

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60695-9-1

Première édition
First edition
1998-12

**PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ
BASIC SAFETY PUBLICATION**

Essais relatifs aux risques du feu –

**Partie 9-1:
Propagation de flammes en surface –
Guide général**

Fire hazard testing –

**Part 9-1:
Surface spread of flame –
General guidance**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60695-9-1:1998

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- **«Site web» de la CEI***
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (IEV).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisés sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60695-9-1

Première édition
First edition
1998-12

PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ
BASIC SAFETY PUBLICATION

Essais relatifs aux risques du feu –

**Partie 9-1:
Propagation de flammes en surface –
Guide général**

Fire hazard testing –

**Part 9-1:
Surface spread of flame –
General guidance**

© IEC 1998 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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'éditeur.

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 the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

J

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives.....	8
3 Définitions.....	8
4 Considérations pour la sélection des méthodes d'essai.....	8
4.1 Scénario du feu.....	8
4.1.1 Solides.....	8
4.1.2 Liquides	10
4.2 Sources d'allumage.....	10
4.3 Types d'éprouvette.....	10
4.4 Appareillage d'essai.....	12
4.5 Techniques de mesures	12
4.5.1 Mesure du résidu charbonneux.....	12
4.5.2 Mesure du front de flammes	12
5 Utilisation et interprétation des résultats	14
6 Pertinence des résultats de propagation de flammes en surface	14
Bibliographie	16

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Definitions	9
4 Consideration for the selection of test methods	9
4.1 Fire scenario	9
4.1.1 Solids	9
4.1.2 Liquids	11
4.2 Ignition sources	11
4.3 Types of test specimens	11
4.4 Test apparatus	13
4.5 Measurement techniques	13
4.5.1 Char measurement	13
4.5.2 Flame front measurement	13
5 Use and interpretation of results	15
6 Relevance of surface spread of flame	15
Bibliography	17

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS RELATIFS AUX RISQUES DU FEU –

Partie 9-1: Propagation de flammes en surface – Guide général

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes Internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques, représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60695-9-1 a été établie par le comité d'études 89 de la CEI: Essais relatif aux risques du feu.

Elle a le statut d'une publication fondamentale de sécurité conformément au Guide 104 de la CEI.

Le texte de cette norme est issu des documents suivant:

FDIS	Rapport de vote
89/314/FDIS	89/324/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.

La présente CEI 60695-9-1 doit être utilisée conjointement avec la CEI 60695-9-2* (en préparation).

L'annexe A est donnée uniquement à titre d'information.

* CEI 60695-9-2: Essais relatifs aux risques du feu – Partie 9-2: Propagation des flammes en surface – Résumé des méthodes d'essai

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIRE HAZARD TESTING –

**Part 9-1: Surface spread of flame –
General guidance**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60695-9-1 has been prepared by IEC technical committee 89: Fire hazard testing.

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

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

FDIS	Report on voting
89/314/FDIS	89/324/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.

IEC 60695-9-1 is to be used in conjunction with IEC 60695-9-2* (in preparation)

Annex A is for information only.

* IEC 60695-9-2: *Fire hazard testing – Part 9-2: Surface spread of flame – Summary of test methods*

INTRODUCTION

Les feux sont à l'origine de risques pour la vie et le matériel, résultant de la formation de chaleur (risques thermiques) et de composants toxiques, corrosifs, et obscurcissant la lumière (risques non thermiques). Le risque du feu augmente lorsque le front de flamme se déplace au-delà de la zone d'allumage, conduisant à un embrasement et, qui peut, en phase ultime, conduire à un embrasement généralisé. Cela est un scénario typique des incendies d'immeuble.

La propagation de flammes en surface au-delà de la zone d'allumage est le résultat de la création d'un front de pyrolyse sur la surface du matériel, en avant du front de flammes, résultant de l'échauffement par la flamme et les sources externes de chaleur. Le front de pyrolyse est la limite de la zone de pyrolyse sur la surface du matériel. Des vapeurs combustibles sont produites dans le front de pyrolyse qui se mélangent avec l'air et qui prennent feu, créant ainsi le front de flammes.

