

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Fuel cell technologies –

Part 3-400: Stationary fuel cell power systems – Small stationary fuel cell power system with combined heat and power output

Technologies des piles à combustible –

Partie 3-400: Systèmes à piles à combustible stationnaires – Petits systèmes à piles à combustible stationnaires avec chaleur et puissance en sortie combinées



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2016 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

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

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

65 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

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

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

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

65 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Fuel cell technologies –

Part 3-400: Stationary fuel cell power systems – Small stationary fuel cell power system with combined heat and power output

Technologies des piles à combustible –

Partie 3-400: Systèmes à piles à combustible stationnaires – Petits systèmes à piles à combustible stationnaires avec chaleur et puissance en sortie combinées

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.070

ISBN 978-2-8322-3720-5

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	6
1 Scope	8
2 Normative references	11
3 Terms, definitions and symbols	13
3.1 Terms and definitions	13
3.2 Symbols	19
4 Appliance classification	21
4.1 Gases and gas categories	21
4.2 Mode of air supply and evacuation of combustion products	21
4.3 Maximum water side operating pressure	22
4.4 Expansion system	22
4.5 Output power characteristic	22
5 Safety requirements and protective measures	22
5.1 General safety strategy	22
5.2 Construction requirements for safety	23
5.2.1 General	23
5.2.2 Use and servicing	23
5.2.3 Connections to the supply systems	25
5.2.4 Soundness	27
5.2.5 Material	29
5.2.6 Electrical safety	29
5.2.7 Subsystems and safety related control functions	30
5.3 Operational requirements for safety	39
5.3.1 General requirements	39
5.3.2 Soundness	40
5.3.3 Safety of operation (temperature/limit gas)	46
5.3.4 Start/release and adjusting, control and safety devices (if applicable)	54
5.3.5 Resistance of the materials to pressure	57
5.3.6 EMC	57
5.3.7 Outdoor or semi-outdoor for Type A small fuel cell CHP appliance	57
5.4 Safety requirements test methods	58
5.4.1 General test conditions	58
5.4.2 Soundness	63
5.4.3 Safety of operation	68
5.4.4 Start/release and adjusting, control and safety devices	87
5.4.5 Resistance of the materials to pressure	90
5.4.6 EMC	90
5.4.7 Outdoor or semi-outdoor small fuel cell CHP appliances	90
6 Functional (normal operating) performance	95
6.1 Performance parameters and requirements	95
6.1.1 Efficiency	95
6.1.2 Heat input and heat and electrical output	95
6.1.3 Operation	96
6.1.4 Combustion and NO _x emissions	96
6.1.5 EMC	97
6.2 Performance test methods	97

6.2.1	Efficiency	97
6.2.2	Heat input and heat and electrical output	103
6.2.3	Operation	104
6.2.4	Combustion and NO _x emissions	104
6.2.5	EMC	106
7	Marking, installation and operating instructions	106
7.1	Marking of the small fuel cell CHP appliance	106
7.1.1	Data plate	106
7.1.2	Supplementary markings	107
7.1.3	Packaging	107
7.1.4	Warnings on the small fuel cell CHP appliance and the packaging	107
7.1.5	Other information	107
7.2	Installation instructions	107
7.2.1	General	107
7.2.2	Technical instructions	110
7.3	Operating instructions (i.e. users instructions)	113
7.4	Conversion instructions (if applicable)	113
7.5	Presentation	113
Annex A (informative)	Significant hazards, hazardous situations and events dealt with in this standard	114
Annex B (informative)	Requirements specific for Europe	116
Annex C (informative)	Requirements specific for stationary fuel cell power system in Japan	149
Annex D (informative)	Requirements specific for the USA	171
Annex E (informative)	Composition of the supply gas circuit	175
Annex F (informative)	Classification of gas appliances according to the method of supplying air and evacuation of the combustion products (types)	176
Annex G (informative)	Sampling of flue gas combustion products	187
Annex H (informative)	Practical method of calibrating the test rig to enable the heat loss Q_{loss} to be determined	189
Annex I (informative)	Test rig for the measurement of the stand-by heat losses	190
Bibliography		192
Figure 1	– Configuration with and without integrated supplementary heat generator	11
Figure 2	– Illustration of Table 3: Surrounding of the combustion products circuit by the combustion air circuit	44
Figure 3	– Test rig for Type C ₁ appliances, equipped with horizontal wind protection device at a vertical wall	73
Figure 4	– Test rig for Type C ₁ small fuel cell CHP appliances for installation in buildings with tilted roof	74
Figure 5	– Test rig for Type C ₃ and Type C ₉ small fuel cell CHP appliances for installation in flat roofed buildings	75
Figure 6	– Test rig for Type C ₃ and Type C ₉ small fuel cell CHP appliances for installation in buildings with tilted roof	76
Figure 7	– Wind test setup for indoor small fuel cell CHP appliances	80
Figure 8	– Water shower test setup for outdoor small fuel cell CHP appliance	91
Figure 9	– Wind test setup for outdoor small fuel cell CHP appliance	93
Figure 10	– Energy/power inputs and outputs relevant for overall energy efficiency	95

Figure 11 – Test rig for efficiency measurement of small fuel cell CHP appliances, with or without supplementary heat generator, connected to a central heating system or a heat storage system.....	99
Figure 12 – Test rig for efficiency measurement of small fuel cell CHP appliances, without supplementary heat generator, connected to a domestic hot water storage only	100
Figure B.1 – Test rig for thermostats: shortcut circulation	131
Figure B.2 – Test rig for thermostats with heat exchanger.....	132
Figure B.3 – Test rig for the determination of water losses.....	136
Figure C.1 – Configuration for stationary fuel cell power system	150
Figure C.2 – Test rig for measuring the insulation resistance	158
Figure C.3 – Example of combustion exhaust gas collectors and collection locations.....	166
Figure E.1 – Automatic gas shut-off valves in the supply gas circuit for small fuel cell CHP appliances	175
Figure F.1 – Types of small fuel cell CHP appliance with its key duct elements.....	176
Figure F.2 – Type B ₂	181
Figure F.3 – Type B ₃	181
Figure F.4 – Type B ₅	182
Figure F.5 – Type C ₁	183
Figure F.6 – Type C ₃	183
Figure F.7 – Type C ₄	184
Figure F.8 – Type C ₅	184
Figure F.9 – Type C ₆	185
Figure F.10 – Type C ₈	185
Figure F.11 – Type C ₉	186
Figure G.1 – Example of a sampling probe for the measurement of the products of combustion	187
Figure G.2 – Example of the location of the probe for a an appliance with circular coaxial ducts.....	188
Figure I.1 – Test rig	190
Table 1 – Symbols and their meanings.....	19
Table 2 – Composition of the supply gas circuit according on the valve classification of ISO 23551-1	31
Table 3 – Maximum admissible leakage rates	43
Table 4 – Allowable surface temperatures rises	46
Table 5 – Uncertainty of measurement.....	63
Table 6 – Soundness tests of the internal cooling circuits	68
Table 7 – $\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO}_2)$ volume fraction of the theoretical dry air-free combustion products, in percent	84
Table 8 – Emission classes for NO _x	96
Table A.1 – Hazardous situations and events.....	114
Table B.1 – Mechanical properties and chemical compositions of carbon and stainless steels.....	120
Table B.2 – Minimum requirements for cast iron	120
Table B.3 – Parts in aluminium and aluminium alloys	121
Table B.4 – Parts in copper or copper alloys	121

Table B.5 – Minimum thicknesses for rolled parts	121
Table B.6 – Nominal minimum thicknesses of small fuel cell CHP appliance sections	121
Table B.7 – Weld joints and welding processes.....	122
Table B.8 – $\phi_{\text{ex,th}}(\text{CO}_2)$ volume fraction of the theoretical dry air-free combustion products, in percent	134
Table B.9 – Weighting factor F_{CHP} for weighting $\eta_{\text{eq,CHP}}$ in the η_{son} calculation.....	139
Table B.10 – Weighting factors	144
Table B.11 – Weighting factors	145
Table B.12 – Weighting factor F_{CHP} for weighting $\varepsilon_{\text{CHP}}(\text{NO}_x)$ and $\varepsilon_{\text{SUP}}(\text{NO}_x)$ in the $\varepsilon_{\text{pond}}(\text{NO}_x)$ calculation	146
Table B.13 – Supplementary markings.....	147
Table C.1 – Insulation resistance value.....	158

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-3-400:2016

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FUEL CELL TECHNOLOGIES –

**Part 3-400: Stationary fuel cell power systems –
Small stationary fuel cell power system
with combined heat and power output**

FOREWORD

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

International Standard IEC 62282-3-400 has been prepared by IEC technical committee 105: Fuel cell technologies.

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

FDIS	Report on voting
105/620/FDIS	105/624/RVD

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

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

A list of all parts in the IEC 62282 series, published under the general title *Fuel cell technologies*, can be found on the IEC website.

The reader's attention is drawn to the fact that Annex B, Annex C and Annex D list all of the “in-some-countries” clauses on differing practices of a less permanent nature relating to the subject of this standard.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

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 62282-3-400:2016

FUEL CELL TECHNOLOGIES –

Part 3-400: Stationary fuel cell power systems – Small stationary fuel cell power system with combined heat and power output

1 Scope

This part of IEC 62282 applies to small stationary fuel cell power systems serving as a heating appliance providing both electric power and useful heat with or without a supplementary heat generator providing peak load function.

This standard applies to fuel cell power systems that are intended to be permanently connected to the electrical system of the customer (end user). Direct connection to the mains (parallel operation) is also within the scope of this standard.

NOTE 1 Parallel operation is subject to the permission of the local electric power supply utility.

This standard is limited to gas and liquid fuelled fuel cell CHP appliances that have a heat input based on lower heating value of less than or equal to 70 kW. For some regional applications, the output electric power is limited. Specific limitations are given in Clause C.1 for Japan.

This standard applies to systems as shown in Figure 1.

One is a system where both stationary fuel cell power system and supplementary heat generator are installed in one enclosure without any partition.

This standard does not have to apply to the supplementary heat generator of systems where the stationary fuel cell power system and the supplementary heat generator are not built in one enclosure, and whose ducts are not common (that is, each appliance has its own dedicated duct system).

This standard applies to systems intended for operation on the following supplied input fuels:

- natural gas and other methane rich gases;
- fuels derived from oil refining (liquefied petroleum gases, propane, and butane);
- hydrogen as supply gas for the CHP generator.

NOTE 2 It is possible that other fuels such as alcohols (methanol, ethanol), kerosene, or hydrogen for the supplementary heat generator will be added in future amendments or revisions.

This part of IEC 62282 applies to systems where:

- the heat transfer fluid (heat output) is water or a mixture of water and additives to prevent corrosion and to prevent freezing;
- the heat transfer fluid circuit (heat output) can be designed for open or sealed operation;
- the maximum temperature of the heat transfer fluid (heat output) does not exceed 100 °C, or the value given in Clause B.1 for Europe or in Clause D.1 for the USA;
- the maximum pressure of the heat transfer fluid (heat output) circuit does not exceed 0,3 MPa, or the limits given in Clause B.1 for Europe, or C.4.3 for Japan or Clause D.1 for the USA;
- the maximum pressure of the domestic hot water circuit, if installed, does not exceed 0,1 MPa, or the limits as given in Clause D.1 for the USA.

This standard applies to systems with either condensing or non-condensing conditions in the exhaust gas.

This standard applies to appliances

- with ducts included as part of the appliance (Type B, Type C) and
- without ducts (Type A)

Duct systems are shown in Annex F. The chimney in the figures is part of the building and is not within the scope of this standard.

Different combustion air/flue duct circuit configurations are accommodated, see Annex F.

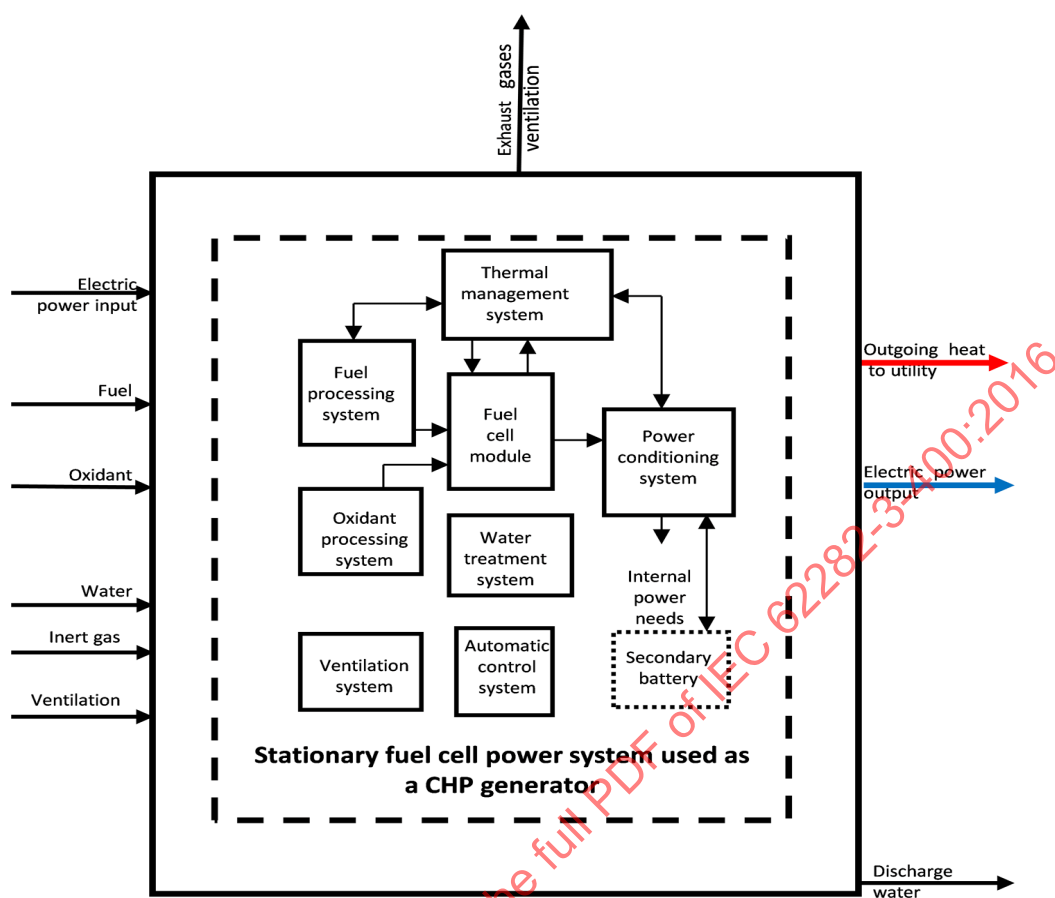
This standard applies to both indoor and outdoor installations.

This standard applies to type testing only.

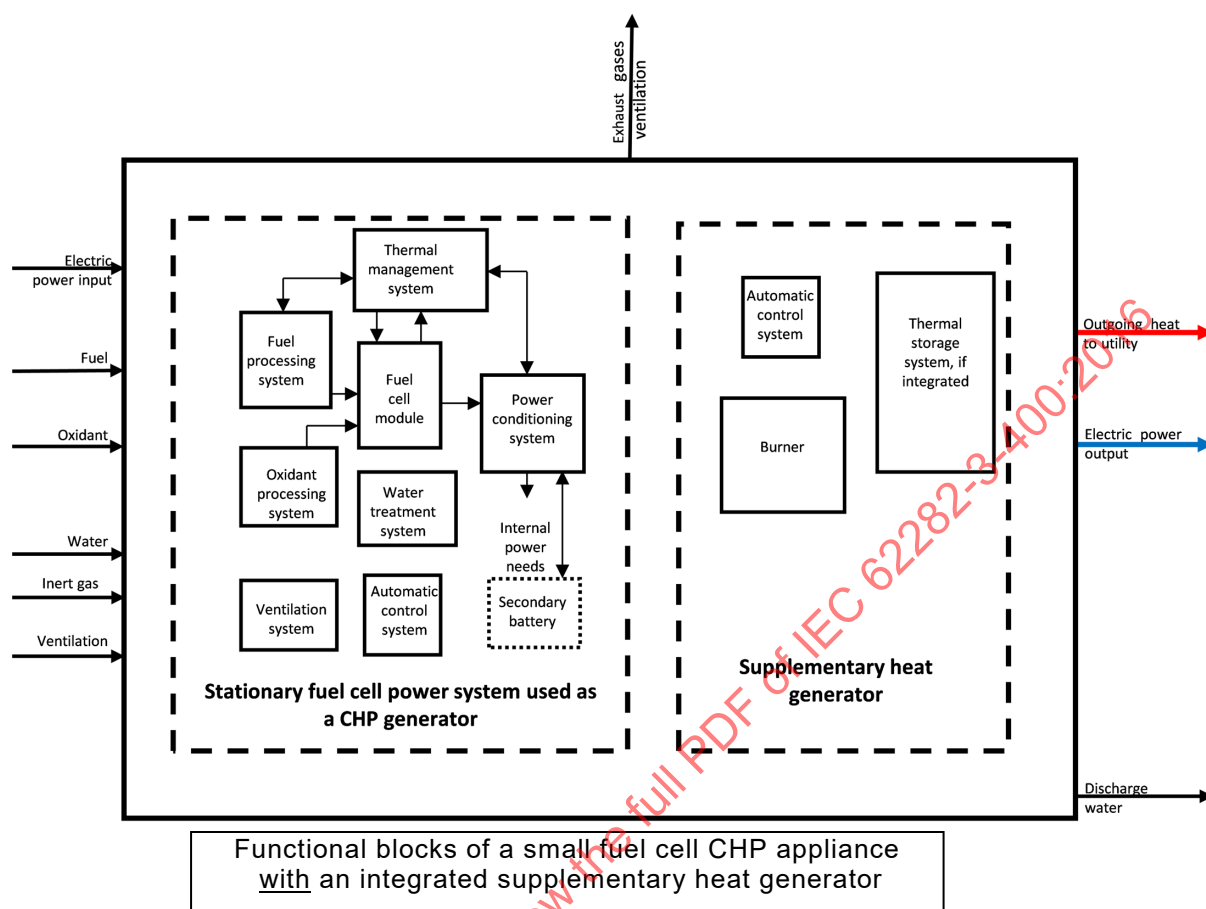
This standard specifies the requirements for construction, safety, installation, fitness for purpose, rational use of energy, marking, and performance measurement of these appliances.

This standard also provides regional and country specific requirements to facilitate the worldwide application of this IEC standard. These essential regional and country specific requirements are given in Annex B for Europe, in Annex C for Japan and in Annex D for the USA.

If the user or manufacturer chooses a regional specific annex to apply this standard, then that annex applies to the appliance in its entirety without mixing requirements between annexes. The chosen regional or country specific annex becomes normative.



Functional blocks of a small fuel cell CHP appliance without an integrated supplementary heat generator



IEC

Figure 1 – Configuration with and without integrated supplementary heat generator

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

NOTE Regional specific standards are given in Clause B.2 for Europe, in Clause C.2 for Japan and in Clause D.2 for the USA.

IEC 60079 (all parts), *Explosive atmospheres*

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

IEC 60079-2, *Explosive atmospheres – Part 2: Equipment protection by pressurized enclosure "p"*

IEC 60079-10-1, *Explosive atmospheres – Part 10-1: Classification of areas – Explosive gas atmospheres*

IEC 60079-20-1, *Explosive atmospheres – Part 20-1: Material characteristics for gas and vapour classification – Test methods and data*

IEC 60079-30-1, *Explosive atmospheres – Part 30-1: Electrical resistance trace heating – General and testing requirements*

IEC 60335-1, *Household and similar electrical appliances – Safety – Part 1: General requirements*

IEC 60335-2-102:2004, *Household and similar electrical appliances – Safety – Part 2-102: Particular requirements for gas, oil and solid-fuel burning appliances having electrical connections*

IEC 60335-2-102:2004/AMD1:2008

IEC 60335-2-102:2004/AMD2:2012

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60721-3-1, *Classification of environmental conditions – Part 3 Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 1: Storage*

IEC 60721-3-2, *Classification of environmental conditions – Part 3 Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 2: Transportation*

IEC 60721-3-3, *Classification of environmental conditions – Part 3-3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Stationary use at weatherprotected locations*

IEC 60730-1, *Automatic electrical controls – Part 1: General requirements*

IEC 60730-2-5, *Automatic electrical controls – Part 2-5: Particular requirements for automatic electrical burner control systems*

IEC 60730-2-9, *Automatic electrical controls – Part 2-9: Particular requirements for temperature sensing control*

IEC 61000-3-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic currents emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)*

IEC 61000-3-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-3: Limits – Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current ≤ 16 A per phase and not subject to conditional connection*

IEC TS 61000-3-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-4: Limits – Limitation of emission of harmonic currents in low-voltage power supply systems for equipment with rated current greater than 16 A*

IEC 61000-3-11, *Electromagnetic Compatibility (EMC) – Part 3-11: Limits – Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems – Equipment with rated current ≤ 75 A and subject to conditional connection*

IEC 61000-3-12, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-12: Limits – Limits for harmonic currents produced by equipment connected to public low-voltage systems with input current > 16 A and ≤ 75 A per phase*

IEC 61000-6-1, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-1: Generic standards – Immunity for residential, commercial and light-industrial environments*

IEC 61000-6-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments*

IEC TS 62282-1:2013, *Fuel cell technologies – Part 1: Terminology*

IEC 62282-2:2012, *Fuel cell technologies – Part 2: Fuel cell modules*

IEC 62282-3-201:2013, *Fuel cell technologies – Part 3-201: Stationary fuel cell power systems – Performance test methods for small fuel cell power systems*

CISPR 14-1, *Electromagnetic compatibility – Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus – Part 1: Emission*

CISPR 14-2, *Electromagnetic compatibility – Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus – Part 2: Immunity – Product family standard;*

ISO 7-1, *Pipe threads where pressure-tight joints are made on the threads – Part 1: Dimensions, tolerances and designation*

ISO 228-1, *Pipe threads where pressure-tight joints are not made on the threads – Part 1: Dimensions, tolerances and designation*

ISO 262, *ISO general purpose metric screw threads – Selected sizes for screws, bolts and nuts*

ISO 3166-1 *Codes for the representation of names of countries and their subdivisions – Part 1: Country codes*

ISO 4126-1, *Safety devices for protection against excessive pressure – Part 1: Safety valves*

ISO 23550:2011, *Safety and control devices for gas burners and gas-burning appliances – General requirements*

ISO 23551-1, *Safety and control devices for gas burners and gas burning appliances – Particular requirements – Part 1: Automatic and semi-automatic valves*

ISO 23551-2, *Safety and control devices for gas burners and gas-burning appliances – Particular requirements – Part 2: Pressure regulators*

ISO 23551-3, *Safety and control devices for gas burners and gas-burning appliances – Particular requirements – Part 3: Gas/air ratio controls, pneumatic type*

ISO 23552-1, *Safety and control devices for gas and/or oil burners and gas and/or oil appliances – Particular requirements – Part 1: Fuel/air ratio controls, electronic type*

3 Terms, definitions and symbols

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>

- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1.1

supply gas

gas, supplied externally to the small fuel cell CHP appliance

3.1.2

supply gas circuit

assembly of parts of the small fuel cell CHP appliance that carry or contain the supply gas between the gas inlet connection and the outlet of the safety shut-off valves

3.1.3

gas carrying circuit

assembly of parts of the small fuel cell CHP appliance that carry or contain supplied gas or process gas excluding the combustion circuit

3.1.4

process gas

gas, transformed from supplied gas to a gas containing predominantly hydrogen

3.1.5

air supply circuit

assembly of parts of the small fuel cell CHP appliance that carry or contain supplied oxidant air to the fuel processing system, fuel cell stack or combustion air to the burner

3.1.6

combustion circuit

circuit consisting of the air supply circuit and the combustion products circuit

3.1.7

combustion products circuit

circuit including the combustion chamber, the heat exchanger, the combustion products evacuation duct and either the fitting piece or the connection to the duct terminal, if any

3.1.8

combustion chamber

enclosure inside which combustion of the air-gas mixture takes place

3.1.9

air supply duct

means for transporting oxidant air to the fuel processing system, the fuel cell stack, combustion air to the burner, and the ventilation air

3.1.10

combustion products evacuation duct

means for transporting the combustion products, the cathode air from the fuel cell stack and the ventilation air

3.1.11

completely surrounded by combustion air

constructional concept of internal parts of the small fuel cell CHP appliance, which surrounds the parts with flowing supplied air for the purpose of sweeping away potential leakages in the direction of the combustion process

3.1.12

air proving

method by which air availability is verified for a combustion or oxidation process

Note 1 to entry: A function of the air proving method is to check if the correct volume of air is available and to show the volume only when air is available.

3.1.13

semi-outdoor small fuel cell CHP appliance

small fuel cell CHP appliance intended to be installed in the open air but in a partially protected place only, not exposed to the direct exterior surrounding and infiltration of rain, snow or hail

3.1.14

duct terminal

part of the combustion circuit fitted outside the building which has the function of air supply inlet and/or combustion products outlet of the appliance

Note 1 to entry: See Figure F.1.

3.1.15

fitting piece

intermediate piece that connects the duct system to the small fuel cell CHP appliance

Note 1 to entry: See Figure F.1.

3.1.16

duct terminal guard

device that protects the duct terminal from mechanical damage from outside influences

Note 1 to entry: See Figure F.1.

3.1.17

recycling

automatic process by which, after loss of flame during operation, the gas supply is interrupted and the full start procedure is re-initiated automatically

3.1.18

maximum water side operating pressure

maximum pressure of the water on the small fuel cell CHP appliance outlet which provides the heat for the heating water circuit, declared by the manufacturer for which the appliance is designed

3.1.19

CHP

combined heat and power

simultaneous generation of thermal and electric energy in one process

Note 1 to entry: This note applies to the French language only.

3.1.20

small fuel cell CHP appliance

appliance which delivers both heat and electric power (and which can also provide domestic hot water service) and is comprised of a stationary fuel cell power system used as a CHP generator and the following components as relevant:

- supplementary heat generator
- flue ducts
- thermal storage

Note 1 to entry: See Figure 1.

Note 2 to entry: The appliance is either delivered or specified by the manufacturer's instructions as a complete package.

3.1.21

CHP generator

system that includes a fuel cell power system producing thermal and electric energy and is the preferential source of heat

Note 1 to entry: See Figure 1.

3.1.22

supplementary heat generator

non-preferential heat source providing peak load

Note 1 to entry: See Figure 1.

3.1.23

states and phases of operation

3.1.23.1

cold state

state of a CHP generator at ambient temperature with no power input or output

3.1.23.2

operational state

state of a CHP generator with the ability to generate nominal electric active power output, or state of the supplementary heat generator with the ability to produce nominal heat output, if demanded

3.1.23.3

storage state

state of a CHP generator being non-operational and possibly requiring, under conditions specified by the manufacturer, the input of thermal and/or electric energy and/or an inert atmosphere in order to prevent deterioration of the components and/or to energize the control systems

3.1.23.4

lockout state

state of operation in which the small fuel cell CHP appliance, or the CHP generator or the supplementary heat generator is shut down and a restart can only be accomplished by a manual reset

3.1.23.5

start-up

sequence of operations, specified by the manufacturer, which occurs to transition a CHP generator from cold state or storage state to operational state

3.1.23.6

shutdown

sequence of operations, specified by the manufacturer, which occurs to transition a CHP generator from operational state to cold state or storage state

3.1.24

heat input

amount of heat expressed as a function of time released by the small fuel cell CHP appliance at a given throughput

Note 1 to entry: Heat input is expressed in kilowatts (kW) and is calculated as fuel flow rate multiplied by the lower heating value of the fuel.

3.1.25

nominal heat input

value of the heat input, to provide nominal output

Note 1 to entry: Nominal heat input is the needed heat input to operate the small fuel cell CHP appliance to reach nominal heat output and nominal electric power output.

3.1.26

nominal output

useful output (thermal and electric power) declared by the manufacturer, corresponding to the operation of the small fuel cell CHP appliance in a specified water temperature regime or at a specified domestic hot water temperature condition

Note 1 to entry: Nominal output is expressed in kW.

3.1.27

purge circuit

circuit of the CHP generator that contains process gas or anode off gas during generating mode

3.1.28

internal cooling circuit

assembly of parts of the small fuel cell CHP appliance that carry or contain liquids intended to maintain the internal components of the appliance at their operating temperature and that are not connected to supplies or circuits outside of the appliance

3.1.29

heating water

water or mixtures of water and other liquids (such as glycol) contained in the heating water circuit intended to transfer useful heat to the building or external heat storing devices

3.1.30

heating water circuit

assembly of parts of the small fuel cell CHP appliance that carry or contain water or mixtures of water and other liquids (such as glycol) intended to transfer useful heat to the building or external heat storing devices

3.1.31

protected nature

design of a combustion chamber and combustion products evacuation ducts such that an ignition in the combustion chamber does not cause ignition in the combustion products evacuation ducts, even if a flammable mixture exists in the combustion products evacuation ducts

Note 1 to entry: This may be achieved by any suitable design.

3.1.32

electric efficiency

ratio of the average net electric power output of a fuel cell power system at a given duration to the average fuel power fed to the same fuel cell power system at the same duration

3.1.33

heat recovery efficiency

ratio of the average thermal power recovered at a given duration from a fuel cell power system to the average fuel power fed to the same fuel cell power system at the same duration

3.1.34

overall energy efficiency

sum of the electric efficiency and heat recovery efficiency

3.1.35

range-rating device

component on the small fuel cell CHP appliance intended to be used by the installer to adjust the nominal heat input of the small fuel cell CHP appliance within the range of maximum and

minimum heat inputs stated by the manufacturer, to suit the actual heat requirements of the installation

3.1.36

range-rated small fuel cell CHP appliance

small fuel cell CHP appliance which is adjustable by the range-rating device

3.1.37

domestic hot water

water delivered by the small fuel cell CHP appliance, raised to a certain temperature in order to use it for domestic needs, such as kitchen, bathroom

3.1.38

appliance category

means of identifying the type of gas which a gas appliance is designed to utilize safely and to the desired performance level

Note 1 to entry: See 5.4.1.2.

3.1.39

gas family

gas type

group of gaseous fuels with similar burning behaviour linked together by a range of Wobbe indices

Note 1 to entry: The gas families are specified in the regional specific annexes as given in 4.1, if relevant.

3.1.40

gas group

specified range of Wobbe index within that of the gas type concerned

Note 1 to entry: This range is determined on the general principle that appliances utilizing this gas group would operate safely when burning all gases within this range without adjustments.

Note 2 to entry: The gas groups are specified in the regional specific annexes as given in 4.1, if relevant.

3.1.41

test gases

gases intended for the verification of the operational characteristics of gas appliances

Note 1 to entry: Test gases consist of reference gases and limit gases.

Note 2 to entry: The test gases are specified in the regional specific annexes as given in 4.1, if relevant.

3.1.42

reference gases

test gases with which appliances operate under nominal conditions when they are supplied at the corresponding normal pressure

Note 1 to entry: The reference gases are specified in the regional specific annexes as given in 4.1, if relevant.

3.1.43

limit gases

test gases representative of the extreme variations in the characteristics of the gases for which appliances have been designed

Note 1 to entry: The limit gases are specified in the regional specific annexes as given in 4.1, if relevant.

3.1.44

adjuster

component allowing to set or bring a value to a predetermined value according to the technical instructions

Note 1 to entry: The action of operating this device is called "adjustment".

3.2 Symbols

The symbols and their meanings used in this part of IEC 62282 are given in Table 1 with the appropriate units.

Table 1 – Symbols and their meanings

Symbol	Definition	Unit
<i>A</i>	Area	
A_{duct}	Cross-sectional area of a combustion products evacuation duct	mm ²
<i>c</i>	Specific heat	
c_{HR}	Specific heat capacity of heating water	kJ/(kg·K)
<i>F</i>	Weighting factor	
F_{CHP}	Weighting factor for NO _x emission calculation	
F_{pi}	Weighting factor for NO _x emission calculation corresponding to partial heat input	
<i>H</i>	Heating value	
$H_{\text{i,V}}$	Lower heating value (LHV) of fuel gas based on volume	MJ/m ³
$H_{\text{i,m}}$	Lower heating value (LHV) of fuel gas based on mass	MJ/kg
$H_{\text{s,V}}$	Higher heating value (HHV) of fuel gas based on volume	MJ/m ³
$H_{\text{s,m}}$	Higher heating value (HHV) of fuel gas based on mass	MJ/kg
<i>h</i>	Humidity	
h_{at}	Combustion air humidity	g/kg
<i>l</i>	Length	
l_{c}	Circumference of a rectangular combustion products evacuation duct	mm
l_{d}	Diameter of a combustion products evacuation duct	mm
l_{s}	Distance of the combustion products' sampling point to the extreme end of the combustion products' duct	mm
<i>P</i>	Power, heat input	
P_{el}	Net electric power output	kW
$P_{\text{el,nom}}$	Nominal electric power output	kW
$P_{\text{el,max}}$	Maximum electric power output	kW
$P_{\text{el,min}}$	Minimum electric power output	kW
P_{inf}	Heat input (of the appliance)	kW
$P_{\text{inf,nom}}$	Nominal heat input (of the appliance)	kW
$P_{\text{inf,nom,SUP}}$	Nominal heat input of the supplementary heat generator	kW
$P_{\text{inf,max}}$	Maximum heat input (of the appliance)	kW
$P_{\text{inf,min}}$	Minimum heat input (of the appliance)	kW
$P_{\text{inf,DHW}}$	Nominal heat input (of the appliance) in the domestic hot water mode	kW
$P_{\text{inf,ign}}$	Heat input during ignition	kW
$P_{\text{inf,part}}$	Partial heat input, expressed in percent of $P_{\text{inf,nom}}$	%
$P_{\text{th,nom}}$	Nominal useful thermal power output	kW
$P_{\text{th,max}}$	Maximum useful thermal power output	kW
$P_{\text{th,min}}$	Minimum useful thermal power output	kW
<i>p</i>	Pressure	
p_{a}	Atmospheric pressure	kPa
p_{g}	Gas pressure	kPa

Symbol	Definition	Unit
$p_{w,max}$	Maximum water side operating pressure	MPa
$p_{w,sat}$	Saturated vapour pressure of water	kPa
Q	Energy	
Q_{loss}	Heat loss of the test rig	kJ
q_m	Mass flow rate	
$q_{m,g}$	Mass flow rate of gas	kg/h
q_v	Volumetric flow rate	
$q_{v,g}$	Volumetric flow rate of gas	m ³ /h
$q_{v,HR}$	Volumetric flow rate of the heating water	m ³ /h
$q_{v,leak}$	Leakage flow rate	m ³ /h
$q_{v,vent}$	Ventilation flow rate	m ³ /h
SG	Specific gravity	
SG_{tg}	Test gas specific gravity	
SG_{fg}	Fuel gas specific gravity	
T	Temperature	
T_{at}	Combustion air temperature	°C
T_g	Gas temperature	°C
T_1	Flow temperature of the heating water circuit	°C
T_2	Return temperature of the heating water circuit	°C
t	Time	
t_{sa}	Ignition safety time	s
$t_{sa,max}$	Maximum ignition safety time, under the conditions as given in IEC 60730-2-5	s
Δt	Test duration	s
V	Volume	
V_g	Consumed gas volume	m ³
$V_{ex,th,dr}$	Theoretical reference flue gas volume, dry	m ³ /m ³
ε	Emission	
$\varepsilon(NO_x)$	NO _x emission referring to the energy input	mg/kWh
$\varepsilon_c(NO_x)$	Value of $\varepsilon(NO_x)$ corrected to the conditions 10 g/kg for humidity and 20 °C for temperature	mg/kWh
$\varepsilon_{CHP}(NO_x)$	Weighted value of NO _x emission of the CHP part	mg/kWh
$\varepsilon_{meas}(NO_x)$	Measured NO _x emission at partial heat input	mg/kWh
$\varepsilon_{pond}(NO_x)$	Weighted value of NO _x emission	mg/kWh
$\varepsilon_{SUP}(NO_x)$	Weighted value of NO _x emission of the supplementary heat generator	mg/kWh
η	Efficiency	
η_{total}	Overall energy efficiency (of the appliance)	%
η_{el}	Electrical efficiency (of the appliance)	%
η_{th}	Heat recovery efficiency (of the appliance)	%
η_{eq}	Equivalent space heating efficiency (of the appliance)	%
η_s	Seasonal space heating energy efficiency	%
η_{son}	Seasonal space heating energy efficiency in active mode	%
ρ	Density	
ρ_{HR}	Density of the heating water	kg/m ³
μ	Viscosity	

Symbol	Definition	Unit
μ_{tg}	Test gas absolute viscosity	Pa·s
μ_{fg}	Fuel gas absolute viscosity	Pa·s
φ	Volume fraction	
φ_{fuel}	Volume fraction of combustibles	% vol.
$\varphi_{ex,th}(CO)$	CO volume fraction in the dry air-free combustion products	% vol.
$\varphi_{ex,m}(CO)$	Measured CO volume fraction in dry combustion products	% vol.
$\varphi_{ex,w}(CO)$	Weighted CO volume fraction in dry combustion products	% vol.
$\varphi_{at,m}(O_2)$	Measured O ₂ volume fraction in the dry atmosphere	% vol.
$\varphi_{ex,m}(O_2)$	Measured O ₂ volume fraction in dry combustion products	% vol.
$\varphi_{ex,th}(CO_2)$	CO ₂ volume fraction in the theoretical dry air-free combustion products	% vol.
$\varphi_{ex,m}(CO_2)$	Measured CO ₂ volume fraction in dry combustion products	% vol.
$\varphi_{at,m}(CO_2)$	Measured CO ₂ volume fraction in the dry atmosphere	% vol.
$\varphi_{ex,m}(NO_x)$	Measured NO _x volume fraction in dry combustion products	ml/m ³

4 Appliance classification

Additional requirements are given in C.4.101 for Japan.

4.1 Gases and gas categories

Small fuel cell CHP appliances are classified by the used gas families and gas groups.

For gases and gas categories regional specific requirements are given in B.4.1 for Europe and C.4.1 for Japan.

4.2 Mode of air supply and evacuation of combustion products

Small fuel cell CHP appliances are classified into several types according to the mode of evacuation of the combustion products and supply of the combustion air.

Type A small fuel cell CHP appliance is an appliance intended to be installed semi-outdoors or outdoors in open air. For Type A small fuel cell CHP appliance no flue duct systems are specified.

Type B small fuel cell CHP appliance is an appliance intended to be connected to a flue system evacuating the combustion products to the outside of the room containing the appliance, with the combustion air being drawn directly from the room where the appliance is installed.

Type C small fuel cell CHP appliance is an appliance in which the combustion circuit is sealed with respect to the room in which the appliance is installed.

Different types of configuration of the air supply and combustion products evacuation ducts are provided in Annex F in order to allow a systematic approach for the manufacturer to make his own choice.

NOTE Annex F offers the manufacturer the choice of a large variety of different types of flue duct system as part of the small fuel cell CHP appliance, including a solution where no flue duct system is included.

Regional specific requirements are given in C.4.2 for Japan and in D.4. for the USA.

4.3 Maximum water side operating pressure

Small fuel cell CHP appliance classification according to the maximum water side operating pressure. The pressure class limits are given in the regional annexes, see B.4.3 for Europe and C.4.3 for Japan.

NOTE Internal cooling circuits in small fuel cell CHP appliances, for example internal cooling circuits for heat exchange in small fuel cell CHP appliances, are not considered under this classification,

4.4 Expansion system

Small fuel cell CHP appliances which are intended to be used for the central heating circuit are classified according to the expansion system:

- open vented system: intended exclusively for a central heating system with an open expansion vessel;
- sealed system: suitable for a central heating system with an open or sealed expansion vessel.

Requirements specific for Japan are given in C.4.4.

4.5 Output power characteristic

Small fuel cell CHP appliances are classified according to the output power characteristic:

- DC or AC output power;
- voltage/frequency;
- phases and number of lines (e.g. single phase three lines);
- grid connection;
- island mode.

5 Safety requirements and protective measures

5.1 General safety strategy

The manufacturer shall perform in written form a risk analysis to ensure that

- a) all reasonably foreseeable hazards, hazardous situations and events throughout the anticipated small fuel cell CHP appliance's lifetime, have been identified (see Annex A for a listing of typical hazards);
- b) the risk for each of these hazards has been estimated from the combination of probability of occurrence of the hazard and of its foreseeable severity;
- c) the two factors which determine each one of the estimated risks (probability and severity) have been eliminated or reduced to a level not exceeding the acceptable risk level as far as practically possible through
 - 1) inherently safe design of the construction and its methods, or
 - 2) passive control of energy releases without endangering the surrounding environment (e.g. burst disks, release valves, thermal cut-off devices) or by safety related control functions, and
 - 3) for residual risks which could not have been reduced by the measures according to 1) and 2) the provision of labels, warnings, or requirements of special training, considering that such measures need to be understood by the persons which are in the area of the hazards.

If not stated elsewhere in this standard safety related measures are explicitly given in the measures required for functional safety and the allocation of the class of control function shall be determined and designed in accordance with

- IEC 60335-2-102 in conjunction with IEC 60335-1, on an appliance level, and
- IEC 60730-1 on a control level.

NOTE For failure mode and effects analysis (FMEA) and fault tree analysis methods, the standards IEC 60812, SAE J1739 and IEC 61025 can be used as guidance.

5.2 Construction requirements for safety

Additional requirements are given in C.5.2.101 to C.5.2.103 for Japan.

5.2.1 General

The small fuel cell CHP appliance shall be designed in accordance with a risk assessment performed by the small fuel cell CHP appliance manufacturer according to 5.1.

All components used shall be selected so that they are appropriate for the intended specification of the safe operation of the appliance. This is also applicable to inverters concerning their power input and output, voltage and frequencies.

Component parts of covers, operating controls and safety devices and electrical accessories shall be arranged in such a way that their environmental temperatures under steady state conditions do not exceed those specified by the component part standard or the small fuel cell CHP appliance manufacturer if the manufacturer's specified temperatures are greater/lower than those given in the component part standard.

The use of asbestos-containing materials is forbidden.

Solder containing cadmium in its formulation shall not be used in the construction of the appliance.

For small fuel cell CHP appliances intended to be installed semi-outdoors or outdoors, all materials employed in the construction, including seals, gaskets and sealing pastes, if any, shall function properly in the environmental conditions under which they are expected to operate.

The manufacturer shall declare in the technical instructions for the installer the minimum and maximum ambient temperatures at which the appliance is designed to operate.

For the following components of a small fuel cell CHP appliance, measures such as housed in enclosures or venting shall be taken to prevent unintended discharge of fuel gas, process gas, or flue gas into the room where it is installed:

- fuel gas and combustion air supply;
- fuel cell stack;
- internal flue system;
- fuel processing (if existing);
- internal cooling circuits (if existing).

Regional specific requirements are given in C.5.2.1 for Japan and in D.5.2.1 for the USA.

5.2.2 Use and servicing

5.2.2.1 General

The user shall be able to gain access to and operate all control knobs and buttons necessary for normal use of the small fuel cell CHP appliance without having to remove any part of the case.

However, part of the case may be removed provided that this part can be handled safely by the user, that this part can be removed without the use of tools and that incorrect replacement is difficult (e.g. by the provision of stops).

All markings intended for the user shall be easily visible and shall be made in a clear and indelible manner.

Parts which are required to be inspected or removed for servicing shall be easily accessible, possibly after removal of the case, in accordance with the manufacturer's instructions.

Removable parts shall be designed or marked so that they are difficult to re-assemble incorrectly.

Every small fuel cell CHP appliance shall be provided with at least one device to enable the user to close the gas supply to the burner, supplementary burner, ignition burner or similar oxidation devices as relevant to the design of the small fuel cell CHP appliance. The shut-off of such a gas supply shall be effected without delay.

Any control and setting device shall be clearly marked and give appropriate instruction so as to prevent any error in handling. No markings are required if incorrect operation is impossible.

If the manufacturer's instructions require parts of the small fuel cell CHP appliance to be cleaned it shall be possible to do this easily and/or remove them easily for servicing with the use of commercially available tools. This shall not involve disconnection of the small fuel cell CHP appliance from the gas or water pipes.

For small fuel cell CHP appliances connected to an air supply system and/or combustion products evacuation system that forms part of the construction of the building, it shall be possible to carry out servicing of the small fuel cell CHP appliance without dismantling the permanent connections to the duct.

The soundness of the combustion circuit shall be maintained after reassembly and, if necessary, in accordance with the manufacturer's instructions, after replacement of the seal(s) following cleaning and servicing operations.

5.2.2.2 Conversion to different gases

If allowed in the installation instructions provided by the manufacturer, the following actions may be taken in order to convert from a gas of one family or group to a gas of another family or group:

- electronic adjustment to ensure correct maximum heat input and/or combustion quality;
- adjustment of the gas rate of the main burner, supplementary burner and ignition burner;
- change of restrictor or injector;
- change of ignition burner or its components;
- change of gas rate modulation system;
- adjustment of the ignition point;
- putting out of service and sealing a gas rate adjuster and/or a pressure regulator;
- changes of configuration parameters by data exchange (for requirements see IEC 60730-1);
- use of combustion control system methods taking the requirements of ISO 23552-1 into account.

For each of the operations mentioned above that are allowed by the manufacturer in the installation manual, the appliance shall be type-tested with each of the gases. These operations shall be possible without having to interfere with the connections of the small fuel

cell CHP appliance to its connecting pipe-work, i.e. gas supply, water supply and air inlet and combustion product evacuation ducts.

Requirements specific for Japan are given in C.5.2.2.2.

5.2.3 Connections to the supply systems

5.2.3.1 Connection to the gas and water pipes

5.2.3.1.1 General

The small fuel cell CHP appliance connections shall be easily accessible. They shall be clearly identified in the installation instructions and possibly on the small fuel cell CHP appliance.

The clearance around the connections, after removing the case if necessary, shall be adequate to allow easy use of the tools required to make the connection.

It shall be possible to make all the connections without special tools.

5.2.3.1.2 Connection to the gas pipe

The small fuel cell CHP appliance shall be designed to be able to be connected to the gas supply pipe with a rigid or flexible metallic means.

Gas connections shall comply with ISO 23550.

Requirements specific for Japan are given in C.5.2.3.1.2.

5.2.3.1.3 Connection to the water pipes

5.2.3.1.3.1 General

The connection of the small fuel cell CHP appliance to the external water pipes shall be as follows.

- a) For the piping, a suitable bore diameter shall be provided according to a use purpose and a use location.
- b) The end connection shall be provided normally to be exposed to the outside, or provided at the position where it is easily viewed from the outside.
- c) The piping shall be resistant to various stresses generated by vibration in accordance with the declaration based on IEC 60721-3-1, IEC 60721-3-2 and IEC 60721-3-3.

NOTE If the small fuel cell CHP appliance is installed outdoors, earthquake loads can also be considered.

Requirements specific for Japan are given in C.5.2.3.1.3.1.

5.2.3.1.3.2 For the heating water circuit or domestic hot water circuit

Threaded connections shall comply with ISO 228-1 or ISO 7-1.

Requirements specific for Japan are given in C.5.2.3.1.3.2.

If copper connections are used, the connecting end of the tube shall comply with the appropriate national or regional standard. Requirements specific for Europe are given in B.5.2.3.1.3.2.

If other than metallic materials are used, the manufacturer shall provide the appropriate justification for their suitability of use.

5.2.3.1.3.3 For process water (if applicable)

The connections shall comply with the local connection code.

The material and the connection shall withstand the water pressure including the surge pressure which occurs in the public water system.

Means shall be used so that no internal process water can contaminate the public water system.

5.2.3.1.3.4 Drainage

For the purpose of service and maintenance, the appliance shall carry a device that enables it to be drained. Suitable directions for drainage, without the discharge of water compromising electrical safety, shall be included in the instructions.

Methods for drainage are given in B.5.2.3.1.3.4 for Europe.

5.2.3.2 Connection to the combustion air and flue duct system (if any)

5.2.3.2.1 Air supply and combustion products evacuation ducts

The assembly of the various parts during installation shall be such that no work is necessary other than adjusting the length of the air supply and combustion products evacuation ducts (possibly by cutting them). Such adaptation shall not impair the correct operation of the appliance.

It shall be possible to connect the small fuel cell CHP appliance, the air supply and combustion products evacuation ducts and the duct terminal or fitting piece using ordinary tools if necessary. All necessary accessories and the fitting instructions shall be supplied or specified by the manufacturer.

Duct terminal guard, if it exists, and fitting pieces shall be installed in accordance with the manufacturer's instructions.

For the duct terminal outlets from separate ducts for the supply of combustion air and the evacuation of combustion products, the manufacturer shall declare if the duct terminal inlet and outlet need to be positioned in the same pressure zone or if it is permitted to position the two duct terminals (inlet and outlet) in zones of different pressure. Possible configurations of duct systems are given in Annex F.

Requirements specific for Europe are given in B.5.2.3.2.1.

5.2.3.2.2 Duct terminal

Duct terminals on appliances without a fan shall prevent the intrusion of external objects by having no opening in the external surfaces of the duct terminal which may permit the entry of a 16 mm diameter ball when applied with a force of 5 N.

Regional specific requirements are given in C.5.2.3.2.2 for Japan.

Any horizontal duct terminal for non-condensing small fuel cell CHP appliances shall be designed in such a way that condensate is discharged away from the wall.

Any horizontal duct terminal for condensing small fuel cell CHP appliances shall be designed in such a way that condensate is directed towards the appliance.

5.2.3.2.3 Duct terminal guard

If the manufacturer prescribes in the installation instructions a protective guard for the duct terminal for use when the outlets for evacuation of the combustion products open on to a walkway, this device shall be supplied to the laboratory for testing.

The dimensions of the duct terminal guard, when installed in accordance with the manufacturer's instructions, shall be such that the distance between any part of the guard and the duct terminal, except the wall plate, is sufficiently large to ensure that the function of the duct terminal is not degraded. The guard shall not have any sharp edges likely to cause injury.

Regional specific requirements are given in B.5.2.3.2.3 for Europe and in C.5.2.3.2.3 for Japan.

5.2.3.2.4 Fitting piece

For small fuel cell CHP appliances which are connected with a duct to a chimney, the fitting piece shall be designed so that it is possible to obtain the distances specified by the manufacturer for the projection of the ends of the combustion air supply and combustion products discharge ducts into the chimney, whatever the total thickness (flue and cladding) of the chimney is. Possible configurations of duct systems are given in Annex F showing a chimney.

Regional specific requirements are given in B.5.2.3.2.4 for Europe and in C.5.2.3.2.4 for Japan.

5.2.3.3 Connection to the condensing discharge pipe system

The connection from the internal condensing discharge pipe to the external system shall allow discharging of the condensate without producing suction in the condensate pipe such that the water trap continues to function.

The diameter of the pipe shall be such that the water flow occurs without blocking.

Requirements specific for Japan are given in C.5.2.3.3.

5.2.3.4 Connection to the electrical supply system

The connection to the electrical supply system shall be according to IEC 60335-1.

National requirements for small fuel cell CHP appliances to be connected in parallel with low-voltage distribution networks apply.

Regional specific requirements as given in B.5.2.3.4 for Europe and in C.5.2.3.4 for Japan.

5.2.4 Soundness

5.2.4.1 General

The passage of a piping system shall be tight for the type of gas conveyed and the structure shall be such that tightness is not lost in the usual transportation, installation, use, etc.

In addition, the open part (aeration, a fuel chamber, etc.) in the passage of a liquid fuel shall be excluded.

The allowed leakage rates as well as the compliance criteria are given in 5.3.2 and 5.4.2.

5.2.4.2 Soundness of the gas carrying circuits

The supply gas circuit shall consist of metallic parts.

Where the internal pressure for a gas carrying circuit is at or above ambient air pressure during conditions when supply gas or process gas is carried by that circuit, the following apply.

- Holes for screws, studs, etc., intended for the assembly of parts shall not open into gas paths. The wall thickness between drillings and gas paths shall be at least 1 mm. This does not apply to orifices used for measurement purposes.
- The soundness of parts and assemblies making up a gas carrying circuit and likely to be dismantled during a normal routine servicing operation in situ or during gas conversion shall be achieved by means of mechanical joints, for example metal to metal joints, gaskets or toroidal seals. These sealing materials shall remain effective under normal conditions of small fuel cell CHP appliance use. The use of sealing materials such as tape, paste, glue or liquid is not acceptable, although this type of sealing material may be used for permanent assemblies.
- Where parts of a gas carrying circuit are assembled without threads, soundness of the assembly shall not be achieved by means of soft solder.

There are no specific requirements for parts or segments of the gas carrying circuit that operate at all operating conditions below ambient air pressure.

If a control function ensures that a gas carrying circuit operates below ambient air pressure, and the above requirements have not been taken into account and the tests according to 5.3.2 have not been performed,

- the mechanical/pneumatic control shall comply with ISO 23551-3 or the relevant clauses of ISO 23550, or
- the control function shall be a class C control function according to IEC 60730-1.

Gas carrying circuit parts according to ISO 23550 are not considered as contributing to normal internal releases into the compartment where they are located. The compartment around such components is not considered as being a fuel compartment therefore such components are not part of dilution requirements.

Requirements specific for Japan are given in C.5.2.4.2.

5.2.4.3 Soundness of the combustion circuit

The combustion circuit shall be constructed so as to prevent any leakage of combustion products.

Any means used to achieve soundness of the combustion circuit shall be such that it remains effective under normal conditions of use and servicing.

Parts, which need to be removed during routine service and affect the soundness of the small fuel cell CHP appliance and/or its ducts, shall be sealed by mechanical means, excluding pastes, liquids and tapes. The need for replacement of the seal(s), following a cleaning or servicing operation as stated by the manufacturer, is permitted.

Where the small fuel cell CHP appliance case forms part of the combustion circuit and it can be removed without the use of tools, either the appliance shall not operate, or there shall be no leakage of combustion products into the room where the small fuel cell CHP appliance is installed when the case is replaced incorrectly.

