

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Explosive atmospheres –

Part 30-1: Electrical resistance trace heating – General and testing requirements

Atmosphères explosives –

Partie 30-1: Traçage par résistance électrique – Exigences générales et d'essais

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC/IEEE 60079-30-1:2015



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2015 IEC, Geneva, Switzerland

Copyright © 2015 IEEE

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 being secured. Requests for permission to reproduce should be addressed to either IEC at the address below or IEC's member National Committee in the country of the requester or from IEEE.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
3 Park Avenue
New York, NY 10016-5997
United States of America
stds.ipr@ieee.org
www.ieee.org

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 the IEEE

IEEE is the world's largest professional association dedicated to advancing technological innovation and excellence for the benefit of humanity. IEEE and its members inspire a global community through its highly cited publications, conferences, technology standards, and professional and educational activities.

About IEC/IEEE publications

The technical content of IEC/IEEE publications is kept under constant review by the IEC and IEEE. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum 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 - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 21 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 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: sales@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Explosive atmospheres –

Part 30-1: Electrical resistance trace heating – General and testing requirements

Atmosphères explosives –

Partie 30-1: Traçage par résistance électrique – Exigences générales et d'essais

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.260.20

ISBN 978-2-8322-5548-3

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

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

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	10
1 Scope.....	11
2 Normative references	15
3 Terms and definitions	16
4 General requirements	22
4.1 General.....	22
4.2 Mechanical strength.....	22
4.3 Terminations and connections.....	23
4.4 Circuit protection requirements for branch circuits.....	23
4.5 Temperature requirements	23
4.5.1 General	23
4.5.2 Stabilized design	24
4.5.3 Controlled design.....	24
5 Testing	26
5.1 Type tests	26
5.1.1 General	26
5.1.2 Dielectric test	26
5.1.3 Electrical insulation resistance test.....	27
5.1.4 Flammability test	27
5.1.5 Impact tests.....	29
5.1.6 Deformation test.....	32
5.1.7 Cold bend test	32
5.1.8 Water resistance test.....	33
5.1.9 Integral components resistance to water test	33
5.1.10 Verification of rated output.....	34
5.1.11 Thermal stability of electrical insulating material	36
5.1.12 Thermal performance test.....	36
5.1.13 Determination of maximum sheath temperature	38
5.1.14 Verification of start-up current	46
5.1.15 Verification of the electrical resistance of electrically conductive covering	46
5.1.16 Outdoor exposure test	47
5.2 Routine tests.....	47
5.2.1 Dielectric test	47
5.2.2 Verification of rated output.....	47
6 Marking	47
6.1 Product markings for trace heaters	47
6.2 Markings for field assembled components.....	48
7 Documentation requirements	48
7.1 General.....	48
7.2 Circuit design documentation	48
7.3 Trace heating system documentation	49
7.3.1 General	49

7.3.2	For trace heating systems according to the product classification method	49
7.3.3	For trace heating systems according to stabilized design method	49
7.3.4	For trace heating systems according to controlled design method	49
7.4	Instructions for installation of trace heating system	50
7.5	Instructions for commissioning	50
7.6	Instructions for maintenance / repair or modification	50
Annex A (informative) Type test matrix for EPLs Gb/Gc/Db/Dc (Refer to IEC 60079-14 for the relationship of EPLs to Zones)		52
Annex B (informative) Checklist for installation		53
Annex C (normative) Trace heater product design verification methodology		54
C.1	General	54
C.2	Design methodology and selection of trace heaters	54
C.3	Stabilized design calculations	54
C.4	Trace heater performance and equilibrium conditions	55
C.5	Heat loss calculations	57
C.6	Heat loss design safety factor	58
C.7	Maximum temperature determination	58
C.7.1	Theoretical pipe and sheath temperature calculations – Metallic applications	58
C.7.2	Theoretical vessel and sheath temperature calculations – Metallic applications	59
C.7.3	Sheath temperature – metallic applications utilizing a temperature limiter control sensing the trace heater sheath or an artificial hot spot	60
C.7.4	Theoretical sheath temperature calculations – Non-metallic applications	60
C.7.5	Sheath temperature – non-metallic applications utilizing a temperature limiter control sensing the trace heater sheath or an artificial hot spot	62
Annex D (normative) Requirements for Division 1 and Division 2 trace heating systems		63
D.1	Application	63
D.2	General	63
D.3	Terminations and connections	63
D.4	Control and temperature requirements	63
D.4.1	General	63
D.4.2	Stabilized design	63
D.4.3	Controlled design	64
D.4.4	Requirements for protective device in Divisions 1 and 2	64
D.5	Type tests	64
D.5.1	Division 1 trace heating equipment	64
D.5.2	Division 2 equipment	65
D.6	Marking	65
D.7	Instructions – Installation requirements	65
Annex E (normative) Type test matrix for Division 1 and 2 explosive atmospheres		67
Bibliography		69
Figure 1 – Flammability test		28
Figure 2 – Example of room temperature impact test		30
Figure 3 – Example of minimum temperature impact test		31
Figure 4 – Cold bend test		33

Figure 5 – Integral components resistance to water test.....	34
Figure 6 – Verification of rated output	35
Figure 7 – Maximum sheath temperature using product classification approach	39
Figure 8 – Verification of sheath temperatures using pipe sculpture	41
Figure 9 – Verification of sheath temperature, plate test	44
Figure 10 – Verification of sheath temperature – plate test with serpentine sample	44
Figure 11 – Plate test with two samples crossed over	45
Figure 12 – Plate test with a single sample crossed over	46
Figure C.1 – Equilibrium conditions for workpiece maintenance	55
Figure C.2 – Equilibrium conditions for upper limit evaluation	56
Table 1 – Application or exclusion of specific clauses of IEC 60079-0.....	11
Table 2 – Sheath temperature design conditions based on equipment protection levels – Stabilized design approach	24
Table 3 – Sheath temperature design conditions based on equipment protection levels EPLs – Controlled design approach	25
Table 4 – Test voltages for the dielectric test.....	26
Table A.1 – Determination of test samples	52
Table B.1 – Trace heater installation record – Example	53
Table D.1 – Division trace heating systems.....	63
Table D.2 – Sheath temperature design conditions – Stabilized design approach	64
Table D.3 – Sheath temperature design conditions – With temperature control device	64
Table E.1 – Applicable trace heater and trace heater pads and panels tests by installation location	67
Table E.2 – Applicable tests for integral components with trace heaters and trace heater pads and panels.....	68

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC/IEEE 60079-30-1:2015

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

EXPLOSIVE ATMOSPHERES –

Part 30-1: Electrical resistance trace heating – General and testing requirements

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.

IEEE Standards documents are developed within IEEE Societies and Standards Coordinating Committees of the IEEE Standards Association (IEEE-SA) Standards Board. IEEE develops its standards through a consensus development process, approved by the American National Standards Institute, which brings together volunteers representing varied viewpoints and interests to achieve the final product. Volunteers are not necessarily members of IEEE and serve without compensation. While IEEE administers the process and establishes rules to promote fairness in the consensus development process, IEEE does not independently evaluate, test, or verify the accuracy of any of the information contained in its standards. Use of IEEE Standards documents is wholly voluntary. *IEEE documents are made available for use subject to important notices and legal disclaimers (see <http://standards.ieee.org/IPR/disclaimers.html> for more information).*

IEC collaborates closely with IEEE in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations. This Dual Logo International Standard was jointly developed by the IEC and IEEE under the terms of that agreement.

- 2) The formal decisions 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. The formal decisions of IEEE on technical matters, once consensus within IEEE Societies and Standards Coordinating Committees has been reached, is determined by a balanced ballot of materially interested parties who indicate interest in reviewing the proposed standard. Final approval of the IEEE standards document is given by the IEEE Standards Association (IEEE-SA) Standards Board.
- 3) IEC/IEEE Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees/IEEE Societies in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC/IEEE Publications is accurate, IEC or IEEE 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 (including IEC/IEEE Publications) transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC/IEEE Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC and IEEE do not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC and IEEE are 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 IEEE or their directors, employees, servants or agents including individual experts and members of technical committees and IEC National Committees, or volunteers of IEEE Societies and the Standards Coordinating Committees of the IEEE Standards Association (IEEE-SA) Standards Board, 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/IEEE Publication or any other IEC or IEEE 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 implementation of this IEC/IEEE Publication may require use of material covered by patent rights. By publication of this standard, no position is taken with respect to the existence or validity of any patent rights in connection therewith. IEC or IEEE shall not be held responsible for identifying Essential Patent Claims for which a license may be required, for conducting inquiries into the legal validity or scope of Patent Claims or determining whether any licensing terms or conditions provided in connection with submission of a Letter of Assurance, if any, or in any licensing agreements are reasonable or non-discriminatory. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any patent rights, and the risk of infringement of such rights, is entirely their own responsibility.

International Standard IEC/IEEE 60079-30-1 has been prepared by IEC technical committee 31: Equipment for explosive atmospheres, in cooperation with the Petroleum & Chemical Industry Committee of the IEEE Industrial Applications Society under the IEC/IEEE Dual Logo Agreement.

This publication is published as an IEC/IEEE Dual Logo standard.

NOTE A list of IEEE participants can be found at the following URL:

http://standards.ieee.org/downloads/60079/60079-30-1-2015/60079-30-1-2015_wg-participants.pdf.

This bilingual version (2018-04) corresponds to the English version, published in 2015-09.

This first edition of IEC/IEEE 60079-30-1 cancels and replaces the first edition of IEC 60079-30-1 published in 2007 and constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant changes, apart from the general revision and updating of the first edition of IEC 60079-30-1 and harmonization with IEEE Std 515, with respect to the previous edition:

- the inclusion of a minimum temperature impact test;
- the addition of a mechanical procedure in the thermal stability test;
- the inclusion of a thermal performance test to replace the thermal safety requirements;
- the inclusion of a second procedure utilizing a plate fixture for sheath temperature determination;
- the inclusion of an ultraviolet and condensation test;
- the revision and significant expansion of documentation requirements;
- the addition of Annexes covering requirements for Divisions 1 and 2;
- the addition of a table covering the applicability of requirements from IEC 60079-0;
- the addition of an Annex covering trace heater product design verification methodology (formerly located in IEC 60079-30-2);
- the further harmonization of this edition with several national standards.

The significance of changes between IEC 60079-30-1, Edition 1.0 (2007) and IEC/IEEE 60079-30-1, Edition 1.0 (2015) is as listed below:

		Type		
Changes	Clause	Minor and editorial changes	Extension	Major technical changes
Addition of clarification for the exclusion of EPLs Ga and Da	1	X		
Addition of requirements for the Division method of area classification that may be applied by some users	1		X	
Addition of table specifying the application or exclusion of specific clauses of IEC 60079-0 Edition 6	1	X		
For stabilized designs, a clarification for the need for verification by testing and the addition of a table for the specific requirements	4.5.2	X		
For controlled designs, a clarification for the need for verification by testing and the addition of a table for the specific requirements	4.5.3	X		
For controlled designs, clarifications and additions on the separate requirements for Gb/Db and Gc/Dc	4.5.3		X	
The requirements for calibration of the flammability test fixture are replaced with equivalent requirements	5.1.4	X		

		Type		
Changes	Clause	Minor and editorial changes	Extension	Major technical changes
for the energy levels of the test gases				
Addition of a minimum temperature impact test	5.1.5			C1
For thermal stability, the addition of a bending requirement on a mandrel	5.1.11			C1
The replacement of the thermal safety procedure with a thermal performance procedure	5.1.12			C2
The addition of a second procedure utilizing a plate fixture for the systems method for maximum sheath temperature determination	5.1.13.2			C3
Addition of outdoor exposure test	5.1.16			C4
Requirement changed for the marking of the minimum installation temperature	6.1			C5
Addition of new markings requirements for field assembled components	6.2			C5
Additions and changes to the documentation requirements	7			C5
Addition of Annex	Annex A	X		
Addition of Annex	Annex B	X		
Addition of Annex specifying trace heating design verification methodology, moved from IEC 60079-30-2	Annex C			C6
Addition of Annex for the Division method of area classification that may be applied by some users	Annex D		X	
Addition of Annex for the Division method of area classification that may be applied by some users	Annex E		X	

NOTE The technical changes referred to include the significance of technical changes in the revised IEC Standard, but they do not form an exhaustive list of all modifications from the previous version.

Explanations:

A) Definitions

Minor and editorial changes

clarification
decrease of technical requirements
minor technical change
editorial corrections

These are changes which modify requirements in an editorial or a minor technical way. They include changes of the wording to clarify technical requirements without any technical change, or a reduction in level of existing requirement.

Extension addition of technical options

These are changes which add new or modify existing technical requirements, in a way that new options are given, but without increasing requirements for equipment that was fully compliant with the previous standard. Therefore, these will not have to be considered for products in conformity with the preceding edition.

Major technical changes

addition of technical requirements
increase of technical requirements

These are changes to technical requirements (addition, increase of the level or removal) made in a way that a product in conformity with the preceding edition will not always be able to fulfil the requirements given in the later edition. These changes have to be considered for products in conformity with the preceding edition. For these changes additional information is provided in clause B) below.

NOTE These changes represent current technological knowledge. However, these changes should not normally have an influence on equipment already placed on the market.

B) Information about the background of 'Major Technical Changes'

C1 – The requirements for additional mechanical testing have been included for harmonization and for added safety.

C2 – The requirements for thermal performance have been included to recognize the necessity for thermal stability of products in explosive atmospheres.

C3 – A second procedure utilizing a plate fixture has been included for sheath temperature determination, which may be used in lieu of the sheath temperature verification part of 5.1.13.4.2.

C4 – An outdoor exposure test has been added to cover products that may be exposed to sunlight and moisture in the intended application.

C5 – Additional marking and documentation requirements have been added to provide additional information to the end user.

C6 – The trace heating design verification methodology has been added to align with the evaluation requirements for the stabilized design and the controlled design methods of maximum sheath temperature determination.

This bilingual version (2018-03) corresponds to the English version, published in 2015-09.

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

FDIS	Report on voting
31/1191/FDIS	31/1201/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.

The French version of this standard has not been voted upon.

International standards are drafted in accordance with the rules given in the ISO/IEC Directives, Part 2.

This standard is intended to be used in conjunction with IEC/IEEE 60079-30-2:2015, *Explosive atmospheres – Part 30-2: Electrical resistance trace heating – Application guide for design, installation and maintenance*.

A list of all parts of IEC 60079 series, under the general title *Explosive atmospheres*, can be found on the IEC website.

The IEC Technical Committee and IEEE Technical Committee have 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.

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/IEEE 60079-30-1:2015

INTRODUCTION

IEC/IEEE 60079-30-1 is intended to provide a comprehensive overview of the essential requirements and testing appropriate to electric surface heating equipment used in explosive atmospheres. The requirements of this part of IEC 60079 are considered to be the minimum requirements for equipment protection levels Gb, Gc, Db, and Dc in explosive atmospheres for gases, dusts, and fibres/flyings. While some of this work already exists in national standards or international standards, this standard has collated much of this existing work and considerably added to it. This standard also contains the minimum requirements for users applying the Division method of area classification.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC/IEEE 60079-30-1:2015

EXPLOSIVE ATMOSPHERES –

Part 30-1: Electrical resistance trace heating – General and testing requirements

1 Scope

This part of IEC 60079 specifies general and testing requirements for electrical resistance trace heaters for application in explosive atmospheres with the exclusion of those for EPL Ga and Da. This standard covers trace heaters that comprise either factory or field (work-site) assembled units, and which may be series trace heaters, parallel trace heaters, trace heater pads, or trace heater panels that have been assembled and/or terminated in accordance with the manufacturer's instructions.

This standard also includes requirements for termination assemblies and control methods used with trace heating systems. The explosive atmospheres referred to in this standard are those defined in IEC 60079-10-1 and IEC 60079-10-2.

Annexes D and E outline the application of this standard for those users applying the Division method of area classification.

This standard supplements and modifies the general requirements of IEC 60079-0, except as indicated in Table 1. Where a requirement of this standard conflicts with a requirement of IEC 60079-0, the requirement of this standard takes precedence.

Table 1 – Application or exclusion of specific clauses of IEC 60079-0

IEC 60079-0		Electrical resistance trace heaters and integral components		Terminations as separate components
Ed. 6.0 (2011) (informative)	Clause / Subclause title (normative)	Group I and Group II	Group III	
1	Scope	Applies	Applies	Applies
2	Normative references	Applies	Applies	Applies
3	Terms and definitions	Applies, except ambient temperature, see 3.1	Applies, except ambient temperature, see 3.1	Applies, except ambient temperature, see 3.1
4	Equipment grouping	Applies	Applies	Applies
4.1	Group I	Applies	Excluded	Applies
4.2	Group II	Applies, always IIC	Excluded	Applies
4.3	Group III	Excluded	Applies, outside of thermal insulation only, always IIIC	Applies, outside of thermal insulation only
4.4	Equipment for a particular explosive atmosphere	Excluded	Excluded	Applies
5.1	Environmental influences	Applies	Applies	Applies
5.1.1	Ambient temperature	Replaced by 6.1e)	Replaced by 6.1e)	Applies, see 3.1
5.1.2	External source of heating or cooling	Applies	Applies	Applies
5.2	Service temperature	Modified	Modified	Applies

IEC 60079-0		Electrical resistance trace heaters and integral components		Terminations as separate components
Ed. 6.0 (2011) (informative)	Clause / Subclause title (normative)	Group I and Group II	Group III	
5.3.1	Determination of maximum surface temperature	Replaced by 4.5 in conjunction with 5.1.13	Replaced by 4.5 in conjunction with 5.1.13 only when tested in accordance with 5.1.13.3.	Applies
5.3.2.1	Group I electrical equipment	Applies	Excluded	Applies
5.3.2.2	Group II electrical equipment	Applies	Excluded	Applies
5.3.2.3.1	Group III electrical equipment, Maximum surface temperature determined without a dust layer	Excluded	Applies, where the maximum sheath temperatures determined by IEC/IEEE 60079-30-1 are used in place of the method for temperature determination from IEC 60079-0.	Applies
5.3.2.3.2	Group III electrical equipment Maximum surface temperature with respect to dust layers	Excluded	Applies, where the maximum sheath temperature is determined only for those surfaces that are specified to be exposed to layers of combustible dust. Does not apply for trace heaters specified to be covered by thermal insulation.	Applies
5.3.3	Small component temperature for Group I and Group II electrical equipment	Excluded	Excluded	Applies
6.1	Requirements for all electrical equipment – General	Applies	Applies	Applies
6.2	Mechanical strength	Replaced by 4.2	Replaced by 4.2	When in direct contact with the trace heater, may be substituted by 4.2
6.3	Opening times	Excluded	Excluded	Applies
6.4	Circulating currents in enclosures (e.g. of large electrical machines)	Excluded	Excluded	Excluded
6.5	Gasket retention	Excluded	Excluded	Applies
6.6	Electromagnetic and ultrasonic radiating equipment	Excluded	Excluded	Applies
7.1.1	Non-metallic enclosures and non-metallic parts of enclosures – Applicability	Replaced by the last paragraph of 4.1	Replaced by the last paragraph of 4.1	Applies
7.1.2.1	Specification of materials, General	Replaced by the last paragraph of 4.1	Replaced by the last paragraph of 4.1	Applies
7.1.2.2	Specification of materials, plastic materials	Replaced by the last paragraph of 4.1	Replaced by the last paragraph of 4.1	Applies
7.1.2.3	Elastomers	Replaced by the last paragraph of 4.1	Replaced by the last paragraph of 4.1	Applies
7.2	Thermal endurance	Replaced by requirements and tests	Replaced by requirements and	Applies

IEC 60079-0		Electrical resistance trace heaters and integral components		Terminations as separate components
Ed. 6.0 (2011) (informative)	Clause / Subclause title (normative)	Group I and Group II	Group III	
		of this standard	tests of this standard	
7.3	Resistance to light	Replaced by 5.1.16 for trace heaters and integral components specified for outdoor exposure	Replaced by 5.1.16 for trace heaters and integral components specified for outdoor exposure	Applies
7.4.1	Electrostatic charges on external non-metallic materials, Applicability	Excluded	Excluded	Applies
7.4.2	Avoidance of a build-up of electrostatic charge on Group I or Group II electrical equipment	Excluded	Excluded	Applies
7.4.3	Avoidance of a build-up of electrostatic charge on equipment for Group III	Excluded	Excluded	Applies
7.5	Accessible metal parts	Excluded	Excluded	Applies
8.1	Material composition	Excluded	Excluded	Applies
8.2	Group I	Excluded	Excluded	Applies
8.3	Group II	Excluded	Excluded	Applies
8.4	Group III	Excluded	Excluded	Applies
9	Fasteners	Excluded	Excluded	Applies
10	Interlocking devices	Excluded	Excluded	Applies
11	Bushings	Excluded	Excluded	Applies
12	Materials used for cementing	Replaced by the last paragraph of 4.1	Replaced by the last paragraph of 4.1	Applies
13	Ex Components	Applies	Applies	Applies
14	Connection facilities and termination compartments	Covered by the requirements of this standard	Covered by the requirements of this standard	Applies
15	Connection facilities for earthing and bonding conductors	Replaced by 5.1.15	Replaced by 5.1.15	Applies
16	Entries into enclosures	Excluded	Excluded	Applies
17	Supplementary requirements for rotating electrical machines	Excluded	Excluded	Excluded
18	Supplementary requirements for switchgear	Excluded	Excluded	Excluded
19	Supplementary requirements for fuses	Excluded	Excluded	Applies
20	Supplementary requirements for plugs and sockets	Excluded	Excluded	Applies
21	Supplementary requirements for luminaires	Excluded	Excluded	Excluded
22	Supplementary requirements for caplights and handlights	Excluded	Excluded	Excluded
23	Equipment incorporating cells and batteries	Excluded	Excluded	Applies
24	Documentation	Applies	Applies	Applies
25	Compliance of prototype or	Applies	Applies	Applies

IEC 60079-0		Electrical resistance trace heaters and integral components		Terminations as separate components
Ed. 6.0 (2011) (informative)	Clause / Subclause title (normative)	Group I and Group II	Group III	
	sample with documents			
26.1	General	Applies	Applies	Applies
26.2	Test configuration	Applies	Applies.	Applies
26.3	Tests in explosive test mixtures	Excluded	Excluded	Applies
26.4	Tests of enclosures	Excluded	Excluded	Applies
26.4.1	Order of tests	Excluded	Excluded	Applies
26.4.1.1	Metallic enclosures, metallic parts of enclosures and glass parts of enclosures	Excluded	Excluded	Applies
26.4.1.2	Non-metallic enclosures or non-metallic parts of enclosures	Excluded	Excluded	Applies
26.4.2	Resistance to impact	Replaced by 5.1.5	Replaced by 5.1.5	Applies
26.4.3	Drop test	Excluded	Excluded	Excluded
26.4.4	Acceptance criteria	Replaced by 5.1.5	Replaced by 5.1.5	Applies
26.4.5	Degree of protection by enclosure	Replaced by 5.1.8 and/or 5.1.9	Replaced by 5.1.8 and/or 5.1.9.	Applies
26.5	Thermal tests	Modified.	Modified	Applies
26.5.1	Temperature measurement	Replaced by 5.1.13	Replaced by 5.1.13	Applies
26.5.2	Thermal shock test	Excluded	Excluded	Applies
26.5.3	Small component ignition test	Excluded	Excluded	Applies
26.6	Torque test for bushings	Excluded	Excluded	Applies
26.7	Non-metallic enclosures or non-metallic parts of enclosures	Excluded	Excluded	Applies
26.8	Thermal endurance to heat	Replaced by 5.1.11	Replaced by 5.1.11	Applies
26.9	Thermal endurance to cold	Replaced by 5.1.7	Replaced by 5.1.7	Applies
26.10	Resistance to light	Replaced by 5.1.16 for trace heaters and integral components specified for outdoor exposure	Replaced by 5.1.16 for trace heaters and integral components specified for outdoor exposure	Applies
26.11	Resistance to chemical agents for Group I electrical equipment	Applies for Group I	Excluded	Applies
26.12	Earth continuity	Excluded	Excluded	Applies
26.13	Surface resistance test of parts of enclosures of non-metallic materials	Excluded	Excluded	Applies
26.14	Measurement of capacitance	Excluded	Excluded	Applies
26.15	Verification of ratings of ventilating fans	Excluded	Excluded	Excluded
26.16	Alternative qualification of elastomeric sealing O-rings	Excluded	Excluded	Applies
27	Routine tests	Applies	Applies	Applies
28	Manufacturers responsibility	Applies	Applies	Applies
29	Marking	Modified	Modified	Applies

IEC 60079-0		Electrical resistance trace heaters and integral components		Terminations as separate components
Ed. 6.0 (2011) (informative)	Clause / Subclause title (normative)	Group I and Group II	Group III	
30	Instructions	Modified	Modified	Applies
Annex A	Supplementary requirements for Ex cable glands	Excluded	Excluded	Applies
Annex B	Requirements for Ex components	Excluded	Excluded	Applies
Annex C	Example of rig for resistance to impact test	Replaced by 5.1.5	Replaced by 5.1.5	Applies
Annex D	Motors supplied by converters	Excluded	Excluded	Excluded
Annex E	Temperature rise testing of electric machines	Excluded	Excluded	Excluded
Annex F	Guideline flowchart for tests of non-metallic enclosures or non-metallic parts of enclosures (26.4)	Excluded	Excluded	Applies
NOTE 1 Clause numbers in the three right-hand columns of this table refer to IEC/IEEE 60079-30-1				
NOTE 2 The clause number in the above table is shown for information only. The applicable requirements of IEC 60079-0 are identified by the clause title which is normative.				
Applies: this requirement of IEC 60079-0 is applied without change.				
Excluded: this requirement of IEC 60079-0 does not apply.				
Modified: this requirement of IEC 60079-0 is modified as detailed in this standard.				

2 Normative references

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

IEC 60050-151:2001, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 60050-426:2008, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 426: Equipment for explosive atmospheres*

IEC 60079-0:2011, *Explosive atmospheres – Part 0: Equipment – General requirements*

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

ISO 4582, *Plastics – Determination of changes in colour and variations in properties after exposure to daylight under glass, natural weathering or laboratory light sources*

ISO 4892-1, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 1: General guidance*

ISO 4892-2, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 2: Xenon-arc lamps*

ASTM D5025, *Standard specification for laboratory burner used for small-scale burning tests on plastic materials*

ASTM G155, *Standard practice for operating xenon arc light apparatus for exposure of non-metallic materials*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60079-0, IEC 60079-7, IEC 60050-151 and IEC 60050-426 (except as modified by this clause) as well as the following apply.

NOTE Definition 3.40 is identical to definition 3.16 of IEC 60079-7: 2006.

3.1

ambient temperature

<trace heating>

temperature surrounding the workpiece including the trace heater and any thermal insulation or weather barrier that may be applied

3.1.1

maximum ambient temperature

highest specified ambient temperature

3.1.2

minimum ambient temperature

<trace heating>

lowest ambient temperature specified at which trace heating is operable and performs according to specified requirements (and on which heat-loss calculations are based)

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-20]

3.2

branch circuit

portion of the wiring installation between the overcurrent device protecting the circuit and the trace heater unit(s)

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-02]

3.3

connections (terminations)

3.3.1

cold lead

electrically insulated conductor or conductors used to connect a trace heater to a branch circuit and designed so that it does not produce significant heat

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-03]

3.3.2

end termination

termination, which may be heat producing, applied to a trace heater at the end opposite to that where the power is supplied

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-04]

3.3.3

power termination

termination applied to the end of a trace heater at which the power is supplied

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-05]

3.3.4

tee

electrical connection of trace heaters, in series or in parallel, to accommodate a branch or a branch circuit

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-06, modified ("tee or branch" replaced by "branch or a branch circuit")]

3.4

controlled design

design where the set point of the applicable temperature controller or high-limit device is used in establishing the maximum sheath temperature

3.5

dead leg

<trace heating>

segment of process piping segregated from the normal flow pattern for the purpose of providing a heat loss reference

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-07]

3.6

design loading

minimum power that meets the design requirements, in the specified adverse conditions (minimum ambient and maximum wind velocity), after voltage and resistance tolerances and appropriate safety factors have been considered

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-08]

3.7

electrically conductive covering

metallic sheath, metallic braid or other conductive material

3.8

factory fabricated

<trace heating>

assembled into units or sets, including the necessary terminations and connections

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-09]

3.9

field assembled

<trace heating>

supplied in bulk with terminating components to be assembled at the work site

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-10]

3.10

heat loss

energy flow from a pipe, vessel or equipment to its surroundings

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-11]

3.11

heat sink

part that conducts and dissipates heat away from a workpiece

Note 1 to entry: Typical heat sinks are pipe shoes, pipe supports and items of large mass such as valve actuators or pump bodies.

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-12]

3.12

heat transfer aids

thermally conductive materials, such as metallic foils or heat transfer compounds, used to increase the heat transfer efficiency from trace heaters to the workpiece

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-13]

3.13

high limit temperature

maximum allowable temperature of the system, including piping, fluid and trace heating system

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-16, modified (addition of "trace")]

3.14

integral components

components such as heat shrink terminations, cold lead connections, moulded end seals, or splices, which may conform to the general shape of the trace heater and are exposed to the same environments (such as under the thermal insulation) as the trace heater, that are not intended to be re-used in the event of a repair or modification, which may be factory fabricated or field assembled

3.15

maximum continuous exposure temperature (trace heater de-energized)

highest allowable continuous temperature to which the trace heating system may be exposed as declared by the manufacturer

3.16

maximum maintain temperature / maximum continuous operating temperature (trace heater energized)

specified maximum workpiece temperature the trace heater operates at continuously as declared by the manufacturer

3.17

maximum intermittent exposure temperature (trace heater energized or de-energized)

highest allowable intermittent temperature to which a trace heater may be exposed, as declared by the manufacturer

3.18

maintain temperature

specified temperature of a workpiece or process that the trace heaters shall be able to maintain

3.19

maximum sheath temperature

maximum temperature of the outermost covering of a trace heater

3.20

maximum withstand temperature

maximum operating or exposure temperature that will not adversely affect the thermal stability of the trace heater and its component parts

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-18]

3.21

minimum installation temperature

minimum temperature at which the trace heating system may be handled and installed

3.22

MI trace heater

mineral insulated metal sheathed trace heater typically containing one or more heating conductors

3.23

operating voltage

actual voltage applied to the trace heater when in service

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-21]

3.24

outdoor exposure

exposure to outdoor conditions of ultraviolet light and moisture

3.25

overjacket

continuous layer of material applied outside the electrically conductive covering to protect against corrosion

3.26

parallel trace heater(s)

heating elements that are electrically connected in parallel, either continuously or in zones, so that the watt density per linear length is maintained, irrespective of any change in length for the continuous type or for any number of discrete zones

3.27

power density

power output for a trace heater expressed in watts per linear length or in watts per unit surface area

3.28

rated output

total power or power per unit length or unit surface area of a trace heater, at rated voltage, temperature and length or area

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-24, modified (removal of "which is normally expressed in watts, watts per metre or watts per square metre")]

3.29

rated voltage

<trace heating>

voltage assigned by the manufacturer to which operating and performance characteristics of trace heaters are referred

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-25, modified (addition of "assigned by the manufacturer")]

3.30

series trace heater(s)

heating elements electrically connected in series with a single current path and with a specific resistance at a given temperature for a given length

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-26]

3.31

sheath

<trace heating>

uniform and continuous metallic or non-metallic outer covering enclosing the trace heater used to provide protection against influence from the surroundings (corrosion, moisture etc.)

Note 1 to entry: See overjacket, 3.25.

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-26, modified (addition of Note 1 to entry)]

3.32

sheath temperature

<trace heating>

temperature of the outermost continuous covering that may be exposed to the surrounding atmosphere

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-28]

3.33

stabilized design

design where the temperature of the trace heater, by design and use, stabilizes below the high limit temperature, under the most unfavourable conditions, without the need for a protective system to limit the temperature

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-29]

3.34

start-up current

current response of a trace heater following energization

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-30, modified ("immediately upon energizing" replaced by "following energization")]

3.35

system documentation

<trace heating>

information prepared by the manufacturer to allow satisfactory understanding, installation and safe use of the trace heating system

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-31]

3.36

temperature control device

device that serves to maintain the temperature within a specified temperature range

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-33]

3.37

temperature controller

device or combination of devices incorporating a means of sensing temperature and of controlling the power to the trace heater

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-34]

3.38

temperature limiting device

safety device that serves to switch off power to the trace heater before the maximum specified surface temperature is exceeded

3.39

temperature sensor

(temperature sensing element)

device designed to respond to temperature providing an electrical signal or mechanical operation

3.40

thermal insulation

material having air- or gas-filled pockets, voids, or heat reflecting surfaces that, when properly applied, retards the transfer of heat

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-36]

3.41

trace heater

device designed for the purpose of producing heat on the principle of electrical resistance and typically composed of one or more metallic conductors and/or an electrically conductive material, suitably electrically insulated and protected

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-37]

3.42

trace heater pad

trace heater comprising series or parallel connected elements having sufficient flexibility to conform to the shape of the surface to be heated

3.43

trace heater panel

non-flexible trace heater comprising series or parallel connected elements fabricated to conform to the general shape of the surface to be heated

3.44

trace heater unit

(trace heater set)

series trace heater, parallel trace heater, trace heater pad or trace heater panel suitably terminated in conformity with the manufacturer's instructions

3.45

trace heating

utilization of electric trace heaters, trace heater pads, trace heater panels and support components, used to maintain or to raise the temperature of contents in piping, tanks and associated equipment

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-39, modified (removal of "externally applied")]

3.46

trace heating system

utilization of trace heating including all necessary design and installation documentation

3.47

trace ratio

ratio of trace heater length to pipe length

3.48

weather barrier

material that, when installed on the outer surface of thermal insulation, protects the thermal insulation from water or other liquids, from physical damage caused by ice pellets, wind or mechanical abuse and from deterioration caused by solar radiation or atmospheric contamination

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-40, modified (replacement of "sleet" by "ice pellets")]

3.49

workpiece

<trace heating>

object to which a trace heater is applied

Note 1 to entry: Examples include process equipment such as piping vessels, tanks, valves, instruments and similar equipment.

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-41, modified (addition of Note 1 to entry)]

4 General requirements

4.1 General

The requirements of this standard confirm that electrical resistance trace heating within the scope of this standard has been designed and constructed so as to validate electrical, thermal and mechanical durability and reliable performance.

Electrical resistance trace heaters and integral components shall comply with or be excluded from the requirements of IEC 60079-0, as listed in Table 1.

Trace heaters shall be provided with an evenly-distributed electrically conductive covering that shall cover at least 70 % of the surface. Trace heater pads and panels shall be constructed such that the electrically conductive covering shall be opposite the surface to be heated. The electrically conductive covering shall either be suitable for use in the particular atmosphere(s) or have a suitable non-metallic overjacket over the covering. The manufacturer shall declare the maximum withstand temperature in degrees Celsius. The materials used in the trace heater and integral components shall withstand a temperature of no less than the manufacturer's declared maximum withstand temperature +20 K, when tested in accordance with 5.1.11. The manufacturer shall provide documentation of the specification of non-metallic materials on which the mechanical strength and the electrical insulation depend (between the heater and other conductive parts) which shall include identification of the material type.

4.2 Mechanical strength

The mechanical strength of trace heaters shall be determined by the tests in 5.1.5, 5.1.6, 5.1.7 and 5.1.11.

Trace heaters which are identified for use only in areas with a low risk of mechanical damage are subjected to a reduced energy in the impact tests in 5.1.5 and a reduced force in the deformation test in 5.1.6, and shall be clearly marked as specified in 7.4 e).

Trace heaters may be supplied with additional mechanical protection to meet the requirements of this standard if they are supplied as an integral assembly (prefabricated), and contain the following statement in the instructions: "This mechanical covering shall not be removed and the trace heaters shall not be operated without the mechanical covering being in place". In this case the tests in 5.1.5 and 5.1.6 shall be performed with the additional mechanical protection installed on the trace heater.

4.3 Terminations and connections

Terminations and connections may be identified as an integral part of a trace heater, or may be identified separately, as Ex equipment or as Ex components in accordance with IEC 60079-0. Integral terminations and connections are tested as part of a representative trace heater unit; see 5.1.1.

Electrical connectors supplied with integral components shall be certified for the current-carrying capacity of the trace heating conductors declared by the manufacturer and shall meet the other prescribed testing in this standard.

