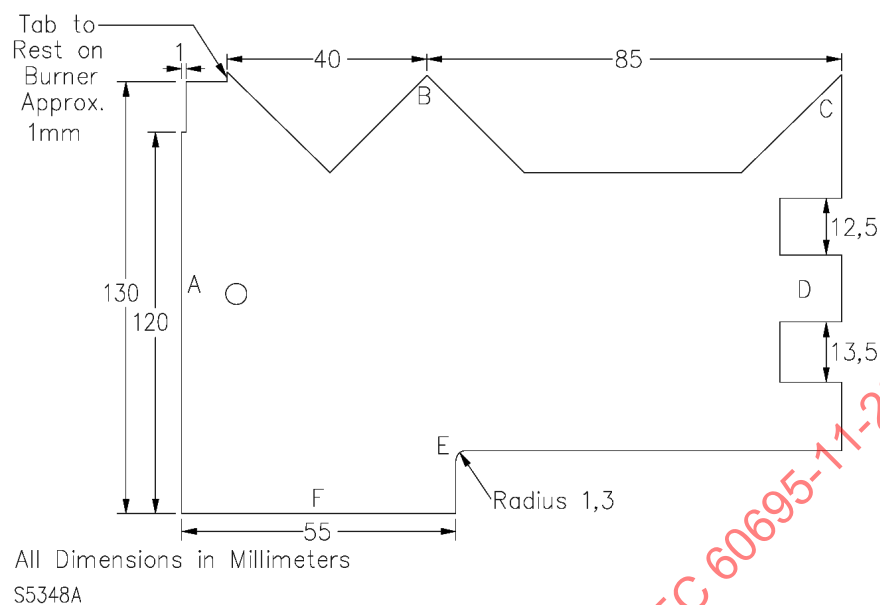
Figure 5.a – Examples of flame application



NOTE These examples illustrate the position of the flame at the beginning of a flame application following test specimen deformation.

Figure 5.b – Examples of flame application (continued)

Figure 5 – Examples of flame application



IEC

Key:

- A: Bar specimen length
- B: 500W flame height (inner blue cone)
- C: 500W flame height (overall)
- D: Bar specimen width
- E: Bar specimen corner radius
- F: Copper block height (IEC 60695-11-3)

Figure 6 – 5V specimen gauge (Example)

Annex A

(normative)

Detailed requirements for the flame application point

A.1 Dynamic deformation

In the 500 W flame testing, specimen can deform dynamically by the heat generated from the test flame and the burned specimen itself (see Figure A.1). Therefore, it may be difficult to determine which is the nearest corner to the burner.

When the specimen curls up, it can be impossible to apply the flame to the corner. In addition, if the specimen deforms severely, the flame application point can be away from the clamped part of the specimen. This Annex specifies the detailed flame application point in those cases.

A.2 J-shape or twisting deformation

When the specimen deforms like J-shape or twists, it may happen that both corners are the same distance from the burner. In that case, apply the flame to the middle point between both corners (see Figure A.2) and maintain this application until either corner becomes nearest to the burner.

A.3 Curling deformation

When the specimen curls up, apply the test flame to the nearest point at the bottom of the specimen (see Figure A.3).

A.4 Severe deformation

Even if the flame application point is away from the clamped part of the specimen due to the severe deformation, apply the test flame to the nearest corner to the burner (see Figure A.4).