However, parts of the assembly not intended to be dismantled for maintenance may be joined in such a way, that permanent soundness is assured during continuous service, under normal conditions of use.

The ducts, bends, if any, and the duct terminal or fitting piece shall fit together correctly and shall form a stable assembly. Parts intended to be dismantled for periodic servicing shall be designed and arranged so that soundness is assured after reassembly.

Any fitting piece shall allow a sound connection to be made to the system intended for the evacuation of combustion products and supply of air.

Requirements specific for Japan are given in C.5.2.4.3.

5.2.4.4 Soundness of the water circuits

The water circuits shall be sound.

Requirements specific for Japan are given in C.5.2.4.4.

5.2.5 Material

Additional requirements are given in C.5.2.5.101 for Japan.

5.2.5.1 General

The quality and thickness of all materials used in the small fuel cell CHP appliance, their fitting pieces and duct terminals and the method of assembling the various parts, shall be such that the constructional and operational characteristics are not significantly altered during a reasonable life and under normal conditions of transportation, installation and use. All parts of the small fuel cell CHP appliance shall withstand the mechanical, chemical, electrical and thermal conditions to which they may be subjected when the appliance is used normally. All parts shall be

- a) suitable for the range of temperatures, pressures, flow rates, voltages and currents to which they are subjected during intended usage, and
- b) resistant to the reactions, processes and other conditions to which they are exposed during intended usage.

All parts of the small fuel cell CHP appliance likely to come into contact with condensate shall be constructed of sufficiently corrosion resistant materials or materials protected by suitable coating in order to ensure a reasonable life for a small fuel cell CHP appliance which is installed, used and maintained in accordance with the manufacturer's instructions.

Additional requirements specific for Japan are given in C.5.2.5.1.

5.2.5.2 Thermal insulation

The insulation shall withstand the normally expected thermal and mechanical stresses, without deformation and shall retain its insulating properties under the influences of heat and ageing.

Requirements specific for Europe are given in B.5.2.5.2.

5.2.6 Electrical safety

The electrical equipment of the small fuel cell CHP appliance shall comply with IEC 60335-2-102, except where reference is made to another electrical standard.

The electrical wiring used in the small fuel cell CHP appliance shall be such that the covering of the wiring is not damaged during a reasonable life and under normal conditions of transportation, storage, installation and use.

Electrical wire lengths shall be kept as short as possible, and where electrical insulation or thermal insulation for thermal protection, or fixation, etc., is required they shall be applied as necessary.

Wiring shall not contact a moving part when subjected to a force in the direction of the moving part of 2 N.

When an internal wire that is fixed in place or passing through a hole or passing through a bulkhead or can contact another part when a force of 2 N is applied, it shall not have its insulation damaged by such a force of 2 N.

When internal wiring is connected with a connector it shall not become disconnected when it is subjected to the normal stresses and vibration associated with transportation, storage and use.

Misalignment of male and female connectors, insertion of a multipin male connector in a female connector other than one intended to receive it, and other manipulations of parts that are accessible without the use of a tool shall not result in a hazardous condition.

Overcurrent protection shall be provided using fuses, overcurrent protective devices, other protective devices or other means which operate when abnormalities such as short circuit occur, if such a short circuit would result in a hazardous situation.

If the manufacturer states, on the data plate, the nature of the electrical protection of the small fuel cell CHP appliance, this statement shall comply with IEC 60529

- a) to give the degree of personal protection against contact with dangerous electrical components inside the small fuel cell appliance case, and
- b) to give the degree of electrical protection, inside the small fuel cell CHP appliance case, against harmful actions affecting safety due to water penetration.

The technical requirements for connection and operation in parallel with low-voltage distribution networks shall comply with regional or country specific requirements, see B.5.2.6 for Europe and D.5.2.6 for the USA.

For appliances intended to be installed outdoors or semi-outdoors,

- a) the enclosure protection degree shall be at least IPX4D according to IEC 60529;
- b) the electrical and/or electronic equipment temperature range shall be suitable for the specified temperature range of the appliance.

Additional requirements, specific for Japan, are given in C.5.2.6.101.

5.2.7 Subsystems and safety related control functions

5.2.7.1 Circuit conveying combustible gases

5.2.7.1.1 General

The minimum requirements for the gas carrying circuit of the small fuel cell CHP appliance are the following:

- prevention or control of unintended flow back of process gas into the combustion product circuit;
- no unintended excess pressure can arise in the process gas;
- no unintended air can enter the supply gas and/or the process gas;
- no unintended outflow of process gas within the unit or into the atmosphere.

Screwed fastenings that need to be removed for servicing of the device shall have a metric thread complying with ISO 262, unless a different thread is essential for the correct functioning and adjustment of the device.

Thread-forming screws that form a thread and do not produce swarf may be used. It shall be possible to replace them by metric machine screws complying with ISO 262.

Self-tapping screws that cut a thread and produce swarf shall not be used for the assembly of gas-carrying parts or of parts that may be removed for servicing.

Breather holes shall be according to ISO 23550:2011, 6.2.3.

Measures shall be taken to avoid particulate matter greater than a 1 mm pin gauge from interfering with the operation of the supply gas inlet shut-off valve. Such measures might be a particulate filter, a drop leg, or other means. Compliance is checked by inspection or demonstration by the manufacturer.

Exception: if the gas supply to the appliance has been shown to be free of particulate matter larger than a 1 mm pin gauge this requirement does not apply.

5.2.7.1.2 Composition of the supply gas circuit

The supply gas circuit shall be of metallic material.

The supply gas circuit shall be fitted with a safety shut-off valve consisting of two independent shut-off functions according to ISO 23551-1. It is permitted that both functions are combined in one valve body.

Safety devices which require non-volatile lockout to occur shall give rise to simultaneous signal to close the two shut-off valves.

In the case of direct ignition of the main burner and if the order to close in response to a control device is not given simultaneously to the two valves, the two valves shall be at least class C.

In response to a control device, if the delay between the signals to close the two valves is not greater than 5 s, the signals are considered to be simultaneous.

The composition of the supply gas circuit shall be according to Table 2.

Illustrations of the composition of the supply gas circuit are given in Annex E.

**Table 2 – Composition of the supply gas circuit
according on the valve classification of ISO 23551-1**

Heat input of the individual gas line within the supply gas circuit	Burner without fan	Burner with fan		
		With pre-purge	Without pre-purge but with a valve proving system or permanent or alternating ignition flame	Without pre-purge
Input ≤ 0,250 kW	C ^a			C ^a
Input ≤ 70 kW	C ^{a,b} + J			C ^{a,b} + C or B + J
^a Or the valve of the flame supervision device.				
^b For ignition burners with a heat input ≤ 1 000 W where $T_{SA,max}$ exceeds 10 s and it has been proved that no hazardous situation can occur, (see 5.3.4.2.2.1) only one class C valve is needed.				

Requirements specific for Japan are given in C.5.2.7.1.2.

5.2.7.1.3 Gas carrying circuit downstream of the safety shut-off valve

The circuit and its components shall be sound according to ISO 23550 for the fuel being used.

For the fuel, being the process gas, the effects of the composition such as high concentration of H_2 , high humidity content (even water) to the material and the elastomers used in for example valves, reformers, stacks shall be considered when ensuring soundness.

If components of non-metallic material are used, the manufacturer shall provide evidence that these materials withstand the environmental conditions to which they are exposed during the operation of the appliance, if it is installed and used according to the manufacturer's instructions through the expected lifetime and that the components are still sound at the end of the lifetime.

If this evidence cannot be provided, measures to avoid or control the hazards of a possible leakage of combustible gases of such a component shall be implemented. This can be achieved by complying with the measures as given in 5.2.4.2 and 5.3.2.1.3.1.

Requirements specific for Japan are given in C.5.2.7.1.3.

5.2.7.1.4 Purge circuit (if any)

If the amount of released flammable gas exceeds the limit as specified in 5.3.3.5, then the purge circuit (e.g. anode outlet gas), which allows the release of flammable gas to the environment (e.g. via the exhaust gas system) by opening valves, shall be fitted with at least two valves of class C.

Alternative valve arrangement is possible, if the valve class is higher (this could be either two valves in parallel to the safety shut-off valve(s) or one valve downstream of the safety shut-off valve).

5.2.7.2 Burners (including catalytic burners) and their control system

5.2.7.2.1 Burners

The cross-section of the flame ports and also the burner and ignition burner injectors shall not be adjustable (manually).

Every removable injector and removable restrictor shall carry an indelible means of identification preventing any confusion. In the case of non-removable injectors and/or restrictors, the marking may be on the manifold.

It shall be possible to change injectors and restrictors without the need to disconnect the small fuel cell CHP appliance. When the injectors and restrictors are removable, their position shall be well defined and their method of fixing shall be such that it is difficult to position them incorrectly.

If the burners or a part of the burners are removable, their position shall be well defined and their method of fixing shall be such that it is difficult to position them incorrectly.

The start-up procedure of the burner as well as the flame monitoring shall be according to IEC 60730-2-5.

The ignition of the gas air mixture shall be without significant delay and without generating a significant pressure in the combustion chamber and under the conditions of delayed ignition, no dangerous situation for the user or damage to the small fuel cell CHP appliance occurs.

There shall be no flame lift-off or back fire by using the extreme compositions of the gases used (supply gas or process gas).

Requirements specific for Japan are given in C.5.2.7.2.1.

5.2.7.2.2 Automatic burner control system

For the safe operation of a burner including catalytic oxidation, an automatic control system according to IEC 60730-2-5 shall be used.

The sequence of this burner control system shall provide the safety related functions according to this standard by considering the risk assessment according to 5.1.

If the temperature of the combustion compartment and the parts of the combustion compartment directly in touch with the gas/air mixture is above the self-ignition temperature, flame supervision may be substituted by the temperature monitoring to ensure that the signal to the safety shut-off valves will be disconnected, if the temperature falls below self-ignition temperature. Furthermore, the release of gas flow shall only be released after the self-ignition temperature is ensured. The control function shall be according to the safety level given in IEC 60730-2-5.

For burners which are intended to operate longer than 24 h without interruption the burner control system shall comply with the requirements for permanent operation according to IEC 60730-2-5.

Requirements specific for Japan are given in C.5.2.7.2.2.

5.2.7.2.3 Gas/air ratio controls

Gas/air ratio controls shall be designed and constructed so that reasonably foreseeable damage does not give rise to a change capable of affecting safety.

Mechanical linkage for operating the fuel and air controls, if used, shall be designed to reliably maintain the correct fuel/air ratio and to resist accidental breakage and disengagement.

Pneumatic gas/air ratio controls shall comply with ISO 23551-3.

Pressure tubing used for pneumatic gas/air ratio control may be made of metal with suitable mechanical connection or of other materials with at least equivalent properties. In this case, they are considered immune to breakage, accidental disconnection and leakage after initial soundness checks. As such, they are not subject to the tests given in 5.3.4.4.3.2.

If pressure tubing for air or combustion products is used, it shall have a minimum cross-sectional area sufficient to provide unrestricted flow under all foreseeable conditions. Additional requirements for Europe are given in B.5.2.7.2.3. They shall be located and fixed so that any retention of condensate is avoided and positioned such that creasing, leakage or breakage is prevented. Where more than one pressure tube is used, the relevant connection position for each shall be obvious. Compliance is checked by the manufacturer or by using an accepted minimum diameter.

Electronic gas/air ratio controls shall comply with ISO 23552-1.

5.2.7.3 Supply of air and evacuation of combustion products

Small fuel cell CHP appliances shall be designed so that there is an adequate supply of air during ignition and over the whole range of possible heat inputs stated by the manufacturer. A gas/air ratio control is permitted.

Small fuel cell CHP appliances shall be designed so that there is an adequate supply of air to the stack over the whole operating range stated by the manufacturer.

Unless otherwise stated, small fuel cell CHP appliances using fan assisted combustion may be fitted with a means of adjustment in the combustion circuit intended to adapt the small fuel cell CHP appliance to the pressure losses in the installed ducts. Either restrictors or a means of setting the adjustment to predetermined positions in accordance with detailed instructions from the manufacturer may be used.

According to the small fuel cell CHP appliance type, the manufacturer shall supply any duct terminal and/or fitting piece, with the small fuel cell CHP appliance for testing.

5.2.7.4 Requirements for a fan incorporated in a small fuel cell CHP appliance

Direct access to the rotating parts of a fan shall be prevented. The parts of a fan in contact with combustion products shall be effectively protected against corrosion unless they are of corrosion resistant material; furthermore they shall withstand the temperature of the combustion products.

5.2.7.5 Air proving

Appliances with fans in the combustion air circuit shall be fitted with a system for air proving.

Before each fan start, the availability of air shall be verified. There shall be no indication of air availability when air is not available.

Air availability checks are not required for the combustion air with gas/air ratio controls if the gas/air ratio controls are sufficient to ensure that emissions do not exceed limits in the event of air blockage or duct blockage.

The supply of combustion air shall be checked by one of the following methods:

- a) supervision of the combustion air flow rate or the combustion products flow rate. In this system, the supervision device is activated directly by the flow of combustion air or combustion products. This is also valid for a small fuel cell CHP appliance with more than one fan speed for the combustion air in which the flows associated with each fan speed are monitored by separate supervision devices;
- b) gas/air ratio control.

Only for appliances where the combustion products circuit is completely surrounded by the air supply circuit or for separate ducts when the leakage rates of the combustion products evacuation ducts meet the requirements of 5.3.2.2.2.2, the following two indirect supervision methods are also allowed, but only if the small fuel cell fuel cell CHP appliance starts up at least once per day:

- c) indirect supervision (e.g. fan speed supervision) when there is an air proving device which proves the supply of combustion air at least once at each start-up;
- d) supervision of the minimum and maximum air or combustion products rates with two rate supervision devices (monitoring of the full range of flows is not required).

5.2.7.6 Combustion products evacuation duct

5.2.7.6.1 Stability under mechanical loading

The duct shall be capable of withstanding horizontal and vertical loads. The following aspects shall be considered:

- compressive strength;
- tensile strength;

- resistance to wind pressure (see additional requirement in B.5.2.7.6.1 for Europe).

5.2.7.6.2 Stability under exposure to heat

The stability of the walls of the duct shall be ensured during and after exposure to heat occurring under all operating conditions of the small fuel cell CHP appliance.

5.2.7.6.3 Corrosion resistance

The duct shall keep its essential characteristics in the presence of the corrosion load corresponding to all operating conditions of the small fuel cell CHP appliance.

5.2.7.6.4 Resistance to condensate and moisture under normal operating conditions

The duct shall keep its essential characteristics in the presence of condensate and moisture under all operating conditions.

5.2.7.6.5 Common flue evacuation duct

In the event of common flue ducts, backflow shall be prevented by the use of a backflow valve or other means.

5.2.7.7 Removal of condensate

The manufacturer shall take measures to avoid condensate accumulation that results in an unsafe situation.

The manufacturer shall take measures to ensure that vent gas does not escape through condensate drain lines or escape into the room where the small fuel cell CHP appliance is installed.

Condensate produced during operation of the small fuel cell CHP appliance, including the condensate formed in the flue and its connecting pipes, shall be removed by means of a discharge pipe (or pipes) or other constructions resulting in safe removal of condensate.

A small fuel cell CHP appliance having (a) condensate disposal system(s) shall, under conditions of (a) blocked condensate drain line(s), continue to operate satisfactorily or shall shut down safely without unsafe emissions.

Means shall be provided to ensure that combustion products or other hazardous materials are not passed through the condensate removal line by use of a water trap or other means. Such means shall be sufficient to limit passage of combustion products or other hazardous materials at the maximum pressure in the combustion chamber, including when the flue gas discharge is partly blocked in steps up to fully blocked, while repeatedly switching on and off the heat demand signal as long as the appliance is still operable under the most unfavourable conditions at the maximum flue length specified by the manufacturer.

If the small fuel cell CHP appliance incorporates some form of pump assisted condensate disposal, the size of the discharge from the small fuel cell CHP appliance and connection to any point of gravity discharge shall be specified by the small fuel cell CHP appliance manufacturer.

The disposal system, forming part of the small fuel cell CHP appliance supplied with the small fuel cell CHP appliance, shall be such that

- it can be easily inspected and cleaned in accordance with the manufacturer's instructions,
- a water trap has a seal at the maximum pressure in the combustion chamber at the maximum flue gas length specified by the manufacturer.

Regional specific requirements are given in B.5.2.7.7 for Europe.

5.2.7.8 Checking the state of operation

5.2.7.8.1 General

Means shall be provided for the installer to determine the burner(s) operational status of the small fuel cell CHP appliance, including:

- CHP generator state of operation: storage state, start-up, operational state, or shutdown;
- supplementary heat generator state of operation: storage state, start-up, operational state, or shutdown;
- lockout state.

Means of determining the state of operation can include both direct means and indirect means for confirming the presence of the flame.

Indirect means are dependent on the specific solution of the manufacturer. If the indirect signal of flame presence is only available on a remote control, this remote control shall be supplied and tested with the small fuel cell CHP appliance.

It shall be possible to check at any time (e.g. opening a door without tools) that the small fuel cell CHP appliance is operating, either by visual observation of the flame or by some indirect means.

5.2.7.8.2 State of operation of the stationary fuel cell power system used as a CHP generator

The state of operation of the CHP generator shall be shown by an indicator, for example by detecting the electric power output.

The presence of flame shall be detected indirectly by means such as flame sensor or thermocouples.

5.2.7.8.3 State of operation of the supplementary heat generator

Means of determining the state of operation can include indicating lights, visual verification of the flame using a sight glass, or other suitable means.

If used, mirrors, sight glasses, etc., shall continue to retain their optical properties for the intended lifetime of the supplementary heat generator.

5.2.7.9 Requirements for adjusting, control and safety devices (if applicable)

5.2.7.9.1 General

The small fuel cell CHP appliance shall be equipped with control and safety devices for start, operation and control of the gas supply.

These devices shall ensure the automatic start and the automatic monitoring device for the operating functions of the small fuel cell CHP appliance as well as the gas supply.

In case of failure of the normal operating functions (malfunctions), the gas supply shall be cut off, if need be, with lock-out in accordance with the operating programme.

The manufacturer shall be obliged to define the minimum mandatory requirements for control and supervision as well as for the automatic restart.

The operation of safety devices shall not be overruled by adjusting and control devices.

The design of the control and safety system shall be such that it is not possible to perform two or more actions which are unacceptable in combination. The order of the actions shall be fixed in such a manner that it is not possible to change it.

All the following devices in 5.2.7.9 or the multifunctional control in which they might be fitted shall be removable or exchangeable if this is necessary for cleaning or replacement of the device. Controls (e.g. adjusters) shall not be interchangeable if this can result in confusion.

When there are several control knobs (taps, thermostats, etc.), they shall not be interchangeable if this could lead to confusion and their function shall be clearly indicated.

Elastomers used in adjusting, supervision, control and safety devices shall be suitable for the usage considering the material, the temperature, the pressure and the lifetime, and shall prevent leakage. Regional specific requirements are given in B.5.2.7.9.1 for Europe.

Adjusting, supervision, control and safety devices shall comply with the relevant requirements of relevant international standards, as appropriate.

ISO 23551-1, ISO 23551-2, ISO 23551-3, ISO 23552-1 and IEC 60730-2-5 are presumed to comply with the relevant requirements of this International Standard, as appropriate.

At least the below listed functions if not covered in the above mentioned product standards shall be classified as class A, B or C according to IEC 60730-1 and meet the applicable requirements according to 5.1 based on a risk analysis of

- reaction monitoring,
NOTE Depending on the type of small fuel cell CHP appliance, this can be air-gas ratio control/fuel processing system/stack).
- heating water circuit supervision,
- internal cooling circuit supervision,
- safeguard of the gas purge circuit,
- avoidance of reverse power operation,
- avoidance of hydrogen explosion.

Requirements specific for Japan are given in C.5.2.7.9.1.

5.2.7.9.2 Adjusters

Any parts of a small fuel cell CHP appliance which are not intended to be altered by the user or the installer shall be protected in an appropriate manner. Suitable locking varnish may be used for this purpose, provided that it withstands the temperature to which it is subjected during normal operation of the small fuel cell CHP appliance.

The adjusting screws shall be arranged in such a way that they cannot fall into the gas ways.

The soundness of the gas carrying circuit shall not be put at risk by the presence of adjusters and range-rating devices.

Adjustment of the adjuster and/or of the range-rating device may be continuous (e.g. use of an adjusting screw) or discrete (e.g. change of restrictors).

5.2.7.9.3 Thermostats and water temperature limiting devices

5.2.7.9.3.1 General

A small fuel cell CHP appliance shall be fitted with a fixed setting or user adjustable control thermostat complying with IEC 60730-2-9 type 1 and a temperature limiting device as specified below.

Alternatively an electronic temperature control system comprising the thermostat and limiter control function can be used. Such a system shall comply with requirements for a class B device according to IEC 60730-2-9.

Requirements specific for Japan are given in C.5.2.7.9.3.1.

5.2.7.9.3.2 Small fuel cell CHP appliance intended exclusively for central heating systems with an open expansion vessel

Temperature limiting devices are not required when the small fuel cell CHP appliance is designed to be installed exclusively with an open expansion vessel and when a failure of the control thermostat does not cause a dangerous situation for the user or damage to the small fuel cell CHP appliance. Appropriate information shall be given in the technical instructions.

Requirements specific for Japan are given in C.5.2.7.9.3.2.

5.2.7.9.3.3 Small fuel cell CHP appliance intended for central heating systems with open or sealed expansion vessels

Requirements specific for Japan are given in C.5.2.7.9.3.3.

5.2.7.9.3.3.1 Small fuel cell CHP appliance with electromechanical controls

Small fuel cell CHP appliances shall be fitted with one of the following:

a) a set of

- a temperature limiter complying with IEC 60730-2-9 type 1, having a preset limit of maximum 100 °C (instead of a temperature limiter, another device, for example a water rate monitoring device or a low water detector safety device is permitted if all the requirements of 5.3.3.2 and 5.2.7.9 are met), and
- an overheat cutout device complying with IEC 60730-2-9 type 2, having a preset limit that causes non-volatile lockout before the small fuel cell CHP appliance is damaged and/or before a dangerous situation occurs,

or

- b) an overheat cut-out complying with IEC 60730-2-9 type 2, having a preset limit of maximum 100 °C causing non-volatile lockout before the small fuel cell CHP appliance is damaged and/or before a dangerous situation occurs.

The temperature limiter shall cause at least safety shut-down before the water flow temperature exceeds the preset value. When the water temperature falls below the preset value, the gas supply to the burner may be restored automatically. The overheat cut-out device shall cause non-volatile lockout before the small fuel cell CHP appliance is damaged and/or a dangerous situation for the user occurs.

Regional specific requirements are given in B.5.2.7.9.3.3.1 for Europe and in D.5.2.7.9.3.3.1 for the USA.

5.2.7.9.3.3.2 Small fuel cell CHP appliance with electronic controls

Small fuel cell CHP appliances shall be fitted with either system a) or system b) , considering regional specific requirements as given in B.5.2.7.9.3.3.2 for Europe:

- a) An electronic temperature control system can be used to control and limit the temperature in combination with an electromechanical overheat cut-out according to the requirements of this standard. This electronic temperature control system shall have two different settings: control temperature and limiting temperature, and should meet the requirements for a class A device according to IEC 60730-2-9. At a limit temperature set point of maximum 100 °C the system shall shut down, restoring normal operation when the temperature drops below the limit value.
- b) An electronic temperature control system can be used to control and limit the temperature and provide the overheat cut-out function. Such a control system shall meet the requirements of the class C temperature control function as specified in IEC 60730-2-9. The system shall have at least three levels of temperature setting, being: control temperature, limit temperature and overheat cut-out temperature. At a limit temperature set point of maximum 100 °C the system shall shut down, restoring normal operation when the temperature drops below the limit value. The system shall go into non-volatile lockout at the overheat cut-out temperature set point, this being the set point before the small fuel cell CHP appliance is damaged and/or before a dangerous situation for the user occurs.

5.2.7.9.4 Protection against over-pressure

Small fuel cell CHP appliances intended for central heating systems with a sealed expansion vessel shall be fitted with a relief valve to avoid exceeding maximum operating pressure.

The relief valve shall comply with ISO 4126-1.

Regional specific requirements are given in C.5.2.7.9.4 for Japan and in D.5.2.7.9.4 for the USA.

5.2.7.9.5 Remote control functions

Remote control functions shall comply with IEC 60730-1.

Requirements specific for Japan are given in C.5.2.7.9.5.

5.3 Operational requirements for safety

5.3.1 General requirements

Except where otherwise stated, the operational requirements are verified by test of the small fuel cell CHP appliance as defined in 5.4.

Possible operational states of individual components shall be safe. Failures of individual components, the possibility of an uncontrolled formation of flammable mixtures, the uncontrolled ignition of inflammable mixtures as well as the uncontrolled leakage of flammable mixtures or process gases shall be avoided by using sufficient measures.

The odorant (e.g. sulphur compounds, mercaptans, thiophenes) in the supply gas shall not cause any safety concerns.

Requirements specific for Japan are given in C.5.3.1.

5.3.2 Soundness

5.3.2.1 Soundness of the gas circuits

5.3.2.1.1 General

Soundness is verified before and after all the tests of this International Standard.

The gas carrying circuits shall be sound in operation and in stand-by.

The method of verifying the soundness of the supply gas system and the process gas system are given in the following subclauses.

The small fuel cell CHP appliance shall comply with 5.3.2.1.2 and 5.3.2.1.3.1. However if the gas carrying circuit complies with 5.3.2.1.3.2, it is not necessary to comply with 5.3.2.1.3.1.

5.3.2.1.2 Prevention against fire and explosion hazards arising from the supply gas circuit

Soundness of the supply gas circuit is assured when, tested under the conditions of 5.4.2.1.1, the leak rate of air does not exceed 3,5 times the maximum leakage rates for external tightness as given in ISO 23550.

5.3.2.1.3 Prevention against fire and explosion hazards in small fuel cell CHP appliance provided with cabinets

5.3.2.1.3.1 General

For parts of the gas carrying circuit where the internal gas pressure is above its surrounding pressure of the gas carrying circuit the following applies.

- a) The integrated systems of the small fuel cell CHP appliance shall be assembled so as to prevent hazards associated with flammable atmosphere accumulations within the fuel cell power system.
- b) The boundary for dilution of normal internal releases to below 25 % lower flammability limit (LFL) may be determined by computational fluid dynamic analysis, tracer gas, or similar methods, such as those given in IEC 60079-10-1. All devices installed within dilution boundaries shall meet the requirements specified in 5.3.2.1.3.1 e). The volume within dilution boundaries shall be classified according to IEC 60079-10-1. The LFL of typical gases are provided in IEC 60079-20-1.
- c) Cabinet compartments with internal sources of flammable gas/vapour release are defined as fuel compartments. Fuel compartments shall be designed to
 - maintain gas mixtures below 25 % (LFL), except in dilution boundaries, and
 - limit the extent of dilution boundaries to within the fuel compartment.
- d) Methods to maintain normal internal releases below 25 % (LFL), except within dilution boundaries, include the following.
 - 1) Controlled oxidation of normal internal releases

This may be accomplished by the provision of a continuous and reliable ignition and oxidant source that ensures the combustion of the released gases or the utilization of catalytic oxidation units.

The manufacturer shall ensure that the maximum credible release, when reacted, produces pressures and temperatures that can be contained within the fuel compartment and tolerated by the components exposed to such conditions.
 - 2) Air dilution of normal internal releases

This may be accomplished by the provision of mechanical ventilation to dilute with air the concentration of normal releases to less than 25 % (LFL), except within dilution

boundaries. In all cases, the minimum ventilation rate shall be consistent with the allowable leakage rate test given in 5.4.2.1.2.1.

Ventilated fuel compartments shall be designed to operate at negative pressure relative to other types of compartments in the fuel cell power system and its surroundings. This negative pressure in the fuel compartment is established by means such as induced or exhaust ventilation. Proper operation of the ventilation system shall be confirmed by measuring either flow or pressure. Failure of ventilation shall cause a shutdown of the process equipment. Control functions to ensure this ventilation shall be according to the standard for functional safety as given in 5.1. Alternatively, fuel compartments of fuel cell power systems need not be ventilated at negative pressures if adequate means are provided to limit the concentration of flammable gas below 25 % (LFL) under all conditions of use except within dilution boundaries or as described in 5.3.2.1.3.1 g).

Fuel compartments that rely on ventilation for protection against accumulation of flammable atmospheres shall be purged in such a way that the atmosphere will be brought below 25 % of the LFL.

NOTE 1 One method of accomplishing this is with at least four air exchanges within an appropriate time interval to ensure this result.

The purging will take place prior to the energization of any devices that are not suitable for the area classification according to 5.3.2.1.3.1 b). Purging is not required if the atmosphere within the compartment and associated ducts can be demonstrated by design to be non-hazardous. All devices, which shall be energized prior to purging or in order to accomplish purging, shall meet the requirements specified in 5.3.2.1.3.1 e).

3) Use of safety related gas leakage detection

Detection of gas leakage by means of a class C control function shall be according to IEC 60730-1. If the leakage limit, which shall not exceed 25 % LFL, is reached, the safety shut-off valves shall be de-energized.

- e) Within areas classified as hazardous in 5.3.2.1.3.1 b), except for units that use the protection method described in 5.3.2.1.3.1 d)1) or d)3), the manufacturer shall eliminate ignition sources by ensuring that the
- installed electrical equipment is suitable for the area classification according to IEC 60079-0 and other applicable parts of the IEC 60079 series;
 - installed electrical resistance trace heating, if available, complies with IEC 60079-30-1;
 - surface temperatures do not exceed 80 % of the auto-ignition temperature, expressed in degrees Celsius, of the flammable gas or vapour (see IEC 60079-20-1 for guidance regarding auto-ignition temperatures of various flammable fluids);
 - equipment containing materials capable of catalysing the reaction of flammable fluids with air shall be capable of suppressing the propagation of the reaction from the equipment to the surrounding flammable atmosphere;
 - potential for static discharge has been eliminated by proper bonding and grounding, and by proper material selection.
- f) Compartments that contain electrical or mechanical equipment shall be maintained at positive pressure relative to adjacent compartments with sources of flammable gas or vapour according to IEC 60079-2, unless the equipment meets the requirements specified in 5.3.2.1.3.1 e).
- g) The small fuel cell CHP appliance shall be provided with passive and active means, or a combination thereof, to maintain abnormal internal releases below 25 % (LFL), except in dilution boundaries.

Sudden and catastrophic failures are not necessary to be considered as a release scenario in this analysis when protection against such failures has already been contemplated in the pressure equipment and piping design (see also 5.2.4.2).

“Passive” means include, but are not limited to, the mechanical limitation of releases of flammable gases or vapours to a maximum value by using pipe orifices and similar methods of flow restriction or joints permanently secured and so constructed that they limit the release rate to a predictable maximum value.

“Active” means may include flow measurements and controls or the provision of safety devices such as combustible gas sensors. These means shall meet the requirements specified in 5.1, and shall cause a small fuel cell CHP appliance shutdown upon occurrence of conditions under which the concentration of any flammable gas in the ventilation exhaust exceeds 25 % of the LFL of that gas.

- h) The small fuel cell CHP appliance shall be designed for the safe dispersal of the ventilation and process exhaust streams. In particular, for indoor installations the ventilation and process exhaust shall be designed for connection to a flue or venting system.
- i) Potential for static discharge has been eliminated by proper bonding and grounding of metallic parts by selecting appropriate materials that do not generate charges which could result in a spark capable of igniting an ignitable gas/air mixture. The effect of flow rates within pipes generating possible charges shall also be considered.
- j) A control function whose purpose is to avoid exceeding 25 % LFL by, for example, dilution with air and/or measuring the concentration and shut-off if exceeding the limit, shall be designed according to the requirements specified in 5.1.

NOTE 2 Non-metallic tubing carrying hydrogen gas may accumulate electrostatic charge along its surface. Discharges from the surface of this tube can be sufficient to ignite a flammable mixture of gas or vapour in the surrounding environment. When used in Zone 1 or Zone 2 (according to IEC 60079-10-1) locations, measures to eliminate electrostatic discharges can be taken. This can be achieved by specifying a tube material with sufficient conductivity, or by limiting gas flow velocity to values below which electrostatic charge does not accumulate. Tubing that relies on a protective system to eliminate electrostatic discharge (i.e., a grounding wire or braid) cannot be used in a Zone 0 location.

NOTE 3 Metal braid coverings, or conductive wires within the non-metallic tubing wall can increase the chance of electrostatic discharge if those conductors become disconnected from their bonding conductor. In Zone 1 and 2 areas, such conductors can be mechanically secured with positive means.

5.3.2.1.3.2 Soundness of parts according to ISO 23550 and the like

The requirements of 5.3.2.1.3.2 are an alternative to 5.3.2.1.3.1 if parts of the gas carrying circuit

- a) comply with ISO 23550, or
- b) are designed according to the design rules for pressure equipment, or
- c) comply with ISO 23550 but use material other than given in ISO 23550. In this case the manufacturer shall provide evidence that it will remain tight considering all chemical, thermal and mechanical conditions which will occur throughout the intended lifetime.

Soundness of the gas carrying circuit is assured when, tested under the conditions of 5.4.2.1.2.2, the leak rate of air does not exceed 3,5 times the maximum leakage rates for external tightness as given in ISO 23550.

If the gas carrying circuit is completely surrounded by combustion air then the soundness of this part of the circuit is assured when, tested under the conditions of 5.4.2.1.2.2, the leak rate of air does not exceed 3 l/h, provided that the flowing air ensures that no ignitable mixture will occur around any electrical supplied components.

Additional information is given in B.5.3.2.1.3.2 for Europe.

5.3.2.2 Soundness of the combustion circuit

5.3.2.2.1 General

The combustion circuit of a small fuel cell CHP appliance shall be sound with respect to the room where the small fuel cell CHP appliance is installed when tested in accordance with 5.3.2.2.2 or 5.3.2.2.3.

If the duct system is not part of the small fuel cell CHP appliance only test No. 2 of Table 3 is applicable. Subclauses 5.3.2.2.2.2 to 5.3.2.2.2.4 do not apply.

Ducts shall be sound in accordance with 5.3.2.2.2.3 and 5.3.2.2.2.4.

Soundness is verified before and after all the tests of this standard.

5.3.2.2.2 Air supply and combustion product circuit Type C small fuel cell CHP appliance

Requirements specific for Japan are given in C.5.3.2.2.2.

5.3.2.2.2.1 General requirements

Soundness with respect to the room where the system is installed is ensured if, under the specified test conditions as given in 5.4.2.2.2.1 the leak rates do not exceed the values given in Table 3.

Table 3 – Maximum admissible leakage rates

Test No.	Test object ^a	Combustion products circuit completely surrounded by combustion air	Maximum leak rate m ³ /h	
			Heat input ≤ 40 kW	Heat input > 40 kW
1	Small fuel cell CHP appliance with its air supply and combustion products evacuation ducts and all their joints	YES	5 (u)	$5 \cdot P_{inf,nom}/40$
		NO	1 (v)	$1 \cdot P_{inf,nom}/40$
2	Small fuel cell CHP appliance and the joint to the air supply and combustion products evacuation duct	YES	3 (w)	$3 \cdot P_{inf,nom}/40$
		NO	0,6 (x)	$0,6 \cdot P_{inf,nom}/40$
3	Combustion products evacuation ducts with all its joints excluding the joint tested above	NO	0,4 (y)	$0,4 \cdot P_{inf,nom}/40$
4	Air supply duct with all its joints excluding the joint tested above		2 (z)	$2 \cdot P_{inf,nom}/40$
The limits are given in the regional specific requirements taking care that the following equations are covered: $u = w + z$ and $v = x + y$.				
^a See also Figure 2.				

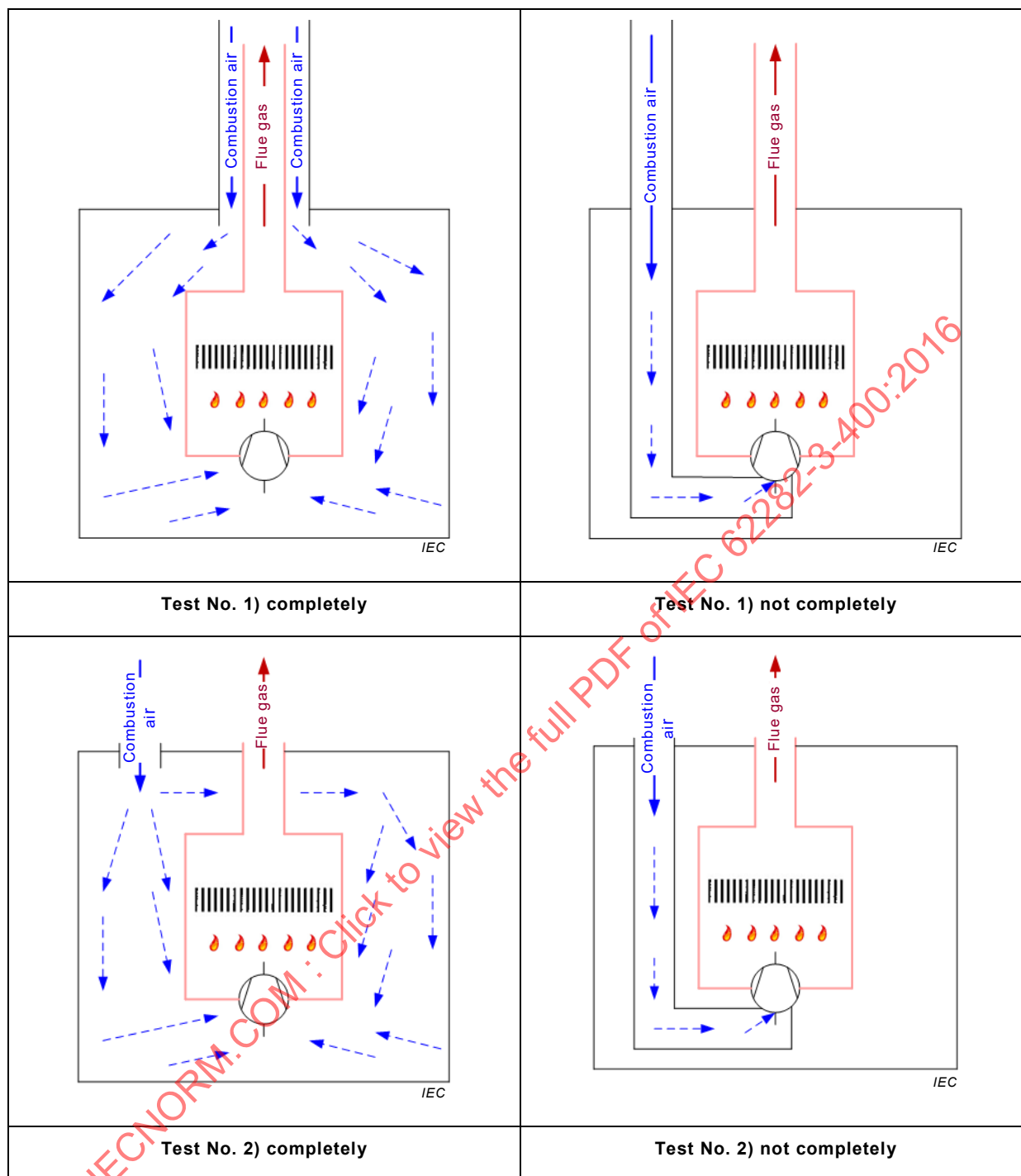


Figure 2 – Illustration of Table 3: Surrounding of the combustion products circuit by the combustion air circuit

5.3.2.2.2.2 Combustion products evacuation duct for small fuel cell CHP appliances with indirect air proving

The soundness of the combustion products evacuation duct for installation both inside and outside the room where the small fuel cell CHP appliance is installed, permitted for small fuel cell CHP appliances with indirect air proving, is ensured when tested under the conditions of 5.4.2.2.2.2, the leak rate (l/s) per surface area (m²) of the duct does not exceed 0,006 l/(s·m²).

5.3.2.2.2.3 Separate duct for evacuation of combustion products

The soundness of a separate combustion products evacuation duct with respect to areas other than the room where the small fuel cell CHP appliance is installed is ensured when

tested under the conditions of 5.4.2.2.3, the leak rate (l/s) per surface area (m^2) of the duct does not exceed $0,006 \text{ l}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$.

5.3.2.2.2.4 Air supply duct as separate or part of a concentric duct

The soundness of separate air supply ducts or concentric ducts with respect to all areas other than the room where the small fuel cell CHP appliance is installed is ensured when tested under the conditions of 5.4.2.2.4 the leak rate per surface area of the duct does not exceed $0,5 \text{ l}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$.

5.3.2.2.3 Soundness of the combustion product circuit of Type B

Requirements specific for Japan are given in C.5.3.2.2.3.

5.3.2.2.3.1 General requirements

This requirement is applicable for small fuel cell CHP appliances where the combustion air is drawn directly from the room.

Small fuel cell CHP appliances shall comply with 5.3.2.2.3.2 or 5.3.2.2.3.3. Ducts of Type B₅ small fuel cell CHP appliances shall comply with 5.3.2.2.3.4. Soundness shall be verified before and after all the tests.

5.3.2.2.3.2 Type B₂ and Type B₅ small fuel cell CHP appliances

The combustion products circuit of a small fuel cell CHP appliance incorporating a fan shall be sound with respect to the room where the small fuel cell CHP appliance is installed. This soundness is ensured if, under the test conditions of 5.4.2.2.3.2, combustion products only escape from the flue outlet. Additionally the ducts of Type B₅ small fuel cell CHP appliances should also meet the requirements of 5.3.2.2.3.4.

5.3.2.2.3.3 Type B₃ small fuel cell CHP appliances

Soundness of Type B₃ small fuel cell CHP appliances is ensured if under the test conditions of 5.4.2.2.3.3, by choice of the manufacturer:

- a) the leakage rate of the combustion products circuit (with all the duct and joints) does not exceed
 - $3 \text{ (m}^3/\text{h)}$ for small fuel cell CHP appliances with a nominal heat input $\leq 40 \text{ kW}$; or
 - $3 \times P_{\text{inf,nom}}/40 \text{ (m}^3/\text{h)}$ for small fuel cell CHP appliances of nominal heat input $> 40 \text{ kW}$;
- b) the leakage rate of the combustion circuit (with all the duct and joints) does not exceed
 - $5 \text{ (m}^3/\text{h)}$ for small fuel cell CHP appliances with a nominal heat input $\leq 40 \text{ kW}$; or
 - $5 \times P_{\text{inf,nom}}/40 \text{ (m}^3/\text{h)}$ for small fuel cell CHP appliances of nominal heat input $> 40 \text{ kW}$.

5.3.2.2.3.4 Combustion products evacuation ducts of Type B₅ small fuel cell CHP appliance

The soundness of a combustion products evacuation duct supplied by the manufacturer, not completely surrounded by combustion air, with respect to areas other than where the small fuel cell CHP appliances is installed, is ensured if under the test conditions of 5.4.2.2.3.4 the leakage rate (l/s) per square metre surface (m^2) of the duct does not exceed $0,006 \text{ l}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$.

5.3.2.2.4 Type A small fuel cell CHP appliance

There are no requirements for the soundness of the combustion product circuit.

5.3.2.3 Soundness of the heating water circuit

Under the test conditions of 5.4.2.3, there shall be neither leakage nor permanent visible distortion.

5.3.2.4 Soundness of the internal cooling circuit (if applicable)

Under the test conditions of 5.4.2.4, there shall be neither leakage nor permanent visible distortion.

5.3.3 Safety of operation (temperature/limit gas)

5.3.3.1 Limiting temperatures

Requirements specific for Japan are given in C.5.3.3.1.

5.3.3.1.1 General test setup

The requirements given in 5.3.3.1.2 to 5.3.3.1.5 are related to the test setup according to 5.4.3.1.1.

5.3.3.1.2 Limiting temperatures of components, wiring, materials and surfaces, adjusting, control and safety devices

Under the test conditions of 5.4.3.1.2, the temperature of the adjusting, control and safety devices shall not exceed the value stated by the manufacturer and their operation shall remain satisfactory.

The temperatures of components, wiring, and materials shall not exceed the temperature ratings provided by the manufacturer.

The surface temperatures of the control knobs and of all the parts that need to be touched during normal use of the small fuel cell CHP appliance, measured only in the zones intended to be gripped, and under the conditions stated in 5.4.3.1.2, shall not exceed the ambient temperature by more than the values given in Table 4. Additional requirements are given in B.5.3.3.1.2 for Europe.

Table 4 – Allowable surface temperatures rises

Part	Temperature rise K
External enclosures, except handles held in normal use	60
Surfaces of handles, knobs, grips and similar parts which are held for short periods only in normal use	
– of metal	35
– of porcelain	45
– of moulded material (plastic), rubber or wood	60
NOTE 1 The values are maximum surface temperature rises above the ambient temperature of external surfaces that can be touched during operation by people without personal protective equipment. The above values are referenced in IEC 60335-1.	
NOTE 2 The values in the table are based on an ambient temperature not normally exceeding 25 °C but occasionally reaching 35 °C. However, the temperature rise values specified are based on 25 °C.	

5.3.3.1.3 Limiting temperatures of the side walls, the front and the top

The temperature of the side walls, front and top of the small fuel cell CHP appliance shall not exceed the ambient temperature by more than 50 K when measured under the test conditions of 5.4.3.1.3. Requirements specific for Europe are given in B.5.3.3.1.3.

Nevertheless, parts of the case within 5 cm of the edge of the lighting hole or sight glass, if any, and within 15 cm of the flue gas outlet or fitting piece are exempt from this requirement.

5.3.3.1.4 Limiting temperature of the test panels and the floor

The temperature of the floor on which the small fuel cell CHP appliance is placed, where appropriate, and that of the panels placed at the side of and behind the small fuel cell CHP appliance shall not, at any point, exceed the ambient temperature by more than 80 K under the test conditions of 5.4.3.1.4.

When this temperature rise is between 50 K and 80 K, or the values given in B.5.3.3.1.4 for Europe, the manufacturer shall state in the technical instructions for the installer the nature of the protection which has to be applied between the small fuel cell CHP appliance and the floor or walls when these latter are made of inflammable materials.

This protection shall be supplied to the test laboratory which shall check that, with the small fuel cell CHP appliance fitted with it, the floor and panel temperatures measured under the test conditions of 5.4.3.1.4 do not exceed the ambient temperature by more than 50 K or the values given in B.5.3.3.1.4 for Europe.

5.3.3.1.5 External temperature of the ducts

The temperature of the ducts in contact with or passing through the walls of the dwelling shall not exceed the ambient temperature by more than 50 K or the values given in B.5.3.3.1.5 for Europe under the test conditions of 5.4.3.1.5.

If this temperature rise exceeds 50 K or the values given in B.5.3.3.1.5 for Europe, the manufacturer shall state in the technical instructions for the installer the nature of the protection which has to be applied between the ducts and the walls when they are constructed of inflammable materials.

This protection shall be supplied to the test laboratory which shall check that, with the protection fitted, the external surface temperature in contact with the wall measured under the test conditions of 5.4.3.1.5 does not exceed the ambient temperature by more than 50 K or the values given in B.5.3.3.1.5 for Europe.

5.3.3.2 Thermostats and temperature limiting devices

Requirements specific for Japan are given in C.5.3.3.2.

5.3.3.2.1 General

To protect a small fuel cell CHP appliance against the basic risks of fire and explosion as a result of overheating, a temperature control function is required.

The purpose of the temperature control function is to control the temperature (control thermostat and temperature limiter) and to prevent the risk of excessive temperature (overheat cut-out) which could lead to the hazard of overheating for a small fuel cell CHP appliance. The temperature control function is a system which consists of temperature sensing, signal processing, switching actions (on/off or protective action) and reset.

Practical realization of the temperature control function can be carried out with one control (electronic systems) or more controls, specifying control thermostats, temperature limiters and

overheat cut-outs. Constructional measures, such as an open expansion vessel system, can also cover part of the risk.

Thermostats, temperature limiters and overheat cut-out devices shall have independent temperature sensing elements.

With an electronic system, thermostats and temperature limiters may have the same temperature sensing element provided that its failure cannot give rise to a dangerous situation for the user or damage to the small fuel cell CHP appliance.

For electronic temperature control systems

- a) the term control thermostat should be read as control temperature set point;
- b) the term temperature limiter should be read as temperature limit set point;
- c) the term overheat cut-out device should be read as overheat cut-out set point.

The temperature sensing elements shall withstand the thermal overload resulting from an overheat condition specified in this standard, without the predetermined set point being affected.

Under the test conditions of 5.4.3.2.1 the opening and closing temperatures of the thermostats shall not differ from those stated by the manufacturer by more than the tolerance given in the regional annexes. For adjustable thermostats, this requirement is checked at the minimum and maximum temperatures of the control range.

Regional specific requirements are given in B.5.3.3.2.1 for Europe.

5.3.3.2.2 Water control thermostats

5.3.3.2.2.1 General

If the control thermostat is adjustable, the manufacturer shall at least state the maximum temperature in the instructions. The positions of the temperature selector shall be easy to establish and it shall be possible to ascertain in which direction the water temperature rises or falls. If numbers are used for this purpose, the highest number shall correspond to the highest temperature.

At its maximum setting, it shall cause at least a controlled shut-down.

5.3.3.2.2.2 Accuracy of adjustment

For electronic temperature control systems

- a) the term fixed setting thermostat should be read as fixed control temperature setpoint;
- b) the term adjustable thermostat should be read as user adjustable control temperature setpoint.

Under the test conditions of 5.4.3.2.2.1,

- the maximum water temperature of a small fuel cell CHP appliance fitted with a fixed setting thermostat shall be within ± 10 K of the temperature stated by the manufacturer;
- for small fuel cell CHP appliances fitted with an adjustable thermostat, it shall be possible to select, within ± 10 K, the water flow temperatures stated by the manufacturer;
- the flow temperature shall not exceed the maximum temperature declared by the manufacturer; however, when the control thermostat is located on the return, this requirement may be satisfied by action of the limit thermostat located on the water flow;

- the limit thermostat (unless the control thermostat is on the return), overheat cut-off device and safety temperature limiter shall not operate.

5.3.3.2.2.3 Endurance

Thermostats shall withstand the endurance of 100 000 cycles or the value given in B.5.3.3.2.2.3 for Europe under the test conditions of 5.4.3.2.2.2. At the end of the tests, their operation shall comply with the requirements of 5.3.3.2.2.2.

5.3.3.2.3 Water temperature limiting devices

5.3.3.2.3.1 General

The maximum set point temperature of this device shall not be able to be adjusted.

The temperature limiter contacts shall open before the temperature exceeds a pre-set limit and close again when the temperature falls below that pre-set limit.

5.3.3.2.3.2 Inadequate water circulation (if applicable)

No deterioration of the small fuel cell CHP appliance shall occur under the test conditions of 5.4.3.2.3.1.

This requirement does not apply to a small fuel cell CHP appliance intended exclusively for a central heating system with an open expansion vessel.

5.3.3.2.3.3 Overheating

The overheat cut-out device shall comply with the requirement of IEC 60730-2-9 for type 2 devices.

This device shall not be adjustable and normal operation of the small fuel cell CHP appliance shall not give rise to a change in its set point temperature.

The contacts of the overheat cut-out device shall open, resulting in non-volatile lockout, before the temperature exceeds a pre-set limit.

Interruption of the link between the temperature sensing element and the device responding to its signal shall cause at least safety shutdown.

Under the test conditions of 5.4.3.2.3.2 the limit thermostat shall cause safety shutdown before the water flow temperature exceeds 100 °C or the values given in B.5.3.3.2.3.3 for Europe.

Under the test conditions of 5.4.3.2.3.2 the overheat cut-off device shall cause non-volatile lockout of the small fuel cell CHP appliance before a situation occurs that is dangerous to the user or capable of damaging the small fuel cell CHP appliance.

Additional regional specific requirements are given in B.5.3.3.2.3.3.101 for Europe.

5.3.3.2.3.4 Endurance

5.3.3.2.3.4.1 Limit thermostats

Limit thermostats shall withstand the endurance of 10 000 cycles under the test conditions of 5.4.3.2.2.2. At the end of the tests, their operation shall comply with the requirements of 5.3.3.2.1.

5.3.3.2.3.4.2 Overheat cut-off devices and safety temperature limiters

The devices shall withstand the endurance cycles of 4 500 thermal cycles without activation and 500 cycles of lockout and resetting under the test conditions of 5.4.3.2.3.3.2.

At the end of the tests, their operation shall comply with the requirements of 5.3.3.2.1.

Under the test conditions of 5.4.3.2.3.3.2, interruption of the link between the detector and the device responding to its signal shall cause at least safety shutdown.

5.3.3.2.4 Maximum exhaust gas temperature

If the small fuel cell CHP appliance incorporates a device to limit the maximum temperature of the combustion products, under the conditions of 5.4.3.2.4, the temperature of the combustion products shall not exceed the maximum allowable working temperature of the materials of the combustion circuit and the flue materials specified by the small fuel cell CHP appliance manufacturer.

A limiting thermostat needs to be installed only if the flue gas temperatures can possibly exceed the maximum allowable temperature of the materials.

Operation of the device shall cause a non-volatile lock-out of the small fuel cell CHP appliance.

Requirements specific for Japan are given in C.5.3.3.2.4.

5.3.3.2.5 Temperature of internal cooling circuits

The requirements of 5.3.3.2.2 and 5.3.3.2.3 also apply for the internal cooling circuits (if applicable).

5.3.3.3 Ignition, cross lighting, and flame stability

5.3.3.3.1 General

Subclauses 5.3.3.3.2 and 5.3.3.3.3 are alternatives considered as providing comparable level of safety for gas burners used in small fuel cell CHP appliances. The manufacturer shall declare which of the method applies.