Electrical resistance trace heater terminations identified as separate components shall comply with the requirements of one or more of the types of protection listed in IEC 60079-0 suitable for the application, which may be supplemented and modified by the requirements of this standard. See also Table 1.

4.4 Circuit protection requirements for branch circuits

The minimum requirements for trace heating systems for use in explosive atmospheres are as follows:

- a) a means of isolating all line conductors from the supply;
- b) over-current protection provided for each branch circuit;
- c) a means of protecting against earth faults by disconnecting all line conductors.
 - 1) For TT and TN systems, each trace heater or trace heater branch circuit, the electrical protection shall be capable of interrupting high impedance earth faults as well as short-circuit faults. This shall be accomplished by an earth-fault protective device, or a controller with earth-fault interruption capability for use in conjunction with suitable circuit protection. The preferred trip level is nominal 30 mA or 30 mA above any inherent capacitive leakage characteristic of the heater as specified by the trace heater supplier.
 - 2) For IT systems, an electrical insulation monitoring device shall be installed to disconnect the supply whenever the electrical resistance is not greater than 50 Ω/V of rated voltage.

Exception: Where conditions of maintenance and supervision ensure that only qualified persons service the installed systems, and continued circuit operation is necessary for the safe operation of the equipment or processes, earth-fault detection without interruption is acceptable if alarmed in a manner to assure an acknowledged response.

The requirements of a), b), and c) may be performed by one device.

NOTE 1 The application of the above exception is intended to be at the discretion of the end user.

NOTE 2 This information is specified to be provided with the product documentation as indicated in Clause 7.

4.5 Temperature requirements

4.5.1 General

A trace heating system shall be designed so that the sheath temperature of the trace heaters is limited to the temperature class or ignition temperature, minus 5 K for temperatures less than or equal to 200 °C or minus 10 K for temperatures greater than 200 °C. The maximum

sheath temperature of the trace heater shall also be less than the maximum withstand temperature.

Maximum sheath temperatures of trace heaters shall be determined for the proper application of the heater. The sheath temperature is dependent on the heater power output density, overall heat transfer coefficient, and the temperature of the surface being heated.

This shall be achieved either by:

- 1) determining the trace heater's maximum sheath temperature according to the product classification method in accordance with 5.1.13.3;
- 2) a stabilized design in accordance with 4.5.2; or
- 3) a controlled design in accordance with 4.5.3.

For 2) and 3) above, when multiple trace heaters (especially on pipes with different flow conditions) are grouped together under a single temperature control device, each design condition shall be analyzed.

Requirements for equipment for use in facilities using the Division method of area classification are given in Annex D.

4.5.2 Stabilized design

The maximum sheath temperature obtained by stabilized design is based on the energy balance of heat loss and heat production of a system. The energy balance is determined by calculations based on system parameters.

The design calculations, system parameters and methods for stabilized design shall be demonstrated to the certification body by the manufacturer by comparison to the test results from 5.1.13.2. Table 2 gives the design conditions for various equipment protection levels for the stabilized design approach.

Design conditions of no-wind, the maximum ambient temperature and the system heat transfer coefficient shall be used to calculate the maximum workpiece temperature and maximum sheath temperature. Guidance for the design calculations is provided in Annex C.

Table 2 – Sheath temperature design conditions based on equipment protection levels – Stabilized design approach

Item	EPL Gb/Db	EPL Gc/Dc
Percent of operating voltage	110	110
Maximum workpiece temperature for calculation	--- ^a	--- ^a
Maximum wind speed for calculation	0	0
^a The workpiece temperature (T_{pr} or T_{pm} , whichever is greater) is used to calculate the maximum sheath temperature- see Annex C.		

4.5.3 Controlled design

4.5.3.1 General

The maximum sheath temperature obtained through controlled design is based on energy limitation by temperature controllers or limiting devices. These protective temperature limiting devices are to be set to a temperature no greater than the maximum allowable sheath temperature corresponding to the temperature class reduced by;

- (1) the predicted temperature difference between the temperature limiter's set point and the maximum sheath temperature of the trace heater, and by

(2) the amount specified in 4.5.1.

There are three controlled design methods for limiting the maximum sheath temperature. These are only suitable for situations where the workpiece is not subjected to additional sources of heat.:

- a) By limiting the maximum workpiece temperature. The temperature control sensor and/or the temperature limiter sensor is installed directly on the workpiece.
- b) By using a high temperature limiter with the sensor attached to the trace heater which is installed on the workpiece. Each application requires correlation for the specific trace heater, power output level, and the limiter/sensor characteristics.
- c) By creating an artificial hot spot where a high temperature limiter sensor is attached to the trace heater which is located on a thermal insulation spacer on the workpiece. Each application requires correlation for the specific trace heater, power output level, limiter/sensor characteristics, and insulation spacer.

The manufacturer predicts the offset (ΔT_{offset}) between the trace heating sheath temperature and the temperature control device's set point. For design conditions see Table 3. The manufacturer shall support the calculation method for sheath temperature by comparing the predicted results to test results from 5.1.13.2.

NOTE For calculation of ΔT_{offset} ($= T_{\text{sh}} - T_{\text{L}}$) refer to Annex C. ΔT_{offset} is the empirically determined temperature difference between the sensor and the actual maximum tracer sheath temperature. ΔT_{offset} is a function of variables such as geometry and mass of trace heater and sensor, power output of the trace heater, heat transfer coefficient, and control system hysteresis.

Table 3 – Sheath temperature design conditions based on equipment protection levels EPLs – Controlled design approach

Item	EPL Gb/Db	EPL Gc/Dc
Percent of operating voltage	110	110
Maximum workpiece temperature for calculation	--- ^a	--- ^a or ^b
Maximum wind speed for calculation	0	0
^a Use the set point of the temperature limiter according to 4.5.3.2. ^b Use the set point of the temperature controller according to 4.5.3.3.		

4.5.3.2 Requirements for temperature control devices for EPLs Gb and Db

A temperature limiter or similar control device shall de-energize the system to prevent exceeding the maximum permissible sheath temperature. Any device used for temperature control shall satisfy requirements for EPLs Gb and/or Db.

Additionally a high temperature limit function shall:

- 1) operate independently from the temperature controller;
- 2) de-energize the trace heater when the set point of the high temperature limiter is reached;
- 3) annunciate when the high temperature limit function is activated;
- 4) have a high limit function that requires acknowledgement to be reset;
- 5) mechanically or electronically lock the high limit set point of the device to prevent unauthorized access;
- 6) have a safety function that de-energizes the circuit if the temperature sensor malfunctions;
- 7) be possible to re-set only after the normal operating conditions have been returned, or if the switching state is monitored continuously;

- 8) be evaluated to a minimum of 100,000 cycles of endurance when multiple devices are used for controlling and limiting.

4.5.3.3 Requirements for temperature control devices for EPLs Gc and Dc

A single temperature controller may be specified provided that it incorporates annunciation of failure conditions and has been evaluated for a minimum of 250 000 cycles of operation. Alternatively, temperature control devices according to 4.5.3.2 may be specified.

If a single temperature controller with failure annunciation is specified, provision of adequate monitoring of such an annunciation, such as 24 h surveillance, shall be made.

5 Testing

5.1 Type tests

5.1.1 General

The provisions of IEC 60079-0 as specified in Table 1 apply with the following additions. Samples of trace heaters at least 3 m in length, unless otherwise specified, shall be selected for testing. Tests shall be conducted at a temperature between 10 °C and 40 °C unless otherwise stated. Integral components shall be subjected to the same tests as the trace heater, except where otherwise noted. The test samples needed for the type tests are summarized in Annex A.

NOTE As specified in IEC 60079-0, due to the safety factors incorporated in the types of protection, the uncertainty of measurement inherent in good quality, regularly calibrated measurement equipment is considered to have no significant detrimental effect and need not be taken into account when making the measurements necessary to verify compliance to this standard.

5.1.2 Dielectric test

The dielectric test shall be performed on trace heaters in accordance with Table 4 on test sample(s) prepared as described in 5.1.1.

Table 4 – Test voltages for the dielectric test

Rated voltage	Test voltage V a.c. (r.m.s.)
< 30 V a.c. (r.m.s.)	500
< 60 V d.c.	500
≥ 30 V a.c. (r.m.s.)	$2 U + 1\,000$
≥ 60 V d.c.	$\sqrt{2} U + 1\,000$

The test voltage, where U is the rated voltage, shall be applied between the conductors and the electrically conductive covering at a rate of rise of neither less than 100 V/s nor more than 200 V/s and maintained for $(60 \frac{-0}{+5})$ s without dielectric breakdown. The test voltage waveform shall be essentially sinusoidal, with a frequency of 45 Hz to 65 Hz. Alternatively the dielectric test may be conducted by submerging the trace heater in tap water at room temperature (resistivity typically 500 Ω·m). The ground braid or sheath shall be bonded to the water and the voltage shall be applied between the conductors and the water.

When determining U , the correct use of Phase to Phase or Phase to Neutral voltage levels shall be considered.

For type tests 5.1.5, 5.1.6, 5.1.7, 5.1.8, 5.1.9, 5.1.11, and the routine test in 5.2.1, for MI trace heaters the required test voltage is reduced to $2U + 500$ V a.c. for trace heaters rated over

30 V a.c., or to $\sqrt{2} U + 500$ V d.c. for trace heaters rated over 60 V d.c. due to the dielectric characteristics of the MI trace heater construction and electrical insulation materials.

5.1.3 Electrical insulation resistance test

The electrical insulation resistance test shall be conducted after the dielectric test specified in 5.1.2 on the same test sample(s). The resistance of the electrical insulation shall be measured between conductors and the electrically conductive covering, by means of a d.c. source voltage (nominal) of 500 V. The measured value shall be not less than 50 M Ω .

Alternatively the insulation resistance test may be conducted by submerging the trace heater in tap water at room temperature (resistivity typically 500 $\Omega \cdot m$). The ground braid or sheath shall be bonded to the water and the voltage shall be applied between the conductors and the water.

5.1.4 Flammability test

A flammability test shall be performed on trace heaters and on trace heaters with integral components. The full range of sizes shall be capable of complying with the test. The test shall be carried out in a room free from draughts and in a flame chamber or fume hood with a minimum volume of 0,5 cubic metres. For trace heaters, the sample shall be at least 450 mm in length, and shall be supported in a vertical position. For trace heater pads and panels (as applicable) the sample width shall be 80 mm.

A gummed unbleached paper indicator shall be wrapped once around the sample so that it projects 20 mm from the sample. The paper indicator shall be positioned 250 mm above the point at which the inner blue cone of the flame contacts the sample. A layer of dry, pure surgical cotton not more than 6 mm in depth shall be placed underneath the sample so that the distance from the cotton to the point of the flame application is 250 mm.

A laboratory burner as described in IEC 60695-11-3 or in ASTM D 5025 shall be used for the test. The fuel shall be methane, natural gas, propane, or butane with the following properties:

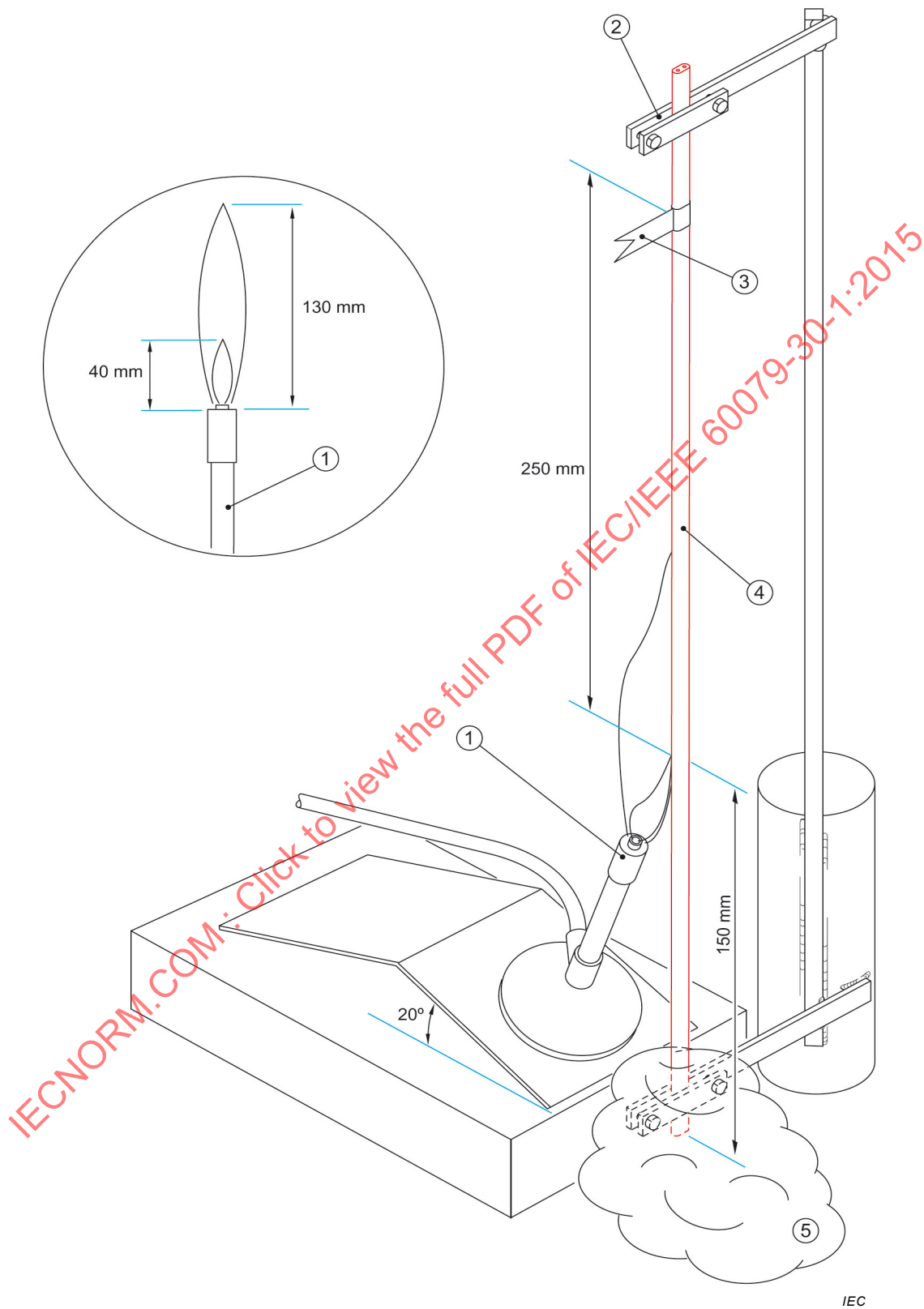
- a) Methane or natural gas – For methane: technical grade, 98 % minimum purity; For methane or natural gas: heating value of (37 ± 1) MJ/m³ at 25 °C
- b) Propane – Technical grade, 98 % minimum purity, heating value of (94 ± 2) MJ/m³ at 25 °C
- c) Butane – CP grade, 99 % minimum purity, heating value of (120 ± 3) MJ/m³ at 25 °C

As shown in Figure 1, the flame shall be adjusted to a 130 mm height with a 40 mm inner blue cone. The burner shall be tilted to an angle of 20° from the vertical and the flame applied to the trace heater so that the tip of inner blue cone of the flame touches the specimen at a point 250 mm below the unbleached paper indicator and approximately 150 mm from the bottom of the sample. For termination assemblies, the flame shall be set such that it contacts the material at the most vulnerable point. Clamps used to support the sample shall be above the paper indicator and at least 80 mm below the point of flame application. For trace heater pads and panels, the flame is applied at the horizontal mid-point of the sample, with the unbleached paper indicator vertically above the flame using dimensions as shown in Figure 1.

The laboratory burner shall be moved towards the sample until the inner blue cone touches the sample; see Figure 1. The flame shall be applied for 15 s, then removed for 15 s, until five such applications have been made.

The test results shall be considered satisfactory if the trace heater does not support combustion for more than 1 min after the fifth application of the flame, does not burn more than 25 % of the extended unbleached paper indicator, and does not ignite the cotton from burning falling particles.

NOTE This specification is equivalent to the ignition sources specified in the IEC 60695-11-3 and ASTM D5207 standards.



Key

- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| 1 burner | 4 test sample |
| 2 support | 5 dry pure surgical cotton |
| 3 unbleached paper flag | |

Figure 1 – Flammability test

5.1.5 Impact tests

NOTE Electric trace heaters are, in the majority of applications, covered by thermal insulation and therefore afforded some mechanical protection. In some applications, however, trace heaters can be installed under conditions where they are not always protected by thermal insulation; for example, during installation before the thermal insulation is applied or where the trace heater exits from the thermal insulation into a junction box.

5.1.5.1 Room temperature impact test

A sample approximately 450 mm in length is placed on a rigid flat steel plate (with a mass equal to or greater than 20 kg, approximately 195 mm × 195 mm × 70 mm). The plate is positioned on a rigid substrate such that the impact energy absorbed by the substrate is negligible. The sample is then positioned underneath an intermediate piece of hardened steel in the shape of a horizontal half-cylinder with a diameter of 25 mm. This cylinder shall have a length of 25 mm with smoothly rounded edges to a radius of approximately 5 mm when used to test trace heater pads and panels (see Figure 2). For the test, the cylinder is laid horizontally on the sample. A trace heater having a non-circular cross-section shall be so positioned that the impact is applied along the minor axis (i.e. the trace heater is positioned flat on the steel plate).

Other than in tests on electrical trace heaters intended for use in applications with low risk of mechanical damage, a hammer with a mass of $1,0^{+0,01}_{-0}$ kg shall be allowed to fall once onto the horizontal cylinder from a height of $0,7^{+0,01}_{-0}$ m.

For trace heaters intended for use in applications with a low risk of mechanical damage in accordance with 4.1, the height may be reduced to $0,4^{+0,01}_{-0}$ m. Trace heaters submitted to such a test shall be clearly marked as specified in 7.4 e) to caution the user as to its reduced mechanical capability.

Immediately after impact, conformity is verified by testing the electrical insulation in accordance with 5.1.2 and 5.1.3 while the steel cylinder and hammer are still in place on the sample.

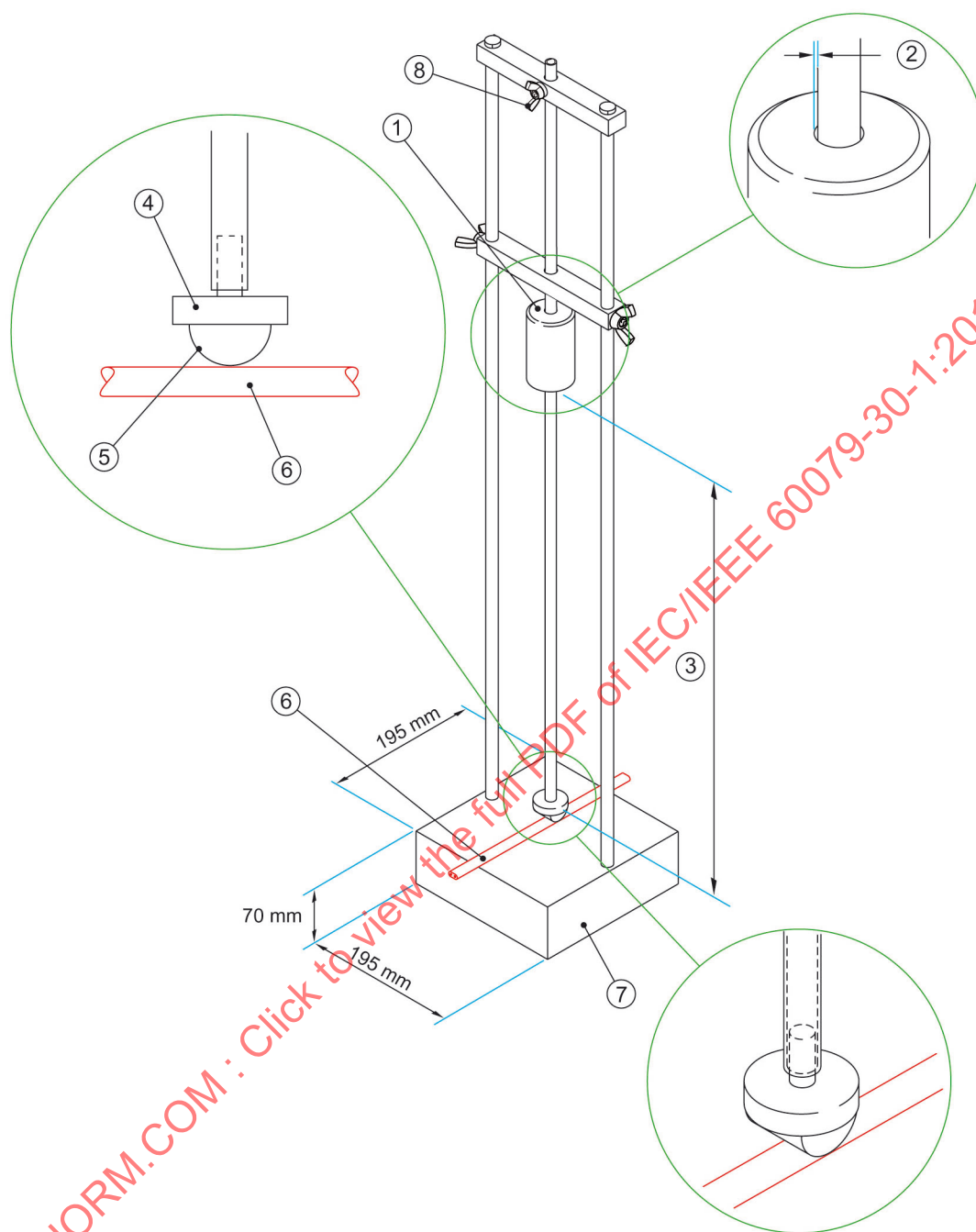
5.1.5.2 Minimum temperature impact test

A sample approximately 450 mm in length is placed on a hardened steel plate (with a mass equal to or greater than 20 kg, 195 mm × 195 mm × 70 mm). The plate is positioned on a rigid substrate such that the impact energy absorbed by the substrate is negligible. The assembly is then conditioned for a minimum of 4 h at the manufacturer's specified minimum installation temperature. The apparatus used for this test is shown in Figure 3.

After conditioning, and other than in tests on electrical trace heaters intended for use in applications with low risk of mechanical damage, a sample, while at the minimum installation temperature, shall be subjected to a 50,8 mm diameter cylindrical steel plunger with smoothly rounded edges to a radius of approximately 5 mm, having a mass of $1,8^{+0,02}_{-0}$ kg and allowed to free fall from a height of $0,76^{+0,01}_{-0}$ m.

For trace heaters intended for use in applications with a low risk of mechanical damage in accordance with 4.1, the height may be reduced to $0,42^{+0,01}_{-0}$ m. Trace heaters submitted to such a test shall be clearly marked as specified in 7.4 e) to caution the user as to its reduced mechanical capability.

The impacted portion of the sample shall then be immersed in tap water at room temperature for at least 5 minutes, and the dielectric test 5.1.2 and insulation resistance test 5.1.3 shall be conducted. For trace heater pads and panels, both the heating region and cold leads shall be impacted.

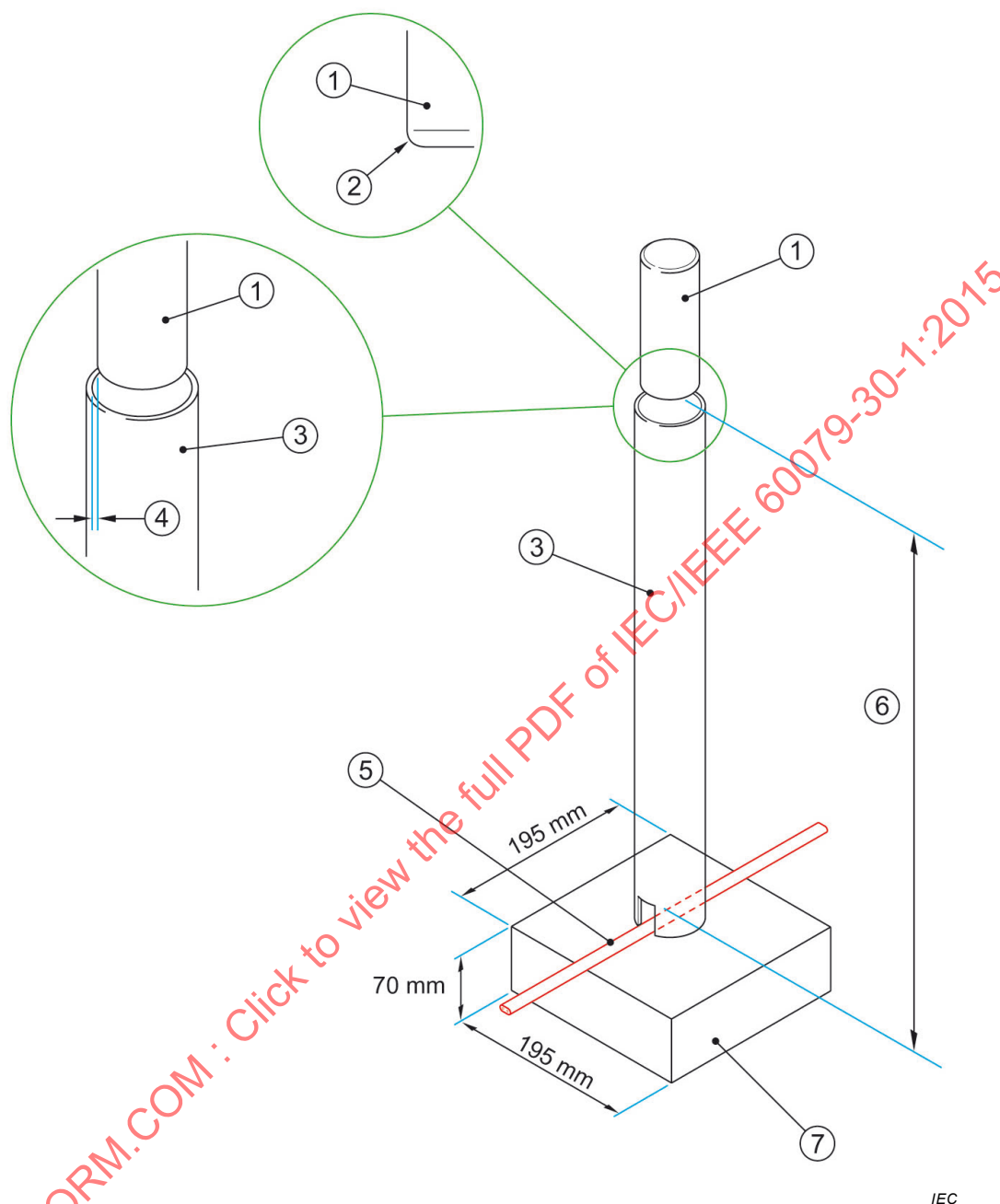


IEC

Key

- | | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | hammer with mass of 1 kg | 5 | half-cylinder with 25 mm diameter and 25 mm overall length with 5 mm radius rounding on edges |
| 2 | sufficient clearance from guide tube to allow for free-fall | 6 | trace heater sample |
| 3 | height of fall of hammer: 0,7 m or 0,4 m | 7 | base with minimum 20 kg mass |
| 4 | impact plate (loosely inserted in guide tube) | 8 | set screw for guide tube – so guide tube does not rest on impact plate |

Figure 2 – Example of room temperature impact test



Key

- | | |
|---|--|
| 1 50,8 mm diameter hammer with mass of 1,8 kg | 5 trace heater sample |
| 2 smoothly rounded edges (~5 mm rounding) | 6 height of fall of hammer: 0,76 m or 0,42 m |
| 3 guide tube | 7 base with minimum 20 kg mass |
| 4 sufficient clearance to allow for free-fall | |

Figure 3 – Example of minimum temperature impact test

5.1.6 Deformation test

A sample approximately 450 mm in length is placed on a rigid flat steel plate. A crushing force of 1 500 N is then applied for 30 s, without shock, by means of a 6 mm diameter steel rod with hemispherical ends and a total length of 25 mm. For the test, the rod is laid flat on the sample at a right angle. In the case of a pad, the cylinder shall rest across the active element.

For electrical trace heaters intended for use in applications with low risk of mechanical damage, the crushing force may be reduced to 800 N. Trace heaters submitted to such a test shall be clearly marked as specified in 7.4 e) to caution the user concerning its reduced mechanical capability.

After the deformation load is applied for at least 30 s, conformity is verified by testing the electrical insulation in accordance with 5.1.2 and 5.1.3 while the horizontal steel rod is still in place on the sample and the load applied.

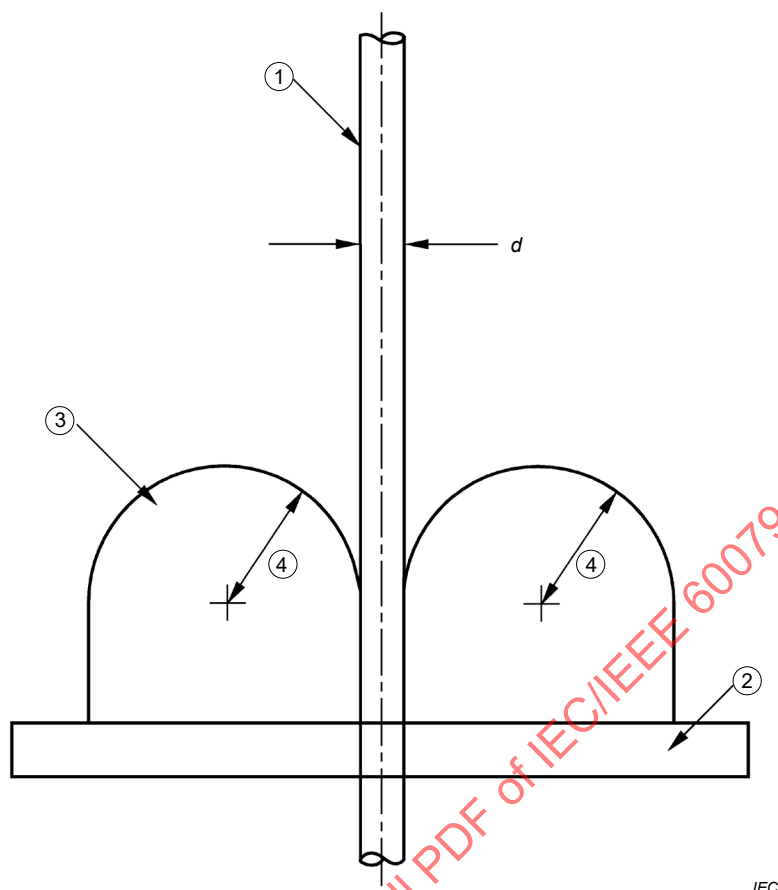
5.1.7 Cold bend test

This test applies only to trace heaters that have a stated minimum bend radius of less than 300 mm.

The system documentation shall state the minimum installation temperature and the minimum bending radius.

The apparatus used for the cold bend test is shown in Figure 4, with the radius of the metal mandrel equal to the manufacturer's stated minimum bend radius. A sample at least 450 mm in length of trace heater, without integral terminations or connections, shall be fixed in the apparatus as shown. The apparatus and sample shall be placed in a refrigerated compartment and maintained at the manufacturer's specified minimum installation temperature for a period of not less than 4 h. At the end of this period and while still at the manufacturer's specified minimum installation temperature, the sample shall be bent through at least 90° around one of the mandrels, then bent through at least 180° in the opposite direction over the second mandrel and then straightened to its original position. All the bending operations shall be carried out in the same plane. This cycle of operations shall be performed three times.

Conformity is verified by testing the electrical insulation in accordance with 5.1.2 and 5.1.3.



Key

- 1 trace heater sample
- 2 steel base
- 3 metal mandrel
- 4 manufacturer's stated minimum bend radius
- d = trace heater diameter or primary bending plane

Figure 4 – Cold bend test

5.1.8 Water resistance test

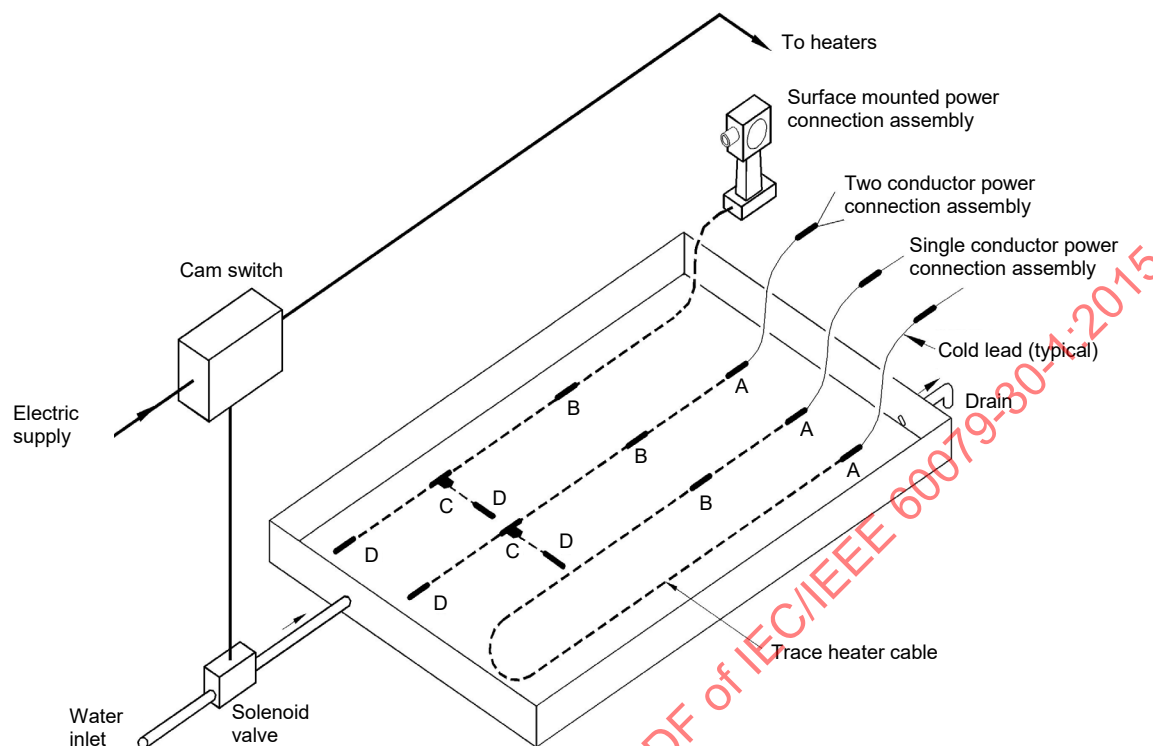
A sample as described in 5.1.1, excluding integral components shall be immersed in tap water for a period of 14 days. Trace heater ends are not immersed.

Within 1 h after conditioning as above, and while still immersed in the water, the sample shall be subjected to the dielectric test outlined in 5.1.2 and the insulation resistance test outlined in 5.1.3.

5.1.9 Integral components resistance to water test

A sample of the trace heater with all integral components shall be placed in a tap water flow and drain apparatus as shown in Figure 5. For trace heater pads or panels, a unit with cold leads shall be used. Water flow shall be initiated and the sample shall be completely immersed. At that point, the water flow is stopped and the trace heater is energized. The apparatus is then drained. The total time from the initiation of water flow to the completion of draining shall be no greater than 4,5 min and no less than 2,5 min. The trace heater shall continue to be energized for at least 30 s after the water has been drained. The trace heater is then de-energized and water flow is initiated for the next cycle. The test shall be continued for a period of 24 h. After completion, the sample shall be subjected to the dielectric test

outlined in 5.1.2 and the insulation resistance test outlined in 5.1.3. The immersed connections of the trace heater shall be inspected to verify no evidence of water ingress.