Figure A.1 – Flame application points for a specimen which deforms dynamically

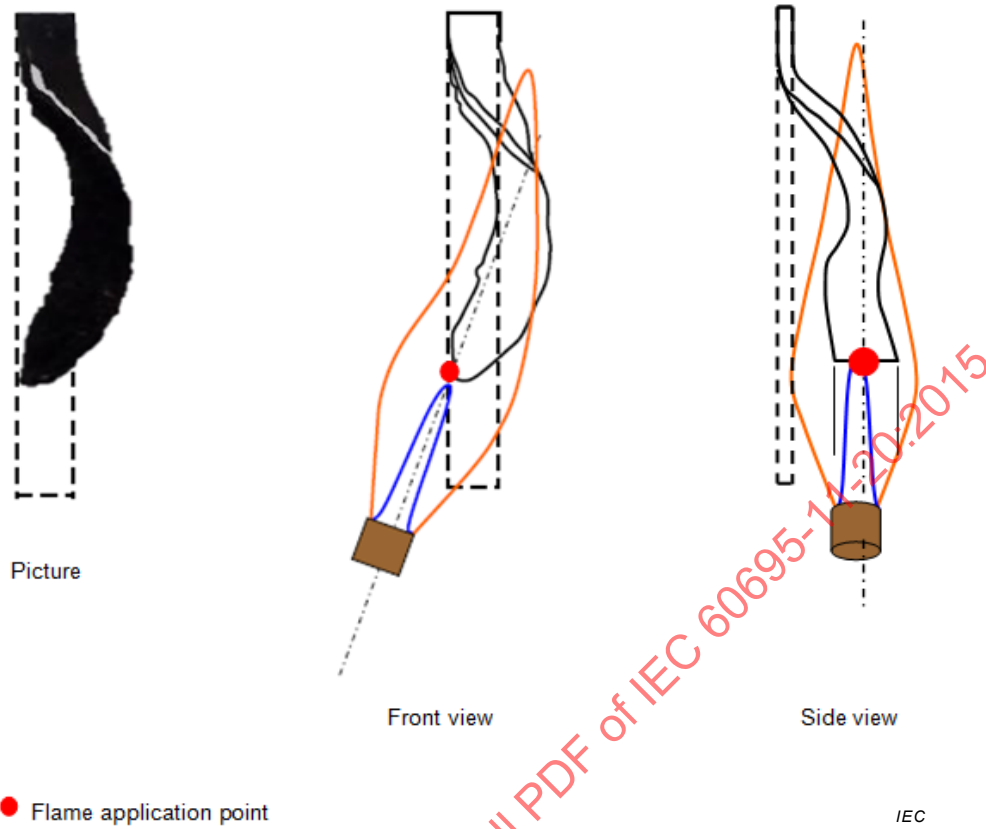


Figure A.2a) – Flame application point for a twisted specimen

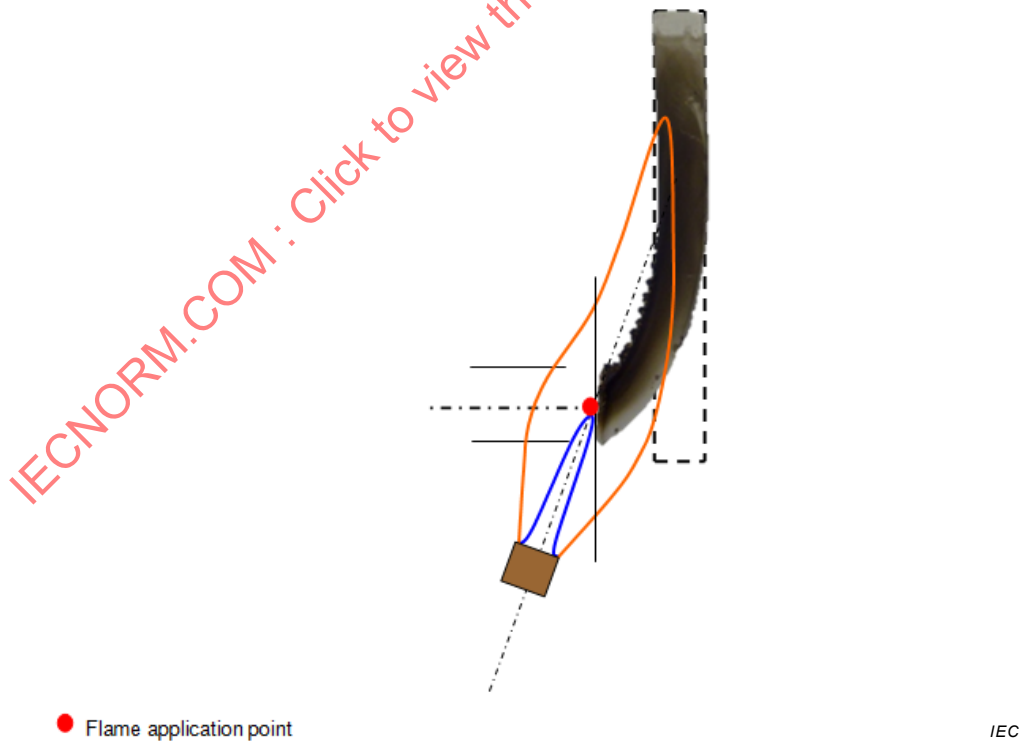


Figure A.2b) – Flame application point for a J-shaped specimen

Figure A.2 – Flame application point for twisted and J-shaped specimens

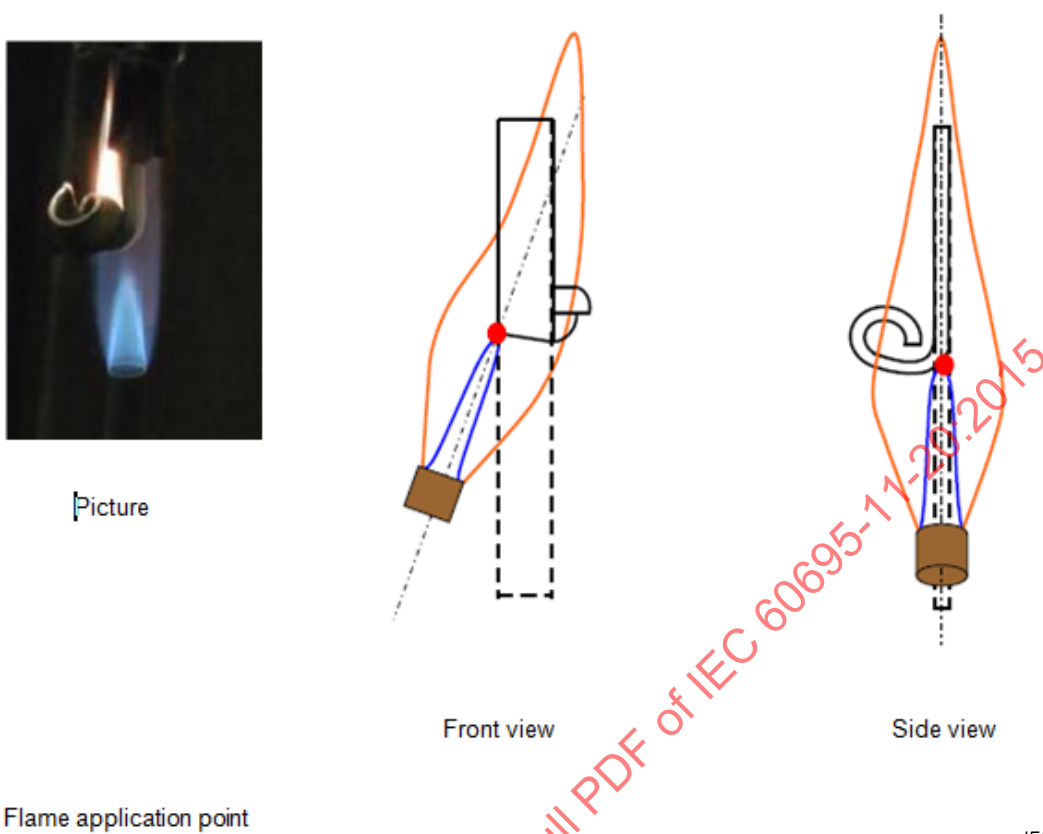


Figure A.3 – Flame application point for a curled specimen

IEC

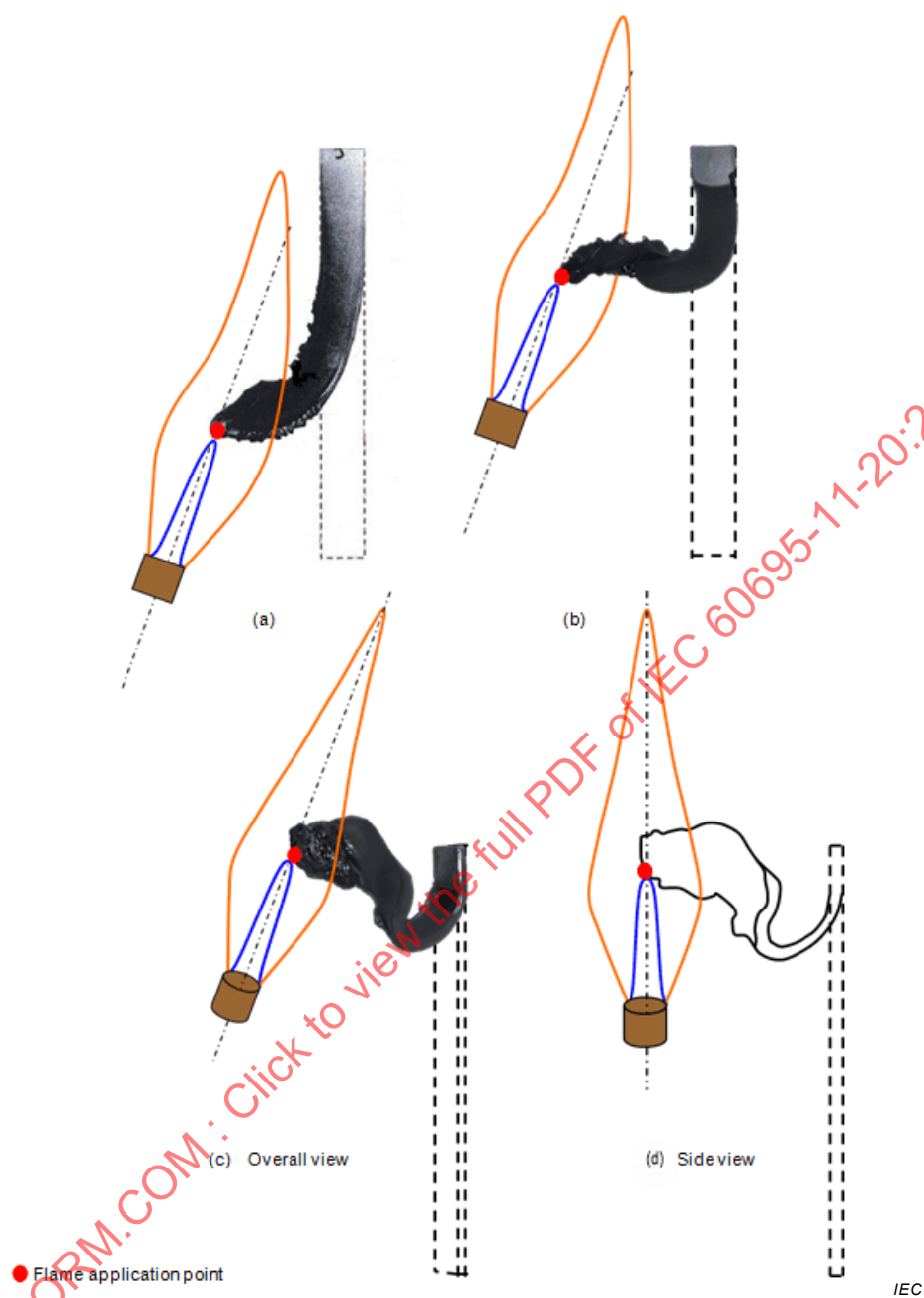


Figure A.4 – Flame application point when there is severe deformation

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 60695-1-30:2008, *Fire hazard testing – Part 1-30: Guidance for assessing the fire hazard of electrotechnical products – Preselection testing process – General guidelines*
- [4] IEC 60695-11-5:2004, *Fire hazard testing – Part 11-5: Test flames – Needle flame test method – Apparatus, confirmatory test arrangement and guidance*
- [5] ISO 1043-1:2011, *Plastics – Symbols and abbreviated terms – Part 1: Basic polymers and their special characteristics*
- [6] ISO 5725-2:1994, *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*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60695-11-20:2015

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	34
INTRODUCTION.....	37
1 Domaine d'application.....	38
2 Références normatives	39
3 Termes et définitions	39
4 Principe.....	43
5 Signification des essais au feu	43
5.1 Généralités	43
5.2 Limitations sur l'utilisation des résultats d'essai	43
5.3 Propriétés physiques qui peuvent affecter le comportement en combustion	44
5.4 Rétractation et déformation	44
5.5 Effets du conditionnement de l'éprouvette d'essai	44
6 Appareillage	44
6.1 Hotte de laboratoire	44
6.2 Brûleur de laboratoire.....	44
6.3 Support d'appui.....	44
6.4 Dispositif de chronométrage	44
6.5 Échelle de mesure	44
6.6 Chambre de conditionnement	45
6.7 Micromètre.....	45
6.8 Chambre de dessiccation	45
6.9 Étuve à circulation d'air	45
6.10 Coussins de coton.....	45
6.11 Bloc de montage du brûleur.....	45
7 Éprouvettes d'essai	45
7.1 Préparation des éprouvettes d'essai	45
7.2 Éprouvettes d'essai barreaux	46
7.3 Éprouvettes d'essai plaques.....	46
7.4 Matériaux d'essai – gammes de formulations	46
7.4.1 Généralités	46
7.4.2 Masse volumique, fusions et charge/renforcement	46
7.4.3 Couleur (éprouvettes d'essai barreaux uniquement).....	46
7.5 Mesures de l'épaisseur.....	47
8 Procédure d'essai.....	48
8.1 Conditionnement.....	48
8.1.1 Généralités	48
8.1.2 Conditionnement des éprouvettes dans une chambre de conditionnement ("en l'état de réception").....	48
8.1.3 Conditionnement des éprouvettes dans une étuve à circulation d'air	48
8.1.4 Conditionnement du coussin de coton	48
8.1.5 Conditions d'essai	48
8.2 Procédure d'essai – Éprouvettes d'essai barreaux	48
8.2.1 Montage de l'éprouvette d'essai	48
8.2.2 Montage de la flamme	48
8.2.3 Application de la flamme et observations	49
8.2.4 Critères de répétition d'un essai	49

8.3	Procédure d'essai – Éprouvettes d'essai en forme de plaque	50
8.3.1	Support d'appui.....	50