5.3.3.3.2 Method 1

Requirements specific for Japan are given in C.5.3.3.3.2.

5.3.3.3.2.1 Limit conditions (if applicable)

Under the test conditions specified in 5.4.3.3.2.2 and in still air, it shall be possible to effect ignition and cross lighting correctly, rapidly and quietly. The flames shall be stable. A slight tendency to lift at the moment of ignition is permissible, but the flames shall be stable thereafter.

Ignition of the burner, if any, shall occur at all gas rates which can be given by the controls as stated by the manufacturer and there shall be neither light-back nor prolonged flame lift. Brief light-back during ignition or extinction of the burner is accepted if this does not affect correct operation.

A permanent ignition burner shall not be extinguished during ignition or extinction of the burner. While the small fuel cell CHP appliance is operating, the ignition burner flame shall not change to such an extent that it can no longer fulfil its function (ignition of the burner, operation of the flame supervision device).

When the ignition burner has been alight for a sufficient time for normal and regular operation of the small fuel cell CHP appliance to be obtained, it shall always be ready to operate without fail, even if the gas supply to the burner is turned off and on by several quick and successive adjustments of the thermostat.

In addition, to test flame stability, for small fuel cell CHP appliances which have an indirect means of indicating the presence of the flame, the carbon monoxide volume fraction, at thermal equilibrium, of the dry air-free combustion products, using flame lift limit gas, shall not be more than 300 ml/m³, or the value given in B.5.3.3.3.2.1 for Europe.

NOTE 1 ml/m³ = 1 ppm.

The above requirements shall also be fulfilled where spark restoration or recycling is provided.

5.3.3.3.2.2 Special conditions (if applicable)

Under the test conditions of 5.4.3.3.2.3, ignition of the ignition burner, ignition of the main burner by the ignition burner or direct ignition of the main burner, complete cross lighting of the main burner and also stability of the ignition burner when it alone is alight or of the ignition burner and main burner operating simultaneously shall be ensured.

Slight flame disturbance is permitted but there shall be no flame extinction.

5.3.3.3.3 Method 2

Requirements specific for Europe are given in B.5.3.3.3.3.

5.3.3.3.3.1 Ignition

The small fuel cell CHP appliance shall be subjected to the ignition test under the test conditions described in 5.4.3.3.3.1 and shall meet the following requirements.

- a) The ignition test shall be repeated three times successively and ignition shall occur three out of three times. If ignition fails even once, then the test shall be additionally repeated twice, and ignition shall occur in both (four ignitions out of five).
- b) No explosive ignition shall occur. "No explosive ignition" means that the ignition produces no more than 85 dB in noise and neither combustion gases nor flames come out of the burner housing.

5.3.3.3.3.2 Combustion

The small fuel cell CHP appliance shall be subjected to a combustion test under the test conditions described in 5.4.3.3.3.2 and meet the following requirements:

- a) when the burner is ignited, combustion shall be propagated in a steady manner without explosive ignition;
- b) combustion and operation shall be stable;
- c) when the burner is shut down, flames shall be completely extinguished;
- d) the CO volume fraction in dry air-free combustion products shall not exceed 300 ml/m³ or the values given in C.5.3.3.3.3.2 for Japan and,
- e) it shall be verified that no backfires occur.

5.3.3.3.3.3 Resistance against wind for indoor, if applicable

Ignition and combustion tests shall be conducted according to 5.4.3.3.3.3 to verify that a small fuel cell CHP appliance ignites and operates safely under reasonably foreseeable wind conditions.

For ignition tests, the small fuel cell CHP appliance shall meet the requirements in 5.3.3.3.3.1 and for combustion tests, as follows:

- a) The flame shall be propagated in a steady manner and no explosive ignition shall occur.
- b) No blow-offs, no backfires, no hindered usage, no alarms and no abnormal shut-down shall occur in operation.

5.3.3.3.4 Impact of changes in the gas flow

5.3.3.3.4.1 Reduction of the gas rate of the ignition burner (if applicable)

Under the test conditions of 5.4.3.3.4.1 and when the gas rate of the ignition burner is reduced to the minimum required to keep open the gas valve of the flame supervision device, ignition of the main burner shall be ensured without damage to the small fuel cell CHP appliance.

5.3.3.3.4.2 Reduction of the gas pressure (if applicable)

Under the test conditions of 5.4.3.3.4.2, there shall be no dangerous situation for the user or damage to the small fuel cell CHP appliance.

5.3.3.3.4.3 Defective closure of the gas valve immediately upstream of the main burner (if applicable)

Where the gas line is designed such that the gas supply to the ignition burner is taken from between the two main burner gas valves, it is checked under the test conditions of 5.4.3.3.4.3 that no dangerous situation can arise in the event of defective closure of the gas valve immediately upstream of the main burner when the ignition burner is ignited.

5.3.3.4 Pre-purge

5.3.3.4.1 General

For fan-assisted small fuel cell CHP appliances, pre-purge is required before each ignition of the main burner (a single ignition attempt or several consecutive automatic ignition attempts) unless one of the following conditions is fulfilled:

- the small fuel cell CHP appliance is fitted with a permanent or alternating ignition burner;
- if the heat input is greater than 0,250 kW and the supply gas circuit is fitted with two valves which are of at least class C or classes B and J, which close simultaneously;
- the small fuel cell CHP appliance satisfies 5.3.3.4.4 (verification of normal ignition in a combustible air/gas mixture for Type C appliances incorporating a fan); this condition is only applicable for Type C small fuel cell CHP appliance with its ducts and its horizontal duct terminal under similar wind conditions;
- small fuel cell CHP appliances satisfying 5.3.3.4.2 (verification of the protected nature of a combustion chamber).

Under the test conditions of 5.4.3.4.1, the volume or the duration of the pre-purge shall be

- for small fuel cell CHP appliances where the pre-purge air is induced over the whole cross-section of the combustion chamber inlet: at least the volume of the combustion chamber and at least 5 s at the air rate corresponding to the nominal heat input,
- for other small fuel cell CHP appliances: at least three times the volume of the combustion chamber and at least 15 s.

Requirements specific for Japan are given in C.5.3.3.4.1.

5.3.3.4.2 Verification of the protected nature of a combustion chamber

If the protected nature of a combustion chamber is claimed, then under the test conditions of 5.4.3.4.2 it is checked that an ignition within the combustion chamber does not ignite a combustible mixture of air and gas outside the combustion chamber.

5.3.3.4.3 Functioning of a permanent ignition burner when the fan stops during the standby time (if applicable)

Under the test conditions of 5.4.3.4.3 the flame stability of the ignition burner shall be correct.

Requirements specific for Japan are given in C.5.3.3.4.3.

5.3.3.4.4 Verification of normal ignition in a combustible air/gas mixture for Type C small fuel cell CHP appliances incorporating a fan

Under the test conditions of 5.4.3.4.4 it is checked that ignition occurs correctly without deterioration to the small fuel cell CHP appliance when the combustion chamber is first filled with a combustible air/gas mixture.

Requirements specific for Japan are given in C.5.3.3.4.4.

5.3.3.5 Process gas purge to the atmosphere (if applicable)

The amount of purge gas released to the atmosphere shall not exceed the volume of the purge circuit of the appliance. The maximum number of purge cycles shall be limited to 5 cycles per hour unless it can be shown that more frequent purges are safe.

Under the test conditions of 5.4.3.5 it is checked that there are not more than 5 cycles per hour possible or the higher number shown to be safe.

This restriction does not apply to high frequency/low volume anode purges to eliminate moisture.

Requirements specific for Japan are given in C.5.3.3.5.

5.3.3.6 Carbon monoxide

5.3.3.6.1 General

The CO volume fraction in the dry air-free combustion products shall not exceed the values stated in 5.3.3.6.2 and 5.3.3.6.3. Additional regional specific requirements are given in B.5.3.3.6.101 for Europe.

5.3.3.6.2 Limit conditions

Under the test conditions of 5.4.3.6.2, the CO volume fraction shall not exceed 300 ml/m³, or the value given in B.5.3.3.6.2 for Europe.

5.3.3.6.3 Special conditions

Under the test conditions of 5.4.3.6.3, the CO volume fraction shall not exceed 300 ml/m³, or the value given in B.5.3.3.6.3 for Europe.

5.3.3.7 Condensate discharge blockage

Under the test conditions according to 5.4.3.7 the formation of condensate shall not impair the correct operation of the small fuel cell CHP appliance.

If the small fuel cell CHP appliance is equipped with a condensate discharge then by choice of the manufacturer, the small fuel cell CHP appliance shall meet one of the following requirements:

- a) when the condensate discharge is blocked, the gas supply of the small fuel cell CHP appliance shall be shut off before the CO volume fraction exceeds 300 ml/m³, or
- b) when the condensate discharge is blocked, causing a restriction in the flow of combustion products or air for combustion, resulting in a CO volume fraction equal to or greater than 300 ml/m³ at equilibrium, restart shall not be possible from cold.

In either case, there shall be no spillage of condensate from the small fuel cell CHP appliance.

Regional specific requirements for the permitted CO volume fraction are given in B.5.3.3.7 for Europe and C.5.3.3.7 for Japan.

5.3.4 Start/release and adjusting, control and safety devices (if applicable)

Requirements specific for Japan are given in C.5.3.4.

5.3.4.1 General

The gas supply valves shall be opened only when all functional and safety prerequisites and interlocks are fulfilled.

The start-up program shall be defined.

The devices shall operate correctly under expected conditions of use, namely, at the maximum temperature to which they are subjected in the small fuel cell CHP appliance and when the voltage is varied between 0,85 times and 1,10 times the nominal voltage and under any combination of these conditions, or the values given in C.5.3.4.1 for Japan.

For voltages below 85 % of the nominal value, the devices shall either continue to ensure safety or cause safety shutdown.

5.3.4.2 Control devices

5.3.4.2.1 Ignition burner

Under the test conditions of 5.4.4.2.1, the heat input of any permanent ignition burner/pilot burner shall not exceed 0,250 kW.

The signal to open the gas supply to the main burner shall only be given after the ignition burner flame has been detected.

5.3.4.2.2 Automatic burner control system

5.3.4.2.2.1 Ignition safety time

The maximum ignition safety time ($t_{sa,max}$) is stated by the manufacturer.

If the heat input of the ignition burner does not exceed 0,250 kW, there is no requirement in respect of the $t_{sa,max}$.

For combustion circuits incorporating a fan, a delayed ignition test is not necessary if the $t_{sa,max}$ determined under the test conditions of 5.4.4.2.2.1, complies with the following requirement:

$$t_{sa,max} \leq \frac{P_{inf}}{P_{inf,ign}} \times 5$$

where

$P_{inf,ign}$ is the heat input during ignition.

If $t_{sa,max}$ exceeds 10 s, the manufacturer shall prove that no hazardous situation can occur.

Where several automatic ignition attempts are made without being followed by a purge corresponding to 5.4.3.4.1, the sum of the duration of the ignition attempts shall comply with the above requirement for $t_{sa,max}$.

Requirements specific for the USA are given in D.5.3.4.2.2.1.

5.3.4.2.2.2 Spark restoration

If spark restoration takes place, under the test conditions of 5.4.4.2.2.2, the ignition device shall be re-energized within a maximum time of 1 s (or the time stated by the manufacturer) after the disappearance of the flame signal.

In this case, the $t_{sa,max}$ is the same as is used for ignition and it starts when the ignition or pre-heating device is energized.

5.3.4.2.2.3 Recycling

If recycling takes place, under the test conditions of 5.4.4.2.2.3, this shall be preceded by an interruption of the gas supply; the ignition sequence shall restart from the beginning.

In this case, the $t_{sa,max}$ is the same as is used for ignition and starts when the ignition device is energized.

A maximum of 5 recycling attempts are permitted.

5.3.4.2.2.4 Heat input during ignition (if applicable)

For small fuel cell CHP appliance(s) designed to be ignited at a heat input less than the nominal heat input under the test conditions of 5.4.4.2.2.4, it is verified that the heat input during ignition does not exceed the value stated in the design documentation.

5.3.4.3 Gas pressure regulator

Under the test conditions of 5.4.4.3, the gas rate of a small fuel cell CHP appliance fitted with a pressure regulator shall not differ from the gas rate obtained at normal pressure by more than the limits given in ISO 23551-2.

5.3.4.4 Air proving device

5.3.4.4.1 General

Depending on the principle of air proving, the applicable requirements as described in 5.3.4.4.2 or 5.3.4.4.3 shall be satisfied, under the appropriate test conditions of 5.4.4.4.1.

5.3.4.4.2 Supervision of the combustion air or combustion products rate

At a reduced flow rate, the CO volume fraction shall not exceed the specific value given below.

The following methods of flow reduction shall be examined:

- a) progressive blockage of the air inlet;

- b) progressive blockage of the combustion products evacuation ducts;
- c) progressive reduction of the fan speed, for example by reduction of the fan voltage.

If the small fuel cell CHP appliance consists of more than one heat generator, the above methods a) to c) shall be performed for each individual heat generator and on combinations of the individual heat generators.

The manufacturer can choose between two supervision strategies for the air proving; a start-up supervision or a continuous supervision. Based on that choice, the small fuel cell power system, under the test conditions of 5.4.4.4.2 at a reduced flow rate, shall meet one of the following two requirements:

- d) continuous supervision: shutdown before the CO volume fraction exceeds 300 ml/m³, or the value given in B.5.3.4.4.2 for Europe or in C.5.3.4.4.2 for Japan;
- e) start-up supervision: no start if the CO volume fraction exceeds 300 ml/m³, or the value given in B.5.3.4.4.2 for Europe or in C.5.3.4.4.2 for Japan.

Method e) is only applicable if a heat generator is not designed for permanent operation.

5.3.4.4.3 Gas/air ratio controls

5.3.4.4.3.1 General

Gas/air ratio controls shall meet the requirements of ISO 23551-3 or ISO 23552-1, as applicable.

5.3.4.4.3.2 Leakage of non-metallic control tubes

Under the test conditions of 5.4.4.4.3.1 when control tubes are not made of metal or of other materials with at least equivalent properties, their disconnection, breakage or leakage shall not lead to an unsafe situation. This implies either locking out or safe operation with no leakage of gas outside the small fuel cell CHP appliance.

5.3.4.4.3.3 Adjustment of the air/gas or gas/air ratio

The manufacturer shall declare in the installation instructions minimum and maximum CO₂ and/or O₂ levels between which no action is required.

If the gas/air ratio is adjustable for CO₂ and/or O₂ the test of 5.3.4.4.2 shall be repeated at the test conditions given in 5.4.4.4.3.2.

5.3.4.5 Delayed ignition

Under the test conditions of 5.4.4.5, there shall be no deterioration of the small fuel cell CHP appliance or hazard to the user.

5.3.4.6 Common flue evacuation duct

In the case of a small fuel cell CHP appliance with at least two heat sources connected to a common flue gas evacuation duct, the small fuel cell CHP appliance shall meet the following requirements when tested in accordance with 5.4.4.6:

- the CO volume fraction of combustion products shall not exceed 300 ml/m³, or the value given in B.5.3.4.6 for Europe or in C.5.3.4.6 for Japan, measured at the common outlet of the small fuel cell CHP appliance;
- if only one heat source is operating, combustion products shall not backflow through the non-operating heat source at a rate > 200 l/h;

NOTE This can be achieved for example under pressure in the non-operating combustion outlet or with a backflow valve.

- the simultaneous operation shall not impair the combustion of the other products concerning for example flame pulsation, flame lift, noise;
- if backflow valves are used they shall be a part of the appliance and shall be tested as such.

5.3.4.7 Leak tightness of means to prevent backflow in common flue duct systems

Under the test conditions of 5.4.4.7, the leak tightness of the applied means to prevent backflow should be < 200 l/h, checked at the following pressures:

- 0 Pa;
- the maximum pressure difference at start-up across the backflow valve;
- 100 Pa, minimum pressure differential.

This leak tightness prevents unacceptable recirculation of flue gas to other appliances and prevents moisture caused by backflow of flue gas in the gas appliance.

5.3.4.8 Functional durability of the backflow valve

The durability of the applied backflow valve shall be proven according to 5.4.4.8.

Additional requirements are given in B.5.3.4.101 for Europe.

5.3.5 Resistance of the materials to pressure

The small fuel cell CHP appliance and/or its sections shall withstand a hydraulic test.

The tests are carried out as stated in 5.4.5 in so far as these tests have not already been carried out under 5.4.2.3.

Requirements specific for Japan are given in C.5.3.5.

Additional requirements for systems above 0,3 MPa (3 bar) are given in B.5.3.5 for Europe.

5.3.6 EMC

IEC 60335-2-102:2004, IEC 60335-2-102:2004/AMD1:2008 and IEC 60335-2-102:2004/AMD2:2012, 19.11.4, shall apply.

5.3.7 Outdoor or semi-outdoor for Type A small fuel cell CHP appliance

5.3.7.1 Rain resistance

5.3.7.1.1 General

The small fuel cell CHP appliance shall comply with IEC 60529, for IPX4.

The test shall be performed as given in 5.4.7.1.1.

5.3.7.1.2 Ignition

Under the test conditions of 5.4.7.1.2 the small fuel cell CHP appliance shall meet the requirement of 5.3.3.3.1.

5.3.7.1.3 Combustion

Under the test conditions of 5.4.7.1.3, the small fuel cell CHP appliance shall meet the following requirements:

- a) The flame shall be propagated in a steady manner and no explosive ignition shall occur.
- b) No blow-offs, no backfires, no hindered usage, no alarms and no abnormal shut-down shall occur in operation.

5.3.7.1.4 Dielectric strength

The system shall meet the applicable requirements of IEC 60335-2-102.

5.3.7.2 Wind resistance

5.3.7.2.1 General

The following performance shall be demonstrated in the wind resistance test as tested in accordance with the procedures described in 5.4.7.2.1.

5.3.7.2.2 Ignition

Under the test conditions of 5.4.7.2.2 the small fuel cell CHP appliance shall meet the requirement of 5.3.3.3.3.1.

5.3.7.2.3 Combustion

Under the test conditions of 5.4.7.2.3, the small fuel cell CHP appliance shall meet the following requirements:

- a) The flame shall be propagated in a steady manner and no explosive ignition shall occur.
- b) No blow-offs, no backfires, no hindered usage, no alarms and no abnormal shut-down shall occur in operation.

5.3.7.3 Frost protection

If the declared minimum ambient operation temperature of the small fuel cell CHP appliance is less than 0 °C, it shall be protected from freezing by a frost protection and the condensate drain, if any, shall be protected from damage and shall not block the drain function in the case of frost.

If it is intended to produce domestic hot water, the domestic hot water circuit shall also be protected from damage caused by frost.

If it is intended to supply the heating water circuit, the heating water circuit shall also be protected from damage caused by frost.

Under the test conditions of 5.4.7.3 the frost protection devices shall operate correctly and the temperature of the water circuit shall remain above 0,5 °C at any point in the small fuel cell CHP appliance.

5.4 Safety requirements test methods

5.4.1 General test conditions

5.4.1.1 General

Subclauses 5.4.1.2 to 5.4.1.9 are generally applicable except where otherwise specified in particular subclauses.

5.4.1.2 Characteristics of the reference and limit gases

5.4.1.2.1 General

Small fuel cell CHP appliances are intended to use gases of various qualities.

One of the aims of these specifications is to check that the operation of the small fuel cell CHP appliance is satisfactory for each of the gas families or gas groups or gas types and for the pressures for which it is designed, after making use of adjusters where appropriate.

5.4.1.2.2 Requirements of the preparation of test gases

For the preparation of test gases national/regional regulations shall apply.

The requirements for the preparation of test gases are given in B.5.4.1.2.2 for Europe and C.5.4.1.2.2 for Japan.

5.4.1.2.3 Characteristics and choice of test gases

The characteristics and choice of gases are given in B.5.4.1.2.3 for Europe and C.5.4.1.2.3 for Japan.

Where an actually distributed gas is permitted for certain tests, this gas shall belong to the gas family and group and type to which the reference gas, which it replaces, belongs.

5.4.1.2.4 Test pressures

For the test pressures national/regional regulations shall apply.

The test pressures, i.e. the pressure required at the gas inlet connection of the small fuel cell CHP appliance, are given in B.5.4.1.2.4 for Europe and C.5.4.1.2.4 for Japan.

5.4.1.3 Setup of the small fuel cell CHP appliance

The small fuel cell CHP appliance is installed in accordance with the technical instructions in a well-ventilated, draught free room (air speed less than 0,5 m/s) which has an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ K}$, measured at a height of 1,50 m above the floor and at a minimum distance of 3 m from the small fuel cell CHP appliance, with a temperature sensor protected against radiation from the test installation.

The small fuel cell CHP appliance is protected from direct solar radiation.

Depending on the type of small fuel cell CHP appliance, the manufacturer shall supply the appliance complete with all the accessories necessary for its installation (including its ducts), accompanied by the mounting instructions.

Wall-mounted small fuel cell CHP appliances are installed on a vertical test panel of plywood, or of a material with the same thermal characteristics, in accordance with the information in the manufacturer's instructions.

The plywood panel shall be at least 25 mm thick and painted matt black; the panel dimensions are at least 50 mm, greater than the corresponding dimensions of the small fuel cell CHP appliance (see 5.4.3.1.4).

Except where otherwise stated, the small fuel cell CHP appliance is connected to the shortest ducts with the smallest pressure loss stated by the manufacturer in his installation instructions. If necessary, an external telescopic duct may be sealed in accordance with the manufacturer's instructions. The duct terminal guard is not fitted.

Small fuel cell CHP appliances that penetrate a wall or roof are tested with their duct terminals fitted. Additional requirements are given in B.5.4.1.3 for Europe.

Small fuel cell CHP appliances that are designed to have their ducts penetrate a wall shall be tested with a wall thickness of 300 mm.

Type C₄ small fuel cell CHP appliances are tested with their fitting pieces fitted but not connected to a test duct (they are not to be connected to a chimney). Additional requirements are given in B.5.4.1.3 for Europe.

Type C₆ small fuel cell CHP appliances shall be fitted with restrictors enabling the minimum and maximum duct pressure losses specified by the manufacturer to be simulated.

Type C₉ small fuel cell CHP appliances are tested with the minimum diameter/cross section area of the vertical duct supplying the combustion air as specified by the installation instructions.

Type B₂ and Type B₃ small fuel cell CHP appliances are tested with duct terminals according to the manufacturer's installation manual.

Type B₅ small fuel cell CHP appliances shall be connected to the shortest ducts with the smallest pressure loss stated by the manufacturer in the technical instructions. If necessary, an external telescopic duct may be sealed in accordance with the manufacturer's instructions.

Type A small fuel cell CHP appliances, the combustion products shall be sampled in a way which prevents the mixing of the sampled combustion products with ambient air.

The sample of the combustion products is taken in the plane perpendicular to the direction of flow of the combustion products, and at a distance l_s from the extreme end of the combustion products duct (see examples in Figure G.1 and Figure G.2):

for circular ducts:

$$l_s = l_d$$

for rectangular ducts:

$$l_s = \frac{4 \times A_{\text{duct}}}{l_c}$$

where

l_s is the distance of the combustion products sampling point to the extreme end of the combustion products duct;

l_d is the internal diameter of the combustion products evacuation duct, in mm;

A_{duct} is the cross-sectional area of this duct, in mm²;

l_c is the circumference of this duct, in mm.

The sampling probe is positioned so as to obtain a representative sample of the combustion products, see Annex G.

Requirements specific for Japan are given in C.5.4.1.3.

5.4.1.4 Gas carrying circuit

The tests are carried out with reference gases and limit gases, and gas types with the small fuel cell CHP appliance fitted with the appropriate parts (ignition burners, gas mixing valve, pressure regulator, adjusters, injectors, etc.) for the gas range, gas group, gas family, or gas type, in accordance with the information given by the manufacturer in the installation manual.

Regional specific requirements are given in B.5.4.1.4 for Europe.

5.4.1.5 Conduct of the test to obtain a heat input

When, in specific subclauses, tests at the nominal heat input are required, these tests are carried out at

- the nominal heat input, or
- the maximum heat input for range-rating small fuel cell CHP appliances.

The tests are carried out under the following conditions.

The required gas rate that has to be measured at the meter shall be determined for the appropriate heat input (nominal, maximum or minimum) as follows:

$$q_{m,g} = 3,6 \times \frac{P_{inf}}{H_{i,m}}$$

or

$$q_{V,g} = 3,6 \times \frac{P_{inf}}{H_{i,V}} \cdot \frac{101,325}{p_a + p_g - p_{w,sat}} \cdot \frac{273,15 + T_g}{288,15}$$

where

$H_{i,m}$ is the lower heating value (LHV) of the gas used, in megajoule per kilogram (MJ/kg);

$H_{i,V}$ is the lower heating value (LHV) of the gas used, in megajoule per cubic metre (MJ/m³) at 15 °C, 101,325 kPa, dry gas;

$q_{m,g}$ is the measured mass flow rate of the gas, in kg/h;

$q_{V,g}$ is the measured volumetric flow rate of the gas, in m³/h;

p_a is the atmospheric pressure at the time of the test, in kPa;

p_g is the gas pressure at the meter, in kPa;

$p_{w,sat}$ is the saturated vapour pressure of water at T_g , in kPa;

P_{inf} is the appropriate heat input, in kW:

- $P_{inf,nom}$ the nominal heat input;
- $P_{inf,max}$ the maximum heat input; or
- $P_{inf,min}$ the minimum heat input;

T_g is the gas temperature at the meter, in °C.

Depending on the supply conditions, the temperature of the test room, the atmospheric pressure and the measuring conditions (dry meter or wet meter), the test laboratory will arrange that the nominal heat input can be obtained within ± 2 %.

When the gas rate cannot be obtained, a correction to the small fuel cell CHP appliance shall be carried out, except for the verification carried out in 6.2.2,

- by adjustment of the determined gas rate by altering the gas rate adjuster or the small fuel cell CHP appliance pressure regulator for adjustable small fuel cell CHP appliances; or
- by changing the supply pressure for small fuel cell CHP appliances without an adjuster. Any non-adjustable pressure regulator shall be put out of action. For tests at the maximum and minimum supply pressures, the gas pressure given in standards as listed in 4.1 shall be corrected to values p' such that:

$$\frac{p'_n}{p_n} = \frac{p'_{\min}}{p_{\min}} = \frac{p'_{\max}}{p_{\max}}$$

5.4.1.6 Water circuit

The small fuel cell CHP appliance is connected to the insulated test rig.

5.4.1.7 Thermal equilibrium

Except where otherwise stated, the tests are carried out with the small fuel cell CHP appliance at thermal equilibrium, i.e. when the water flow and return temperatures of the small fuel cell CHP appliance have stabilized to within ± 2 K.

5.4.1.8 Electrical supply

5.4.1.8.1 General

The small fuel cell CHP appliance shall be connected to an electric grid as follows:

- a) if intended to be used in parallel to public grid, connect the system to an electric grid with a voltage of ± 3 % of the nominal voltage and a frequency at nominal frequency ± 100 mHz or
- b) if intended to be used as a direct supply of the end users electric grid, supply the system with a voltage of ± 3 % of the nominal voltage and a frequency at nominal frequency ± 100 mHz. An appropriate electric load shall have a power factor within the range of (1 ± 5) %.

5.4.1.8.2 Power consumption

If there is a connection to the electrical grid only for power consumption reasons, the power consumption has to be measured according to IEC 60335-2-102.

5.4.1.8.3 Electrical output power

Measure electrical output power using electric power meters, electric energy meters, voltmeters and ammeters. The devices shall be connected to the electric power output terminals of the small fuel cell CHP appliance and close to system boundary.

5.4.1.9 Uncertainty of measurements

Except where otherwise stated in the subclauses describing the tests, the uncertainties of measurements carried out shall be not greater than the maximum uncertainties indicated in Table 5.

These uncertainties correspond to two standard deviations.

The laboratory evaluates these standard deviations taking account of the various sources of uncertainty contribution from the instrument, repeatability, calibration, ambient conditions, etc.

Table 5 – Uncertainty of measurement

Measurement	Uncertainty
Atmospheric pressure (absolute)	$\pm 0,5$ kPa
Gas pressure	± 2 % (full scale)
Combustion chamber and test flue pressure	± 5 % full scale or ± 50 Pa
Water-side pressure loss	± 5 %
Water flow rate	± 2 %
Gas flow rate	± 2 %
Air flow rate	± 2 %
Time	
– ignition timings	$\pm 0,2$ s
– all other timings	± 1 %
Ambient temperature	± 1 K
Water temperature	± 2 K
Combustion product temperature	± 5 K
Gas temperature	± 1 K
Surface temperature	± 5 K
Gas calorific value	± 1 %
Gas density	± 1 %
CO, CO ₂ , O ₂ , NO _x volume fraction (in flue gas)	± 6 %
Electric energy	± 2 %
Electric power	± 2 %
Current	± 1 %
Voltage	± 1 %
Mass	± 1 %
Force	± 10 %

The stated measurement uncertainties relate to individual measurements. For measurements that combine a number of individual measurements, smaller uncertainties on the individual measurements may be necessary.

The test equipment shall be chosen in a way that the systematic uncertainty of measurement is within ± 3 % for overall and heat recovery efficiency and within ± 2 % for electric efficiency.

5.4.2 Soundness

5.4.2.1 Soundness of the gas circuits

5.4.2.1.1 Soundness of the supply gas circuit

The tests are carried out at ambient temperature using air, nitrogen or other inert gas.

The following tests are carried out on the small fuel cell CHP appliance in its delivery state and before any other test, and again on completion of all the tests in the standard, after removing and replacing the assemblies 5 times in the supply gas circuit that have gas-tight joints whose removal is provided for in the appliance instructions regarding routine servicing.

The leakage rate is checked with all the valves of one gas carrying circuit (in case there are more parallel gas carrying circuits available) open, as if the small fuel cell CHP appliance was

in operation, and the specific gas carrying circuit is blocked off by the use of suitable parts at the outlet point of the gas carrying circuit.

The upstream pressure is 5,0 kPa or 1,5 times the supply gas pressure, whichever is higher.

It is checked that the requirement of 5.3.2.1.2 is satisfied.

Requirements specific for Japan are given C.5.4.2.1.1.

5.4.2.1.2 Soundness of the gas carrying circuit

5.4.2.1.2.1 General

Portions of the small fuel cell CHP appliance subject to this test shall not leak externally in excess of the limit specified below when tested with appropriate gases or vapors (for example, the nominal operating gases, clean dry air or inert gas as specified by the manufacturer) that correlate with the expected constituents during operation and shutdown.

Prior to conducting this test, it shall be established which components are subject to the same internal pressure during normal operation of the small fuel cell CHP appliance. These components shall comprise an individual test section which shall then be pressurized separately and, when deemed necessary, isolated from the rest of the small fuel cell CHP appliance by any convenient means.

A suitable pressurizing system, capable of supplying the gaseous medium at the required test pressure of 5,0 kPa or 1,5 times the individual operating pressure, whichever is higher, and a suitable flow-measuring device, capable of measuring the leakage rate with an accuracy of 2 % shall be connected to the inlet of a test section. The flow measuring device shall be located between the pressuring system and the test section to be pressurized. The outlet of the test section shall be sealed by any convenient means. All functional parts shall be caused to assume their open position so that the required test pressure is exerted on all parts of the test section.

The gaseous medium shall be gradually admitted to the test section so that a uniform gauge pressure of not less than the test pressure is attained gradually in approximately 1 min. This pressure shall be maintained for at least 1 min, or greater as appropriate, at which time any leakage, as indicated by the flow-measuring device, shall be noted.

If mechanical ventilation is used to compensate for fuel leakage, the allowable leakage rate is determined by the formula:

$$q_{V,leak} = \frac{q_{V,vent}}{R} \times 0,01$$

where

$q_{V,leak}$ is the allowable leakage rate, in cubic meters per hour, for each part or all parts respectively (m³/h);

$q_{V,vent}$ is the minimum ventilation rate, in cubic meters per hour of air (m³/h);

with

$$R = \sqrt{\frac{SG_{tg}}{SG_{fg}}}$$

where

SG_{tg} is the test gas specific gravity;

SG_{fg} is the fuel gas specific gravity;

or

$$R = \frac{\mu_{tg}}{\mu_{fg}}$$

where

μ_{tg} is the test gas absolute viscosity (Pa·s);

μ_{fg} is the fuel gas absolute viscosity (Pa·s).

The R value that results in the lower allowable leakage rate shall be reported.

A correction factor may be used when fuel gas of less than 100 % flammables is used.

$$q_{V,leak} = \frac{1}{\varphi_{fuel}} \cdot \frac{q_{V,vent}}{R} \times 0,01$$

where

φ_{fuel} is the volume fraction of combustibles (% vol.).

5.4.2.1.2.2 Soundness of parts according to ISO 23550 and the like

The tests are carried out at ambient temperature using air, nitrogen or other inert gas.

The tests are carried out on the small fuel cell CHP appliance in its delivery state and before any other test, and again on completion of all the tests in the standard, after removing and replacing the assemblies 5 times in the gas carrying circuit that have gas-tight joints whose removal is provided for in the appliance instructions regarding routine servicing.

The leakage rate is checked with all valves of the process gas carrying circuit open, as if the small fuel cell CHP appliance was in operation, and the specific gas carrying circuit is blocked off by the use of suitable parts, to be supplied by the manufacturer, in place of the injectors.

The upstream pressure is 5,0 kPa or 1,5 times the individual operating pressure, whichever is higher.

It is checked that the requirement of 5.3.2.1.3.2 is satisfied.

5.4.2.2 Soundness of the combustion circuit

5.4.2.2.1 General

For small fuel cell CHP appliances intended to be installed outdoors or semi-outdoors only, this test is not relevant.

The test shall check all the joints declared by the manufacturer, between the small fuel cell CHP appliance and its ducts, interconnecting ducts, the ducts and any bends, the ducts and any fitting piece or duct terminal.

In the case where leakage may occur along the length of the ducts, the tests are also carried out with the maximum length of ducts.

In accordance with the technical instructions, the wall connections, the joint with the duct terminal or the joint with the fitting piece with another system of combustion products evacuation may be made sound using the manufacturer's recommended sealants or measures.

5.4.2.2.2 Air supply and combustion product circuit Type C small fuel cell CHP appliances

Requirements specific for Japan are given in C.5.4.2.2.2.

5.4.2.2.2.1 General requirements

Depending on the manufacturer's choice the test is carried out either separately on the small fuel cell CHP appliance and on the ducts or on the small fuel cell CHP appliance assembled with its ducts.

The combustion circuit of the test object in accordance with Table 4 shall be connected to a pressure source on one side and blocked on the other side.

The test pressure difference shall be at least 0,05 kPa.

For small fuel cell CHP appliances with a fan of which the combustion product circuit is not completely surrounded by the combustion air circuit, the test pressure is increased by the highest pressure between the combustion circuit, in the envelope of small fuel cell CHP appliances (without the duct) or the ducts, and the atmosphere, measured with the small fuel cell CHP appliance in thermal equilibrium, at nominal heat input, and fitted with the longest ducts specified by the manufacturer.

It is checked that the requirements of 5.3.2.2.2.1 are met.

5.4.2.2.2.2 Combustion products evacuation duct for small fuel cell CHP appliances with indirect air proving

Air proving is carried out using a fan tachometer or flow rate checks at maximum or minimum only (no range checking) and this is only allowed where the combustion products circuit is completely surrounded by the air supply circuit or for separate ducts when the leakage rates of the combustion products evacuation ducts meets the requirements of 5.3.2.2.2.2 and only if the small fuel cell CHP appliance starts up at least once per day.

The combustion products evacuation duct shall be connected to a pressure source on one side and blocked on the other side.

The test pressure shall be 0,2 kPa.

It is checked that the requirements of 5.3.2.2.2.2 are met.

5.4.2.2.2.3 Separate duct for evacuation of combustion products

When tested in accordance with 5.4.2.2.2.1 but with a test pressure of 0,2 kPa, the requirements of 5.3.2.2.2.3 shall be met.

5.4.2.2.2.4 Air supply duct as separate or part of a concentric duct

When tested in accordance with 5.4.2.2.2.1 the requirements of 5.3.2.2.2.4 shall be met.

5.4.2.2.3 Soundness of the combustion product circuit of Type B

Requirements specific for Japan are given in C.5.4.2.2.3.

5.4.2.2.3.1 General requirements

The relevant tests according to 5.3.2.2.3.1 shall be performed.

5.4.2.2.3.2 Type Type B₂ and Type B₅ small fuel cell CHP appliances

The small fuel cell CHP appliance is tested alone without its flue duct.

The maximum pressure at which the small fuel cell CHP appliance can operate is determined by progressively blocking the combustion products evacuation duct or air inlet, until the air proving device acts.

The air proving device is then put out of operation, to allow the operation of the burner at the maximum cut-off pressure of the air proving device.

The small fuel cell CHP appliance is connected to a short length of flue duct incorporating a restriction to reach the maximum operating pressure determined above.

Possible leaks are looked for with suitable means such as a dew point plate, whose temperature is maintained at a value slightly above the dew point of the ambient air. The plate is brought close to all the places where a leak is suspected.

In doubtful cases, leaks are looked for with a sampling probe connected to a rapid-response CO₂-analyzer enabling volume fraction of the order of 0,20 % to be detected. Precautions shall be taken to ensure that sampling does not interfere with the normal evacuation of the combustion products.

It is checked that the requirement of 5.3.2.2.3.2 is satisfied.

5.4.2.2.3.3 Type B₃ small fuel cell CHP appliance

The flue outlet shall be connected to a pressure source. The orifices in the surface of the concentric duct through which air is supplied, shall be blocked.

The test pressure shall be at least 0,05 kPa.

The requirements of 5.3.2.2.3.3 shall be met.

5.4.2.2.3.4 Combustion products evacuation ducts of Type B₅ small fuel cell CHP appliances

The test checks all the joints declared by the manufacturer, between

- a) the small fuel cell CHP appliance and its ducts,
- b) interconnecting ducts,
- c) the ducts and any bends and
- d) the ducts and any fitting piece or duct terminal.

To guard against the possibility of leakage along the length of the ducts, the tests are also carried out with the maximum length of duct as specified by the manufacturer. In accordance with the technical instructions, the wall connections, the joint with the duct terminal or the joint with the fitting piece with another system of combustion products evacuation may be made sound.

The flue duct and its joint to the small fuel cell CHP appliance shall be connected to a pressure source on one side and blocked on the other side with a pressure corresponding to the maximum pressure measured in 5.3.2.2.3.2.

It is checked that the above requirement given in 5.3.2.2.3.4 is met.

5.4.2.3 Soundness of the heating water circuit

The water circuit of the small fuel cell CHP appliance is subjected to a pressure test for the duration and at the pressure in the applicable annex. It is checked that the requirement of 5.3.2.3 is fulfilled.

5.4.2.4 Soundness of the internal cooling circuits

The internal cooling circuits of the small fuel cell CHP appliance are subjected to pressure tests dependent on the potential hazard of the cooling fluid according to Table 6. Regional specific requirements are given in B.5.4.2.4 for Europe and in C.5.4.2.4 for Japan.

It is checked that the requirements of 5.3.2.4 are fulfilled.

Table 6 – Soundness tests of the internal cooling circuits ^a

Hazard	Test Type	System design conditions	Test parameters
Flammable	Hydrostatic ^b	All pressures	1,5 times design pressure
	Pneumatic ^c	All pressures	1,1 times design pressure
Toxic	Hydrostatic ^b	≥ 100 kPa	1,5 times design pressure
		< 100 kPa	1,1 times design pressure
	Pneumatic ^c	All pressures	1,1 times design pressure
Pressured or heated liquid (thermal burn hazard)	-	≥ 1,1 MPa or ≥ 120 °C	1,5 times design pressure for hydrostatic ^b
			1,1 times design pressure for pneumatic ^c
	-	< 1,1 MPa and < 120 °C	1,0 times design pressure for hydrostatic ^b
			1,0 times design pressure for pneumatic ^c

^a Table 6 is taken from IEC 62282-3-100:2012, Table 2.

^b Pneumatic testing may alternately be used assuming component compatibility and the concurrence of the certifying body.

^c Hydrostatic testing may alternately be used assuming component compatibility and the concurrence of the certifying body.

5.4.3 Safety of operation

5.4.3.1 Limiting temperatures

Requirements specific for Japan are given in C.5.4.3.1.

5.4.3.1.1 General test setup

The small fuel cell CHP appliance is installed as stated in 6.1.2.1, supplied with one of the reference gases, or a gas actually distributed, at the nominal heat input, and an adjustable thermostat is set to the position giving the highest temperature.

The limiting temperatures are measured when thermal equilibrium is reached.

5.4.3.1.2 Limiting temperatures of components, wiring, materials and surfaces and adjusting, control and safety devices

The temperatures are measured using temperature sensors.

It is checked that the requirements of 5.3.3.1.2 are satisfied.

5.4.3.1.3 Limiting temperature of the side walls, the front and the top

The temperatures of the hottest places on the side walls, front and top are measured by means of temperature sensors with the sensing elements applied against the external surface of these parts of the small fuel cell CHP appliance.

It is checked that the requirements of 5.3.3.1.3 are met.

5.4.3.1.4 Limiting temperature of the test panels and floor

According to its design, the small fuel cell CHP appliance is installed on a horizontal or vertical test panel of wood.

For small fuel cell CHP appliances which the manufacturer states may be installed near a wall or walls, the distances between the side and back walls of the small fuel cell CHP appliance and the wooden test panels are those stated by the manufacturer or, in the case of small fuel cell CHP appliances designed to be mounted on the wall, those provided by the method of fixing; however in no case shall this distance exceed 200 mm.

This distance is measured from the closest part of the small fuel cell CHP appliance.

The side panel is placed on the side of the small fuel cell CHP appliance exhibiting the highest temperatures.

For small fuel cell CHP appliances which the manufacturer states may be installed under a shelf or in a similar installation position, an appropriate panel is placed above the small fuel cell CHP appliance at the minimum distance appearing in the installation instructions.

When the manufacturer gives no details on the installation of the small fuel cell CHP appliance close to a wall or walls, or under a shelf, the test is carried out with appropriate panels placed in contact with the small fuel cell CHP appliance.

The wooden panels shall be (25 ± 1) mm thick and they shall be painted matt black; their dimensions are at least 50 mm greater than the corresponding dimensions of the small fuel cell CHP appliance.

Temperature sensors are incorporated into the panels at the centre of 100 mm squares and penetrate the panels from the outside so that the hot junctions are situated 3 mm from the surface facing the small fuel cell CHP appliance.

After the small fuel cell CHP appliance has been left to operate, the temperatures of the test panels are measured when these are stable to within 2 K.

When the manufacturer states in the instructions that some form of protection has to be used, another test is carried out with this protection in position.

The ambient temperature is measured at a height of 1,50 m above the floor and at a minimum distance of 3 m from the small fuel cell CHP appliance, with a temperature sensor protected against radiation from the test installation.

It is checked that the requirements of 5.3.3.1.4 are met.

5.4.3.1.5 External temperature of the ducts

With the protection, if any, fitted in accordance with the manufacturer's instructions, the temperature is measured after the small fuel cell CHP appliance has operated for 30 min.

The conditions of 5.3.3.1.5 shall be met.

5.4.3.2 Thermostats and temperature limiting devices

5.4.3.2.1 General

Where the devices are tested separately, they shall be mounted in a position identical to that which they occupy on the small fuel cell CHP appliance. If the tests are carried out away from the small fuel cell CHP appliance, the sensor and body of the thermostats are each placed in a thermostatically controlled enclosure.

The temperature of the body is that to which the device is subjected in the small fuel cell CHP appliance, adjusted to the nominal heat input with the reference gas when thermal equilibrium is reached, with an adjustable thermostat adjusted to the position corresponding to the maximum water temperature.

Regional specific requirements are given in B.5.4.3.2.1 for Europe.

Except where otherwise stated, the tests are carried out at ambient temperature and at the maximum temperature.

5.4.3.2.2 Water control thermostat

5.4.3.2.2.1 Accuracy of adjustment

The small fuel cell CHP appliance is installed as stated in 5.4.1.3 and adjusted to the nominal heat input with one of the reference gases for the small fuel cell CHP appliance category or an actually distributed gas.

The small fuel cell CHP appliance is tested under the test conditions given in B.5.4.3.2.2.1 for Europe and the regional annexes and it is checked that the requirements of 5.3.3.2.2.2 are met.

5.4.3.2.2.2 Endurance

The small fuel cell CHP appliance is tested under the test conditions given in B.5.4.3.2.2.2 for Europe and the regional annexes and it is checked that the requirements of 5.3.3.2.2.3 are met.

Alternatively, the endurance test with the small fuel cell CHP appliance can be performed with the water control thermostat in a test rig, if the load and environmental conditions are not less strengthened as in the small fuel cell CHP appliance.

5.4.3.2.3 Water temperature limiting device

5.4.3.2.3.1 Inadequate water circulation

The small fuel cell CHP appliance is installed and adjusted as stated in 5.4.3.2.2.1.

The small fuel cell CHP appliance is tested under the test conditions given in B.5.4.3.2.3.1 for Europe and it is checked that the requirements of 5.3.3.2.3.2 are satisfied.

5.4.3.2.3.2 Overheating

The small fuel cell CHP appliance is installed and adjusted as stated in 5.4.3.2.2.1. The small fuel cell CHP appliance is at thermal equilibrium.

The small fuel cell CHP appliance is tested under the test conditions given in B.5.4.3.2.3.2 for Europe and it is checked that the requirements of 5.3.3.2.3.3 are met.

5.4.3.2.3.3 Endurance

5.4.3.2.3.3.1 Limit thermostats

These devices are subjected to the same test conditions as non-adjustable thermostats (see 5.4.3.2.2.2).

After the endurance tests it is checked that the requirements of 5.3.3.2.3.4.1 are satisfied.

5.4.3.2.3.3.2 Overheat cut-off devices and safety temperature limiters

The small fuel cell CHP appliance is tested under the test conditions given in B.5.4.3.2.3.3.2 for Europe and it is checked that the requirements of 5.3.3.2.3.4.2 are met.

Alternatively, to perform the endurance test with the small fuel cell CHP appliance, the test can be performed with the water control thermostat if the load and environmental conditions are not less strengthened as in the small fuel cell CHP appliance.

5.4.3.2.4 Maximum exhaust gas temperature

The small fuel cell CHP appliance is installed as stated in 5.4.1.3 and adjusted to the nominal heat input with one of the reference gases for the small fuel cell CHP appliance category or an actually distributed gas.

The small fuel cell CHP appliance is tested under the test conditions given in B.5.4.3.2.4 for Europe and C.5.4.3.2.4 for Japan and it is checked that the requirements of 5.3.3.2.4 are met.

5.4.3.3 Ignition, cross lighting and flame stability

5.4.3.3.1 General

Subclauses 5.4.3.3.2 and 5.4.3.3.3 specify the tests which correspond to the requirements for Method 1 and Method 2 as specified in 5.3.3.3.1.

5.4.3.3.2 Method 1

5.4.3.3.2.1 General

These tests are carried out twice, with the small fuel cell CHP appliance at ambient temperature and at thermal equilibrium.

5.4.3.3.2.2 Limit conditions

The burner and ignition burner, if any, fitted with the appropriate injectors, are supplied successively with each reference gas for the small fuel cell CHP appliance category.

The following tests are then carried out.

a) Test No. 1: reduced inlet gas pressure

The test is carried out without altering the adjustment of the burner and ignition burner.

The pressure at the small fuel cell CHP appliance inlet is reduced to 70 % of the operating pressure of the gas used (see 5.4.1.5). Under these supply conditions, it is checked that the requirements of 5.3.3.3.2.1 are satisfied.

This test is repeated at the minimum heat input permitted by the controls, if ignition is possible under these conditions.

b) Test No. 2: flash-back at minimum pressure

Without altering the initial adjustment of the burner and ignition burner, the reference gases are replaced by the corresponding test gas and the pressure at the small fuel cell CHP appliance inlet is reduced to the minimum pressure.

It is then checked that ignition of the burner, by the ignition burner or ignition device, takes place correctly and that the requirements of 5.3.3.3.2.1 are satisfied.

This test is repeated at the minimum heat input given by the controls, if ignition is possible under these conditions.

c) Test No. 3: flame lift-off at minimum pressure

Without altering the initial adjustment of the burner and ignition burner, the reference gases are replaced by the corresponding test gas and the pressure at the small fuel cell CHP appliance inlet is reduced to the minimum pressure.

It is then checked that ignition of the burner, by the ignition burner or ignition device, and the cross lighting of the elements of the burner take place correctly and that the requirements of 5.3.3.3.2.1 are satisfied.

This test is repeated at the minimum heat input given by the controls, if ignition is possible under these conditions.

d) Test No. 4: flame lift-off at maximum pressure

Without altering the initial adjustment of the burner and ignition burner, the small fuel cell CHP appliance is supplied with the test gas at the maximum pressure and the absence of lift is checked.

It is checked that the requirements of 5.3.3.3.2.1 are satisfied.

e) Test No. 5: flame detection with lift-off gas at normal pressure

For small fuel cell CHP appliances incorporating an indirect means of indicating the presence of flame, without altering the initial adjustment of the burner and ignition burner, the small fuel cell CHP appliance is supplied with the flame lift limit gas at the normal pressure.

It is checked that the requirements of 5.3.3.3.2.1 are met.

5.4.3.3.2.3 Special conditions

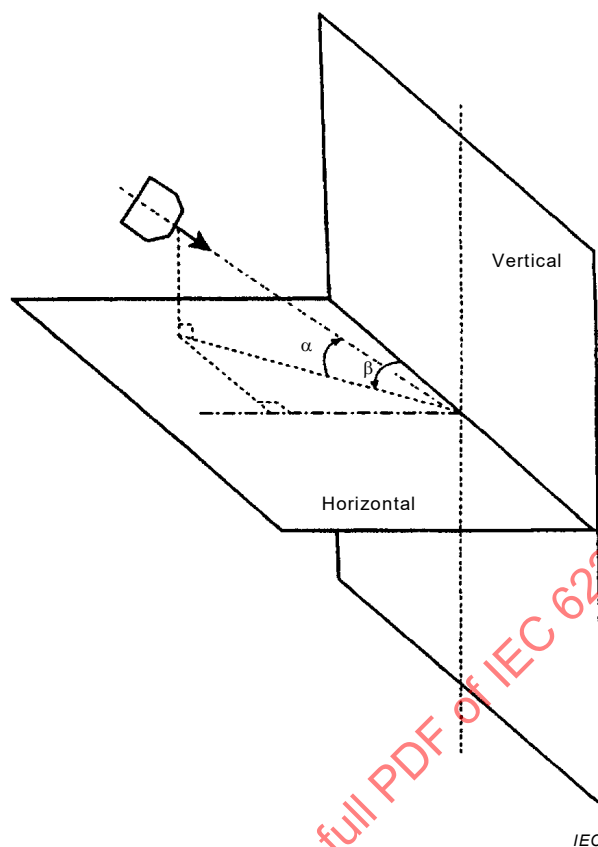
5.4.3.3.2.3.1 General

The small fuel cell CHP appliance is supplied with one of the reference gases for its category at the nominal heat input and the minimum heat input given by the controls, if such operation is intended by the manufacturer.

The tests are carried out with the shortest and longest air supply and combustion products evacuation ducts, or with corresponding pressure losses, unless otherwise stated.

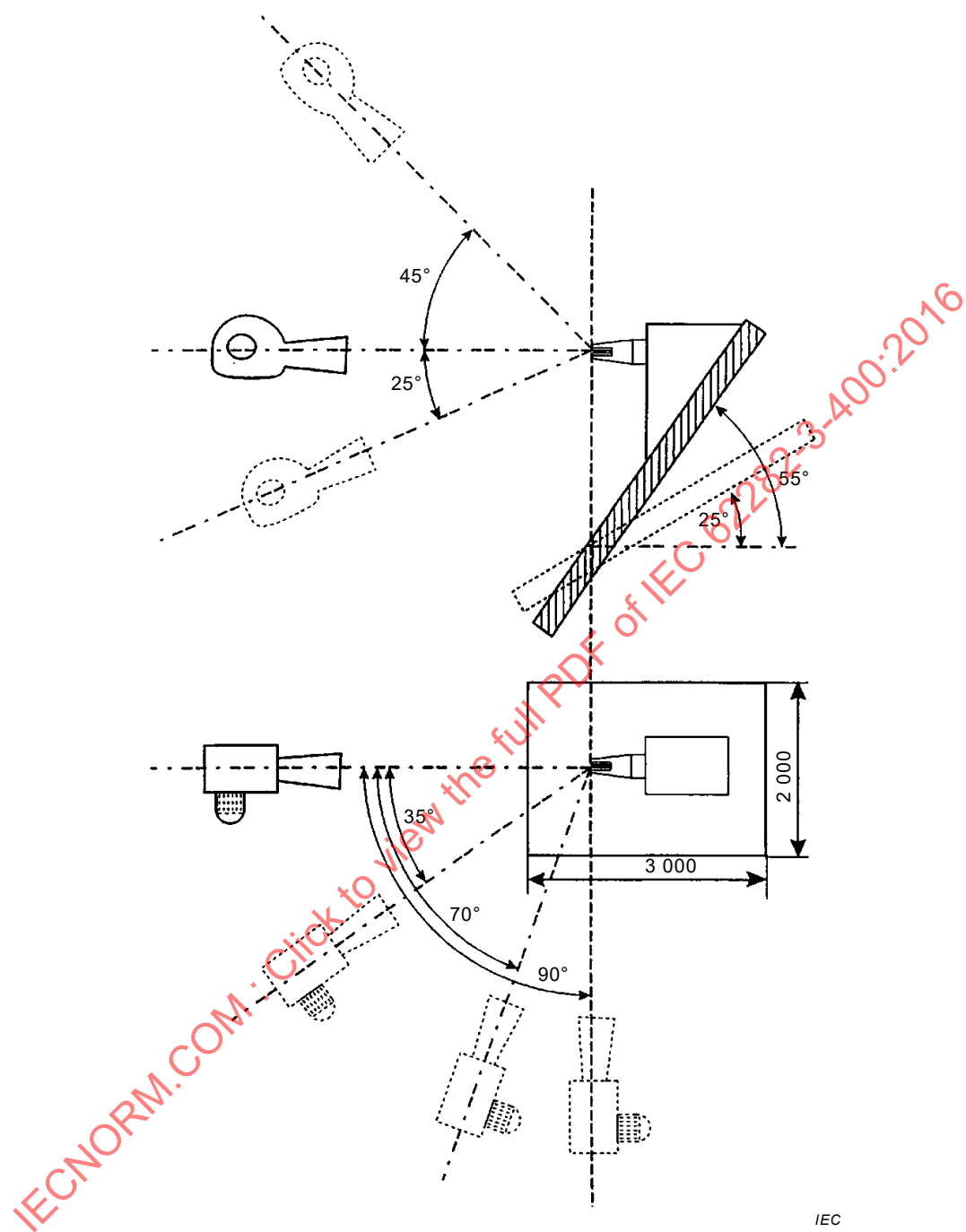
5.4.3.3.2.3.2 Type C₁, Type C₃ and Type C₉ small fuel cell CHP appliances

The small fuel cell CHP appliance is installed in accordance with the information in the technical instructions, with accessories supplied by the manufacturer, on the applicable test apparatus of Figure 3 or Figure 4 for Type C₁ small fuel cell CHP appliances and Figure 5 or Figure 6 for Type C₃ and Type C₉ small fuel cell CHP appliances.