IEC

Key

- A integral power connection
- B integral splice connection
- C integral in-line tee
- D integral end termination

Figure 5 – Integral components resistance to water test

5.1.10 Verification of rated output

The rated output of the trace heater or heating panel or pad shall be verified by one of the following two methods:

- a) resistance: the measured d.c. resistance per unit length at a specified temperature shall be within the manufacturer's declared tolerance;

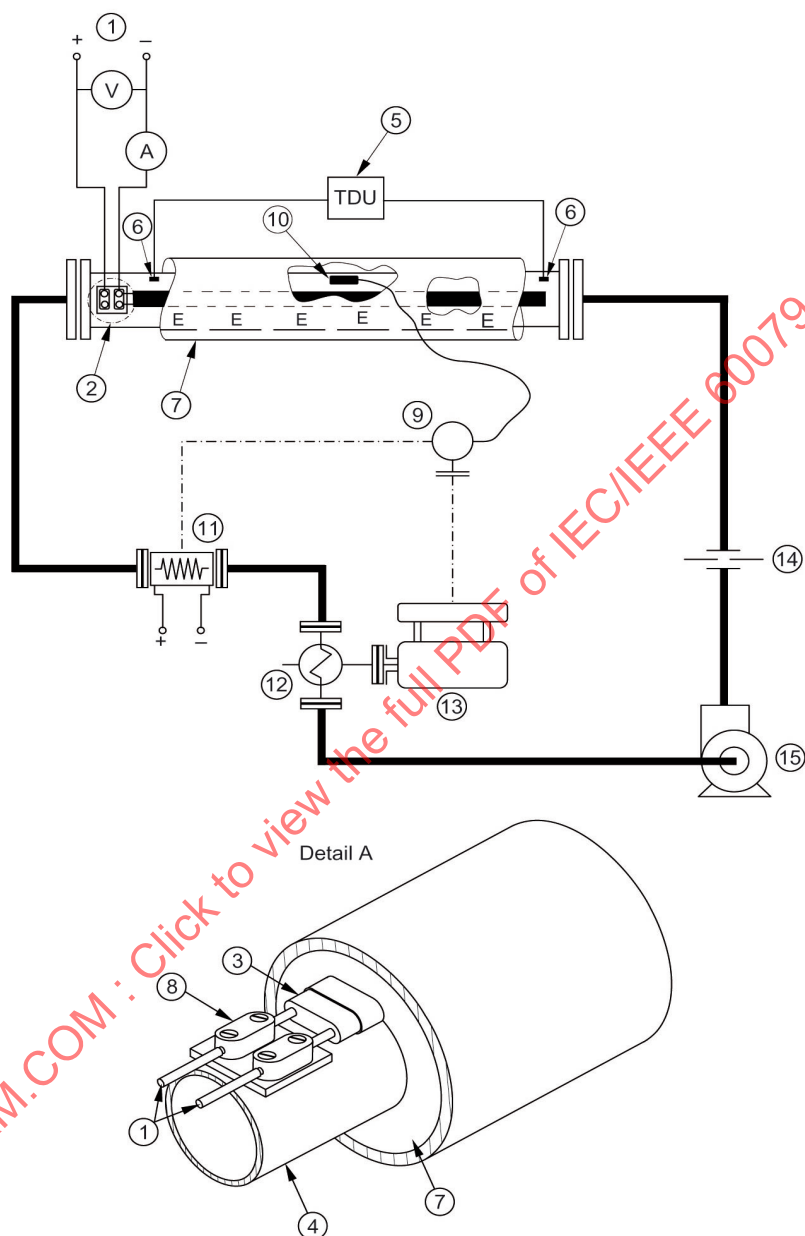
NOTE This method is appropriate for products with metallic heating elements.

- b) thermal: the thermal output of trace heaters is measured by installation of a single sample, 3 m to 6 m in length, on a carbon steel pipe of 50 mm diameter or greater, as shown in Figure 6. The sample is installed in accordance with the manufacturer's instructions. The test apparatus is completely covered with thermal insulation of at least 25 mm thickness.

For trace heater pads and panels, the test is conducted on a liquid-cooled flat metal plate with at least 25 mm of thermal insulation installed over the surface of the trace heater pad or panel.

A suitable heat transfer liquid is circulated through the pipe at a sufficient rate to establish turbulent flow such that there is a negligible temperature difference between the fluid and the pipe. The heat transfer fluid is maintained at a constant temperature. These parameters are verified by thermocouples placed at the entry and exit ends of the pipe. Flow velocity shall be such that the fluid temperature does not differ by more than 2 K from end to end.

The thermal output of the trace heater is measured at three workpiece temperatures representative of the full operating range. The trace heater is powered at its rated voltage and allowed to attain equilibrium. The voltage, current and liquid temperatures, and sample length are recorded at each test temperature. Three separate determinations are made on separate samples. The resulting values shall be within the manufacturer's declared tolerance.



Key

- | | | |
|---|---|-----------------------|
| 1 controlled voltage source | 6 thermocouples | 10 temperature sensor |
| 2 see detail A | 7 fibreglass insulation, 25 mm minimum thickness and a density of approximately 3,25 kg per cubic metre | 11 in-line heater |
| 3 trace heater sample | 8 electrical terminals | 12 heat exchanger |
| 4 50 mm outside diameter or greater test pipe (workpiece) | 9 temperature controller | 13 chilling unit |
| 5 TDU – temperature display unit | | 14 flow meter |
| | | 15 pump |

Figure 6 – Verification of rated output

5.1.11 Thermal stability of electrical insulating material

A sample of the trace heater shall be placed in a forced-circulation air oven. The oven shall be heated to, and maintained for a period of four weeks at a temperature of 20 K above the maximum withstand temperature declared by the manufacturer.

The sample shall be removed from the air oven and cooled to room temperature. Trace heater samples shall be wound six close turns around a mandrel having a radius equal to six times the diameter or six times the thickness of the trace heater. Integral components and trace heater panels shall not be wound around the mandrel. Trace heater pads shall be wrapped on a mandrel with a radius equivalent to the manufacturer's minimum recommended bending radius. While still on the mandrel, the sample, except at terminations or ends where the conductor is exposed, shall be submerged in tap water for at least 5 min. While still in the tap water, the dielectric test 5.1.2 and the insulation resistance test 5.1.3 shall be conducted. Upon completion of these procedures, the sample shall be removed from the water and shall have no visible cracks when examined with normal vision.

Terminations that insure the vapour tightness of MI trace heaters with electrical insulation that is a hygroscopic material (for example the cold end seals) are subjected to a temperature of $(80 \pm 2) ^\circ\text{C}$ for 4 weeks at not less than 90 % R.H. Compliance of the sample or prototype shall be verified by testing the electrical insulation in accordance with 5.1.2 and 5.1.3.

5.1.12 Thermal performance test

In explosive atmospheres, it is critical that the maximum sheath temperature of a trace heater is lower than the ignition temperature of the explosive atmosphere. This test demonstrates the thermal safety by verifying the power output stability for all parallel trace heater products with respect to time.

The test apparatus shall consist of a heated metal platen maintained at the specified high test temperature and a cooled metal platen maintained at the specified low test temperature with the test samples being alternated between the platens, or the test shall consist of a metal platen with built in heating and cooling capability to change the temperature within the specified levels. The apparatus is intended to be located in a room temperature environment. The platen(s) shall be sized to expose all parts of the trace heater samples, which would be exposed under normal installation conditions, to the temperature levels required by this procedure. The test apparatus shall insure that the trace heater samples are in intimate contact with the platen. The test apparatus may be supplied with a sample mounting fixture. Offsets may be built into the fixture or platen(s) to accommodate end termination/power transition fittings/boots, if provided, where their size profile exceeds the trace heater profile. The apparatus shall allow energizing of the trace heater samples as required during the test procedure.

The samples shall be thermally insulated on the side not facing the platen so as to assure effective heat transfer from the platen to the trace heater samples.

The temperature of the platen(s) shall be uniformly controlled to a maximum tolerance of $\pm 5 ^\circ\text{C}$ for platen temperatures less than $100 ^\circ\text{C}$ or 5 % of the maximum continuous operating temperature if above $100 ^\circ\text{C}$.

The platen described above may be a flat metal plate, a metal pipe, or a metal surface typical of the majority of applications for the trace heater being tested.

The trace heater samples shall be within the upper half of the manufacturer's declared thermal output tolerance, as validated by clause 5.1.10 (method B). For trace heaters that are irregular in shape, and for trace heater pads and panels, the sample shall consist of at least one heating unit.

If the trace heaters are part of a trace heater product range, with common materials (with materials having the same performance ratings) and construction, which have different levels of rated voltages and power outputs, then three samples of each of the following shall be selected (for a total of six samples):

- 1) the lowest rated voltage level and the maximum rated power output;
- 2) the highest rated voltage and the minimum rated power output.

Trace heater samples may be conditioned, at the maximum rated voltage for up to 150 h at the manufacturer's declared maximum continuous operating temperature prior to starting the test.

The trace heater samples, having a minimum length of at least 0,3 m, shall be installed on the sample mounting fixture or directly applied to the platen. The samples shall be powered at the maximum rated voltage. The temperature of the platen shall be $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$. The initial power output of the samples shall be determined by measuring voltage and current after the fixture has reached equilibrium.

The trace heater samples of continuous parallel construction, while still installed on the sample mounting fixture or platen and energized at the maximum rated voltage, shall be temperature cycled by alternately exposing the samples to platen(s) temperatures corresponding to $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ and the maximum continuous operating temperature. The samples may be de-energized during the cool down period.

The trace heater samples of zone type parallel construction shall be temperature cycled in the same manner with the exception that the samples shall be de-energized when not being held at the maximum continuous operating temperature.

If the cycle temperature range exceeds $350 ^\circ\text{C}$, the lower temperature may be set at $350 ^\circ\text{C}$ below the maximum continuous operating temperature.

The energized samples shall be exposed to each of these temperature extremes for a minimum of 15 minutes and a transition time between extremes shall not exceed 15 minutes with a cycle being one complete exposure at both temperature extremes.

The trace heater samples shall be subjected to a pre-conditioning period of 5 continuous temperature cycles. A minimum of 1 500 cycles shall then be performed. The trace heater samples' power output shall be continuously monitored, with measurements recorded during the final 300 seconds of the cold cycle, at intervals not exceeding 50 thermal cycles. In the case of samples having a zone type parallel construction, the power output shall be measured during the final 300 seconds of the hot cycle.

Following the temperature cycling, the temperature of the platen(s) shall be raised to the maximum continuous exposure temperature or the maximum intermittent temperature if higher, declared by the manufacturer, and held for a period of no less than 250 h.

Where the maximum intermittent exposure temperature is declared as "energized", the samples shall be energized at the maximum rated voltage.

After completion of the maximum exposure testing, the trace heater samples' power output shall be measured, using the same method and platen temperature as used during the initial measurements. The trace heater samples shall maintain a power level within plus 25 % or minus 25 % of the initial measured output. This applies at the end point as well as the intermediate measurements.

5.1.13 Determination of maximum sheath temperature

5.1.13.1 General

In explosive atmospheres, it is critical that the maximum sheath temperature for trace heaters is less than the ignition temperature of the explosive atmosphere. The maximum sheath temperature is dependent on the trace heater power density, overall heat transfer coefficient, and the maximum possible temperature of the surface to be heated. These factors are used to verify the temperature classification of particular trace heaters and to verify the manufacturer's ability to predict the maximum sheath temperatures of trace heaters.

At least one of the following two methods shall be used for verifying a trace heater's sheath temperature or temperature class as declared by the manufacturer:

- a) Product classification approach in which the maximum sheath temperature is determined in an artificial environment simulating adverse conditions.
- b) Systems method in which the manufacturer demonstrates the ability to design and predict sheath temperatures of trace heaters by conducting tests on representative installations representing adverse design and operating conditions when installed according to the manufacturers installation instructions.

5.1.13.2 Product classification approach

A sample of the trace heater at least 1 500 mm in length is placed loosely coiled in a forced air circulation oven. For a trace heater pad or panel, a representative sample is placed horizontally in the oven. The sample shall be within the upper half of the trace heater's thermal output tolerance. Representative thermocouples are used to monitor sample sheath temperatures and are placed approximately 500 mm from each end. One additional thermocouple is used to monitor oven ambient temperature. The trace heater shall be powered at 110% of rated voltage as specified in Table 2, Table 3, Table D.2, and Table D.3. The oven ambient temperature is incrementally raised from room ambient in approximately 15 K increments. Sufficient time is permitted at each temperature for the oven ambient and heater sheath temperatures to stabilize and attain thermal equilibrium. Oven ambient and heater sheath temperatures are recorded at each successive level until the difference (ΔT) between the two approaches 5 K or less. A curve is drawn from the test data, and a straight line is drawn tangent to the curve at 5 K temperature difference point and extended to the X axis (oven temperature). The temperature read at this intercept is taken as the maximum sheath temperature, as shown in Figure 7.

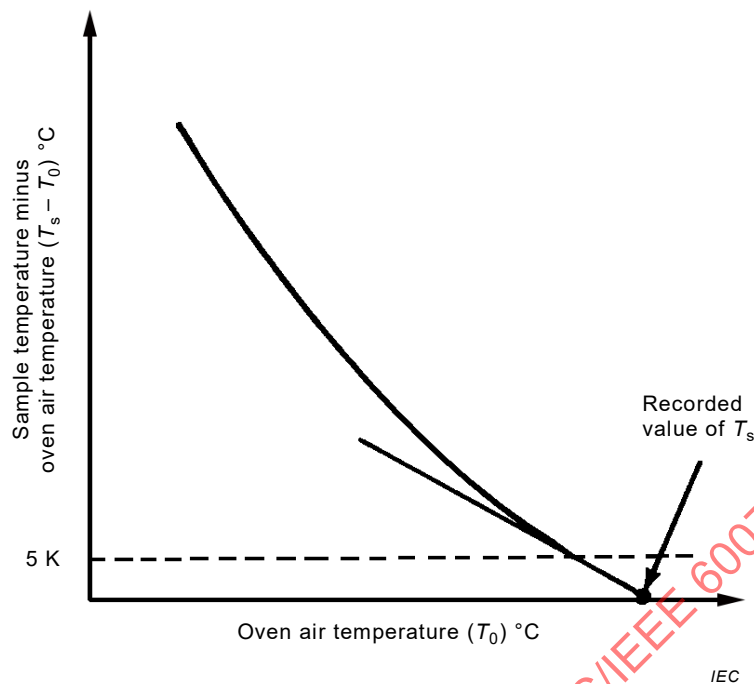


Figure 7 – Maximum sheath temperature using product classification approach

5.1.13.3 Systems approach – stabilized and controlled design verification

In the systems approach, the trace heater is subjected to test conditions where the manufacturer shall demonstrate the ability to predict maximum sheath temperatures by conducting tests on application representative test apparatus as described in 5.1.13.4.2 to 5.1.13.4.5 and compare the sheath temperature results to predicted values.

This approach is used for both stabilized design as well as controlled design temperature verifications. Sheath temperatures are validated by sampling varied parameters, such as power densities and pipe temperatures, as agreed between the certification body and manufacturer. For controlled design temperature verification, these procedures are used to validate a manufacturer's predicted maximum trace heater sheath temperatures when controlled by a suitable combination temperature-limiting and regulating control device or by a suitable high temperature limiter device (see 4.5.3.2, C.7.2, and C.7.4). The maximum sheath temperature of the trace heater shall not exceed the predicted values by more than 10 K, and the temperature shall not be greater than the manufacturer's maximum declared withstand temperature.

The trace heater shall be powered at 110% of rated voltage as specified in Table 2, Table 3, Table D.2, and Table D.3. The trace heater sample selected for maximum sheath temperature testing shall be in the upper half of the manufacturer's declared power output tolerance window of the trace heater or, for series trace heaters or for parallel zoned trace heaters, test conditions shall be such as to achieve similar results. All maximum sheath temperature testing shall be done at the maximum ambient temperature (or extended from ambient test temperature data to maximum ambient temperature levels) and in no wind conditions. All temperature testing shall be done under continuously energized trace heater operation (controls bypassed) for stabilized system design verifications. For controlled designs, temperature testing shall be done with the control or limiter system is in place. Controlled designs include systems where a combination temperature-limiting and regulating device or a suitable high-temperature-limiter (having either manual reset control action or alarm annunciation and trace heater shutdown capability), is included in each trace heater circuit. In these cases, the maximum sheath temperature shall be measured when the heated surface is at the controller turnoff point plus accuracy tolerance of the controller and adjusted for system thermal inertia.

If the trace heaters are rated for multiple power outputs, testing shall be performed at three power outputs, or at three other varied parameters, such as insulation type or thickness, if applicable, to the satisfaction of the certification body.

5.1.13.4 Test apparatus and procedure

5.1.13.4.1 General

One of the following test apparatus shall be used for establishing power output and verifying sheath temperatures for trace heaters.

5.1.13.4.2 Insulated externally heated surfaces – pipe sculpture

For insulated trace heaters on piping, the test apparatus as shown in Figure 8 shall consist of two 3 m (minimum length) horizontal runs of piping in a U arrangement and a 1,5 m (minimum length) vertical run of piping having a pipe size of 100 mm (larger or smaller pipes may be used depending on the application). The pipe shall be empty. A flanged gate valve shall be located in the center portion of one of the horizontal runs. The trace heater shall be installed in a manner consistent with the manufacturer's installation instructions (including crossing over itself if specified) and be between the 9 o'clock and 3 o'clock positions of the pipe circumference (upper portion of the pipe). The sample(s) shall be supplied to cover the complete length of the test apparatus as in Figure 8 and shall be within the upper half of the trace heater's thermal output tolerance or, for series trace heaters or for parallel zoned trace heaters, test conditions shall be considered to achieve similar results. Thermocouples shall be used to monitor the pipe, valve, and flange surface temperatures and corresponding heater sheath temperatures at each of these locations. (see Figure 8) The thermocouples and the connection cables shall be selected and arranged such that they do not significantly affect the thermal behavior of the temperature measurements, such as 0,2 mm² or smaller size Type K or Type J thermocouples. Thermocouples for metallic sheaths and heated metallic surfaces shall be suitably attached to minimize measurement error. For other electrically conductive coverings, polymeric sheaths, and non-metallic heated surfaces, thermocouples shall be attached with a suitable adhesive/tape system. Additional thermocouples may be located at other anticipated hot spots at the discretion of the certification body. The piping system shall be insulated with a minimum of 25 mm of uniform thickness and type of thermal insulation, for example calcium silicate or expanded perlite. Pipe ends shall be plugged and thermally insulated. An additional trace heater length may be added to the test section on either end to minimize end effects.

The trace heater device shall be powered at 110% of rated voltage according to Table 2, Table 3, Table D.2, and Table D.3. After stabilization, the thermocouple readings shall be recorded, including the local ambient temperature. The manufacturer shall demonstrate the ability to predict the runaway pipe (workpiece) temperature (T_{pr}) and the maximum sheath temperature.

When using the controlled design approach, the control sensor shall be installed according to the manufacturer's instructions at or near the midpoint of the pipe. The predicted maximum sheath temperatures based on the set point of the temperature control device or limiter shall be compared to the measured maximum trace heater sheath temperatures.

For verifying the control design method with a combination temperature-limiting and regulating device or a suitable high-temperature-limiter, the high temperature control device or limiter sensor shall be installed according to the manufacturer's instructions. The predicted maximum sheath temperature, for a specific set point of the temperature control device or limiter shall be compared to the measured sheath temperatures.

The measured trace heater sheath temperatures shall not exceed the manufacturer's calculated value by more than 10 K and shall not exceed the manufacturer's declared maximum withstand temperature.

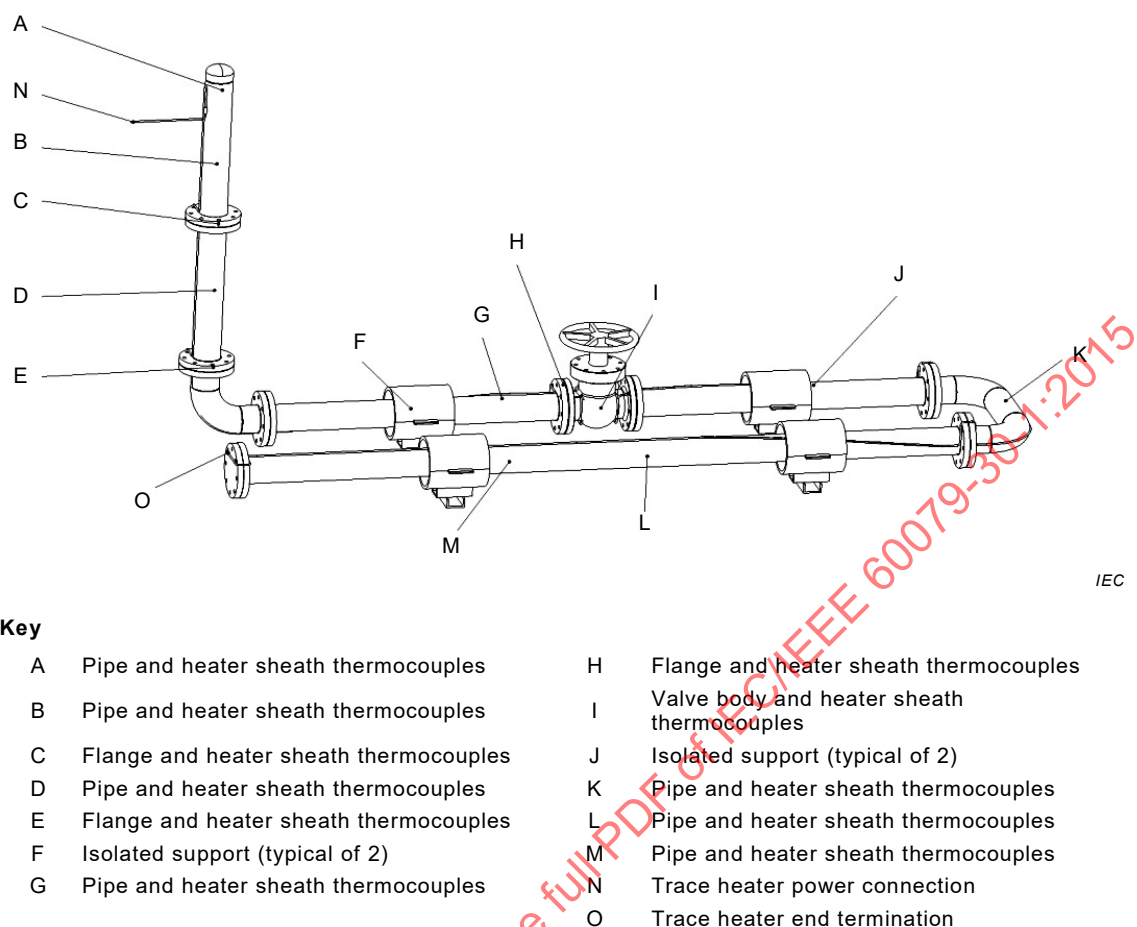


Figure 8 – Verification of sheath temperatures using pipe sculpture

5.1.13.4.3 Insulated externally heated surfaces – vessels

For trace heater pads and panels, a representative sample shall be applied to an approximately 6 mm thick steel plate in accordance with the manufacturer's installation instructions. The steel plate shall not extend more than 50 mm from any edge of the trace heater pad or panel. Thermocouples shall be used to monitor the plate temperatures and the corresponding trace heater pad or panel sheath temperature at locations in the centermost region or hottest spot of the trace heater pad or panel. The trace heater pad or panel sample shall be within the upper half of its thermal output tolerance or test conditions shall be considered to achieve similar results. The thermocouples and the connection cables shall be selected and arranged so they do not significantly affect the thermal behavior of the temperature measurements, such as 0,2 mm² or smaller size Type K or Type J thermocouples. Thermocouples for metallic sheaths and heated metallic surfaces shall be suitably attached to minimize measurement error. For other electrically conductive coverings, polymeric sheaths, and non-metallic heated surfaces the thermocouples should be attached with suitable adhesive/tape system. Additional thermocouples may be located at other anticipated hot spots at the discretion of the certification body. The heated side of the plate shall be insulated with a uniform thickness of thermal insulation in accordance with the manufacturer's installation procedures. The plate mounted in a vertical position is then located in a stable room temperature and no wind environment. The trace heater pad or panel shall be powered at 110 % of rated voltage according to Table 2, Table 3, Table D.2, and Table D.3. After stabilization, the thermocouple readings shall be recorded, including the local ambient temperature. The measured heater sheath temperatures shall not exceed the manufacturer's calculated value by more than 10 K and shall not exceed the manufacturer's declared maximum withstand temperature.

When using the controlled design approach, the control sensor shall be installed according to the manufacturer's instructions at a minimum distance of 25 mm from the trace heater pad or panel. The predicted maximum sheath temperatures for a specific set point of the suitable combination temperature-limiting and regulating control device or suitable high temperature limiter shall be compared to the measured maximum heating device sheath temperatures. The measured sheath temperatures shall not exceed the manufacturer's calculated value by more than 10 K and shall not exceed the manufacturer's declared maximum withstand temperature.

5.1.13.4.4 Insulated externally heated surfaces – tubing bundles

For tubing bundles, the test apparatus shall consist of 4,5 m of traced tubing bundle. The quantity of tubes and their diameters in the bundles shall be agreed by the manufacturer and the certification body. Thermocouples shall be used to monitor the tubes and corresponding heater sheath temperatures at locations in the midpoint region of the bundle. The thermocouples and the connection cables shall be selected and so arranged so they do not significantly affect the thermal behavior of the temperature measurements, such as 0,2 mm² or smaller size Type K or Type J thermocouples. Thermocouples for metallic sheath and heated metallic surfaces shall be suitably attached to minimize measurement error. Thermocouples shall be attached with suitable adhesive/tape systems when installed on other electrically conductive coverings, polymeric sheaths and non-metallic heated surfaces. Additional thermocouples may be located at other anticipated hot spots at the discretion of the certification body.

The heating device shall be powered 110 % of rated voltage according to Table 2, Table 3, Table D.2, and Table D.3. System temperatures shall be allowed to stabilize and thermocouple readings recorded. When using the controlled design method, the temperature sensor shall be installed according to the manufacturer's instructions at or near the midpoint of the bundle. The predicted maximum sheath temperatures based on the set point of the combination temperature-limiting and regulating device or a suitable high-temperature-limiter shall be compared to the measured maximum trace heater sheath temperatures.

The measured trace heater sheath temperatures shall not exceed the manufacturer's calculated value by more than 10 K and shall not exceed the manufacturer's declared maximum withstand temperature.

For maximum temperature testing, the tubing within the bundle shall be empty and the maximum sheath temperature shall be recorded. For power output testing, the tubing within the bundle shall contain flowing water or water glycol at the rated temperature value when the power level is verified.

5.1.13.4.5 Sheath temperature verification – utilizing plate test procedure

This procedure may be used in lieu of the sheath temperature verification part of 5.1.13.4.2.

The test apparatus and procedures from section 5.1.13.4.2 and the design conditions from Table 2, Table 3, Table D.2, and Table D.3 shall be used to determine the maximum workpiece temperature that is to be used as one of the plate temperatures. When using this test method, the manufacturer shall have demonstrated the ability to predict a runaway pipe (workpiece) temperature (T_{pr}) using the test method in Clause 5.1.13.4.2.

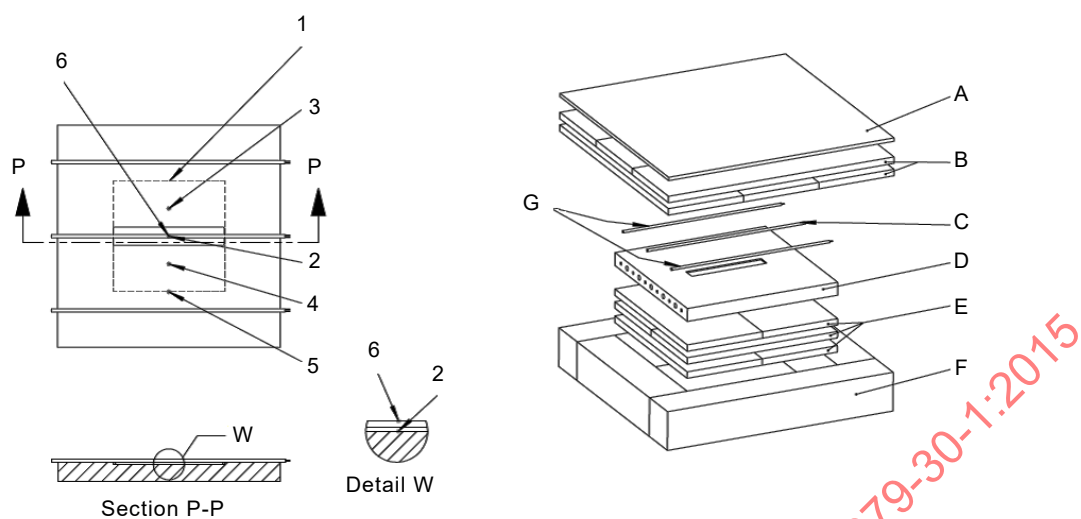
The test apparatus, as shown in Figure 9, shall consist of an aluminum plate, 600 mm × 600 mm × 50 mm with cartridge heaters, temperature controller, and channels for cooling. In the center of the plate is a trough (approximately 300 mm × 50 mm × 5 mm) over which the trace heater is to be placed. The plate shall be thermally insulated with approximately 75 mm of calcium silicate on the bottom and approximately 150 mm wide mineral wool on the sides of the plate. The top of the apparatus is insulated with two layers, each consisting of three sections of approximately 900 mm × 300 mm × 25 mm calcium silicate or other suitable insulation as agreed upon with the certification body. Rigid insulation shall be annealed at 300 °C for 4 hours to reduce the possibility of cracking during usage. The rigid insulation shall lie directly on the sample and be supported by two unpowered trace

heaters of equal size to the sample as shown in Figure 9. The ends and side gaps shall be filled with mineral wool or rigid insulation; a 900 mm × 900 mm × 13 mm wood board (approximately 10 kg) shall be placed on the top to reduce possible gaps. The trace heater sample shall be within the upper half of its thermal output tolerance or, for series trace heaters or for parallel zoned trace heaters, test conditions shall be such as to achieve similar results. The sample shall have a length of at least 600 mm, so the entire heated section of the sample is in contact with the plate as shown in Figure 9. Alternately it may be appropriate for the sample to be serpentine on the plate to ensure the entire heated section of the sample is in contact with the plate as shown in Figure 10. In this case the two unpowered trace heaters supporting the insulation are not necessary. The trace heater sample shall be fixed in place with allowance for trace heater thermal expansion. A single thermocouple shall be located on the top side of the trace heater sheath in the middle of the trough area, a temperature sensor shall be located within the 300 mm × 300 mm test area to control plate temperature and three additional thermocouples shall be located on the plate as shown in Figure 9 or Figure 10. The thermocouples and the connection cables shall be selected and so arranged so they do not significantly affect the thermal behaviour of the temperature measurements, such as 0,2 mm² or smaller size Type K or Type J thermocouples. Thermocouples for metallic sheaths and heated metallic surfaces shall be suitably attached to minimize measurement error. For other electrically conductive coverings, polymeric sheaths, and non-metallic heated surfaces the thermocouples should be attached with suitable adhesive/tape system.

For trace heaters that are allowed to be crossed over, two trace heaters shall be installed perpendicular to each other at a 45° angle to the center line of the trough as shown in Figure 11. Alternately, it may be appropriate for a single sample to be crossed over itself at a 45° angle to the centerline of the trough to ensure the entire heated section is in contact with the plate as shown in Figure 12. In this case, the three thermocouples are installed on the trace heater sheath, at the center point, and at 75 mm and 150 mm from the center. The rigid insulation shall lie directly on the top sample and additional supports to keep the insulation parallel to the plate.

The plate temperature shall be set at the designated workpiece temperature. The plate temperature shall be considered stable when the plate temperature controller and the three plate thermocouples are within 2°C of each other. The trace heater shall then be powered at 110% of rated voltage as specified in Table 2, Table 3, Table D.2, and Table D.3. After stabilization, when the sheath temperatures rate of change has become less than 2 K in 30 min, the sheath temperatures, the power output(s), and the plate temperatures shall be recorded. The power output(s) recorded shall be adjusted to compensate for any voltage drops associated with the cold lead and/or associated supply power wiring. Verification of sheath temperature measurements shall be made at three plate temperatures and at three power outputs (i.e. 9 sets of measurements), if applicable to the satisfaction of the certification body.

The measured sheath temperature(s) shall not exceed the manufacturer's calculated value by more than 10 K and shall not exceed the manufacturer's declared maximum withstand temperature.

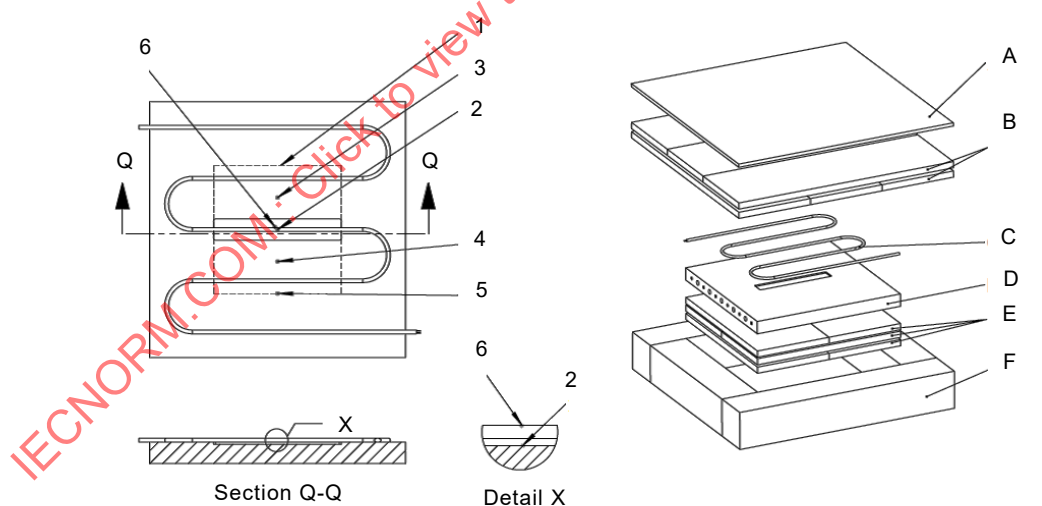


IEC

Key

- | | | | |
|---|---|---|------------------------------------|
| 1 | 300 mm × 300 mm test area | A | Wood board |
| 2 | Thermocouple on bottom surface of trough | B | Two layers of rigid insulation |
| 3 | Plate temperature control point 75 mm from centerline of trough | C | Test sample |
| 4 | Thermocouple 75 mm from centre of plate | D | 600 mm × 600 mm plate |
| 5 | Thermocouple 150 mm from centre of plate | E | 75 mm insulation below plate |
| 6 | Thermocouple on test sample | F | 150 mm mineral wool sides of plate |
| | | G | Two unpowered support samples |

Figure 9 – Verification of sheath temperature, plate test

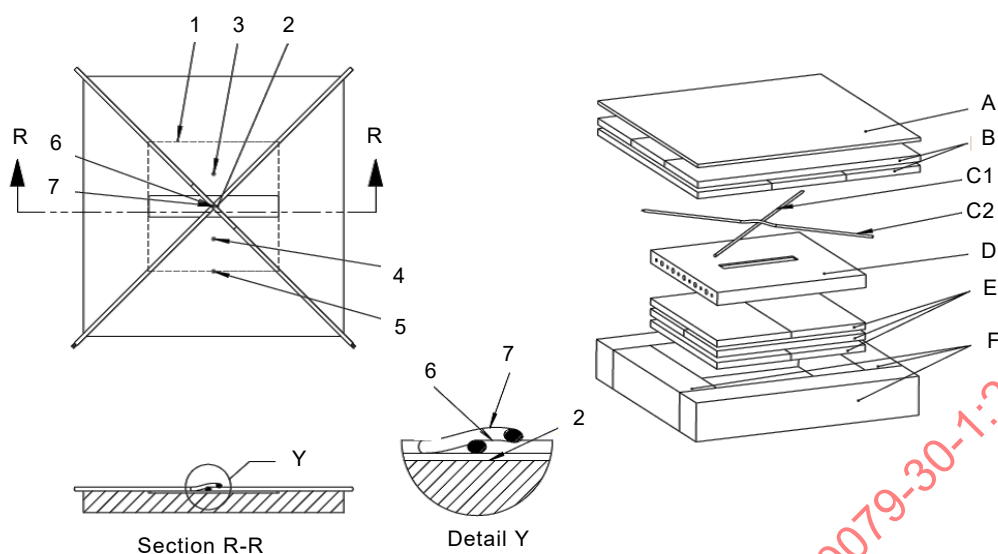


IEC

Key

- | | | | |
|---|---|---|------------------------------------|
| 1 | 300 mm × 300 mm test area | A | Wood board |
| 2 | Thermocouple on bottom surface of trough | B | Two layers of rigid insulation |
| 3 | Plate temperature control point 75 mm from centerline of trough | C | Test sample |
| 4 | Thermocouple 75 mm from centre of plate | D | 600 mm × 600 mm plate |
| 5 | Thermocouple 150 mm from centre of plate | E | 75 mm insulation below plate |
| 6 | Thermocouple on test sample | F | 150 mm mineral wool sides of plate |

Figure 10 – Verification of sheath temperature – plate test with serpentine sample

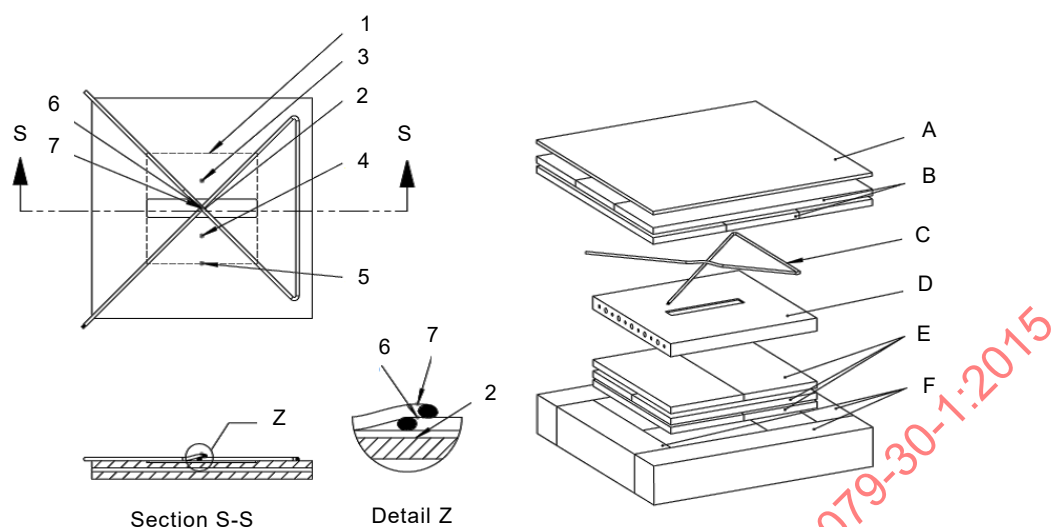


IEC

Key

- | | | | |
|---|---|----|------------------------------------|
| 1 | 300 mm × 300 mm test area | A | Wood board |
| 2 | Thermocouple on bottom surface of trough | B | Two layers of rigid insulation |
| 3 | Plate temperature control point 75 mm from centerline of trough | C1 | Test sample – lower sample |
| 4 | Thermocouple 75 mm from centre of plate | C2 | Test sample – upper sample |
| 5 | Thermocouple 150 mm from centre of plate | D | 600 mm × 600 mm plate |
| 6 | Thermocouple on test sample | E | 75 mm insulation below plate |
| | | F | 150 mm mineral wool sides of plate |

Figure 11 – Plate test with two samples crossed over



IEC

Key

- | | | | |
|---|---|---|------------------------------------|
| 1 | 300 mm × 300 mm test area | A | Wood board |
| 2 | Thermocouple on bottom surface of trough | B | Two layers of rigid insulation |
| 3 | Plate temperature control point 75 mm from centerline of trough | C | Test sample crossed over itself |
| 4 | Thermocouple 75 mm from centre of plate | D | 600 mm × 600 mm plate |
| 5 | Thermocouple 150 mm from centre of plate | E | 75 mm insulation below plate |
| 6 | Thermocouple on test sample | F | 150 mm mineral wool sides of plate |

Figure 12 – Plate test with a single sample crossed over

5.1.14 Verification of start-up current

The start-up current of the trace heater shall be measured as a function of the start-up temperature, as designated by the manufacturer. A sample of trace heater, at least 1 m in length, shall be installed in accordance with the manufacturer's instructions on a minimum 50 mm diameter, liquid-filled steel pipe or solid rod, or for heating panels or pads a flat metal heat sink. The testing apparatus shall be completely covered with thermal insulation and conditioned at the designated temperature for at least 4 h.