La vitesse de propagation de flammes en surface est la distance parcourue par le front de flammes divisée par le temps nécessaire pour atteindre cette distance. La vitesse de propagation de flammes en surface dépend de la chaleur externe fournie et/ou de la flamme du matériel en train de brûler en avant de la zone d'incendie et de la facilité d'allumage (température d'allumage, densité, chaleur spécifique et conductivité thermique du matériau). La chaleur fournie par la flamme dépend de la vitesse de dégagement de chaleur, de l'orientation de l'échantillon, de la vitesse et de la direction de l'air, par rapport à la direction de propagation de flammes en surface. En général, les matériaux présentent l'un des types de propagation de flammes en surface suivants:

- a) non-propagation: il n'y a pas de propagation de la flamme au-delà de la zone d'allumage;
- b) décélération de la propagation: la propagation de la flamme s'arrête avant d'atteindre l'extrémité de la surface du matériel;
- c) propagation: la flamme se propage au-delà de la zone d'allumage et couvre la surface entière du matériel.

Les propriétés des matériaux qui sont utilisés pour décrire le comportement de la propagation de flammes en surface sont associées au préchauffage de la surface et de pyrolyse, à la production de vapeurs, au mélange de vapeurs et d'air, à l'allumage, à la combustion de mélanges et à la production de chaleur et à des produits de combustion. Les retardateurs de flammes et les traitements de surface sont utilisés pour modifier le comportement de la propagation de flammes en surface. Les facteurs nécessaires à prendre en considération pour l'évaluation du comportement de la propagation de flammes en surface des matériaux sont

- a) scénario du feu (vertical/horizontal, ventilation, etc.);
- b) techniques des mesures (voir 4.5);
- c) utilisation et interprétation des résultats obtenus.

INTRODUCTION

Fires are responsible for creating hazards to life and property as a result of the generation of heat (thermal hazard) and toxic, corrosive, and smoke (non-thermal hazard). Fire hazard increases as the flame front moves beyond the ignition zone leading to a fully developed fire which may ultimately lead to a flashover. This is a typical fire scenario in buildings.

The surface spread of flame beyond the ignition zone occurs as a result of the creation of a pyrolysis front on the surface of the material, ahead of the flame front, arising from the heating by the flame and external heat sources. The pyrolysis front is the boundary of the pyrolysis zone on the surface of the material. Combustible vapours are generated within the pyrolysis front which mix with air and ignite, creating the flame front.

The surface spread of flame rate is the distance travelled by the flame front divided by the time required to reach that distance. The surface spread of flame rate depends on the heat supplied externally and/or by the flame of the burning material ahead of the burning zone and on the ease of ignition (ignition temperature, density, specific heat, and thermal conductivity of the material). The heat supplied by the flame depends on the heat release rate, specimen orientation, and air flow rate and direction, relative to the surface spread of flame direction. In general, materials show one of the following types of surface spread of flame behaviour:

- a) non-propagation: there is no flame propagation beyond the ignition zone;
- b) decelerating propagation: flame propagation stops before reaching the end of the surface of the material;
- c) propagation: flame propagates beyond the ignition zone and covers the entire surface of the material.

Properties of the materials that are used to describe the surface spread of flame behaviour are associated with surface preheating and pyrolysis, generation of vapours, mixing of the vapours with air, ignition, combustion of the mixture and generation of heat and combustion products. Flame retardants and surface treatments are used to modify the surface spread of flame behaviour. Factors that need to be considered for the assessment of the surface spread of flame behaviour of materials are

- a) fire scenario (vertical/horizontal, ventilation, etc.);
- b) measurement techniques (see 4.5);
- c) use and interpretation of results obtained.

ESSAIS RELATIFS AUX RISQUES DU FEU –

Partie 9-1: Propagation de flammes en surface – Guide général

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60695 fournit un guide pour l'évaluation de la propagation de flammes en surface des produits électrotechniques et des matériaux à partir desquels ils sont faits.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60695. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60695 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des normes internationales en vigueur.