8.3.2	Montage de la flamme	50
8.3.3	Application de la flamme et observations	50
8.3.4	Critères de répétition d'un essai	50
8.4	Classification	50
8.5	Rapport d'essai	51
Annexe A	(normative) Exigences détaillées pour le point d'application de la flamme.....	58
A.1	Déformation dynamique.....	58
A.2	Déformation en J ou torsadée.....	58
A.3	Déformation par courbure.....	58
A.4	Déformation importante	58
Bibliographie		64
Figure 1	– Essai de combustion verticale pour l'éprouvette d'essai barreau.....	52
Figure 2	– Essai de combustion horizontale pour plaques	53
Figure 3	– Bloc de montage du brûleur – Exemple	54
Figure 4	– Éprouvettes d'essai	55
Figure 5	– Exemples d'application de la flamme	56
Figure 6	– Calibre de l'éprouvette 5V (Exemple).....	57
Figure A.1	– Points d'application de la flamme pour une éprouvette qui se déforme de manière dynamique	59
Figure A.2	– Point d'application de la flamme pour des éprouvettes torsadée et en J.....	61
Figure A.3	– Point d'application de la flamme pour une éprouvette recourbée	62
Figure A.4	– Point d'application de la flamme en cas de déformation importante	63
Tableau 1	– Tolérances d'épaisseur	47
Tableau 2	– Classification selon la combustion 5V.....	51

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS RELATIFS AUX RISQUES DU FEU –

Partie 11-20: Flammes d'essai –
Méthode d'essai à la flamme de 500 W

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 60695-11-20 a été établie par le comité d'études 89 de l'IEC: Essais relatifs aux risques du feu.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
89/1241/FDIS	89/1250/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/IEC, Partie 2.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition de l'IEC 60695-11-20 publiée en 1999. Cette édition constitue une révision technique.

Par rapport à la première édition, les changements majeurs sont énumérés ci-dessous:

- Le titre de la partie a été modifié au singulier – Méthode d'essai à la flamme de 500 W.
- Des modifications éditoriales ont été apportées tout au long du document afin d'aligner l'IEC 60695-11-10 sur l'IEC 60695-11-20.
- L'introduction a été modifiée afin de clarifier la description de la méthode d'essai.
- Le domaine d'application a été modifié pour apporter des précisions.
- Toutes les occurrences du terme "fixation" ont été supprimées du document.
- Les valeurs d'épaisseur préférentielles ont été ajoutées à 7.2 et 7.3.
- 7.4.4: "Mesure de l'épaisseur" fait désormais l'objet du paragraphe 7.5, auquel un nouveau Tableau 1 – Tolérances d'épaisseur, a été ajouté.
- Un nouveau paragraphe 8.1.4 "Conditionnement du coussin de coton" a été ajouté.
- Le paragraphe 8.2.3 précise l'application de la flamme d'essai aux éprouvettes déformées.
- Des notes explicatives ont été ajoutées aux Figures 5 et 6.
- La Bibliographie a été mise à jour et des références ont été ajoutées.

Elle a le statut d'une publication fondamentale de sécurité, conformément au Guide IEC 104 et au Guide ISO/IEC 51.

Cette Norme internationale doit être utilisée conjointement avec l'IEC 60695-11-3.