NOTE The apparatus described in 5.1.10 can be used for this test.

After the conditioning period, rated voltage shall be applied and the time/r.m.s. current characteristic shall be recorded from time zero to 300 s. The start-up current recorded shall be correlated to the maximum output tolerance. The data shall be adjusted to reflect the upper limit of the power output tolerance by multiplying the test values by the ratio of the maximum output tolerance level for the sample divided by the actual power output for the sample. This time-current characteristic shall not be more than the value declared by the manufacturer.

5.1.15 Verification of the electrical resistance of electrically conductive covering

The resistance of the electrically conductive covering at least 3 m length of the trace heater, excluding integral components, shall be measured at room temperature.

For trace heater pads and panels, a representative sample shall be selected.

The resistance shall be equal to or less than the manufacturer's declared value.

5.1.16 Outdoor exposure test

Only trace heaters and integral components specified for outdoor exposure are subject to this test. In addition, trace heaters and integral components having a continuous metal sheath with no outer jacket shall be exempt from this test.

A sample of the trace heater, approximately 450 mm in length, including integral components, shall be placed in a xenon-arc light-exposure apparatus as described in ASTM G155 or ISO 4892-2.

The procedure shall be as described in ASTM G155/ISO 4582/ISO 4892-1 for a total period of 1 000 h. The cycle rate shall be set for 102 min of light and 18 min of combined light and water spray. At the end of this time, the sample shall be removed from the chamber and subjected to the impact tests in 5.1.5 and the cold bend test in 5.1.7. In addition, the outermost sheath shall be subjected to a dielectric voltage of 500 Vac, applied between the conductive layer and water for 1 min without dielectric breakdown.

Alternatively, materials that have been independently qualified for outdoor exposure according to this test procedure are acceptable.

5.2 Routine tests

5.2.1 Dielectric test

The primary electrical insulation jacket of the trace heater shall withstand a dry-spark test at a minimum of 6 000 Vac. As an alternative to the dry-spark test, the dielectric test method in 5.1.2 shall be conducted on production lengths or units.

After the application of an electrically conductive covering, the trace heater shall have the dielectric test method described in 5.1.2 conducted on production lengths or units.

Non-metallic overjackets shall withstand an additional dry-spark test with a minimum test voltage of 3 000 Vac. As an alternative to the dry-spark test, the dielectric test method in 5.1.2 shall be conducted on production lengths or units.

5.2.2 Verification of rated output

The output rating for each manufactured length of parallel trace heater shall be verified for linearity of power output through continuous or statistical test methods. The power output rating for each length of series resistance trace heater or fixed resistive trace heater shall be verified by measurement of the d.c. resistance, or conductance or current at rated voltage and given temperature. The test measurement criteria shall be established or correlated to the output verification test specified in 5.1.10. The power output shall be within the manufacturer's declared tolerances.

6 Marking

6.1 Product markings for trace heaters

Trace heaters shall be clearly and permanently surface marked in accordance with IEC 60079-0 with the following modifications. For trace heaters with factory fabricated terminations, or surfaces where legible printing cannot be applied, the marking shall be on a durable tag/label permanently affixed within 75 mm of the power connection fitting or gland.

- a) The required serial number or batch number may be substituted with the month and year of manufacture, date coding, or equivalent.
- b) The rated or operating voltage shall be marked for a parallel trace heater, or the maximum operating voltage for a series trace heater.

- c) The rated power output per unit length at the rated voltage (and at a stated reference temperature for trace heaters that change output with temperature), or the resistance in ohms for unit length for series trace heater, or the operating current or total wattage as applicable shall be marked.
- d) The symbol provided for the “type of protection used” for trace heating shall be “60079-30-1”, for example, typical Ex marking strings would be “Ex 60079-30-1 IIC T4 Gb” and “Ex 60079-30-1 IIIC T135°C Db”, which does not preclude the use of additional types of protection appropriate for the components intended to be supplied or recommended for use with the trace heaters;
- e) The marking requirements of IEC 60079-0 for ambient temperature ranges do not apply, but trace heaters or trace heater systems shall be marked with the minimum installation temperature along with the required temperature class;
- f) For marking trace heaters for use with the Division method of area classification, see D.6.

6.2 Markings for field assembled components

Field assembled components that are accessible after installation shall be marked in accordance with IEC 60079-0 and shall additionally include the following information:

- a) the name of the manufacturer, trademark, or other recognized symbol of identification;
- b) the catalog number, reference number, or model;
- c) the month and year of manufacture, date coding, applicable serial number, or equivalent;
- d) applicable environmental requirements, such as IP (Ingress protection) ratings, and area use requirements.

In the case of components with small surface areas or surfaces where legible printing cannot be applied, the markings may be placed on the smallest unit container in lieu of the component itself.

7 Documentation requirements

7.1 General

The manufacturer's documents shall provide product specific instructions and requirements for documentation retention. Instructions for various components and trace heaters may be combined where termination/installation instructions are identical. The instructions shall be clearly identified as to the products and locations that apply.

Any Specific Conditions of Use, including the provision in 7.4 e), shall be outlined in the installation instructions and in the certificate, and the certificate number shall include the suffix “X”

The documents shall include:

- a) the information on circuit protection specified in 4.4, as applicable;
- b) requirements for circuit designs, see 7.2;
- c) requirements for trace heating system documentation, see 7.3;
- d) instructions for installation of trace heating system, see 7.4;
- e) instructions for commissioning, see 7.5;
- f) instructions for maintenance / repair or modification, see 7.6.

7.2 Circuit design documentation

The information given in the documentation for designing circuits shall include the following statement or its equivalent “The design of electrical resistance trace heating systems shall be

overseen by persons knowledgeable of trace heating following the design methodology for explosive atmospheres as specified by the manufacturer”.

7.3 Trace heating system documentation

7.3.1 General

The requirements shall include the following statement or its equivalent “The trace heating system documentation shall be retained for each trace heating circuit for as long as the system is in use”. As a minimum, the trace heating system documentation shall include the information specified in 7.3.2, 7.3.3 or 7.3.4 as applicable.

7.3.2 For trace heating systems according to the product classification method

The trace heating system documentation shall include the following information:

- a) trace heating circuit identification;
- b) trace heating system design parameters:
 - 1) temperature class or maximum sheath/surface temperature as applicable;
 - 2) trace heater type;
 - 3) operating voltage.

This information may be supplemented by the information listed in IEC/IEEE 60079-30-2.

7.3.3 For trace heating systems according to stabilized design method

The trace heating documentation shall include the following information:

- a) trace heating circuit identification;
- b) trace heating system design parameters:
 - 1) pipe size or workpiece dimensions;
 - 2) temperature to be maintained or the maximum process / exposure temperature;
 - 3) maximum ambient temperature;
 - 4) trace heater type;
 - 5) operating voltage;
 - 6) trace ratio;
 - 7) length or dimensions of trace heater;
 - 8) maximum workpiece temperature;
 - 9) temperature class or maximum sheath/surface temperature as applicable;
 - 10) thermal insulation type, size, and thickness;
 - 11) thermal insulation cladding specification, if applicable.

7.3.4 For trace heating systems according to controlled design method

The trace heating system documentation shall include the following information:

- a) trace heating circuit identification;
- b) trace heating system design parameters:
 - 1) location of the sensor of the temperature controller / limiter on the pipe / workpiece;
 - 2) details of the mounting of the sensor in accordance with 4.5.3, a), b) or c);
 - 3) temperature to be maintained or the maximum process / exposure temperature;
 - 4) maximum ambient temperature;

- 5) temperature controller / limiter set point;
- 6) trace heater type;
- 7) operating voltage;
- 8) trace ratio;
- 9) length or dimensions of trace heater;
- 10) temperature class or maximum sheath/surface temperature as applicable.
- 11) Details for any failure annunciation and monitoring in accordance with 4.5.3.3.

This information may be supplemented by the information listed in IEC/IEEE 60079-30-2.

7.4 Instructions for installation of trace heating system

The instructions shall include:

- a) the following statement or its equivalent “Suitable for use with” and a listing of applicable trace heaters, or a listing of applicable connection fittings, as applicable;
- b) the statement “Earth fault equipment protection is required for each circuit”;
- c) the statement “De-energise circuits before installation or servicing”;
- d) the following statement or its equivalent “Keep ends of trace heaters and kit components dry before and during installation”;
- e) for trace heaters certified for reduced levels of impact and/or deformation, the statement “Caution: Only use in areas with low risk of mechanical damage”. And if applicable (see 4.1), the statement “Caution: This mechanical covering shall not be removed and the trace heaters shall not be operated without the mechanical covering being in place”;
- f) for trace heaters, the following statement or its equivalent “The electrically conductive covering of this trace heater shall be connected to a suitable earthing terminal”;
- g) the following statement or its equivalent “The presence of the trace heaters shall be made evident by the posting of caution signs or markings at appropriate locations and/or at frequent intervals along the circuit”;
- h) test requirements to be performed in the field and documented on a trace heater installation record; an example is provided in Annex B;
- i) the following statement or its equivalent “The insulation resistance of the trace heater shall be measured and recorded after installation and shall not be less than 20 MΩ (or a higher value if specified by the manufacturer)”;
- j) the following statements or their equivalent “Persons involved in the installation and testing of electric trace heating systems shall be suitably trained in all special techniques required. Installation shall be carried out under the supervision of a qualified person”;
- k) any restrictions that the heating portion of the trace heater set shall not touch, cross over, or overlap itself;
- l) the minimum bending radius;
- m) the minimum installation temperature.

7.5 Instructions for commissioning

The instructions shall include a statement that the trace heating system parameters (as indicated in 7.3.2, 7.3.3, and 7.3.4) shall be verified during commissioning.

7.6 Instructions for maintenance / repair or modification

The instructions shall include:

- a) the statement “Caution: consult the trace heating system documentation prior to maintenance/repair/modification”;

- b) the statement “After maintenance/repair/modification, test the operation of the earth-fault device of each affected circuit” or equivalent;
- c) the statement “In the event of an earth fault or over current interruption, the device shall not be reset until the cause of the trip has been investigated by qualified personnel” or equivalent;
- d) the statement “Upon completion of maintenance/repair/modification, the insulation resistance of the trace heater shall be measured and recorded after installation and shall not be less than 20 M Ω , except that MI trace heaters shall not be less than 5 M Ω (or higher values if specified by the manufacturer)” or equivalent.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC/IEEE 60079-30-1:2015

Annex A (informative)

Type test matrix for EPLs Gb/Gc/Db/Dc (Refer to IEC 60079-14 for the relationship of EPLs to Zones)

Table A.1 demonstrates determination of test samples.

Table A.1 – Determination of test samples

Clause	Type test	Quantity/Length of Samples		Temperature controller / limiter	Terminations	
		Trace Heater	Trace Heater Pad / Panel		Integral	Separate
5.1.2	Dielectric test	3 m	f		X	
5.1.3	Electrical insulation resistance test	3 m	f		X	
5.1.4	Flammability test	0,45 m	f		X	X
5.1.5	Impact test					
5.1.5.1	Room temperature impact test	0,45 m	f		X	
5.1.5.2	Minimum temperature impact test	0,45 m	f		X	
5.1.6	Deformation test	0,45 m	f		X	
5.1.7	Cold bend test	0,45 m	f			
5.1.8	Water resistance test	3 m	f			
5.1.9	Integral components resistance to water test	3 m	f		X	X
5.1.10	Verification of rated output					
5.1.10 a)	Resistance	3 m	f			
5.1.10 b)	Thermal	3 × 3 m ^b	f			
5.1.11	Thermal stability of electrical insulating material	3 m	f		X	
5.1.12	Thermal performance test	3 × 0,3 m ^c	f			
5.1.13	Product classification approach ^d	1,5 m	f			
5.1.13.4.2	Systems approach – pipe Sculpture ^{a,d}	10 m ^e		X ^g		
5.1.13.4.3	Systems approach – vessels ^{a,d}		f	X ^g		
5.1.13.4.4	Systems approach – tubing Bundles ^{a,d}	-4,5 m ^e		X ^g		
5.1.13.4.5	Systems approach – plate test ^{a,d}	3 × 0,7 m or 1 × 3,5 m or 2 × 0,9 m or 1 × 2,5 m		X X X X		
5.1.14	Verification of start-up current	1 m	f			
5.1.15	Verification of the electrical resistance of electrically conductive covering	3 m	f			
5.1.16	Outdoor exposure test	0,45 m	f		X	
^a Use parameters of Table 2, Table 3 D.2 or D.3 as appropriate.		^d All samples in the upper half of power output tolerance.				
^b From three separate samples.		^e Length of sample determined by the installation instructions and test apparatus, amount of samples may vary.				
^c The lowest rated voltage level and the maximum rated power output; The highest rated voltage and the minimum rated power output.		^f At least one representative sample is required. The exact size is to be agreed between the testing station and manufacturer.				
		^g If applicable as required by the test.				

Annex B (informative)

Checklist for installation

Table B.1 gives an example of a trace heater installation record.

Table B.1 – Trace heater installation record – Example

Location	System	Project number	Reference drawing(s)
Line number	Trace heater number	Area classification	Temperature class or maximum sheath/surface temperature
Panel number	Location	Circuit number	Circuit amp/voltage
Trace heater manufacturer	Trace heater model	Trace heater wattage unit length/voltage rating	
Verify certification marking:			
Megohm meter manufacturer/model		Voltage setting	Accuracy/full scale
Megohm meter date of last calibration			
Multimeter manufacturer/model	Ohm setting	Accuracy/full scale	
TRACE HEATER TESTING	Test value/remarks	Date	Initials
NOTES Minimum acceptable insulation resistance shall be 20 MΩ except that for #4 below for MI trace heaters the minimum is 5 MΩ when measured at the trace heater junction box. Minimum acceptable test voltage is 500 V d.c. However, 1 000 V d.c. recommended for MI, 2 500 V d.c. for polymeric trace heaters.			
1 Receipt of material on reel			
Continuity test on reel			
Insulation resistance test on reel			
2 Piping completed (approval to start trace heater installation)			
3 Trace heater installed (approval to start thermal insulation installation)			
Trace heater correctly installed on pipe, vessel or equipment			
Trace heater correctly installed at valves, pipe supports, other heat sinks			
Components correctly installed and terminated (power, tee-end seal)			
Installation agrees with manufacturer's instructions and circuit design			
4 Thermal insulation installation complete			
Continuity test			
Insulation resistance test (5 MΩ for MI trace heaters)			
SYSTEM INSPECTED			
5 Marking, tagging and identification complete (see IEC/IEEE 60079-30-1:2014, Clause 6)			
6 Trace heater effectively earthed			
7 Temperature controls properly installed and set points verified			
8 Junction boxes all certified and closed			
9 Thermal insulation weather tight (all penetrations sealed)			
10 End seals, covered splices marked on insulation outer cladding			
11 Drawings, documentation marked as-built			
Performed by:		Company	Date
Witnessed by:		Company	Date
Accepted by:		Company	Date
Approved by:		Company	Date

Annex C (normative)

Trace heater product design verification methodology

C.1 General

The determination of system temperatures, particularly product sheath temperatures in specified adverse conditions, is critical for controlled designs and stabilized designs of circuits. The manufacturer shall maintain the capability to correctly calculate system temperatures over the range of parameters covered by the certification, and to demonstrate this capability by test and by comparison of the results to the system design calculations.

Calculation methodology is typically based on the use of widely known and accepted heat transfer formulae, which are adjusted as necessary to reflect the empirical data and which typically incorporate safety factors as needed.

This Annex indicates the formulae and considerations that manufacturers typically rely on to create their system design capability.

C.2 Design methodology and selection of trace heaters

It is important that the design methodology includes trace heater selection criteria to optimize the determination of the maximum possible system temperature under specified adverse conditions as specified in this standard. The temperature may be reduced, for example, through adjustments to the system parameters, by the use of multiple tracers to reduce the power produced per unit length, or by the selection of the temperature control system.

The maximum withstand temperature of the trace heaters shall be greater than the maximum possible workpiece temperature (which may be greater than the normal operating temperature).

As indicated in 4.5.1, the maximum sheath temperatures of trace heaters are determined by the product classification method, by stabilized design, or by controlled design. For the product classification method, further temperature limiting control measures are not necessary, provided that the temperature class of the trace heater is lower in temperature than that specified for the application. Nevertheless the control limiting and stabilized design measures can be applied to operate the system in a narrower band of process temperatures. The considerations for stabilized design and for controlled design are similar, with a need in both cases to accurately determine the system heat loss and the maximum system and sheath temperatures. In the case of stabilized design, the evaluation of energy balance of the system is additionally necessary.

C.3 Stabilized design calculations

Stabilized design is based on the principle of determining the maximum workpiece and trace heater sheath temperatures under specified adverse conditions. This is a calculation of the equilibrium conditions that occur when the heat input equals the system heat loss. The specified adverse conditions include:

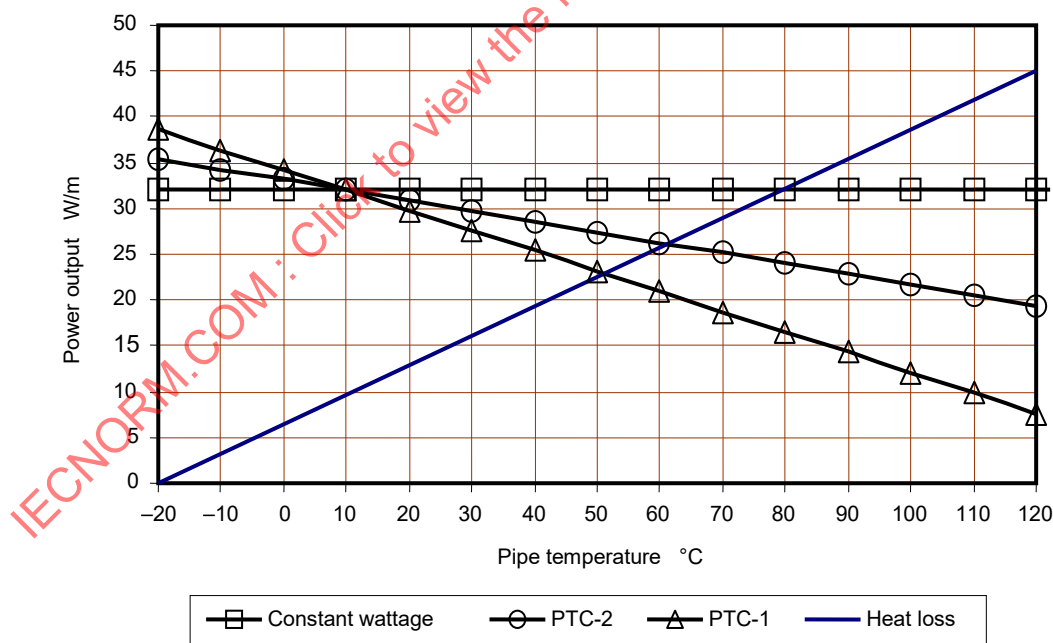
- a) maximum ambient temperature, typically assumed to be 40 °C unless otherwise specified;
- c) no wind (still air);
- d) use of a conservative or minimum value for the thermal conductivity of the thermal insulation;

- e) no temperature control by design or to simulate a failed temperature controller;
- f) the trace heater is operated at its stated operating voltage plus 10 %;
- g) the trace heater is assumed to be operating at the upper limit of the manufacturing tolerance, or at the minimum specific resistance for series trace heaters.
- h) the maximum runaway workpiece temperature, or the maximum equilibrium process temperature if greater.

Testing for stabilized design is given in 5.1.13. Typically the maximum sheath temperature of the trace heater is calculated from formulae derived from the evaluation of empirical data, or by the theoretical approach described below. Alternatively, design programs that calculate the maximum sheath temperature on the basis of these specified adverse parameters may be used.

C.4 Trace heater performance and equilibrium conditions

Depending on the application and the type of heat tracing, it may be necessary to evaluate the system at equilibrium conditions. Trace heating systems with no controls and trace heating systems with ambient sensing controls are typical examples. Figure C.1 shows examples of power output curves for constant wattage trace heaters and for PTC (positive temperature coefficient) trace heaters with different slope characteristics. The heat loss line represents the conditions that occur at the lowest ambient temperature. This illustrates that the constant wattage trace heater maintains the workpiece at the highest temperature (80 °C), but since it also has the highest output (32 W/m) it also has the highest operating temperature. The PTC trace heater with the steepest slope maintains the workpiece at the lowest temperature (50 °C), but also has the lowest output (23 W/m) and therefore the lowest operating temperature.



IEC

Figure C.1 – Equilibrium conditions for workpiece maintenance

Figure C.2 shows the same example, but from the perspective of evaluating the upper limits. In this case the heat loss line is shifted to the highest possible ambient, and the crossing points illustrate the maintain temperature and relative power outputs at these conditions. The PTC-1 trace heater now has a higher maintain temperature than before (91 °C), but the output level has decreased (16 W/m) due to the decreasing slope of the output curve. This same

approach may be used when evaluating the upper limit operating conditions for the stabilized design approach.

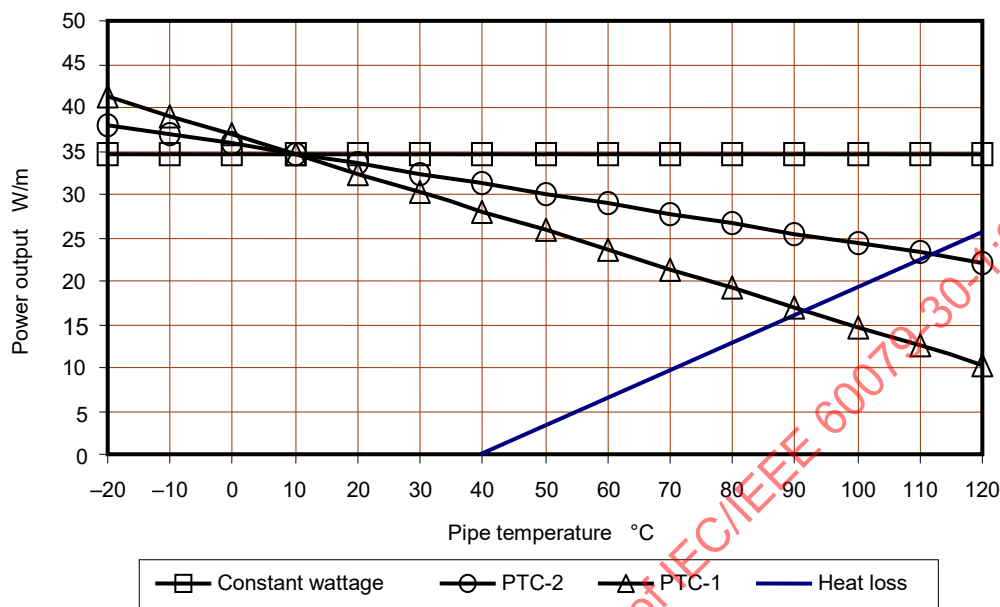


Figure C.2 – Equilibrium conditions for upper limit evaluation

The power output levels of different trace heaters are typically provided by the manufacturer in the product literature and/or in a design program. In most cases, the output curves for the PTC trace heater types are defined based on empirical data from test fixtures correlated to the test of 5.1.10.

The output of series type trace heaters is typically defined from its electrical parameters by using the following formula:

$$Q = \frac{V^2}{r_s l^2} \quad (C.1)$$

where

Q is the power output of the trace heater (W/m);

V is the system voltage (V);

r_s is the specific resistance of each conductor (ohm/m);

l is the length of each conductor (m).

The specific resistance of the conductor is a function of the conductor temperature, as given by the formula:

$$r_s = r(1 + \alpha \Delta T) \quad (C.2)$$

where

r is the resistance of the conductor at 20 °C (ohm/m);

- α is the alpha coefficient for the type of material of the conductor (1/K);
- ΔT is the difference between the temperature of the conductor in the operating state and 20 °C (K).

It is important to recognize that the following characteristics of a trace heating system should exist for the installation to be successful:

- The output of the trace heater(s) should be greater than the system heat loss including a suitable safety factor. This can be achieved by installing a single trace heater with suitable output, by using multiple passes, or by spiraling if needed to keep the output level as low as possible.
- Potential voltage deviations or other changes in system parameters over time should be determined and compensated for by the safety factor.
- The upper limit of the system shall be evaluated for applications where process temperature accuracy is critical, or that have a wide range of ambient temperatures, or for systems that have no control or that have ambient sensing control.

C.5 Heat loss calculations

To determine actual heat losses for a given set of conditions, a complete insulation specification, including the thermal conductivity of the insulation at several mean temperatures, the type of weather barrier specified, insulation size and thickness, desired pipe maintenance temperature, and the ambient temperature and wind conditions, is required.

Given these parameters, the heat loss for pipes and tubes may be evaluated by Equation (C.3):

$$q = \frac{(T_p - T_a)}{\frac{1}{\pi D_1 h_i} + \frac{\ln(D_2 / D_1)}{2\pi k_1} + \frac{\ln(D_3 / D_2)}{2\pi k_2} + \frac{1}{\pi D_3 h_{co}} + \frac{1}{\pi D_3 h_o}} \quad (C.3)$$

where

- q is the heat loss per unit length of pipe (W/m);
- T_p is the desired maintenance temperature (°C);
- T_a is the specified design ambient temperature (°C);
- D_1 is the inside diameter of the inner insulation layer (m);
- D_2 is the outside diameter of the inner insulation layer (m), (inside diameter of the outer insulation layer when present);
- D_3 is the outside diameter of the outer insulation layer (m), (when present);
- k_1 is the thermal conductivity of the inner layer of insulation evaluated at its mean temperature (W/m·K);
- k_2 is the thermal conductivity of the outer layer of insulation, when present, evaluated at its mean temperature (W/m·K);
- h_i is the inside air contact coefficient from the workpiece to the inner insulation surface when present (W/m²·K);
- h_{co} is the inside air contact coefficient from the outer insulation surface to the weather barrier when present (W/m²·K);

h_o is the outside air film coefficient from the weather barrier to ambient ($W/m^2 \cdot K$) (typical values for this term range from $5 W/m^2 \cdot K$ to $50 W/m^2 \cdot K$ for low-temperature applications below $50^\circ C$).

The heat loss for pipes and tubes is described in more detail, with an example, in IEC/IEEE 60079-30-2.

Following the same process, the heat loss for vessels may be evaluated by Equation (C.4):

$$q = \frac{(T_p - T_a)}{\frac{1}{h_i} + \frac{b_1}{k_1} + \frac{b_2}{k_2} + \frac{1}{h_{co}} + \frac{1}{h_o}} \quad (C.4)$$

where

q is the heat loss per unit area of vessel (W/m^2);

b_1 is the thickness of the inner insulation layer (m);

b_2 is the thickness of the outer insulation layer (m), (when present).

Other terms are defined with formula (3).

The heat loss for vessels is described in more detail in IEC/IEEE 60079-30-2.

For ease of product selection, trace heating suppliers often furnish simple charts and graphs of heat losses for various maintain temperatures and insulations, which usually include a safety factor.

C.6 Heat loss design safety factor

Since heat loss calculations based on theoretical values do not account for imperfections associated with actual work site installations, a safety factor should be applied to the calculated values. The safety factor should be based upon the user's requirements that typically range from 10 % to 25 %. The addition of a safety factor is used to compensate for tolerances in the trace heating system. Safety factors should be considered for:

- thermal insulation degradation;
- supply voltage variations;
- branch wiring voltage drop;
- trace heater voltage drop;
- increased radiation and convection on higher temperature applications;
- quality of installation of thermal insulation.

C.7 Maximum temperature determination

C.7.1 Theoretical pipe and sheath temperature calculations – Metallic applications

The maximum possible pipe temperature is calculated at maximum ambient temperature with the trace heater continuously energized. The formula for calculating the maximum potential pipe temperature is a rearrangement of the terms of the heat loss formula:

$$T_{pr} = \frac{Q_{sf}}{\pi} \left[\frac{1}{D_1 h_i} + \frac{\ln(D_2 / D_1)}{2 k_1} + \frac{\ln(D_3 / D_2)}{2 k_2} + \frac{1}{D_2 h_{co}} + \frac{1}{D_2 h_o} \right] + T_a \quad (C.5)$$

where

T_{pr} is the maximum calculated runaway pipe temperature (°C);

Q_{sf} is the trace heater output. For determining temperature classes for stabilized design, Q_{sf} is the highest declared power output at the maximum manufacturer's output tolerance (W/m), adjusted for 110 % of rated voltage;

T_a is the maximum specified design ambient temperature (°C).

Other terms are defined with formula (3). Iterative techniques may need to be applied to the calculation of formula (5) in order to arrive at T_{pr} , since the thermal conductivity of the insulation and the trace heater output may be a function of pipe temperature.

The sheath temperature of the trace heater shall be calculated as follows, using the equation for T_{pm} if T_{pm} is greater than T_{pr} :

$$T_{sh} = \frac{Q_{sf}}{UC} + T_{pr} \quad \text{or} \quad T_{sh} = \frac{Q_{sf}}{UC} + T_{pm} \quad (\text{C.6) and (C.7)}$$

where

T_{sh} is the trace heater sheath temperature (°C);

U is the overall heat transfer coefficient (W/m²·K) which is an empirically determined value;

C is the trace heater circumference (m);

T_{pr} is the maximum calculated runaway pipe temperature (°C);

T_{pm} is the maximum declared process temperature (°C).

The overall heat transfer coefficient is different for each trace heater type, installation method and system configuration. It is a combination of conductive, convective and radiation heat transfer modes. The value of U can vary from 12 for a cylindrical trace heater in air (primarily convective), to 170 or more for a trace heater applied using heat transfer aids (primarily conductive). Upon request, the trace heating supplier should provide the U -factor for given applications, or furnish calculated or experimentally determined sheath temperatures.

The power output Q_{sf} of the trace heater selected shall provide the stabilized design and T_{sh} shall not exceed the temperature class.

C.7.2 Theoretical vessel and sheath temperature calculations – Metallic applications

Similarly, for vessels, the maximum possible vessel temperature is calculated at maximum ambient temperature with the trace heater continuously energized. The formula for calculating the maximum potential vessel temperature is a rearrangement of the terms of the heat loss formula:

$$T_{wr} = Q_{sf} \left[\frac{1}{h_i} + \frac{b_1}{k_1} + \frac{b_2}{k_2} + \frac{1}{h_{co}} + \frac{1}{h_o} \right] + T_a \quad (\text{C.8})$$

where

T_{wr} is the maximum calculated runaway vessel temperature (°C);

Q_{sf} is the trace heater output. For determining temperature classes for stabilized design, Q_{sf} is the highest declared power output at the maximum manufacturer's output tolerance (W/m²), adjusted for 110 % of rated voltage;

T_a is the maximum specified design ambient temperature (°C).

Other terms are defined above. Iterative techniques may need to be applied to the calculation of formula (8) in order to arrive at T_{wr} , since the thermal conductivity of the insulation and the trace heater output may be a function of the temperature of the vessel.

The sheath temperature of the trace heater pad or panel shall be calculated as follows, using the equation for T_{wm} if T_{wm} is greater than T_{wr} :

$$T_{sh} = \frac{Q_{sf}}{U} + T_{wr} \quad \text{or} \quad T_{sh} = \frac{Q_{sf}}{U} + T_{wm} \quad (\text{C.9}) \text{ and } (\text{C.10})$$

where

T_{sh} is the trace heater sheath temperature (°C);

U is the overall heat transfer coefficient (W/m²·K) which is an empirically determined value;

T_{wr} is the maximum calculated runaway vessel temperature (°C);

T_{wm} is the maximum declared process temperature (°C).

The overall heat transfer coefficient is different for each trace heater type, installation method and system configuration. It is a combination of conductive, convective and radiation heat transfer modes. The value of U can vary from 12 for a trace heater in air (primarily convective), to 170 or more for a trace heater applied using heat transfer aids (primarily conductive). Upon request, the trace heating supplier should provide the U -factor for given applications, or furnish calculated or experimentally determined sheath temperatures.

The power output Q_{sf} of the trace heater selected over the combination of heat loss q and heat transfer from the tracer, shall provide the stabilized design and ensure that T_{sh} shall not exceed the temperature class or any other maximum temperature limitations listed above.

C.7.3 Sheath temperature – metallic applications utilizing a temperature limiter control sensing the trace heater sheath or an artificial hot spot

When the limiter control sensor is located directly on the trace heater the following shall be included in the evaluation of sheath temperatures:

$$T_{sh} = T_L + \Delta T_{offset} \quad (\text{C.11})$$

where

T_L is the set point of the temperature limiter

ΔT_{offset} is the empirically determined temperature difference between the sensor and the actual maximum tracer sheath temperature. ΔT_{offset} is a function of variables such as geometry and mass of the trace heater and sensor, power output of the trace heater, heat transfer coefficient, and control system hysteresis.