Dimensions in millimetres

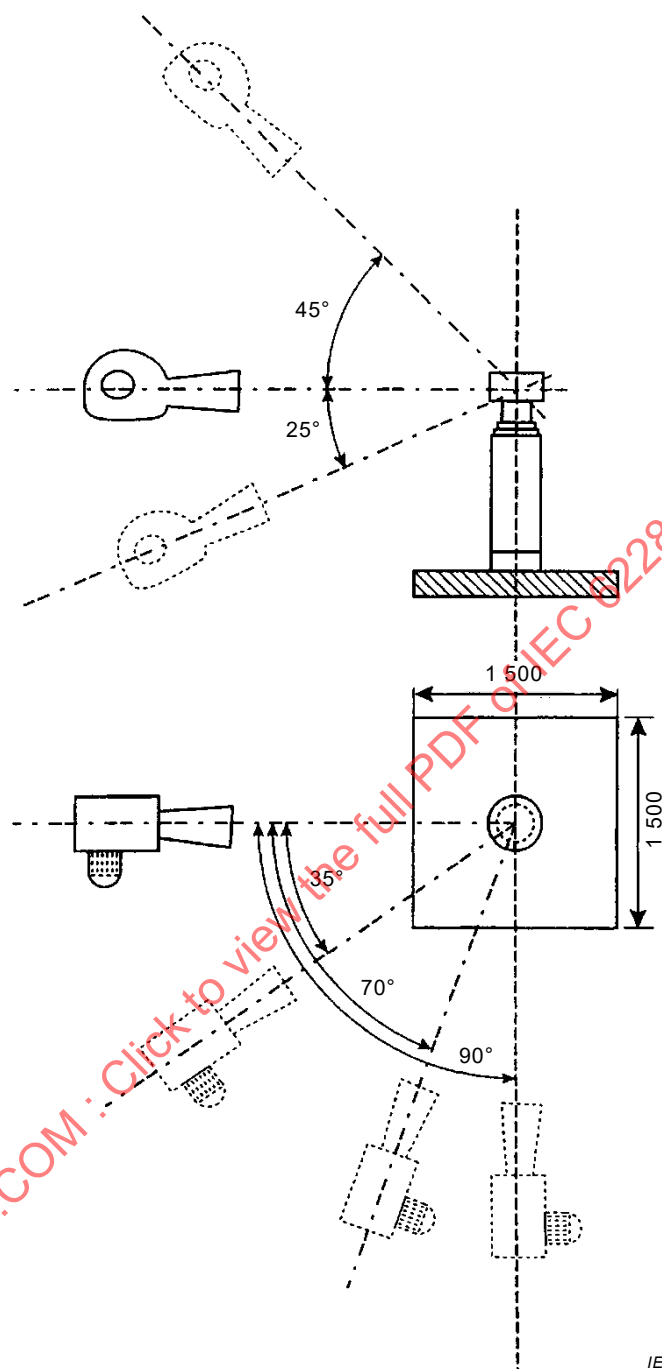
**Figure 3 – Test rig for Type C₁ appliances,
equipped with horizontal wind protection device at a vertical wall**

Dimensions in millimetres



IEC

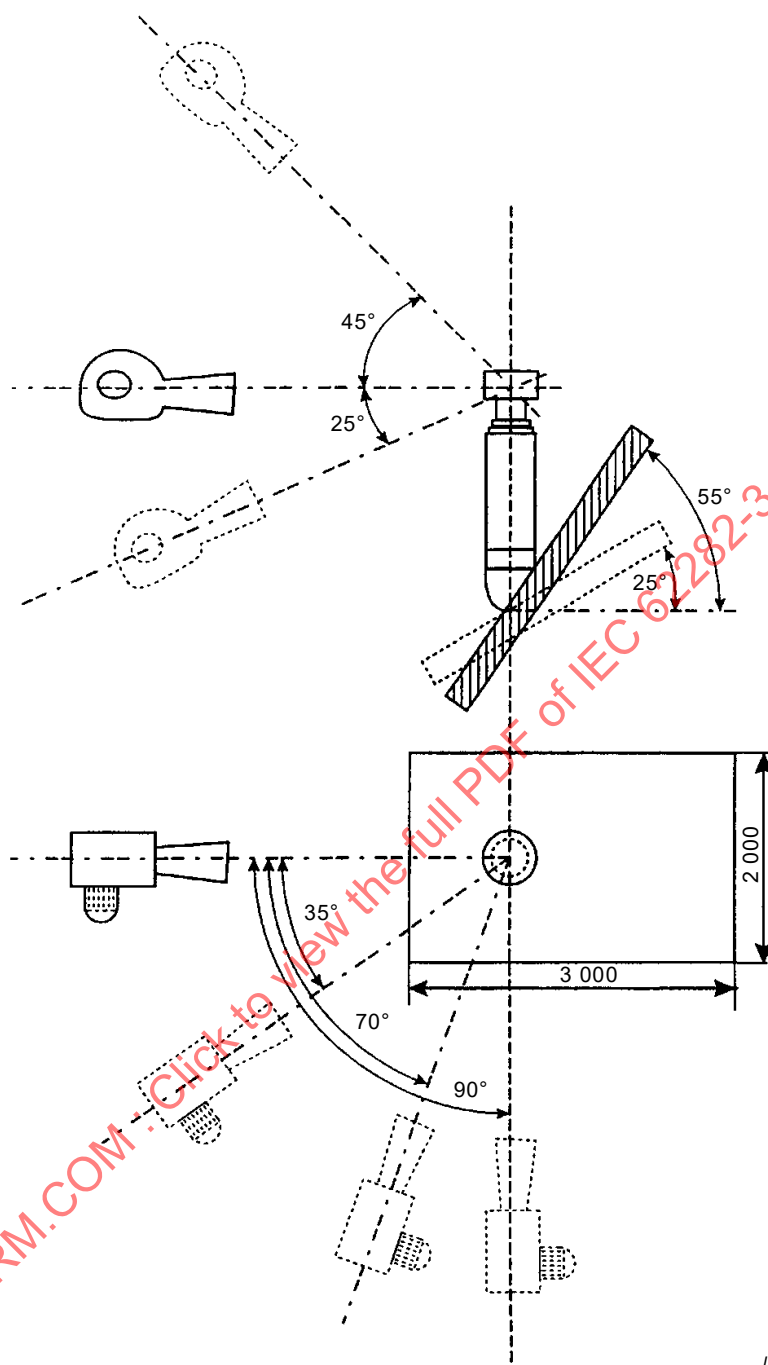
**Figure 4 – Test rig for Type C₁ small fuel cell CHP appliances
for installation in buildings with tilted roof**

Dimensions in millimetres

IEC

Figure 5 – Test rig for Type C₃ and Type C₉ small fuel cell CHP appliances for installation in flat roofed buildings

Dimensions in millimetres



IEC

Figure 6 – Test rig for Type C₃ and Type C₉ small fuel cell CHP appliances for installation in buildings with tilted roof

The following tests are then carried out.

a) First test series

The duct terminal is subjected successively to winds of three different speeds (1 m/s, 2,5 m/s and 12,5 m/s) and with directions in three planes as given in Figure 3 to Figure 6 depending on the small fuel cell CHP appliance type and the situation.

For each of the three planes of incidence

- the three combinations of wind speed and angle of incidence are found giving the lowest CO₂ volume fraction (for evaluating 5.3.3.3.2.2);

- the three combinations are found for which the highest CO volume fraction are measured, in the dry air-free combustion products (for evaluating 5.3.3.6.3).

b) Second test series

The small fuel cell CHP appliance is in thermal equilibrium.

For each of the nine combinations that produce the lowest CO₂ volume fraction, noted in the first test series, it is checked that the requirements of 5.3.3.3.2.2 are met.

c) Third test series

If the manufacturer makes provision for a duct terminal guard, this is fitted in accordance with the instructions, and the nine tests in the first series that gave the highest CO volume fraction in the dry air-free combustion products are repeated.

The measured values are recorded to be used for the calculation in 5.4.3.6.3.3.

5.4.3.3.2.3.3 Type C₄ small fuel cell CHP appliances

The small fuel cell CHP appliance is installed with the shortest ducts specified by the manufacturer. A suction of 0,05 kPa is applied to the combustion products evacuation duct.

It is checked that the requirements of 5.3.3.3.2.2 are met.

5.4.3.3.2.3.4 Type C₅ small fuel cell CHP appliances

The small fuel cell CHP appliance is installed with the shortest ducts specified by the manufacturer. A suction of 0,2 kPa is applied to the combustion products evacuation duct.

It is checked that the requirements of 5.3.3.3.2.2 are met.

5.4.3.3.2.3.5 Type C₆ small fuel cell CHP appliances

Type C₆ small fuel cell CHP appliances are fitted with restrictors enabling the minimum and maximum duct pressure losses specified by the manufacturer to be simulated.

It is checked that the requirements of 5.3.3.3.2.2 are met.

5.4.3.3.2.3.6 Type C₈ small fuel cell CHP appliances

The small fuel cell CHP appliance is installed with the shortest ducts specified by the manufacturer.

The combustion air duct terminal is subjected to wind with a speed of 12,5 m/s, in the directions given in Figure 3 to Figure 6, depending on the situation.

It is checked that the requirements of 5.3.3.3.2.2 are met.

5.4.3.3.2.3.7 Type B₅ small fuel cell CHP appliances

The small fuel cell CHP appliance is installed in accordance with the information in the technical instructions. The tests are carried out with the shortest and longest air supply and combustion products evacuation ducts on the applicable test situation given in Figure 3 to Figure 6 depending on the direction of the duct terminal (horizontal or vertical) and the roof situation (flat or pitched).

The duct terminal is subjected successively to winds of three different speeds of 1 m/s, 2,5 m/s and 12,5 m/s and with directions in three planes, as given in the applicable figures. For each of the three planes of incidence, the three combinations of wind speed and angle of incidence are found giving the lowest and highest CO₂ volume fraction.

With the small fuel cell CHP appliance in thermal equilibrium, it is checked that the requirements of 5.3.3.3.2.1 are met for each of these 18 combinations. It is checked that the requirements of 5.3.3.3.2.2 are met.

5.4.3.3.3 Method 2

5.4.3.3.3.1 Ignition test

The ignition test shall be performed as follows.

a) Test conditions

- 1) Test gas: the test gas shall be of a composition that tends to produce incomplete combustion, and it shall be supplied at the maximum pressure of the test gas. The test gas shall be in accordance with 5.4.1.2.
- 2) Test chamber: the test chamber shall be in accordance with 5.4.1.3.
- 3) Power sources: the small fuel cell CHP appliance shall be supplied with 85 % of the rated voltage and at rated frequency. Requirements specific for Japan are given in C.5.4.3.3.3.1.

b) Test procedure

The small fuel cell CHP appliance shall be started up from cold state or storage state.

For the small fuel cell CHP appliance using solid oxide fuel cell (SOFC), the start-up processes may be conducted more than once after the temperature of the burner or other combustion components come down to the auto-ignition temperature.

The ignition procedure shall be repeated and it is checked that the requirement of 5.3.3.3.3.1 is met.

5.4.3.3.3.2 Combustion test

The combustion test shall be performed as follows.

a) Test conditions

- 1) Test gas: the test gas shall be of a composition that tends to produce incomplete combustion, and it shall be supplied at the maximum pressure of the test gas. The test gas shall be in accordance with 5.4.1.2.
- 2) Test chamber: the test chamber shall be in accordance with 5.4.1.3.
- 3) Power sources: the power source shall be in accordance with 5.4.3.3.3.1a)3).

b) Test procedure

The small fuel cell CHP appliance shall be started up from cold state or storage state.

For the small fuel cell CHP appliance using SOFC, the start-up processes may be conducted more than once after the temperature of the burner or other combustion components come down to the auto-ignition temperature.

Run it for 30 min or more after the output reaches the rated output (operating at the maximum fuel consumption) and then change the load so that the output changes from the rated output to the minimum output (operating at the minimum fuel consumption). Then the test shall be conducted at the minimum output and at shutdown.

The CO volume fraction in dry air-free combustion products (% vol.) shall be measured as follows.

- For small fuel cell CHP appliances with a gaseous fuel, a gas composition that tends to produce incomplete combustion shall be used as the test gas at the maximum working pressure of the test appliance. Combustion products shall be sampled as evenly as possible across the combustion products outlet of the small fuel cell CHP appliance for 15 min after igniting the burner, or until the operation with combustion has been stopped, whichever occurs first. Measure the volume fraction of CO and O₂, or CO₂ alone. Additional requirements for SOFC systems are given in C.5.4.3.3.3.2 for Japan.

- Use the following equation to obtain the CO volume fraction, the average of which shall be the volume fraction of CO in the dry air-free combustion products:

$$\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO}) = \varphi_{\text{ex,m}}(\text{CO}) \cdot \frac{\varphi_{\text{at,m}}(\text{O}_2)}{\varphi_{\text{at,m}}(\text{O}_2) - \varphi_{\text{ex,m}}(\text{O}_2)}$$

or

$$\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO}) = \varphi_{\text{ex,m}}(\text{CO}) \cdot \frac{\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO}_2)}{\varphi_{\text{ex,m}}(\text{CO}_2) - \varphi_{\text{at,m}}(\text{CO}_2)}$$

where

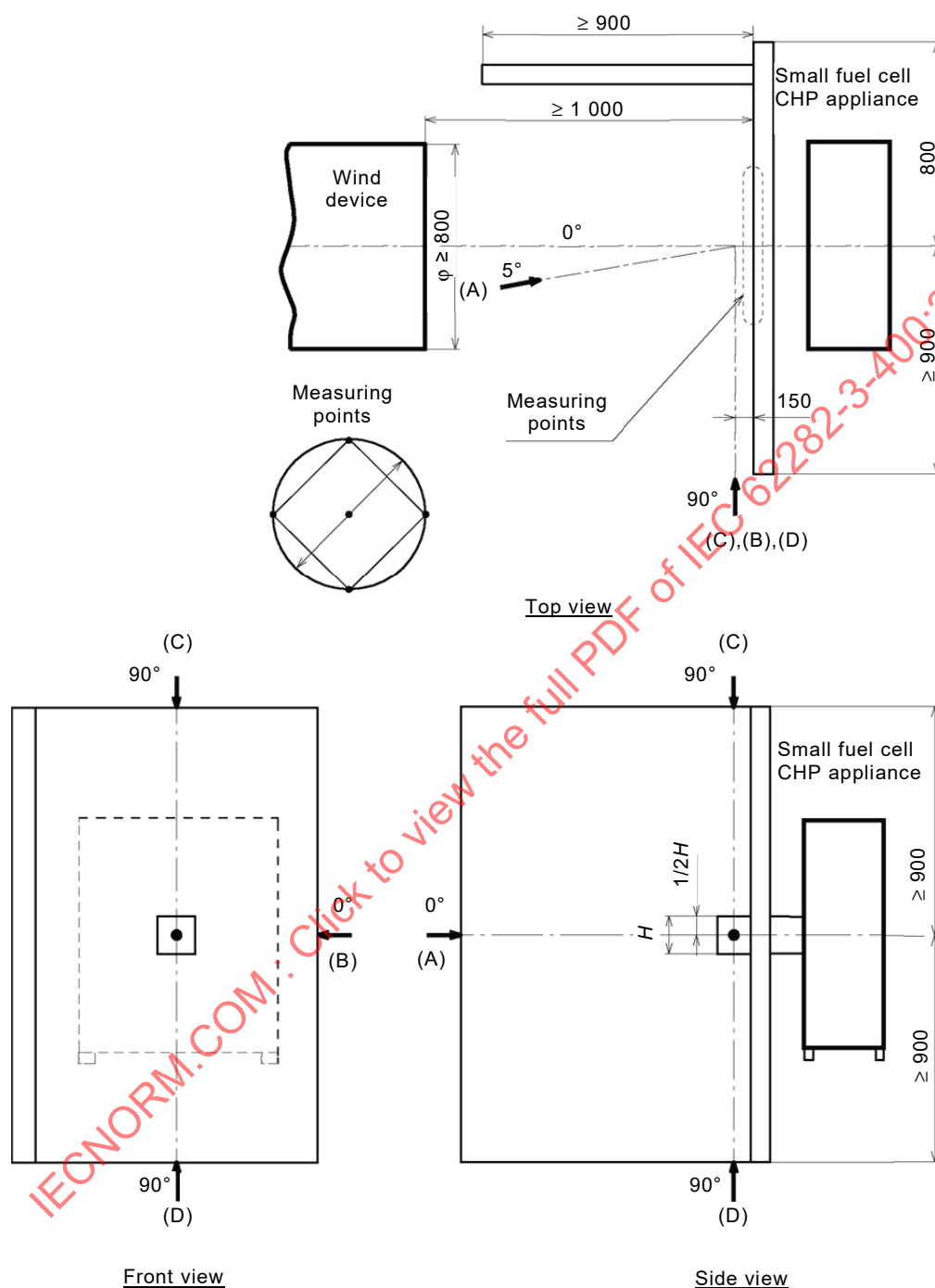
- $\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO})$ is the volume fraction in the dry air-free combustion products (% vol.);
- $\varphi_{\text{ex,m}}(\text{CO})$ is the measured CO volume fraction in dry combustion products (% vol.);
- $\varphi_{\text{at,m}}(\text{O}_2)$ is the measured O₂ volume fraction in the (dry) atmosphere at the air inlet (% vol.), ($\varphi_{\text{at,O}_2,\text{m}} = 21$ % for fresh air);
- $\varphi_{\text{ex,m}}(\text{O}_2)$ is the measured O₂ volume fraction in dry combustion products (% vol.);
- $\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO}_2)$ is the CO₂ volume fraction in the theoretical dry air-free combustion products (% vol.);
- $\varphi_{\text{ex,m}}(\text{CO}_2)$ is the measured CO₂ volume fraction in dry combustion products (% vol.);
- $\varphi_{\text{at,m}}(\text{CO}_2)$ is the measured CO₂ volume fraction in the (dry) atmosphere at the air inlet (% vol.).

It is checked that the requirements of 5.3.3.3.2 are met.

5.4.3.3.3 Wind test

A small fuel cell CHP appliance shall be set up in a test chamber as shown in Figure 7. The test chamber shall have a mock-up wall to simulate the installation of the appliance indoors with a duct.

Dimensions in millimetres



IEC

The distance between the wind device and the wall at which the duct terminal (the end of the pipe for air supply and combustion gas) of the small fuel cell CHP appliance is placed shall be equal to or more than 1 000 mm, and the wind shall be directed toward the centre of the duct terminal.

Before conducting the test, wind velocity shall be corrected by measuring the wind as follows: draw a circle with a diameter of 700 mm from the centre of the duct terminal. Inscribe a square tilted at 45°. Measure the wind velocity at five locations: the four corners of the square and at the centre at 1 000 mm or more from the outlet of the wind device. The space between the wind device and the wall shall be free of any physical obstacles.

Wind velocity shall be the average of velocities at the five measuring points, and the velocity of each location shall be within $\pm 10\%$ of the average wind velocity.

Figure 7 – Wind test setup for indoor small fuel cell CHP appliances

The test gas shall be of a composition that tends to produce incomplete combustion, and it shall be supplied at the maximum pressure of the test gas or as specified in C.5.4.3.3.3.3 for Japan. The test gas shall be in accordance with 5.4.1.2.

The test chamber shall be in accordance with 5.4.1.3.

The power source shall be in accordance with 5.4.3.3.3.1a)3).

a) Ignition test under wind

The small fuel cell CHP appliance shall be in cold state or storage state. Subject it to a wind of 5 m/s in directions A and B respectively as shown in Figure 7. Start up the small fuel cell CHP appliance under each wind direction. If the small fuel cell CHP appliance is powered by a.c. voltage, the power supply shall be 85 % or the value given for Japan in C.5.4.3.3.3.3 of the rated voltage with rated frequency.

The small fuel cell CHP appliance using SOFC shall be started up from

- cold state, or
- storage state, or
- with the temperature of the burner or other combustion components below the auto-ignition temperature

to perform an ignition test.

The second ignition shall be conducted after the temperature of the burner or other combustion components comes down to the auto-ignition temperature. The auto-ignition temperature of gas supplied to the burner or which is in touch with other combustion compartment components shall be declared by the manufacturer.

It shall be verified if the requirements as given in 5.3.3.3.3.1 for ignition are met.

b) Combustion test under wind

The small fuel cell CHP appliance shall be in cold state or storage state. Subject it to a wind of 5 m/s in directions A and B respectively as shown in Figure 7:

- Start up the small fuel cell CHP appliance under each wind direction.
- Operate the small fuel cell CHP appliance for at least 30 min after reaching the rated output. It shall be verified if the requirements as given in 5.3.3.3.3.3 for combustion are met.
- Then change the wind velocity to 2,5 m/s for 3 min and then to 15 m/s for 1 min in each direction of A and B. It shall be verified if the requirements as given in 5.3.3.3.3.3 for combustion are met.
- The combustion test shall be further carried out with the small fuel cell CHP appliance subjected to a wind of 2,5 m/s for 3 min in each of directions C and D as shown in Figure 7. It shall be verified if the requirements as given in 5.3.3.3.3.3 for combustion are met.

5.4.3.3.4 Impact of changes in the gas flow

5.4.3.3.4.1 Reduction of the gas rate of the ignition burner

The burner and ignition burner fitted with the appropriate injectors are supplied with the reference gases for the category, at the nominal heat input.

For small fuel cell CHP appliances without a pressure regulator or fitted with an air/gas or gas/air ratio control, the supply pressure is set to the minimum pressure.

For small fuel cell CHP appliances fitted with a gas pressure regulator, the pressure downstream of the pressure regulator is reduced, if necessary, to the value corresponding to 92,5 % of the nominal heat input for family gases of natural gases and 95 % of the nominal heat input for family gases of liquid gases.

By means of an appropriate adjuster in the gas supply line to the ignition burner, the rate is reduced progressively to give the minimum energy necessary to keep the gas path to the burner open.

It is then checked that ignition of the burner by the ignition burner takes place in the conditions specified in 5.3.3.3.4.1. For ignition burners having several distinct ports, the ports of the ignition burners are sealed except for that of the flame heating the sensor element.

This test is repeated at the minimum heat input given by the controls, if ignition is possible under these conditions.

5.4.3.3.4.2 Reduction of the gas pressure

With the small fuel cell CHP appliance installed as stated in 5.3.3.3.2.1, if Method 1 according to 5.3.3.3.1 was selected or 5.3.3.3.3.1 if Method 2 according to 5.3.3.3.1 was selected, the small fuel cell CHP appliance supply pressure is reduced, in 0,1 kPa steps, from 70 % of the normal pressure to 0 kPa.

At each step it is checked that the requirement of 5.3.3.3.4.2 is satisfied or that at least safety shutdown occurs.

Incomplete cross lighting of the burner is however tolerated if the combustible gas volume fraction, measured at the flue outlet, is below the lower flammability limit of the reference gas used.

5.4.3.3.4.3 Defective closure of the gas valve immediately upstream of the main burner

If the gas supply to the ignition burner is taken between the two automatic valves of the main burner, the gas valve immediately upstream of the main burner is kept open artificially.

The small fuel cell CHP appliance is supplied with the reference gas or a distributed gas at the normal pressure.

Under these conditions, it is checked that the requirement of 5.3.3.3.4.3 is met.

5.4.3.4 Pre-purge

5.4.3.4.1 General

According to the option chosen by the manufacturer, the pre-purge volume or the pre-purge time are determined as follows:

a) pre-purge volume

- the rate is measured at the outlet of the combustion products evacuation duct, at ambient temperature;
- the small fuel cell CHP appliance is at ambient temperature and not operating; the fan is supplied with electricity under actual pre-purge conditions;
- the rate, measured with a limit of error of $\pm 5\%$, is corrected to reference conditions;
- the volume of the combustion circuit is stated by the manufacturer;

b) pre-purge time

- the small fuel cell CHP appliance is installed as stated in 5.4.1.3;
- the time between the fan starting and the ignition device being energized is determined.

It is checked that the requirements of 5.3.3.4.1 are satisfied.

5.4.3.4.2 Verification of the protected nature of a combustion chamber

The small fuel cell CHP appliance is installed in accordance with the conditions of 5.4.1.3 and connected to the longest ducts specified in the installation instructions.

With the small fuel cell CHP appliance at ambient temperature, a combustible air-gas mixture that is within the flammability limits of the gas used is introduced upstream of the burner surface or head. The burner could be used for this purpose if it supplies a fully mixed air/gas mixture.

The igniter is put into service after the time required for filling the combustion chamber and combustion products evacuation circuit with a combustible gas/air mixture.

It is checked visually that the requirements of 5.3.3.4.2 are met.

5.4.3.4.3 Functioning of a permanent ignition burner when the fan stops during the standby time

The small fuel cell CHP appliance is installed in accordance with the conditions of 5.4.1.3.

The ignition burner is adjusted using the reference gases at the normal pressure in accordance with the manufacturer's instructions.

The test is carried out with the fan stopped, in still air, at the maximum pressure using the incomplete combustion and sooting limit gas. With the small fuel cell CHP appliance at ambient temperature, the ignition burner is ignited and kept in operation for 1 h.

It is checked that the requirement of 5.3.3.4.3 is met.

5.4.3.4.4 Verification of normal ignition in a combustible air/gas mixture for Type C small fuel cell CHP appliances incorporating a fan

The small fuel cell CHP appliance is supplied with one of the reference gases at the normal test pressure; it is installed as stated in 5.4.1.3 and connected to the longest ducts specified by the manufacturer.

With the small fuel cell CHP appliance at ambient temperature, a combustible air-gas mixture that is within the flammability limits of the gas used is introduced upstream of the burner surface or head. The small fuel cell CHP appliance burner could be used for this purpose if it supplies a fully mixed air-gas mixture.

The test is carried out by putting the small fuel cell CHP appliance into service in accordance with its normal ignition procedure.

It is checked that the conditions of 5.3.3.4.4 are fulfilled.

Requirements specific for Japan are given in C.5.4.3.4.4.

5.4.3.5 Process gas purge

It shall be checked that the amount of process gas is not larger than the process gas purge circuit and that the process cycling time cannot lead to more than the amount of cycles given in 5.3.3.5.

If this is not the case then it shall be checked that the two class C valves, according to the timing diagram, are not energized for more cycles than given in 5.3.3.5.

5.4.3.6 Carbon monoxide

5.4.3.6.1 General

The tests are carried out with the longest air supply and combustion products evacuation ducts, or with the corresponding pressure losses, unless otherwise stated.

The small fuel cell CHP appliance is successively supplied with all the reference gases for the category to which it belongs and adjusted at the nominal heat input.

A sample of the combustion products is taken when the small fuel cell CHP appliance has reached thermal equilibrium.

The CO volume fraction of the dry air-free combustion products is given by the formula:

$$\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO}) = \varphi_{\text{ex,m}}(\text{CO}) \cdot \frac{\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO}_2)}{\varphi_{\text{ex,m}}(\text{CO}_2)}$$

where

- $\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO})$ is the CO volume fraction in the dry air-free combustion products (% vol.);
- $\varphi_{\text{ex,m}}(\text{CO})$ is the measured CO volume fraction in dry combustion products (% vol.);
- $\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO}_2)$ is the CO₂ volume fraction in the theoretical dry air-free combustion products (% vol.);
- $\varphi_{\text{ex,m}}(\text{CO}_2)$ is the measured CO₂ volume fraction in dry combustion products (% vol.).

The volume fraction, in percent, of $\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO}_2)$ for test gases are given in Table 7 or in Table B.8 for Europe. Requirements specific for Japan are given in C.5.4.3.6.1.

Table 7 – $\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO}_2)$ volume fraction of the theoretical dry air-free combustion products, in percent

Designation of the gas	CH ₄	C ₃ H ₈ (Propane)	C ₄ H ₁₀ (Butane)		
$\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO}_2)$	11,7	13,7	14,0		

The CO volume fraction, in percent, of the dry air-free combustion products may also be calculated by the formula:

$$\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO}) = \varphi_{\text{ex,m}}(\text{CO}) \cdot \frac{21}{21 - \varphi_{\text{ex,m}}(\text{O}_2)}$$

where

- $\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO})$ is the CO volume fraction in the dry air-free combustion products (% vol.);
- $\varphi_{\text{ex,m}}(\text{CO})$ is the measured CO volume fraction in dry combustion products (% vol.);
- $\varphi_{\text{ex,m}}(\text{O}_2)$ is the measured O₂ volume fraction in dry combustion products (% vol.).

The use of this formula is recommended where the CO₂ volume fraction is less than 2 %.

5.4.3.6.2 Limit conditions

The tests are carried out under the following conditions:

- at maximum pressure for small fuel cell CHP appliances without a gas pressure regulator or with gas/air ratio controls;
- at 1,05 times the nominal heat input for small fuel cell CHP appliances with a gas pressure regulator.

NOTE An automatic adjustment of the control system used in the appliance can be made, for example to adjust the air flow accordingly.

It is checked that the requirements of 5.3.3.6.2 are met.

Requirements specific for Japan are given in C.5.4.3.6.2.

5.4.3.6.3 Special conditions

Requirements specific for Japan are given in C.5.4.3.6.3.

5.4.3.6.3.1 Incomplete combustion

The adjustment is modified as follows:

- small fuel cell CHP appliances without gas pressure regulator are adjusted to 1,075 times the nominal heat input;
- small fuel cell CHP appliances with gas/air ratio controls are adjusted to the nominal heat input;
- small fuel cell CHP appliances with gas pressure regulator or small fuel cell CHP appliances which are intended to be installed solely on a gas installation with a governed meter, are adjusted to 1,05 times the nominal heat input.

The reference gas is then replaced by the incomplete combustion limit gas.

It is checked that the requirements of 5.3.3.6.3 are met.

5.4.3.6.3.2 Combustion test with flame lift gas

The adjustment is modified as follows:

- small fuel cell CHP appliances without gas pressure regulator are adjusted to the minimum heat input; the pressure at the small fuel cell CHP appliance inlet is reduced to the minimum pressure given in 5.4.1.2.4;
- small fuel cell CHP appliances with gas/air ratio controls are adjusted to the minimum heat input;
- small fuel cell CHP appliances with gas pressure regulator are adjusted to a heat input equal to 0,95 times the minimum heat input.

The reference gas is then replaced by the flame lift limit gas.

It is checked that the requirements of 5.3.3.6.3 are met.

5.4.3.6.3.3 Type C₁ and Type C₃ small fuel cell CHP appliances

The test is carried out as stated in the first and third test series in 5.4.3.3.2.3.2, if appropriate.

For each of the test series, the value of the arithmetic mean of the CO volume fraction determined at the nine combinations of wind speed and angle of incidence that produce the highest CO volume fraction in the combustion products is calculated.

It is checked that the requirements of 5.3.3.6.3 are met.

5.4.3.6.3.4 Type C₄ small fuel cell CHP appliances

Under the test conditions of 5.4.3.3.2.3.3, it is checked that the requirements of 5.3.3.6.3 are met.

5.4.3.6.3.5 Type C₅ small fuel cell CHP appliances

Under the test conditions of 5.4.3.3.2.3.4, it is checked that the requirements of 5.3.3.6.3 are met.

5.4.3.6.3.6 Type C₆ small fuel cell CHP appliances

In accordance with 4.2 these small fuel cell CHP appliances are intended to be connected to a separately approved and marketed system for the supply of combustion air and discharge of the combustion products.

Type C₆ small fuel cell CHP appliances are fitted with a restriction to simulate the minimum pressure loss stated by the manufacturer.

10 % of the combustion products shall be recirculated into the air supply. A method to achieve this includes the use of a mixing device fitted to the test rig, which allows adjustment of the recirculation of the combustion products into the air supply.

It is checked that the requirements of 5.3.3.6.3 are met.

A supplementary test is carried out by adjusting the restriction such that the air proving device just fails to operate.

If the small fuel cell CHP appliance is fitted with an air proving device that does not interrupt the gas rate before the CO volume fraction exceeds 300 ml/m³, the test is carried out with a blockage that generates a CO volume fraction of 150 ml/m³ at equilibrium. The values applicable for Europe are given in B.5.4.3.6.3.6.

For small fuel cell CHP appliances with gas/air ratio controls the supplementary test is carried out at the minimum adjustable heat input.

Under these test conditions, it is checked that the requirements of 5.3.3.6.3 are met.

5.4.3.6.3.7 Type C₈ small fuel cell CHP appliances

Under the test conditions of 5.4.3.3.2.3.6 it is checked that the requirements of 5.3.3.6.3 are met.

5.4.3.6.3.8 Supplementary test for fan assisted small fuel cell CHP appliances

Fan assisted small fuel cell CHP appliances are supplied with the reference gases for the category to which they belong at normal pressure.

It is checked that the requirements of 5.3.3.6.3 are met when the supply voltage is varied between 85 % and 110 % of the nominal voltage stated by the manufacturer.

5.4.3.7 Condensate discharge blockage

The small fuel cell CHP appliance is supplied with one of the reference gases or a distributed gas for the category to which it belongs.

The condensate discharge is blocked. The small fuel cell CHP appliance is operated with the temperature and heat input conditions specified for the category to which it belongs so that condensate is produced.

It is checked that the requirements of 5.3.3.7 are satisfied.

NOTE Artificially filling the condensate discharge system with water can shorten the test.

5.4.4 Start/release and adjusting, control and safety devices

5.4.4.1 General

Where the devices are tested separately, they shall be mounted in a position identical to that which they occupy on the small fuel cell CHP appliance. The test rigs are the appropriate rigs specified in ISO 23550, ISO 23551-1, ISO 23551-2, ISO 23551-3, ISO 23552-1, IEC 60730-1 or IEC 60730-2-5.

The maximum temperature is a temperature that is reached under the following conditions:

- a) the small fuel cell CHP appliance is operated with the nominal heat input using the reference gas,
- b) having reached thermal equilibrium, and
- c) the adjustable thermostat, if any, set to the position corresponding to the maximum water temperature.

Except where otherwise stated, the tests are carried out at ambient temperature and at the maximum temperature.

5.4.4.2 Control devices

5.4.4.2.1 Ignition burner

The heat input of the ignition burner is determined by supplying it with the reference gas or gases at the normal pressure given in 5.4.1.2.4. However, if the ignition burner has a gas rate adjuster this is adjusted as stated by the manufacturer in the instructions.

It is checked that the requirement of 5.3.4.2.1 is satisfied.

5.4.4.2.2 Automatic burner control system

5.4.4.2.2.1 Ignition safety time

The small fuel cell CHP appliance is supplied successively with each of the reference gases for the small fuel cell CHP appliance category.

The ignition safety time ($t_{sa,max}$) is checked with reference gas, the small fuel cell CHP appliance being adjusted to its nominal heat input under extreme conditions of electrical supply and temperature (at ambient temperature and at thermal equilibrium).

It is checked that the requirements of 5.3.4.2.2.1 are satisfied.

5.4.4.2.2.2 Spark restoration

The small fuel cell CHP appliance is supplied successively with each of the reference gases for the small fuel cell CHP appliance category.

If spark restoration takes place it is checked that the requirements of 5.3.4.2.2.2 are satisfied.

5.4.4.2.2.3 Recycling

The small fuel cell CHP appliance is supplied successively with each of the reference gases for the small fuel cell CHP appliance category.

If recycling takes place it is checked that the requirements of 5.3.4.2.2.3 are satisfied.

5.4.4.2.2.4 Heat input during ignition

The heat input during ignition is determined in accordance with 6.2.2. It is checked that the requirement of 5.3.4.2.2.4 is met.

5.4.4.3 Gas pressure regulator

If the small fuel cell CHP appliance is fitted with a pressure regulator, an adjustment is made, if necessary, to give the nominal heat input with the reference gas at the normal pressure given in 5.4.1.2.4 and corresponding to this gas. Keeping the initial adjustment, the supply pressures are varied as defined in ISO 23551-2.

This test is carried out for all the reference gases for which the pressure regulator is not put out of action.

It is checked that the requirements of 5.3.4.3 are satisfied.

5.4.4.4 Air proving device

5.4.4.4.1 General

The small fuel cell CHP appliance is installed as stated in 5.4.1.3. The small fuel cell CHP appliance is supplied with one of the reference gases for the category to which it belongs.

The small fuel cell CHP appliance is fitted with the longest combustion air supply and combustion products evacuation ducts stated by the manufacturer. The tests may be carried out without the duct terminal or fitting piece.

The CO volume fraction is determined as stated in 5.4.3.6.

NOTE Other sufficient measurement values could also be used due to the fact that the small fuel cell CHP appliance technology is in an early state and a lot of suitable solutions are not defined yet.

5.4.4.4.2 Supervision of the combustion air or the combustion products rate

The test is carried out when the small fuel cell CHP appliance is in thermal equilibrium, at the nominal heat input, or for modulating small fuel cell CHP appliance at the maximum and the minimum heat input and at the heat input corresponding to the arithmetic mean of these two inputs. When several rates are provided, supplementary tests are needed at each of these rates. If the small fuel cell CHP appliance consists of more than one heat generator the test shall be carried out as specified above with each of the heat generators and combinations of the several heat generators.

The CO and CO₂ volume fraction are measured continuously.

The means of carrying out the blockage shall not give rise to recirculation of the products of combustion.

It is checked that the requirements of 5.3.4.4.2 are met.

5.4.4.4.3 Gas/air ratio controls

5.4.4.4.3.1 Leakage of non-metallic control tubes

The small fuel cell CHP appliance is installed as stated in 5.4.1.3.

It is supplied with the reference gas at its nominal heat input.

The requirements of 5.3.4.4.3.2 are checked under the various situations that could occur, in particular

- simulated leak from the air pressure tube,
- simulated leak from the combustion chamber pressure tube,
- simulated leak from the gas pressure tube.

5.4.4.4.3.2 Adjustment of the air/gas or gas/air ratio

The test of 5.4.4.4.2 shall be repeated under the following conditions:

- a) adjust the CO₂ at maximum heat input to the maximum CO₂ value and at the minimum heat input to the minimum CO₂ value;
- b) adjust the CO₂ at maximum heat input to the minimum CO₂ value and at the minimum heat input to the maximum CO₂ value.

It is checked that the requirements of 5.3.4.4.3.3 are met.

5.4.4.5 Delayed ignition

The small fuel cell CHP appliance is supplied successively with each of the reference gases for the category of the small fuel cell CHP appliance.

A delayed ignition test is carried out under the following conditions:

- a) the small fuel cell CHP appliance is installed as indicated in 5.4.1.3; it is connected to the longest duct(s) for combustion air supply and for removal of the products of combustion indicated by the manufacturer;
- b) with the small fuel cell CHP appliance at ambient temperature, an ignition spark is produced each second from 0 s to $t_{sa,max}$.

For the fuel processing system of a small fuel cell CHP appliance an inflammable gas/air mixture with ignition limits in between those of the gas normally used is injected at the surface or at the burner head at ambient temperature. To achieve this, the burner may be used if it can deliver such a gas/air mixture.

It is checked that the requirement of 5.3.4.5 is satisfied.

5.4.4.6 Common flue evacuation duct

The small fuel cell CHP appliance and the ducts are installed in accordance with the technical instructions of the manufacturer.

The small fuel cell CHP appliance is supplied with one of the reference gases for its category at the nominal heat input and at the minimum heat input.

The tests are carried out with the shortest and longest air supply and combustion products evacuation ducts, or with corresponding pressure losses.

It is checked that the requirements of 5.3.4.6 are satisfied when the heat sources are operating individually or in any combination.

5.4.4.7 Leak tightness of means to prevent backflow in common flue duct systems

The means to prevent backflow shall be tested as a part of the appliance and they should be connected as described in the installation instructions for this specific case, if applicable. The fitting pieces are not connected to the appliance to avoid measuring an increased leakage rate due to possible leakage of the fitting piece.

A pressure difference of 20 Pa is put on the flue gas outlet of the appliance and the air flow through the valve is measured. The pressure difference is increased with steps of 20 Pa. At each step the air flow through the valve is measured. The pressure difference is increased up to the maximum pressure difference at start, with a minimum of 100 Pa.

It is checked that the requirements of 5.3.4.7 are satisfied.

5.4.4.8 Functional durability of the backflow valve

Testing shall show durability of the backflow valve under all operating conditions for the expected life of the system.

The amounts of cycles are given in B.5.4.4.8 for Europe.

At the beginning of the test and after the test has been completed the leak tightness of the valve shall fulfil the requirement of 5.3.4.8.

5.4.5 Resistance of the materials to pressure

The tests are carried out with the water at ambient temperature and with the test pressures at 1,5 times the maximum operating pressure. Additional requirements are given in B.5.4.5.101 for Europe and in C.5.4.5 for Japan.

The test pressure is maintained for at least 10 min.

It is checked that the requirements of 5.3.5 are satisfied.

5.4.6 EMC

The tests are performed as specified in IEC 60335-2-102:2004, IEC 60335-2-102:2004/AMD1:2008 and IEC 60335-2-102:2004/AMD2:2012, 19.11.4.

5.4.7 Outdoor or semi-outdoor small fuel cell CHP appliances

5.4.7.1 Rain resistance test

5.4.7.1.1 General

The test is applied as specified in IEC 60529 for IPX4 and the small fuel cell CHP appliance is operated under normal condition according to 5.4.7.1.2 and 5.4.7.1.3.

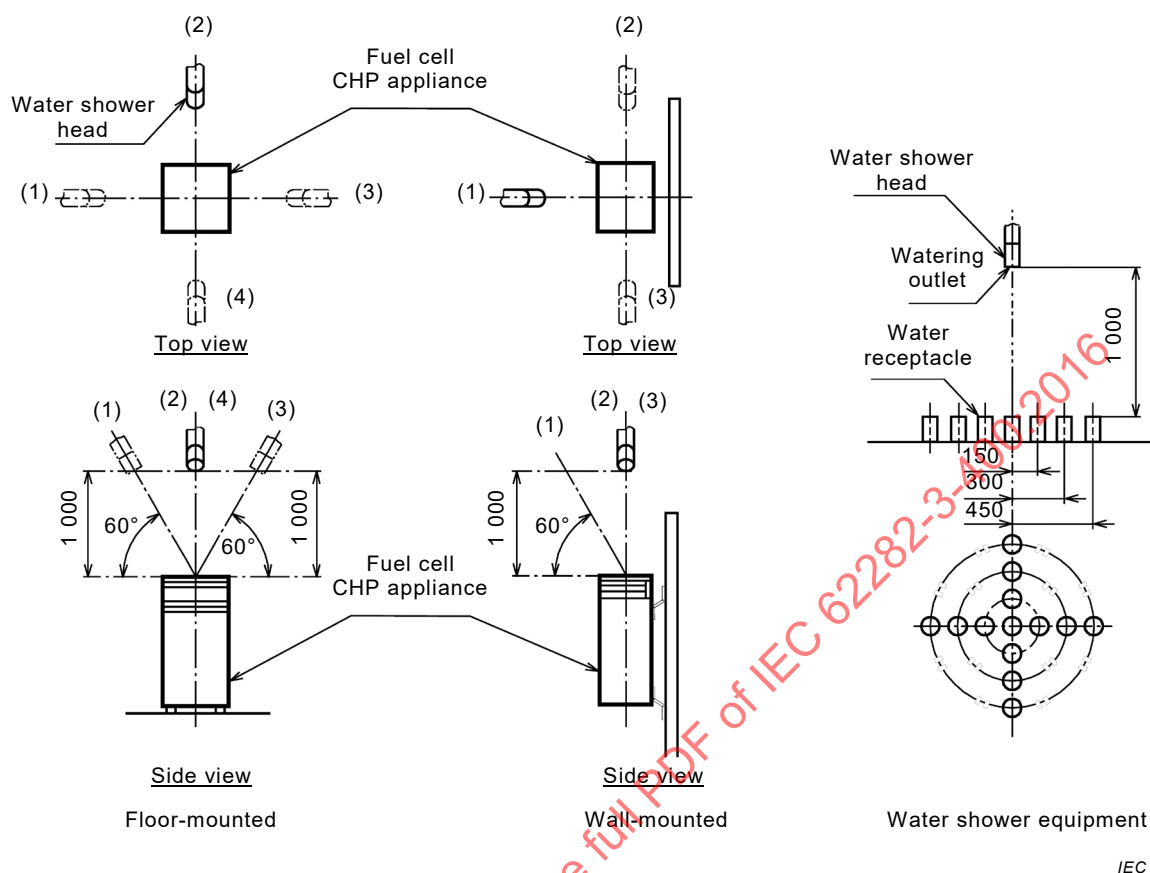
5.4.7.1.2 Ignition test

The ignition test shall be performed as follows:

a) Test setup

The small fuel cell CHP appliance shall be set up as shown in Figure 8.

Dimensions in millimetres



The water shower head shall be such that the average water volume per receptacle is $(3 \pm 0,5)$ mm/min with a deviation of ± 30 % when measured as shown in the extreme right above.

Figure 8 – Water shower test setup for outdoor small fuel cell CHP appliance

b) Test conditions

- 1) Test gas: the test gas shall be of a composition that tends to produce incomplete combustion, and it shall be supplied at the maximum pressure of the test gas or as specified in C.5.4.7.1.2 for Japan. The test gas shall be in accordance with 5.4.1.2.
- 2) Test chamber: the test chamber shall be in accordance with 5.4.1.3.
- 3) Power sources: the power source shall be in accordance with 5.4.3.3.3.1a)3).

c) Test procedure

The small fuel cell CHP appliance shall be in cold state or storage state and subjected to water shower from each direction as shown in Figure 7 for 5 min each and then the small fuel cell CHP appliance shall be started.

For the small fuel cell CHP appliance using SOFC, the shower and start-up processes may be conducted more than once after the temperature of the burner or other combustion components come down to the auto-ignition temperature.

The ignition procedure shall be repeated and it is checked that the requirement of 5.3.7.1.2 is met.

Requirements specific for Japan are given in C.5.4.3.3.3.1.

5.4.7.1.3 Combustion test

The combustion test shall be performed as follows:

a) Test setup

The test setup shall be according to 5.4.7.1.2.

b) Test conditions

- 1) Test gas: the test gas shall be of a composition that tends to produce incomplete combustion, and it shall be supplied at the maximum pressure of the test gas or as specified in C.5.4.7.1.3 for Japan. The test gas shall be in accordance with 5.4.1.2.
- 2) Test chamber: the test chamber shall be in accordance with 5.4.1.3.
- 3) Power sources: the power source shall be in accordance with 5.4.3.3.1a)3).

c) Test procedure

The small fuel cell CHP appliance shall be in cold state or storage state and subjected to water shower from each direction as shown in Figure 7 for 5 min each and then the small fuel cell CHP appliance shall be started.

For the small fuel cell CHP appliance using SOFC, the shower and start-up processes may be conducted more than once after the temperature of the burner or other combustion components come down to the auto-ignition temperature.

It is checked that the requirement of 5.3.7.1.3 is met.

Requirements specific for Japan are given in C.5.4.3.3.2.

5.4.7.2 Wind resistance

5.4.7.2.1 General

The wind resistance test and associated ignition and combustion tests are described below.

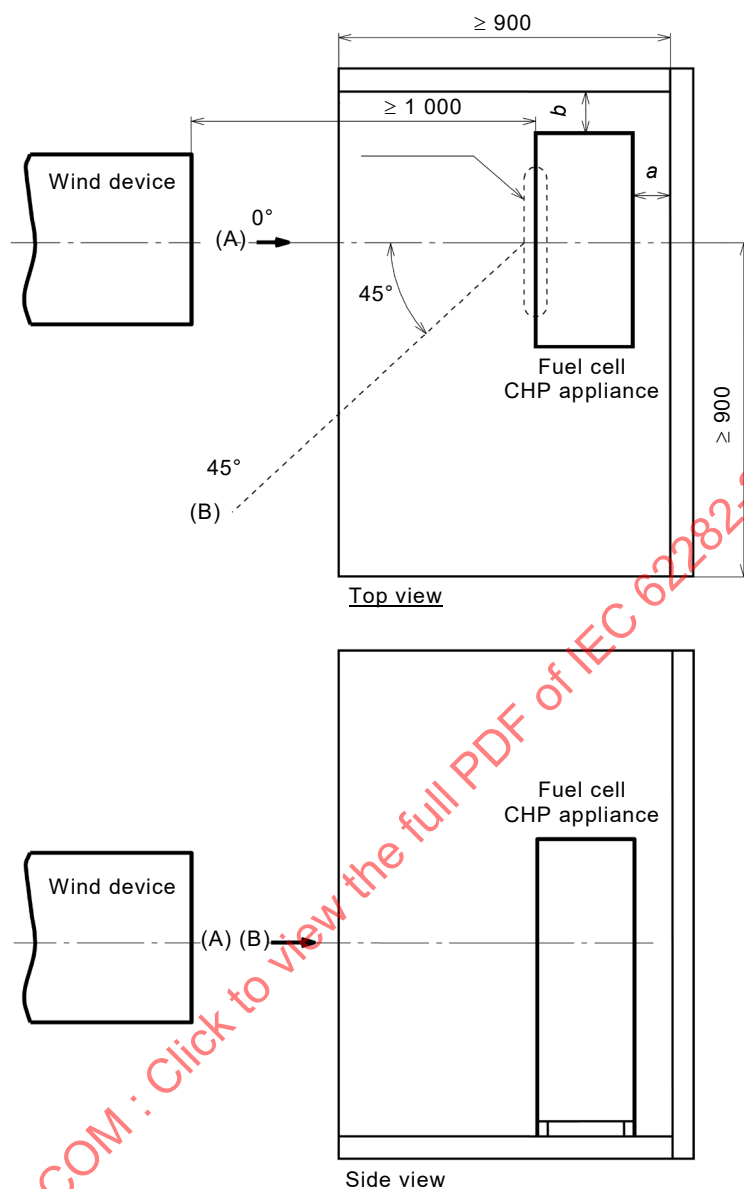
5.4.7.2.2 Ignition test

The ignition test shall be performed as follows:

a) Test setup

The small fuel cell CHP appliance shall be set up as shown in Figure 9.

Dimensions in millimetres



IEC

Key:

- a and b shall be the minimum dimensions as specified in the technical instruction.
- The wind device and the air inlet and exhaust of the small fuel cell CHP appliance shall be 1 000 mm or more apart. The wind shall be applied evenly to the air inlet and exhaust parts of the small fuel cell CHP appliance. If it is impossible to expose the air inlet and the exhaust to the wind at the same time due to the spatial relationship between the blowout port of the wind device and the air inlet and/or exhaust, subject the exhaust to the wind.
- The wind speed measurement shall be calibrated beforehand as follows:
- With no appliance or objects placed in front of the wind device, wind speed shall be measured at five points in the vertical plane at 1 000 mm or more away from the blow out port of the wind device with four points being the corners of a rectangle circumscribing the air inlet and the exhaust of the small fuel cell CHP appliance, looking from the wind device side, and the last one being the centre of the rectangle. The measurement at the last location is deemed to be the centre speed. If the bottom of the opening is less than 200 mm from the ground, then use 200 mm from the ground for the measuring point.
- The test wind speed shall be the average of the measured values at these five points with the respective measurements at $\pm 10\%$ of the test wind speed.

Figure 9 – Wind test setup for outdoor small fuel cell CHP appliance

b) Test conditions

- 1) Test gas: the test gas shall be of a composition that tends to produce incomplete combustion, and it shall be supplied at the maximum pressure of the test gas or as specified in C.5.4.7.2.2 for Japan. The test gas shall be in accordance with 5.4.1.2.
- 2) Test chamber: the test chamber shall be in accordance with 5.4.1.3.
- 3) Power sources: the power source shall be in accordance with 5.4.3.3.3.1a)3).

c) Test procedure

The small fuel cell CHP appliance installed outdoors shall be in cold state or storage state and subjected to a wind of 5 m/s in two directions by the test setup as shown in Figure 9, and then the small fuel cell CHP appliance shall be started up.

For the small fuel cell CHP appliance using SOFC, the wind and start-up processes may be conducted more than once after the temperature of the burner or other combustion components come down to the auto-ignition temperature.

It is checked that the requirements of 5.3.7.2.2 are met.