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

La Partie 11 est composée des parties suivantes:

- Partie 11-2: Flammes d'essai – Flamme à prémélange 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 horizontal et vertical 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 l'IEC 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 janvier 2016 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 60695-11-20:2015

INTRODUCTION

Dans la conception d'un produit électrotechnique, il est nécessaire de tenir compte du risque de feu et des dangers potentiels liés au feu. A cet égard, l'objectif lors de la conception des composants, des circuits et des équipements, ainsi que lors du choix des matériaux, est de réduire les risques d'incendie à un niveau tolérable, même dans le cas d'une (mauvaise) utilisation raisonnablement prévisible, d'un dysfonctionnement ou d'une défaillance. Les feux impliquant les produits électrotechniques peuvent également partir de sources non-électriques extérieures. Des considérations de cette nature sont traitées dans l'évaluation globale des dangers d'incendie.

L'objectif de la série de normes IEC 60695 est de sauver des vies et des biens en réduisant le nombre d'incendies ou en réduisant les conséquences des incendies. Ceci peut être accompli comme suit:

- en essayant d'empêcher l'allumage provoqué par un composant électrique et, en cas d'allumage, de circonscrire le feu qui en résulte dans les limites de l'enceinte du produit électrotechnique.
- en essayant de limiter la propagation de la flamme au-delà de l'enceinte du produit, et de réduire les effets nuisibles des effluents du feu, y compris la chaleur, les fumées et les produits de combustion toxiques ou corrosifs.

La présente partie de l'IEC 60695 décrit une méthode d'essai composée de deux procédures d'essai au feu à petite échelle réalisées sur des matériaux utilisés dans un équipement électrotechnique. Une flamme d'essai de 500 W fait office de source d'allumage. La méthode d'essai décrite fournit les classifications qui peuvent être utilisées pour l'assurance qualité, la présélection des matériaux constitutifs des produits ou pour vérifier la classification d'inflammabilité minimale requise des matériaux utilisés dans les produits finaux.

Il convient de ne pas utiliser cette méthode d'essai seulement pour décrire ou évaluer les dangers ou risques d'incendie présentés par les matériaux, les produits ou les assemblages dans les conditions de feu réelles. Toutefois, les résultats de cet essai peuvent être utilisés comme éléments d'évaluation des dangers d'incendie qui tiennent compte de l'ensemble des facteurs pertinents pour une utilisation finale particulière.

La présente Norme internationale peut couvrir des matériaux, des opérations et des équipements dangereux. Elle n'est pas censée aborder tous les problèmes de sécurité associés à son utilisation. Il incombe à l'utilisateur de la présente Norme internationale d'établir les pratiques sanitaires et de sécurité appropriées et de déterminer l'applicabilité des limites réglementaires avant utilisation.

ESSAIS RELATIFS AUX RISQUES DU FEU –

Partie 11-20: Flamme d'essai – Méthode d'essai à la flamme de 500 W

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60695 décrit une méthode d'essai composée de deux procédures d'essai en laboratoire à petite échelle, ayant pour objet de comparer le comportement en combustion des différents matériaux utilisés dans les produits électrotechniques. Des éprouvettes barreaux orientées verticalement ou des éprouvettes d'essai plaques orientées horizontalement sont exposées à une faible source d'allumage à flamme d'une puissance thermique nominale de 500 W. La méthode d'essai utilise deux configurations d'éprouvette d'essai pour classer les performances du matériau. Des éprouvettes d'essai en forme de barreaux rectangulaires sont utilisées pour évaluer l'allumabilité et le comportement en combustion, et des éprouvettes d'essai plaques carrées sont utilisées pour évaluer la résistance de l'éprouvette d'essai au transpercement, tel que défini en 8.3.3. Cette méthode d'essai s'applique uniquement aux matériaux qui ont été classés comme V-0 ou V-1, conformément à l'IEC 60695-11-10.

Cette méthode d'essai s'applique uniquement aux matériaux solides et alvéolaires présentant une masse volumique apparente de plus de 250 kg/m^3 , déterminée conformément à l'ISO 845. La méthode ne s'applique pas aux matériaux qui se rétractent devant la flamme appliquée sans s'allumer en raison de leur finesse.

La méthode d'essai décrite fournit les classifications qui peuvent être utilisées pour l'assurance qualité, la présélection des matériaux constitutifs des produits ou pour vérifier la classification d'inflammabilité minimale requise des matériaux utilisés dans les produits finaux. Si elle est utilisée pour la présélection, des résultats positifs doivent être obtenus à une épaisseur d'éprouvette d'essai égale à la plus petite épaisseur utilisée dans l'application du produit.

Les résultats obtenus donnent des informations sur le comportement des matériaux en service, mais ne peuvent pas par eux-mêmes assurer la sécurité en service.

NOTE 1 Des lignes directrices sur la présélection sont données dans l'IEC 60695-1-30 [3]¹.

NOTE 2 Les résultats d'essai sont influencés par les additifs des matériaux, comme les pigments, les charges et les ignifuges, et par des propriétés telles que la direction d'anisotropie et la masse moléculaire.

Cette publication fondamentale de sécurité est destinée à être utilisée par les comités d'études dans la préparation des normes, conformément aux principes établis dans le Guide IEC 104 et le Guide ISO/IEC 51.

L'une des responsabilités d'un comité d'études est, dans la mesure du possible, de se servir des publications fondamentales de sécurité lors de la préparation de ses publications. Les exigences, méthodes d'essai ou conditions d'essai de cette publication fondamentale de sécurité ne s'appliquent pas, à moins qu'elles ne soient spécifiquement désignées ou incluses dans les publications concernées.

¹ Les chiffres entre crochets se réfèrent à la bibliographie.

2 Références normatives

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

IEC 60695-4:2012, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 4: Terminologie relative aux essais au feu pour les produits électrotechniques*

IEC 60695-11-3, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-3: Flammes d'essai – Flamme de 500 W – Appareillage et méthodes d'essai de vérification*

IEC 60695-11-10, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-10: Flammes d'essai – Méthodes d'essai horizontal et vertical à la flamme de 50 W*

Guide IEC 104, *Elaboration des publications de sécurité et utilisation des publications fondamentales de sécurité et publications groupées de sécurité*

Guide ISO/IEC 51, *Aspects liés à la sécurité – Principes directeurs pour les inclure dans les normes*

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

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

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

ISO 294:1996 (toutes les parties), *Plastiques – Moulage par injection des éprouvettes de matériaux thermoplastiques*

ISO 295, *Plastiques – Moulage par compression des éprouvettes de matériaux thermodurcissables*

ISO 845, *Caoutchoucs et plastiques alvéolaires – Détermination de la masse volumique apparente*

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

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'ISO/IEC 13943:2008 et de l'IEC 60695-4:2005, dont certains sont reproduits ci-après pour la 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/IEC 13943:2008, définition 4.6]

3.2

durée de flamme résiduelle

durée pendant laquelle une flamme résiduelle persiste dans des conditions d'essai spécifiées

Note 1 à l'article: Désignée dans la présente norme par le paramètre t_1 .

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

3.4

durée d'incandescence résiduelle

durée pendant laquelle une incandescence résiduelle persiste dans des conditions d'essai spécifiées

Note 1 à l'article: Désignée dans la présente norme par le paramètre t_2 .

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

3.5

en l'état de réception

état de l'éprouvette d'essai après une période spécifiée de préconditionnement aux conditions ambiantes de laboratoire

3.6

brûler, verbe intransitif

être en état de combustion

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

3.8

combustion

réaction exothermique d'une substance avec un comburant

Note 1 à l'article: Cette combustion émet généralement des effluents du feu accompagnés de flammes et/ou d'incandescence.