C.7.4 Theoretical sheath temperature calculations – Non-metallic applications

For non-metallic applications, the workpiece wall thermal resistance should be considered, as the non-metallic material is a poor heat transfer medium. These materials may have a thermal conductivity (k-factor) 1/200 of that of steel, and a substantial temperature difference may develop across the pipe or tank wall depending on the trace heater power density. This higher than normal temperature (when compared to tracing metallic pipes and vessels) may have two adverse effects:

- a) the non-metallic workpiece maximum allowable temperature may be exceeded;
- b) the trace heater maximum allowable temperature may be exceeded.

The sheath temperature of the trace heater under normal operating conditions is in principle obtained from formulae (6), (7), (9) or (10). However, in obtaining U , the effect of the thermal resistance of the workpiece wall should be included. The overall heat transfer coefficient for a plastic surface is:

$$\frac{1}{U_p} = \frac{1}{U_m} + \frac{L}{k_p} \quad (\text{C.12})$$

where

U_p is the overall heat transfer coefficient for a non-metallic pipe ($\text{W/m}^2\cdot\text{K}$);

U_m is the overall heat transfer coefficient for a metallic workpiece (W/m^2);

L is the workpiece wall thickness, in metres (m);

k_p is the thermal conductivity of workpiece wall material ($\text{W/m}\cdot\text{K}$).

Because of the additional thermal resistance of the non-metallic material, a temperature difference exists across the workpiece wall; that is, the outside workpiece wall and fluid temperature are not the same as in the case of a metallic workpiece. Therefore, fluid temperature should be considered.

For non-metallic pipe, then:

$$T_{sh} = \frac{Q_{sf}}{U_p C} + T_f \quad (\text{C.13})$$

where

Q_{sf} is the trace heater output. For determining temperature classes for stabilized design, Q_{sf} is the highest declared power output at the maximum manufacturer's output tolerance (W/m), adjusted for 110 % of rated voltage;

T_f is the fluid temperature ($^{\circ}\text{C}$).

Similarly, for non-metallic vessels, the equation is:

$$T_{sh} = \frac{Q_{sf}}{U_p} + T_f \quad (\text{C.14})$$

where

Q_{sf} is the trace heater output. For determining temperature classes for stabilized design, Q_{sf} is the highest declared power output at the maximum manufacturer's output tolerance (W/m^2), adjusted for 110 % of rated voltage;

T_f is the fluid temperature ($^{\circ}\text{C}$).

Formulae (13) and (14) represent a conservative simplification of a complex problem that involves criteria beyond the scope of this standard. The trace heating manufacturer shall provide sheath temperature data for specific applications.

The power output of the trace heater selected shall provide the stabilized design and T_{sh} shall not exceed the temperature class or any other maximum temperature limitations.

C.7.5 Sheath temperature – non-metallic applications utilizing a temperature limiter control sensing the trace heater sheath or an artificial hot spot

When the limiter control sensor is located directly on the trace heater the following shall be included in the evaluation of sheath temperatures:

$$T_{sh} = T_L + \Delta T_{offset} \quad (C.9, \text{ repeated})$$

where

T_L is the set point of the temperature limiter

ΔT_{offset} is the empirically determined temperature difference between the sensor and the actual maximum tracer sheath temperature. ΔT_{offset} is a function of variables such as geometry and mass of the trace heater and sensor, power output of the trace heater, heat transfer coefficient, and control system hysteresis.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC/IEEE 60079-30-1:2015

Annex D (normative)

Requirements for Division 1 and Division 2 trace heating systems

D.1 Application

The Division method of area classification, including the indication of Classes I, II, or III for explosive atmospheres for gases, dusts, or fibres/flyings respectively, may be applied by some users of this standard.

Trace heating systems identified for Division 1 are not intended for installation in applications where ignitable concentrations of flammable gases or vapors, or combustible dusts, or ignitable fibers or flyings are present continuously or for long periods of time.

NOTE Information on the Division method is given in NFPA 70 and CSA C22.1.

D.2 General

Trace heating systems identified for Divisions shall comply with the requirements for the EPL shown in Table D.1, supplemented or modified by the requirements shown in D.3 through D.7.

Table D.1 – Division trace heating systems

Division	Equipment protection level (EPL)
Class I, Division 1	'Gb'
Class II, III Division 1	'Db'
Class I, Division 2	'Gc'
Class II, III Division 2	'Dc'

D.3 Terminations and connections

Where possible, trace heater terminations and connections are intended to be located outside explosive atmospheres classified as Division 1. In case this is not possible, the terminations and connections in addition to the trace heater shall be identified for installation in Division 1 areas.

D.4 Control and temperature requirements

D.4.1 General

The Class, Division, Group, and minimum gas, dust or fiber/flying autoignition temperature for the location shall be specified. As an alternative to autoignition temperature, the temperature class indicated in NFPA 70 and CSA C22.1 may be specified.

D.4.2 Stabilized design

Table D.2 defines the design conditions for the Division method of area classification for the stabilized design approach.

Table D.2 – Sheath temperature design conditions – Stabilized design approach

Item	Class I, II or III	
	Division 1	Division 2
Percent of rated voltage	110	110
Maximum workpiece temperature for calculation	--- ^a	--- ^a
Maximum wind speed for calculation	0	0
Sheath temperatures for Division 1 shall be calculated using minimum heat transfer coefficient, U , without heat transfer aids.		
^a The workpiece temperature (T_{pr} or T_{pm} , whichever is greater) used to calculate the maximum sheath temperature – see Annex C.		

D.4.3 Controlled design

The application of temperature control to limit sheath temperatures varies by area classification as indicated below and in Table D.3.

- a) Class I, II or III Division 1 – temperature controller and high temperature limiter.
- b) Class I, II or III Division 2 – temperature controller.

Table D.3 – Sheath temperature design conditions – With temperature control device

Item	Class I, II or III	
	Division 1	Division 2
Percent of rated voltage	110	110
Maximum workpiece temperature for calculation	--- ^a	--- ^{a or b}
Maximum wind speed for calculation	0	0
Sheath temperatures for Division 1 shall be calculated using minimum heat transfer coefficient, U , without heat transfer aids.		
^a Use the set point of the applicable protective device (temperature limiter).		
^b Use the set point of the applicable temperature controller.		

D.4.4 Requirements for protective device in Divisions 1 and 2

The requirements of 4.4 apply for trace heating to be used in areas classified using the Division method. For Division 1 equipment, the requirements of 4.5.3.2 also apply except that the trace heating is to be suitable for the appropriate Class. For Division 2 trace heating, the requirements of 4.5.3.3 also apply except that the trace heating is to be suitable for the appropriate Class.

D.5 Type tests**D.5.1 Division 1 trace heating equipment****D.5.1.1 General**

Trace heaters shall be tested for increased impact energy and static mechanical load. The requirements for system components other than integral components are covered in other applicable standards for equipment for use in Class I, II or III, Division 1 locations. The following tests are intended to qualify trace heaters and integral components (if applicable) for application in these explosive atmospheres and are required in addition to all the type tests described in 5.1. The test samples needed for the type tests are summarized in Annex E.

D.5.1.2 Verification of sheath temperatures

The sheath temperature test described in 5.1.13 shall be conducted at the conditions defined in Tables D.2 and D.3, and the resultant sheath temperatures shall not exceed the declared temperature class or the maximum predicted sheath temperature.

D.5.1.3 Mechanical type tests

The deformation test as described in 5.1.6 shall be conducted at 2 000 N. The impact test as described in 5.1.5.2 shall be conducted retaining the same impact area at an impact energy of 27,1 J.

D.5.2 Division 2 equipment

D.5.2.1 General

The requirements for system components other than integral components are covered in other standards for equipment for use in the respective Class I, II, or III Division 2 locations. The following test is intended to qualify trace heaters for use in these explosive atmospheres and is required in addition to the type tests described in 5.1.

D.5.2.2 Verification of sheath temperatures

The sheath temperature test described in 5.1.13 shall be conducted at design conditions defined in Tables D.2 and D.3, and the resultant sheath temperature shall not exceed the declared temperature class or maximum sheath temperature.

D.6 Marking

This requirement supplements the requirements of 6.1.

Trace heaters shall be clearly and permanently surface marked to indicate Class, Division, Group(s), and Temperature Class.

D.7 Instructions – Installation requirements

In addition to the documentation requirements specified in Clause 7, the instructions and/or other documentation shall include the following information:

- a) The person(s) responsible for installation shall verify that the installation and inspection are performed by personnel who are trained, qualified, and knowledgeable in trace heating systems when using the Division method of area classification. The installation and inspection shall be in accordance with the system manufacturer's design documents, product recommendations, and installation instructions; the installation checklist (see Annex B) shall be followed rigorously.
- b) The proposed installation shall be verified for the proper selection of trace heaters and component systems identified for the application; i.e. Division 1 or Division 2. The manufacturer's documentation shall be reviewed for specific installation requirements and the proposed installation shall be verified that the heating system is compatible with the environment.
- c) For Division 1 installations only, each seal fitting shall be limited to one trace heater or power lead. In addition, it is required that a seal fitting be installed in the power supply circuit cable, or conduit immediately adjacent to the trace heater power connection box.
- d) Earth-fault equipment protective devices intended for use with trace heating circuits in Division areas shall be appropriately identified for use in Division areas.

- e) For Division 1 installations only, the person(s) responsible for the installation shall complete and retain a document similar in format to the installation checklist in Annex B at the installation for future reference during maintenance and repair.
- f) For Division installations, the minimum requirement for all insulation resistance tests according to 7.6 item d) shall be at least 20 MΩ.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC/IEEE 60079-30-1:2015

Annex E (normative)

Type test matrix for Division 1 and 2 explosive atmospheres

Table E.1 – Applicable trace heater and trace heater pads and panels tests by installation location

Clause	Type test	Division 1	Division 2
5.1.2	Dielectric test	X	X
5.1.3	Electrical insulation resistance test	X	X
5.1.4	Flammability test	X	X
5.1.5	Impact test		
5.1.5.1	Room temperature impact test	X	X
5.1.5.2	Minimum temperature impact test	X	X
5.1.6	Deformation test	X	X
5.1.7	Cold bend test	X	X
5.1.8	Water resistance test	X	X
5.1.9	Integral components resistance to water test	X	X
5.1.10	Verification of rated output	X	X
5.1.11	Thermal stability of electrical insulating material	X	X
5.1.12	Thermal	X	X
5.1.13.2	Product classification approach	X	X
5.1.13.4.2	Systems approach – pipe sculpture	X	X
5.1.13.4.3	Systems approach – vessels	X	X
5.1.13.4.4	Systems approach – tubing bundles	X	X
5.1.13.4.5	Systems approach – plate test	X	X
5.1.14	Verification of start-up current	X	X
5.1.15	Verification of the electrical resistance of electrically conductive covering	X	X
5.1.16	Outdoor exposure test	X	X
D.5.1	Class I, II and III Division 1 locations		
D.5.1.2	Verification of sheath temperatures	X	
D.5.1.3	Mechanical type tests	X	
D.5.2	Class I, II and III Division 2 locations		
D.5.2.2	Verification of sheath temperatures		X

**Table E.2 – Applicable tests for integral components
with trace heaters and trace heater pads and panels**

Clause	Type test	Division 1	Division 2
5.1.2	Dielectric test	X	X
5.1.3	Electrical insulation resistance test	X	X
5.1.4	Flammability test	X	X
5.1.5	Impact test		
5.1.5.1	Room temperature impact test	X	X
5.1.5.2	Minimum temperature impact test		X
5.1.6	Deformation test		X
5.1.8	Water resistance test	X	X
5.1.9	Integral components resistance to water test	X	X
5.1.11	Thermal stability of electrical insulating material	X	X
5.1.15	Verification of the electrical resistance of electrically conductive covering	X	X
5.1.16	Outdoor exposure test	X	X
D.5.1	Class I, II and III Division 1 locations		
D.5.1.3	Mechanical type tests	X	

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC/IEEE 60079-30-1:2015

Bibliography

ASTM D5207, *Standard practice for confirmation of 20 mm (50 W) and 125 mm (500 W) test flames for small-scale burning tests on plastic materials*

CSA C22.1, *Canadian Electrical Code, Part 1*

CSA C22.2 No. 130-03, *Requirements for electrical resistance heating cables and heating device sets*

IEC 60079-7, *Explosive atmospheres – Part 7: Equipment protection by increased safety "e"*

IEC 62395-1, *Electrical resistance trace heating systems for industrial and commercial applications – Part 1: General and testing requirements*

IEC 62395-2, *Electrical resistance trace heating systems for industrial and commercial applications – Part 2: Application guide for system design, installation and maintenance*

IEEE Std 515™, *IEEE Standard for the Testing, Design, Installation, and Maintenance of Electrical Resistance Trace Heating for Industrial Applications*

IEEE Std 515.1™, *IEEE Standard for the Testing, Design, Installation, and Maintenance of Electrical Resistance Trace Heating for Commercial Applications*

NFPA 70, *National Electrical Code® (NEC®)*¹

IEC/IEEE 60079-30-2, *Explosive atmospheres – Part 30-2: Electrical resistance trace heating – Application guide for design, installation and maintenance*

¹ National Electrical Code and NEC are both registered trademarks of the National Fire Protection Association, Inc.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	73
INTRODUCTION	78
1 Domaine d'application	79
2 Références normatives	84
3 Termes et définitions	85
4 Exigences générales	91
4.1 Généralités	91
4.2 Résistance mécanique	92
4.3 Terminaisons et connexions	92
4.4 Exigences de protection applicables aux circuits de branchement	92
4.5 Exigences de température	93
4.5.1 Généralités	93
4.5.2 Conception stabilisée	93
4.5.3 Conception avec régulation	94
5 Essais	95
5.1 Essais de type	95
5.1.1 Généralités	95
5.1.2 Essai diélectrique	96
5.1.3 Essai de résistance d'isolement électrique	96
5.1.4 Essai d'inflammabilité	97
5.1.5 Essais de choc	98
5.1.6 Essai de déformation	102
5.1.7 Essai de pliage à froid	102
5.1.8 Essai de résistance à l'eau	103
5.1.9 Résistance des composants intégrés à l'essai à l'eau	103
5.1.10 Vérification de la puissance assignée	104
5.1.11 Stabilité thermique des matériaux isolants électriques	107
5.1.12 Essai de performances thermiques	107
5.1.13 Détermination de la température maximale de la gaine	109
5.1.14 Vérification du courant de démarrage	119
5.1.15 Vérification de la résistance électrique du revêtement électriquement conducteur	120
5.1.16 Essai d'exposition en site naturel	120
5.2 Essais individuels de série	120
5.2.1 Essai diélectrique	120
5.2.2 Vérification de la puissance assignée	120
6 Marquage	121
6.1 Marquages de produits pour les résistances de traçage	121
6.2 Marquage des composants assemblés sur site	121
7 Exigences relatives à la documentation	122
7.1 Généralités	122
7.2 Documentation relative à la conception des circuits	122
7.3 Documentation relative au système de traçage	122
7.3.1 Généralités	122
7.3.2 Pour les systèmes de traçage conformes à la méthode fondée sur la classification des produits	122

7.3.3	Pour les systèmes de traçage conformes à la méthode de conception stabilisée	123
7.3.4	Pour les systèmes de traçage conformes à la méthode de conception avec régulation	123
7.4	Instructions d'installation du système de traçage	123
7.5	Instructions de mise en service	124
7.6	Instructions de maintenance/réparation ou modification	124
Annexe A (informative) Matrice d'essai de type pour les EPL Gb/Gc/Db/Dc (Se reporter à l'IEC 60079-14 pour la relation des EPL avec les Zones).....		125
Annexe B (informative) Liste de contrôle pour l'installation		127
Annexe C (normative) Méthode de vérification de la conception des résistances de traçage		129
C.1	Introduction.....	129
C.2	Méthode de conception et sélection des résistances de traçage	129
C.3	Calculs de conception stabilisée	129
C.4	Performance des résistances de traçage et conditions d'équilibre	130
C.5	Calculs de perte de chaleur	133
C.6	Facteur de sécurité théorique de la perte de chaleur.....	134
C.7	Détermination de la température maximale	135
C.7.1	Calculs théoriques de température du tuyau et de la gaine – Applications métalliques	135
C.7.2	Calculs théoriques de température de la cuve et de la gaine – Applications métalliques	136
C.7.3	Température de la gaine – Applications métalliques utilisant une commande de limiteur de température détectant la température de la gaine de la résistance de traçage ou un point chaud artificiel	137
C.7.4	Calculs théoriques de la température de la gaine – Applications non métalliques	137
C.7.5	Température de la gaine – Applications non métalliques utilisant une commande de limiteur de température détectant la température de la gaine de la résistance de traçage ou un point chaud artificiel	138
Annexe D (normative) Exigences pour les systèmes de traçage de Division 1 et Division 2.....		139
D.1	Application.....	139
D.2	Généralités	139
D.3	Terminaisons et connexions.....	139
D.4	Exigences de contrôle et de température	139
D.4.1	Généralités	139
D.4.2	Conception stabilisée	139
D.4.3	Conception avec régulation	140
D.4.4	Exigences concernant le dispositif de protection pour la Division 1 et la Division 2	140
D.5	Essais de type	140
D.5.1	Matériel de traçage classé en Division 1	140
D.5.2	Matériel de Division 2	141
D.6	Marquage	141
D.7	Instructions – Exigences d'installation.....	141
Annexe E (normative) Matrice d'essai de type pour les atmosphères explosives de Division 1 et Division 2.....		143
Bibliographie.....		145

Figure 1 – Essai d'inflammabilité.....	98
Figure 2 – Exemple d'essai de choc à température ambiante	100
Figure 3 – Exemple d'essai de choc à température minimale	101
Figure 4 – Essai de pliage à froid.....	103
Figure 5 – Résistance des composants intégrés à l'essai à l'eau	104
Figure 6 – Vérification de la puissance assignée.....	106
Figure 7 – Température maximale de la gaine avec la méthode fondée sur la classification des produits.....	110
Figure 8 – Vérification des températures de la gaine par le profil des tuyaux	112
Figure 9 – Vérification de la température de la gaine, essai de plaque	116
Figure 10 – Vérification de la température de la gaine – essai de plaque avec échantillon en spirale	117
Figure 11 – Essai de plaque avec croisement de deux échantillons	118
Figure 12 – Essai de plaque avec croisement d'un échantillon unique	119
Figure C.1 – Conditions d'équilibre pour le maintien de l'objet	131
Figure C.2 – Conditions d'équilibre pour l'évaluation des limites supérieures	132
Tableau 1 – Application ou exclusion d'articles spécifiques de l'IEC 60079-0	79
Tableau 2 – Conditions de conception de température de la gaine en fonction des niveaux de protection du matériel – Approche de conception stabilisée	94
Tableau 3 – Conditions de conception de température de la gaine en fonction des niveaux de protection du matériel (EPL) – Méthode de conception avec régulation	95
Tableau 4 – Tensions d'essai pour l'essai diélectrique	96
Tableau A.1 – Détermination des échantillons d'essai.....	125
Tableau B.1 – Relevé d'installation de la résistance de traçage – Exemple	127
Tableau D.1 – Systèmes de traçage par division.....	139
Tableau D.2 – Conditions de calcul de température de la gaine – Méthode de conception stabilisée	140
Tableau D.3 – Conditions de calcul de température de la gaine – Avec dispositif de contrôle de température.....	140
Tableau E.1 – Essais applicables de résistance de traçage et de bandes et panneaux de traçage en fonction de l'emplacement d'installation	143
Tableau E.2 – Essais applicables pour les composants intégrés avec résistances de traçage et bandes et panneaux de traçage	144

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES –

Partie 30-1: Traçage par résistance électrique – Exigences générales et d'essais

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.

Les normes de l'IEEE sont élaborées par les Sociétés de l'IEEE, ainsi que par les Comités de coordination des normes du Conseil de normalisation de l'IEEE Standards Association (IEEE-SA). Ces normes sont l'aboutissement d'un consensus, soumis à l'approbation de l'Institut national américain de normalisation, qui rassemble des bénévoles représentant divers points de vue et intérêts. Les participants bénévoles ne sont pas nécessairement membres de l'IEEE et leur intervention n'est pas rétribuée. Si l'IEEE administre le déroulement de cette procédure et définit les règles destinées à favoriser l'équité du consensus, l'IEEE lui-même n'évalue pas, ne teste pas et ne vérifie pas l'exactitude de toute information contenue dans ses normes. L'utilisation de normes de l'IEEE est entièrement volontaire. Les documents de l'IEEE sont disponibles à des fins d'utilisation, à condition d'être assortis d'avis importants et de clauses de non-responsabilité (voir <http://standards.ieee.org/IPR/disclaimers.html> pour de plus amples informations).

L'IEC travaille en étroite collaboration avec l'IEEE, selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations. Cette norme internationale double logo a été élaborée conjointement par l'IEC et l'IEEE, conformément aux dispositions de cet accord.

- 2) Les décisions officielles 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. Une fois le consensus établi entre les Sociétés de l'IEEE et les Comités de coordination des normes, les décisions officielles de l'IEEE relatives aux questions techniques sont déterminées en fonction du vote exprimé par un groupe à la composition équilibrée, composé de parties intéressées qui manifestent leur intérêt pour la révision des normes proposées. L'approbation finale de la norme de l'IEEE est soumise au Conseil de normalisation de l'IEEE Standards Association (IEEE-SA).
- 3) Les Publications IEC/IEEE se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC/Sociétés de l'IEEE. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin de s'assurer de l'exactitude du contenu technique des Publications IEC/IEEE; l'IEC ou l'IEEE ne peuvent pas être tenus responsables 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 (y compris les Publications IEC/IEEE) dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications IEC/IEEE et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC et l'IEEE eux-mêmes ne fournissent 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 et l'IEEE ne sont responsables 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 ou à l'IEEE, 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, ou les bénévoles des Sociétés de l'IEEE et des Comités de coordination des normes du Conseil de normalisation de l'IEEE Standards Association (IEEE-SA), 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 IEC/IEEE ou toute autre publication de l'IEC ou de l'IEEE, 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 fait que la mise en application de cette Publication IEC/IEEE peut requérir l'utilisation de matériels protégés par des droits de brevet. En publiant cette norme, aucun parti n'est pris concernant l'existence ou la validité de droits de brevet y afférents. Ni l'IEC ni l'IEEE ne peuvent être tenus d'identifier les revendications de brevet essentielles pour lesquelles une autorisation peut s'avérer nécessaire, d'effectuer des recherches sur la validité juridique ou l'étendue des revendications des brevets, ou de déterminer le caractère raisonnable ou non discriminatoire des termes ou conditions d'autorisation énoncés dans le cadre d'un Certificat d'assurance, lorsque la demande d'un tel certificat a été formulée, ou contenus dans tout accord d'autorisation. Les utilisateurs de cette norme sont expressément informés du fait que la détermination de la validité de tous droits de propriété industrielle, ainsi que les risques qu'impliquent la violation de ces droits, relèvent entièrement de leur seule responsabilité.

La Norme internationale IEC/IEEE 60079-30-1 a été établie par le comité d'études 31 de l'IEC: Équipements pour atmosphères explosives, en coopération avec le Petroleum & Chemical Industry Committee (comité de l'industrie pétrolière et chimique) de l'IAS (Industrial Applications Society, société des applications industrielles) de l'IEEE selon l'accord double logo IEC/IEEE.

La présente publication est une norme double logo IEC/IEEE.

NOTE Une liste des participants IEEE peut être consultée à l'adresse universelle suivante: (à fournir préalablement à la publication).

Cette première édition annule et remplace la première édition de l'IEC 60079-30-1 parue en 2007. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes, hormis la révision générale et la mise à jour de la première édition de l'IEC 60079-30-1 et de l'harmonisation avec la norme IEEE 515, par rapport à l'édition précédente:

- inclusion d'un essai de choc à température minimale;
- addition d'une procédure mécanique dans l'essai de stabilité thermique;
- inclusion d'un essai des performances thermiques pour remplacer les exigences de sécurité thermique;
- inclusion d'une seconde procédure utilisant un appareil à plaque pour déterminer la température de la gaine;
- inclusion d'un essai aux ultraviolets et de condensation;
- révision et extension significative des exigences de documentation;
- addition des Annexes couvrant les exigences des divisions 1 et 2;
- addition d'un tableau couvrant l'applicabilité des exigences de l'IEC 60079-0;
- addition d'une Annexe couvrant la méthode de vérification de la conception des résistances de traçage (auparavant abordée dans l'IEC 60079-30-2);
- harmonisation de la présente édition avec plusieurs normes nationales.

L'importance des modifications entre l'IEC 60079-30-1. Édition 1.0 (2007) et l'IEC/IEEE 60079-30-1, Édition 2.0 (2014) est indiquée ci-dessous:

		Type		
Modifications	Article	Modifications mineures et rédactionnelles	Extension	Modifications techniques majeures
Addition d'une clarification de l'exclusion des niveaux de protection du matériel (EPL) Ga et Da	1	X		
Addition des exigences pour la méthode de classement des emplacements par division qui peut être appliquée par certains utilisateurs	1		X	
Addition d'un tableau spécifiant l'application ou l'exclusion d'articles spécifiques de l'IEC 60079-0 Édition 6	1	X		
Pour les conceptions stabilisées, une clarification de la nécessité de procéder à une vérification par des essais et addition d'un tableau pour les exigences spécifiques	4.5.2	X		
Pour les conceptions avec régulation, une clarification de la nécessité de procéder à une vérification par des essais et addition d'un tableau pour les exigences spécifiques	4.5.3	X		
Pour les conceptions avec régulation, des clarifications et des additions relatives aux exigences séparées pour Gb/Db et Gc/Dc	4.5.3		X	
Les exigences d'étalonnage du montage d'essai d'inflammabilité sont remplacées par des exigences équivalentes pour les niveaux d'énergie des gaz d'essai	5.1.4	X		
Addition d'un essai de choc à température minimale	5.1.5			C1
Pour la stabilité thermique, addition d'une exigence de flexion d'un mandrin	5.1.11			C1
Remplacement de la procédure de sécurité thermique par une procédure de performances thermiques	5.1.12			C2
Addition d'une seconde procédure utilisant un appareil à plaque pour la méthode des systèmes de détermination de la température maximale de la gaine	5.1.13.2			C3
Addition d'un essai d'exposition en site naturel	5.1.16			C4
Exigences modifiées pour le marquage de la température minimale d'installation	6.1			C5
Addition de nouvelles exigences de marquage pour les composants assemblés sur site	6.2			C5
Additions et modifications des exigences de documentation	7			C5
Addition de l'Annexe	Annexe A	X		
Addition de l'Annexe	Annexe B	X		
Addition de l'Annexe spécifiant la méthode de vérification de la conception du traçage, issue de l'IEC 60079-30-2	Annexe C			C6
Addition de l'Annexe relative à la méthode de classement des emplacements par division qui peut être appliquée par certains utilisateurs	Annexe D		X	
Addition de l'Annexe relative à la méthode de classement des emplacements par division qui peut être appliquée par certains utilisateurs	Annexe E		X	

NOTE Les modifications techniques désignées incluent l'importance des modifications techniques dans la version révisée de la Norme IEC, mais il ne s'agit pas d'une liste exhaustive de toutes les modifications apportées à la version précédente.

Explications:

A) Définitions

Modifications mineures et rédactionnelles

clarification
réduction des exigences techniques
modification technique mineure
corrections rédactionnelles

Ces modifications portent sur les exigences et sont de nature rédactionnelle ou technique mineure. Elles comprennent des modifications de formulation destinées à clarifier les exigences techniques sans apporter de modification technique ni réduire le niveau actuel de l'exigence.

Extension addition d'options techniques

Ces modifications ajoutent de nouvelles exigences techniques ou modifient les exigences techniques existantes, de manière à fournir de nouvelles options sans toutefois augmenter les niveaux d'exigences pour tout matériel qui était totalement conforme à la norme précédente. Par conséquent, ces modifications ne devront pas être prises en compte dans le cas de produits conformes à l'édition précédente.

Modifications techniques majeures

addition d'exigences techniques
augmentation des exigences techniques

Ces modifications sont apportées aux exigences techniques (addition, augmentation du niveau ou suppression) de telle manière qu'un produit conforme à l'édition précédente ne pourra pas toujours satisfaire aux exigences indiquées dans la dernière édition. Ces modifications sont à prendre en compte pour les produits conformes à l'édition précédente. Des informations supplémentaires relatives à ces modifications sont données à l'Article B) ci-dessous.

NOTE Ces modifications représentent les connaissances technologiques actuelles. Toutefois, il convient qu'elles n'aient aucune influence sur le matériel déjà présent sur le marché.

B) Informations relatives aux origines des "modifications techniques majeures"

C1 – Les exigences relatives aux essais mécaniques supplémentaires ont été incluses pour l'harmonisation et pour la sécurité ajoutée.

C2 – Les exigences relatives aux performances thermiques ont été incluses pour reconnaître la nécessité de la stabilité thermique des produits dans des atmosphères explosives.

C3 – Une seconde procédure utilisant un appareil à plaque a été incluse pour déterminer la température de la gaine, qui peut se substituer à la partie de 5.1.13.4.2 concernant la vérification de la température de la gaine.

C4 – Un essai d'exposition en site naturel a été ajouté pour couvrir les produits qui peuvent être exposés au soleil et à l'humidité dans le cadre de l'application prévue.

C5 – Des exigences de marquage et de documentation supplémentaires ont été ajoutées pour donner des informations complémentaires à l'utilisateur final.

C6 – La méthode de vérification de la conception du traçage a été ajoutée pour satisfaire aux exigences d'évaluation de la conception stabilisée et des méthodes de conception avec régulation de la détermination de la température maximale de la gaine.

La présente version bilingue (2018-04) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2015-09.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 31/1191/FDIS et 31/1201/RVD.

Le rapport de vote 31/1201/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Les Normes internationales sont rédigées selon les Directives ISO/IEC Partie 2.

La présente norme doit être utilisée conjointement avec l'IEC/IEEE 60079-30-2:2015, *Atmosphères explosives – Partie 30-2: Traçage par résistance électrique – Guide d'application pour la conception, l'installation et la maintenance*.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60079, publiées sous le titre général *Atmosphères explosives*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

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

INTRODUCTION

L'IEC/IEEE 60079-30-1 a pour but de fournir une présentation globale des exigences générales et des essais adaptés aux équipements électriques de chauffage de surface utilisés en atmosphères explosives. Les exigences de la présente partie de l'IEC 60079 sont considérées comme étant les exigences minimales relatives aux niveaux de protection du matériel Gb, Gc, Db et Dc en atmosphères explosives pour les gaz, les poussières et les fibres/ particules en suspension dans l'air. Alors qu'une partie de ce travail existe déjà sous forme de normes nationales ou internationales, la présente norme a réuni la plupart des travaux existants tout en y introduisant un apport considérable. La présente norme contient également les exigences minimales pour les utilisateurs appliquant la méthode de classement des emplacements par division.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC/IEEE 60079-30-1:2015

ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES –

Partie 30-1: Traçage par résistance électrique – Exigences générales et d'essais

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60079 spécifie les exigences générales et d'essai des résistances électriques de traçage pour une application en atmosphères explosives, à l'exclusion de celles pour les EPL Ga et Da. La présente norme s'applique aux résistances de traçage composées d'unités assemblées en usine ou sur site (site d'exploitation) et qui peuvent être des résistances de traçage en série, des résistances de traçage en parallèle, des bandes de traçage ou des panneaux de traçage qui ont été assemblés et/ou équipés de terminaisons conformément aux instructions du constructeur.

La présente norme comprend aussi des exigences concernant les ensembles de terminaisons et les méthodes de contrôle appliquées aux systèmes de traçage. Les atmosphères explosives désignées dans la présente norme sont celles définies dans l'IEC 60079-10-1 et l'IEC 60079-10-2.

Les Annexes D et E présentent l'application de la présente norme pour les utilisateurs qui appliquent la méthode de classement des emplacements par division.

La présente norme complète et modifie les exigences générales de l'IEC 60079-0, sauf pour ce qui est indiqué au Tableau 1. Lorsqu'une exigence de la présente norme est en conflit avec une exigence de l'IEC 60079-0, l'exigence de la présente norme prévaut.