5.4.7.2.3 Combustion test

The ignition test shall be performed as follows:

a) Test setup

The test setup shall be in accordance with 5.4.7.2.2.

b) Test conditions

- 1) Test gas: the test gas shall be of a composition that tends to produce incomplete combustion, and it shall be supplied at the maximum pressure of the test gas or as specified in C.5.4.7.2.3 for Japan. The test gas shall be in accordance with 5.4.1.2.
- 2) Test chamber: the test chamber shall be in accordance with 5.4.1.3.
- 3) Power sources: the power source shall be in accordance with 5.4.3.3.3.1a)3).

c) Test procedure:

The small fuel cell CHP appliance installed outdoors shall be in cold state or storage state and subjected to a wind of 5 m/s in the two directions as shown in Figure 9, and then the small fuel cell CHP appliance shall be started up.

For the small fuel cell CHP appliance using SOFC, the ignition processes may be conducted after the temperature of the burner or other combustion components come down to the auto-ignition temperature.

Upon reaching the rated output, let the appliance run for 30 min or longer, and the verification of combustion shall be carried out on the condition that the small fuel cell CHP appliance installed outdoors is subjected to a wind of 2,5 m/s for 3 min and a wind of 15 m/s for 1 min in each of the direction A and B as shown in Figure 9.

It is checked that the requirements of 5.3.7.2.3 are met.

5.4.7.3 Frost protection

The small fuel cell CHP appliance is placed in a climate chamber at room temperature. The small fuel cell CHP appliance – in stand-by condition – is connected to a water circuit containing not more than 100 l of water. The temperature of the climate chamber is reduced from room temperature to the declared minimum ambient operation temperature in not less than 1 h. The test will last until a steady condition or a steady repetition of cycles has been reached. It is checked that the requirements of 5.3.7.3 are met.

6 Functional (normal operating) performance

6.1 Performance parameters and requirements

6.1.1 Efficiency

The overall energy efficiency is the ratio of the total average power output (net electric power output and useful thermal power output) to the average fuel heat input supplied to the small fuel cell CHP appliance at the same duration, referring to the lower heating value (LHV), and expressed in percent.

The following minimum value shall be reached under the test conditions of 6.2.1:

Overall energy efficiency: $\geq 70\%$ at nominal heat input, or the values given in B.6.1.1 for Europe; an illustration is given in Figure 10.

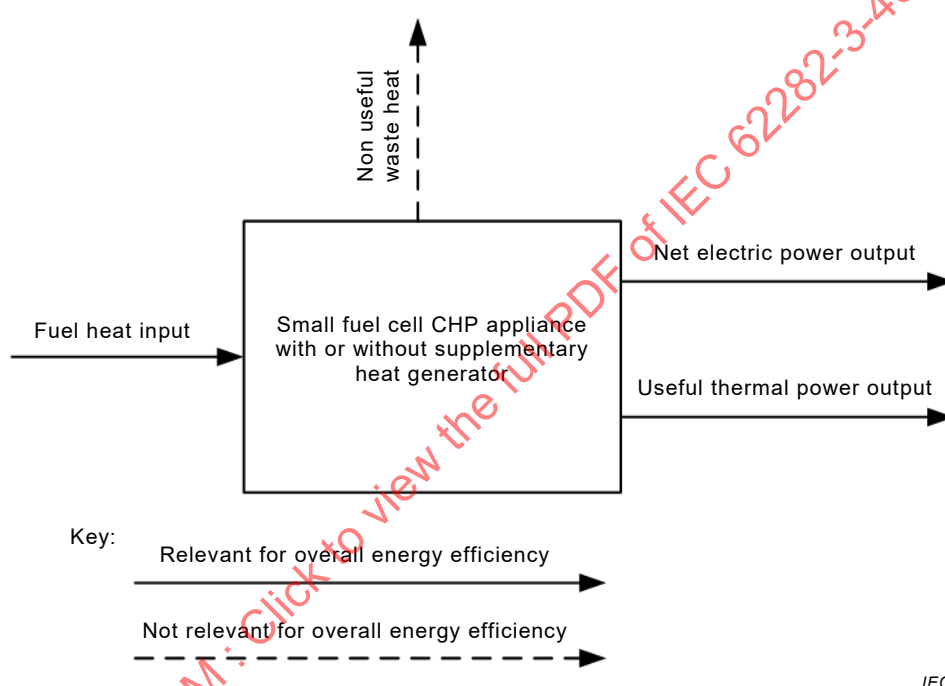


Figure 10 – Energy/power inputs and outputs relevant for overall energy efficiency

Requirements specific for Japan are given in C.6.1.1.

6.1.2 Heat input and heat and electrical output

6.1.2.1 Verification of the heat input for nominal appliance outputs

This requirement applies to the following:

- nominal operation at 100 % CHP generator output and 100 % supplementary heat generator output, output for small fuels cell CHP appliances with supplementary heat generator;
- nominal operation at 100 % CHP generator output and 0 % supplementary heat generator output for small fuels cell CHP appliances with supplementary heat generator;
- nominal operation at 100 % CHP generator output for small fuel cell CHP appliances without supplementary heat generator.

The heat input obtained under the test conditions of 6.2.2.1 shall not differ by more than 5 % from

- the nominal heat input, for small fuel cell CHP appliances without a range-rating device,
- the maximum and minimum adjustable nominal heat input for range-rated small fuel cell CHP appliances,
- the nominal heat input for the CHP generator.

If these 5 % values are less than 500 W, a tolerance of 500 W is acceptable.

Requirements specific for Japan are given in C.6.1.2.1.

6.1.2.2 Adjustment of the heat input by the downstream gas pressure (if applicable)

When the manufacturer's instructions specify the value of the downstream pressure that enables the nominal heat input to be obtained, the heat input obtained under the test conditions of 6.2.2.2 shall not differ by more than 5 % from the nominal heat input.

If these 5 % values are less than 500 W, a tolerance of 500 W is acceptable.

6.1.2.3 Verification of overall energy efficiency and nominal output (thermal and electrical output)

It is verified that the overall energy efficiency determined under the test conditions of 6.2.2.3 is not less than the nominal efficiency, which is the ratio of the nominal output (useful heat and net electric power) and the nominal heat input.

Requirements specific for Japan are given in C.6.1.2.3.

6.1.3 Operation

It shall be possible to switch on and off the small fuel cell CHP appliance as well as to set the heating water flow temperature and, if applicable, the domestic hot water temperature.

As an option, it may be possible to pre-set the current followed or heat followed operation.

6.1.4 Combustion and NO_x emissions

The manufacturer shall select the NO_x class of the small fuel cell CHP appliance from Table 8. Under the test and calculation conditions of 6.2.4, the permissible NO_x emissions assigned to this class in the dry air free combustion products shall not be exceeded by the overall NO_x emissions $\varepsilon(\text{NO}_x)$.

Table 8 – Emission classes for NO_x ^a

Class	$\varepsilon(\text{NO}_x)$ emissions mg/kWh	
	Natural gas	LPG
0	≤ 240	≤ 300
1	≤ 170	≤ 230
2	≤ 120	≤ 180
3	≤ 80	≤ 140
a Table 8 is taken from ISO 22967:2010, Table 3.		

Requirements specific for Japan are given in C.6.1.4.

6.1.5 EMC

The small fuel cell CHP appliance shall comply with the following standards as far as they are applicable:

CISPR 14-1;

CISPR 14-2;

IEC 61000-3-2;

IEC 61000-3-3;

IEC 61000-3-4;

IEC 61000-3-11;

IEC 61000-3-12;

IEC 61000-6-1;

IEC 61000-6-3.

6.2 Performance test methods

6.2.1 Efficiency

Additional requirements are given in B.6.2.1.101, B.6.2.1.102 and B.6.2.1.103 for Europe.

6.2.1.1 General

It is checked that the requirements for efficiency of 6.1.1 are met, by

- a) choosing the type of appliance as described in 6.2.1.2,
- b) installing the small fuel cell CHP appliance on a test setup described in 6.2.1.3,
- c) applying the test procedure described in 6.2.1.4, and
- d) calculating the efficiencies as described in 6.2.1.5.

6.2.1.2 Choice of appliance application

The small fuel cell CHP appliance may be dedicated to two different applications. The manufacturer shall specify the application of the appliance, from either:

- a) “small fuel cell CHP appliances, with or without supplementary heat generator, connected to a central heating system or a heat storage system”, or
- b) “small fuel cell CHP appliances, without supplementary heat generator, connected to a domestic hot water storage only”.

6.2.1.3 Test conditions and setup

6.2.1.3.1 General

The general test conditions, which are stated in 5.4.1 shall be applied accordingly during the performance tests, if not otherwise specified.

The small fuel cell CHP appliance is installed as stated in 5.4.1.3, if not otherwise specified.

Put the sampling probe(s) entirely into the exhaust stream. Ensure that the sampling probe(s) do not block the exhaust duct. The probe(s) shall be placed close to the exhaust gas outlet of

the small fuel cell CHP appliance, either inside of the exhaust gas evacuation duct for closed exhaust ventilation systems or directly at the outlet of the exhaust gas for open exhaust ventilation systems. If the exhaust ducting is large in size, take readings at the center of the exhaust duct and at representative points in a grid across the exhaust duct and average the readings.

For open exhaust gas ventilation systems, place the probe(s) in a way which prevents the mixing of the sample gas with ambient air.

During measurements, ensure that condensation on the temperature sensor is avoided. Condensation on the sensor will invalidate the readings.

The temperature measurements shall be taken close to the flow and return connections of the appliance in the insulated part of the test rig. Otherwise, heat losses of the test rig shall be taken into account. The volumetric flow meter of the heating water circuit can be placed either in the flow or in the return. The test rig is purged of air in accordance with the information stated in the technical instructions.

The control valve of the test rig is used to obtain the required temperature difference between the heating water circuit flow and return. The heating water circuit pump is necessary if the small fuel cell CHP appliance is not equipped with an internal pump.

The small fuel cell CHP appliance is supplied with the reference fuel for the small fuel cell CHP appliance category.

The measurement uncertainties are chosen in a way that the requirements of 5.4.1.9 are fulfilled.

6.2.1.3.2 Test conditions and setup for small fuel cell CHP appliances, with or without supplementary heat generator, connected to a central heating system or a heat storage system

The small fuel cell CHP appliance is connected to the insulated test rig shown schematically in Figure 11, or to other equipment giving comparable results and equivalent measurement uncertainties.

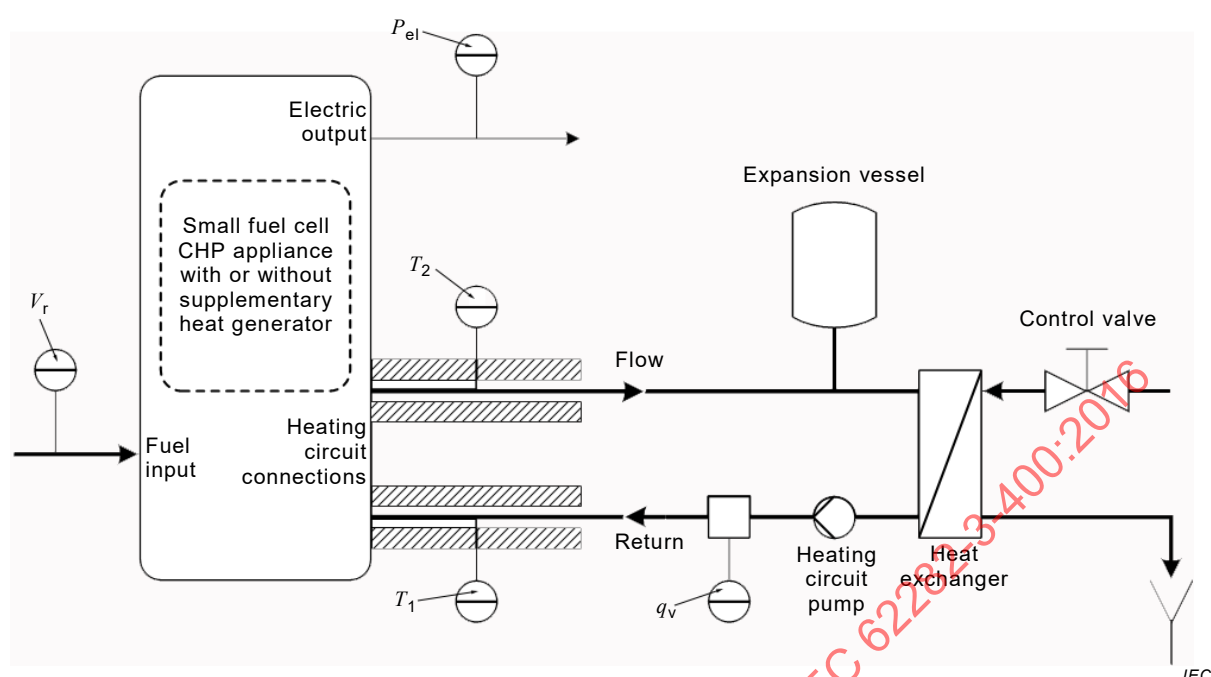


Figure 11 – Test rig for efficiency measurement of small fuel cell CHP appliances, with or without supplementary heat generator, connected to a central heating system or a heat storage system

6.2.1.3.3 Test conditions and setup for small fuel cell CHP appliances, without supplementary heat generator, connected to a domestic hot water storage only

The test conditions shall be in accordance with IEC 62282-3-201:2013, Clause 11.

Unless otherwise specified, performance shall be tested in an environment with an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 15\text{ °C}$.

The small fuel cell CHP appliance is connected to the insulated test rig shown schematically in Figure 12, or to other equipment giving comparable results and equivalent measurement uncertainties.

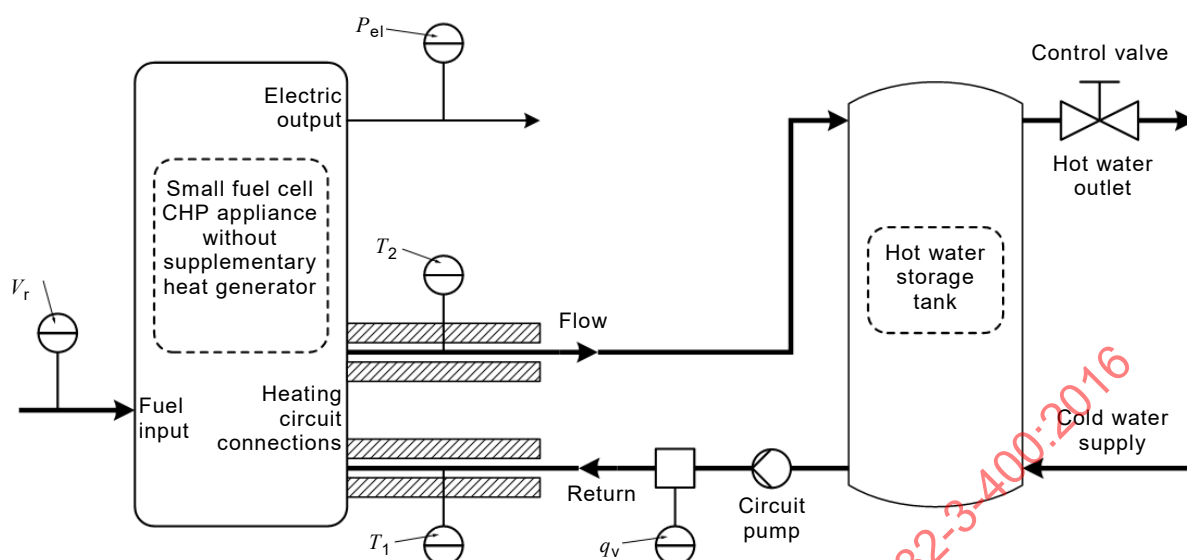


Figure 12 – Test rig for efficiency measurement of small fuel cell CHP appliances, without supplementary heat generator, connected to a domestic hot water storage only

6.2.1.4 Test procedure

6.2.1.4.1 Test procedure for small fuel cell CHP appliances, with or without supplementary heat generator, connected to a central heating system or a heat storage system

The efficiency tests shall be carried out at nominal power output of the CHP generator and the supplementary heat generator (if applicable) and at nominal power output of the CHP generator only as follows.

- a) Nominal operation at 100 % CHP generator output and 100 % supplementary heat generator output ($CHP_{100} + SUP_{100}$), if applicable.

The tests at $CHP_{100} + SUP_{100}$ shall be performed for condensing appliances at the water temperature regime of 60 °C/40 °C (flow/return) and for non-condensing at 80 °C/60 °C (flow/return) at nominal heat output.

The measurements of the energy inputs and outputs of the CHP generator and the supplementary heat generator can be carried out separately, if necessary.

- b) Nominal operation at 100 % CHP generator output and 0 % supplementary heat generator output ($CHP_{100} + SUP_0$).

The test at $CHP_{100} + SUP_0$ shall be performed with the heating water circuit flow rate

- maintained at the same flow rate, and for condensing of 30 °C and for non-condensing of 47 °C, return temperature as during the tests at nominal heat output, or
- if the appliance is equipped with an integrated variable speed pump, adjusted according to the appliance instructions, or
- adjusted to a value which allows a difference between flow and return water temperature of a minimum of 6 K.

The 6 K minimum is needed to reach acceptable accuracy values with best available temperature measurement. If a smaller delta T is needed for the appliance, alternative test methods should be considered, such as the indirect method (measuring over the secondary cooling water with a lower flow on a calibrated test rig) or a method where a low flow of cold water is injected into the cooling system. Both methods can provide sufficient accuracy.

The measurement of the efficiency may begin once the small fuel cell CHP appliance, with the water control thermostat put out of action, is at thermal equilibrium and the return and flow temperatures are constant.

When the test is started, the time is recorded. Concurrently an initial reading of the gas volume is taken at the meter.

The test shall be conducted over a sufficiently long period to reach the desired minimum uncertainty of measurement. Readings of the following values are taken periodically so as to obtain a sufficiently accurate average:

- flow and return temperatures T_1 and T_2 of the heating water circuit;
- volumetric flow rate $q_{V,HR}$ of the heating water circuit;
- net electric power output P_{el} .

At the end of the test, the testing time Δt is recorded concurrently with the consumed gas volume V_g .

6.2.1.4.2 Test procedure for small fuel cell CHP appliance, without supplementary heat generator, connected to a domestic hot water storage only

The test procedure shall be in accordance with IEC 62282-3-201:2013, 14.2, 14.3, and 14.4.

Operate the system at the nominal electric output power for more than 30 min before starting the test.

Start the test while keeping the system operating at the nominal electric output power.

The test shall be conducted for at least 3 h.

During the test the return temperature T_2 of the heating water circuit inlet of the small fuel cell CHP system shall be $15\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

During the tests the flow temperature T_1 of the heating water circuit outlet of the small fuel cell CHP system is based on the specification of the manufacturer.

6.2.1.5 Calculation of efficiencies

6.2.1.5.1 Efficiency for small fuel cell CHP appliances, with or without supplementary heat generator, connected to a central heating system or a heat storage system

The overall, thermal and electric efficiencies are determined by means of the following formulas:

a) Nominal operation at $CHP_{100} + SUP_{100}$, if applicable

For range-rated small fuel cell CHP appliances the 100 % represents the arithmetic mean of the maximum and minimum nominal heat input of the small fuel cell CHP appliance.

Electric efficiency

$$\eta_{el,CHP_{100}+SUP_{100}} = \frac{P_{el} \cdot \Delta t}{V_g \cdot H_{i,V} \times 10^3} \times 100\%$$

Heat recovery efficiency

$$\eta_{th,CHP_{100}+SUP_{100}} = \frac{c_{HR} \cdot q_{V,HR} \cdot \rho_{HR} \cdot (T_1 - T_2) \cdot \Delta t + Q_{loss}}{V_g \cdot H_{i,V} \times 10^3} \times 100\%$$

Overall energy efficiency

$$\eta_{\text{total,CHP}_{100}+\text{SUP}_{100}} = \eta_{\text{el,CHP}_{100}+\text{SUP}_{100}} + \eta_{\text{th,CHP}_{100}+\text{SUP}_{100}}$$

b) Nominal operation at $\text{CHP}_{100} + \text{SUP}_0$

Electric efficiency

$$\eta_{\text{el,CHP}_{100}+\text{SUP}_0} = \frac{P_{\text{el}} \cdot \Delta t}{V_{\text{g}} \cdot H_{\text{i,V}} \times 10^3} \times 100 \%$$

Heat recovery efficiency

$$\eta_{\text{th,CHP}_{100}+\text{SUP}_0} = \frac{c_{\text{HR}} \cdot q_{\text{V,HR}} \cdot \rho_{\text{HR}} \cdot (T_1 - T_2) \cdot \Delta t + Q_{\text{loss}}}{V_{\text{g}} \cdot H_{\text{i,V}} \times 10^3} \times 100 \%$$

Overall energy efficiency

$$\eta_{\text{total,CHP}_{100}+\text{SUP}_0} = \eta_{\text{el,CHP}_{100}+\text{SUP}_0} + \eta_{\text{th,CHP}_{100}+\text{SUP}_0}$$

where

Q_{loss} is the heat loss from the test rig corresponding to the mean water flow temperature, expressed in kilojoules (kJ), taking into account the heat loss from the circulation pump (a practical calibration method for determining Q_{loss} is described in Annex H);

$H_{\text{i,V}}$ is the lower heating value (LHV) of the gas used, in megajoule per cubic metre (MJ/m^3) at 15 °C, 101,325 kPa, dry gas;

T_1 is the flow temperature at the heating water circuit outlet in degree Celsius (°C);

T_2 is the return temperature at the heating water circuit inlet in degree Celsius (°C);

V_{g} is the gas consumption in cubic metre (m^3) measured during the test corrected to 15 °C, 101,325 kPa;

P_{el} is the net electric power output of the CHP generator expressed in kilowatt (kW);

$q_{\text{V,HR}}$ is the volumetric flow rate of the heating water in cubic metre per second (m^3/s);

c_{HR} is the specific heat capacity of the heating water in kilojoule per kilogram and Kelvin ($\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$). If the fluid is water, 4,186 $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ shall be used;

Δt is the recorded time duration of the test in seconds (s);

η_{total} is the overall energy efficiency in percent (%);

η_{el} is the electric efficiency in percent (%);

η_{th} is the heat recovery efficiency in percent (%);

ρ_{HR} is the density of the heating water in kilogram per cubic metre (kg/m^3).

6.2.1.5.2 Efficiency for small fuel cell CHP appliances, without supplementary heat generator, connected to a domestic hot water storage only

The overall, thermal and electric efficiencies are determined by means of the following formulas:

Electric efficiency

$$\eta_{\text{el}} = \frac{P_{\text{el}} \cdot \Delta t}{V_{\text{g}} \cdot H_{\text{i,V}} \times 10^3} \times 100 \%$$

Heat recovery efficiency

$$\eta_{th} = \frac{c_{HR} \cdot q_{V,HR} \cdot \rho_{HR} \cdot (T_1 - T_2) \cdot \Delta t}{V_g \cdot H_{i,V} \times 10^3} \times 100 \%$$

Overall energy efficiency

$$\eta_{total} = \eta_{el} + \eta_{th}$$

where

- $H_{i,V}$ is the lower heating value (LHV) of the gas used, in megajoule per cubic metre (MJ/m³) at 15 °C, 101,325 kPa, dry gas;
- T_1 is the flow temperature at the heating water circuit outlet in degree Celsius (°C);
- T_2 is the return temperature at the heating water circuit inlet in degree Celsius (°C);
- V_g is the gas consumption in cubic metre (m³) measured during the test corrected to 15 °C, 101,325 kPa;
- P_{el} is the net electric power output of the CHP generator expressed in kilowatt (kW);
- $q_{V,HR}$ is the volumetric flow rate of the heating water in cubic metre per second (m³/s);
- c_{HR} is the specific heat capacity of the heating water in kilojoule per kilogram and Kelvin (kJ/(kg · K)). If the fluid is water, 4,186 kJ/(kg · K) shall be used;
- Δt is the recorded time duration of the test in seconds (s);
- η_{total} is the overall energy efficiency in percent (%);
- η_{el} is the electric efficiency in percent (%);
- η_{th} is the heat recovery efficiency in percent (%);
- ρ_{HR} is the density of the heating water in kilogram per cubic metre (kg/m³).

6.2.2 Heat input and heat and electrical output

6.2.2.1 Verification of the heat input for nominal appliance outputs

The small fuel cell CHP appliance is supplied with each of the reference gases for the small fuel cell CHP appliance category at the normal pressure for these tests.

For small fuel cell CHP appliances with a fixed output, the adjustment shall not be changed for this test.

The heat input shall be derived from the tests (as far as applicable) to reach the following output conditions, considering the flow and return water temperature according to 6.2.1.4:

- heat input $P_{inf,CHP_{100}+SUP_{100}}$ measured at nominal operation at 100 % CHP generator output and 100 % supplementary heat generator output, if applicable.
- heat input $P_{inf,CHP_{100}+SUP_0}$ measured at nominal operation at 100 % CHP generator output and 0 % supplementary heat generator output.

The heat input P_{inf} resulting from the volumetric gas rate $q_{V,g}$ or the mass gas rate $q_{m,g}$ obtained under the test conditions (p_a , p_g , T_g) shall be corrected as if the test had been carried out under the reference test conditions (101,325 kPa, 15 °C, dry gas), and the corrected heat input is calculated using the following formula.

If the volumetric gas rate $q_{V,g}$ is measured in m³/h:

$$P_{\text{inf}} = \frac{p_a + p_g}{101,325} \cdot \frac{288,15}{273,15 + T_g} \cdot H_{i,V} \cdot \frac{q_{V,g}}{3,6}$$

If the mass gas rate $q_{m,g}$ is measured in kg/h no correction is necessary. The heat input is calculated as follows

$$P_{\text{inf}} = H_{i,m} \cdot \frac{q_{m,g}}{3,6}$$

where

- $H_{i,V}$ is, the lower heating value (LHV) of the dry reference gas at 15 °C, 101,325 kPa, in megajoule per cubic metre (MJ/m³);
- $H_{i,m}$ is the lower heating value (LHV) of the dry reference gas at 15 °C, 101,325 kPa, in megajoule per kilogram (MJ/kg);
- P_{inf} is the heat input, if measured as volumetric gas rate then corrected to 101,325 kPa, 15 °C, dry gas, with respect to the lower heating value (LHV) in kilowatt (kW);
- p_a is the atmospheric pressure at the time of the test, in kilopascal (kPa);
- p_g is the gas pressure at the gas meter in kilopascal (kPa);
- $q_{m,g}$ is the measured mass gas rate (measured at $P_{\text{inf,CHP}_{100}+\text{SUP}_{100}}$ or $P_{\text{inf,CHP}_{100}+\text{SUP}_0}$ as applicable), in kilograms per hour (kg/h);
- $q_{V,g}$ is the measured volumetric gas rate (measured at $P_{\text{inf,CHP}_{100}+\text{SUP}_{100}}$ or $P_{\text{inf,CHP}_{100}+\text{SUP}_0}$ as applicable) expressed under the humidity, temperature and pressure conditions at the gas meter, in cubic metres per hour (m³/h);
- T_g is the gas temperature at the gas meter, in degrees Celsius (°C).

It is checked that the requirements of 6.1.2.1 are met.

6.2.2.2 Adjustment of the heat input by the downstream pressure

The small fuel cell CHP appliance is supplied with each of the reference gases for the small fuel cell CHP appliance category at the normal pressure.

The gas rate adjuster is set to the position giving the burner the pressure stated by the manufacturer, measured at the downstream pressure test point.

It is checked that the heat input, determined under the conditions of 6.2.2, meets the requirements of 6.1.2.2.

6.2.2.3 Verification of overall energy efficiency and nominal output (thermal and electrical output)

It is checked that the overall energy efficiency determined under the test conditions of 6.2.1, meets the requirements of 6.1.2.3.

6.2.3 Operation

It is checked that the requirements in 6.1.3 are met.

6.2.4 Combustion and NO_x emissions

The test shall be carried out under the test conditions of 6.2.1.3 and 6.2.1.4. Additional test conditions are given in B.6.2.4 for Europe.

The small fuel cell CHP appliance is adjusted to its nominal heat input for a return temperature, depending on the application of the appliance, according to 6.2.1.2:

- 40 °C ± 2 °C for small fuel cell CHP appliances, with or without supplementary heat generator, connected to a central heating system or a heat storage system;
- 15 °C ± 5 °C for small fuel cell CHP appliances, without supplementary heat generator, connected to a domestic hot water storage only.

The flow is kept constant.

The NO_x measurements are carried out when the small fuel cell CHP appliance is at thermal equilibrium.

No wet meters are used.

The NO_x content of the dry air-free combustion products is given by the following equation(source: ISO 22967:2010):

$$\varepsilon(\text{NO}_x) = \varphi_{\text{ex,m}}(\text{NO}_x) \cdot \left(\frac{21}{21 - \varphi_{\text{ex,m}}(\text{O}_2)} \right) \cdot \left(\frac{V_{\text{ex,th,dr}}}{H_{i,V}} \right) \times 2,056$$

where

$H_{i,V}$	is the inferior calorific value in kWh/m ³ (referring to 15 °C and 101,325 kPa);
$V_{\text{ex,th,dr}}$	is the theoretical reference flue gas volume, dry, in m ³ /m ³ ;
$\varepsilon(\text{NO}_x)$	is the NO _x emission in mg/kWh, referring to the energy input;
$\varphi_{\text{ex,m}}(\text{NO}_x)$	is the measured NO _x emission in ml/m ³ , volumetric;
$\varphi_{\text{ex,m}}(\text{O}_2)$	is the measured volume fraction, expressed as a percentage by volume, of oxygen in the sample taken during the combustion test;
2,056	is the NO ₂ density in kg/m ³ .

Reference values, for example for natural gas (100 % CH₄):

$H_{i,V}$	is 9,968 kWh/m ³ ;
$V_{\text{ex,th,dr}}$	is 8,52 m ³ /m ³ .

NOTE For calculation, the reference values or the real values of the used line-conveyed gas can be applied.

The reference conditions for the combustion air are

temperature:	20 °C,
humidity:	10 g(H ₂ O)/kg(air).

If the test conditions are different from these reference conditions, it will be necessary to correct the NO_x values, using the following equation (source: ISO 22967:2010):

$$\varepsilon_c(\text{NO}_x) = \varepsilon(\text{NO}_x) + \left(\frac{0,02 \times \varepsilon(\text{NO}_x) - 0,34}{1 - 0,02 \times (h_{\text{at}} - 10)} \right) \cdot (h_{\text{at}} - 10) + (0,85 \times (20 - T_{\text{at}}))$$

where

h_{at}	is the combustion air humidity during the measurement of $\varphi_{\text{ex,m}}(\text{NO}_x)$ in g/kg;
T_{at}	is the combustion air temperature during the measurement of $\varphi_{\text{ex,m}}(\text{NO}_x)$ in °C;

$\varepsilon_c(\text{NO}_x)$ is the value of $\varepsilon(\text{NO}_x)$ corrected to the conditions 10 g/kg for humidity and 20 °C for temperature. $\varepsilon_c(\text{NO}_x)$ is expressed in mg/kWh;

$\varepsilon(\text{NO}_x)$ is the calculated NO_x content in mg/kWh, measured at h_{at} and T_{at} .

It is checked that the NO_x values comply with the values of Table 8, depending on the NO_x class chosen.

6.2.5 EMC

It shall be checked, based on the test procedure given in the EMC standard as listed in 6.1.5, that the requirements are met.

7 Marking, installation and operating instructions

Additional requirements specific for Japan are given in C.7.101.

7.1 Marking of the small fuel cell CHP appliance

7.1.1 Data plate

Each appliance shall carry an indelible, solidly fixed, and durable data plate, which is visible on installation. The data plate may be located behind a removable cover.

The small fuel cell CHP appliance data plate(s) shall give the following information:

- name of manufacturer¹ or his identifying symbol;
- serial number of the small fuel cell CHP appliance and year of manufacture;
- trade name or model number of the small fuel cell CHP appliance which identifies the product clearly;
- the country(-ies) of destination, in accordance with ISO 3166-1. Requirements specific for Japan are given in C.7.1.1;
- the intended type of gases/categories shall be specified according to 4.1;
- the gas supply pressure in kPa, if several normal pressures can be used for the same type of gas; they are indicated by their numerical value and the unit “kPa”;
- the small fuel cell CHP appliance type(s); the type(s) shall be specified in accordance with 4.2;
- the nominal useful heat output or for range-rated small fuel cell CHP appliances, the maximum and the minimum useful heat output (if applicable) in kilowatts, given by the symbol $P_{\text{th,nom}}$, $P_{\text{th,max}}$, $P_{\text{th,min}}$, followed by the equals sign, the numeric value(s) and the unit “kW”;
- the nominal electric power output and the maximum and the minimum electric power output (if applicable) in kilowatts, given by the symbol $P_{\text{el,nom}}$, $P_{\text{el,max}}$, $P_{\text{el,min}}$ as relevant followed by the equals sign, the numeric value(s) and the unit “kW”;
- the nominal heat input or for range-rated small fuel cell CHP appliances, the maximum and the minimum heat input (if applicable) in kilowatts, given by the symbol $P_{\text{inf,nom}}$, $P_{\text{inf,max}}$, $P_{\text{inf,min}}$, followed by the equals sign, the numeric value(s) and the unit “kW”;
- the maximum heating water circuit pressure at which the small fuel cell CHP appliance can be used, in kPa;
- for the heating water circuit: maximum flow temperature with the unit “°C”;
- the electrical supply voltage;
- the nominal voltage in volts given by the numerical value and followed by the unit “V”;

¹ “Manufacturer” means the organization or company which assumes responsibility for the product.

- the nature of the electrical supply given by the symbol according to IEC 60335-1;
- in the case of AC current, the nominal frequency in hertz given by the numerical value and followed by the unit “Hz”;
- power consumption in watts given by the numerical value and followed by the unit “W” (if applicable);
- nominal heat input for small fuel cell CHP appliances in the domestic hot water mode ($P_{inf,DHW}$), in kilowatts (kW), if there are different nominal heat inputs for the central heating and domestic hot water modes;
- maximum water service pressure for small fuel cell CHP appliances for the domestic hot water circuit, in MPa.

The indelibility of markings shall be checked by a test carried out in accordance with IEC 60335-1.

Additional requirements are given in B.7.1.1 for Europe and in C.7.1.1 for Japan.

7.1.2 Supplementary markings

On an additional data plate, the small fuel cell CHP appliance shall carry visible and indelible information relating to its state of adjustments (if applicable):

- the direct country(ies) of destination in accordance with the symbols in 7.1.1;
- the type of gas or range of gas group, the symbol of the gas type, the gas supply pressure. Further requirements may be given in the regional annexes.

Additional requirements are given in B.7.1.2 for Europe.

7.1.3 Packaging

The label on the package shall contain the small fuel cell CHP appliance type and information concerning type of gases, as well as warnings in accordance with 7.1.4.

7.1.4 Warnings on the small fuel cell CHP appliance and the packaging

One or more labels shall give at least the following warnings, such that they are visible and readable for the user:

- read the installation instruction before installing the small fuel cell CHP appliance;
- read the operating instructions before first start-up of the small fuel cell CHP appliance.

If the small fuel cell CHP appliance is intended to be installed outdoors or semi-outdoors it shall be marked as such.

7.1.5 Other information

No other information shall be carried on the small fuel cell CHP appliance or the packaging if it is likely to create confusion in relation to the actual state of adjustment of the small fuel cell CHP appliance and the corresponding types of gas.

7.2 Installation instructions

7.2.1 General

The installation instructions shall contain general information to address the items given in 7.2.1.1 and 7.2.1.2 as well as the detailed information as required by 7.2.2 to 7.5.

7.2.1.1 General safety requirements and strategy

The small fuel cell CHP appliance and associated equipment, components and controls shall be installed in accordance with the manufacturer's instructions. Based on the quantity of fuel and other stored energy (e.g. flammable materials, pressurized media, electric energy, mechanical energy) within the small fuel cell CHP appliance, there is a need to eliminate hazards to personnel or damage to equipment or property external to the small fuel cell CHP appliance as far as rationally possible. The general safety strategy for the installation of the small fuel cell CHP appliance shall be established according to the following sequence.

- Avoid the possible release of combustible and/or toxic gases and pollutant gases, liquids and solids.
- Eliminate hazards to personnel or damage to equipment or property external to the small fuel cell CHP appliance and the related installation as far as rationally possible, when such energy or gases are released almost instantaneously.
- Provide appropriate safety markings concerning the remaining risks of hazards.

The following hazards shall be addressed:

- mechanical hazards: sharp surfaces, tripping hazards, moving masses and instability, strength of materials and liquids or gases under pressure;
- electrical hazards: contact of persons with live parts, short-circuits, high voltage;
- thermal hazards: hot surfaces, release of high temperature liquids or gases, thermal fatigue;
- fire and explosion hazards: flammable gases or liquids, potential for explosive mixtures during normal or abnormal operating conditions, potential for explosive mixtures during fault conditions;
- malfunction hazards: unsafe operation of installation related equipment due to failures of software, control circuit or protective/safety components or incorrect manufacturing or misoperation;
- material and substance hazards: material deterioration, corrosion, embrittlement, toxic releases, choking hazards (e.g. by replacing oxygen by inert purge gases);
- waste disposal hazards: disposal of toxic materials, recycling, disposal of flammable liquids or gases;
- environmental hazards: unsafe operation in hot/cold environments, rain, flooding, wind, earthquake, external fire, smoke.

7.2.1.2 Siting considerations

7.2.1.2.1 General siting

The small fuel cell CHP appliance and associated equipment, components, and controls shall be sited in accordance with the manufacturer's instructions which should cover the following requirements.

- It shall be located and secured as necessary so that the system and equipment will not be adversely affected by wind and seismic events. It shall be protected so as not to be adversely affected by rain, snow, ice, water and or freezing temperatures, unless the system and installation equipment is designed for those conditions.
- It shall be located outside of potentially hazardous atmospheres as defined by IEC 60079-10-1, unless approved for the specific installation.
- It shall be sited so that the small fuel cell CHP appliance and equipment do not adversely affect building exits.
- It shall be located so that the small fuel cell CHP appliance(s) and components of a small fuel cell CHP appliance and their respective vent or exhaust terminations are separated from doors, windows, outdoor intakes and other openings into a building to prevent introduction of exhaust gases into the building.

- The exhaust outlet(s) shall not present a hazard when directed onto walkways or other paths of travel for pedestrians.
- It shall be located in a manner that allows service, maintenance and emergency access.
- It shall be located away from combustible materials, high-piled stock and other exposures to fire hazards. Distances and clearances shall be according to regulations given by the authority having jurisdiction (AHJ).
- It shall be located or protected to prevent physical damage from moving vehicles or equipment.
- Multiple small fuel cell CHP appliances shall be located or protected such that a fire or failure of one of the systems does not present a safety hazard to adjacent small fuel cell CHP appliances.
- Where demonstrated by an engineering analysis that the prescriptive requirements in this subclause are unnecessary to achieve an equivalent level of safety, approved alternatives shall be proposed for permission by the AHJ.
- Discharged liquids and vapours shall be disposed of according to the AHJ.
- Waterproofing of floors and installation of drainage piping and other appropriate actions shall be taken when installing a small fuel cell CHP appliance which is expected to require drainage.

7.2.1.2.2 Outdoor and semi-outdoor installations

7.2.1.2.2.1 Air intakes and vents

Air intakes and vents to a small fuel cell CHP appliance shall be located so that the plant is not adversely affected by other exhausts, gases or contaminants. Air intakes to a small fuel cell CHP appliance shall be kept unobstructed so their flow capacity is not affected by agglomeration of solids, dust, water, ice and snow.

7.2.1.2.2.2 Air intakes and exhaust

Air intakes and exhaust to and from a small fuel cell CHP appliance shall not impact travel on walkways or other paths of travel for pedestrians.

7.2.1.2.2.3 Exhaust outlets

The exhaust outlet(s) from process areas, or areas that contain fuel-bearing components of a small fuel cell CHP appliance, including outlets from relief valves, shall be located in such a manner that it will not affect heating, ventilating, and air-conditioning (HVAC) air intakes, windows, doors, and other openings into buildings.

7.2.1.2.2.4 Area around outlets

The area around outlets from fuel processes or compartments that contain fuel-bearing components and relief valves outlets shall be evaluated in accordance with IEC 60079-10-1.

7.2.1.2.2.5 Enclosures

Security barriers, fences, landscaping and other enclosures shall not affect the required airflow into or exhaust out of the small fuel cell CHP appliance and its components.

7.2.1.2.3 Indoor installations

Indoor small fuel cell CHP appliances and their associated components shall be installed in rooms that meet the requirements of the applicable national standards.

7.2.2 Technical instructions

7.2.2.1 General

Detailed manuals with the technical instructions for installation, use and maintenance shall be provided with each small fuel cell CHP appliance.

These instructions shall at least include the following instructions stated in 7.2.2.2 to 7.2.2.6.

7.2.2.2 General technical instructions

- The information of the data plate, with the exception of the serial number and the year of manufacture (see 7.1.1).
- The meaning of the symbols used on the small fuel cell CHP appliance and its packaging, in accordance with 7.1.1 and 7.1.2.
- Reference to certain standards and/or particular regulations if these prove to be necessary for the correct installation and the use of the small fuel cell CHP appliance.
- Information (if necessary, see 5.3.3.1.4 and 5.3.3.1.5)
 - about the minimum distances to be met from inflammable materials, and
 - indicating that walls sensitive to heat, for example wood, shall be protected by suitable insulation (if necessary).
- A general description of the appliance, with an illustration of the principle parts (sub-assemblies) which shall be removed to rectify operational faults.
- The minimum and maximum ambient temperatures at which the small fuel cell CHP appliance is designed to operate.
- The servicing necessary and the recommended service interval.
- Indication that, following the installation of the small fuel cell CHP appliance, a qualified person (e.g. installer) shall instruct the user in the operation of the small fuel cell CHP appliance and the safety devices (if applicable) and shall give at least the operating instructions to the user.
- The NO_x class of the small fuel cell CHP appliance. Specific requirements for Japan are given in C.7.2.2.2.
- For storage type combination small fuel cell CHP appliances
 - where necessary, description of how the small fuel cell CHP appliance and the tank are connected;
 - indication that it will be necessary to fit safety devices specified in local installation regulations, if they have not been fitted on the small fuel cell CHP appliance.
- For domestic hot water type of small fuel cell CHP appliances
 - the minimum pressure at the inlet to the domestic hot water circuit.
- For small fuel cell CHP appliances intended to be installed semi-outdoors or outdoors,
 - the minimum and maximum ambient temperatures at which the small fuel cell CHP appliance is designed to operate;
 - information concerning the installation in a semi-outdoor place; all necessary instructions and requirements for a correct installation location, including exterior pipe work, shall be specified;
 - the frost protection system, if any, shall be described in general terms in the technical instructions for the installer. It shall be included in the technical instructions for the installer that materials used in the installation of the small fuel cell CHP appliance should be such as to maintain their function within the declared installation temperatures.

7.2.2.3 Installation and adjustment of the gas carrying circuit

- Check that the information of 7.1.2 concerning the state of adjustment given on the data plate or on the additional data plate is compatible with the local supply conditions.
- Adjustment instructions (if applicable) for small fuel cell CHP appliances which are adjustable by the installer, incorporating an adjustment table in which the volume or the mass rates are stated in m³/h or kg/h, or incorporating the burner pressure in relation to the possible adjustment data in accordance with the category(ies); the reference conditions are 15 °C, 101,325 kPa, dry gas.
- For small fuel cell CHP appliances capable of operating on several gases, information of the operations required to convert from one gas to another and indication that the adjustments and modifications shall only be carried out by a competent person; when an adjustment is carried out by a competent person, the adjustment device shall be sealed after adjustment.
- For small fuel cell CHP appliances fitted with gas/air ratio controls, a clear statement on whether or not the gas/air ratio control settings are intended to be adjustable by the installer and/or a service operative. If the gas/air ratio control is to be adjustable then the adjustment method shall be described. Information shall include a CO₂ and/or O₂ value to be used for setting the gas/air ratio control. This value should be accompanied by the acceptable tolerances on the CO₂ and/or O₂ value. A maximum permitted value for CO should also be given.

7.2.2.4 Installation with the central heating circuit, if applicable

- Information about the maximum water temperature in °C.
- Examples of types of controls which can be used.
- The precautions to be taken to limit the level of operating noise of the installation (if required).
- For sealed systems, instructions concerning the installation of a pressurized expansion vessel when the small fuel cell CHP appliance is not originally fitted with such a device.
- Information on
 - either the characteristic curve of the water pressure head available at the small fuel cell CHP appliance outlet connection if the small fuel cell CHP appliance has an integral pump, or
 - the pressure loss as a function of water rate, in graphical or tabular form, for a small fuel cell CHP appliance supplied without a pump.
- For small fuel cell CHP appliances complying with 5.2.7.9.3.2, information that they shall only be installed with a central heating system with an open expansion vessel.

7.2.2.5 Installation of the combustion circuit

- Information about the type of installation for which the small fuel cell CHP appliance is approved.
- The instruction that the small fuel cell CHP appliance has to be installed with the necessary accessories (e.g. ducts, duct terminal, fitting piece) supplied with the small fuel cell CHP appliance or give the specification of the necessary accessories that shall be fitted.
- The instruction for the installation of parts intended to be fitted to the small fuel cell CHP appliance.
- The maximum number of bends to be used and the maximum length and, if necessary, the minimum length of the air supply and combustion products evacuation ducts.
- The particular characteristics of the duct terminal guard, where provision for this is made, and information on its installation relative to the duct terminal.
- For Type C₁ small fuel cell CHP appliances:
 - the information if and how the duct terminal shall be placed on the wall and/or on the roof;

- the instruction that the duct terminal outlets from separate ducts shall fit inside a square of 500 mm.
- For Type C₃ small fuel cell CHP appliances:
 - the instruction that the duct terminal outlets from separate ducts shall fit inside a square of 500 mm;
 - the instruction that the distance between the planes of the two orifices shall be at least 500 mm.
- For Type C₄ small fuel cell CHP appliances:
 - nominal working combustion products temperature and mass flow rate;
 - overheat combustion products temperature;
 - the minimum and maximum pressure loss permitted in the air supply and combustion products evacuation ducts, or the minimum and maximum length of these ducts;
 - minimum combustion products temperature and mass flow rate at the minimum heat input with the maximum length of ducts, if necessary;
 - the characteristics of the common duct systems to which the small fuel cell CHP appliance can be connected.
- For Type C₅ small fuel cell CHP appliances:
 - the instruction that the duct terminals for the supply of combustion air and for the evacuation of combustion products shall not be installed on opposite walls of the building.
- For Type C₆ small fuel cell CHP appliances delivered without their own duct system:
 - nominal working combustion products temperature and mass flow rate;
 - overheat combustion products temperature;
 - minimum combustion products temperature and mass rate at the minimum heat input;
 - maximum allowable draught and maximum allowable pressure difference between combustion air inlet and flue gas outlet (including wind pressures);
 - instruction that the small fuel cell CHP appliance shall only be installed with a duct terminal that complies with the requirements of local chimney standards;
 - the method of calculating the pressure loss in the air supply and combustion products evacuation ducts, starting from the values of the temperature and mass rate of the combustion products in relation to the CO₂ volume fraction.
- For Type C₈ small fuel cell CHP appliances:
 - nominal working combustion products temperature and mass flow rate;
 - overheat combustion products temperature;
 - minimum combustion products temperature and mass rate at the minimum heat input;
 - the characteristics of the chimney to which the small fuel cell CHP appliance can be connected.
- For Type C₉ small fuel cell CHP appliances:
 - the minimum usable diameter/cross section area of the vertical duct supplying the combustion air shall be specified.

Additional requirements are given in B.7.2.2.5 for Europe and in C.7.2.2.5 for Japan.

7.2.2.6 Electrical installation

- The information to consider certain standards and/or particular (national/regional) regulations, if these prove to be necessary for the correct installation with the electrical grid.
- The obligation to earth small fuel cell CHP appliances incorporating mains supplied electrical equipment.

- A circuit diagram with terminals (including those for external control).

7.3 Operating instructions (i.e. users instructions)

Each small fuel cell CHP appliance shall be accompanied by instructions intended for the user. They shall include the necessary information on using and maintaining the small fuel cell CHP appliance and incorporate at least the following:

- point out that a competent person should be called on to install, convert and adjust the small fuel cell CHP appliance where appropriate;
- specify the operations to start up and shut down the small fuel cell CHP appliance;
- specify that it is necessary to abide by the warnings;
- explain the operations necessary for normal operation, cleaning and day-to-day maintenance of the small fuel cell CHP appliance;
- explain any precautions to be taken against frost (if necessary);
- warn against incorrect use;
- forcibly warn against any interference with a sealed component (if applicable);
- point out that the small fuel cell CHP appliance should be checked and maintained periodically by a competent person.

Additional requirements are given in B.7.3 for Europe.

7.4 Conversion instructions (if applicable)

Parts or procedures intended for conversion to another gas family, another group, another range and/or another supply pressure, shall be accompanied by conversion instructions intended for a competent person.

The instructions shall:

- specify the parts and/or procedures necessary to carry out the conversion and their means of identification,
- clearly specify the operations necessary to change the parts and make the correct adjustment (if applicable),
- describe procedures necessary for conversion (if applicable),
- specify that any broken seals shall be re-made and/or any adjusters shall be sealed.

A self-adhesive label which is intended to be fitted on the small fuel cell CHP appliance shall be supplied with the parts and the conversion instructions. It shall be possible to state on this label the marking specified in 7.1.2 for which the small fuel cell CHP appliance has been adapted, indicating

- the gas group or range,
- the gas type,
- the gas supply pressure.

Additional requirements are given in B.7.4 for Europe.

7.5 Presentation

All the information of 7.1, 7.2, 7.3 and 7.4 shall be given in the language(s) and in accordance with the practice of the country(ies) in which the small fuel cell CHP appliance is intended to be installed.

Annex A (informative)

Significant hazards, hazardous situations and events dealt with in this standard

Table A.1 lists the significant hazards, hazardous situations and events dealt with in this standard, together with the relevant clause(s)/subclause(s).

Table A.1 – Hazardous situations and events

Significant hazards, hazardous situations and events	Clause/subclause
☐ Mechanical hazards due to:	
☐ Shape (sharp surfaces)	5.1, 5.2.3.2.3
☐ Relative location (trip/crash hazard)	5.1
☐ Mass and stability (potential energy of elements which may move under the effect of gravity)	5.1
☐ Mass and velocity (kinetic energy of elements in controlled or uncontrolled motion)	5.1
☐ Inadequacy of mechanical strength (inadequate specification of material or geometry)	5.1, 5.2.1
☐ Fluids under pressure (over-pressurization, ejection of fluids under pressure, vacuum)	5.1, 5.4.2.1.2.1, 5.4.2.3, 5.4.2.4, 5.4.5
☐ Electrical hazards due to:	
☐ Contact of persons with live parts (direct contact)	5.2.6
☐ Contact of persons with parts that have become live under faulty conditions (indirect contact)	5.2.6
☐ Approach to live parts under high voltage	5.2.6
☐ Electrostatic phenomena	5.2.6, 5.3.2.1.3.1, 5.3.6
☐ Electromagnetic phenomena	5.2.6, 5.3.6
☐ Heat/chemical effects from short circuits, overloads	5.2.6
☐ Projection of molten particles	5.2.6
☐ including residual charge on the fuel cell stack and energy hazard between cells	5.1
☐ Thermal hazards due to:	
☐ Contact of persons with surfaces at extreme high temperatures	5.2.6
☐ Release of high temperature fluids	5.3.3
☐ Thermal fatigue	5.2.6
☐ Equipment over temperature causing unsafe operation	5.2.6
☐ Hazards generated by materials and substances:	
☐ Hazards from contact with, or inhalation of, harmful fluids, gases, mists, fumes and dusts	5.1, 5.2.6
☐ Fire or explosion hazard due to leak of flammable fluids	5.1, 5.3.2
☐ Fire or explosion hazard due to internal build-up of flammable mixture	5.1, 5.3.2
☐ Hazardous situations caused by material deterioration (for example, corrosion) or accumulation (for example, fouling)	5.1, 5.3.2
☐ Asphyxiation	5.1, 5.2.6
☐ Reactive materials (pyrophoric)	5.1, 5.2.6
☐ Hazards generated by malfunctions:	
☐ Unsafe operation due to failures or inadequacy of software or control logic	5.1, 5.2.6, 5.3
☐ Unsafe operation due to failures of control circuit or protective/safety components	5.1, 5.2.6, 5.3

Significant hazards, hazardous situations and events	Clause/subclause
☐ Unsafe operation due to power outage	5.1, 5.2.6, 5.3
☐ Hazards generated by neglecting ergonomic principles:	
☐ Hazards due to inadequate design, location or identification of manual controls	5.1, 5.2.6, 5.3
☐ Hazards due to inadequate design or location of visual display units and warning signs	5.1, 5.2.6, 5.3
☐ Noise	5.3
☐ Hazards generated by erroneous human intervention:	
☐ Hazards due to deviation from correct operating	5.1, 5.2.6, 5.3
☐ Hazards due to errors of manufacturing/fitting/installation	5.1, 5.2.6, 5.3
☐ Hazards due to errors of maintenance	7
☐ Vandalism	
☐ Environmental hazards:	
☐ Unsafe operation in extreme hot/cold environments	7
☐ Rain, flooding	5.3.7.1
☐ Wind	5.3.7.2
☐ Earthquake	7.2.1.1
☐ External fire	5.2.4.2, 5.2.6
☐ Smoke	5.2.6
☐ Snow, ice load	
☐ Attack by vermin	
☐ Pollution:	
☐ Air pollution	5.2.6
☐ Water pollution	5.2.6
☐ Soil pollution	5.2.6

Annex B (informative)

Requirements specific for Europe

Only those subclauses in this International Standard that are modified by requirements specific to European countries have been listed in Annex B, numbered correspondingly to the respective subclause in the main body of the standard. The other requirements apply without modification. Subclauses which are additional to those in the main body of the standard are numbered starting from 101.