CEI 60695-4:1993, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 4: Terminologie relative aux essais au feu*

CEI Guide 104:1997, *Elaboration des publications de sécurité et utilisation des publications fondamentales de sécurité et publications groupées de sécurité*

ISO 2592:1973, *Produits pétroliers – Détermination du point d'éclair et du feu – Méthode Cleveland en vase ouvert*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60695, les définitions de la CEI 60695-4 s'appliquent.

4 Considérations pour la sélection des méthodes d'essai

Il est recommandé que la ou les méthodes d'essai se rapportent au scénario du feu.

4.1 Scénario du feu

4.1.1 Solides

La propagation de flammes en surface est toujours associée au débit d'air causé par les facteurs externes (vent et ventilation) et par les flux d'air induits par la flamme elle-même. Le débit d'air, de direction opposée à la direction de la propagation de flammes en surface (courant ascendant), réduit la vitesse de propagation de flammes en surface et le flux d'air, dans la même direction que la propagation de flammes en surface (courant descendant), augmente la vitesse de propagation de flammes en surface.

FIRE HAZARD TESTING –

Part 9-1: Surface spread of flame – General guidance

1 Scope

This part of IEC 60695 provides guidance for the assessment of surface spread of flame for electrotechnical products and the materials from which they are formed.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60695. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 60695 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60695-4:1993, *Fire hazard testing – Part 4. Terminology concerning fire tests*

IEC Guide 104:1997, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*

ISO 2592:1973, *Petroleum products – Determination of flash and fire points – Cleveland open cup method*

3 Definitions

For the purpose of this part of IEC 60695, the definitions of IEC 60695-4 apply.

4 Consideration for the selection of test methods

The test method(s) selected should be relevant to the fire scenario.

4.1 Fire scenario

4.1.1 Solids

The surface spread of flame is always associated with air flow, caused by external factors (wind and ventilation) and by air flows induced by the flame itself. The air flow blowing from the opposite direction to that of the surface spread of flame (upwind) reduces the surface spread of flame rate and the air flow in the same direction as the surface spread of flame (downwind) enhances the surface spread of flame rate.

Pour les échantillons verticaux avec une zone d'allumage à la partie inférieure, la flamme se déplace vers le sommet et est définie comme la propagation ascendante de flammes en surface. Pour les éprouvettes verticales avec une zone d'allumage à la partie supérieure, la flamme se déplace vers le bas, et elle est définie comme une propagation descendante. Pour des éprouvettes horizontales, la flamme se déplace latéralement à partir de la zone d'allumage.

4.1.2 Liquides

La propagation de la flamme sur la surface d'un liquide est régie par le point d'éclair des liquides et les points de feu. Le point d'éclair est la température minimale à laquelle il faut porter le liquide pour que les vapeurs émises s'allument momentanément en présence d'une flamme, dans des conditions d'essai spécifiées. Dans ce cas, le point d'éclair est mesuré suivant l'ISO 2592 (coupe ouverte de Cleveland).

NOTE – La définition de la méthode d'essai est importante parce que la propagation de la flamme est décrite pour une surface de liquide ouverte pour laquelle l'ISO 2592 est applicable. La méthode alternative de mesure du point d'éclair décrite dans l'ISO 2719* (coupe fermée de Pensky-Martens) qui est citée dans les normes CEI pour les liquides isolants mesure le point d'éclair dans un espace confiné et est censée détecter de faibles quantités de matières volatiles. Le point d'éclair mesuré de cette façon est significativement inférieur à celui obtenu avec l'ISO 2592.

Le point de feu est la température à laquelle le liquide ne prendra pas uniquement feu, mais continuera également à brûler. La vitesse de propagation de flammes en surface augmente lorsque le liquide est chauffé jusqu'à son point d'éclair. La vitesse de propagation de flammes en surface est déterminée par le phénomène de la phase gazeuse lorsque la température du liquide est supérieure à celle de son point d'éclair et par le phénomène de la phase liquide lorsque le liquide est à une température inférieure à celle de son point d'éclair. Le phénomène de la phase gazeuse implique l'effet de mouvement d'air, de flammes, de radiation et autres. Le phénomène de la phase liquide implique des mouvements de convection dans le fluide, la tension superficielle et la viscosité du liquide et la gravité.