Tableau 1 – Application ou exclusion d'articles spécifiques de l'IEC 60079-0

IEC 60079-0		Résistances électriques de traçage et composants intégrés		Terminaisons en tant que composants séparés
Éd. 6,0 (2011) (informative)	Article/Paragraphe (normative)	Groupe I et Groupe II	Groupe III	
1	Domaine d'application	S'applique	S'applique	S'applique
2	Références normatives	S'applique	S'applique	S'applique
3	Termes et définitions	S'applique, sauf la température ambiante, voir 3.1	S'applique, sauf la température ambiante, voir 3.1	S'applique, sauf la température ambiante, voir 3.1
4	Groupe d'appareils	S'applique	S'applique	S'applique
4.1	Groupe I	S'applique	Exclu	S'applique
4.2	Groupe II	S'applique, toujours IIC	Exclu	S'applique
4.3	Groupe III	Exclu	S'applique, outre l'isolation thermique uniquement, toujours IIIC	S'applique, outre l'isolation thermique uniquement
4.4	Appareil pour une atmosphère explosive particulière	Exclu	Exclu	S'applique
5.1	Influences environnementales	S'applique	S'applique	S'applique

IEC 60079-0		Résistances électriques de traçage et composants intégrés		Terminaisons en tant que composants séparés
Éd. 6,0 (2011) (informative)	Article/Paragraphe (normative)	Groupe I et Groupe II	Groupe III	
5.1.1	Température ambiante	Remplacé par 6.1e)	Remplacé par 6.1e)	S'applique, voir 3.1
5.1.2	Source externe de chaleur ou de refroidissement	S'applique	S'applique	S'applique
5.2	Température de service	Modifié	Modifié	S'applique
5.3.1	Détermination de la température maximale de surface	Remplacé par 4.5 conjointement avec 5.1.13.3	Remplacé par 4.5 conjointement avec 5.1.13 uniquement lorsque soumis à essai conformément à 5.1.13.3.	S'applique
5.3.2.1	Appareil électrique du Groupe I	S'applique	Exclu	S'applique
5.3.2.2	Appareil électrique du Groupe II	S'applique	Exclu	S'applique
5.3.2.3.1	Appareil électrique du Groupe III, température maximale de surface déterminée sans couche de poussière	Exclue	S'applique, lorsque les températures maximales de la gaine déterminées par l'IEC / IEEE 60079-30-1 sont utilisées à la place de la méthode de détermination de la température de l'IEC 60079-0.	S'applique
5.3.2.3.2	Appareil électrique du Groupe III, température maximale de surface déterminée en considérant des couches de poussière	Exclu	S'applique, lorsque la température maximale de la gaine est déterminée uniquement pour les surfaces spécifiées comme étant exposées à des couches de poussières combustibles. Ne s'applique pas pour les résistances de traçage spécifiées comme étant couvertes par l'isolation thermique.	S'applique
5.3.3	Température des petits composants des matériels électriques du Groupe I ou du Groupe II	Exclu	Exclu	S'applique
6.1	Exigences pour tous les appareils électriques - Généralités	S'applique	S'applique	S'applique

IEC 60079-0		Résistances électriques de traçage et composants intégrés		Terminaisons en tant que composants séparés
Éd. 6,0 (2011) (informative)	Article/Paragraphe (normative)	Groupe I et Groupe II	Groupe III	
6.2	Résistance mécanique de l'appareil	Remplacé par 4.2	Remplacé par 4.2	En cas de contact direct avec la résistance de traçage, peut être remplacé par 4.2
6.3	Temps d'ouverture	Exclu	Exclu	S'applique
6.4	Courants de circulation dans les enveloppes (par exemple, de machines électriques de grandes dimensions)	Exclu	Exclu	Exclu
6.5	Maintien des garnitures d'étanchéité	Exclu	Exclu	S'applique
6.6	Appareil émettant une énergie rayonnée électromagnétique ou ultrasonique	Exclu	Exclu	S'applique
7.1.1	Enveloppes non métalliques et parties non métalliques d'enveloppes – Applicabilité	Remplacé par le dernier alinéa de 4.1	Remplacé par le dernier alinéa de 4.1	S'applique
7.1.2.1	Spécification des matériaux, Généralités	Remplacé par le dernier alinéa de 4.1	Remplacé par le dernier alinéa de 4.1	S'applique
7.1.2.2	Spécification des matériaux, matières plastiques	Remplacé par le dernier alinéa de 4.1	Remplacé par le dernier alinéa de 4.1	S'applique
7.1.2.3	Élastomères	Remplacé par le dernier alinéa de 4.1	Remplacé par le dernier alinéa de 4.1	S'applique
7.2	Endurance thermique	Remplacé par les exigences et les essais de la présente norme	Remplacé par les exigences et les essais de la présente norme	S'applique
7.3	Résistance à la lumière	Remplacé par 5.1.16 pour les résistances de traçage et les composants intégrés spécifiés pour l'exposition en site naturel	Remplacé par 5.1.16 pour les résistances de traçage et les composants intégrés spécifiés pour l'exposition en site naturel	S'applique
7.4.1	Charges électrostatiques des matériaux externes non métalliques, Applicabilité	Exclu	Exclu	S'applique
7.4.2	Évitement du développement d'une charge électrostatique sur les appareils électriques du Groupe I ou du Groupe II	Exclu	Exclu	S'applique
7.4.3	Évitement du développement d'une charge électrostatique sur un appareil du Groupe III	Exclu	Exclu	S'applique
7.5	Parties métalliques accessibles	Exclu	Exclu	S'applique
8.1	Composition des matériaux	Exclu	Exclu	S'applique
8.2	Groupe I	Exclu	Exclu	S'applique
8.3	Groupe II	Exclu	Exclu	S'applique
8.4	Groupe III	Exclu	Exclu	S'applique

IEC 60079-0		Résistances électriques de traçage et composants intégrés		Terminaisons en tant que composants séparés
Éd. 6,0 (2011) (informative)	Article/Paragraphe (normative)	Groupe I et Groupe II	Groupe III	
9	Fermetures	Exclu	Exclu	S'applique
10	Dispositifs de verrouillage	Exclu	Exclu	S'applique
11	Traversées	Exclu	Exclu	S'applique
12	Matériaux utilisés pour les scellements	Remplacé par le dernier alinéa de 4.1	Remplacé par le dernier alinéa de 4.1	S'applique
13	Composants Ex	S'applique	S'applique	S'applique
14	Éléments de raccordement et logements de raccordement	Couvert par les exigences de la présente norme	Couvert par les exigences de la présente norme	S'applique
15	Éléments de raccordement des conducteurs de mise à la terre ou de liaison équipotentielle	Remplacé par 5.1.15	Remplacé par 5.1.15	S'applique
16	Entrées dans les enveloppes	Exclu	Exclu	S'applique
17	Exigences complémentaires pour machines électriques tournantes	Exclu	Exclu	Exclue
18	Exigences complémentaires pour appareillage de connexion	Exclu	Exclu	Exclu
19	Exigences complémentaires pour coupe-circuits à fusibles	Exclu	Exclu	S'applique
20	Exigences complémentaires pour les prises de courant et les connecteurs	Exclu	Exclu	S'applique
21	Exigences complémentaires pour les luminaires	Exclu	Exclu	Exclu
22	Exigences complémentaires pour lampes-chapeaux et lampes à main	Exclu	Exclu	Exclu
23	Appareil incorporant des éléments et des batteries	Exclu	Exclu	S'applique
24	Documentation	S'applique	S'applique	S'applique
25	Conformité du prototype ou de l'échantillon avec les documents	S'applique	S'applique	S'applique
26.1	Généralités	S'applique	S'applique	S'applique
26.2	Configuration d'essai	S'applique	S'applique	S'applique
26.3	Essais en présence de mélanges d'essais explosifs	Exclu	Exclu	S'applique
26.4	Essais des enveloppes	Exclu	Exclu	S'applique
26.4.1	Ordre des essais	Exclu	Exclu	S'applique
26.4.1.1	Enveloppes métalliques, parties métalliques d'enveloppes et parties en verre d'enveloppes	Exclu	Exclu	S'applique
26.4.1.2	Enveloppes non métalliques ou parties non métalliques d'enveloppes	Exclu	Exclu	S'applique

IEC 60079-0		Résistances électriques de traçage et composants intégrés		Terminaisons en tant que composants séparés
Éd. 6,0 (2011) (informative)	Article/Paragraphe (normative)	Groupe I et Groupe II	Groupe III	
26.4.2	Résistance au choc mécanique	Remplacé par 5.1.5	Remplacé par 5.1.5	S'applique
26.4.3	Essai de chute	Exclu	Exclu	Exclu
26.4.4	Critères d'acceptation	Remplacé par 5.1.5	Remplacé par 5.1.5	S'applique
26.4.5	Degré de protection par les enveloppes	Remplacé par 5.1.8 et/ou 5.1.9	Remplacé par 5.1.8 et/ou 5.1.9.	S'applique
26.5	Essais thermiques	Modifié	Modifié	S'applique
26.5.1	Mesure de la température	Remplacé par 5.1.13	Remplacé par 5.1.13	S'applique
26.5.2	Essai de choc thermique	Exclu	Exclu	S'applique
26.5.3	Essai d'inflammabilité de petits composants	Exclu	Exclu	S'applique
26.6	Essai de rotation pour les traversées	Exclu	Exclu	S'applique
26.7	Enveloppes non métalliques ou parties non métalliques d'enveloppes	Exclu	Exclu	S'applique
26.8	Endurance thermique à la chaleur	Remplacé par 5.1.11	Remplacé par 5.1.11	S'applique
26.9	Endurance thermique au froid	Remplacé par 5.1.7	Remplacé par 5.1.7	S'applique
26.10	Résistance à la lumière	Remplacé par 5.1.16 pour les résistances de traçage et les composants intégrés spécifiés pour l'exposition en site naturel	Remplacé par 5.1.16 pour les résistances de traçage et les composants intégrés spécifiés pour l'exposition en site naturel	S'applique
26.11	Résistance aux agents chimiques de l'appareil électrique du Groupe I	S'applique pour le Groupe I	Exclu	S'applique
26.12	Continuité de terre	Exclu	Exclu	S'applique
26.13	Vérification de la résistance de surface de parties d'enveloppes en matériaux non métalliques	Exclu	Exclu	S'applique
26.14	Mesure de la capacité	Exclu	Exclu	S'applique
26.15	Vérification des caractéristiques assignées des ventilateurs d'aération	Exclu	Exclu	Exclu
26.16	Qualification alternative pour les joints toriques d'étanchéité en élastomère	Exclu	Exclu	S'applique
27	Essais individuels	S'applique	S'applique	S'applique
28	Responsabilité du constructeur	S'applique	S'applique	S'applique
29	Marquage	Modifié	Modifié	S'applique
30	Instructions	Modifié	Modifié	S'applique

IEC 60079-0		Résistances électriques de traçage et composants intégrés		Terminaisons en tant que composants séparés
Éd. 6,0 (2011) (informative)	Article/Paragraphe (normative)	Groupe I et Groupe II	Groupe III	
Annexe A	Exigences complémentaires pour les entrées de câbles Ex	Exclu	Exclu	S'applique
Annexe B	Exigences pour les composants Ex	Exclu	Exclu	S'applique
Annexe C	Exemple de dispositif pour l'essai de résistance au choc mécanique	Remplacé par 5.1.5	Remplacé par 5.1.5	S'applique
Annexe D	Moteurs alimentés par des convertisseurs	Exclu	Exclue	Exclu
Annexe E	Essais d'échauffement des machines électriques tournantes	Exclu	Exclu	Exclu
Annexe F	Organigramme suggéré pour les essais des enveloppes non métalliques ou des parties non métalliques d'enveloppes (26.4)	Exclu	Exclu	S'applique
NOTE 1 Les numéros d'article des trois colonnes de droite du présent tableau se réfèrent à l'IEC/IEEE 60079-30-1				
NOTE 2 Le numéro d'article du tableau ci-dessus est donné à titre informatif uniquement. Les exigences applicables de l'IEC 60079-0 sont identifiées par le titre de l'article, qui est normatif.				
S'applique: cette exigence de l'IEC 60079-0 s'applique sans modification.				
Exclu: cette exigence de l'IEC 60079-0 ne s'applique pas.				
Modifié: cette exigence de l'IEC 60079-0 est modifiée selon les détails de la présente norme.				

2 Références normatives

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

IEC 60050-151:2001, *Vocabulaire Electrotechnique International - Partie 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

IEC 60050-426:2008, *Vocabulaire Electrotechnique International - Partie 426: Matériel pour atmosphères explosives*

IEC 60079-0:2011, *Atmosphères explosives - Partie 0: Matériel - Exigences générales*

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

ISO 4582, *Plastiques – Détermination des changements de coloration et des variations de propriétés après exposition à la lumière du jour sous verre, aux agents atmosphériques ou aux sources lumineuses de laboratoire*

ISO 4892-1, *Plastiques – Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire – Partie 1: Guide général*

ISO 4892-2, *Plastiques – Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire – Partie 2: Lampes à arc au xénon*

ASTM D5025, *Standard specification for laboratory burner used for small-scale burning tests on plastic materials*

ASTM G155, *Standard practice for operating xenon arc light apparatus for exposure of non-metallic materials*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 60079-0, l'IEC 60079-7, l'IEC 60050-151 et l'IEC 60050-426 (sauf modification indiquée dans le présent article), ainsi que les suivants s'appliquent.

NOTE La définition 3.40 est identique à la définition 3.16 de l'IEC 60079-7:2006.

3.1

température ambiante

<traçage>

température du milieu entourant l'objet, y compris la résistance de traçage et toutes les isolations thermiques ou la barrière d'étanchéité qui peuvent être appliquées

3.1.1

température ambiante maximale

température ambiante spécifiée la plus élevée

3.1.2

température ambiante minimale

<traçage>

température ambiante la plus basse à laquelle le traçage par résistance peut fonctionner et satisfaire aux exigences spécifiées (et servant de base aux calculs de perte de chaleur)

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-20]

3.2

circuit de branchement

partie du câblage située entre le dispositif de protection contre les surintensités du circuit et les résistances de traçage

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-02]

3.3

connexions (terminaisons)

3.3.1

connexion froide

conducteur(s) isolé(s) électriquement utilisé(s) pour connecter une résistance de traçage à la branche du circuit et conçu(s) de telle sorte qu'il(s) ne peu(ven)t produire un échauffement significatif

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-03]

3.3.2

connecteur d'extrémité

borne susceptible de produire de la chaleur, appliquée à l'extrémité d'une résistance de traçage du côté opposé à l'alimentation

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-04]

3.3.3

connecteur d'alimentation

borne appliquée à l'extrémité d'une résistance de traçage du côté de l'alimentation

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-05]

3.3.4

té

connexion électrique des résistances de traçage, en série ou en parallèle, permettant de réaliser un branchement ou un circuit de branchement

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-06, modifiée ("raccordement en T ou en Y" remplacé par "un branchement ou un circuit de branchement")]

3.4

conception avec régulation

concept selon lequel le point de consigne du régulateur thermique ou du dispositif de limitation de la température applicable permet d'établir la température maximale de la gaine

3.5

tronçon mort

<traçage>

segment d'un conduit de procédé séparé du chemin normal de circulation afin de fournir une référence de perte de chaleur

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-07]

3.6

charge théorique

puissance minimale qui répond aux exigences de conception, dans les conditions défavorables spécifiées (température ambiante minimale et vitesse maximale du vent), après que les tolérances de tension et de résistance et que le facteur de sécurité approprié ont été pris en considération

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-08]

3.7

revêtement électriquement conducteur

gaine métallique, tresse de métal ou autre matériau conducteur

3.8

fabriqué en usine

<traçage>

assemblé en unité ou ensemble, comprenant les connexions et bornes nécessaires

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-09]

3.9

assemblé sur site

<trçage>

livré en vrac avec des composants de bornes à assembler sur site

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-10]

3.10

perte de chaleur

flux d'énergie émis par un tuyau, une cuve ou un équipement vers son environnement

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-11]

3.11

dissipateur thermique

pièce servant à évacuer la chaleur d'un objet, par conduction et dissipation

Note 1 à l'article: Les dissipateurs thermiques types sont notamment les épanouissements de tuyaux, les supports de tuyaux et les éléments de masse élevée tels que les actionneurs de vanne ou les corps de pompe.

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-12]

3.12

aides au transfert de chaleur

matériaux thermiquement conducteurs, tels que les feuilles métalliques ou les composants de transfert de chaleur, servant à augmenter l'efficacité du transfert de chaleur entre les résistances de trçage et l'objet

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-13]

3.13

température maximale

température la plus élevée admissible pour le système comprenant le système de chauffage, de trçage, le fluide et la tuyauterie

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-16, modifiée (addition de "trçage")]

3.14

composants intégrés

composants de type terminaisons thermorétractables, connexions froides, joints d'extrémité moulés ou épissures, qui peuvent épouser la forme générale de la résistance de trçage et qui sont exposés aux mêmes conditions d'environnement (sous isolation thermique, par exemple) que la résistance de trçage, n'étant pas censés être réutilisés en cas de réparation ou de modification et qui peuvent être fabriqués en usine ou assemblés sur site

3.15

température maximale d'exposition continue (résistance de trçage non alimentée)

température continue admissible la plus élevée à laquelle le système de trçage peut être exposé, selon les déclarations du constructeur

3.16

température maximale de maintien/température maximale de fonctionnement continu (résistance de trçage alimentée)

température maximale spécifiée de l'objet, à laquelle la résistance de trçage fonctionne en continu selon les déclarations du constructeur

3.17

température maximale d'exposition intermittente (résistance de traçage alimentée ou non alimentée)

température intermittente admissible la plus élevée à laquelle la résistance de traçage peut être exposée, selon les déclarations du constructeur

3.18

température de maintien

température spécifiée d'un objet ou d'un procédé que les résistances de traçage doivent être capables de maintenir

3.19

température maximale de la gaine

température maximale du revêtement le plus extérieur d'une résistance de traçage

3.20

température maximale de tenue

température maximale de service ou d'exposition qui n'a aucun effet défavorable sur la stabilité thermique de la résistance de traçage et ses composants

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-18]

3.21

température minimale d'installation

température minimale à laquelle le système de traçage peut être manipulé et installé

3.22

résistance de traçage à isolation minérale

résistance de traçage à gaine métallique et isolation minérale contenant en général un ou plusieurs conducteurs chauffants

3.23

tension de service

tension réelle appliquée à la résistance de traçage lorsqu'elle est en service

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-21]

3.24

exposition en site naturel

exposition à des conditions extérieures de lumière ultraviolette et d'humidité

3.25

gaine de protection externe

couche continue de matériau appliquée à l'extérieur du revêtement électriquement conducteur dans le but d'assurer une protection contre la corrosion

3.26

résistance(s) de traçage en parallèle

éléments chauffants raccordés en parallèle, en continu ou par zones, de sorte que la puissance par unité de longueur est maintenue, indépendamment de toute modification de la longueur pour le type continu ou quel que soit le nombre de zones

3.27

densité de puissance

puissance de sortie exprimée en watts par longueur linéaire ou en watts par unité de surface

3.28

puissance nominale

puissance totale, puissance par unité de longueur ou de surface d'une résistance de traçage, à la tension, la température, la longueur ou la surface assignées

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-24, modifiée (suppression de "généralement exprimée en watts par mètre ou en watts par mètre carré")]

3.29

tension nominale

<traçage>

tension assignée par le constructeur à laquelle les caractéristiques de fonctionnement et de performance des résistances de traçage se réfèrent

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-25, modifiée (addition de "assignée par le constructeur")]

3.30

résistance(s) de traçage en série

éléments de traçage électriquement connectés en série avec un chemin électrique unique et ayant une résistance spécifique à une température donnée, pour une longueur donnée

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-26]

3.31

gaine

<traçage>

revêtement externe continu et uniforme en matériau métallique ou non métallique contenant la bande ou le câble de traçage et assurant la protection du câble contre les influences de l'environnement (corrosion, humidité, etc.)

Note 1 à l'article: Voir "gaine de protection externe", 3.25.

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-26, modifiée (addition de la Note 1 à l'article)]

3.32

température de la gaine

<traçage>

température du revêtement continu externe susceptible d'être exposé à l'atmosphère environnante

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-28]

3.33

conception stabilisée

concept selon lequel la température de la résistance de traçage est, par conception et par utilisation, stabilisée en dessous de la température maximale, dans les conditions les plus défavorables, sans nécessiter de système de protection pour limiter la température

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-29]

3.34

courant de démarrage

réponse en courant dans une résistance de traçage après sa mise sous tension

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-30, modifiée ("dès la mise sous tension" remplacé par "après sa mise sous tension")]

3.35

documentation du système

<trçage>

informations préparées par le constructeur pour permettre la bonne compréhension, l'installation et l'utilisation en toute sécurité du système de trçage

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-31]

3.36

dispositif de contrôle de température

dispositif servant à maintenir la température dans la gamme de température spécifiée

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-33]

3.37

régulateur thermique

instrument ou combinaison d'instruments comprenant des moyens pour détecter la température et pour contrôler la puissance appliquée à la résistance de trçage

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-34]

3.38

dispositif de limitation de la température

dispositif de sécurité servant à couper l'alimentation de la résistance de trçage avant que la température de surface maximale spécifiée ne soit dépassée

3.39

capteur de température

dispositif conçu pour réagir à la température en fournissant un signal électrique ou une action mécanique

3.40

isolation thermique

matériau comportant des poches remplies d'air ou de gaz, des espaces vides ou des surfaces thermoréfléchissantes, qui, lorsqu'il est correctement appliqué, retarde le transfert de chaleur

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-36]

3.41

résistance de trçage

dispositif conçu dans le but de produire de la chaleur sur le principe d'une résistance électrique et composé généralement d'un ou de plusieurs conducteurs métalliques ou d'un matériau électriquement conducteur, doté d'une isolation électrique et d'une protection appropriées

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-37]

3.42

bande de trçage

résistance de trçage comprenant des éléments connectés en série ou en parallèle suffisamment flexibles pour épouser la forme de la surface à chauffer

3.43

panneau de trçage

résistance de trçage non flexible comprenant des éléments connectés en série ou en parallèle fabriqués pour épouser la forme générale de la surface à chauffer

3.44

unité de traçage (ensemble de traçage)

résistance de traçage en série, résistance de traçage en parallèle, bande ou panneau de traçage possédant les terminaisons adéquates conformément aux instructions du constructeur

3.45

traçage

utilisation de résistances, de bandes, de panneaux de traçage et de composants de support, servant à augmenter ou maintenir la température du contenu des tuyauteries, des réservoirs et des équipements associés

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-39, modifiée (suppression de "appliquées en externe")]

3.46

système de traçage

utilisation du traçage, y compris toute la documentation nécessaire relative à la conception et à l'installation

3.47

rapport de traçage

rapport de la longueur de la résistance de traçage sur la longueur du tuyau

3.48

barrière d'étanchéité

matériau qui, lorsqu'il est appliqué à la surface externe d'une isolation thermique, la protège de l'eau ou de tout autre liquide, des dommages physiques provoqués par le grésil, le vent ou un mauvais traitement mécanique ainsi que de la détérioration résultant du rayonnement solaire ou de la pollution atmosphérique

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-40, modifiée ("gel" remplacé par "grésil")]

3.49

objet

<traçage>

objet sur lequel une résistance de traçage est appliquée

Note 1 à l'article: Parmi les exemples figurent notamment les équipements de régulation de procédés tels que les tuyauteries, les cuves, les réservoirs, les vannes, les instruments et équipements similaires.

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-20-41, modifiée (addition de la Note 1 à l'article)]

4 Exigences générales

4.1 Généralités

Les exigences de la présente norme confirment que le traçage par résistance électrique dans le domaine d'application de la présente norme a été conçu et défini de manière à valider les performances électriques, thermiques, mécaniques, de durabilité et de fiabilité.

Les résistances électriques de traçage et les composants intégrés doivent satisfaire aux exigences ou être exclus de l'IEC 60079-0 (voir Tableau 1).

Les résistances de traçage doivent être dotées d'un revêtement électriquement conducteur réparti uniformément, qui doit recouvrir au moins 70 % de la surface. Les bandes et les panneaux de traçage doivent être construits de sorte que le revêtement électriquement conducteur doit se trouver à l'opposé de la surface à chauffer. Le revêtement électriquement

conducteur doit être utilisable dans la ou les atmosphères particulières ou être doté d'une gaine de protection externe non métallique appropriée. Le constructeur doit déclarer la température maximale de tenue en degrés Celsius. Les matériaux utilisés dans la résistance de traçage et les composants intégrés doivent supporter une température non inférieure à la température maximale de tenue de +20 K déclarée par le constructeur, lorsqu'ils sont soumis à essai conformément à 5.1.11. Le constructeur doit fournir la documentation de la spécification des matériaux non métalliques desquels la résistance mécanique et l'isolation électrique dépendent (entre la résistance et d'autres parties conductrices) et qui doit inclure l'identification du type de matériau.

4.2 Résistance mécanique

La résistance mécanique des résistances de traçage doit être déterminée par les essais de 5.1.5, 5.1.6, 5.1.7 et 5.1.11.

Les résistances de traçage qui sont identifiées pour une utilisation uniquement dans les emplacements présentant un faible risque de détérioration mécanique, sont soumises à une charge réduite lors des essais de choc décrits en 5.1.5 et à une force réduite pour l'essai de déformation de 5.1.6, et doivent être clairement repérées comme spécifié en 7.4 e).

Les résistances de traçage peuvent être fournies avec une protection mécanique supplémentaire pour satisfaire aux exigences de la présente norme si elles sont fournies avec un ensemble intégral (préfabriqué), et comportant dans les instructions l'énoncé suivant: "Ce revêtement mécanique ne doit pas être retiré et les résistances de traçage ne doivent pas fonctionner sans le revêtement mécanique en place". Dans ce cas, les essais décrits en 5.1.5 et 5.1.6 doivent être réalisés avec la protection mécanique supplémentaire installée sur la résistance de traçage.

4.3 Terminaisons et connexions

Les terminaisons et connexions peuvent être identifiées comme faisant partie intégrante d'une résistance de traçage ou peuvent être identifiées séparément, en tant que matériel Ex ou composants Ex conformément à l'IEC 60079-0. Les terminaisons et connexions intégrées sont soumises à essai comme partie intégrante d'une unité de traçage représentative (voir 5.1.1).

Les connecteurs électriques fournis avec les composants intégrés doivent être certifiés pour le courant admissible des conducteurs de résistance de traçage déclaré par le constructeur et doivent satisfaire aux autres essais spécifiés dans la présente norme.

Les terminaisons des résistances électriques de traçage identifiées comme des composants séparés doivent être conformes aux exigences d'un ou de plusieurs des modes de protection énumérés dans l'IEC 60079-0 appropriés à l'application, qui peuvent être complétées et modifiées par les exigences de la présente norme. Voir également le Tableau 1.

4.4 Exigences de protection applicables aux circuits de branchement

Les exigences minimales relatives aux systèmes de traçage utilisés en atmosphères explosives sont les suivantes:

- a) moyens d'isoler de l'alimentation tous les conducteurs de phase;
- b) protection contre les surintensités pour chaque circuit de branchement;
- c) moyens de protection contre les défauts à la terre en débranchant tous les conducteurs de phase.
 - 1) Pour les systèmes TT et TN et pour chaque résistance de traçage ou circuit de branchement de résistance de traçage, la protection électrique doit être capable d'interrompre les défauts à la terre à impédance élevée ainsi que les défauts shunt. Cela doit être réalisé par un dispositif de protection contre les défauts à la terre ou un régulateur avec une capacité d'interruption de défaut à la terre utilisée conjointement avec une protection de circuit adaptée. Le niveau de déclenchement préférentiel est

nominalement de 30 mA ou de 30 mA au-dessus de toute caractéristique de fuite capacitive inhérente à la résistance, comme le spécifie le fournisseur de la résistance de traçage.

- 2) Pour les systèmes IT, un dispositif de surveillance de l'isolation électrique doit être installé pour déconnecter l'alimentation chaque fois que la résistance électrique ne dépasse pas 50 Ω/V de tension assignée.

Exception: Lorsque des conditions de maintenance et de supervision assurent que seules des personnes qualifiées entretiennent les systèmes installés, et que le fonctionnement permanent du circuit est nécessaire pour l'exploitation en toute sécurité de l'équipement ou des processus, la détection de défaut à la terre sans interruption est acceptable si l'alarme est déclenchée de manière à assurer une action appropriée.

Les exigences de a), b) et c) peuvent être exécutées par un même dispositif.

NOTE 1 L'application de l'exception ci-dessus est laissée à la discrétion de l'utilisateur final.

NOTE 2 Ces informations sont destinées à accompagner la documentation du produit comme indiqué à l'Article 7.

4.5 Exigences de température

4.5.1 Généralités

Un système de traçage doit être conçu de manière à limiter la température de la gaine des résistances de traçage à une classe de température ou à une température d'inflammabilité, moins 5 K pour les températures inférieures ou égales à 200 °C ou moins 10 K pour les températures supérieures à 200 °C. La température maximale de la gaine de la résistance de traçage doit également être inférieure à la température maximale de tenue.

Les températures maximales de la gaine des résistances de traçage doivent être déterminées pour la bonne application de la résistance. La température de la gaine dépend de la densité de puissance de sortie de la résistance, du coefficient de transfert de chaleur global et de la température de la surface à chauffer.

Cela doit être obtenu par:

- 1) la détermination de la température maximale de la gaine de la résistance de traçage selon la méthode fondée sur la classification des produits conformément à 5.1.13.3;
- 2) une conception stabilisée conformément à 4.5.2; ou
- 3) une conception avec régulation conformément à 4.5.3.

Pour les points 2) et 3) ci-dessus, lorsque plusieurs résistances de traçage (en particulier sur les tuyaux présentant des conditions d'écoulement différentes) sont regroupées en un dispositif de contrôle de température unique, chaque condition de conception doit être analysée.

Les exigences relatives aux équipements prévus pour les installations utilisant la méthode de classement des emplacements par division sont données à l'Annexe D.

4.5.2 Conception stabilisée

La température maximale de la gaine obtenue par conception stabilisée repose sur l'équilibre énergétique entre perte de chaleur et production de chaleur d'un système. L'équilibre énergétique est déterminé par des calculs qui sont fonction des paramètres du système.

Les calculs théoriques, les paramètres du système et les méthodes de conception stabilisée doivent être démontrés par le constructeur à l'organisme de certification en procédant à des comparaisons avec les résultats d'essai de 5.1.13.2. Le Tableau 2 donne les conditions de conception correspondant aux différents niveaux de protection du matériel dans le cadre d'une approche de conception stabilisée.

Les conditions de conception de vent nul, la température ambiante maximale et le coefficient de transfert de chaleur du système doivent être utilisés pour calculer la température maximale de l'objet et la température maximale de la gaine. Les lignes directrices relatives aux calculs théoriques sont données à l'Annexe C.

Tableau 2 – Conditions de conception de température de la gaine en fonction des niveaux de protection du matériel – Approche de conception stabilisée

Élément		EPL Gb/Db	EPL Gc/Dc
Pourcentage de la tension de service		110	110
Température maximale de l'objet pour le calcul		--- ^a	--- ^a
Vitesse maximale du vent pour le calcul		0	0
^a . La température de l'objet (T_{pr} ou T_{pm} , selon la valeur la plus élevée) permet de calculer la température maximale de la gaine (voir Annexe C).			

4.5.3 Conception avec régulation

4.5.3.1 Généralités

La température maximale de la gaine obtenue grâce à la conception avec régulation repose sur la limitation d'énergie déterminée par les régulateurs thermiques ou les dispositifs de limitation. Ces dispositifs de protection de limitation de la température sont à régler à une température ne dépassant pas la température maximale admissible de la gaine correspondant à la classe de température réduite de;

- (1) la différence de température prévue entre le point de consigne du limiteur de température et la température maximale de la gaine de la résistance de traçage, et de
- (2) la valeur spécifiée en 4.5.1.

Trois méthodes de conception avec régulation permettent de limiter la température maximale de la gaine. Ces méthodes ne s'appliquent que lorsque l'objet n'est pas soumis à des sources de chaleur supplémentaires:

- a) Limitation de la température maximale de l'objet. Le capteur de contrôle de la température et/ou le capteur de limiteur de température sont directement installés sur l'objet.
- b) Utilisation d'un limiteur de haute température dont le capteur est fixé sur la résistance de traçage installée sur l'objet. Chaque application exige de corréliser la résistance de traçage spécifique, le niveau de puissance de sortie et les caractéristiques du limiteur/capteur.
- c) Création d'un point chaud artificiel au niveau duquel un capteur de limiteur de haute température est fixé sur la résistance de traçage, elle-même située sur une entretoise d'isolation thermique de l'objet. Chaque application exige de corréliser la résistance de traçage spécifique, le niveau de puissance de sortie, les caractéristiques du limiteur/capteur et l'entretoise d'isolation.

Le constructeur prévoit le décalage ($\Delta T_{\text{décalage}}$) entre la température de la gaine de la résistance de traçage et le point de consigne du dispositif de contrôle de température. Pour les conditions de conception, voir le Tableau 3. Le constructeur doit calculer la température de la gaine en comparant les résultats prévus aux résultats d'essai de 5.1.13.2.

NOTE Pour le calcul de $\Delta T_{\text{décalage}}$ ($= T_{sh} - T_L$), se reporter à l'Annexe C. $\Delta T_{\text{décalage}}$ est la différence de température déterminée de manière empirique entre le capteur et la température maximale réelle de la gaine de la résistance. $\Delta T_{\text{décalage}}$ est fonction des variables telles que la géométrie et la masse de la résistance de traçage et du capteur, la puissance de sortie de la résistance de traçage, le coefficient de transfert de chaleur et l'hystérésis du système de commande.

Tableau 3 – Conditions de conception de température de la gaine en fonction des niveaux de protection du matériel (EPL) – Méthode de conception avec régulation

Élément		EPL Gb/Db	EPL Gc/Dc
Pourcentage de la tension de service		110	110
Température maximale de l'objet pour le calcul		--- ^a	--- ^a ou ^b
Vitesse maximale du vent pour le calcul		0	0
^a . Utiliser le point de consigne du limiteur de température conformément à 4.5.3.2.			
^b . Utiliser le point de consigne du régulateur thermique conformément à 4.5.3.3.			

4.5.3.2 Exigences relatives aux dispositifs de contrôle de température pour les EPL Gb et Db

Un limiteur de température ou dispositif de contrôle analogue doit couper l'alimentation du système afin d'éviter de dépasser la température maximale admissible de la gaine. Tous les dispositifs utilisés pour le contrôle de la température doivent satisfaire aux exigences relatives aux EPL Gb et/ou Db.

De plus, une fonction de limitation de haute température doit:

- 1) fonctionner indépendamment du régulateur thermique;
- 2) couper l'alimentation de la résistance de traçage lorsque le point de consigne du limiteur de haute température est atteint;
- 3) signaler l'activation de la fonction de limitation de haute température;
- 4) comporter une fonction de limite supérieure exigeant un réarmement de l'acquittement;
- 5) procéder au verrouillage mécanique ou électronique du point de consigne de limite supérieure du dispositif, afin d'éviter les accès non autorisés;
- 6) être dotée d'une fonction de sécurité permettant de couper l'alimentation du circuit en cas de dysfonctionnement du capteur de température;
- 7) pouvoir être réinitialisée uniquement après le retour des conditions normales de fonctionnement ou si l'état de commutation est surveillé en continu;
- 8) être évaluée selon un nombre minimum de 100 000 cycles d'endurance lorsque plusieurs dispositifs de contrôle et de limitation sont utilisés.

4.5.3.3 Exigences relatives aux dispositifs de contrôle de température pour les EPL Gc et Dc

Un seul régulateur thermique peut être spécifié, à condition qu'il intègre une fonction d'indication des conditions de panne et qu'il ait été évalué pendant au moins 250 000 cycles de fonctionnement. En variante, des dispositifs de contrôle de température conformes à 4.5.3.2 peuvent être spécifiés.

Si un seul régulateur thermique doté d'une fonction d'indication de panne est spécifié, une surveillance adaptée de ce type d'indication (24 h, par exemple) doit être assurée.

5 Essais

5.1 Essais de type

5.1.1 Généralités

Les dispositions de l'IEC 60079-0 telles que spécifiées dans le Tableau 1 s'appliquent, avec les additions suivantes. Sauf spécification contraire, des échantillons de résistances de traçage d'au moins 3 m de long doivent être sélectionnés pour les essais. Les essais doivent être réalisés à une température comprise entre 10 °C et 40 °C, sauf indication contraire. Les

composants intégrés doivent être soumis aux mêmes essais que la résistance de traçage, sauf indication contraire. Les échantillons d'essai nécessaires aux essais de type sont indiqués à l'Annexe A.

NOTE Comme spécifié dans l'IEC 60079-0, compte tenu des facteurs de sécurité incorporés dans les modes de protection, l'incertitude de mesure inhérente à un équipement de mesure de bonne qualité et régulièrement étalonné est considérée comme n'ayant aucune influence préjudiciable significative, et il n'est pas nécessaire de la prendre en compte lors de l'exécution des mesurages destinés à vérifier la conformité à la présente norme.

5.1.2 Essai diélectrique

L'essai diélectrique doit être réalisé sur les résistances de traçage conformément au Tableau 4, sur un ou des échantillons d'essai préparés comme décrit en 5.1.1.

Tableau 4 – Tensions d'essai pour l'essai diélectrique

Tension assignée	Tension d'essai V en courant alternatif (en valeur efficace)
< 30 V en courant alternatif (en valeur efficace)	500
< 60 V en courant continu	500
≥ 30 V en courant alternatif (en valeur efficace)	$2U + 1\,000$
≥ 60 V en courant continu	$\sqrt{2}U + 1\,000$

La tension d'essai, où U est la tension assignée, doit être appliquée entre les conducteurs et le revêtement électriquement conducteur à une vitesse de montée d'au moins 100 V/s et de 200 V/s au maximum, et être maintenue pendant (60 ± 5) s sans claquage diélectrique. La forme d'onde de la tension d'essai doit être essentiellement sinusoïdale, avec une fréquence comprise entre 45 Hz et 65 Hz. En variante, l'essai diélectrique peut être réalisé en immergeant la résistance de traçage dans de l'eau du robinet à température ambiante (résistivité typique de 500 Ω m). La tresse ou la gaine de terre doit être reliée à l'eau et la tension d'essai doit être appliquée entre les conducteurs et l'eau.

La détermination de U doit prendre en considération l'utilisation correcte des niveaux de tension entre phases ou entre phase et neutre.

Pour les essais de type 5.1.5, 5.1.6, 5.1.7, 5.1.8, 5.1.9, 5.1.11 et l'essai individuel de série de 5.2.1, pour les résistances de traçage à isolation minérale, la tension d'essai exigée est réduite à $2U + 500$ V en courant alternatif pour les résistances de traçage à plus de 30 V en courant alternatif ou à $\sqrt{2}U + 500$ V en courant continu pour les résistances de traçage à plus de 60 V en courant continu, compte tenu des caractéristiques diélectriques de la résistance de traçage à isolation minérale et des matériaux isolants électriques.

5.1.3 Essai de résistance d'isolement électrique

L'essai de résistance d'isolement électrique doit être réalisé après l'essai diélectrique spécifié en 5.1.2 sur le ou les mêmes échantillons d'essai. La résistance d'isolement électrique doit être mesurée entre les conducteurs et le revêtement électriquement conducteur en appliquant une tension source en courant continu (nominale) de 500 V. La valeur mesurée ne doit pas être inférieure à 50 M Ω .

En variante, l'essai diélectrique peut être réalisé en immergeant la résistance de traçage dans de l'eau du robinet à température ambiante (résistivité typique de 500 Ω m). La tresse ou la gaine de terre doit être reliée à l'eau et la tension d'essai doit être appliquée entre les conducteurs et l'eau.

5.1.4 Essai d'inflammabilité

Un essai d'inflammabilité doit être réalisé sur les résistances de traçage et sur les résistances de traçage dotées de composants intégrés. Toute la plage de dimensions doit satisfaire à l'essai. L'essai doit être effectué dans une pièce sans courant d'air et dans une chambre de combustion ou une hotte de laboratoire d'un volume minimum de 0,5 mètre cube. Pour les résistances de traçage, l'échantillon doit présenter une longueur minimale de 450 mm et doit être placé en position verticale. Pour les bandes et panneaux de traçage (selon le cas), la largeur de l'échantillon doit être de 80 mm.

Un indicateur en papier collant écru doit être enroulé une fois autour de l'échantillon et dépasser de 20 mm de l'échantillon. Il doit être placé à 250 mm au-dessus du point où le cône intérieur bleu de la flamme est en contact avec l'échantillon. Une couche de coton chirurgical pur et sec, n'excédant pas 6 mm d'épaisseur, doit être placée sous l'échantillon en ménageant une distance de 250 mm entre le coton et le point d'application de la flamme.