B.1 Scope

Clause 1 is applicable with the following addition:

This standard applies to small fuel cell CHP appliances of Type B₂₂, Type B₂₃, Type B₃₂, Type B₃₃, Type B₅₂, Type B₅₃, Type C₁, Type C₃, Type C₄, Type C₅, Type C₆, Type C₈ and Type C₉ as classified in CEN/TR 1749,

- which use one or more combustible gases of the three gas families at the pressures stated in EN 437,
- where the temperature of the water heat transfer fluid does not exceed 105 °C during normal operation,
- where the maximum operating pressure in the
 - heating water circuit does not exceed 0,6 MPa,
 - domestic hot water circuit (if installed) is a maximum of 1,0 MPa,
- which are intended to be installed in semi-outdoor places, and
- which are intended to produce hot water either by the instantaneous or storage principle.

NOTE For applications where the maximum allowable temperature exceeds 110 °C or where volume multiplied by maximum allowable pressure exceeds 5,0 MPa · l, further requirements can be necessary to comply with the essential requirements of Directive 2014/68/EU (Pressure Equipment Directive (PED)).

B.2 Normative references

Clause 2 is applicable with the following modifications:

All references to IEC or ISO standards used in the main part of the standard shall be replaced by the relevant European standard especially if harmonized to a relevant European Directive such as 2009/142/EG (GAD), 2014/35/EU (LVD).

Reference in Clause 2	Replaced by
ISO 23551-2	EN 88-1, <i>Pressure regulators and associated safety devices for gas appliances – Part 1: Pressure regulators for inlet pressures up to and including 500 mbar</i>
-	EN 126, <i>Multifunctional controls for gas burning appliances</i>
ISO 23551-1	EN 161, <i>Automatic shut-off valves for gas burners and gas appliances</i>

Reference in Clause 2	Replaced by
IEC 60730-2-5	EN 298, <i>Automatic burner control systems for burners and appliances burning gaseous or liquid fuels</i>
-	EN 437, <i>Test gases – Test pressures – Appliance categories</i>
-	EN 1057, <i>Copper and copper alloys – Seamless, round copper tubes for water and gas in sanitary and heating applications</i>
-	EN 10029, <i>Hot-rolled steel plates 3 mm thick or above – Tolerances on dimensions and shape</i>
ISO 23552-1	EN 12067-2, <i>Gas/air ratio controls for gas burners and gas burning appliances – Part 2: Electronic types</i>
-	EN 13501-1, <i>Fire classification of construction products and building elements – Part 1: Classification using data from reaction to fire tests</i>
ISO 23550	EN 13611, <i>Safety and control devices for burners and appliances burning gaseous and/or liquid fuels – General requirements</i>
-	EN 50438, <i>Requirements for micro-generating plants to be connected in parallel with public low-voltage distribution networks</i>
-	CLC/TS 50549-1, <i>Requirements for generating plants to be connected in parallel with distribution networks – Part 1: Connection to a LV distribution network above 16 A</i>
IEC 60335-2-102	EN 60335-2-102, <i>Household and similar electrical appliances – Safety Part 2-102: Particular requirements for gas, oil and solid-fuel burning appliances having electrical connections</i> (IEC 60335-2-102:2004, IEC 60335-2-102:2004/AMD1:2008 and IEC 60335-2-102:2004/AMD :2012, modified)
IEC 60730-1	EN 60730-1, <i>Automatic Electrical Controls – Part 1: General requirements</i>
-	CEN/TR 1749, <i>European scheme for the classification of gas appliances according to the method of evacuation of the products of combustion (types)</i>

B.4 Appliance classification

B.4.1 Gases and gas categories

Subclause 4.1 is replaced by the following:

Gases are classified into families, groups and ranges in accordance with EN 437.

Small fuel cell CHP appliances are classified into categories in accordance with EN 437.

NOTE Due to future development in supply gases additional test gases will be taken into account. Unless there is no decision made, the currently existing limit gases are state of the art.

B.4.3 Maximum water side operating pressure

Subclause 4.3 is applicable with the following addition:

The pressure class limits are:

- pressure class 1: $p_{w,max} = 0,1 \text{ MPa}$ (1 bar)
- pressure class 2: $p_{w,max} = 0,3 \text{ MPa}$ (3 bar)
- pressure class 3: $p_{w,max} = 0,6 \text{ MPa}$ (6 bar)

B.5.2 Construction requirements for safety

B.5.2.3.1.3.2 For the heating water circuit or domestic hot water circuit

Subclause 5.2.3.1.3.2 is applicable with the following addition:

If copper connections are used, the connecting end of the tube shall comply with EN 1057.

B.5.2.3.1.3.4 Drainage

Subclause 5.2.3.1.3.4 is applicable with the following addition:

If it is not possible to drain the appliance by means of its water connections, it shall carry a device that enables it to be drained and can be operated by means of a tool such as a spanner or screwdriver.

B.5.2.3.2.1 Air supply and combustion products evacuation ducts

Subclause 5.2.3.2.1 is applicable with the following addition:

The duct terminal outlets from separate ducts for the supply of combustion air and the evacuation of combustion products

- of Type C₁ and Type C₃ small fuel cell CHP appliances shall fit inside a square of 50 cm, and
- may terminate in zones of different pressure for Type C₅ small fuel cell CHP appliances, but not on opposite walls of the building.

B.5.2.3.2.3 Duct terminal guard

Subclause 5.2.3.2.3 is applicable with the following addition:

The distance between any part of the duct terminal guard and the duct terminal, except the wall plate, shall exceed 50 mm.

B.5.2.3.2.4 Fitting piece

Subclause 5.2.3.2.4 is applicable with the following addition:

Subclause 5.2.3.2.4 applies for Type C₄ and Type C₈.

B.5.2.3.4 Connection to the electrical supply system

Subclause 5.2.3.4 is applicable with the following addition:

The technical requirements for connection and operation in parallel with public low voltage distribution networks shall comply with EN 50438 or CLC/TS 50549-1 respectively.

B.5.2.5 Material

B.5.2.5.2 Thermal insulation

Subclause 5.2.5.2 is applicable with the following addition:

The insulation shall be of fire-retardant material Euro-Class B according to EN 13501-1. However, normal-flammability materials Euro-Class D according to EN 13501-1 are permitted provided that

- the insulation is applied to surfaces in contact with water, or
- the temperature of the surface to which it is applied does not exceed 85 °C in normal operation, or
- the insulation is protected by a non-combustible case having an appropriate wall thickness.

If flames can come into contact with the insulation, the insulation shall be non-flammable material Euro-Class A1 or A2 according to EN 13501-1.

B.5.2.5.101 Materials and thicknesses of walls or tubes under water pressure of pressure class 3

B.5.2.5.102 General

The characteristics of the materials and the thicknesses of walls under pressure shall comply with the requirements of B.5.2.5.103, B.5.2.5.104 and B.5.2.5.105. If other materials and/or other thicknesses are used, the manufacturer shall provide appropriate justification in respect of fitness for purpose.

B.5.2.5.103 Materials

Materials for parts under pressure shall be appropriate for their duty and envisaged use.

The following materials satisfy these criteria:

- steels that have the properties and chemical composition detailed in Table B.2;
- cast irons that have the mechanical properties detailed in Table B.2;
- non-ferrous materials detailed in Table B.3 and Table B.4.

B.5.2.5.104 Thickness

The minimum wall thicknesses of parts under water pressure are given in Table B.5 and Table B.6.

For rolled steel the tolerances are given in EN 10029.

The thicknesses of cast walls given in the production drawings shall not be less than the nominal minimum thicknesses given in Table B.6 for parts of cast iron or of cast materials which are subjected to pressure. The actual minimum thickness of the small fuel cell CHP appliance sections and of parts subjected to pressure shall be greater than 0,8 times those given in the drawings.

B.5.2.5.105 Welded seams and welding fillers

Materials shall be suitable for welding. The materials given in Table B.2 may be used and do not require additional heat treatment for welding.

Welded seams shall show no cracks or bonding faults and butt welded seams shall be faultlessly welded over the whole cross-section.

Single-sided fillet welds and half Y-welds without full penetration into the base metal shall not be subjected to bending stresses. Flue pipes, set-through stays and similar components need not be welded from both sides. Double fillet welds are permissible if sufficiently cooled.

Projections into the flue ways in areas of high thermal stresses shall be avoided.

Corner welds, edge welds and similar welds which are subject to considerable bending stresses under unfavourable manufacturing or operating conditions are to be avoided.

For welded-in longitudinal stays, stay tubes or stay bolts, the shearing cross-section of the fillet weld shall be at least 1,25 times the required cross-section of the bolt or stay tube.

Details of the welds mentioned are given in Table B.7. Welding fillers shall permit a joint appropriate to the base material to be made.

The terms given in Table B.7 are in accordance with EN 22553; the reference numbers of welding processes are in accordance with ISO 857-1, ISO 857-2 and EN ISO 4063 respectively.

Table B.1 – Mechanical properties and chemical compositions of carbon and stainless steels

Mechanical properties						Chemical composition by mass									
Materials	Steel type	Tensile strength R_m	Yield point $R_{0,2}$	Breaking elongation A_{long} at $L_0 = 5 d_0$	Breaking elongation A_{transv} at $L_0 = 5 d_0$	%									
		N/mm ²	N/mm ²	%	%	C	P	S	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Ti	Nb/Ta
Pipes, sheets	carbon	≤ 520	≤ 0,7 ^a	≥ 20	–	≤ 0,25	≤ 0,05	≤ 0,05	–	–	–	–	–	–	–
	ferritic	≤ 600	≥ 250	≥ 20	≥ 15	≤ 0,08	≤ 0,045	≤ 0,030	≤ 1,0	≤ 1,0	15,5 to 18	≤ 1,5	–	≤ 7 × %C	≤ 12 × %C
	aus-tenitic	≤ 800	≥ 180	≥ 30	≥ 30	≤ 0,08	≤ 0,045	≤ 0,030	≤ 1,0	≤ 2,0	16,5 to 20	2,0 to 3,0	9 to 15	≤ 5 × %C	≤ 8 × %C

An adequate high temperature yield point for the highest possible temperature of the steel shall be guaranteed.

^a Ratio yield point/tensile strength.

Table B.2 – Minimum requirements for cast iron

Flake graphite cast iron (EN 1561):	
– Tensile strength R_m	≥ 150 N/mm ²
– Brinell hardness	160 HB to 220 HB 2,5/187,5
Spheroidal graphite cast iron (annealed ferritic):	
– Tensile strength R_m	≥ 400 N/mm ²
– Notch impact strength	≥ 23 J/cm ²

Table B.3 – Parts in aluminium and aluminium alloys

	Tensile strength R_m N/mm ²	Temperature range °C
Al 99,5	≥ 75	up to 300
Al Mg2 Mn 0,8	≥ 275	up to 250

Table B.4 – Parts in copper or copper alloys

	Tensile strength R_m N/mm ²	Temperature range °C
SF-Cu	≥ 200	up to 250
Cu Ni 30 Fe	≥ 310	up to 350

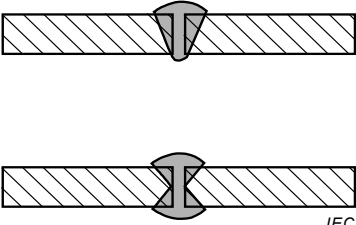
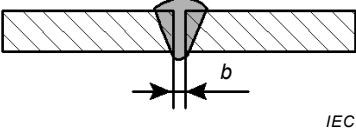
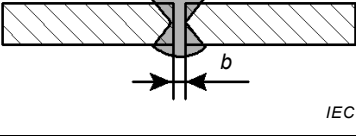
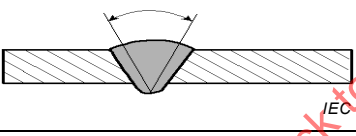
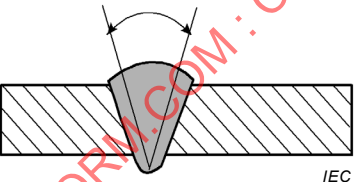
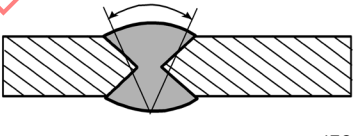
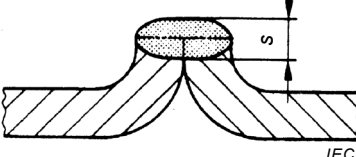
Table B.5 – Minimum thicknesses for rolled parts

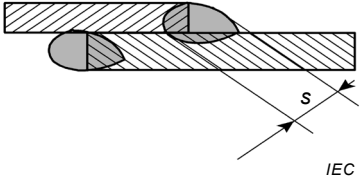
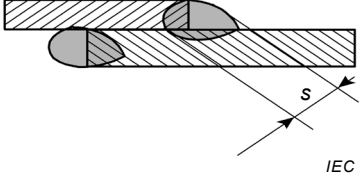
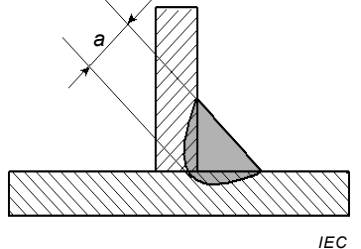
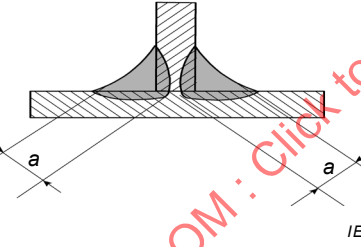
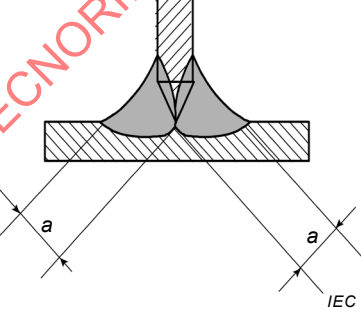
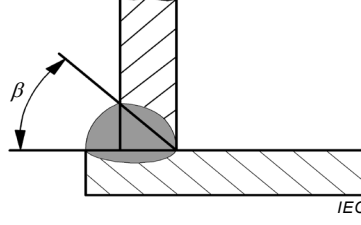
Carbon steels; aluminium			Protected steels; stainless steels; copper		
a ^a	b ^b	c ^c	a ^a	b ^b	c ^c
mm	mm	mm	mm	mm	mm
4	3	2,9	2	2	1
^a Column a: for walls of combustion chambers exposed to water and fire, and for horizontal walls of convection heating surfaces. ^b Column b: for walls exposed only to water and for rigid shapes, for example convection heating surfaces outside the combustion chamber. ^c Column c: tubes of convection heat exchangers.					

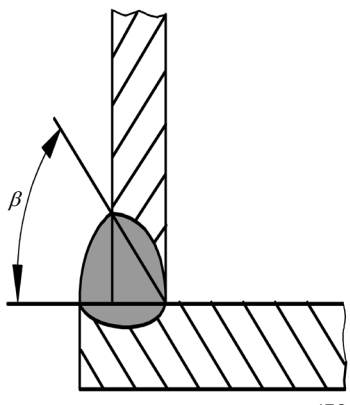
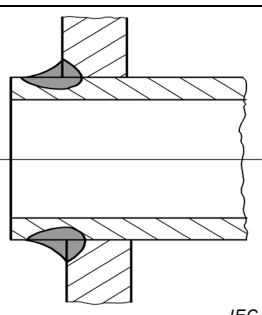
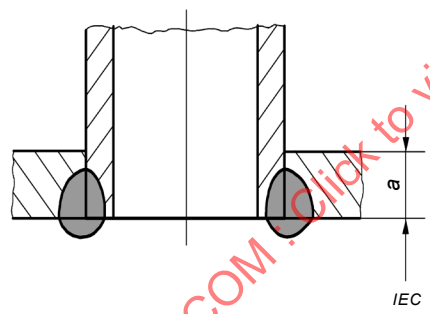
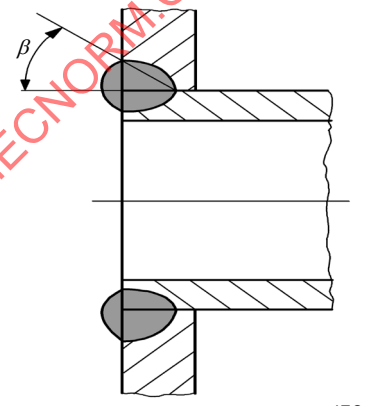
Table B.6 – Nominal minimum thicknesses of small fuel cell CHP appliance sections

Nominal heat input $P_{inf,nom}$ kW	Flake graphite cast iron aluminium mm	Spheroidal graphite annealed ferritic cast iron, copper mm
≤ 35	3,5	3,0
> 35	4,0	3,5

Table B.7 – Weld joints and welding processes

No.	Weld joint type	Material thickness t mm	Welding process ^a	Remarks
1.1	Square butt weld  IEC	≤ 6 (8)	135 12 131 (111)	Permissible up to $t = 8$ mm on use of deep penetration electrodes or welding on both sides
1.2	Square butt weld  IEC	≥ 6 up to 12	12	Root gap $b = 2$ mm to 4 mm with stiffener, powder holder necessary
1.3	Square butt weld (double)  IEC	> 8 up to 12	135 12 (111)	Root gap $b = 2$ mm to 4 mm Deep penetration electrodes shall be used for manual electro welding
1.4	Single-V butt weld  IEC	up to 12	(111)	Seam preparation V-seam 60°
1.5	Single-V butt weld  IEC	up to 12	135 12	Seam preparation V-seam 30° to 50° depending on thickness of material
1.6	Double-V butt weld  IEC	greater than 12	135 12	Seam preparation double V-seam 30° to 50° depending on material thickness
1.7	Butt weld between plates with raised edges  IEC	≤ 6	135 141 131 (111)	Only permissible in exceptional cases for parts welded in Moreover, the welds shall be kept largely free from bending stresses Not suitable for directly fired wall parts $s = 0,8 \times t$

No.	Weld joint type	Material thickness t mm	Welding process ^a	Remarks
1.8	Overlap welding 	≥ 6	135 12	Welds of this type are to be kept largely free from bending stresses Not suitable for directly fired wall parts $s = t$
1.9	Overlap welding (continued) 	≤ 6	135 12 (111)	Not suitable for directly fired wall parts $s = t$
2.1	Fillet weld 	≤ 6	135 12 (111)	Welds of this type are to be kept largely free from bending stresses $a = t$
2.2	Double-fillet weld 	≤ 12	135 12 (111)	$a = t$
		> 12	135 12 (111)	$a = 2/3 t$
2.3	Double-bevel butt weld 	≤ 12	135 12 (111)	$a = t$
		> 12	135 12 (111)	$a = 2/3 t$
2.4	Single-bevel butt weld 	≤ 12	135 12 (111)	for (111) $\beta = 60^\circ$
		> 12	135 12	for 135, 12 $\beta = 45^\circ$ to 50°

No.	Weld joint type	Material thickness <i>t</i> mm	Welding process ^a	Remarks
2.5	Single-bevel butt weld 	≤ 12	135 12 (111)	for (111) β = 60° for 135, 12 β = 45° to 50°
2.6		≤ 12	135 (111)	Tube ends shall not project beyond fillet weld if it is subjected to heat radiation
2.7		≤ 6	135 (111)	Welding in of tube under high thermal stress $a \geq t$
2.8			135 (111)	Welding in of tube under high thermal stress For (111) β = 60° For 135 β = 45° to 50°
Reference numbers of welding processes in accordance with ISO 857-1, ISO 857-2 or EN ISO 4063:				
Reference number	Process			
12	Submerged arc welding			
111	Metal-arc welding with covered electrode			
131	Metal-arc inert gas welding; MIG welding			

135	Metal-arc-active gas welding; MAG welding
141	Tungsten inert gas arc welding TIG welding

B.5.2.6 Electrical safety

Subclause 5.2.6 is applicable with the following addition:

The technical requirements for connection and operation in parallel with public low voltage distribution networks shall comply with EN 50438 or with CLC/TS 50549-1 respectively.

B.5.2.7.2.3 Gas/air ratio controls

Subclause 5.2.7.2.3 is applicable with the following addition:

Control tubes for air or combustion products shall have a minimum cross-sectional area of 12 mm² with a minimum internal dimension of 1 mm.

B.5.2.7.6 Combustion products evacuation duct

B.5.2.7.6.1 Stability under mechanical loading

Subclause 5.2.7.6.1 is applicable with the following modification:

Replace the third dashed list item with the following text:

- where applicable, resistance to lateral load for a reference wind velocity pressure of 1,5 kN/m².

B.5.2.7.7 Removal of condensate

Subclause 5.2.7.7 is applicable with the following addition:

The internal diameter of the outside connection of the condensate discharge system shall be at least 13 mm. If the small fuel cell CHP appliance incorporates some form of pump assisted condensate disposal, the size of the discharge from the small fuel cell CHP appliance and connection to any point of gravity shall be specified by the small fuel cell CHP appliance manufacturer.

A water trap has a seal of at least 25 mm at the maximum pressure in the combustion chamber at the maximum flue gas length specified by the manufacturer.

B.5.2.7.9 Requirements for adjusting, control and safety devices (if applicable)

B.5.2.7.9.1 General

Subclause 5.2.7.9.1 is applicable with the following addition:

Elastomers used in adjusting, supervision, control and safety devices shall comply with the relevant requirements of EN 549.

B.5.2.7.9.3.1 Small fuel cell CHP appliance with electromechanical controls

Subclause 5.2.7.9.3.1 is applicable with the following modification:

Option a) is modified as follows:

- a) Either a temperature limiter complying with IEC 60730-2-9 type 1, having a preset limit of maximum 110 °C or an overheat cutout device complying with IEC 60730-2-9 type 2 is required, having a preset limit that causes non-volatile lockout before the small fuel cell

CHP appliance is damaged and/or before a dangerous situation occurs. For small fuel cell CHP appliances of pressure class 1 and 2 instead of a temperature limiter, other devices (e.g. water rate monitoring device, low water detector safety device) are possible in as much as all the requirements of 8.11.8 and 7.3 are met.

B.5.2.7.9.3.3.2 Small fuel cell CHP appliance with electronic controls

Subclause 5.2.7.9.3.3.2 is applicable with the following modification:

Option a) is modified as follows:

- a) An electronic temperature control system can be used to control and limit the temperature in combination with an electromechanical overheat cut-out according to the requirements of this standard. This electronic temperature control system shall have two different settings, being: control temperature and limiting temperature, and should meet the requirements for a class A device according to IEC 60730-2-9. At a limit temperature set point of maximum 110 °C the system shall shut down, restoring normal operation when the temperature drops below the limit value.

B.5.3.2 Soundness

B.5.3.2.1 Soundness of the gas circuits

B.5.3.2.1.3.2 Soundness of parts according to ISO 23550 and the like

Subclause 5.3.2.1.3.2 is applicable with the following addition:

NOTE In the EU the rules for the case b) are given in AD-2000.

B.5.3.3 Safety of operation (temperature/limit gas)

B.5.3.3.1 Limiting temperatures

B.5.3.3.1.2 Limiting temperatures of components, wiring, materials and surfaces and adjusting, control and safety device

Subclause 5.3.3.1.2 is applicable with the following addition:

Nevertheless, parts of the case within 5 cm of the lighting hole or sight glass, if any, and within 15 cm of the flue duct are exempt from this requirement.

B.5.3.3.1.3 Limiting temperatures of the side walls, the front and the top

Subclause 5.3.3.1.3 is applicable with the following modification:

Replace the first paragraph with the following text:

The temperature of the side walls, front and top of the small fuel cell CHP appliance shall not exceed the ambient temperature by more than 60 K when measured under the test conditions of 5.4.3.1.3.

B.5.3.3.1.4 Limiting temperature of the test panels and the floor

Subclause 5.3.3.1.4 is applicable with the following replacement:

Replace 50 K with 60 K.

B.5.3.3.1.5 External temperature of the ducts

Subclause 5.3.3.1.5 is applicable with the following replacement:

Replace 50 K with 60 K.

B.5.3.3.2 Thermostats and temperature limiting devices

B.5.3.3.2.1 General

Subclause 5.3.3.2.1 is applicable with the following addition:

Under the test conditions of 5.4.3.2.1 and B.5.4.3.2.1 the opening and closing temperatures of the thermostats shall not differ from those stated by the manufacturer by more than 6 K. For adjustable thermostats, this requirement is checked at the minimum and maximum temperatures of the control range.

B.5.3.3.2.2 Water control thermostats

B.5.3.3.2.2.2 Accuracy of adjustment

B.5.3.3.2.2.3 Endurance

Subclause 5.3.3.2.2.3 is applicable with the following replacement:

The amount of cycles is 250 000.

B.5.3.3.2.3 Water temperature limiting devices

B.5.3.3.2.3.3 Overheating

Subclause 5.3.3.2.3.3 is applicable with the following replacement

Replace the 5th paragraph with the following text:

Under the test conditions of 5.4.3.2.3.2 the limit thermostat shall cause safety shutdown before the water flow temperature exceeds 110 °C.

B.5.3.3.2.3.3.101 Small fuel cell CHP appliances of pressure class 3

Under the test conditions of B.5.4.3.2.3.2.101 the safety temperature limiter shall cause non-volatile lockout of the small fuel cell CHP appliance before the water flow temperature exceeds 110 °C.

B.5.3.3.3.2.1 Limit conditions (if applicable)

Subclause 5.3.3.3.2.1 is applicable with the following replacement:

Replace 300 ml/m³ with 0,10 %.

B.5.3.3.3.3 Method 2

Subclause 5.3.3.3.3 is not applicable.

B.5.3.3.6.2 Limit conditions

Subclause 5.3.3.6.2 is applicable with the following replacement:

Replace 300 ml/m³ with 0,10 %.

B.5.3.3.6.3 Special conditions

Subclause 5.3.3.6.3 is applicable with the following replacement:

Replace 300 ml/m³ with “0,20 %”.

B.5.3.3.6.101 Sooting

Under the test conditions of B.5.4.3.6.101, no soot deposition shall be observed although yellow tipping is acceptable.

B.5.3.3.7 Condensate discharge blockage

Subclause 5.3.3.7 is applicable with the following replacement:

For a) replace 300 ml/m³ with 0,20 %.

For b) replace 300 ml/m³ with 0,10 %.

B.5.3.4.4 Air proving device

B.5.3.4.4.2 Supervision of the combustion air or combustion products rate

Subclause 5.3.4.4.2 is applicable with the following replacement and addition:

For d) replace 300 ml/m³ with 0,20 % and add the following text:

If a gas/air ratio control is used the measured value will be weighted using the following equation for operation below the minimum rate of the modulation range:

$$\varphi_{\text{ex,w}}(\text{CO}) = \frac{P_{\text{inf}}}{P_{\text{inf,min}}} \cdot \varphi_{\text{ex,m}}(\text{CO})$$

where

P_{inf}	is the instantaneous heat input at operation below the minimum rate of the modulation rate, in kW;
$P_{\text{inf,min}}$	is the heat input at the minimum rate, in kW;
$\varphi_{\text{ex,m}}(\text{CO})$	is the measured CO volume fraction;
$\varphi_{\text{ex,w}}(\text{CO})$	is the weighted CO volume fraction.

For e) replace 300 ml/m³ with 0,10 %.

B.5.3.4.6 Common flue evacuation duct

Subclause 5.3.4.6 is applicable with the following replacement:

Replace 300 ml/m³ with 0,20 %.

B.5.3.4.101 Functioning of the fan of a Type C₄ small fuel cell CHP appliance

For Type C₄₂ and Type C₄₃, small fuel cell CHP appliances, when controlled shutdown or safety shutdown occurs, the fan shall stop after any post-purge.

If the small fuel cell CHP appliance is fitted with a permanent or alternating ignition burner, it is permissible for the fan to function at the lowest speed corresponding to the flow which is necessary for the ignition burner.

Under the test conditions of B.5.4.4.101, it is checked that the above requirements are met.

B.5.3.5 Resistance of the materials to pressure

Subclause 5.3.5 applies with the following additions:

B.5.3.5.101 Small fuel cell CHP appliances of pressure class 3**B.5.3.5.101.1 Small fuel cell CHP appliances of sheet steel or non-ferrous metals**

Under the test conditions of B.5.4.5.101.1, there shall be no leakage during the test or permanent visible distortion at the end of the test.

B.5.3.5.101.2 Small fuel cell CHP appliances of cast iron and cast materials

Under the test conditions of B.5.4.5.101.2 there shall be no leakage during the test or permanent visible distortion at the end of the test.

B.5.3.101 Hydraulic resistance

Pressure loss through the system shall match the manufacturer's given data for the appropriate flows during the test of B.5.4.101.

B.5.4 Safety requirements test methods**B.5.4.1 General test conditions****B.5.4.1.1 General****B.5.4.1.2 Characteristics of the reference and limit gases****B.5.4.1.2.1 General****B.5.4.1.2.2 Requirements of the preparation of test gases**

Subclause 5.4.1.2.2 is replaced with the following text:

The requirements for the preparation of test gases are given in EN 437.

B.5.4.1.2.3 Characteristics and choice of test gases

Subclause 5.4.1.2.3 is applicable with the following modification:

The first paragraph is replaced by the following text:

The characteristics of the test gases are given in EN 437.

The choice of the reference gases and limit gases is given in EN 437, in accordance with the small fuel cell CHP appliance category.

When tests need to be carried out with only one of the reference gases, the priority according to the small fuel cell CHP appliance category shall be G_{20} , G_{25} , G_{30} or G_{31} .

B.5.4.1.2.4 Test pressures

Subclause 5.4.1.2.4 is replaced by the following text:

The test pressures, i.e. the pressure required at the gas inlet connection of the small fuel cell CHP appliance, are given in EN 437.

B.5.4.1.3 Setup of the small fuel cell CHP appliance

Subclause 5.4.1.3 is applicable with the following modification:

The 7th, 8th and 9th paragraphs are replaced by the following text:

Type C₁, Type C₃, and Type C₅ small fuel cell CHP appliances are tested with their duct terminals fitted. Type C₁ small fuel cell CHP appliances are tested with a duct suitable for a wall with a thickness of 300 mm.

Type C₄ and Type C₈ small fuel cell CHP appliances are tested with their fitting pieces fitted but not connected to a test duct.

B.5.4.1.4 Gas carrying circuit

Subclause 5.4.1.4 is applicable with the following addition:

For test gases, EN 437 is applicable.

B.5.4.2.3 Soundness of the heating water circuit

Subclause 5.4.2.3 is applicable with the following addition:

The water circuit of the small fuel cell CHP appliance is subjected for 10 min to a pressure of 1,5 times the maximum operating pressure given on the data plate.

It is checked that the requirement of 5.3.2.3 is fulfilled.

B.5.4.2.4 Soundness of the internal cooling circuits

Subclause 5.4.2.4 is applicable with the following addition:

The different water circuits of the small fuel cell CHP appliance are subjected for 10 min to a pressure of 1,5 times the pressure class given by the manufacturer. It is checked that the requirement of 5.3.2.4 is fulfilled.

If the test is not feasible due to potential damage, the specific test procedure has to be determined in accordance with the available construction concept.

B.5.4.3 Safety of operation

B.5.4.3.2 Thermostats and temperature limiting devices

B.5.4.3.2.1 General

Subclause 5.4.3.2.1 is applicable with the following addition:

The temperature of the body is that stated in 5.4.4.1, whereas the sensor is subjected to the temperature stated in 5.4.3.2.2.2.

Sixty percent of the cycles are carried out at 1,10 times the nominal voltage; the remaining tests at 0,85 times the nominal voltage.

At the end of these tests it is checked that the requirements of 5.3.3.2.1 are observed.

B.5.4.3.2.2 Water control thermostat

B.5.4.3.2.2.1 Accuracy of adjustment

Subclause 5.4.3.2.2.1 is applicable with the following addition:

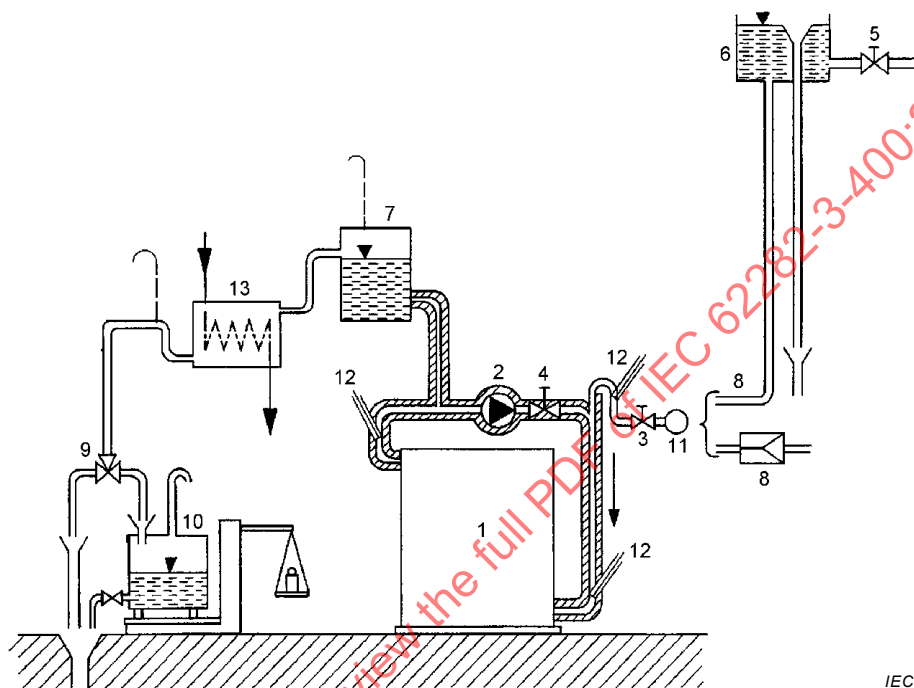
Using control valve 1 in Figure B.1 or Figure B.2, the cold water rate is adjusted to give a rate of increase of the flow temperature of about 2 K/min.

When the thermostat is adjustable, two tests are carried out:

- a test at the maximum setting temperature, and
- a test at the minimum temperature.

Under these test conditions, the small fuel cell CHP appliance is started at ambient temperature and the controls are left to operate.

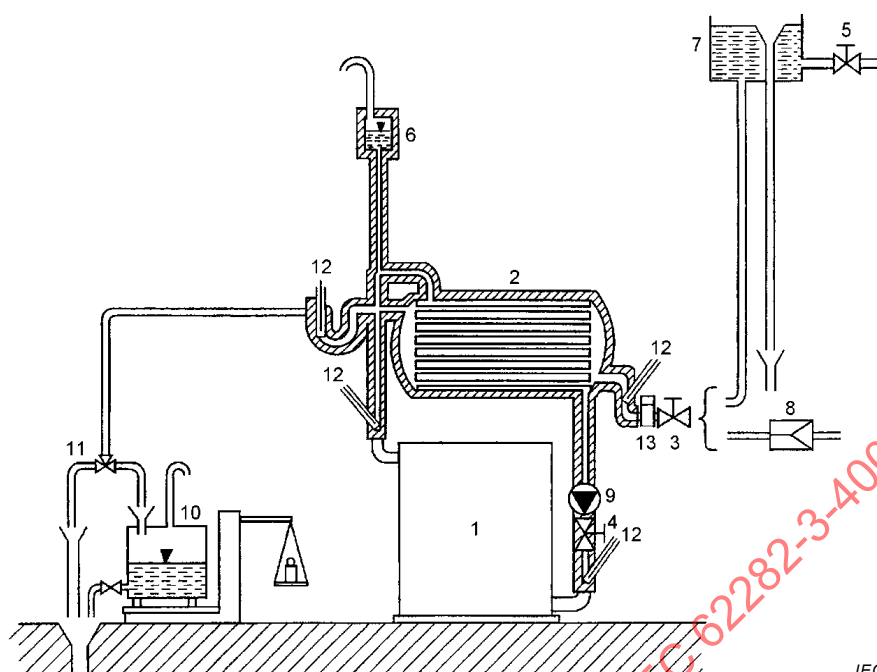
It is checked that the requirements of 5.3.3.2.2.2 are satisfied.



Key

- | | |
|----|--|
| 1 | appliance under test |
| 2 | recirculation pump |
| 3 | control valve 1 |
| 4 | control valve 2 |
| 5 | control valve 3 |
| 6 | top vessel with constant water level |
| 7 | compensation vessel |
| 8 | connection to distribution grid with constant pressure |
| 9 | three-directional valve |
| 10 | weighting vessel |
| 11 | water volume flow measurement |
| 12 | temperature measurement point |
| 13 | cooler |

Figure B.1 – Test rig for thermostats: shortcut circulation



IEC

Key

- 1 appliance
- 2 heat exchanger
- 3 control valve 1
- 4 control valve 2
- 5 control valve 3
- 6 extension vessel (not connected to circulation)
- 7 top vessel with constant water level
- 8 connection to distribution grid with constant pressure
- 9 recirculation pump
- 10 weighting vessel
- 11 three-directional valve
- 12 temperature measurement points
- 13 water volume flow measurement

Figure B.2 – Test rig for thermostats with heat exchanger

B.5.4.3.2.2.2 Endurance

Subclause 5.4.3.2.2.2 is applicable with the following addition:

Bulb thermostats are placed in an enclosure, the temperature of which varies at a maximum rate of 2 K/min between the opening and closing temperatures of the device.

Adjustable thermostats are set to 0,7 times the maximum setting temperature. Non-adjustable thermostats are tested at their maximum temperature as set by the manufacturer.

Contact thermostats are tested under the same conditions, except that they are subjected to a contact temperature instead of an ambient temperature.

After the endurance tests it is checked that the requirements of 5.3.3.2.2.3 are satisfied.

B.5.4.3.2.3 Water temperature limiting device**B.5.4.3.2.3.1 Inadequate water circulation**

Subclause 5.4.3.2.3.1 is applicable with the following addition:

Using control valve 2 in Figure B.1 or Figure B.2, the water rate through the small fuel cell CHP appliance is reduced progressively to obtain a temperature increase of about 2 K/min, and it is checked that the requirements of 5.3.3.2.3.2 are satisfied.

B.5.4.3.2.3.2 Overheating

Subclause 5.4.3.2.3.2 is applicable with the following addition:

The small fuel cell CHP appliance is installed and adjusted as stated in 5.4.3.2.2.1. The small fuel cell CHP appliance is at thermal equilibrium.

a) Test no. 1:

After the control thermostat has been put out of service, the small fuel cell CHP appliance cold water rate is progressively reduced by operating control valve 1 of Figure B.1 or Figure B.2, to obtain a temperature increase of about 2 K/min, until the burner (or any other oxidation device) is extinguished.

It is checked that the requirements of 5.3.3.2.3.2 are satisfied.

b) Test no. 2:

The control thermostat and the limit thermostat are put out of service.

The small fuel cell CHP appliance cold water rate is progressively reduced by operating control valve 1 of Figure B.1 or Figure B.2, to obtain a temperature increase of about 2 K/min, until the burner is extinguished.

It is checked that the requirements of 5.3.3.2.3.2 are satisfied.

B.5.4.3.2.3.2.101 Small fuel cell CHP appliances of pressure class 3

The small fuel cell CHP appliance is installed and adjusted as stated in 5.4.3.2.2.1.

With the small fuel cell CHP appliance at thermal equilibrium, and after the control thermostat has been put out of action, the small fuel cell CHP appliance cold water rate is progressively reduced by operating control valve 1 of Figure B.1 or Figure B.2 such that a water temperature rise of about 2 K/min is obtained, until the burner is extinguished.

It is checked that the requirements of B.5.3.3.2.3.3.101 are satisfied.

B.5.4.3.2.3.3 Endurance**B.5.4.3.2.3.3.1 Limit thermostats****B.5.4.3.2.3.3.2 Overheat cut-off devices and safety temperature limiters**

Subclause 5.4.3.2.3.3.2 is applicable with the following addition:

These devices are, during the first test series, subjected to the same test conditions as non-adjustable thermostats (see 5.4.3.2.2.2) except that the enclosure temperature or surface temperature varies between 0,70 and 0,95 times the maximum cut-off temperature.

The second test series is carried out alternately at the temperature causing shut-off and that which permits resetting.

After the endurance tests it is checked that the requirements of 5.3.3.2.3.4.2 are fulfilled.

Finally, with the small fuel cell CHP appliance at thermal equilibrium, the link between the sensor and the device responding to its signal is interrupted. It is checked that the requirements of 5.3.3.2.3.4.2 are fulfilled.

NOTE If this test causes destruction of the safety device, an appropriate test on a device supplied separately by the manufacturer can be determined by arrangement between the test laboratory and the manufacturer.

B.5.4.3.2.4 Maximum exhaust gas temperature

Subclause 5.4.3.2.4 is replaced by the following text:

The small fuel cell CHP appliance is installed as specified in the general test conditions and supplied with one of the corresponding reference gases for the small fuel cell CHP appliance category at the nominal heat input.

Type B small fuel cell CHP appliances are connected to a 1 m test flue and Type C small fuel cell CHP appliances are fitted with the shortest ducts specified by the manufacturer.

The small fuel cell CHP appliance thermostat is put out of operation.

Where fitted, the control to limit the temperature of the combustion products remains in operation.

The temperature of the combustion products is progressively raised according to the manufacturer's specification.

It is verified that the requirement of 5.3.3.2.4 is fulfilled.

B.5.4.3.6 Carbon monoxide

B.5.4.3.6.1 General

Subclause 5.4.3.6.1 is applicable with the following replacement:

Table 7 is replaced by Table B.8

Table B.8 – $\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO}_2)$ volume fraction of the theoretical dry air-free combustion products, in percent

Designation of the gas	G 20	G 21	G 23	G 25	G 26	G 27	G 30	G 31	G 231	G 271
$\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO}_2)$	11,7	12,2	11,6	11,5	11,9	11,5	14,0	13,7	11,5	11,2

B.5.4.3.6.3.6 General

Subclause 5.4.3.6.3.6 is applicable with the following replacement:

Replace 300 ml/m³ with 0,20 % and replace 150 ml/m³ with 0,10 %.

B.5.4.3.6.101 Sooting

The small fuel cell CHP appliance is adjusted as stated in 5.4.3.6.3.1. The incomplete combustion limit gas is replaced by the sooting limit gas and the small fuel cell CHP appliance is operated for one hour.

It is checked that the requirements of B.5.3.3.3.2 are met.

B.5.4.4.8 Functional durability of the backflow valve

Subclause 5.4.4.8 is applicable with the following addition:

A long term test consists of

- 2 500 open-close cycles at the nominal working combustion product temperature,
- 45 000 open-close cycles at ambient temperature,
- 2 500 open-close cycles at nominal working combustion product temperature.

At the beginning of the test and after the test has been completed the leak tightness of the valve shall fulfil the requirement of 5.3.4.7.

B.5.4.4.101 Functioning of the fan of a Type C₄ small fuel cell CHP appliance

The small fuel cell CHP appliance is brought to controlled shutdown. It is checked that the requirement of B.5.3.4.101 is met.

After restart the small fuel cell CHP appliance is brought to safety shutdown. It is checked that the requirement of B.5.3.4.101 is satisfied.

B.5.4.5 Resistance of the materials to pressure**B.5.4.5.101 Small fuel cell CHP appliance of pressure class 3****B.5.4.5.101.1 Small fuel cell CHP appliance of sheet metal or non-ferrous metals**

The test pressure is $(2 \times p_{w,max})$ MPa.

It is checked that the requirements of B.5.3.5.101.1 are satisfied.

B.5.4.5.101.2 Small fuel cell CHP appliance of cast iron and cast materials**B.5.4.5.101.2.1 Cast iron and cast materials body**

The test pressure is $(2 \times p_{w,max})$ bar, with a minimum of 0,8 MPa (8 bar).

It is checked that the requirements of B.5.3.5.101.2 are satisfied.

B.5.4.5.101.2.2 Resistance to bursting

Three samples of each type of section are subjected to a test pressure of $(4 \times p_{w,max} + 0,2)$ MPa.

It is checked that the requirements of B.5.3.5.101.2 are satisfied.

B.5.4.101 Hydraulic resistance

The hydraulic resistance of a small fuel cell CHP appliance has to be determined for the water rate corresponding to operation of the small fuel cell CHP appliance at the nominal heat input

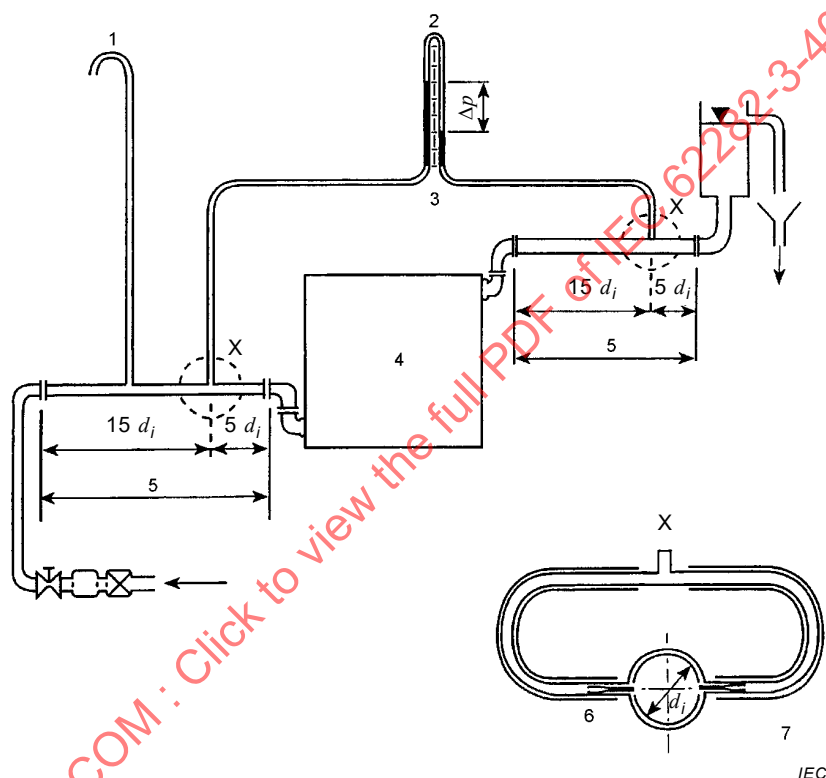
with a water flow temperature and a temperature difference between the flow and the return water as stated by the manufacturer.

The test is carried out with the water at ambient temperature.

The test rig is specified in Figure B.3. Before or after the test itself, the two test pipes are connected directly to each other in order to determine their own resistance for different flow rates.

Under the same test conditions the curve of available pressures supplied by the manufacturer for small fuel cell CHP appliances with integral pumps is checked.

It is checked that the requirements of B.5.3.101 are fulfilled.



Key

- 1 ventilation
- 2 differential pressure gauge
- 3 flexible hoses
- 4 appliance
- 5 test pipe
- 6 flexible hose
- 7 drilled hole of 3 mm diameter, internally burred
- X cross section, turned by 90°

Figure B.3 – Test rig for the determination of water losses

B.6 Functional (normal operating) performance

B.6.1 Performance parameters and requirements

B.6.1.1 Efficiency

Subclause 6.1.1 is applicable with the following addition:

Overall energy efficiency: $\geq 80\%$ at nominal heat input.

B.6.1.1.101 Seasonal space heating energy efficiency (ErP²)

The efficiency values shall be converted according to B.6.2.1.101 for the use as seasonal space heating energy efficiency as used in the ErP directive.

B.6.1.1.102 Electric auxiliary energy consumption for ErP

The electric auxiliary energy consumption shall be measured according to B.6.2.1.102 for the use as electric auxiliary energy consumption as used in the ErP directive.

B.6.1.1.103 Stand-by heat loss P_{stby}

The stand-by heat losses shall be measured according to B.6.2.1.103 for the use as stand-by heat losses as used in the ErP directive.

B.6.1.1.104 Permanent ignition burner heat input $P_{\text{inf,pilot}}$

The permanent ignition burner heat input shall be measured according to B.6.2.1.104 for the use as ignition burner power consumption as used in the ErP directive.

B.6.1.1.105 Minimum sustained controlled heat output

The minimum sustained controlled heat output shall be measured according to B.6.2.1.105.

B.6.2.1 Efficiency

Subclause 6.2.1 is applicable with the following additions:

B.6.2.1.101 Seasonal space heating energy efficiency (ErP)

B.6.2.1.101.1 Conversion to gross calorific efficiency

Because ErP is calculated on gross calorific values, all measured efficiencies are converted from net calorific value (LHV) to gross calorific value (HHV).

$$\eta_{\text{total}, H_s, \text{CHP}_{100} + \text{SUP}_{100}} = \frac{H_i}{H_s} \cdot \eta_{\text{total}, \text{CHP}_{100} + \text{SUP}_{100}}$$

$$\eta_{\text{th}, H_s, \text{CHP}_{100} + \text{SUP}_{100}} = \frac{H_i}{H_s} \cdot \eta_{\text{th}, \text{CHP}_{100} + \text{SUP}_{100}}$$

² See COMMISSION REGULATION (EU) No 813/2013 and COMMISSION DELEGATED REGULATION (EU) No 811/2013

$$\eta_{el,H_s,CHP_{100}+SUP_{100}} = \frac{H_i}{H_s} \cdot \eta_{el,CHP_{100}+SUP_{100}}$$

$$\eta_{total,H_s,CHP_{100}+SUP_0} = \frac{H_i}{H_s} \cdot \eta_{total,CHP_{100}+SUP_0}$$

$$\eta_{th,H_s,CHP_{100}+SUP_0} = \frac{H_i}{H_s} \cdot \eta_{th,CHP_{100}+SUP_0}$$

$$\eta_{el,H_s,CHP_{100}+SUP_0} = \frac{H_i}{H_s} \cdot \eta_{el,CHP_{100}+SUP_0}$$

B.6.2.1.101.2 Equivalent space heating efficiency

The equivalent space heating efficiency η_{eq} for each test point is calculated as:

a) for values of $\eta_{el,H_s} \leq 75 / CC$:

$$\eta_{eq,CHP+SUP} = \frac{\eta_{th,H_s,CHP_{100}+SUP_{100}}}{100 - CC \cdot \eta_{el,H_s,CHP_{100}+SUP_{100}}} \times 100 \%$$

$$\eta_{eq,CHP} = \frac{\eta_{th,H_s,CHP_{100}+SUP_0}}{100 - CC \cdot \eta_{el,H_s,CHP_{100}+SUP_0}} \times 100 \%$$

b) for values of $\eta_{el,H_s} > 75 / CC$:

$$\eta_{eq,CHP+SUP} = 4 \times \left(\eta_{total,H_s,CHP_{100}+SUP_{100}} - \frac{75}{CC} \right) + 0,16 \times (CC \cdot \eta_{total,H_s,CHP_{100}+SUP_{100}} - 100) \cdot \left(\eta_{el,H_s,CHP_{100}+SUP_{100}} - \frac{75}{CC} \right)$$

$$\eta_{eq,CHP} = 4 \times \left(\eta_{total,H_s,CHP_{100}+SUP_0} - \frac{75}{CC} \right) + 0,16 \times (CC \cdot \eta_{total,H_s,CHP_{100}+SUP_0} - 100) \cdot \left(\eta_{el,H_s,CHP_{100}+SUP_0} - \frac{75}{CC} \right)$$

where

CC is the conversion coefficient for electric energy used in ErP (currently 2,5);

$\eta_{eq,CHP+SUP}$ is the equivalent heating efficiency in the test point (100 % CHP + 100 % SUP) in % (H_s);

$\eta_{eq,CHP}$ is the equivalent heating efficiency in the test point (100 % CHP + 0 % SUP) in % (H_s).

B.6.2.1.101.3 Seasonal space heating energy efficiency in active mode

The seasonal space heating energy efficiency in active mode η_{son} is expressed in % HHV and calculated as:

$$\eta_{son} = F_{CHP} \cdot \eta_{eq,CHP} + (1 - F_{CHP}) \cdot \eta_{eq,CHP+SUP}$$

with F_{CHP} taken from Table B.9 (derived from ErP Lot 1 energy labeling document, supplementing Directive 2010/30/EU C(2013) 817 final document from 18.2.2013).

For reasons of consistency and comparability this weighting formula for ErP follows the simplified mathematical linear method for use by the dealer throughout the legal ErP Lot 1 energy labelling document to calculate the seasonal space heating energy efficiency of a package. Although this is an approximation, this standard has to follow the same procedure to maintain comparability between packages or integrated appliances which are packaged by the supplier and packages which are composed by the dealer. Consistency and comparability have to go above accuracy here.

The accurate weighting method would have given:

$$\frac{F_{\text{CHP}}}{\eta_{\text{eq,CHP}}} + \frac{1 - F_{\text{CHP}}}{\eta_{\text{eq,CHP+SUP}}}$$

Table B.9 – Weighting factor F_{CHP} for weighting $\eta_{\text{eq,CHP}}$ in the η_{son} calculation^a

$P_{\text{CHP}} / P_{\text{CHP+SUP}}^b$	Small fuel cell CHP appliance not including hot water storage tank	Small fuel cell CHP appliance including hot water storage tank
0 ^c	0	0
0,1	0,30	0,37
0,2	0,55	0,70
0,3	0,75	0,85
0,4	0,85	0,94
0,5	0,95	0,98
0,6	0,98	1,00
≥ 0,7	1,00	1,00
^a The intermediate values are calculated by linear interpolation between the two adjacent values. ^b For range rated units $P_{\text{CHP+SUP}}$ represents the arithmetic mean of the maximum and minimum nominal heat output of the small fuel cell CHP appliance ^c 0 is only listed for the purpose of interpolation.		