4.2 Sources d'allumage

Dans le contexte de la présente Norme internationale, la source d'allumage utilisée dans le laboratoire doit être en rapport avec les scénarios de feu réels

- a) à partir d'une localisation inhabituelle de sources internes de chaleur excessive et d'allumage dans des équipements électrotechniques et des appareillages;
- b) à partir d'équipements électrotechniques et d'appareillages, quand ils sont exposés à des sources de flammes externes ou à une chaleur excessive.

4.3 Types d'éprouvette

Il est souhaitable que la procédure d'essai soit étudiée de telle manière que les résultats soient valables vis-à-vis de l'analyse du risque. La limitation des variations de forme, de dimension et de disposition de l'éprouvette est également souhaitée. Il y a trois types d'éprouvette limitées par l'équipement et sa capacité:

- *Essai sur produit*
Les éprouvettes doivent être des produits fabriqués.
- *Essai sur produit conventionnel*
Les éprouvettes doivent être des parties constitutantes du produit ou une simulation représentative du produit.
- *Essai d'échantillon ou de matériaux composites*
Les éprouvettes doivent être des matériaux de base (solides ou liquides), ou une combinaison de plusieurs matériaux.

* ISO 2719:1988, *Produits pétroliers – Détermination du point d'éclair – Méthode Pensky-Martens en vase clos*

For vertical specimens with an ignition zone at the bottom, the flame moves towards the top and is defined as the upward surface spread of flame. For vertical specimens with an ignition zone at the top, the flame moves towards the bottom, and is defined as the downward surface spread of flame. For horizontal specimens, the flame moves laterally away from the ignition zone.

4.1.2 Liquids

The surface spread of flame over a liquid surface is governed by the flash and fire points of the liquids. The flash point is the minimum temperature to which the liquid must be heated for the vapours emitted to ignite momentarily in the presence of a flame under specified test conditions. In this case, flash point is measured according to ISO 2592 (Cleveland open cup).

NOTE – Defining the test method is important because the flame spread is described over an open liquid surface, for which ISO 2592 is applicable. The alternative method of measuring flash point, described in ISO 2719* (Pensky – Martens closed cup) which is cited in IEC standards for insulating liquids, measures flash point in a confined space and is intended to detect minor amounts of volatile material. Flash point measured in this way is significantly lower than by ISO 2592.

Fire point is the temperature at which the liquid will not only ignite but will continue to burn. The surface spread of flame rate increases as the liquid is heated up to its flash point. The surface spread of flame rate is determined by the gas phase phenomenon when the temperature of the liquid is greater than that of its flash point and by the liquid phase phenomenon when the liquid is at a temperature lower than that of its flash point. The gas phase phenomenon involves the effect of wind, flame, radiation, and others. The liquid phase phenomenon involves convective fluid motion, surface tension and viscosity of the liquid, and gravity.

4.2 Ignition sources

Within the context of this International Standard, the ignition source used in the laboratory has to be relevant to the actual fire scenarios

- a) from unusual localized, internal sources of excessive heat and ignition within electro-technical equipment and systems;
- b) from electrotechnical equipment and systems when exposed to external sources of flame or excessive heat.

4.3 Types of test specimens

It is desired that the test procedure is designed in such a manner that the results are valid for hazard analysis. Limited variations in the shape, size and arrangement of the test specimen is desired. The following are three types of test specimens limited to equipment and capabilities:

- *Product testing*

The test specimen shall be manufactured products.

- *Simulated product testing*

The specimen shall be a component or simulation of a product.

- *Material or composite testing*

The specimen shall be a basic material (solids or liquids) or a combination of materials.

* ISO 2719:1988, *Petroleum products and lubricants – Determination of flash point – Pensky-Martens closed cup method*

4.4 Appareillage d'essai

L'appareillage d'essai utilisé doit avoir la capacité de tester des produits électrotechniques réels, des produits conventionnels, des échantillons ou des matériaux composites, comme décrit en 4.3.

L'appareillage d'essai doit avoir les dispositifs nécessaires pour imposer un flux de chaleur venant de sources externes de chaleur ou de flamme de manière approximativement uniforme sur l'éprouvette dans la zone d'allumage.