Un brûleur de laboratoire tel que décrit dans l'IEC 60695-11-3 ou l'ASTM D 5025 doit être utilisé pour l'essai. Le combustible doit être du méthane, du gaz naturel, du propane ou du butane présentant les propriétés suivantes:

- a) Méthane ou gaz naturel – Pour le méthane: qualité technique, pureté minimale de 98 %; pour le méthane ou le gaz naturel: pouvoir calorifique de (37 ± 1) MJ/m³ à 25 °C
- b) Propane – Qualité technique, pureté minimale de 98 %, pouvoir calorifique de (94 ± 2) MJ/m³ à 25 °C
- c) Butane – Qualité CP, pureté minimale de 99 %, pouvoir calorifique de (120 ± 3) MJ/m³ à 25 °C

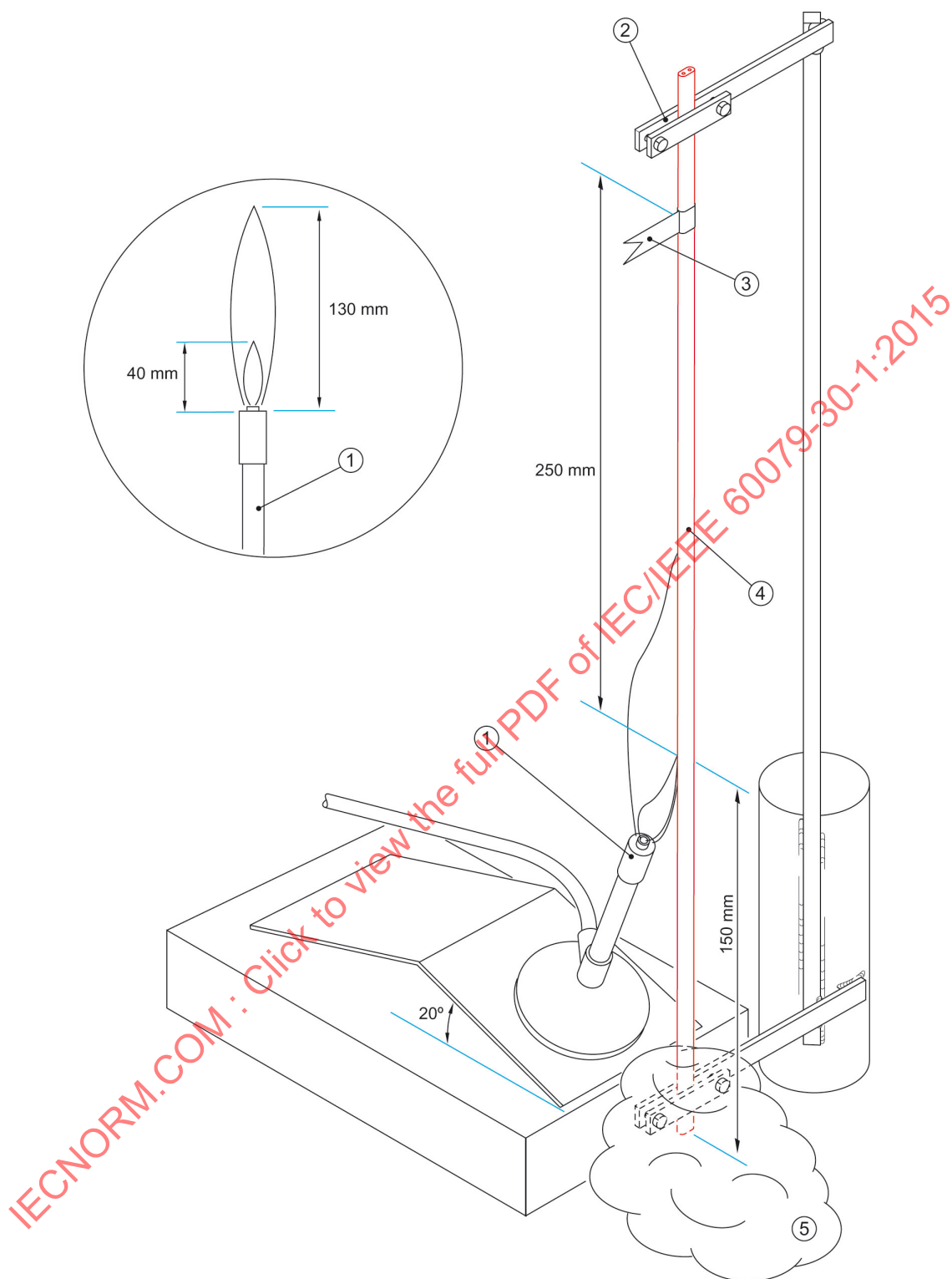
Comme le représente la Figure 1, la flamme doit être ajustée à une hauteur de 130 mm avec un cône intérieur bleu de 40 mm. Le brûleur doit être incliné selon un angle de 20° par rapport à la verticale, et la flamme appliquée sur la résistance de traçage de sorte que le bout du cône intérieur bleu touche l'éprouvette en un point situé à 250 mm au-dessus de l'indicateur en papier écru et à environ 150 mm du bas de l'échantillon. Pour les ensembles de terminaisons, la flamme doit être placée de manière à entrer en contact avec le matériau au point le plus vulnérable. Les colliers utilisés pour soutenir l'échantillon doivent se trouver au-dessus de l'indicateur en papier et à au moins 80 mm au-dessous du point d'application de la flamme.

Pour les bandes et panneaux de traçage, la flamme est appliquée au point médian horizontal de l'échantillon, l'indicateur en papier écru étant placé verticalement au-dessus de la flamme en utilisant les dimensions indiquées à la Figure 1.

Le brûleur de laboratoire doit être déplacé vers l'échantillon jusqu'à ce que le cône intérieur bleu le touche, voir Figure 1. La flamme doit être appliquée pendant 15 s, puis retirée pendant 15 s, cinq fois de suite.

Les résultats de l'essai doivent être considérés comme satisfaisants si la combustion sur la résistance de traçage ne dure pas plus de 1 min après la cinquième application de la flamme, si pas plus de 25 % de l'indicateur en papier écru ne brûle et si la chute de particules enflammées n'enflamme pas le coton.

NOTE Cette spécification s'apparente aux sources d'allumage spécifiées dans les normes IEC 60695-11-3 et ASTM D5207.



Légende

1 brûleur

2 support

3 indicateur en papier écru

4 échantillon d'essai

5 coton chirurgical pur et sec

Figure 1 – Essai d'inflammabilité

5.1.5 Essais de choc

NOTE Les résistances électriques de traçage sont, dans la majorité des applications, recouvertes d'une isolation thermique et, de ce fait, dotées d'une certaine protection mécanique. Toutefois, dans certaines applications, les

résistances de traçage peuvent être installées dans des conditions ne permettant pas toujours de bénéficier de la protection de leur isolation thermique, par exemple, lors de l'installation avant l'application de l'isolation thermique ou lorsque la résistance de traçage sort de l'isolation thermique au niveau d'une boîte de jonction.

5.1.5.1 Essai de choc à température ambiante

Un échantillon d'environ 450 mm de long est placé sur une plaque en acier rigide plane (d'une masse supérieure ou égale à 20 kg, et de dimensions 195 mm × 195 mm × 70 mm approximativement). La plaque est placée sur un substrat rigide, de telle sorte que l'énergie de choc absorbée par le substrat soit négligeable. L'échantillon est alors placé sous une pièce intermédiaire en acier trempé en forme de demi-cylindre horizontal de 25 mm de diamètre. Ce cylindre doit avoir une longueur de 25 mm et comporter des bords lisses arrondis d'environ 5 mm de rayon de courbure lorsqu'il sert à soumettre à essai des bandes ou panneaux de résistance traçage (voir Figure 2). Pour l'essai, le cylindre est placé à l'horizontale sur l'échantillon. Une résistance de traçage de section non circulaire doit être positionnée de manière à appliquer le choc le long du petit axe (c'est-à-dire que la résistance de traçage est à plat sur la plaque en acier).

Dans les essais autres que ceux pratiqués sur des résistances électriques de traçage destinées à des applications à faible risque de détérioration mécanique, un marteau d'une masse de $1,0^{+0,01}_{-0}$ kg doit être à même de tomber une fois sur le cylindre horizontal d'une hauteur de $0,7^{+0,01}_{-0}$ m.

Pour les résistances de traçage destinées à des applications à faible risque de détérioration mécanique conformément à 4.1, la hauteur peut être ramenée à $0,4^{+0,01}_{-0}$ m. Les résistances de traçage ayant fait l'objet d'un tel essai doivent être clairement repérées comme spécifié en 7.4 e) pour avertir l'utilisateur de leur capacité mécanique réduite.

Immédiatement après le choc, la conformité est vérifiée par des essais d'isolement électrique conformément à 5.1.2 et 5.1.3, le cylindre en acier et le marteau étant encore en place sur l'échantillon.

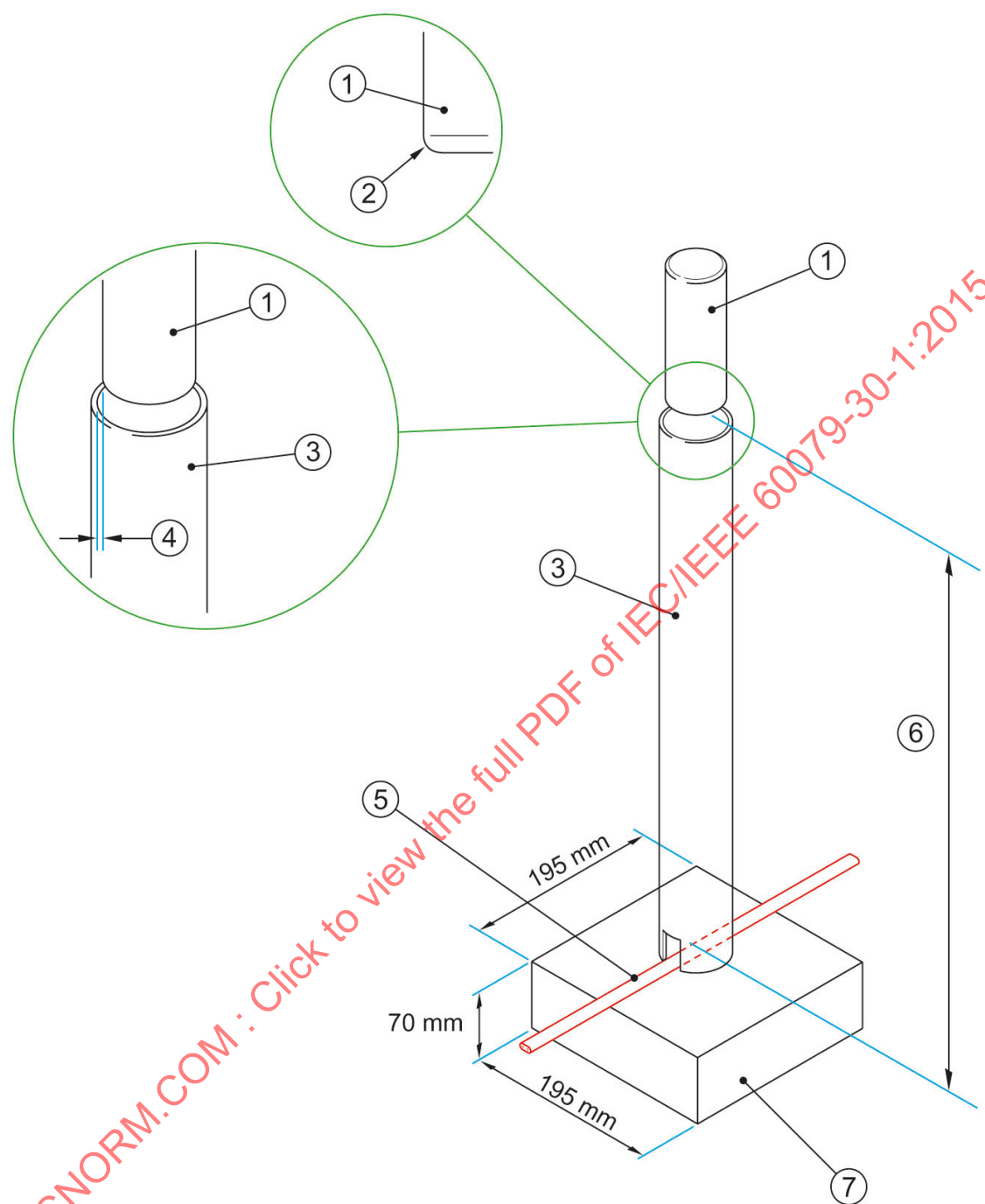
5.1.5.2 Essai de choc à température minimale

Un échantillon d'environ 450 mm de long est placé sur une plaque en acier trempé (d'au moins 20 kg, 195 mm × 195 mm × 70 mm). La plaque est placée sur un substrat rigide, de telle sorte que l'énergie de choc absorbée par le substrat soit négligeable. L'assemblage est alors conditionné pendant au moins 4 h à la température minimale d'installation spécifiée par le constructeur. L'appareil utilisé pour cet essai est représenté à la Figure 3.

À l'issue du conditionnement, et dans le cadre d'essais autres que ceux pratiqués sur des résistances électriques de traçage destinées à des applications à faible risque de détérioration mécanique, un échantillon à la température minimale d'installation doit être soumis à un choc d'un piston en acier cylindrique de 50,8 mm de diamètre, comportant des bords lisses arrondis d'environ 5 mm de rayon de courbure, pesant $1,8^{+0,02}_{-0}$ kg et à même de tomber en chute libre d'une hauteur de $0,76^{+0,01}_{-0}$ m.

Pour les résistances de traçage destinées à des applications à faible risque de détérioration mécanique conformément à 4.1, la hauteur peut être ramenée à $0,42^{+0,01}_{-0}$ m. Les résistances de traçage ayant fait l'objet d'un tel essai doivent être clairement repérées comme spécifié en 7.4 e) pour avertir l'utilisateur de leur capacité mécanique réduite.

La partie de l'échantillon soumise au choc doit alors être immergée dans de l'eau du robinet à température ambiante pendant au moins 5 minutes, puis l'essai diélectrique de 5.1.2 et l'essai



Légende

- | | |
|--|---|
| 1 marteau de 50,8 mm de diamètre de 1,8 kg | 5 échantillon de résistance de traçage |
| 2 bords lisses arrondis (~5 mm d'arrondi) | 6 hauteur de chute du marteau: 0,76 m ou 0,42 m |
| 3 tube de guidage | 7 socle d'au moins 20 kg |
| 4 dégagement suffisant pour permettre la chute libre | |

Figure 3 – Exemple d'essai de choc à température minimale

5.1.6 Essai de déformation

Un échantillon d'environ 450 mm de long est placé sur une plaque plane en acier rigide. Une force d'écrasement de 1 500 N est ensuite appliquée pendant 30 s, sans choc, au moyen d'une barre d'acier de 6 mm de diamètre, aux extrémités hémisphériques, et d'une longueur totale de 25 mm. Pour cet essai, la barre est placée à plat et perpendiculairement à l'échantillon. Dans le cas d'une bande, le cylindre doit reposer perpendiculairement à l'élément actif.

Pour les résistances électriques de traçage destinées à des applications à faible risque de détérioration mécanique, la force d'écrasement peut être ramenée à 800 N. Les résistances de traçage ayant fait l'objet d'un tel essai doivent être clairement repérées comme spécifié en 7.4 e), pour avertir l'utilisateur de leur capacité mécanique réduite.

Après application de la charge de déformation pendant au moins 30 s, la conformité est vérifiée par des essais d'isolement électrique conformément à 5.1.2 et 5.1.3, la barre d'acier horizontale étant encore en place sur l'échantillon et la charge étant appliquée.

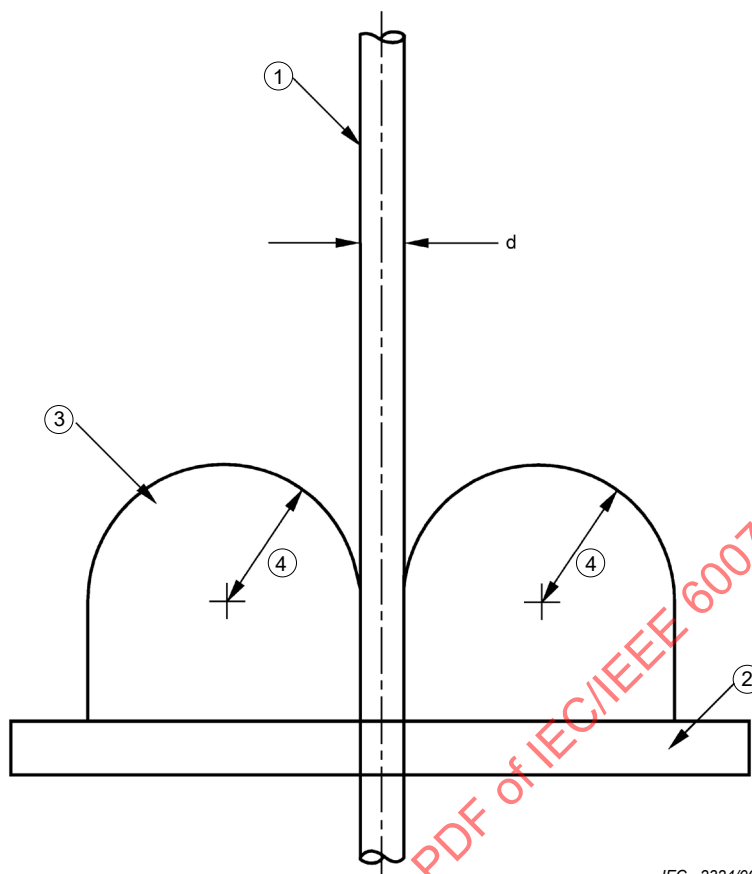
5.1.7 Essai de pliage à froid

Cet essai s'applique uniquement aux résistances de traçage présentant un rayon de courbure minimal spécifié inférieur à 300 mm.

La documentation du système doit indiquer la température minimale d'installation et le rayon de courbure minimal.

L'appareil utilisé pour l'essai de pliage à froid est représenté à la Figure 3, le rayon du mandrin métallique étant égal au rayon de courbure minimal spécifié par le constructeur. Un échantillon de résistance de traçage d'au moins 450 mm de long, sans terminaison ou connexion intégrée, doit être fixé dans l'appareil comme indiqué. L'appareil et l'échantillon doivent être placés dans un compartiment réfrigéré, et maintenus à la température minimale d'installation spécifiée par le constructeur pendant au moins 4 h. À l'issue de cette période et tout en étant maintenu à la température minimale d'installation spécifiée par le constructeur, l'échantillon doit être plié à au moins 90° autour d'un des mandrins, plié à au moins 180° dans la direction opposée sur le second mandrin, puis redressé à sa position d'origine. Toutes les opérations de pliage doivent être effectuées sur un même plan. Ce cycle d'opérations doit être effectué trois fois.

La conformité est vérifiée par des essais d'isolement électrique conformément à 5.1.2 et 5.1.3.



IEC 2324/06

Légende

- 1 échantillon de résistance de traçage
- 2 socle en acier
- 3 mandrin métallique
- 4 rayon de courbure minimal spécifié par le constructeur
- d = diamètre de la résistance de traçage ou plan de courbure primaire

Figure 4 – Essai de pliage à froid

5.1.8 Essai de résistance à l'eau

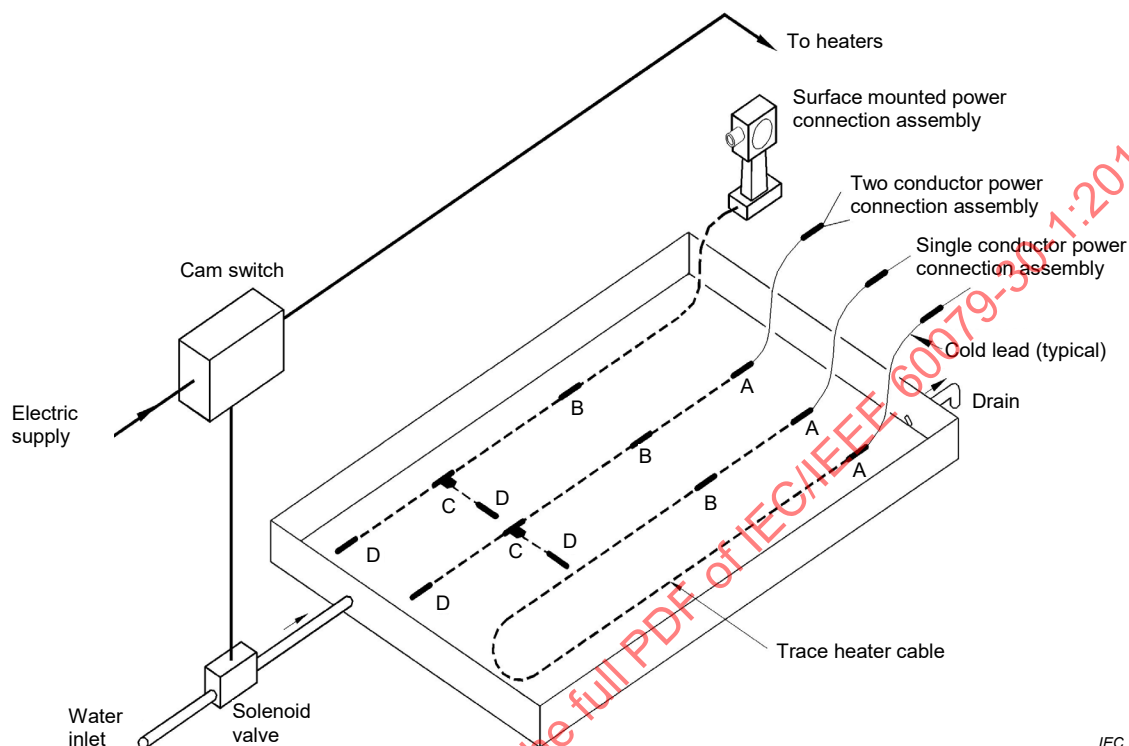
Un échantillon tel que celui décrit en 5.1.1, à l'exclusion des composants intégrés, doit être immergé dans de l'eau du robinet pendant 14 jours. Les extrémités de la résistance de traçage ne sont pas immergées.

1 h après le conditionnement ci-dessus, l'échantillon, toujours immergé dans l'eau, doit être soumis à l'essai diélectrique présenté en 5.1.2 et à l'essai de résistance d'isolement présenté en 5.1.3.

5.1.9 Résistance des composants intégrés à l'essai à l'eau

Un échantillon de la résistance de traçage avec tous ses composants intégrés doit être placé dans un appareil à débit et à vidange d'eau du robinet tel que représenté à la Figure 4. Pour les bandes ou panneaux de traçage, une unité dotée de connexions froides doit être utilisée. Le débit d'eau doit être amorcé et l'échantillon doit être complètement immergé. À ce moment, le débit d'eau est interrompu et la résistance de traçage mise sous tension. L'appareil est alors vidangé. La durée totale entre l'amorçage du débit d'eau et la fin de la vidange ne doit pas être supérieure à 4,5 min et pas inférieure à 2,5 min. La résistance de

traçage doit rester sous tension pendant au moins 30 s après la vidange. La résistance de traçage est ensuite mise hors tension et le débit d'eau est amorcé pour le cycle suivant. L'essai doit se poursuivre pendant 24 h. À l'issue de cette période, l'échantillon doit être soumis à l'essai diélectrique présenté en 5.1.2 et à l'essai de résistance d'isolement présenté en 5.1.3. Les connexions immergées de la résistance de traçage doivent être examinées pour vérifier l'absence de pénétration d'eau.



IEC 2325/06

Anglais

Electric supply
Cam switch
To heaters
Surface mounted power connection assembly
Two conductor power connection assembly
Single conductor power connection assembly

Cold lead (typical)
Drain
Trace heater cable
Solenoid valve
Water inlet

Français

Alimentation électrique
Contacteur à cames
Vers les résistances de traçage
Assemblage de connexions d'alimentation montées en surface
Assemblage de connexions d'alimentation à deux conducteurs
Assemblage de connexions d'alimentation à un seul conducteur

Connexion froide (classique)
Vidange
Câble de résistance de traçage
Électrovanne
Admission d'eau

Légende

- A connexion d'alimentation intégrée
- B raccordement en épissure intégré
- C té en ligne intégré
- D connecteur d'extrémité intégré

Figure 5 – Résistance des composants intégrés à l'essai à l'eau

5.1.10 Vérification de la puissance assignée

La puissance assignée de la résistance de traçage ou du panneau ou de la bande de traçage doit être vérifiée par l'une des deux méthodes suivantes:

- a) résistance: la résistance en courant continu mesurée par unité de longueur à une température spécifiée doit être comprise dans les limites de tolérance déclarées par le constructeur;

NOTE Cette méthode est appropriée pour les produits dotés d'éléments chauffants métalliques.

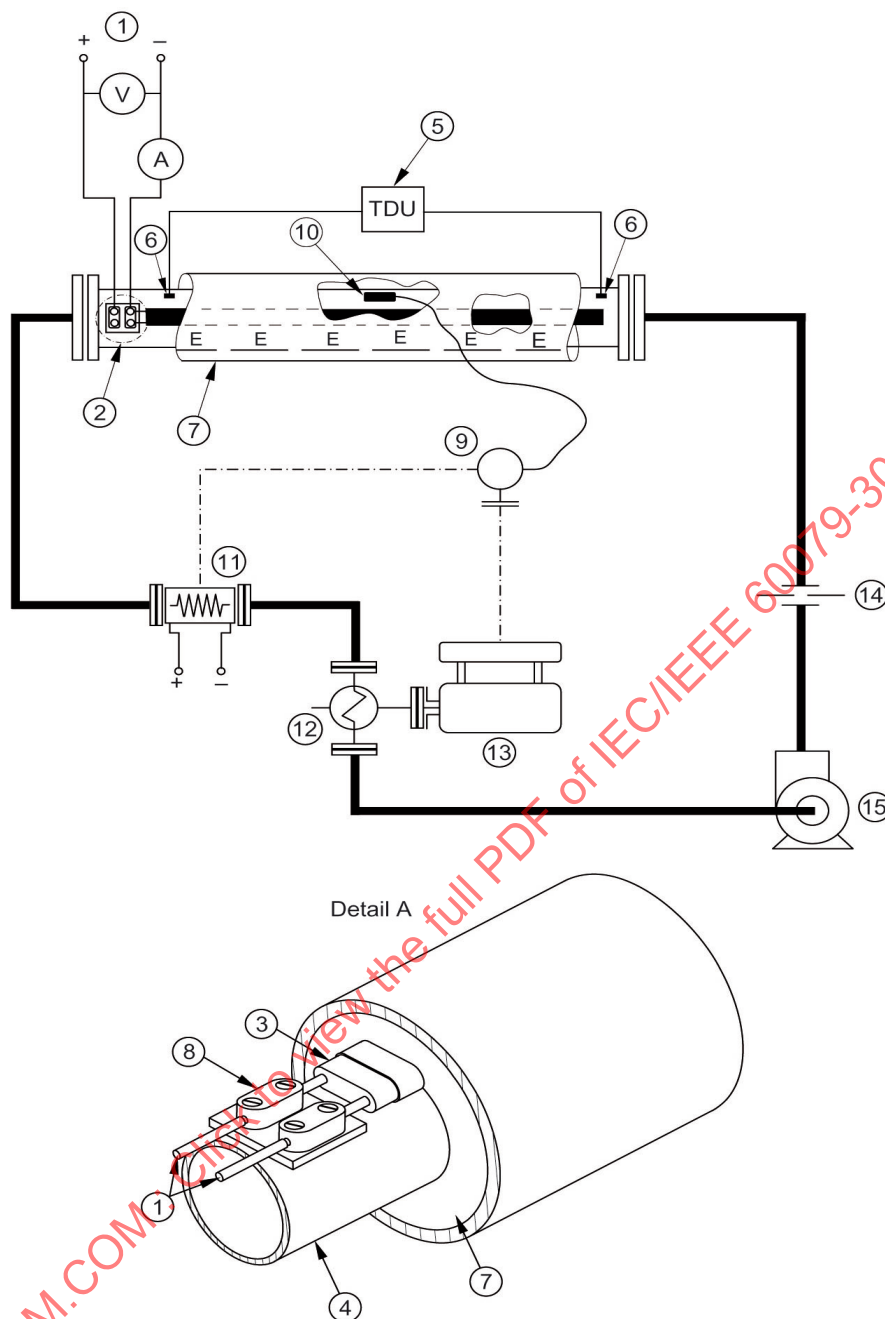
- b) thermique: la puissance thermique des résistances de traçage est mesurée par l'installation d'un seul échantillon, de 3 m à 6 m de long, sur un tuyau en acier au carbone de 50 mm de diamètre ou plus tel que représenté à la Figure 5. L'échantillon est installé conformément aux instructions du constructeur. L'appareil d'essai est complètement recouvert d'une isolation thermique d'au moins 25 mm d'épaisseur.

Pour les bandes ou panneaux de traçage, l'essai est réalisé sur une plaque métallique plane, refroidie par un liquide, en appliquant une isolation thermique d'au moins 25 mm d'épaisseur sur toute la surface de la bande ou du panneau de traçage.

Un fluide de transfert de chaleur approprié est envoyé dans le tuyau à un débit suffisant pour établir un flux turbulent tel que la différence de température entre le fluide et le tuyau est négligeable. Ce fluide est maintenu à une température constante. Ces paramètres sont vérifiés par des thermocouples placés à l'entrée et à la sortie du tuyau. Le débit doit être tel que la température du fluide ne varie pas de plus de 2 K d'une extrémité à l'autre.

La puissance thermique de la résistance de traçage est mesurée à trois températures d'objet représentatives de l'ensemble de la plage de fonctionnement. La résistance de traçage est alimentée sous sa tension assignée pour qu'elle puisse se stabiliser. La tension, le courant et les températures du liquide de même que la longueur de l'échantillon sont enregistrés pour chacune des températures d'essai. Trois déterminations distinctes sont effectuées sur des échantillons distincts. Les valeurs obtenues doivent être comprises dans les limites de tolérance déclarées par le constructeur.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC/IEEE 60079-30-1:2015



Légende

- | | | |
|---|--|-----------------------------|
| 1 source de tension régulée | 6 thermocouples | 10 capteur de température |
| 2 voir détail A | 7 isolateur en fibre de verre, d'une épaisseur minimale de 25 mm et d'une densité d'environ 3,25 kg par mètre cube | 11 résistance en ligne |
| 3 échantillon de résistance de traçage | 8 bornes électriques | 12 échangeur de chaleur |
| 4 tuyau d'essai d'un diamètre extérieur de 50 mm ou plus (objet) | 9 régulateur thermique | 13 unité de refroidissement |
| 5 TDU – dispositif d'affichage de température (temperature display unit en anglais) | | 14 débitmètre |
| | | 15 pompe |

Figure 6 – Vérification de la puissance assignée

5.1.11 Stabilité thermique des matériaux isolants électriques

Un échantillon de la résistance de traçage doit être placé dans un four à ventilation forcée. Le four doit être chauffé et maintenu pendant quatre semaines à une température de 20 K au-dessus de la température maximale de tenue déclarée par le constructeur.

L'échantillon doit être retiré du four et refroidi à température ambiante. Les échantillons de résistance de traçage doivent être enroulés six fois autour d'un mandrin d'un rayon égal à six fois le diamètre ou six fois l'épaisseur de la résistance de traçage. Les composants intégrés et les panneaux de traçage ne doivent pas être enroulés autour du mandrin. Les bandes de traçage doivent être enroulées sur un mandrin présentant un rayon équivalent au rayon de courbure minimal recommandé par le constructeur. L'échantillon, toujours sur le mandrin, sauf aux bornes ou extrémités où est exposé le conducteur, doit être immergé dans de l'eau du robinet pendant au moins 5 min. L'échantillon étant toujours immergé dans de l'eau du robinet, l'essai diélectrique de 5.1.2 et l'essai de résistance d'isolement de 5.1.3 doivent être réalisés. A l'issue de ces procédures, l'échantillon doit être retiré de l'eau et ne doit présenter aucune fissure visible à l'œil nu.

Les bornes qui assurent l'étanchéité aux vapeurs des résistances de traçage à isolation minérale avec isolation électrique en matériau hygroscopique (les joints d'extrémité froide, par exemple) sont soumises à une température de $(80 \pm 2) ^\circ\text{C}$ pendant 4 semaines à au moins 90 % d'humidité relative. La conformité de l'échantillon ou du prototype doit être vérifiée par des essais d'isolement électrique conformément à 5.1.2 et 5.1.3.

5.1.12 Essai de performances thermiques

Dans les atmosphères explosives, il est primordial que la température maximale de la gaine d'une résistance de traçage soit inférieure à la température d'inflammation de l'atmosphère explosive. Cet essai permet de démontrer la sécurité thermique en vérifiant la stabilité de la puissance de sortie pour toutes les résistances de traçage en parallèle en fonction de la durée.

L'appareil d'essai doit être composé d'une plaque métallique chauffée maintenue à la température d'essai élevée spécifiée et d'une plaque métallique refroidie maintenue à la température d'essai basse spécifiée, les échantillons d'essai étant alternés entre les plaques. En variante, l'appareil d'essai doit être composé d'une plaque métallique à fonction de chauffage et de refroidissement intégrée permettant de faire varier la température dans les niveaux spécifiés. L'appareil est à placer dans un environnement à température ambiante. La ou les plaques doivent être dimensionnées afin d'exposer toutes les parties des échantillons de résistance de traçage aux niveaux de température exigés par cette procédure, et qui le seraient dans les conditions normales d'installation. L'appareil d'essai doit assurer un contact étroit entre les échantillons de résistance de traçage et la plaque. Il peut être doté d'un dispositif de montage d'échantillons. Des décalages peuvent être intégrés dans le dispositif de montage ou la ou les plaques afin de régler le connecteur d'extrémité/les raccords de transition d'alimentation/les têtes, le cas échéant, lorsque leur profil de taille dépasse le profil de la résistance de traçage. L'appareil doit permettre d'alimenter les échantillons de résistance de traçage comme exigé au cours de la procédure d'essai.

Les échantillons doivent être isolés d'un point de vue thermique sur le côté opposé à la plaque, de manière à assurer un transfert de chaleur efficace entre la plaque et les échantillons de résistance de traçage.

La température de la ou des plaques doit être régulée uniformément selon une tolérance maximale de $\pm 5 ^\circ\text{C}$ pour les températures de plaques inférieures à $100 ^\circ\text{C}$ ou à 5 % de la température maximale de fonctionnement continu si la température est supérieure à $100 ^\circ\text{C}$.

La plaque décrite ci-dessus peut être une plaque métallique plane, un tuyau métallique ou une surface métallique typique de la majorité des applications pour la résistance de traçage en cours d'essai.

La puissance thermique des échantillons de résistance de traçage doit se situer dans la moitié supérieure des limites de tolérance de puissance thermique déclarées par le constructeur, telles que validées par 5.1.10 (méthode B). Pour les résistances de traçage de forme irrégulière, et pour les bandes ou panneaux de traçage, l'échantillon doit être composé d'au moins une unité chauffante.

Si les résistances de traçage font partie d'une plage de résistances de traçage aux matériaux (avec les mêmes caractéristiques assignées de performances) et construction communs, présentant des niveaux différents de tension et de puissance de sortie assignées, trois échantillons de chacun des éléments suivants doivent alors être sélectionnés (soit un total de six échantillons):

- 1) le niveau de tension assignée le plus bas et la puissance de sortie assignée maximale;
- 2) la tension assignée la plus élevée et la puissance de sortie assignée minimale.

Les échantillons de résistance de traçage peuvent être conditionnés, à la tension assignée maximale, pendant 150 h à la température maximale de fonctionnement continu déclarée par le constructeur avant le début de l'essai.

Les échantillons de résistance de traçage d'au moins 0,3 m de long doivent être installés sur le dispositif de montage d'échantillons ou directement appliqués sur la plaque. Les échantillons doivent être alimentés à la tension assignée maximale. La température de la plaque doit être de (23 ± 5) °C. La puissance de sortie initiale des échantillons doit être déterminée en mesurant la tension et le courant dès que le dispositif de montage a atteint l'équilibre thermique.

Les échantillons de résistance de traçage de construction continue en parallèle, lorsqu'ils sont installés sur le dispositif de montage d'échantillons ou sur la plaque et alimentés à la tension assignée maximale, doivent être soumis à un cycle de température en étant exposés successivement aux températures de la ou des plaques à (23 ± 5) °C et à la température maximale de fonctionnement continu. L'alimentation des échantillons peut être interrompue pendant la période de refroidissement.