[SOURCE: ISO/IEC 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 1 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/IEC 13943:2008, définition 4.70]

3.10 **enceinte**

〈électrotechnique〉 enveloppe qui protège les parties mécaniques et électriques d'un appareillage

Note 1 à l'article: Ce terme exclut les câbles.

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

3.12 **évaluation du danger d'incendie**

évaluation des causes possibles d'incendie, de la possibilité et de la nature de la croissance ultérieure du feu, et des conséquences éventuelles de l'incendie

[SOURCE: IEC 60695-4:2012, définition 3.2.10]

3.13 **ignifugeant**

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

Note 1 à l'article: L'emploi d'un ignifugeant ne supprime pas nécessairement le feu et ne met pas nécessairement un terme à la combustion.

[SOURCE: ISO/IEC 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 1 à l'article: Il est souvent calculé comme le produit de la probabilité et des conséquences.

[SOURCE: ISO/IEC 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 1 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/IEC 13943:2008, définition 4.132]

3.16 **flamme**, nom

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

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

3.17

flamber

produire une flamme

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

3.18

propagation de flammes

progression d'un front de flammes

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

3.19

inflammabilité

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

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

3.20

combustion incandescente

combustion d'un matériau, en phase solide, sans flamme mais avec émission de lumière émanant de la zone de combustion

[SOURCE: ISO/IEC 13943:2008 – définition 4.169]

3.21

allumage

allumage persistant (déconseillé)
<général> amorçage de la combustion

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

3.22

allumage

allumage persistant (déconseillé)
<combustion avec flammes> déclenchement d'une flamme persistante

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

3.23

gouttes en fusion

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

Note 1 à l'article: Les gouttelettes peuvent flamber ou ne pas flamber.

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

3.24

présélection

processus d'évaluation et de sélection de matériaux, de composants ou de sous-ensembles candidats pour réaliser un produit final

[SOURCE: IEC 60695-4:2012, définition 3.2.21]

3.25

réaction au feu

réponse d'une éprouvette d'essai lorsqu'elle est exposée au feu dans des conditions spécifiées d'essai au feu

Note 1 à l'article: La résistance au feu est considérée comme un cas spécial et n'est pas normalement considérée comme une propriété de réaction au feu.

[SOURCE: ISO/IEC 13943:2008, définition 4.272]

3.26

essai au feu à petite échelle

essai au feu effectué sur une éprouvette d'essai de petites dimensions

Note 1 à l'article: Un essai au feu effectué sur une éprouvette dont la dimension maximale est inférieure à 1 m est habituellement appelé "essai au feu à petite échelle".

[SOURCE: ISO/IEC 13943:2008, définition 4.292]

4 Principe

Cette méthode d'essai s'applique uniquement aux matériaux solides et alvéolaires présentant une masse volumique apparente de plus de 250 kg/m³, déterminée conformément à l'ISO 845. La méthode ne s'applique pas aux matériaux qui se rétractent devant la flamme appliquée sans s'allumer en raison de leur finesse.

Cette méthode d'essai exige l'utilisation de deux configurations d'éprouvette d'essai pour classer les performances du matériau. Des éprouvettes d'essai en forme de barreaux rectangulaires (voir 7.2) sont utilisées pour évaluer l'allumabilité et le comportement en combustion, des éprouvettes d'essai plaques carrées (voir 7.3) étant utilisées pour évaluer la résistance de l'éprouvette d'essai au transperçement.

5 Signification des essais au feu

5.1 Généralités

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

NOTE Les résultats obtenus avec cette méthode, et avec les essais de combustion horizontale (HB, *horizontal burning*) et de combustion verticale (V) spécifiés dans l'IEC 60695-11-10, ne sont pas équivalents. La flamme d'essai utilisée dans cette méthode d'essai est de 500 W, celle de l'IEC 60695-11-10 étant de 50 W.

5.2 Limitations sur l'utilisation des résultats d'essai

Les résultats obtenus conformément à la présente norme ne doivent pas être utilisés seuls pour décrire ou évaluer les dangers d'incendie présentés par un matériau particulier ou par une forme particulière dans des conditions de feu réelles. L'évaluation des dangers d'incendie exige la prise en considération de 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 qui peuvent affecter le comportement en combustion

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

5.4 Rétractation et déformation

Certains matériaux peuvent se rétracter (en raison de leur finesse) ou se déformer sous l'effet de la flamme appliquée, sans s'allumer. Si des résultats valables pour l'épaisseur en essai ne peuvent pas être obtenus, ces matériaux à cette épaisseur spécifique soumise à essai ne sont pas pertinents pour l'évaluation par ces méthodes d'essai.

5.5 Effets du conditionnement de l'éprouvette d'essai

Le comportement en combustion de certains matériaux plastiques peut changer dans le temps. Par conséquent, il est judicieux de réaliser des essais avant et après conditionnement suivant une procédure appropriée. 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 convenues entre les parties intéressées et, le cas échéant, doivent être notées dans le rapport d'essai.

6 Appareillage

6.1 Hotte de laboratoire

La hotte de laboratoire doit présenter un volume intérieur d'au moins $0,5 \text{ m}^3$. La hotte doit permettre d'observer les essais en cours et doit offrir un 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 face à l'arrière de la hotte, à la place de l'éprouvette d'essai, le niveau de lumière enregistré doit être inférieur à 20 lx. Pour des raisons de sécurité et de commodité, il est souhaitable que l'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, s'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 antiretour peut être nécessaire.

NOTE 1 L'utilisation d'une hotte de laboratoire présentant un volume intérieur de 1 m^3 s'est révélée être utile.

NOTE 2 Il a été jugé utile de placer un miroir dans la hotte pour avoir une vue arrière de l'éprouvette d'essai.

6.2 Brûleur de laboratoire

Le brûleur de laboratoire doit être conforme à l'IEC 60695-11-3, Méthode A ou Méthode C.

6.3 Support d'appui

Le support d'appui doit être doté de pinces réglables ou d'un dispositif équivalent pour mettre les éprouvettes d'essai en position.

6.4 Dispositif de chronométrage

Le dispositif de chronométrage doit présenter une résolution maximale de 0,5 s.

NOTE Certains laboratoires ont jugé utile d'utiliser un dispositif de chronométrage sonosensible pour déterminer le temps d'application de la flamme.

6.5 Échelle de mesure

L'échelle de mesure doit être graduée en millimètres.

6.6 Chambre de conditionnement

La chambre de conditionnement doit être maintenue à $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ 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.

6.7 Micromètre

Le micromètre doit présenter une résolution de

- a) 0,01 mm au maximum pour les éprouvettes d'essai d'une épaisseur d'au moins 0,25 mm, et
- b) de 0,001 mm au maximum pour les éprouvettes d'essai d'une épaisseur inférieure à 0,25 mm.

6.8 Chambre de dessiccation

La chambre de dessiccation doit être maintenue à $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, et à une humidité relative ne dépassant pas 20 %.

NOTE Le chlorure de calcium anhydre a été jugé comme étant un agent dessiccatif adapté.

6.9 Étuve 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.

6.10 Coussins de coton

Les coussins de coton doivent être composés d'un coton absorbant "100 % coton" ou "coton pur".