L'appareil d'essai à flux de chaleur imposé doit avoir un dispositif de source d'allumage pour le mélange air-vapeurs provenant du matériau. Il a été établi qu'un dispositif d'allumage électrique ou à flamme provenant d'un mélange gaz-air sont des sources appropriées.

L'appareillage d'essai avec flammes doit être équipé pour l'application de flammes de façon uniforme.

Les essais de propagation de flammes en surface sous bonne ventilation doivent être réalisés en conditions réalistes avec des haut flux d'air.

4.5 Techniques de mesures

La vitesse et l'extension de propagation de flammes d'un matériel sont déterminées par deux techniques :

- 1) résidu charbonneux,
- 2) front de flamme.

Les deux mesures utilisent les principes suivants:

- a) la combustion est soutenue dans la zone d'allumage;
- b) la flamme transfère le flux de chaleur, principalement sous forme de radiation thermique, en avant du front de pyrolyse qui est suffisante pour satisfaire les conditions requises de pyrolyse et d'allumage;
- c) l'amplitude du flux de chaleur transféré en avant du front de pyrolyse dépend de la vitesse de dégagement de chaleur;
- d) les conditions requises de résistance à l'allumage se composent de la température d'allumage et l'échauffement de la surface (conductivité thermique, chaleur spécifique et densité).

4.5.1 Mesure du résidu charbonneux

Cette mesure utilise des échantillons montés horizontalement ou verticalement. La surface de l'échantillon est préchauffée ou non. La zone d'allumage est localisée vers une extrémité de l'échantillon. Dans cette mesure, on utilise la ventilation naturelle ou forcée. Des mesures sont faites de manière visuelle pour déterminer le temps d'allumage et la longueur du résidu charbonneux. La longueur du résidu charbonneux représente la distance estimée de propagation de flammes en surface.

4.5.2 Mesure du front de flammes

Cette mesure utilise des échantillons montés horizontalement ou verticalement. La source d'allumage est localisée vers une extrémité de l'échantillon. La propagation de flammes est observée visuellement et représente la distance de propagation de flammes en surface. La distance parcourue par la flamme et la longueur du résidu charbonneux ne donnent pas, normalement, des résultats équivalents.

4.4 Test apparatus

The test apparatus shall have the capacity to test the actual electrotechnical product, simulated products, and materials and composites, described in 4.3.

The test apparatus shall have the necessary provisions to impose a heat flux from external heat sources or flame in an approximately uniform fashion to the test specimen in the ignition zone.

The test apparatus with imposed heat flux shall have provisions to ignite the vapour-air mixture emanating from the material. An electrical spark ignitor or premixed gas-air flame have been found to be suitable.

The test apparatus with flame impingement shall have provisions to apply the flames in a uniform fashion.

Tests for surface spread of flame under well-ventilated conditions shall be performed under a realistically high air flow rate.

4.5 Measurement techniques

The rate and extent of surface spread of flame on the surface of a material are determined by two techniques:

- 1) char measurement, and
- 2) flame front measurement.

These two measurements utilize the following principles:

- a) the combustion is sustained in the ignition zone;
- b) the flame transfers heat flux, mostly as thermal radiation, ahead of the pyrolysis front which is sufficient to satisfy the pyrolysis and ignition requirements;
- c) the magnitude of the heat flux transferred ahead of the pyrolysis front depends on the heat release rate;
- d) the ignition resistance requirements consist of ignition temperature and surface heating (thermal conductivity, specific heat, and density).

4.5.1 Char measurement

This measurement utilizes horizontally or vertically mounted specimens. The specimen surface is either non-heated or preheated. The ignition zone is located towards one end of the specimen. Natural or forced flow conditions are used in this technique. Measurements are made visually to determine the time to ignition and the char length. The char length represents the estimated surface spread of flame distance.

4.5.2 Flame front measurement

This measurement utilizes vertically or horizontally mounted specimens. The ignition source is at one end of the specimen. Surface spread of flame is observed visually and represents the surface spread of flame distance. The observed flame distance and the char distance will not normally give equivalent results.

5 Utilisation et interprétation des résultats

Des corrélations limitées ont été établies entre les résultats de vitesse et d'extension de propagation de flammes en surface utilisant ces deux techniques. La technique du front de flammes corrobore généralement le comportement de propagation de flammes en surface.