B.6.2.1.101.4 Seasonal space heating energy efficiency

The seasonal space heating energy efficiency η_s is expressed in % HHV and calculated as

$$\eta_s = \eta_{\text{son}} - \sum_{i=1}^4 F(i)$$

where the correction terms for respectively:

- $F(1)$ controls (a fixed correction according to ErP which can be earned back as a contribution by adding appropriate temperature controls in a package with a small fuel cell CHP appliance),
- $F(2)$ auxiliary electricity consumption,
- $F(3)$ standby heat losses and
- $F(4)$ permanent ignition burner consumption

are calculated as follows:

$$F(1) = 3 \%$$

$$F(2) = \frac{CC \cdot ((1 - F_{\text{CHP}}) \cdot P_{\text{auxmax}} + F_{\text{CHP}} \cdot P_{\text{auxmin}} + 1,3 \times b \cdot P_{\text{SB}})}{((1 - F_{\text{CHP}}) \cdot P_{\text{CHP+SUP}} + F_{\text{CHP}} \cdot P_{\text{CHP}})} \times 100 \%$$

where

P_{auxmax} is the average electric auxiliary energy consumed by the small fuel cell CHP appliance excluding the central heating pump in the test point 100 % CHP + 100 % SUP, expressed in kW, determined according to B.6.2.1.102.3;

P_{auxmin} is the average electric auxiliary energy consumed by the small fuel cell CHP appliance excluding the central heating pump in the test point 100 % CHP + 0 % SUP, expressed in kW, determined according to B.6.2.1.102.4;

NOTE P_{auxmin} , P_{auxmax} is the auxiliary consumption of the support controls needed for the thermal management to support the stationary fuel cell power system, see Figure 1.

P_{SB} is the average electric auxiliary energy consumed by the small fuel cell CHP appliance in standby mode, expressed in kW, determined according to B.6.2.1.102.5;

$P_{\text{CHP+SUP}}$ is the heat output of the small fuel cell CHP appliance in the test point 100 % CHP + 100% SUP, expressed in kW and calculated as:

$$P_{\text{CHP+SUP}} = \eta_{\text{th,CHP}_{100+\text{SUP}_{100}}} \cdot P_{\text{inf,CHP}_{100+\text{SUP}_{100}}}$$

with both $\eta_{\text{th,CHP}_{100+\text{SUP}_{100}}}$ and $P_{\text{inf,CHP}_{100+\text{SUP}_{100}}}$ (see 6.2.2.1) expressed in LHV;

P_{CHP} is the heat output of the small fuel cell CHP appliance in the test point 100 % CHP + 0% SUP, expressed in kW and calculated as:

$$P_{\text{CHP}} = \eta_{\text{th,CHP}_{100}} \cdot P_{\text{inf,CHP}_{100+\text{SUP}_0}}$$

with both $\eta_{\text{th,CHP}_{100}}$ and $P_{\text{inf,CHP}_{100+\text{SUP}_0}}$ (see 6.2.2.1) expressed in LHV;

b is the weighting factor reflecting the relative stand-by time of the small fuel cell CHP appliance, which is dependent of the ratio between minimum heat output and nominal heat output. This weighting factor is calculated as:

$$b = 0,5 \times \frac{P_{\text{min}}}{P_{\text{CHP+SUP}}}$$

where P_{min} is the minimum sustained controlled heat output (which is sustained over a long period at minimum heat demand) of the small fuel cell CHP appliance, determined according to B.6.2.1.105, expressed in kW.

$$F(3) = b \cdot \frac{P_{\text{stby}}}{P_{\text{CHP+SUP}}} \times 100 \%$$

where

P_{stby} is the standby heat loss determined according to B.6.2.1.103, expressed in kW.

$$F(4) = 0,5 \times b \cdot \frac{P_{\text{inf,pilot}}}{P_{\text{CHP+SUP}}} \times 100 \%$$

where

$P_{\text{inf,pilot}}$ is the permanent ignition burner heat input determined according to B.6.2.1.104, expressed in kW (H_g).

B.6.2.1.102 Electric auxiliary energy consumption for ErP

B.6.2.1.102.1 General

The auxiliary energy consumption has to be determined according to B.6.2.1.102.

B.6.2.1.102.2 System boundaries

The system boundary contains all electrical components between the manual shut-off device (for water and fuel) and the flue outlet of the combustion circuit, but excluding

- the primary heat and power generator, and
- the circulation pump(s) for the heating water circuit.

B.6.2.1.102.3 Auxiliary energy at nominal input P_{auxmax}

Under the test conditions of 6.2.1 for the nominal heat output CHP 100 % + SUP 100 % = useful heat output produced by 100 % CHP + 100 % SUP, the auxiliary energy consumed over a representative test period expressed in kilowatt (kW), shall be recorded and the average consumption determined.

B.6.2.1.102.4 Auxiliary energy at part load P_{auxmin}

Under the test conditions of 6.2.1 for nominal heat output CHP = useful heat output produced by 100 % CHP + 0 % SUP, the auxiliary energy consumed over a representative test period expressed in kilowatt (kW), shall be recorded and the average consumption determined.

B.6.2.1.102.5 Auxiliary energy at stand-by P_{SB}

During the measurement in stand-by the auxiliary energy consumed over a representative test period, expressed in kilowatt (kW), shall be recorded.

The power input is measured during operation in stand-by. The small fuel cell CHP appliance is operated in accordance with the appliance instructions.

B.6.2.1.103 Stand-by heat loss P_{stby}

B.6.2.1.103.1 General

The measurement of the stand-by heat loss P_{stby} shall ensure that the heat losses during stand-by for both heat generators are covered or the two individual losses ($P_{\text{stby,CHP}}$, $P_{\text{stby,SUP}}$) are provided.

B.6.2.1.103.2 Measurement of stand-by losses of the small fuel cell CHP appliance

The small fuel cell CHP appliance is installed in accordance with the technical instructions and fitted to the test rig shown schematically in Annex I, or to other equipment giving comparable results and equivalent measurement uncertainties.

The circuits joining the different parts of the installation shall be insulated and as short as possible.

The inherent losses of the test installation and the thermal contribution of the pump for the different flow rates shall be determined at the beginning to be able to take them into account (see Annex I).

The small fuel cell CHP appliance is fitted with the largest diameter test flue as stated in the instruction manuals. The small fuel cell CHP appliance water temperature is brought to a mean temperature of (30 ± 5) K above ambient temperature.

The gas supply is then shut off, the pump (Figure I.1, 11) and the small fuel cell CHP appliance pump, if any, are stopped, the exchanger circuit (Figure I.1, 12) is shut off.

With the water circulating continuously by means of the pump (Figure I.1, 5) of the test rig, the thermal contribution of the auxiliary electric appliance (Figure I.1, 6) is adjusted so as to obtain, in the steady state condition, a difference of (30 ± 5) K between the mean water temperature and the ambient temperature. Throughout the test, the variation in room temperature shall not exceed 2 K/h.

The following values are noted:

- P_m the electric power consumed by the auxiliary electric boiler corrected for the losses of the test rig and the thermal contribution of the pump (Figure I.1, 5), in kW;
- T the mean water temperature at the return and the flow of the small fuel cell CHP appliance on test, in °C;
- T_A the ambient temperature during the test, in °C.

B.6.2.1.103.3 Thermal losses of the small fuel cell CHP appliance

The corrected thermal losses P_{stby} , or $P_{stby,CHP}$, and $P_{stby,SUP}$ expressed for a mean water temperature T of 50 °C and an ambient temperature T_A of 20 °C, are given in kilowatts (kW).

For the calculation according to ErP the following equations are applicable:

$$P_{stby} = P_m \cdot \left(\frac{30}{T - T_A} \right)^{1,25}$$

or

$$P_{stby} = P_{stby,CHP} + P_{stby,SUP}$$

$$P_{stby,CHP} = P_{m,CHP} \cdot \left(\frac{30}{T - T_A} \right)^{1,25}$$

$$P_{stby,SUP} = P_{m,SUP} \cdot \left(\frac{30}{T - T_A} \right)^{1,25}$$

NOTE For the calculation according to EPBD (European Directive Energy Performance of Buildings) the individual heat losses may be of interest.

B.6.2.1.104 Permanent ignition burner heat input $P_{inf,pilot}$

If the small fuel cell CHP appliance contains a permanent ignition burner, the permanent ignition burner heat input $P_{inf,pilot}$ shall be determined in accordance with 6.2.2.1, with the small fuel cell CHP appliance in stand-by mode.

The resulting heat input P_{inf} shall be recalculated to HHV by:

$$P_{\text{inf,pilot}} = \frac{H_s}{H_i} \cdot P_{\text{inf}}$$

NOTE The $P_{\text{inf,pilot}}$ is equivalent to P_{ign} used in ErP.

B.6.2.1.105 Minimum sustained controlled heat output

The test is carried out under the test conditions of and in accordance with 6.2.1 for nominal heat output $\text{CHP} = \text{useful heat output produced by } 100 \% \text{ CHP} + 0 \% \text{ SUP}$, but the appliance is set to the minimum sustained controlled heat output which can be sustained indefinitely at minimum heat demand, as given in the product documentation, and which will be obtained in practice by normal operation of the controls. The minimum sustained controlled heat output P_{min} , expressed in kW, is calculated as

$$P_{\text{min}} = \frac{4,186 \times m \cdot (T_2 - T_1) + D_p}{\tau}$$

where

τ is the measurement time in seconds.

B.6.2.4 Combustion and NO_x emission

Subclause 6.2.4 is applicable with the following addition:

For small fuel cell CHP appliances intended to use second family gases, the tests are carried out with reference gas G 20.

For small fuel cell CHP appliances intended to use only G 25, the tests are carried out with reference gas G 25.

For small fuel cell CHP appliances intended to use only third family gases, the tests are carried out with reference gas G 30 and the limit NO_x value is multiplied by a factor of 1,30.

For small fuel cell CHP appliances intended to use propane only, the tests are carried out with reference gas G 31 and the limit NO_x value is multiplied by a factor of 1,20.

For measurements at partial heat inputs lower than the nominal heat input $P_{\text{inf,nom}}$ the return water temperature T_2 of the heating water circuit is calculated as a function of the particular heat input using the following formula:

$$T_2 = 0,2 \times P_{\text{inf,part}} + 20$$

where

T_2 is the return water temperature of the heating water circuit, expressed in degrees Celsius (°C),

$P_{\text{inf,part}}$ is the partial heat input, expressed in percent of $P_{\text{inf,nom}}$.

The measured values shall be weighted according to B.6.2.4.101.

B.6.2.4.101 Weighting

B.6.2.4.101.1 General

The calculation of the overall NO_x emissions $\varepsilon_{\text{pond}}(\text{NO}_x)$ which will be used as the NO_x emission value $\varepsilon(\text{NO}_x)$ for selecting the NO_x class according to Table 8 is specified for three different applications of the small fuel cell CHP appliance in the system.

For appliances intended to meet the full heat requirement of a system and:

- intended to meet the heat demand instantaneously, method A (see B.6.2.4.101.2) shall be used;
- decoupled from the heat load by a heat storage device and:
 - comprising multiple heat generators, method B (see B.6.2.4.101.3) shall be used,
 - comprising only one heat generator, method C (see B.6.2.4.101.4) shall be used.

For appliances intended to be installed as the primary heater in a cascade, method C (see B.6.2.4.101.4) shall be used.

B.6.2.4.101.2 Method A

The weighting of the measured NO_x emission values shall be on the basis of the values given in Table B.10.

Table B.10 – Weighting factors

Partial heat input $P_{\text{inf,part}}$ as a % of $P_{\text{inf,nom}}$	70	60	50	40	30	20	10
Weighting factor F_{pi}	0,082	0,121	0,148	0,165	0,171	0,165	0,148

For range rated small fuel cell CHP appliances $P_{\text{inf,nom}}$ is replaced by $P_{\text{inf,a}}$, the arithmetic mean of the maximum and the minimum heat input, as stated in the appliance instructions.

The performance of small fuel cell CHP appliances will be dependent on the functionality of the internal control system. Care should be taken to ensure that the modulation of the stationary fuel cell power system (see Figure 1) and supplementary heat generator to meet the partial heat input in the laboratory replicates that likely to occur in a real installation. Typically, the stationary fuel cell power system (see Figure 1) will operate at its maximum continuous output and the supplementary heater will modulate to meet the remaining portion of the partial heat input desired.

If the minimum heat is higher than 10 % the factor F_{pi} should be added to the lowest possible minimum heat input.

The following symbols are used:

$P_{\text{inf,nom}}$	is the nominal heat input, expressed in kilowatts (kW);
$P_{\text{inf,part}}$	is the partial heat input for weighting, expressed in percent of $P_{\text{inf,nom}}$.
F_{pi}	is the weighting factor corresponding to the partial heat input $P_{\text{inf,part}}$;
$\varepsilon_{\text{meas}}(\text{NO}_x)_{P_{\text{inf,part}}}$	is the measured (and possibly corrected) value of NO _x emission, at the partial heat input $P_{\text{inf,part}}$;
$\varepsilon_{\text{pond}}(\text{NO}_x)$	is the weighted value of the NO _x emission, in milligrams per kilowatt-hour (mg/kWh), which will be used for allocating the NO _x class according to Table 8.

The NO_x emission and the electric energy generation is measured (and possibly corrected as specified) at the partial heat inputs specified in Table B.10.

The NO_x value is weighted as specified below:

$$\varepsilon_{\text{pond}}(\text{NO}_x) = 0,082 \times \varepsilon_{\text{meas}}(\text{NO}_x)_{70} + 0,121 \times \varepsilon_{\text{meas}}(\text{NO}_x)_{60} + 0,148 \times \varepsilon_{\text{meas}}(\text{NO}_x)_{50} + \\ + 0,165 \times \varepsilon_{\text{meas}}(\text{NO}_x)_{40} + 0,171 \times \varepsilon_{\text{meas}}(\text{NO}_x)_{30} + 0,165 \times \varepsilon_{\text{meas}}(\text{NO}_x)_{20} + 0,148 \times \varepsilon_{\text{meas}}(\text{NO}_x)_{10}$$

B.6.2.4.101.3 Method B

The weighting of the measured NO_x emission values of the supplementary heat generator shall be on the basis of the values given in Table B.11.

Table B.11 – Weighting factors

Partial heat input $P_{\text{inf,part}}$ as a % of $P_{\text{inf,nom,SUP}}$	70	60	40	20
Weighting factor F_{pi}	0,15	0,25	0,30	0,30

For range rated boilers $P_{\text{inf,nom,SUP}}$ is replaced by $P_{\text{inf,a,SUP}}$, the arithmetic mean of the maximum and the minimum heat input of the supplementary heat generator, as stated by the manufacturer.

The following symbols are used:

$P_{\text{inf,nom,SUP}}$	is the nominal heat input of the supplementary heat generator, expressed in kilowatts (kW);
$P_{\text{inf,part}}$	is the partial heat input for weighting, expressed in percent of $P_{\text{inf,nom,SUP}}$;
F_{pi}	is the weighting factor corresponding to the partial heat input $P_{\text{inf,part}}$;
$\varepsilon_{\text{SUP}}(\text{NO}_x)$	is the weighted value of the NO_x emission of the supplementary heat generator in milligrams per kilowatt-hour (mg/kWh);
$\varepsilon_{\text{meas}}(\text{NO}_x)_{P_{\text{inf,part}}}$	is the measured (and possibly corrected) value of the NO_x emission at the partial heat input $P_{\text{inf,part}}$: 70 %, 60 %, 40 % and 20 %.

The NO_x emission value of the supplementary heat generator is weighted as specified below:

$$\varepsilon_{\text{SUP}}(\text{NO}_x) = 0,15 \times \varepsilon_{\text{meas}}(\text{NO}_x)_{70} + 0,25 \times \varepsilon_{\text{meas}}(\text{NO}_x)_{60} + 0,30 \times \varepsilon_{\text{meas}}(\text{NO}_x)_{40} + 0,30 \times \varepsilon_{\text{meas}}(\text{NO}_x)_{20}$$

The NO_x emission value of the CHP part of the small fuel cell CHP appliance is measured at the operation mode according to 6.1.2.1 b) as $\varepsilon_{\text{CHP}}(\text{NO}_x)$.

The weighted value of the NO_x emission $\varepsilon_{\text{pond}}(\text{NO}_x)$ shall be calculated by weighting $\varepsilon_{\text{SUP}}(\text{NO}_x)$ and $\varepsilon_{\text{CHP}}(\text{NO}_x)$ according to Table B.12:

$$\varepsilon_{\text{pond}}(\text{NO}_x) = F_{\text{CHP}} \cdot \varepsilon_{\text{CHP}}(\text{NO}_x) + (1 - F_{\text{CHP}}) \cdot \varepsilon_{\text{SUP}}(\text{NO}_x)$$

The following symbol is used:

$\varepsilon_{\text{pond}}(\text{NO}_x)$	is the weighted value of the NO_x emission, in milligrams per kilowatt-hour (mg/kWh), which will be used for allocating the NO_x class according to Table 8.
--	--

Table B.12 – Weighting factor F_{CHP} for weighting $\varepsilon_{\text{CHP}}(\text{NO}_x)$ and $\varepsilon_{\text{SUP}}(\text{NO}_x)$ in the $\varepsilon_{\text{pond}}(\text{NO}_x)$ calculation^a

$\frac{P_{\text{th,nom,CHP}}}{P_{\text{th,nom,CHP+SUP}}}^b$	Small fuel cell CHP appliance not including hot water storage tank	Small fuel cell CHP appliance including hot water storage tank
0 ^c	0	0
0,1	0,30	0,37
0,2	0,55	0,70
0,3	0,75	0,85
0,4	0,85	0,94
0,5	0,95	0,98
0,6	0,98	1,00
$\geq 0,7$	1,00	1,00
^a The intermediate values are calculated by linear interpolation between the two adjacent values. ^b For range rated units $P_{\text{th,nom,CHP+SUP}}$ represents the arithmetic mean of the maximum and minimum nominal heat output of the small fuel cell CHP appliance. ^c 0 is only listed for the purpose of interpolation.		

B.6.2.4.101.4 Method C

$\varepsilon_{\text{pond}}(\text{NO}_x)$ is the value of the $\varepsilon_{\text{CHP}}(\text{NO}_x)$

$\varepsilon_{\text{CHP}}(\text{NO}_x)$ is the NO_x emission value of the stationary fuel cell power system (see Figure 1) measured according to 6.1.2.1 b) (and possibly corrected) expressed in mg/kWh.

B.7 Marking, installation and operating instructions

B.7.1 Marking of the small fuel cell CHP appliance

B.7.1.1 Data plate

Subclause 7.1.1 is applicable with the following addition:

The small fuel cell CHP appliance data plate(s) shall give the following additional information:

- CE label with identification number of the notified body responsible for EC surveillance;
- the last two digits of the year when the CE mark was affixed (i.e. the year of manufacture);
- the appliance category(ies) in relation to the direct country(ies) of destination. Any category shall be specified in accordance with EN 437;
- the gas supply pressure in millibars, if several normal pressures can be used for the same group. They are indicated by their numerical value and the unit “mbar”.

B.7.1.2 Supplementary markings

Subclause 7.1.2 is applicable with the following addition:

On an additional data plate, the small fuel cell CHP appliance shall carry visible and indelible information relating to its state of adjustments (if applicable):

- the direct country(ies) of destination in accordance with the symbols given in B.7.1.1;
- the gas group or range, the symbol of the gas type, the gas supply pressure and/or the pressure couple in accordance with the column on marking in Table B.13.

Table B.13 – Supplementary markings

Gas family	Category index	State of adjustment			Marking
		Gas group or range of gases	Symbol of gas	Gas pressure(s) mbar	
Second	2H	2H	G 20	20	2H – G 20 – 20 mbar
	2L	2L	G 25	25	2L – G 25 – 25 mbar
	2E, 2ELL	2E	G 20	20	2E – G 20 – 20 mbar
	2ELL	2LL	G 25	20	2LL – G 25 – 20 mbar
	2E+	2E+	G 20/G 25	20/25	2E+ – G 20/G 25 – 20/25 mbar
	2Esi	2Es	G 20	20	2Es – G 20 – 20 mbar
		2Ei	G 25	25	2Ei – G 25 – 25 mbar
	2Er	2Er	G 20/G 25	20/25	2Er – G 20/G 25 – 20/25 mbar
Third	3B/P	3B	G 30	30	3B – G 30 – 30 mbar
		3B	G 30	50	3B – G 30 – 50 mbar
		3P	G 31	30	3P – G 31 – 30 mbar
		3P	G 31	50	3P – G 31 – 50 mbar
	3P	3P	G 31	37	3P – G 31 – 37 mbar
		3P	G 31	50	3P – G 31 – 50 mbar
	3+	3+	G 30/G 31	28-30/37	3+ – G 30/G 31 – 28-30/37 mbar
		3+	G 30/G 31	50/67	3+ – G 30/G 31 – 50/67 mbar
		3+	G 30/G 31	112/148	3+ – G 30/G 31 – 112/148 mbar

This information may be carried on the data plate.

B.7.2.2.5 Installation of the combustion circuit

Subclause 7.2.2.5 is applicable with the following addition:

- The reaction to fire Class (see B.5.2.5.2).
- For Type C₆ small fuel cell CHP appliances:
 - instruction that the small fuel cell CHP appliance shall only be installed with a duct terminal that complies with the requirements of EN 1856-1.

B.7.3 Operating instructions (i.e. users' instructions)

Subclause 7.3 is applicable with the following addition:

Each small fuel cell CHP appliance shall be accompanied by instructions intended for the user. They shall include the necessary information on using and maintaining the small fuel cell CHP appliance and incorporate at least the instructions given in B.7.4.

B.7.4 Conversion instructions

Subclause 7.4 is applicable with the following addition:

Parts or procedures intended for conversion to another gas family, another group, another range and/or another supply pressure, shall be accompanied by conversion instructions intended for a competent person.

The instructions shall

- state that for a small fuel cell CHP appliance operating with a pressure couple, any gas pressure regulator shall either be made inoperative within the range of normal pressures, or be put out of operation and sealed in that position.

A self-adhesive label which is intended to be fitted on the small fuel cell CHP appliance shall be supplied with the parts and the conversion instructions. It shall be possible to state on this label the marking specified in 7.1.2 for which the small fuel cell CHP appliance has been adapted, indicating

- the gas group or range,
- the gas type,
- the gas supply pressure and/or the pressure couple.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-3-400:2016

Annex C (informative)

Requirements specific for stationary fuel cell power system in Japan

Only those subclauses in this International Standard that are modified by requirements specific for stationary fuel cell power system in Japan have been identified in Annex C, numbered correspondingly to the respective subclauses in the main body of the standard. The other requirements apply without modification. Subclauses which are additional to those in the main body of the standard are numbered starting from 101.

C.1 Scope

Clause 1 is applicable with the following modification:

This standard applies to the fuel cell power system applicable to the following a) to i) items.

- a) Types of fuel cells: polymer electrolyte fuel cell (PEFC) and solid oxide fuel cell (SOFC).
- b) Output: rated power output of less than 10 kW.

NOTE 1 If the rated power output is 10 kW or more, related domestic laws and codes apply.

- c) Types of output: DC output, AC output and both multi-choice output.
- d) Output voltage: less than or equal to 220 V for AC output.
- e) Types of operation: grid-connected operation, grid-independent operation and independent operation.
- f) Raw fuel: gaseous fuel (such as city gas, liquefied petroleum gas), liquid fuel (such as kerosene, methanol, gasoline), or hydrogen.

NOTE 2 Hydrogen means pure-hydrogen and hydrogen-rich gases.

- g) Oxidizer: air, etc.
- h) Operating pressure: maximum allowable working pressure of less than 0,1 MPa for the gas fuel passages and less than 1 MPa for liquid fuel passages.
- i) Types of system: stationary power system or cogeneration system (excluding micro fuel cells) each of which is contained in an enclosure, see Figure C.1. This standard is only applicable for the “stationary fuel cell power system used as a CHP generator” part. The supplementary heat generator shall comply with the relevant Japanese standard for boiler or water heater.

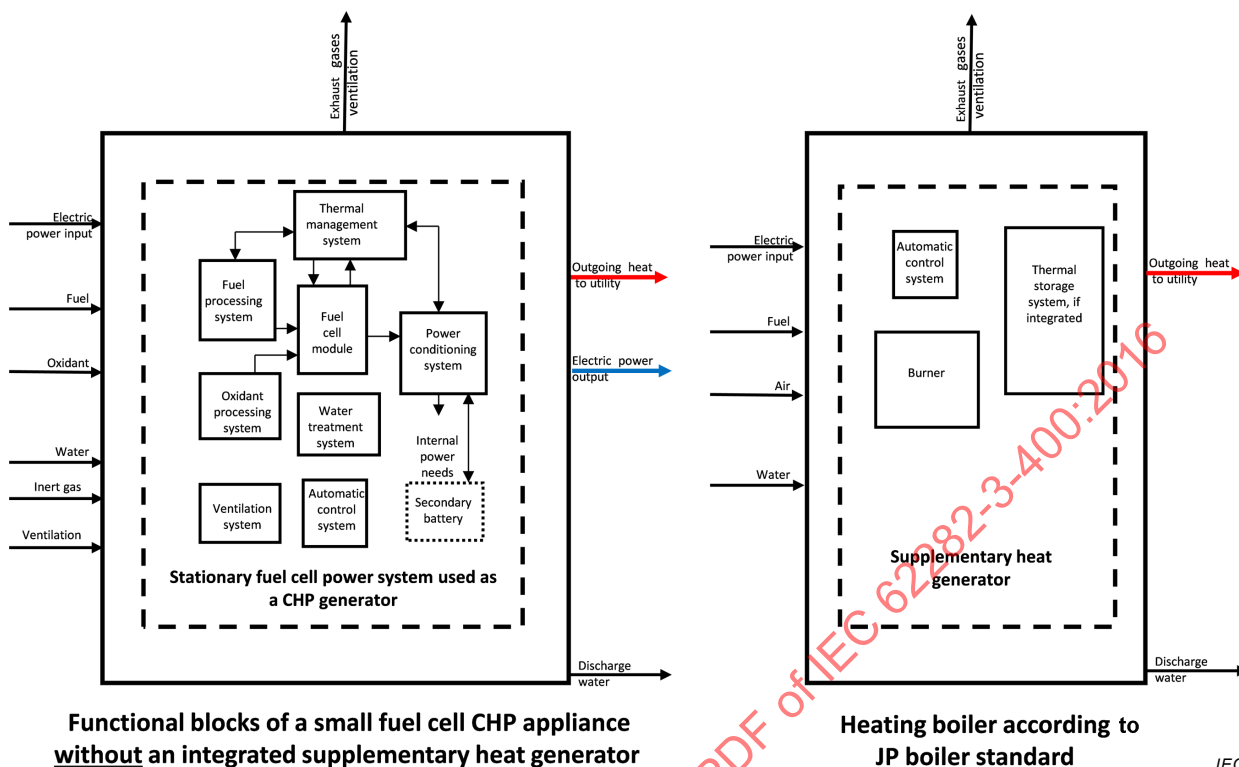


Figure C.1 – Configuration for stationary fuel cell power system

C.2 Normative references

Clause 2 is applicable with the following modification:

Reference in Clause 2	Replaced by
ISO 228-1	JIS B 0202, <i>Parallel pipe threads</i>
ISO 7-1	JIS B 0203, <i>Taper pipe threads</i>
-	JIS B 8409, <i>Pressure type solenoid pumps for oil burners (Amendment 1)</i>
-	JIS C 8800, <i>Glossary of terms for fuel cell power system</i>
-	JIS C 8822, <i>General safety code for small polymer electrolyte fuel cell power systems</i>
-	JIS C 8823:2008, <i>Testing methods for small polymer electrolyte fuel cell power systems</i>
-	JIS C 8824, <i>Testing methods for environment of small polymer electrolyte fuel cell power systems</i>
-	JIS C 8841-1:2011, <i>Small solid oxide fuel cell power systems – Part 1: General rules</i>

Reference in Clause 2	Replaced by
-	JIS C 8841-2, <i>Small solid oxide fuel cell power systems – Part 2: General safety codes and safety testing methods</i>
-	JIS C 9219, <i>Electric storage tank water heaters</i>
IEC 60730-1	JIS C 9730-1, <i>Automatic electrical controls for household and similar use – Part 1: General requirements</i>
IEC 60730-2-5	JIS C 9730-2-5, <i>Automatic electrical controls for household and similar use – Part 2-5: Particular requirements for automatic electrical burner control system</i>
IEC 60730-2-9	JIS C 9730-2-9, <i>Automatic electrical controls for household and similar use – Part 2-9: Particular requirements for temperature sensing controls</i>
	JIS H 3250, <i>Copper and copper alloy rods and bars</i>
	JIS H 3300, <i>Copper and copper alloy seamless pipes and tubes</i>
ICS 75.160.20	JIS K 2201, <i>Gasoline for industrial purpose</i>
-	JIS K 2202, <i>Motor gasoline</i>
-	JIS K 2203, <i>Kerosene</i>
ISO 3993 ISO 4256 ISO 4257 ISO 6251 ISO 7941 ISO 8973 ISO 9162	JIS K 2240, <i>Liquefied petroleum gases</i>
-	JIS S 2092, <i>General constructions of gas burning appliances for domestic use</i>
-	JIS S 2093:2010, <i>Test methods of gas burning appliances for domestic use</i>
-	JIS S 2109:2011, <i>Gas burning water heaters for domestic use</i>
-	JIS S 3021, <i>Oil burning water boilers</i>
-	JIS S 3024, <i>Oil burning water heaters for domestic use</i>

Reference in Clause 2	Replaced by
-	JIS S 3027, <i>Oil burning bath boilers with water heaters for domestic use</i>
-	JIS S 3030, <i>General rules for construction of oil burning appliances</i>
-	JIS S 3031, <i>General rules for test methods of oil burning appliances</i>
-	JIS S 3200-1, <i>Equipment for water supply service-Test methods of hydrostatic pressure</i>
-	JIS S 3200-7, <i>Equipment for water supply service-Test methods of effect to water quality</i>
-	JIS Z 8703, <i>Standard Atmospheric Conditions for Testing</i>
-	JEMA Certification Criteria Ver.9
-	JEAC 9701, <i>Grid Interconnection Code</i>
	Industrial Safety and Health Law
	Industrial Safety and Health Law Enforcement Ordinance
	Boiler and Pressure Vessel Safety Regulations
	Small Boiler and Small Pressure Vessel Structure Standard
	Ministry of Health and Welfare Ordinance
	Ordinance No. 14 of the Ministry of Health and Welfare
	Notification No. 111 of the Ministry of Health and Welfare

C.4 Appliance classification

C.4.1 Gases/categories

Subclause 4.1 is replaced by the following text:

Gases used for small fuel cell CHP appliances are classified in accordance with JIS C 8823:2008, 5.2 or JIS C 8841-1:2011, 14.2.

Classification for the types of gas is as follows:

- city gas;
- liquefied petroleum gas;
- hydrogen (pure-hydrogen or hydrogen-rich gas);
- other gaseous fuels;

- kerosene;
- methanol;
- gasoline;
- other liquid fuels.

C.4.2 Mode of air supply and evacuation of combustion products

Subclause 4.2 is applicable with the following modification:

For indoor type only the forced flue exhaust type shall be applied.

C.4.3 Maximum water side operating pressure

Subclause 4.3. is applicable with the following addition:

Water-supply pressure is as follows:

- the water-supply pressure (static) shall be less than or equal to 0,75 MPa;
- the pressure proof test shall be carried on the condition that static water pressure is 1,75 MPa for 1 min.

C.4.4 Expansion system

Subclause 4.4 is not applicable.

C.4.101 Type of fuel cell

Types of fuel cells include polymer electrolyte fuel cell (PEFC) and solid oxide fuel cell (SOFC).

C.5 Safety requirements and protective measures

C.5.1 General safety strategy

C.5.2 Construction requirements for safety

C.5.2.1 General

Subclause 5.2.1 is applicable with the following addition:

Construction shall comply with the following a) to p) items.

- a) All components shall have a safe structure that is resistant to distortion, strain, and other damages.
- b) Components such as a removable panel and a cover shall have a structure in which a component cannot be attached to a wrong position or a wrong component cannot be attached.
- c) All components that may be touched during the normal use shall have a structure without sharp protrusions or angles in consideration of safety.
- d) All components that require periodical maintenance and inspection shall be structured in such a way that maintenance and inspection can be performed easily.
- e) The construction shall be such that a combustible gas does not remain inside the package.
- f) The structure shall be such that a leaked combustible gas does not flow into the power conditioner.
- g) The general structure of an equipment of the part, in which a liquid fuel of the fuel cell power system which uses the liquid fuel as fuel passes, the fuel pump in the liquid parts,

and the carburetor and the fuel piping of the part in which a liquid passes, shall be as specified in JIS S 3030.

- h) In addition, “the fuel pump in the liquid part” shall be limited to the pump specified in JIS B 8409, or the pump made of the equivalent material with the equivalent performance. Furthermore, “the carburetor and fuel piping of the part in which a liquid passes” shall also include the desulfurizer.
- i) The structure of the equipment having live parts shall be such that the joint between the live parts or the joint between the live part and the non-live part does not generate looseness and endures use environmental conditions in the normal usage state.
- j) The structure or the equipment of which a part is attached or detached shall be such that the work of attachment or detachment can be performed surely and safely.
- k) For the plug socket attached to the equipment, the value of the maximum power or current at which the plug can be taken out safely shall be marked indelibly on it or at a location adjacent to it.
- l) The structure shall be such that foreign materials cannot go into the inside of a package.
- m) For an equipment with a remote control mechanism, the switching of a power supply circuit shall be only possible through the operation of the equipment switch or controller.
- n) An equipment to be used attached to the building material shall be structured in such a way that the attachment can be performed easily and firmly.
- o) For a movable part accessible to touch by persons in the normal usage state, a suitable protective frame or protective net shall be provided so that there is no possibility that people will easily touch it. However, this does not apply to movable parts which need to be exposed for functional reasons, or those which, even when touched, are not expected to cause electric shock or injury.
- p) For a double rating equipment with a mechanism that is capable of switching the rated input voltage or the rated frequency, it shall be possible to easily identify the voltage and frequency that are switched. This does not apply to equipment having a mechanism with automatic switching.

Fuel cell stack shall comply with the following q) to s) items.

- q) It shall have a structure capable of enduring the stress generated by the assumable pressure, vibration, heat, etc.
- r) It shall have corrosion resistance in the assumable use environment.
- s) It shall have electric safety in the assumable use environment.

C.5.2.2.2 Conversion to different gases

Subclause 5.2.2.2 is not applicable.

C.5.2.3.1.2 Connection to the gas pipe

Subclause 5.2.3.1.2 is applicable with the following modification:

The first paragraph is replaced by the following text:

The small fuel cell CHP appliance shall be designed to be able to be connected to the gas supply pipe with metallic or equivalent durable means making it difficult to be disconnected from the appliance.

C.5.2.3.1.3 Connection to the water pipes

C.5.2.3.1.3.1 General

Subclause 5.2.3.1.3.1 is applicable with the following addition:

- d) The structure of water piping and hot-water piping shall be as stipulated in Article 5 of the Enforcement Ordinance of the Waterworks Law.
- 1) The position of the mounting hole to the distributing water pipe shall be separated from the mounting hole of other water-supply units by 30 cm or more.
 - 2) The bore diameter of the supply-water pipe in the mounting hole to the distributing water pipe shall not be excessively oversized compared with the amount of water used by the supply-water unit concerned.
 - 3) Do not connect directly to the pump if there is a possibility of affecting the hydraulic pressure of a distributing water pipe.
 - 4) The structure shall be such that it has sufficient proof strength to a hydraulic pressure and other loads and there is no possibility that water is polluted or leaked.
 - 5) The suitable measures for preventing freezing, destruction, corrosion, etc. shall be taken.
 - 6) Do not connect directly to the water pipe other than the supply-water unit concerned or other equipment.
- e) The technical details required for applying the criteria specified in d) shall conform to the ministerial ordinance on the structure of the supply-water unit, to the criteria for construction material stipulated in the Ministry of Health and Welfare Ordinance (Ordinance No. 14 of the Ministry of Health and Welfare) and they shall conform to the test on the structure of the supply-water unit and the criteria for construction material (Notification No. 111 of the Ministry of Health and Welfare). The items of criteria for the structure of the supply-water unit and the criteria of construction material of the fuel cell supply-water unit shall conform to the following:
- criteria for withstand pressure;
 - criteria for water hammer limit;
 - criteria for backflow prevention;
 - criteria for cold resistance;
 - criteria for durability;
 - criteria for negative pressure destruction;
 - criteria for leaching performance.

C.5.2.3.1.3.2 For the heating water circuit or domestic hot water circuit

Subclause 5.2.3.1.3.2 is applicable with the following modification:

The first paragraph is replaced by the following text:

Threaded connections shall comply with JIS B 0202 or JIS B 0203.

C.5.2.3.2.2 Duct terminal

Subclause 5.2.3.2.2 is not applicable.

C.5.2.3.2.3 Duct terminal guard

Subclause 5.2.3.2.3 is not applicable.

C.5.2.3.2.4 Fitting piece

Subclause 5.2.3.2.4 is not applicable.

C.5.2.3.3 Connection to the condensing discharge pipe system

Subclause 5.2.3.3 is not applicable.

C.5.2.3.4 Connection to the electrical supply system

Subclause 5.2.3.4 is replaced by the following text:

The connection to the electric power grid shall be in accordance with JEAC 9701 (Grid Interconnection Code) and the relevant national law.

C.5.2.4.2 Soundness of the gas circuits

Subclause 5.2.4.2 is replaced by the following text:

The piping of the part through which raw fuel or reformed gas is flowing shall comply with the following.

- a) The passage of a piping system shall be airtight and structured such that airtightness is not lost in the normal transportation, installation, use, etc. However, this does not apply to the open part (aeration, fuel chamber, etc.) in the passage of liquid fuel.
- b) The piping system shall be provided in a location not subjected to excessive heat or corrosion, or provided with measures for protection capability.
- c) Connection parts of the piping shall be connected surely by means such as welding, screwing, unions, flanges or other methods of equivalent connection capability.
- d) The seal part of the piping system shall be of a structure and material that are resistant to deterioration.
- e) In the case of a gaseous fuel, the structure shall be such that a raw fuel passes two or more automatic closing valves provided in series. The automatic closing valves, irrespective of the type of fuel, shall be fail closed valves which close when a driving source is lost.
- f) When burner combustion air is mixed with a fuel gas, an effective means for preventing the back flow of air to the fuel gas piping and the inflow of fuel gas to an air supply part shall be provided.
- g) The piping system for a liquid fuel shall normally use a corrosion-resistant metallic conduit. However, when a metallic conduit is not suitable for the structure, a conduit of a material other than metal, which is not affected by the type of fuel, may be used.
- h) The material of the part through which a gaseous fuel including a vaporized liquid fuel and a reformed gas pass shall be a non-combustible material or a flame retardant material. This does not apply to air sealing materials such as packing materials and sealants.
- i) The lagging material, heat insulating material, etc., used near a gas passage shall not burn out and shall be extinguished within 10 s when the test is performed in accordance with JIS S 2093:2010, Table 19, item 5. This requirement does not apply to lagging materials and heat insulating materials which, when burnt, generate no risk of causing electric shock, fire, etc.
- j) The connection of each device and external pipes shall comply with the following.
 - 1) The piping shall have a suitable bore diameter according to the purpose of use and location of use.
 - 2) The end connection shall normally be exposed to the outside, or provided at a position where it is easily visible from outside.
 - 3) The piping shall be resistant to various stresses generated by vibration, self weight, internal pressure, earthquake load, load due to temperature variation, etc., and shall be supported at suitable locations with a supporting material.
 - 4) For the piping, material of which the durability is considered shall be used.
 - 5) The piping shall have a carefully considered function and layout, which allow easy maintenance and checks.

C.5.2.4.3 Soundness of the combustion circuits

Subclause 5.2.4.3 is applicable with the following addition:

The piping of the part through which raw fuel or reformed gas is flowing shall comply with the following.

- a) The material of the parts that contains combustion products shall be non-combustible and non-corrosive material, and shall not melt at the combustion products temperature at the outlet of the reformer or at 500 °C, whichever is higher. The following materials, however, are acceptable as long they are flame retardant and non-corrosive:
 - material of the piping downstream of the heat exchanger where combustion products are at a temperature ≤ 120 °C that do not cause thermal damage to the flame retardant material,
 - air sealing materials such as packing material, sealants or diaphragm.
- b) The lagging material, heat insulating material, etc., used near a combustion products passage, and a part of the combustion product circuit shall not burn out and shall be extinguished within 10 s when the test is performed in accordance with JIS S 2093:2010, Table 19, item 5. This requirement does not apply to lagging materials and heat insulating materials which, when burnt, generate no risk of causing electric shock, fire, etc.

C.5.2.4.4 Soundness of the water circuits

Subclause 5.2.4.4 is replaced by the following text:

Soundness of the water piping and hot-water piping shall be as follows.

- a) The piping system shall be provided at the location where there is no possibility of being subjected to excessive heat or corrosion, or measures for protection, etc., shall be taken.
- b) The connection part shall be secured by welding, screwing, bolts and nuts, screw threads, or by methods with equivalent connection capability.
- c) The seal part of a piping system shall be provided with the structure and material which are resistant to deterioration.

C.5.2.5 Material

C.5.2.5.1 General

Subclause 5.2.5.1 is applicable with the following addition:

The general material shall comply with the following:

- a) Material or coating material that is sufficiently resistant to possible corrosion under the use condition shall be used.
- b) Non-metallic material of rubber or plastic shall be selected according to use conditions.
- c) For metal used in a highly humid environment, corrosion-resistant material such as cast iron or stainless steel shall be used. When carbon steel is used, a coating with a strong corrosion resistance shall be applied.
- d) For electrical insulators and thermal insulators, a material which is sufficiently resistant to the temperature of the part in contact with or adjacent to it and which has small moisture absorption shall be used.
- e) For package material of the outdoor type, a material with excellent weather resistance, such as a rust-proofed metal and a synthetic resin shall be used. Furthermore, package material such as a synthetic resin shall be free from blisters, crazing, cracks and other abnormalities when it is left to stand for 1h in air at (80 ± 3) °C and then allowed to cool naturally.

- f) The material of the components of the equipment constituting a fuel cell system (hereafter referred to as “equipment”) shall not contain polychlorinated biphenyl (PCB).
- g) For components of the equipment, asbestos or asbestos-containing materials shall not be used.

C.5.2.5.101 Liquid fuel pump

The liquid fuel pump and its fuel piping shall comply with JIS C 8822 and JIS C 8841-1.

C.5.2.6 Electrical safety

Subclause 5.2.6 is applicable with the following addition:

C.5.2.6.101 Requirement of electrical insulation on site

The electrical insulation resistances shall be not less than the value given in Table C.1

The electrical insulation resistances shall be measured on the site of the system without being energized

- between poles (for three-phase systems, measured between poles R and S, poles R and T, poles S and T respectively),
- between each pole and ground.

The measurement shall be made on each pole protected by the circuit breaker, respectively. See Figure C.2.

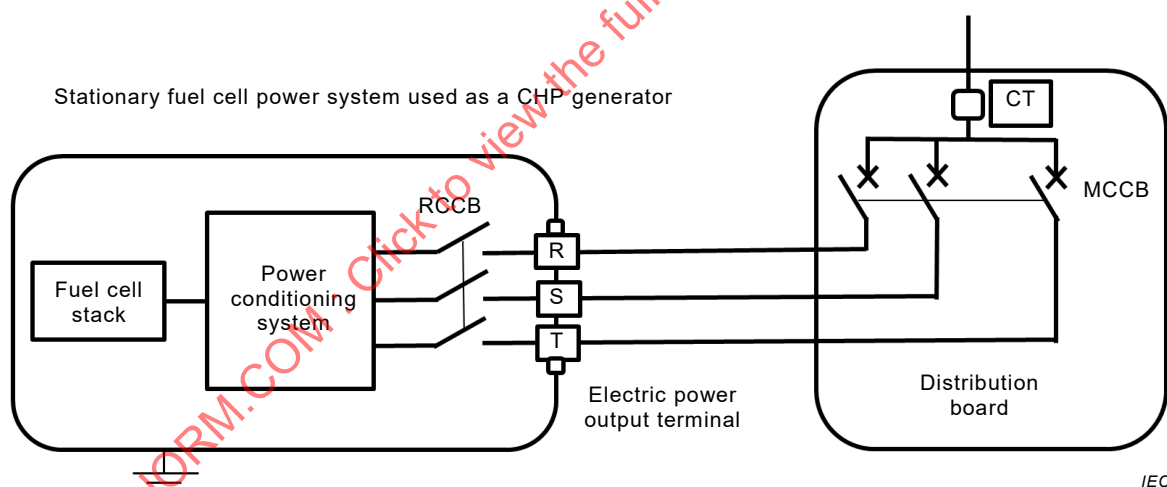


Figure C.2 – Test rig for measuring the insulation resistance

The electric apparatus and wiring shall be as follows.

Table C.1 – Insulation resistance value

Voltage class for section		Insulation resistance
300 V or less	Voltage to ground not exceeding 150 V (meaning voltage between the electric wire and the ground for earth grounded section and voltage between the electric wires for non-earth grounded section)	0,1 MΩ
	Other than the above	0,2 MΩ
Over 300 V		0,4 MΩ

- a) The fuel cell stack, when the dielectric strength test is performed under the conditions of 1) or 2) specified below, shall endure this test when
 - 1) the DC voltage of 1,5 times the working voltage or the AC voltage of 1 time the working voltage (in the case of less than 500 V) is applied between the live part and the ground continuously for 10 min;
 - 2) the AC voltage of 1 000 V to ground for the rated voltage of 150 V or less or 1 500 V to ground for the rated voltage exceeding 150 V is applied continuously for 1 min.
- b) The power conditioner, when the dielectric strength test is performed by applying a voltage of 1,5 times the working voltage (for the live part of DC, the DC voltage of 1,5 times the working voltage or the AC voltage of 1 time the working voltage), shall endure this test. However, in the case of less than 500 V, the power conditioner, when the dielectric strength test is performed by applying 500 V between the live part and the ground continuously for 10 min, shall endure this test.
- c) All electrical connections to the fuel cell power system including the junction box and water-proof connectors shall not be exposed to live parts.
- d) Class D or Class C grounding shall be made on the metal frames or metal enclosures with $\varnothing 1,6$ mm IV or CV cables.

In addition, the grounding conductor shall be the IV wire or CV cable of 1,6 mm or more in diameter.

C.5.2.7.1.2 Composition of the supply gas circuit

Subclause 5.2.7.1.2 is applicable with the following modification:

Table 2 is not applicable.

C.5.2.7.1.3 Gas carrying circuit downstream of the safety shut-off valve

Subclause 5.2.7.1.3 is applicable with the following addition:

The fuel reformer shall comply with the following:

- a) It shall have a structure capable of enduring the stress generated by the assumable pressure, vibration, heat, etc.
- b) It shall have corrosion resistance in the assumable use environment.

C.5.2.7.2.1 Burners

Subclause 5.2.7.2.1 is applicable with the following replacement:

IEC 60730-2-5 is replaced by JIS C9730-2-5.

C.5.2.7.2.2 Automatic burner control system

Subclause 5.2.7.2.2 is applicable with the following replacement:

IEC 60730-2-5 is replaced by JIS C9730-2-5.

C.5.2.7.9 Requirements for adjusting, control and safety devices (if applicable)

C.5.2.7.9.1 General

Subclause 5.2.7.9.1 is applicable with the following replacement:

IEC 60730-1 is replaced by JIS C9730-1.

C.5.2.7.9.3 Thermostats and water temperature limiting devices

C.5.2.7.9.3.1 General

Subclause 5.2.7.9.3.1 is applicable with the following replacement:

IEC 60730-2-9 is replaced by JIS C9730-2-9.

C.5.2.7.9.3.2 Small fuel cell CHP appliances intended exclusively for central heating systems with an open expansion vessel

Clause 5.2.7.9.3.2 is not applicable.

C.5.2.7.9.3.3 Small fuel cell CHP appliance intended for central heating systems with open or sealed expansion vessels

Subclause 5.2.7.9.3.3 is not applicable.

C.5.2.7.9.4 Protection against over-pressure

Subclause 5.2.7.9.4 is not applicable.

C.5.2.7.9.5 Remote control functions

Subclause 5.2.7.9.5 is applicable with the following replacement:

IEC 60730-1 is replaced by JIS C9730-1.

C.5.2.101 Exhaust heat recovery equipment

The exhaust heat recovery equipment shall be as follows:

- a) In the heating medium system, the air escape mechanism shall be provided at the location where air is hard to escape structurally.
- b) The heat exchanger shall conform to the requirements for the boiler in the Industrial Safety and Health Law. If none of the list items 1) to 6) is applicable, the use condition, material, structure and test method stipulated in the Industrial Safety and Health Law Enforcement Ordinance and the Boiler and Pressure Vessel Safety Regulations shall apply:
 - 1) steam boiler used at a gauge pressure of 0,1 MPa or less of which the heat transfer area calculated, as stipulated in the the Ministry of Health and Welfare Ordinance (hereafter referred to as "heat transfer area"), is 0,5 m² or less, or of which the inside diameter of the shell is 200 mm or less or the length of the shell is 300 mm or less;
 - 2) steam boiler used at a gauge pressure of 0,3 MPa or less of which the internal volume is 0,000 3 m³ or less;
 - 3) steam boiler with a heat transfer area of 2 m² or less to which the steam pipe opened to the atmosphere of 25 mm or more inside diameter is attached, or in which the U-shaped vertical pipe having a gauge pressure of 0,05 MPa or less and an inside diameter of 25 mm or more is attached to the steam part;
 - 4) hot-water boiler having a gauge pressure of 0,1 MPa or less of which the heat transfer area is 4 m² or less;
 - 5) once-through boiler used at a gauge pressure of 0,1 MPa or less (except the multi-pipe boiler with a header exceeding 150 mm in inside diameter) of which the heat transfer area is 5 m² or less (limited to the boiler with a steam separator of which the inside diameter of the steam separator concerned is 200 mm or less and the internal volume is 0,02 m³ or less);

- 6) once-through boiler having an internal volume of 0,004 m³ or less (limited to the boiler with neither a header nor a steam separator) of which the product of the numeric value of the maximum gauge pressure to be used expressed in MPa and the numeric value of the internal volume expressed in m³ is 0,02 or less.

C.5.2.102 Hot-water storage unit with oil burning heating function

The oil burning heating equipment installed in the hot-water storage unit shall be as specified in JIS S 3030, JIS S 3021, JIS S 3024, and JIS S 3027.

C.5.2.103 Hot-water storage unit with electric heating function

The electric heating equipment installed in the hot-water storage unit shall be as follows.

- a) The hot-water storage tank shall have a composition as stipulated in the Industrial Safety and Health Law Enforcement Ordinance and the Boiler and Pressure Vessel Safety Regulations based on the Industrial Safety and Health Law and the Small Boiler and Small Pressure Vessel Structure Standard.
- b) Furthermore, for the hot-water storage tank in which the hydraulic head pressure exceeds 20 m or the heat transfer area is 2 m² or less, infra Article 37 of the Industrial Safety and Health Law shall be met.
- c) The criteria of the structure and material of the water-supply unit and the test method shall be as specified in JIS S 3200-1 to JIS S 3200-7.
- d) The electric heating equipment which is categorized as the push-up type and of which the maximum allowable working pressure is 100 kPa or less and the rated electric power consumption is 10 kW or less shall conform to the structure and the test method specified in JIS C 9219.
- e) The electric heating equipment which is categorized as the push-up type and of which the maximum allowable working pressure is 100 kPa or less and the maximum electric facility capacity is 80 kW or less shall have the following structure (structure standard of a simple boiler etc.).
 - 1) The escape valve which actuates promptly after maximum pressure is reached shall be provided except for the valve equipped with an escape pipe.
 - 2) When the hydraulic test is performed at 200 kPa, there shall be no abnormality.
 - 3) When the maximum electric facility capacity is 10 kW or less, the structure shall be as specified in JIS C 9219.
 - 4) When the maximum electric facility capacity exceeds 10 kW, the structure should be as specified in JIS C 9219.
- f) For the push-up type, the hot-water storage tank of which the maximum allowable working pressure is over 100 kPa up to and including 200 kPa and the electric output is 40 kW or less shall have the following structure (small boiler and small pressure vessel structure standard).
 - 1) The structure shall follow the structure standard of a “small boiler” as defined in the Industrial Safety and Health Law.
 - 2) The structure should be as specified in JIS C 9219.
- g) The electric heating equipment which is not categorized as the push-up type shall be as specified in JIS C 9219.

When a direct vent type electric water heater is diverted for this purpose, it shall be in accordance with the Electrical Appliance and Material Safety Law.

C.5.3 Operational requirements for safety

C.5.3.1 General requirements

Subclause 5.3.1 is applicable with the following addition:

The protection from a ground fault, short circuit accident, etc. shall comply with the following.

- a) Electrical protection shall disconnect the fuel cell power system from the mains in case a ground fault occurs, however, an exception may be made for the case where the circuit is fixed to earth.
- b) For the fuel cell power system having an electric storage device, a fuse, a circuit breaker for wiring, etc., that protect a DC circuit shall be provided.
- c) For the load short circuit at the time of grid-connected operation and grid-independence operation, the function that stops safely or protects the fuel cell power system shall be provided.
- d) The current shall not be made to flow into the fuel cell stack from the external device.

In the fuel cell power system, not only the marking that enables the confirmation of the operating condition shall be provided, but the protective devices that can automatically stop the system safely when trouble occurs in continuation of operation shall also be installed. These protective devices shall be able to respond whether the control device is full-automatic, semi-automatic or manual, as well as at the time of start-up and shutdown of the fuel cell power system.

- e) When the pressure or temperature of fuel gas in the fuel system and reforming system rises remarkably.
- f) When the fire of the burner of the reformer goes out.
- g) When leakage of fuel gas is detected.
- h) When abnormalities occur in the control device.
- i) When the control power-supply voltage drops remarkably.
- j) When overcurrent is generated in the fuel cell stack.
- k) When abnormalities occur in the generated voltages of the fuel cell stack.
- l) When the temperature of the fuel cell stack rises remarkably.
- m) When the temperature in the fuel cell power system (package) rises remarkably.
- n) When abnormalities arise in the ventilating devices in the fuel cell power system (package).
- o) When the fuel cell power system using a liquid fuel is subjected to an earthquake or an equivalent impact.