NOTE Ceci est également désigné sous le terme de "coton hydrophile".

6.11 Bloc de montage du brûleur

Le bloc de montage du brûleur sert à mettre le brûleur en position selon un angle de $20^\circ \pm 2^\circ$ par rapport à la verticale (voir Figure 3).

7 Éprouvettes d'essai

7.1 Préparation des éprouvettes d'essai

Les éprouvettes d'essai doivent être fabriquées selon la méthode ISO appropriée, par exemple coulage et moulage par injection conformément à l'ISO 294, moulage par compression conformément à l'ISO 293 ou l'ISO 295, ou moulage par transfert dans la forme exigée. Si cela s'avère impossible, l'éprouvette d'essai doit être produite à l'aide du même processus de fabrication que celui normalement utilisé pour mouler une partie d'un produit; et si cela s'avère également impossible, les éprouvettes doivent être découpées d'un échantillon représentatif du matériau moulé prélevé sur le produit final.

NOTE Si les éprouvettes d'essai ne peuvent pas être préparées par l'une ou l'autre des méthodes citées ci-dessus, l'IEC 60695-11-5 [4] par exemple s'est révélée utile pour prendre en considération d'autres méthodes d'essai au feu.

Après une 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 Éprouvettes d'essai barreaux

Les éprouvettes d'essai barreaux doivent mesurer $125 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ de long sur $13,0 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ de large, et doivent présenter au moins l'épaisseur minimale pour laquelle la classification de flamme est à l'étude (voir Figure 4a). Les valeurs d'épaisseur préférentielles incluent 0,75 mm, 1,5 mm, 3,0 mm, 6,0 mm et/ou 12,0 mm.

D'autres épaisseurs peuvent être utilisées dans le cadre d'un accord entre les parties intéressées et, si c'est le cas, elles doivent être notées dans le rapport d'essai. Néanmoins, l'épaisseur ne doit pas dépasser 13,0 mm. Les bords doivent être lisses et le rayon de courbure des angles ne doit pas dépasser 1,3 mm.

NOTE Le calibre présenté à la Figure 6 a été jugé utile pour confirmer les bonnes dimensions de l'éprouvette.

7.3 Éprouvettes d'essai plaques

Les éprouvettes d'essai plaques doivent mesurer au moins $150 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ de long sur au moins $150 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ de large, et doivent présenter au moins l'épaisseur minimale pour laquelle la classification de flamme est à l'étude (voir Figure 4b). Les valeurs d'épaisseur préférentielles incluent 0,75 mm, 1,5 mm, 3,0 mm, 6,0 mm et/ou 12,0 mm.

D'autres épaisseurs peuvent être utilisées dans le cadre d'un accord entre les parties intéressées et, si c'est le cas, elles doivent être notées dans le rapport d'essai. Néanmoins, l'épaisseur ne doit pas dépasser 13,0 mm.

Les éprouvettes d'essai incolores ou les éprouvettes d'essai de couleur dont la classification de flamme est à l'étude, doivent être soumises à essai et considérées comme étant représentatives de la plage de couleurs.

Des éprouvettes d'essai plaques sont exigées pour la classification 5VA (voir 8.4). Des éprouvettes d'essai plaques ne sont pas exigées pour la classification 5VB (voir 8.4).

7.4 Matériaux d'essai – gammes de formulations

7.4.1 Généralités

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

7.4.2 Masse volumique, fusions et charge/renforcement

Des éprouvettes d'essai présentant des valeurs extrêmes de masse volumique, de fusions et de contenu charge/renforcement peuvent être fournies et considérées comme étant 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 d'essai représentant la gamme, l'évaluation doit être limitée aux matériaux présentant des valeurs extrêmes de masse volumique, de fusions et de contenu de charge/renforcement soumis aux essais. De plus, des éprouvettes d'essai avec une masse volumique, des fusions et un contenu de charge/renforcement intermédiaires doivent être soumises aux essais afin de déterminer la gamme la plus représentative pour chaque classification d'essai à la flamme.

7.4.3 Couleur (éprouvettes d'essai barreaux uniquement)

Des éprouvettes d'essai barreaux incolores et des éprouvettes d'essai barreaux présentant le niveau le plus élevé de charge en pigment organique et inorganique par poids sont considérées comme étant 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 d'essai 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/de colorants/de teintures et/ou de noir de carbone;
- c) qui contiennent le niveau le plus élevé de pigments inorganiques; et
- d) qui contiennent des pigments/colorants/teintures réputés affecter les caractéristiques d'inflammabilité.

Sinon, les couleurs individuelles doivent être évaluées et classées.

7.5 Mesures de l'épaisseur

Pour les éprouvettes barreaux, l'épaisseur doit être mesurée à l'aide d'une échelle de mesure placée au centre et aux deux extrémités de l'éprouvette d'essai grâce à un micromètre. Pour les éprouvettes plaques, l'épaisseur doit être mesurée au centre et aux deux bords perpendiculaires de l'éprouvette d'essai grâce à un micromètre. La moyenne arithmétique des trois valeurs mesurées représente l'épaisseur de l'éprouvette d'essai.

L'épaisseur doit être mesurée conformément à l'ISO 16012 comme suit. A l'aide d'un micromètre à cliquet, fermer le micromètre à une vitesse telle que la mesure puisse être lue aisément sur l'échelle ou l'écran numérique. Poursuivre le mouvement de fermeture tant que le cliquet ne s'est pas enclenché trois fois, que le dé de frottement n'a pas glissé ou que les deux surfaces de contact ne peuvent pas entrer totalement en contact avec l'éprouvette d'essai. Enregistrer la valeur indiquée.

D'autres dispositifs de mesure s'apparentant à un micromètre peuvent être utilisés pour mesurer les épaisseurs, s'ils s'avèrent satisfaisants.

Pour que les éprouvettes d'essai représentent précisément une épaisseur nominale, chaque mesure et la moyenne globale doivent satisfaire aux tolérances données au 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
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.	

8 Procédure d'essai

8.1 Conditionnement

8.1.1 Généralités

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

8.1.2 Conditionnement des éprouvettes dans une chambre de conditionnement ("en l'état de réception")

Deux lots de cinq éprouvettes d'essai barreaux et deux lots de trois éprouvettes d'essai plaques doivent être conditionnés pendant au moins 48 h à $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ et $50\% \pm 10\%$ d'humidité relative (voir l'ISO 291:1997, Article 6, Tableau 2, Classe 2). Une fois retirées de la chambre de conditionnement (voir 6.6), les éprouvettes d'essai doivent être soumises à essai dans les 30 min qui suivent.

8.1.3 Conditionnement des éprouvettes dans une étuve à circulation d'air

Deux lots de cinq éprouvettes d'essai barreaux et deux lots de trois éprouvettes d'essai plaques doivent être conditionnés dans l'étuve à circulation d'air (voir 6.9) pendant $168\text{ h} \pm 2\text{ h}$ à $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, puis refroidis dans la chambre de dessiccation (voir 6.8) pendant au moins 4 h. Une fois retirées de la chambre de dessiccation, les éprouvettes d'essai doivent être soumises à essai dans les 30 min qui suivent.

8.1.4 Conditionnement du coussin de coton

Le coussin de coton doit être conditionné dans un dessiccateur pendant au moins 24 h avant son utilisation. Une fois retiré du dessiccateur, le coussin de coton doit être utilisé dans les 30 min qui suivent.