6 Pertinence des résultats de propagation de flammes en surface

La propagation de flammes en surface dépend du comportement du matériel lors de la pyrolyse, de l'allumage et de la combustion. Comme la vitesse de dégagement de chaleur d'un matériel augmente, la propagation de flammes à la surface augmente, et le même pour la production de produits de combustion. Par conséquent, pour un feu spécifique, tous les suivants augmentent: la propagation de flammes, la vitesse de dégagement de chaleur, la formation des produits de combustion, le risque du feu et la difficulté à éteindre le feu.

En déterminant la vitesse de propagation de flammes en surface (associée à la vitesse de dégagement de chaleur et à la vitesse de formation des produits de combustion), les risques relatifs aux produits électrotechniques impliqués dans des feux sont estimés. L'évaluation est basée sur le principe que plus la propagation de la flammes est lente, plus le risque attendu est faible. Il est toujours souhaitable que la propagation de flammes en surface n'ait pas lieu ou qu'elle diminue.

5 Use and interpretation of results

Limited correlations have been established between results for the rate and extent of surface spread of flame using these two techniques. The flame front technique generally supports the surface spread of flame behaviour.

6 Relevance of surface spread of flame

Surface spread of flame depends on the pyrolysis, ignition, and combustion behaviour of a material. As the heat release rate from a material increases, the surface flame spread over the surface of a material increases and so does the generation of combustion products. Thus, for a specific fire, the following all increase together: the surface spread of flame, the heat release rate, the evolution of combustion products, the fire hazard, and the difficulty in fighting the fire.

By determining the surface spread of flame rate (and associated heat release rate and generation rates of combustion products), the relative hazard expected in fires of electrotechnical products is assessed. The assessment is based on the principle that the slower the surface spread of flame, the lower the expected hazard. It is always desirable that the surface spread of flame be non-propagating or decelerating.

Bibliographie

- [1] Bhatnagar, S.K., Varshney, B.S., and Mohanty, B., *An Appraisal of Standard Methods for Determination of Surface Spread of Flame Behavior of Materials*, Fire and Materials, 16, 141, 1992.
- [2] Clarke, F., Hoover, J.R., Caudill, L.M., Fine, A., Parnell, A. and Butcher, G., *Characterizing Fire Hazard of Unprotected Cables in Over-Ceiling Voids Used for Ventilation*, Interflam 1993. Interscience Communications Limited, London, (UK), 1993.
- [3] Drysdale, D., *An Introduction to Fire Dynamics*, John Wiley and Sons, New York, N.Y. (USA), Chapters 6 and 7, pp. 186-252, 1985.
- [4] Factory Mutual, *Specification Standard for Cable Fire Propagation*, Class No. 3972. Research Corporation, Norwood, MA (USA) 02062, 1989.
- [5] Fernandez-Pello, A.C. and Hirano, T., *Controlling Mechanisms of Surface Spread of Flame*, Combustion Science and Technology, 32, 1, 1983.
- [6] Friedman, R., *Principles of Fire Protection Chemistry*, Second Edition, National Fire Protection Association, Quincy, MA (USA) 1989.
- [7] Glassman, I., and Hansel, J.G., *Some Thoughts and Experiments on Liquid Fuel Spreading, Steady Burning, and Ignitability in Quiescent Atmospheres*. Fire Research Abstracts and Reviews, 10, 217-234, 1968.
- [8] Hilado, C.J., *Flammability Test Methods Handbook*, Technomic Publishing Co., Inc., Westport, Co (USA), 1973.
- [9] Hirschler, M.M., *Comparison of Large- and Small-Scale Heat Release Tests with Electrical Cables*, Fire and Materials, 18, 61, 1994.
- [10] Quintiere, J.G., *Surface Spread of Flame*, Section 1, Chapter 24, pp. 1-360 in SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, National Fire Protection Association Press, Quincy, MA (USA), 1988 (under revision).
- [11] Tewarson, A., and Khan, M.M., *A New Standard Test for the Quantification of Fire Propagation Behavior of Electrical Cables Using Factory Mutual Research Corporations Small Scale Flammability Apparatus*, Fire Technology, 28, 125, 1992.
- [12] Tewarson, A., *Surface Spread of Flame in Standard Tests for Electrical Cables*, Technical Report J.L. 8 OM2E1. RC-2, September 1993. Factory Mutual Research Corporation, Norwood, MA (USA).
- [13] CEI 60332-1:1993, *Essais des câbles électriques soumis au feu – Partie 1: Essais sur un conducteur ou câble isolé vertical*
- [14] CEI 60332-2:1989, *Essais des câbles électriques soumis au feu – Deuxième partie: Essai sur un petit conducteur ou câble isolé à âme en cuivre, en position verticale*
- [15] CEI 60332-3:1992, *Essais des câbles électriques soumis au feu – Partie 3: Essais sur des fils ou câbles en nappes*
- [16] CEI 61197:1993, *Isolants liquides – Propagation linéaire de la flamme – Méthode d'essai utilisant un ruban en fibres de verre*