Les échantillons de résistance de traçage de construction en parallèle de type zone doivent être soumis à un cycle de température de la même manière, sauf que l'alimentation des échantillons doit être interrompue s'ils ne sont pas maintenus à la température maximale de fonctionnement continu.

Si la plage de températures du cycle dépasse 350 °C, la température la plus basse peut être établie à 350 °C en dessous de la température maximale de fonctionnement continu.

Les échantillons alimentés doivent être exposés à chacun de ces extrêmes de température pendant au moins 15 minutes et une période de transition entre les extrêmes ne doit pas dépasser 15 min, un cycle étant une exposition complète aux deux extrêmes de température.

Les échantillons de résistance de traçage doivent faire l'objet d'une période de préconditionnement de 5 cycles de température continus. Au moins 1 500 cycles doivent alors être réalisés. La puissance de sortie des échantillons de résistance de traçage doit être surveillée en permanence, en enregistrant les mesurages au cours des 300 dernières secondes du cycle à froid, à des intervalles ne dépassant pas 50 cycles thermiques. Si les échantillons ont des constructions en parallèle de type zone, la puissance de sortie doit être mesurée au cours des 300 dernières secondes du cycle à chaud.

À l'issue du cycle de température, la température de la ou des plaques doit être augmentée à la température maximale d'exposition continue ou à la température intermittente maximale si elle est plus élevée, déclarée par le constructeur, et maintenue pendant au moins 250 h.

Lorsque la température maximale d'exposition intermittente est déclarée "alimentée", les échantillons doivent être alimentés à la tension assignée maximale.

À l'issue de l'essai d'exposition maximale, la puissance de sortie des échantillons de résistance de traçage doit être mesurée, en utilisant la même méthode et la même température de plaque que celles utilisées lors des mesurages initiaux. Les échantillons de résistance de traçage doivent être maintenus à un niveau de puissance à plus 25 % ou moins 25 % de la puissance de sortie initialement mesurée. Ceci s'applique aux mesurages aux points d'extrémité, ainsi qu'aux mesurages intermédiaires.

5.1.13 Détermination de la température maximale de la gaine

5.1.13.1 Généralités

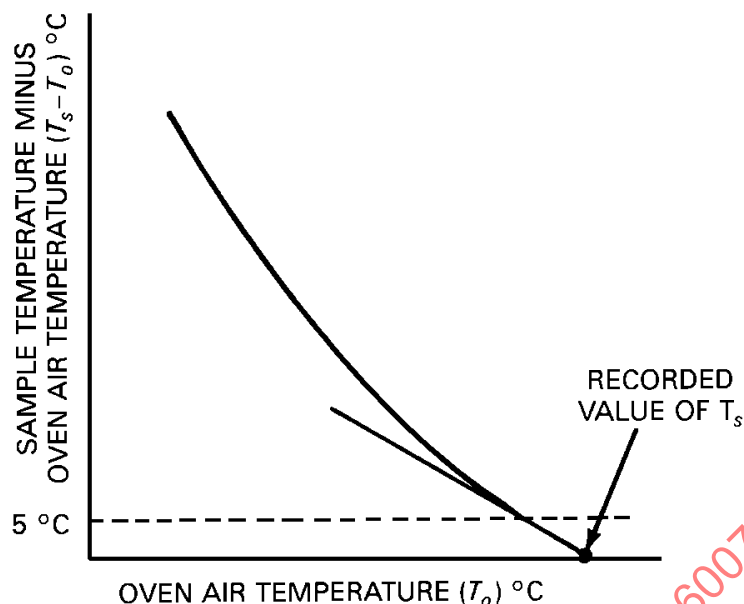
Dans les atmosphères explosives, il est primordial que la température maximale de la gaine des résistances de traçage soit inférieure à la température d'allumage de l'atmosphère explosive. La température maximale de la gaine est fonction de la densité de puissance de la résistance de traçage, du coefficient de transfert de chaleur global et de la température maximale admissible de la surface à chauffer. Ces facteurs permettent de vérifier le classement des températures des résistances de traçage particulières, et de vérifier l'aptitude du constructeur à prévoir les températures maximales des gaines des résistances de traçage.

Au moins l'une des deux méthodes suivantes doit être utilisée pour vérifier la température de la gaine ou la classe de température d'une résistance de traçage, telle que déclarée par le constructeur:

- a) Méthode fondée sur la classification des produits dans laquelle la température maximale de la gaine est déterminée dans un environnement artificiel simulant des conditions défavorables;
- b) Méthode par théorie des systèmes dans laquelle le constructeur démontre l'aptitude à concevoir et prévoir les températures de la gaine des résistances de traçage en procédant à des essais sur des installations représentatives des conditions de conception et de fonctionnement défavorables lorsque les résistances sont installées selon les instructions du constructeur.

5.1.13.2 Méthode fondée sur la classification des produits

Un échantillon de résistance de traçage d'au moins 1 500 mm de long est placé en spirale peu serrée dans un four à ventilation forcée. Pour une bande ou un panneau de traçage, un échantillon représentatif est placé à l'horizontale dans le four. La puissance thermique de l'échantillon doit se situer dans la moitié supérieure des limites de tolérance de puissance thermique. Des thermocouples représentatifs sont utilisés pour surveiller les températures de la gaine de l'échantillon et sont placés à environ 500 mm de chaque extrémité. Un thermocouple supplémentaire est utilisé pour surveiller la température ambiante du four. La résistance de traçage doit être alimentée à 110 % de la tension assignée telle que spécifiée dans le Tableau 2, le Tableau 3, le Tableau D.2 et le Tableau D.3. La température ambiante du four est augmentée par incrément de 15 K environ à partir de la température ambiante de la pièce. Une durée suffisante est à observer pour que la température ambiante du four et la température de la gaine de la résistance se stabilisent et atteignent l'équilibre thermique. La température ambiante du four et la température de la gaine de la résistance sont enregistrées à chaque niveau successif jusqu'à ce que la différence (ΔT) entre les deux valeurs avoisine 5 K au maximum. Une courbe est tracée à partir des données d'essai, et une droite est tracée tangente à la courbe au point de différence de température de 5 K, puis prolongée jusqu'à l'abscisse (température du four). La lecture de la température à cette intersection est prise comme étant la température maximale de la gaine, comme représenté à la Figure 7.



Anglais

SAMPLE TEMPERATURE MINUS OVEN AIR TEMPERATURE
OVEN AIR TEMPERATURE
RECORDED VALUE OF T_s

Français

TEMPÉRATURE DE L'ÉCHANTILLON MOINS TEMPÉRATURE DU FOUR A VENTILATION
TEMPÉRATURE DU FOUR A VENTILATION
VALEUR ENREGISTRÉE DE T_s

Figure 7 – Température maximale de la gaine avec la méthode fondée sur la classification des produits

5.1.13.3 Méthode par théorie des systèmes – vérification de la conception stabilisée et de la conception avec régulation

Dans la méthode par théorie des systèmes, la résistance de traçage est soumise aux conditions d'essai dans lesquelles le constructeur doit démontrer l'aptitude à prévoir les températures maximales de la gaine en réalisant des essais sur un appareil d'essai représentatif de l'application tel que décrit de 5.1.13.4.2 à 5.1.13.4.5 et comparer les résultats de température de la gaine avec les valeurs prévues.

Cette méthode est utilisée pour vérifier à la fois la température de la conception stabilisée et la température de la conception avec régulation. Les températures de la gaine sont validées par échantillonnage de paramètres variés, tels que les densités de puissance et les températures de tuyau, dans le cadre d'un accord entre l'organisme de certification et le constructeur. Pour la vérification de la température de la conception avec régulation, ces procédures sont utilisées pour valider les températures maximales de la gaine de la résistance de traçage prévues par le constructeur lorsque celles-ci sont contrôlées par un dispositif de limitation de température et de commande de régulation combiné approprié ou par un limiteur de haute température approprié (voir 4.5.3.2, C.7.2 et C.7.4). La température maximale de la gaine de la résistance de traçage ne doit pas dépasser les valeurs prévues de plus de 10 K, et la température ne doit pas être supérieure à la température maximale de tenue déclarée par le constructeur.

La résistance de traçage doit être alimentée à 110 % de la tension assignée telle que spécifiée dans le Tableau 2, le Tableau 3, le Tableau D.2 et le Tableau D.3. L'échantillon de résistance de traçage sélectionné pour les essais de température maximale de la gaine doit se situer dans la moitié supérieure des limites de tolérance de puissance de sortie déclarées par le constructeur de la résistance ou, pour les résistances de traçage en série ou en parallèle de type zone, les conditions d'essai doivent permettre d'obtenir des résultats analogues. Tous les essais de température maximale de la gaine doivent être réalisés à la température ambiante maximale (ou dans des conditions d'essai utilisant les données de température d'essai ambiante pour atteindre des niveaux de température ambiante maximale)

et en l'absence de vent. Pour les vérifications de la conception de système stabilisée, tous les essais de température doivent être réalisés avec les résistances de traçage alimentées en continu (commandes shuntées). Pour les conceptions avec régulation, les essais de température doivent être réalisés avec le système de contrôle ou de limitation en place. Les conceptions avec régulation incluent les systèmes dans lesquels un dispositif de limitation et de régulation de la température combiné ou un limiteur de haute température approprié (à action de commande à réarmement manuel ou indication d'alarme et capacité d'interruption de la résistance de traçage) est intégré à chaque circuit de la résistance de traçage. Dans ces cas, la température maximale de la gaine doit être mesurée lorsque la température de la surface chauffée correspond au point d'arrêt du régulateur plus sa tolérance d'exactitude et fait l'objet d'un ajustement par rapport à l'inertie thermique du système.

Si les résistances de traçage sont assignées pour plusieurs puissances de sortie, les essais doivent être réalisés à trois puissances de sortie ou avec trois autres paramètres différents tels que le type ou l'épaisseur d'isolation, le cas échéant, à la satisfaction de l'organisme de certification.

5.1.13.4 Appareillage et procédure d'essai

5.1.13.4.1 Généralités

Un des appareils d'essai suivants doit être utilisé pour établir la puissance de sortie et pour vérifier les températures de la gaine pour les résistances de traçage.

5.1.13.4.2 Surfaces isolées chauffées extérieurement – profil des tuyaux

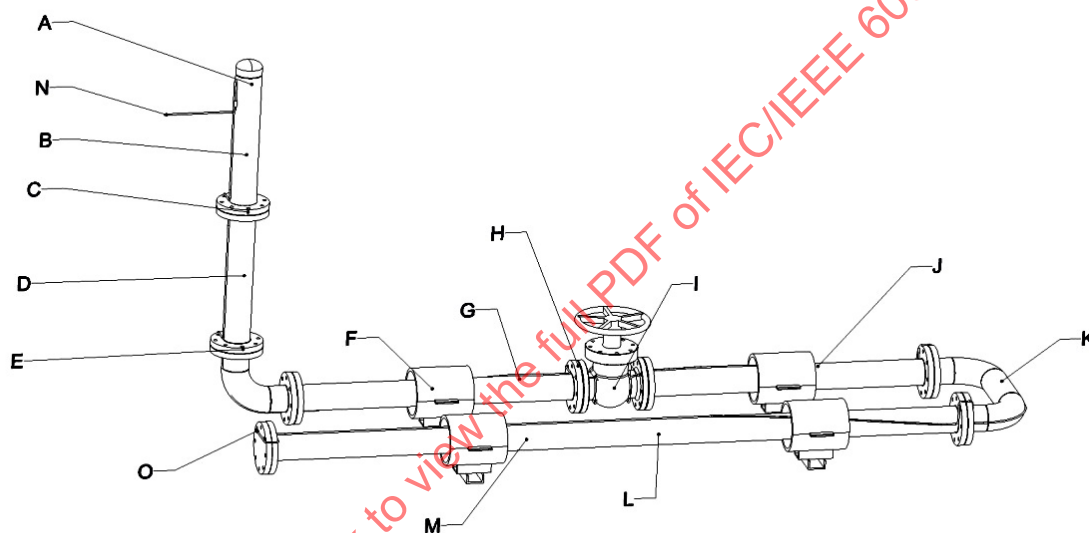
Pour les résistances de traçage isolées installées sur les tuyauteries, l'appareil d'essai représenté à la Figure 8 doit être composé de deux parcours de tuyauteries à l'horizontale de 3 m (longueur minimale) disposés en U et d'un parcours de tuyauterie à la verticale de 1,5 m (longueur minimale), dont le diamètre de tuyau est de 100 mm (des tuyaux plus grands ou plus petits peuvent être utilisés selon l'application. Le tuyau doit être vide. Un robinet-vanne à bride doit se trouver au centre d'un des parcours horizontaux. La résistance de traçage doit être installée conformément aux instructions du constructeur (y compris son chevauchement lorsque spécifié) et se situer entre les positions 9 heures et 3 heures sur la circonférence du tuyau (partie supérieure du tuyau). Le ou les échantillons doivent pouvoir couvrir la longueur totale de l'appareil d'essai comme représenté à la Figure 8 et doivent se situer dans la moitié supérieure des limites de tolérance de puissance thermique de la résistance de traçage ou, pour les résistances de traçage en série ou en parallèle de type zone, les conditions d'essai doivent permettre d'obtenir des résultats analogues. Des thermocouples doivent être utilisés pour surveiller les températures de surface du tuyau, de la vanne et de la bride, ainsi que les températures correspondantes de la gaine de la résistance à chacun de ces emplacements (voir Figure 8). Les thermocouples et les câbles de connexion doivent être choisis et placés de manière à ne pas gêner le comportement thermique des mesurages de température (thermocouples de type K ou de type J de 0,2 mm² ou de plus petite taille, par exemple). Les thermocouples pour gaines métalliques et les surfaces métalliques chauffées doivent être correctement fixés de manière à réduire au minimum les erreurs de mesure. Pour les autres revêtements électriquement conducteurs, gaines polymères et surfaces chauffées non métalliques, les thermocouples doivent être fixés à l'aide d'un système d'adhésifs/de rubans adapté. Des thermocouples supplémentaires peuvent être placés en d'autres points chauds préalablement définis à la discrétion de l'organisme de certification. Le circuit de tuyauterie doit être pourvu d'une isolation thermique d'au minimum 25 mm d'épaisseur uniforme (du silicate de calcium ou de la perlite expansée par exemple). Les extrémités des tuyaux doivent être obturées et isolées thermiquement. Une longueur supplémentaire de résistance de traçage peut être ajoutée à l'une des extrémités de la section d'essai afin de réduire au minimum les effets d'extrémité.

La résistance de traçage doit être alimentée à 110 % de la tension assignée selon le Tableau 2, le Tableau 3, le Tableau D.2 et le Tableau D.3. Après stabilisation, les lectures des thermocouples doivent être enregistrées, y compris la température ambiante locale. Le constructeur doit démontrer l'aptitude à prévoir la température d'emballement du tuyau (objet) (T_{pr}) et la température maximale de la gaine.

Lorsque la méthode de conception avec régulation est utilisée, le capteur de contrôle doit être installé selon les instructions du constructeur au centre du tuyau ou à proximité de celui-ci. Les températures maximales prévues de la gaine basées sur le point de consigne du dispositif de contrôle de température ou du limiteur de température doivent être comparées aux températures maximales mesurées de la gaine de la résistance de traçage.

Pour vérifier la méthode de conception avec régulation au moyen d'un dispositif de limitation et de régulation de la température combiné ou un limiteur de haute température approprié, le dispositif de contrôle de haute température ou le capteur de limiteur doit être installé selon les instructions du constructeur. La température maximale prévue de la gaine, pour un point de consigne spécifique du dispositif de contrôle de température ou du limiteur de température, doit être comparée aux températures mesurées de la gaine.

Les températures mesurées de la gaine de la résistance de traçage ne doivent pas dépasser la valeur calculée par le constructeur de plus de 10 K et ne doivent pas dépasser la température maximale de tenue déclarée par le constructeur.



Légende:

A	Thermocouples de tuyau et de gaine de résistance	H	Thermocouples de bride et de gaine de résistance
B	Thermocouples de tuyau et de gaine de résistance	I	Thermocouples de corps de vanne et de gaine de résistance
C	Thermocouples de bride et de gaine de résistance	J	Support isolé (2 en général)
D	Thermocouples de tuyau et de gaine de résistance	K	Thermocouples de tuyau et de gaine de résistance
E	Thermocouples de bride et de gaine de résistance	L	Thermocouples de tuyau et de gaine de résistance
F	Support isolé (2 en général)	M	Thermocouples de tuyau et de gaine de résistance
G	Thermocouples de tuyau et de gaine de résistance	N	Connexion d'alimentation de résistance de traçage
		O	Connecteur d'extrémité de résistance de traçage

Figure 8 – Vérification des températures de la gaine par le profil des tuyaux

5.1.13.4.3 Surfaces isolées chauffées extérieurement - cuves

Pour les bandes et les panneaux de traçage, un échantillon représentatif doit être appliqué sur une plaque d'acier d'environ 6 mm d'épaisseur conformément aux instructions d'installation du constructeur. La plaque d'acier ne doit pas déborder de plus de 50 mm sur l'un ou l'autre des côtés de la bande ou du panneau de traçage. Des thermocouples doivent être utilisés pour surveiller les températures de la plaque et la température correspondante de la gaine de la bande ou du panneau de traçage en des emplacements situés dans la zone la plus centrale ou au point le plus chaud de la bande ou du panneau de traçage. La puissance thermique de l'échantillon de la bande ou du panneau de traçage doit se situer dans la moitié supérieure de ses limites de tolérance ou les conditions d'essai doivent permettre d'obtenir des résultats analogues. Les thermocouples et les câbles de connexion doivent être choisis et placés de manière à ne pas gêner le comportement thermique des mesurages de température (thermocouples de type K ou de type J de 0,2 mm² ou de plus petite taille, par exemple). Les thermocouples pour gaines métalliques et les surfaces métalliques chauffées doivent être correctement fixés de manière à réduire au minimum les erreurs de mesure. Pour les autres revêtements électriquement conducteurs, gaines polymères et surfaces chauffées non métalliques, il convient de fixer les thermocouples à l'aide d'un système d'adhésifs/de rubans adapté. Des thermocouples supplémentaires peuvent être placés en d'autres points chauds préalablement définis à la discrétion de l'organisme de certification. Le côté chauffé de la plaque doit être pourvu d'une isolation thermique d'une épaisseur uniforme conformément aux procédures d'installation du constructeur. La plaque montée à la verticale est ensuite disposée dans une pièce ayant une température ambiante stable et non exposée au vent. La bande ou le panneau de traçage doit être alimenté(e) à 110 % de la tension assignée selon le Tableau 2, le Tableau 3, le Tableau D.2 et le Tableau D.3. Après stabilisation, les lectures des thermocouples doivent être enregistrées, y compris la température ambiante locale. Les températures mesurées de la gaine de la résistance de traçage ne doivent pas dépasser la valeur calculée par le constructeur de plus de 10 K et ne doivent pas dépasser la température maximale de tenue déclarée par le constructeur.

Lorsque la méthode de conception avec régulation est utilisée, le capteur de contrôle doit être installé selon les instructions du constructeur à une distance minimale de 25 mm de la bande ou du panneau de traçage. Les températures maximales prévues de la gaine pour un point de consigne spécifique du dispositif de limitation et de régulation de la température combiné approprié ou du limiteur de haute température approprié, doivent être comparées aux températures maximales mesurées de la gaine de l'élément de chauffage. Les températures mesurées de la gaine ne doivent pas dépasser la valeur calculée par le constructeur de plus de 10 K et ne doivent pas dépasser la température maximale de tenue déclarée par le constructeur.

5.1.13.4.4 Surfaces isolées chauffées extérieurement – faisceaux de tubes

Pour les faisceaux de tubes, l'appareil d'essai doit être composé d'un faisceau de tubes tracés de 4,5 m. La quantité et le diamètre des tubes du faisceau doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'organisme de certification. Des thermocouples doivent être utilisés pour surveiller la température des tubes et de la gaine de résistance correspondante en des emplacements situés à mi-chemin du faisceau. Les thermocouples et les câbles de connexion doivent être choisis et placés de manière à ne pas gêner le comportement thermique des mesurages de température (thermocouples de type K ou de type J de 0,2 mm² ou de plus petite taille, par exemple). Les thermocouples pour gaines métalliques et surfaces métalliques chauffées doivent être correctement fixés de manière à réduire au minimum les erreurs de mesure. Les thermocouples doivent être fixés à l'aide de systèmes d'adhésifs/de rubans adaptés lorsqu'ils sont installés sur d'autres revêtements électriquement conducteurs, des gaines polymères et des surfaces chauffées non métalliques. Des thermocouples supplémentaires peuvent être placés en d'autres points chauds préalablement définis à la discrétion de l'organisme de certification.

L'élément de chauffage doit être alimenté à 110 % de la tension assignée selon le Tableau 2, le Tableau 3, le Tableau D.2 et le Tableau D.3. Les températures du système doivent pouvoir se stabiliser et les lectures des thermocouples doivent être enregistrées. Lorsque la méthode de conception avec régulation est utilisée, le capteur de température doit être installé selon

les instructions du constructeur au centre du faisceau ou à proximité de celui-ci. Les températures maximales prévues de la gaine basées sur le point de consigne du dispositif de limitation et de régulation de la température combiné ou d'un limiteur de haute température approprié, doivent être comparées aux températures maximales mesurées de la gaine de la résistance de traçage.

Les températures mesurées de la gaine de la résistance de traçage ne doivent pas dépasser la valeur calculée par le constructeur de plus de 10 K et ne doivent pas dépasser la température maximale de tenue déclarée par le constructeur.

Pour les essais de température maximale, les tubes du faisceau doivent être vides et la température maximale de la gaine doit être enregistrée. Pour les essais de puissance de sortie, les tubes du faisceau doivent contenir de l'eau courante ou un mélange eau-glycol à la température assignée lors de la vérification du niveau de puissance.

5.1.13.4.5 Vérification de la température de la gaine – Procédure d'essai de plaque

Cette procédure peut être utilisée en lieu et place de la partie de 5.1.13.4.2 traitant de la vérification de la température de la gaine.

L'appareil et les procédures d'essai de 5.1.13.4.2 et les conditions de conception du Tableau 2, du Tableau 3, du Tableau D.2 et du Tableau D.3 doivent être utilisés pour déterminer la température maximale de l'objet à utiliser comme l'une des températures de la plaque. Lorsqu'il utilise cette méthode d'essai, le constructeur doit avoir démontré l'aptitude à prévoir une température d'emballage du tuyau (T_{pr}) (objet) à l'aide de la méthode d'essai décrite en 5.1.13.4.2.

L'appareil d'essai, tel que représenté à la Figure 9, doit être composé d'une plaque d'aluminium de 600 mm × 600 mm × 50 mm avec des cartouches chauffantes, un régulateur thermique et des canaux de refroidissement. Au centre de la plaque se trouve un creux (environ 300 mm × 50 mm × 5 mm) sur lequel il faut placer la résistance de traçage. La plaque doit faire l'objet d'une isolation thermique constituée d'environ 75 mm de silicate de calcium au fond et d'environ 150 mm de large de laine minérale sur les bords de la plaque. Le haut de l'appareil est isolé avec deux couches, chacune étant composée de trois sections de silicate de calcium d'environ 900 mm × 300 mm × 25 mm ou autre isolation appropriée convenue avec l'organisme de certification. L'isolation rigide doit être étamée à 300 °C pendant 4 heures afin de réduire toute possibilité de fissures pendant l'utilisation. L'isolation rigide doit reposer directement sur l'échantillon et être soutenue par deux résistances de chauffage non alimentées de taille équivalente à celle de l'échantillon comme représenté à la Figure 9. Les extrémités et les vides latéraux doivent être remplis de laine minérale ou d'éléments isolants rigides. Un panneau de bois de 900 mm × 900 mm × 13 mm (d'environ 10 kg) doit être placé en haut pour réduire les éventuels vides. La puissance thermique de l'échantillon de résistance de traçage doit se situer dans la moitié supérieure de ses limites de tolérance ou, pour les résistances de traçage en série ou en parallèle de type zone, les conditions d'essai doivent permettre d'obtenir des résultats analogues. L'échantillon doit avoir une longueur d'au moins 600 mm, de sorte que sa section chauffée complète soit en contact avec la plaque, comme représenté à la Figure 9. En variante, un échantillon en spirale disposé sur la plaque peut être approprié afin de s'assurer que sa section chauffée complète est en contact avec la plaque, comme représenté à la Figure 10. Dans ce cas, les deux résistances de chauffage non alimentées soutenant l'isolation ne sont pas nécessaires. L'échantillon de résistance de traçage doit être fixé en permettant la dilatation thermique de la résistance. Un thermocouple unique doit être placé sur le côté supérieur de la gaine de la résistance de traçage au centre du creux, un capteur de température doit être placé dans la zone d'essai de 300 mm × 300 mm afin de contrôler la température de la plaque et trois thermocouples supplémentaires doivent être placés sur la plaque comme représenté à la Figure 9 ou à la Figure 10. Les thermocouples et les câbles de connexion doivent être choisis et placés de manière à ne pas gêner le comportement thermique des mesurages de température (thermocouples de type K ou de type J de 0,2 mm² ou de plus petite taille, par exemple). Les thermocouples pour gaines métalliques et surfaces métalliques chauffées doivent être correctement fixés de manière à réduire au minimum les erreurs de mesure. Pour

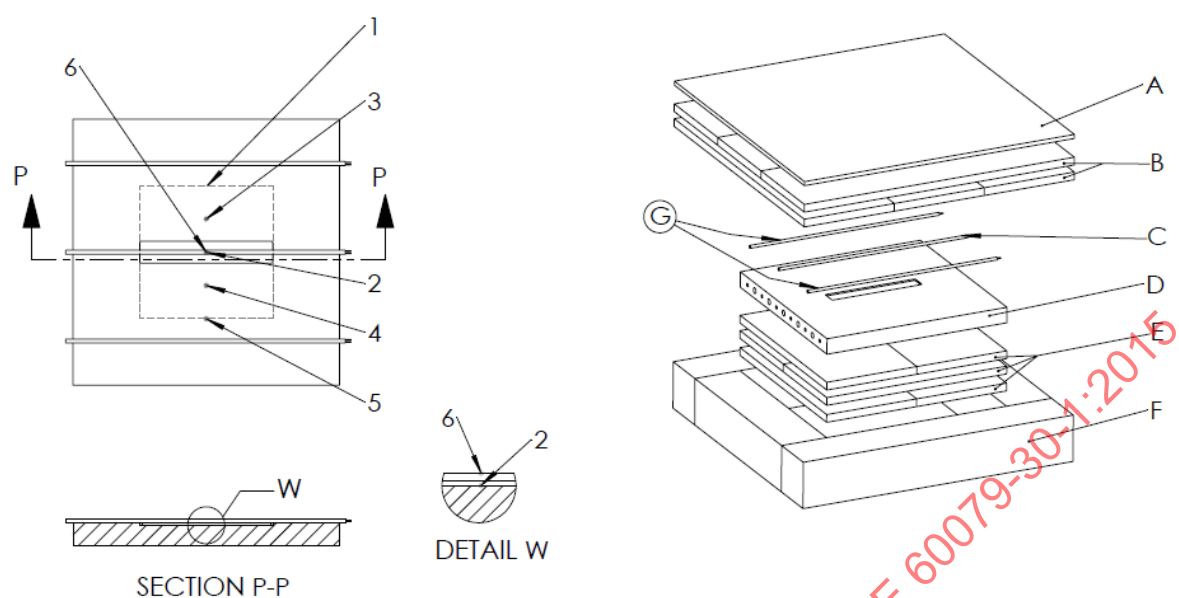
les autres revêtements électriquement conducteurs, les gaines polymères et les surfaces chauffées non métalliques, il convient de fixer les thermocouples à l'aide d'un système d'adhésifs/rubans adapté.

Pour les résistances de traçage qui peuvent être croisées, deux résistances de traçage doivent être placées perpendiculairement l'une à l'autre, à un angle de 45° de l'axe du creux comme représenté à la Figure 11. En variante, il peut s'avérer approprié de croiser un seul échantillon à un angle de 45° de l'axe du creux afin de s'assurer que la section chauffée complète est en contact avec la plaque comme représenté à la

Figure 12. Dans ce cas, les trois thermocouples sont installés respectivement au centre, à 75 mm et à 150 mm du centre de la gaine de la résistance de traçage. L'isolation rigide doit reposer directement sur l'échantillon supérieur et les supports supplémentaires afin de maintenir l'isolation parallèle à la plaque.

La température de la plaque doit être réglée à la température désignée de l'objet. La température de la plaque doit être considérée comme stable lorsque le régulateur thermique de la plaque et les trois thermocouples associés affichent une différence de température maximale de 2 °C. La résistance de traçage doit alors être alimentée à 110 % de la tension assignée comme cela est spécifié dans le Tableau 2, le Tableau 3, le Tableau D.2 et le Tableau D.3. Après stabilisation, lorsque la variation des températures de la gaine est inférieure à 2 K en 30 min, les températures de la gaine, la ou les puissances de sortie et les températures de la plaque doivent être enregistrées. La ou les puissances de sortie enregistrées doivent être ajustées afin de compenser les chutes de tension éventuelles liées à la connexion froide et/ou au câblage d'alimentation associé. Les mesurages de la température de la gaine doivent être vérifiés à trois températures de plaque différentes et à trois puissances de sortie différentes (c'est-à-dire 9 séries de mesurage), le cas échéant, à la satisfaction de l'organisme de certification.

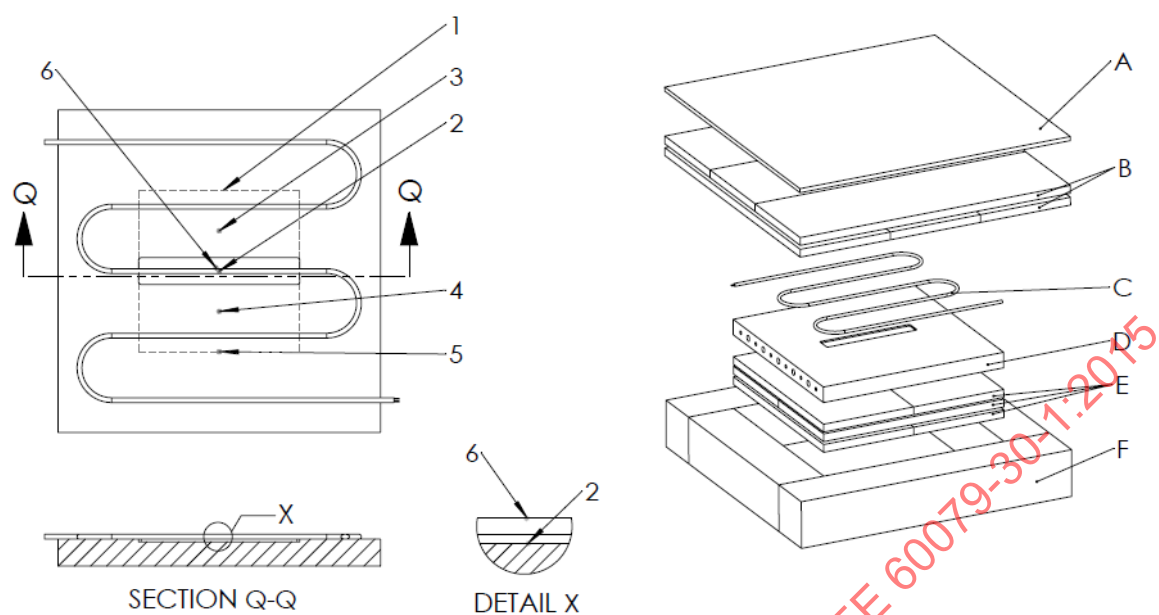
La ou les températures mesurées de la gaine ne doivent pas dépasser la valeur calculée par le constructeur de plus de 10 K et ne doivent pas dépasser la température maximale de tenue déclarée par le constructeur.



Légende:

- | | | | |
|---|---|---|--|
| 1 | Zone d'essai de 300 mm x 300 mm | A | Panneau de bois |
| 2 | Thermocouple placé sur la surface inférieure du creux | B | Deux couches d'isolation rigide |
| 3 | Point de contrôle de température de la plaque à 75 mm de l'axe du creux | C | Échantillon d'essai |
| 4 | Thermocouple à 75 mm du centre de la plaque | D | Plaque de 600 mm x 600 mm |
| 5 | Thermocouple à 150 mm du centre de la plaque | E | Isolation de 75 mm sous la plaque |
| 6 | Thermocouple placé sur l'échantillon d'essai | F | Côtés de la plaque en laine minérale de 150 mm |
| | | G | Deux échantillons de support non alimentés |

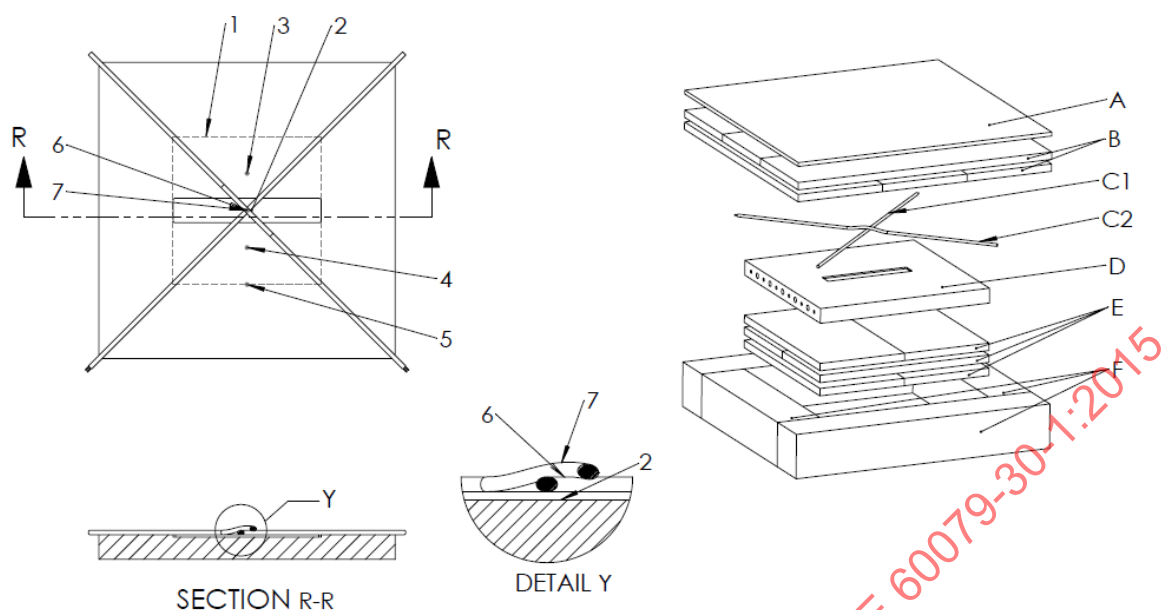
Figure 9 – Vérification de la température de la gaine, essai de plaque



Légende

- | | | | |
|---|---|---|--|
| 1 | Zone d'essai de 300 mm x 300 mm | A | Panneau de bois |
| 2 | Thermocouple placé sur la surface inférieure du creux | B | Deux couches d'isolation rigide |
| 3 | Point de contrôle de température de la plaque à 75 mm de l'axe du creux | C | Échantillon d'essai |
| 4 | Thermocouple à 75 mm du centre de la plaque | D | Plaque de 600 mm x 600 mm |
| 5 | Thermocouple à 150 mm du centre de la plaque | E | Isolation de 75 mm sous la plaque |
| 6 | Thermocouple placé sur l'échantillon d'essai | F | Côtés de la plaque en laine minérale de 150 mm |
| | | G | Deux échantillons de support non alimentés |

Figure 10 – Vérification de la température de la gaine – essai de plaque avec échantillon en spirale



Légende:

- | | | | |
|---|---|----|--|
| 1 | Zone d'essai de 300 mm x 300 mm | A | Panneau de bois |
| 2 | Thermocouple placé sur la surface inférieure du creux | B | Deux couches d'isolation rigide |
| 3 | Point de contrôle de température de la plaque à 75 mm de l'axe du creux | C1 | Échantillon d'essai – échantillon inférieur |
| 4 | Thermocouple à 75 mm du centre de la plaque | C2 | Échantillon d'essai – échantillon supérieur |
| 5 | Thermocouple à 150 mm du centre de la plaque | D | Plaque de 600 mm x 600 mm |
| 6 | Thermocouple placé sur l'échantillon d'essai | E | Isolation de 75 mm sous la plaque |
| | | F | Côtés de la plaque en laine minérale de 150 mm |

Figure 11 – Essai de plaque avec croisement de deux échantillons