8.1.5 Conditions d'essai

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

8.2 Procédure d'essai – Éprouvettes d'essai barreaux

8.2.1 Montage de l'éprouvette d'essai

A l'aide du support d'appui (voir 6.3), fixer l'éprouvette d'essai barreau par son extrémité supérieure sur une longueur de 6 mm, avec son axe longitudinal vertical. L'extrémité inférieure de l'éprouvette d'essai doit se trouver à $300\text{ mm} \pm 10\text{ mm}$ au-dessus du coussin de coton horizontal (voir 6.10). Le coussin de coton doit avoir des dimensions d'environ $50\text{ mm} \times 50\text{ mm}$, une épaisseur maximale de 6 mm et une masse maximale de 0,08 g (voir Figure 1).

8.2.2 Montage de la flamme

L'axe central du tube du brûleur étant à la verticale, placer le brûleur à distance de l'éprouvette d'essai barreau et le régler (voir 6.2) pour qu'il produise une flamme d'essai normalisée de 500 W (valeur nominale) conformément à l'IEC 60695-11-3, Méthode A ou Méthode C. La flamme doit être confirmée

- a) lorsque l'alimentation en gaz a changé,
- b) lorsqu'un appareillage d'essai et/ou des paramètres 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. Placer le brûleur sur le bloc de montage du brûleur (voir 6.11), de telle façon que le tube du brûleur soit incliné de $20^\circ \pm 5^\circ$ par rapport à la verticale (voir Figure 1). En cas de litige, la flamme de la Méthode A doit faire office de flamme d'essai de référence.

8.2.3 Application de la flamme et observations

Le petit côté de l'éprouvette d'essai barreau étant face au brûleur, appliquer la flamme du brûleur de façon centrale au coin inférieur de l'éprouvette d'essai barreau, selon un angle de $20^\circ \pm 5^\circ$ par rapport à la verticale, de telle façon que le sommet du cône bleu intérieur (voir Figure 1) se trouve entre 0 mm et 3 mm du bord de l'éprouvette d'essai barreau. Au cours de chaque application de flamme, la distance de 0 mm à 3 mm doit être maintenue (voir Figure 5).

Appliquer la flamme sur l'éprouvette d'essai barreau pendant $5\text{ s} \pm 0,5\text{ s}$, puis la retirer pendant $5\text{ s} \pm 0,5\text{ s}$. Répéter l'opération jusqu'à ce que l'éprouvette d'essai barreau ait été soumise à cinq applications de la flamme d'essai. Après chaque application de la flamme, retirer immédiatement le brûleur à une distance suffisante pour qu'il n'y ait aucun effet thermique sur l'éprouvette d'essai barreau.

Si l'éprouvette d'essai barreau laisse tomber des particules, se rétracte, se déforme ou s'allonge pendant l'essai, régler le brûleur pour que le sommet du cône bleu intérieur se trouve entre 0 mm et 3 mm du coin de l'éprouvette d'essai barreau le plus proche du brûleur, sans tenir compte des fils de matériau en fusion (voir Figure 5 et Annexe A).

NOTE 1 Cette procédure maintient la partie haute température de la flamme en contact avec l'éprouvette d'essai.

NOTE 2 Il peut s'avérer nécessaire de tenir à la main le brûleur et le bloc de montage pour exécuter cette procédure.

NOTE 3 Une tige maintenue verticale et utilisée derrière l'éprouvette d'essai s'est avérée utile pour maintenir le brûleur en position verticale.

Après la cinquième application de la flamme sur l'éprouvette d'essai barreau, éloigner immédiatement et suffisamment le brûleur pour qu'il n'y ait aucun effet sur l'éprouvette d'essai barreau et, simultanément, à l'aide du dispositif de chronométrage (voir 6.4), mesurer, à la seconde près, la durée de flamme résiduelle t_1 , et la durée d'incandescence résiduelle t_2 . Noter et enregistrer t_1 , t_2 , et t_1 plus t_2 . Noter et enregistrer également si des particules ou des gouttes en fusion tombent de l'éprouvette d'essai barreau et, le cas échéant, si elles allument le coussin de coton (voir 6.10).

NOTE 4 Dans l'enregistrement de t_2 , il s'est révélé satisfaisant de mesurer et d'enregistrer la durée de flamme résiduelle t_1 , puis de continuer la mesure de la somme de la durée de flamme résiduelle t_1 et de la durée d'incandescence résiduelle t_2 (sans remise à zéro du dispositif de chronométrage).

NOTE 5 Il s'est révélé satisfaisant d'éloigner le brûleur à une distance de 150 mm de l'éprouvette d'essai barreau pendant la mesure de t_1 et de t_2 .

Répéter la procédure tant que cinq éprouvettes d'essai barreaux, conditionnées conformément à 8.1.2, et que cinq éprouvettes d'essai barreaux, conditionnées conformément à 8.1.3, n'ont pas été soumises à essai.

8.2.4 Critères de répétition d'un essai

Si une seule éprouvette d'essai d'un lot de cinq éprouvettes d'essai barreaux, pour un traitement de conditionnement donné, ne satisfait pas à tous les critères d'une classification, un nouveau lot de cinq éprouvettes d'essai barreaux soumises au même conditionnement, doit être soumis à essai. Pour qu'une classification soit obtenue, toutes les éprouvettes d'essai barreaux du second lot doivent satisfaire à tous les critères spécifiés pour la classification.

8.3 Procédure d'essai – Éprouvettes d'essai en forme de plaque

8.3.1 Support d'appui

En utilisant la pince du support d'appui (voir 6.3), poser l'éprouvette d'essai plaque approximativement dans un plan horizontal (voir Figure 2).

8.3.2 Montage de la flamme

Régler le brûleur en utilisant la procédure décrite en 8.2.2.

8.3.3 Application de la flamme et observations

Appliquer la flamme du brûleur approximativement au centre de la surface inférieure de l'éprouvette d'essai plaque, selon un angle de $20^\circ \pm 5^\circ$ par rapport à la verticale, de telle façon que le sommet du cône bleu intérieur (voir Figure 2) touche tout juste la surface de la plaque.

Appliquer la flamme pendant $5\text{ s} \pm 0,5\text{ s}$, puis la retirer pendant $5\text{ s} \pm 0,5\text{ s}$. Répéter ceci jusqu'à ce que la plaque ait été soumise à cinq applications de la flamme d'essai. Après chaque application de la flamme, retirer immédiatement le brûleur à une distance suffisante pour qu'il n'y ait aucun effet sur l'éprouvette d'essai plaque.

NOTE Il s'est révélé satisfaisant de retirer le brûleur à une distance de 150 mm de l'éprouvette d'essai plaque après chaque application de la flamme.

Après la cinquième application de la flamme, éloigner immédiatement le brûleur à une distance suffisante de l'éprouvette d'essai plaque pour qu'il n'y ait aucun effet thermique sur cette dernière. Noter et enregistrer si un transperçement s'est produit.