Bibliography

- [1] Bhatnagar, S.K., Varshney, B.S., and Mohanty, B., *An Appraisal of Standard Methods for Determination of Surface Spread of Flame Behavior of Materials*, Fire and Materials, 16, 141, 1992.
 - [2] Clarke, F., Hoover, J.R., Caudill, L.M., Fine, A., Parnell, A. and Butcher, G., *Characterizing Fire Hazard of Unprotected Cables in Over-Ceiling Voids Used for Ventilation*, Interflam 1993. Interscience Communications Limited, London, (UK), 1993.
 - [3] Drysdale, D., *An Introduction to Fire Dynamics*, John Wiley and Sons, New York, N.Y. (USA), Chapters 6 and 7, pp. 186-252, 1985.
 - [4] Factory Mutual, *Specification Standard for Cable Fire Propagation*, Class No. 3972. Research Corporation, Norwood, MA (USA) 02062, 1989.
 - [5] Fernandez-Pello, A.C. and Hirano, T., *Controlling Mechanisms of Surface Spread of Flame*, Combustion Science and Technology, 32, 1, 1983.
 - [6] Friedman, R., *Principles of Fire Protection Chemistry*, Second Edition, National Fire Protection Association, Quincy, MA (USA) 1989.
 - [7] Glassman, I., and Hansel, J.G., *Some Thoughts and Experiments on Liquid Fuel Spreading, Steady Burning, and Ignitability in Quiescent Atmospheres*. Fire Research Abstracts and Reviews, 10, 217-234, 1968.
 - [8] Hilado, C.J., *Flammability Test Methods Handbook*, Technomic Publishing Co., Inc., Westport, Co (USA), 1973.
 - [9] Hirschler, M.M., *Comparison of Large- and Small-Scale Heat Release Tests with Electrical Cables*, Fire and Materials, 18, 61, 1994.
 - [10] Quintiere, J.G., *Surface Spread of Flame*, Section 1, Chapter 24, pp. 1-360 in SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, National Fire Protection Association Press, Quincy, MA (USA), 1988 (under revision).
 - [11] Tewarson, A., and Khan, M.M., *A New Standard Test for the Quantification of Fire Propagation Behavior of Electrical Cables Using Factory Mutual Research Corporations Small Scale Flammability Apparatus*, Fire Technology, 28, 125, 1992.
 - [12] Tewarson, A., *Surface Spread of Flame in Standard Tests for Electrical Cables*, Technical Report J.L. 8 OM2E1. RC-2, September 1993. Factory Mutual Research Corporation, Norwood, MA (USA).
 - [13] IEC 60332-1:1993, *Tests on electric cables under fire conditions – Part 1: Test on a single vertical insulated wire or cable*
 - [14] IEC 60332-2:1989, *Tests on electric cables under fire conditions – Part 2: Test on a single small vertical insulated copper wire or cable*
 - [15] IEC 60332-3:1992, *Tests on electric cables under fire conditions – Part 3: Tests on bunched wires or cables*
 - [16] IEC 61197:1993, *Insulating liquids – Linear flame propagation – Test method using a glass-fibre tape*
-

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60695-9-11:1998

Withdrawn