Le transperçement doit être considéré comme étant la génération d'un trou dans une éprouvette d'essai suite à l'exposition à une flamme d'essai, de sorte que:

- a) la flamme visible soit observée pendant l'essai sur la surface de l'éprouvette d'essai à l'opposé de la surface sur laquelle la flamme d'essai est appliquée, ou
- b) un orifice de plus de 3 mm apparaisse dans l'éprouvette d'essai, après l'essai, lorsque cette dernière a été refroidie pendant au moins 30 s.

Répéter la procédure tant que trois éprouvettes d'essai plaques, conditionnées conformément à 8.1.2, et que trois éprouvettes d'essai plaques, conditionnées conformément à 8.1.3, n'ont pas été soumises à essai.

8.3.4 Critères de répétition d'un essai

Si une seule éprouvette d'essai plaque d'un lot de trois éprouvettes d'essai plaques, pour un traitement de conditionnement donné, ne satisfait pas à tous les critères de transperçement pour une classification, un autre lot de trois éprouvettes d'essai plaques, soumises au même conditionnement, doit être soumis à essai. Pour qu'une classification soit obtenue, toutes les éprouvettes d'essai plaques du second lot doivent satisfaire à tous les critères de transperçement pour la classification.

8.4 Classification

Si la méthode d'essai s'applique aux éprouvettes soumises à essai (voir 5.4), le matériau doit être classé 5VA ou 5VB, conformément aux critères indiqués au Tableau 2, en fonction du comportement des éprouvettes d'essai barreaux et des éprouvettes d'essai plaques.

NOTE 1 La désignation "5V" vient du fait que la flamme d'essai mesure environ cinq pouces (13 cm) de haut, et qu'il s'agit d'un essai de combustion vertical.

Les matériaux, de la même épaisseur d'éprouvette d'essai barreau, doivent également être classés V-0 ou V-1 conformément à l'IEC 60695-11-10. Si les résultats d'essai ne sont pas conformes aux critères spécifiés, le matériau ne peut pas être classé par cette méthode d'essai.

NOTE 2 Le prérequis V-0/V-1 (voir Article 1) confirme que le matériau ne brûle pas jusqu'à la pince de fixation après exposition à une flamme de 50 W.

Tableau 2 – Classification selon la combustion 5V

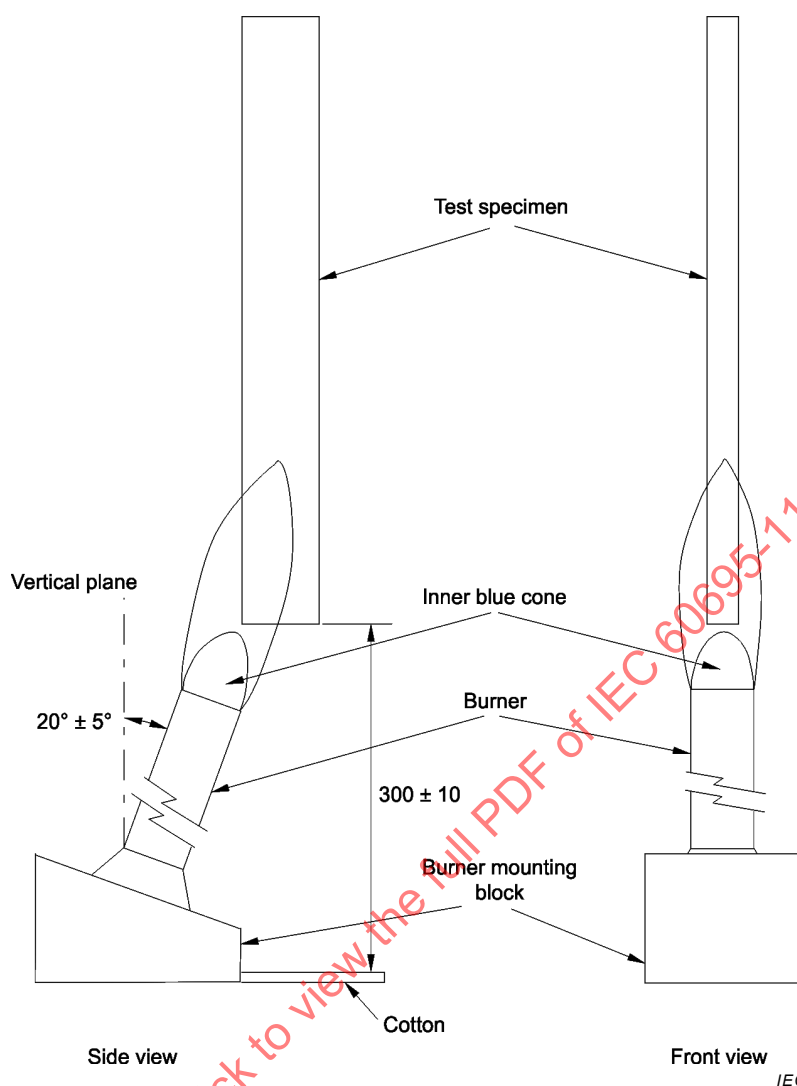
Critères	Classification	
	5VA	5VB
Durée de flamme résiduelle plus durée d'incandescence résiduelle après la cinquième application de la flamme ($t_1 + t_2$) pour chaque éprouvette d'essai barreau individuelle.	≤ 60 s	≤ 60 s
L'indicateur de coussin de coton (voir 6.10) est allumé par des particules ou des gouttes enflammées tombant d'une éprouvette d'essai barreau.	Non	Non
Classé V-0 ou V-1 conformément à l'IEC 60695-11-10.	Oui	Oui
Soit	Non	Oui
– le transperçement se produit avec l'une des éprouvettes d'essai plaques individuelles, SOIT		
– aucune éprouvette d'essai plaque n'a été soumise à essai.		

8.5 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit comprendre les points suivants:

- une référence à la présente Norme internationale;
- tous les détails nécessaires à l'identification du produit soumis à essai, y compris le nom du fabricant, le numéro ou le code du matériau, et la couleur;
- l'épaisseur de l'éprouvette d'essai:
 - pour les éprouvettes d'essai d'au moins 0,25 mm, au 0,01 mm près,
 - pour les éprouvettes d'essai de moins de 0,250 mm, au 0,001 mm près;
- la masse volumique nominale apparente (pour les matériaux alvéolaires seulement);
- la direction de l'anisotropie en fonction des dimensions de l'éprouvette d'essai;
- le traitement de conditionnement;
- tous les traitements préalables à l'essai, autres que le découpage, l'ébarbage et le conditionnement;
- les valeurs individuelles de durée de flamme résiduelle t_1 , de durée d'incandescence résiduelle t_2 , et t_1 plus t_2 , après la cinquième application de la flamme pour chaque éprouvette d'essai barreau;
- une note indiquant si des particules ou des gouttes en fusion sont tombées des éprouvettes d'essai barreaux et si elles ont allumé le coton;
- une note indiquant si l'une des éprouvettes d'essai plaques a présenté un transperçement;
- la classification attribuée en combinaison avec l'épaisseur adaptée, par exemple

“5VB @ 1,5 mm” (voir 8.4).



Légende

Anglais	Français
Test specimen	Éprouvette d'essai
Vertical plane	Plan vertical
Inner blue cone	Cône bleu intérieur
Burner	Brûleur
Burner mounting block	Bloc de montage du brûleur
Cotton	Coton
Front view	Vue avant
Side view	Vue de côté

Figure 1 – Essai de combustion verticale pour l'éprouvette d'essai barreau