For SOFC systems:

- p) When the hot water of an exhaust heat recovery system outlet exceeds 100 °C.
- q) When abnormalities arise in the combustion state in the combustion part other than the burner of a reformer.

C.5.3.2.2 Air supply and combustion product circuit Type C small fuel cell CHP appliance

Subclause 5.3.2.2.2 is replaced by the following text:

Requirements are under consideration.

C.5.3.2.2.3 Soundness of the combustion product circuit of Type B

Subclause 5.3.2.2.3 is not applicable.

C.5.3.3.1 Limiting temperatures

Subclause 5.3.3.1 is replaced by the requirements as given in JEMA Certification Criteria Ver.9.

C.5.3.3.2 Thermostats and temperature limiting devices

Subclause 5.3.3.2 is replaced by the requirements as given in JIS C 9730-2-9.

C.5.3.3.2.4 Maximum exhaust gas temperature

Subclause 5.3.3.2.4 is applicable with the following addition:

The maximum exhaust temperature shall be less than or equal to 260 °C.

C.5.3.3.3.2 Method 1

Subclause 5.3.3.3.2 is not applicable.

C.5.3.3.3.3 Method 2**C.5.3.3.3.3.2 Combustion**

Subclause 5.3.3.3.3.2 is applicable with the following replacement:

Replace the CO limit of 300 ml/m³ with 1 400 ml/m³.

C.5.3.3.4.1 General

Subclause 5.3.3.4.1 is replaced by the following text:

Means shall be provided to automatically purge each burner housing or enclosure of any fuel gas mixture before the trial for ignition. This purge shall provide a minimum of four air changes of the burner housing.

C.5.3.3.4.3 Functioning of a permanent ignition burner when the fan stops during the standby time (if applicable)

Subclause 5.3.3.4.3 is not applicable.

C.5.3.3.4.4 Verification of normal ignition in a combustible air/gas mixture for Type C small fuel cell CHP appliances incorporating a fan

Subclause 5.3.3.4.4 is not applicable.

C.5.3.3.5 Process gas purge to the atmosphere (if applicable)

Subclause 5.3.3.5 is not applicable.

C.5.3.3.7 Condensate discharge blockage

Subclause 5.3.3.7 is applicable with the following replacement:

Replace 300 ml/m³ in a) and b) with 1 400 ml/m³.

C.5.3.4 Start/release and adjusting, control and safety devices (if applicable)**C.5.3.4.1 General**

Subclause 5.3.4.1 is applicable with the following replacement:

Replace (0,85 and 1,10) with (0,90 and 1,10).

C.5.3.4.4.2 Supervision of the combustion air or combustion products rate

Subclause 5.3.4.4.2 is applicable with the following replacement:

Replace the value of 300 ml/m³ with 1 400 ml/m³.

C.5.3.4.6 Common flue evacuation duct

Subclause 5.3.4.6 is applicable with the following replacement:

Replace the value of 300 ml/m³ with 1 400 ml/m³.

C.5.3.5 Start / Release and adjusting, control and safety devices (if applicable)

Subclause 5.3.5 is replaced by the following text:

Requirements for resistance of the materials to pressure shall be in accordance with JEMA Certification Criteria Ver.9

C.5.4 Safety requirements test methods

C.5.4.1.2 Characteristics of the reference and limit gases

C.5.4.1.2.2 Requirements of the preparation of test gases

Subclause 5.4.1.2.2 is replaced by the following text:

The requirements for the preparation of test gases are given in JEMA Certification Criteria Ver.9.

C.5.4.1.2.3 Characteristics and choice of test gases

Subclause 5.4.1.2.3 is applicable with the following modification:

The first paragraph is replaced by the following text :

The characteristics of the test gases are given in JEMA Certification Criteria Ver.9.

C.5.4.1.2.4 Test pressures

Subclause 5.4.1.2.4 is replaced by the following text :

The test pressures, i.e. the pressure required at the gas inlet connection of the small fuel cell CHP appliance, are given in JEMA Certification Criteria Ver.9.

C.5.4.1.3 Setup of the small fuel cell CHP appliance

Subclause 5.4.1.3 is replaced by the following text:

Unless otherwise specified, the conditions of a test chamber shall be given as follows. However, these conditions need not be applied to those test items that are not affected by them.

a) Temperature of test chamber

The temperature of the test chamber shall be “ordinary temperature” as specified in JIS Z 8703, i.e. 20 °C ± 15 °C (Class 15 of standard temperature condition), and the temperature fluctuation during the test shall be ±5 K.

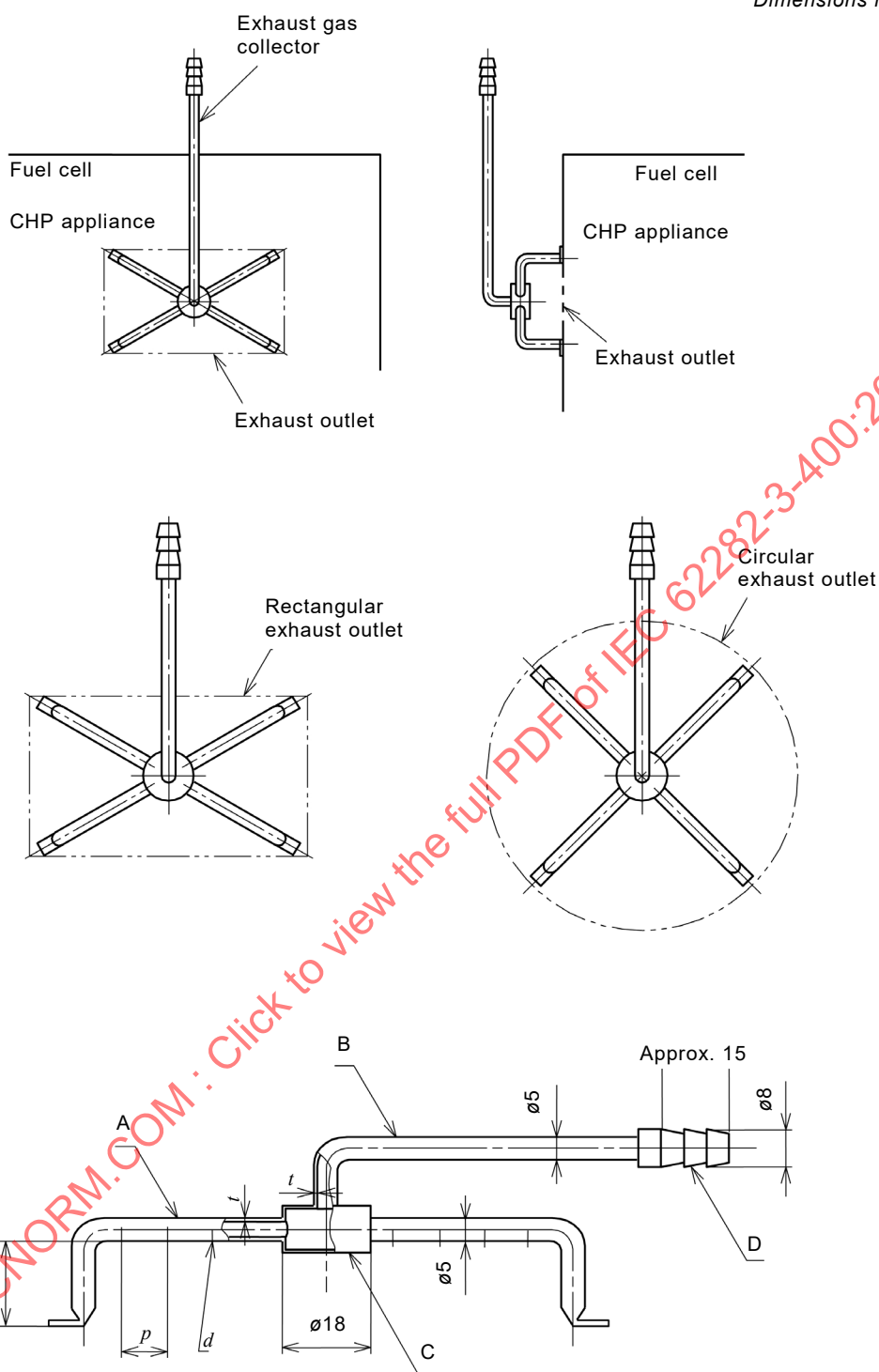
The measurement of the temperature of a test chamber shall be normally performed at a distance of about 1 m from a fuel cell power system with the temperature measurement part fixed at almost the same height as that of the upper surface of the fuel cell power system. However, when the height exceeds 1,5 m from the floor surface, measurement shall be performed at a height of 1,5 m from the floor surface. Measurement shall be performed at four positions, i.e. front, rear, left and right, and the arithmetic mean thereof shall be taken as the room temperature. However, the measurement part shall not be affected directly by the combustion gas, radiation heat, etc., from the fuel cell power system.

The specification of the temperature measurement panel or board shall comply with JIS S 2109:2011, Figures 4 to 6 and JIS C 8824 and JIS C 8841-2.

For collecting gas evenly from the exhaust outlet around the fuel cell CHP appliance, the exhaust gas collector shall be mounted in accordance with the shape of the exhaust outlet. An example of combustion exhaust gas collectors is shown in Figure C.3.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-3-400:2016

Dimensions in millimetres



IEC

Symbol	Dimension mm
Diameter of holes on tubes d	0,5 to 1,0
Distance between holes on tubes p	5 to 10
Tickness of tubes A and B t	0,5 to 1,0

With respect to materials, tubes A and B shall be either copper or copper alloy seamless tube as specified in JIS H 3300. Tubes C and D shall be either copper or copper alloy bar as specified in JIS H 3250.

Figure C.3 – Example of combustion exhaust gas collectors and collection locations

b) Humidity of test chamber

The humidity of the test chamber shall be “ordinary humidity” as specified in JIS Z 8703, i.e. $(65 \pm 20) \%$ (Class 20 of standard humidity condition).

c) Atmosphere inside the test chamber

In the atmosphere inside the test chamber, there shall not be more than 0,2 % of carbon dioxide and not be more than 0,002 % of carbon monoxide, respectively. Furthermore, there shall be no air flow that affects combustion.

C.5.4.2.1.1 Soundness of the supply gas circuit

Subclause 5.4.2.1.1 is replaced by the following text:

The requirements for the soundness of the supply gas circuit are given in JIS C 8824 and JIS C 8841-2

C.5.4.2.2.2 Air supply and combustion product circuit Type C small fuel cell CHP appliances

Subclause 5.4.2.2.2 is not applicable.

C.5.4.2.2.3 Air supply and combustion product circuit Type C small fuel cell CHP appliance

Subclause 5.4.2.2.3 is not applicable.

C.5.4.2.4 Soundness of the internal cooling circuits

Subclause 5.4.2.4 is not applicable.

C.5.4.3 Safety of operation**C.5.4.3.1 Limiting temperatures**

Subclause 5.4.3.1 is not applicable.

C.5.4.3.2.4 Maximum exhaust gas temperature

Subclause 5.4.3.2.4 is applicable with the following replacement:

The maximum exhaust gas temperature shall comply with C.5.3.3.2.4.

C.5.4.3.3 Ignition, cross lighting and flame stability

Subclause 5.4.3.3 is applicable with the following modifications:

C.5.4.3.3.1 Ignition test

Subclause 5.4.3.3.1 is applicable with the following replacement:

Replace 85 % with 90 % of the rated voltage.

C.5.4.3.3.2 Combustion test

Subclause 5.4.3.3.2 is applicable with the following addition:

For the small fuel cell CHP appliance using SOFC, from start-up to shutdown, the combustion products shall be sampled and measured for the volume fraction of CO and O₂, or CO₂. The simple moving average of 15 min shall be calculated from the measured volume fraction of

CO and O₂, or CO₂. The obtained average values shall be substituted into the equation given in JEMA Certification Criteria Ver.9, 2.2.2, and the maximum value shall be the volume fraction of CO in the dry air-free combustion products.

C.5.4.3.3.3 Wind test

Subclause 5.4.3.3.3 is applicable with the following replacement:

Replace the requirement for test gas as follows:

The test gas shall be a normal composition for complete combustion and shall be supplied at the nominal pressure.

Replace 85 % with 90 % of the rated voltage.

C.5.4.3.4.4 Verification of normal ignition in a combustible air/gas mixture for Type C small fuel cell CHP appliances incorporating a fan

Subclause 5.4.3.4.4 is not applicable.

C.5.4.3.6 Carbon monoxide

C.5.4.3.6.1 General

Subclause 5.4.3.6.1 is applicable with the following replacement:

In Table 7 the $\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO}_2)$ volume fractions of the theoretical dry air-free combustion products are replaced with those specified in JIS S 2093:2010, Annex A.

C.5.4.3.6.2 Limit condition

Subclause 5.4.3.6.2 is not applicable.

C.5.4.3.6.3 Special conditions

Subclause 5.4.3.6.3 is not applicable.

C.5.4.5 Start/release and adjusting, control and safety devices (if applicable)

Subclause 5.4.5 is replaced by the following:

The test method for resistance of the materials to pressure shall be in accordance with JEMA Certification Criteria Ver.9

C.5.4.7.1.2 Ignition test

Subclause 5.4.7.1.2 is applicable with the following modification:

Replacement of the test gas in b) 1) as follows:

b) Test conditions

- 1) Test gas: the test gas shall be of normal composition for complete combustion and shall be supplied at the nominal pressure

C.5.4.7.1.3 Combustion test

Subclause 5.4.7.1.3 is applicable with the following modification:

Replacement of the test gas in b) 1) as follows:

b) Test conditions

- 1) Test gas: The test gas shall be a normal composition for complete combustion and shall be supplied at the nominal pressure.

C.5.4.7.2.2 Ignition test

Subclause 5.4.7.2.2 is applicable with the following modification:

Replacement of the test gas in b) 1) as follows:

b) Test conditions

- 1) Test gas: the test gas shall be a normal composition for complete combustion and shall be supplied at the nominal pressure.

C.5.4.7.2.3 Combustion test

Subclause 5.4.7.2.3 is applicable with the following modification:

Replacement of the test gas in b) 1) as follows:

b) Test conditions

- 1) Test gas: the test gas shall be a normal composition for complete combustion and shall be supplied at the nominal pressure.

C.6.1 Performance parameters and requirements

C.6.1.1 Efficiency

Subclause 6.1.1 is replaced by the following text:

The minimum overall energy efficiency is not specified by laws or standards, but high overall energy efficiency is desirable.

C.6.1.2.1 Verification of the heat input for nominal appliance outputs

Subclause 6.1.2.1, item c), and the paragraph following item c), is applicable with the following modification:

- c) nominal operation at 100 % CHP generator output for small fuel cell CHP appliances without supplementary heat generator.

The heat input obtained under the test condition of 6.2.1.3.3 shall not differ by more than 10 %.

C.6.1.2.3 Verification of overall energy efficiency and nominal output (thermal and electrical output)

Subclause 6.1.2.3 is replaced by the following text:

It is verified that the overall energy efficiency determined under the test conditions of 6.2.1.3.3 does not deviate by more than 10 % from the nominal efficiency, which is the ratio of the nominal output (useful heat and net electric power) and the nominal heat input.

C.6.1.4 Combustion and NO_x emissions

Subclause 6.1.4 is replaced by the following text:

The permissible NO_x concentration shall be less than or equal to 60 ml/m^3 in accordance with the test methods of IEC 62282-3-201.

This should be applicable to natural gas (city gas) and LPG.

C.7.1.1 Data plate

Subclause 7.1.1 is applicable with the following modifications:

The following information is added:

- the minimum and maximum ambient temperatures at which the small fuel cell CHP appliance is designed to operate.

The following information is not applicable in Japan:

- the country of destination;
- descriptions regarding range rated small fuel cell CHP appliances.

C.7.2.2.2 General

Subclause 7.2.2.2 is applicable with the following modification:

- NO_x values are not required to be given in the technical instructions.

C.7.2.2.4 Installation of the central heating circuit

Subclause 7.2.2.4 is not applicable.

C.7.2.2.5 Installation of the combustion circuit

Subclause 7.2.2.5 is replaced by the following:

The requirements for 7.2.2.5 are given in JIS C 8823 and JEMA Certification Criteria Ver.9.

C.7.101 Additional requirements in Japan

The additional requirements are given in JEMA Certification Criteria Ver.9.

Annex D (informative)

Requirements specific for the USA

Only those subclauses in this International Standard that are affected by requirements specific for the USA have been identified in Annex D, numbered correspondingly to the respective subclauses in the main body of this standard.

D.1 Scope

Clause 1 is applicable with the following addition:

The following apply in addition to Clause 1 with precedence of the values given in Clause D.1:

- For storage water heaters having an input rating of 22 kW (75 000 Btu/h) or less, such heaters for the United States and Canada shall comply with ANSI Z21.10.1-2013/CSA 4.1-2013, *Gas water heaters, volume I, storage water heaters with input ratings of 75,000 Btu per hour or less*.
- For storage water heaters having an input rating above 22 kW (75 000 Btu/h), circulating and instantaneous water heaters, such heaters for the United States and Canada shall comply with ANSI Z21.10.3-2013/CSA 4.3-2013, *Gas-fired water heaters, volume III, storage water heaters with input ratings above 75,000 Btu per hour, circulating and instantaneous*.
- For boilers having an inlet pressure rating not exceeding 3,5 kPa (0,5 psi) and having input ratings of less than 3 700 kW (12 500 000 Btu/h), such products for the United States and Canada shall comply with ANSI/Z21.13-2014/CSA 4.9-2014, *Gas-fired low pressure steam and hot water boilers*.
- In the United States for commercial-industrial boilers falling within the scope of UL 795, such products shall comply with the requirements detailed in UL 795, *Commercial-industrial gas-heating equipment*.
- In Canada for gas-fired packaged steam and hot water boilers with a) a maximum gas inlet pressure greater than 3,5 kPa (0,5 psi) and input ratings from 120 kW to 15 000 kW (400 000 to 50 000 000 Btu/h), and b) maximum gas inlet pressure ratings equal to or less than 3,5 kPa (0,5 psi) and input ratings from 3 700 kW to 15 000 kW (12 500 000 to 50 000 000 Btu/h), such boilers shall meet CAN1-3.1-77 (reaffirmed 2011), *Industrial and commercial gas-fired package boilers*.
- The heat transfer fluid circuit (heat output) shall be designed for sealed operation. The domestic hot water system, if installed, shall deliver water through valves at the point of use.
- The maximum temperature of the heat transfer fluid (heat output) shall not exceed 121 °C (250 °F) at or near the appliance outlet (2012 International Fuel Gas Code).
- The maximum pressure of the heat transfer fluid (heat output) circuit shall not exceed the 1 100 kPa gauge (160 psig), (2012 International Fuel Gas Code).
- The maximum outlet temperature of a water heater or a hot water heating boiler shall be 99 °C (210 °F) as limited by automatic controls (Uniform Plumbing Code).
- The maximum pressure of the domestic hot water circuit, if installed, shall not exceed 1 035 kPa (150 psi).
- The maximum temperature of the domestic hot water circuit, if installed, shall not exceed 60 °C (140 °F).
- A hot water heating boiler having a volume exceeding 454 l (120 gallons) or a heat input exceeding 58,6 kW (200 000 Btu/h) or an operating temperature exceeding 99 °C (210 °F) shall comply with a nationally approved construction and safety standard approved by the

local authority having jurisdiction (AHJ). This might be the ASME Boiler and Pressure Vessel Code or for gas fired low pressure hot water boilers having pressure limited to 1 102 kPa (160 psig) and temperature limited to 121 °C (250 °F) the standard might be CSA 4.9b, *Gas-fired low pressure steam and hot water boilers*.

D.2 Normative references

Clause 2 is applicable with the following addition:

Type of control in ISO 23550 and IEC 60730	U.S. and/or Canadian standard
Automatic shut-off valves	ANSI Z21.21/CSA 6.5, or ANSI/UL 429 (automatic safety shut-off valves)
Burner controls	ANSI Z21.20/CAN/CSA 199 or ANSI/UL 372 (pertain to automatic burner ignition modules)
Flame supervision devices	ANSI Z21.20/CAN/CSA 199 or ANSI/UL 372 (would cover flame supervision)
Gas/air ratio controls	CSA requirement 5.01 (this document is an internal document to CSA for certification purposes, it is not a national standard)
Pressure governors	ANSI Z21.18/CSA 6.3 or ANSI/UL 252, or for LP-gas ANSI/UL 144 (gas pressure regulators)
Manual taps	ANSI Z21.15/CSA 9.1 or UL 842 (manual gas valves)
Mechanical thermostats	ANSI Z21.23/CAN1-6.6-M78 (gas appliance thermostats)
Multifunctional controls	ANSI Z21.78/CSA 6.20 (combination gas controls for gas appliances)
Press-sensing devices	ANSI/UL 353 or ANSI/UL 632 pertains to devices like sensors, indicators and transmitters
Valve-proving systems	CSA requirement 4.01 (this document is an internal document to CSA for certification purposes, it is not a national standard)
Zero governors	If a zero governor is the same as a negative pressure regulator then ANSI Z21.18/CSA 6.3 is applicable

D.4 Appliance classification

D.4.2 Mode of air supply and evacuation of combustion products

Subclause 4.2 is applicable with the following addition:

Direct-vent appliances are appliances that are constructed and installed so that all air for combustion is derived directly from the outside atmosphere and all flue gases are discharged directly to the outside atmosphere through dedicated closed sealed piping or ducts without being exposed to the interior atmosphere at any time.

NOTE This type of application is a Type C small fuel cell CHP appliance in accordance with Annex F.

Type B small fuel cell CHP appliances are not permitted.

D.5.2 Construction requirements for safety

D.5.2.1 General

Subclause 5.2.1 is applicable with the following addition:

If contradictions were to occur to requirements on other relevant parts of this standard then the requirements given in the following list have precedence: water heaters utilized for space heating. Water heaters utilized both to supply domestic hot water and provide hot water for space-heating applications shall be listed and labeled for such applications by the manufacturer and shall be installed in accordance with the manufacturer's installation instructions.

Water heaters shall be tested in accordance with ANSI Z21.10.1 and ANSI Z21.10.3 and shall be installed in accordance with the manufacturer's installation instructions.

The following standards shall be met, as applicable:

CSA Z21.10.1a 2009, *Gas water heaters, volume I, storage water heaters with input ratings of 75,000 Btu per hour or less* (same as CSA 4.1a)

CSA Z11.10.3b 2010, *Gas water heaters, volume III, storage water heaters with input ratings above 75,000 Btu per hour, circulating and Instantaneous* (same as CSA 4.3b)

CSA Z21.13a 2010, *Gas-fired low pressure steam and hot water boilers* (same as CSA 4.9a)

CSA Z21.22b 2008, *Relief valves for hot water supply systems* (same as CSA 4.4b)

CSA Z11.24a 2009, *Connectors for gas appliances* (same as CSA 6.10a)

ASME A112.4.1 2009, *Water heater relief valve drain tubes*

IAPMO PS 922010, *Heat exchangers and indirect water heaters*

Controls and limit devices for automatic boilers are given in California Mechanical Code:2010, Table 10-3.

D.5.2.6 Electrical safety

Subclause 5.2.6 is applicable with the following modification:

The requirements for the connection to the electrical supply system shall comply with NPFA 70:2014, Article 692 (Action USA Experts) and IEEE 1547 as applicable

D.5.2.7.9.3.3.1 Small fuel cell CHP appliances with electromechanical controls

Subclause 5.2.7.9.3.3.1 is applicable with the following modification:

The temperature limit is 121 °C.

D.5.2.7.9.4 Protection against over-pressure

Subclause 5.2.7.9.4 is applicable with the following modification:

Relief valve: storage water heaters for domestic hot water heating service operating above atmospheric pressure shall be provided with an approved, self-closing (levered) pressure relief valve and temperature relief valve or combination thereof. The relief valve shall conform to ANSI Z21.22. The relief valve shall not be used as a means of controlling thermal expansion.

- Such valves shall be installed in the shell of the water heater tank. Temperature relief valves shall be so located in the tank as to be actuated by the water in the top 152 mm (6 in) of the tank served. For installations with separate storage tanks, the approved, self-closing (levered) pressure relief valve and temperature relief valve or combination thereof conforming to ANSI Z21.22 valves shall be installed on both the storage water heater and storage tank. There shall not be a check valve or shut-off valve between a relief valve and the heater or tank served.
- Temperature and pressure relief valves, or combinations thereof, and energy cut-off devices shall bear the label of an approved agency and shall have a temperature setting of not more than 99 °C (210 °F) and a pressure setting not exceeding the tank or water

heater manufacturer's rated working pressure or 1 035 kPa (150 psi), whichever is less. The relieving capacity of each pressure relief valve and each temperature relief valve shall equal or exceed the heat input to the water heater or storage tank

Water pressure reducing valve or regulator: where water pressure within a building exceeds 552 kPa (80 psi) static, an approved water-pressure reducing valve conforming to ASSE 1003 or CSA B356 with strainer shall be installed to reduce the pressure in the building water distribution piping to not greater than 552 kPa (80 psi) static.

Water heater as space heater: where a combination domestic hot water heating and space heating system requires water for space heating at temperatures higher than 60 °C (140 °F), a master thermostatic mixing valve complying with ASSE 1017 shall be provided to limit the water supplied to the domestic hot water distribution system to a temperature of 60 °C (140 °F) or less. The potability of the water shall be maintained throughout the system (International Plumbing Code).

Safety control timing: the nominal maximum trial for pilot time shall be 90 s. The nominal maximum trial for main burner flame pilot time shall be 90 s. The nominal maximum time for main burner flame failure detection shall be 90 s. The entire control system shall comply with Table D.1.

D.5.3.2.1.2 Prevention against fire and explosion hazards arising from the supply gas circuit

Subclause 5.3.2.1.2 is applicable with the following modification:

ISO 23550 shall be replaced by ANSI Z21.21-2012/CSA 6.5-2012. The maximum leak rate of air shall not exceed the value as given in ANSI Z21.86-2008.

D.5.3.4.2.2.1 Ignition safety time

Subclause 5.3.4.2.2.1 is applicable with the following modification:

For boilers having a direct ignition system:

The construction of the boiler and the arrangement of the ignition system shall be such that in the event of a delay in ignition of the main burner gas, such as might be caused by foreign debris or electrical shorting of the ignition means, the boiler will vent itself without excessive flame flashback or damage.

For the purposes of this test, the control manufacturer's specified maximum trial for ignition period for the automatic gas ignition system shall be used. For systems which deactivate the ignition means prior to the end of the trial for ignition period, the test shall be conducted using the control manufacturer's specified maximum ignition activation period timing.

Method of test

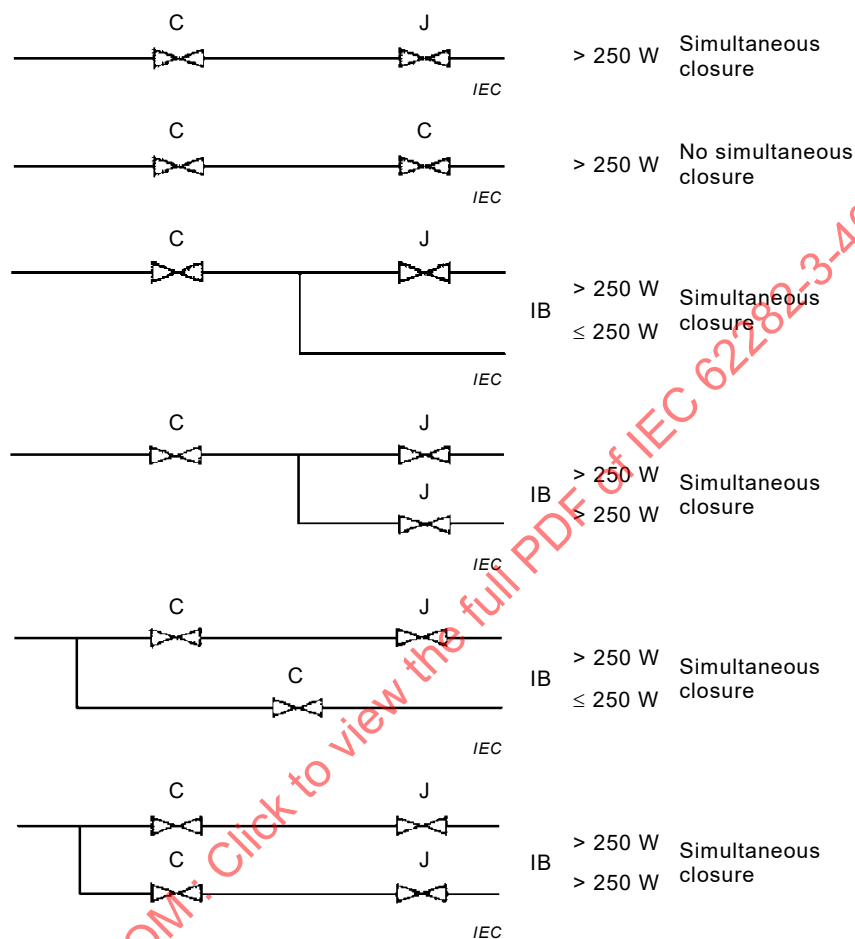
With the boiler at room temperature, the boiler shall be placed in operation at normal inlet test pressure with the ignition means temporarily circumvented for varying intervals of time up to the control manufacturer's maximum specified trial for ignition period or maximum specified ignition activation period, whichever is shorter. For multitry systems, attempts to ignite shall be made for varying intervals of time for each trial for ignition period and any time the ignition means is activated throughout the total operating sequence up to lockout.

The resulting ignition in each trial shall be observed for excessive flame flashback or damage to the boiler.

Annex E (informative)

Composition of the supply gas circuit

Minimum requirements for a small fuel cell CHP appliance with fan, with ignition burner or pre-purge are given in Figure E.1.



Key

IB Ignition burner

C, J Gas valve classification according to ISO 23551-1

Figure E.1 – Automatic gas shut-off valves in the supply gas circuit for small fuel cell CHP appliances

Annex F (informative)

Classification of gas appliances according to the method of supplying air and evacuation of the combustion products (types)

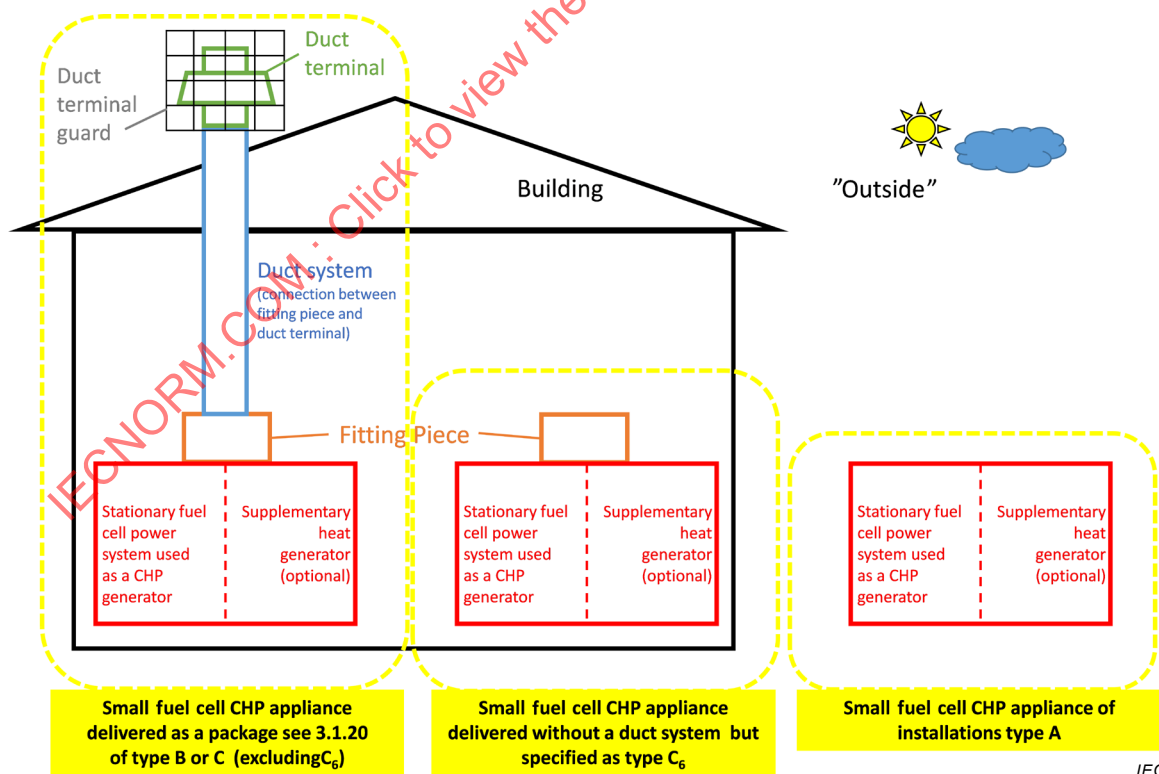
F.1 General

F.1.1 Description

Three different types of small fuel cell CHP appliances can be delivered by the manufacturer according to the air supply and combustion products evacuation as classified as follows (see also 4.2):

- Type A small fuel cell CHP appliance is an appliance intended to be installed semi-outdoors or outdoors in open air.
- Type B small fuel cell CHP appliance is an appliance intended to be connected to a flue system evacuating the combustion products to the outside of the room containing the appliance, with the combustion air being drawn directly from the room where the appliance is installed.
- Type C small fuel cell CHP appliance is an appliance in which the combustion circuit is sealed with respect to the room in which the appliance is installed.

Figure F.1 shows three examples of possible packages of delivery specified by the manufacturer according to the classification in 4.2 and the elements of a duct system.



IEC

Figure F.1 – Types of small fuel cell CHP appliance with its key duct elements

The air supply and the combustion products evacuation ducts and the duct terminal or the fitting piece which is used to connect the small fuel cell CHP appliance to a chimney or duct system are part of the small fuel cell CHP appliance unless otherwise stated by the

manufacturer. They admit fresh air from inside or outside the inhabitable part of the building to the system and they discharge the products of combustion to the outside.

Furthermore, different types of configuration of the air supply and combustion products evacuation ducts are provided in Annex F as a systematic approach for the choice of the manufacturer. This large variety includes small fuel cell CHP appliances which are supplied without a duct system.

The types are defined by two subscripts after the B or C, such as C_{xy} :

- the first subscript number “x” is based upon the possible installation of the small fuel cell CHP appliance with respect to the mode of air supply and evacuation of the combustion products;
- the second subscript number “y” is based upon the presence and the positioning of one or more integral fan(s) in the small fuel cell CHP appliance shown on a Type C:
 - C_{x1} indicates “no fan”,
 - C_{x2} indicates “fan is located near the combustion products outlet, the fan produces an under pressure in the small fuel cell CHP appliance”,
 - C_{x3} indicates “fan is located near the air inlet, the fan produces an overpressure in the small fuel cell CHP appliance”.

For better understanding the following common parts of the duct system are explained:

In addition to definition 3.1.15 the following describes the fitting piece as used in conjunction with the different types of flue duct systems:

- a) the air supply and combustion products evacuation ducts to two ducts of a common duct system for Type C_4 small fuel cell CHP appliance;
- b) Type C_6 small fuel cell CHP appliance to a system for air supply and combustion products evacuation that is approved and marketed independently from the small fuel cell CHP appliance;
- c) the combustion products evacuation duct to a chimney that is part of the building for Type C_8 small fuel cell CHP appliance;
- d) the air supply duct to a chimney that is part of the building for Type C_9 small fuel cell CHP appliance;
- e) Type B_2 small fuel cell CHP appliance to a system for combustion products evacuation that is approved and marketed independently from the small fuel cell CHP appliance;
- f) the combustion products evacuation duct to a common duct system for Type B_3 small fuel cell CHP appliance

F.1.2 Flue duct systems used in certain regions/countries

F.1.2.1 Typical use of the flue duct system in Europe and the USA

Type B_{22} , Type B_{23} , Type B_{32} , Type B_{33} , Type B_{52} , Type B_{53} , Type C_1 , Type C_3 , Type C_4 , Type C_5 , Type C_6 , Type C_8 and Type C_9 are used.

F.1.2.2 Typical use of the flue duct system in Japan

Type C_{13} (JP classification: FF) is used.

F.1.2.3 Typical use of the flue duct system in Korea

Type B_2 , Type B_3 , Type B_5 , Type C_1 , Type C_3 , Type C_4 , Type C_5 , Type C_6 , Type C_8 and Type C_9 are used.

F.2 Type of installation of a small fuel cell CHP appliance

- Type B₂

This is a Type B small fuel cell CHP appliance without a draught diverter.

Type B₂₁ is a natural draught type B₂ appliance.

Type B₂₂ is a Type B₂ appliance incorporating a fan downstream of the combustion chamber/heat exchanger.

Type B₂₃ is a type B₂ appliance incorporating a fan upstream of the combustion chamber/heat exchanger.

- Type B₃

This is a Type B small fuel cell CHP appliance without a draught diverter. The appliance is connected via its ducts possibly by means of a fitting piece to a duct system or to an individual or common chimney for the discharge of the combustion products. The supply of the combustion air is drawn directly from the room where the appliance is installed. The duct for the combustion products is completely integrated in the combustion air duct.

Type B₃₁ is a natural draught Type B₃ appliance.

Appliances of Type B₃₁ are not foreseen.

Type B₃₂ is a Type B₃ appliance incorporating a fan downstream of the combustion chamber/heat exchanger.

Type B₃₃ is a Type B₃ appliance incorporating a fan upstream of the combustion chamber/heat exchanger.

- Type B₅

This is a type B small fuel cell CHP appliance, without a draught diverter, that is designed for connection via its flue ducts to its flue terminal.

Type B₅₁ is a natural draught Type B₅ appliance.

Type B₅₂ is a type B₅ appliance incorporating a fan downstream of the combustion chamber/heat exchanger.

Type B₅₃ is a Type B₅ appliance incorporating a fan upstream of the combustion chamber/heat exchanger.

- Type C₁

This is a Type C small fuel cell CHP appliance which is connected via its ducts to a horizontally installed duct terminal at the wall or on the roof. The orifices of the ducts are either concentric or close enough to come under similar wind conditions.

Type C₁₁ is a natural draught Type C₁ appliance.

Type C₁₂ is a type C₁ appliance incorporating a fan downstream of the combustion chamber/heat exchanger.

Type C₁₃ is a Type C₁ appliance incorporating a fan upstream of the combustion chamber/heat exchanger.

- Type C₃

This is a Type C small fuel cell CHP appliance which is connected via its ducts to a vertically installed duct terminal. The orifices of the ducts are either concentric or close enough to come under similar wind conditions.

Type C₃₁ is a natural draught Type C₃ appliance.

Type C₃₂ is a Type C₃ appliance incorporating a fan downstream of the combustion chamber/heat exchanger.

Type C₃₃ is a Type C₃ appliance incorporating a fan upstream of the combustion chamber/heat exchanger.

- Type C₄

This is a type C small fuel cell CHP appliance which is connected via its ducts possibly by means of a fitting piece to a common duct system consisting of a duct for the supply of the combustion air and a duct for the discharge of the combustion products.

The orifices of the ducts are either concentric or close enough to come under similar wind conditions.

Type C₄₁ is a natural draught Type C₄ appliance.

Type C₄₂ is a Type C₄ appliance incorporating a fan downstream of the combustion chamber/heat exchanger.

Type C₄₃ is a Type C₄ appliance incorporating a fan upstream of the combustion chamber/heat exchanger.

- Type C₅

This is a Type C small fuel cell CHP appliance which is connected via its separate ducts to two duct terminals that may terminate in zones of different pressure.

Type C₅₁ is a natural draught Type C₅ appliance.

Type C₅₂ is a type C₅ appliance incorporating a fan downstream of the combustion chamber/heat exchanger.

Type C₅₃ is a Type C₅ appliance incorporating a fan upstream of the combustion chamber/heat exchanger.

- Type C₆

This is a Type C small fuel cell CHP appliance which is intended to be connected to a separately approved and marketed system for the supply of combustion air and discharge of the combustion products.

Type C₆₁ is a natural draught Type C₆ appliance.

Type C₆₂ is a Type C₆ appliance incorporating a fan downstream of the combustion chamber/heat exchanger.

Type C₆₃ is a Type C₆ appliance incorporating a fan upstream of the combustion chamber/heat exchanger.

- Type C₈

This is a Type C small fuel cell CHP appliance which is connected via its ducts possibly by means of a fitting piece to an air supply terminal and fitted to an individual or common chimney.

Type C₈₁ is a natural draught Type C₈ appliance.

Type C₈₂ is a Type C₈ appliance incorporating a fan downstream of the combustion chamber/heat exchanger.

Type C₈₃ is a type C₈ appliance incorporating a fan upstream of the combustion chamber/heat exchanger.

- Type C₉

This is a Type C appliance similar to a Type C₃ appliance in that it is designed for use with a vertical duct terminal, which at the same time admits fresh air to the burner and discharges the products of combustion to the outside through orifices that are either concentric or close enough to come under similar wind conditions.

However, the only difference for this appliance type is that the air inlet duct, or part of it, is an existing vertical duct within the building (e.g. a converted chimney).

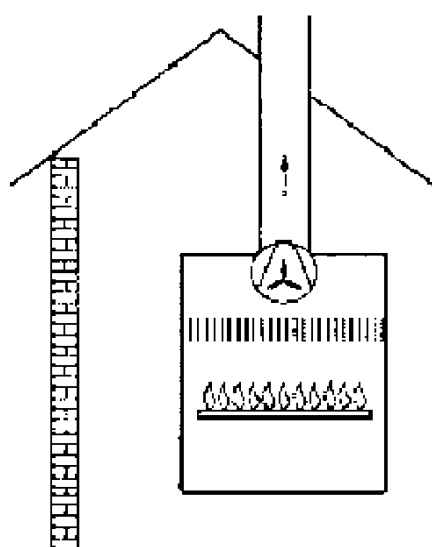
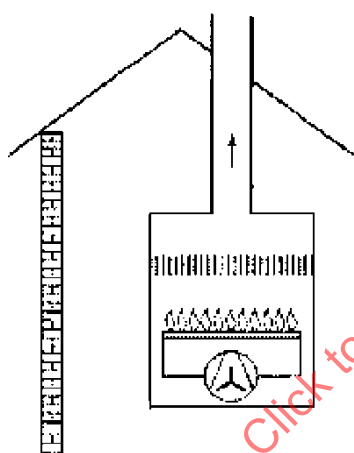
Type C₉₁ is a natural draught Type C₉ appliance.

Type C₉₂ is a Type C₉ appliance incorporating a fan downstream of the combustion chamber/heat exchanger.

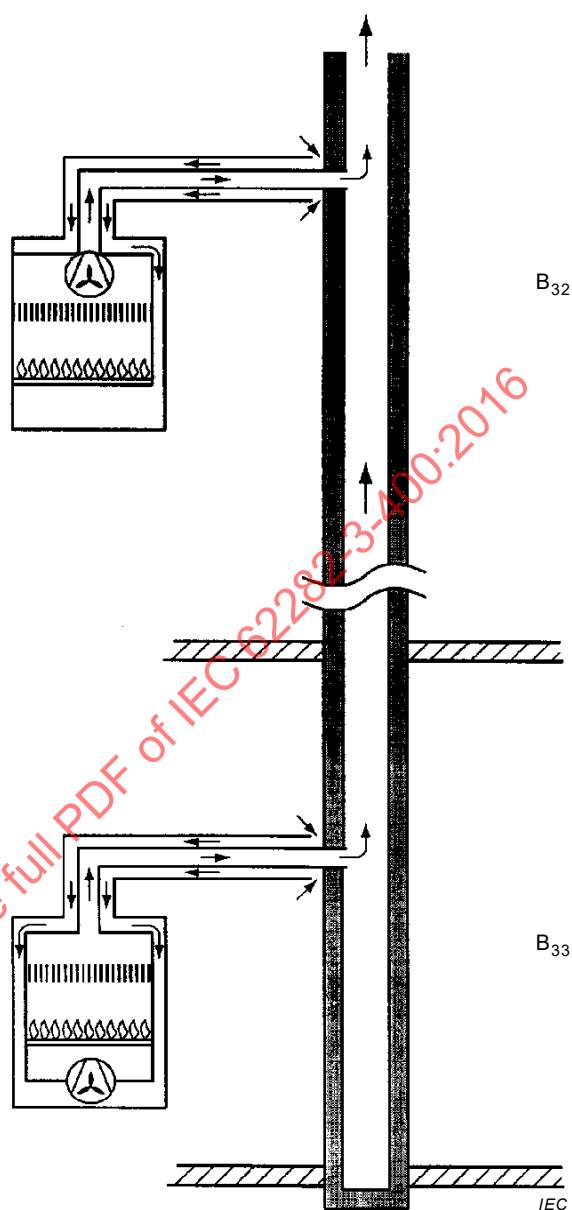
Type C₉₃ is a Type C₉ appliance incorporating a fan upstream of the combustion chamber/heat exchanger.

The following Figures F.2 to F.11 are purely illustrations; they are intended to be neither technically perfect nor complete in themselves.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-3-400:2016

B₂₂B₂₃

IEC

Figure F.2 – Type B₂B₃₂B₃₃

IEC

Figure F.3 – Type B₃

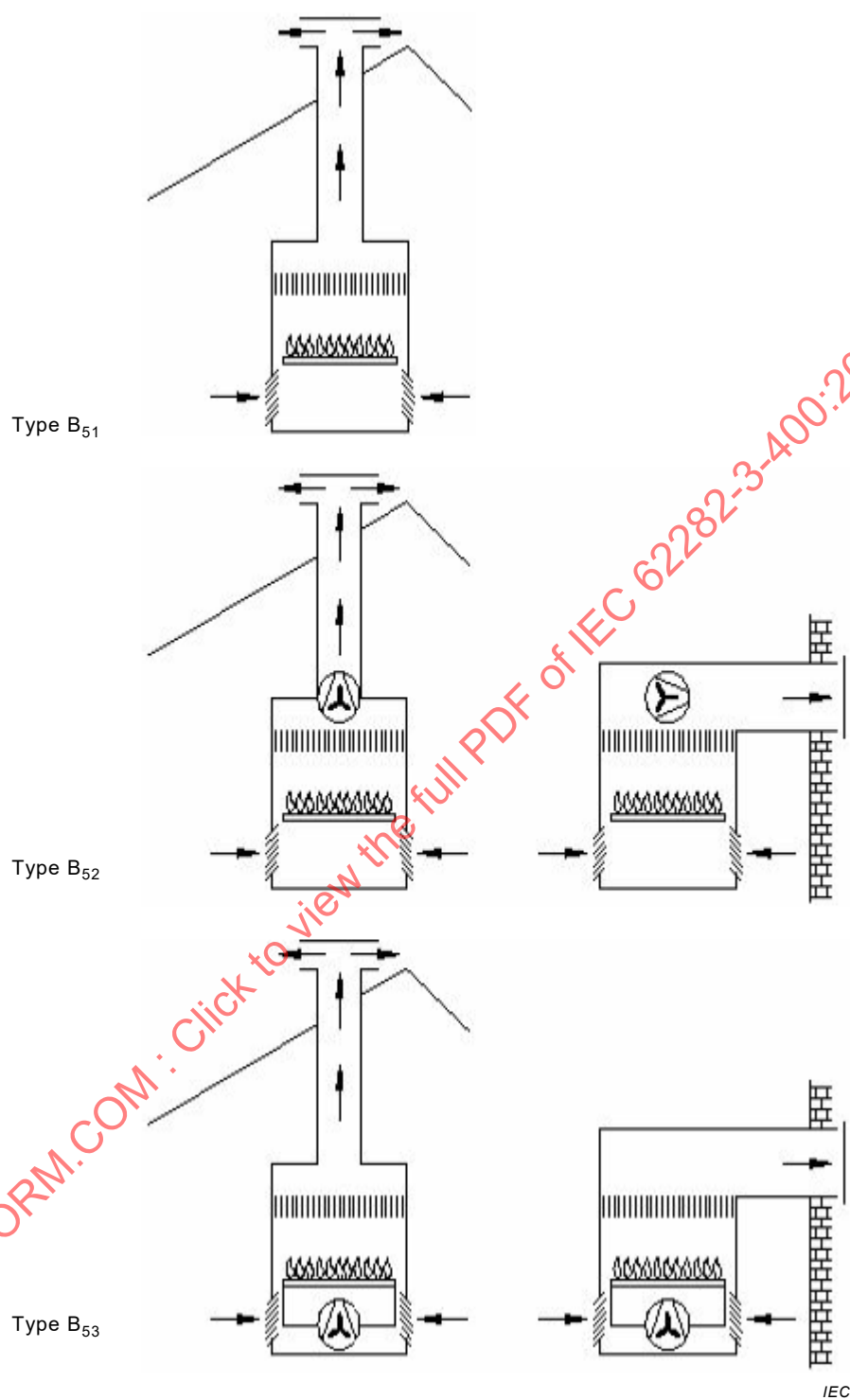
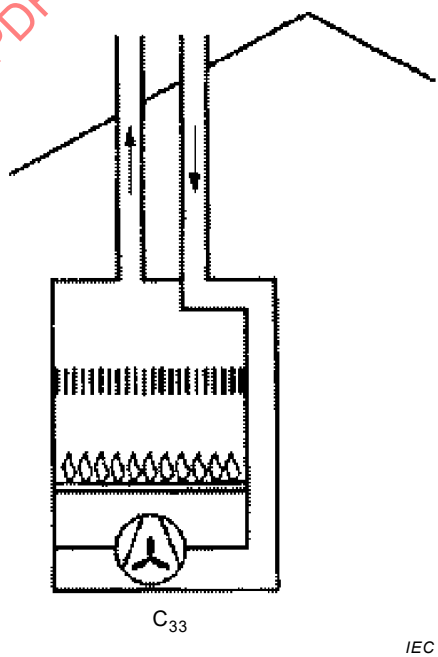
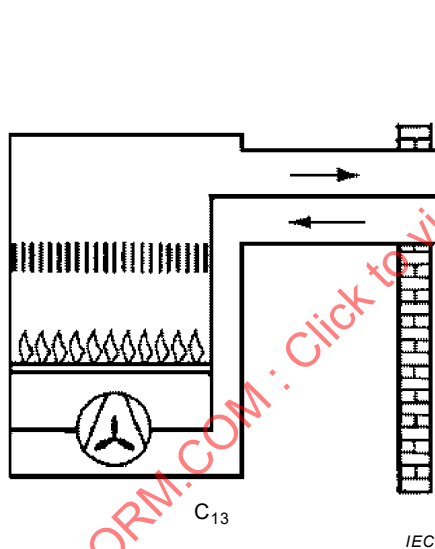
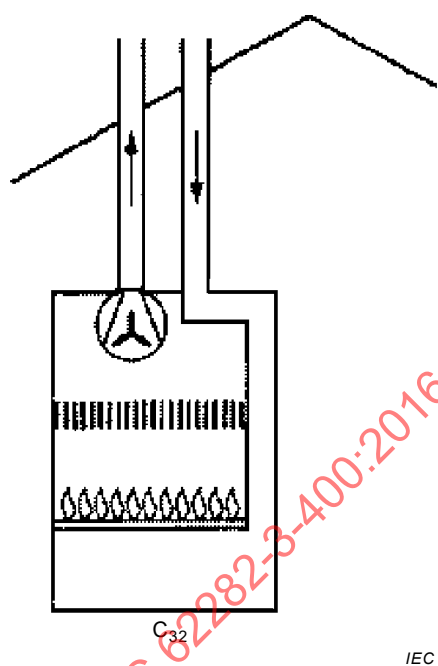
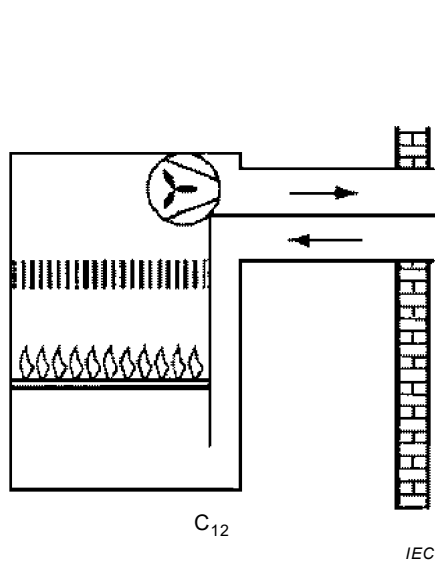
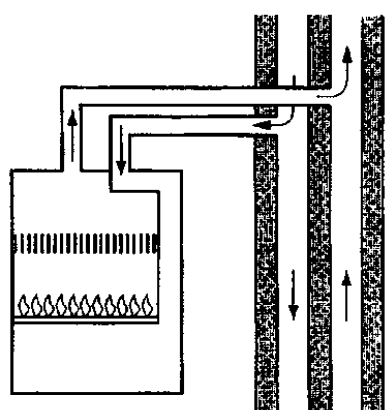


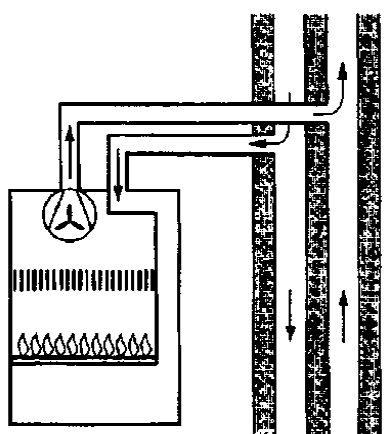
Figure F.4 – Type B₅

Figure F.5 – Type C₁Figure F.6 – Type C₃



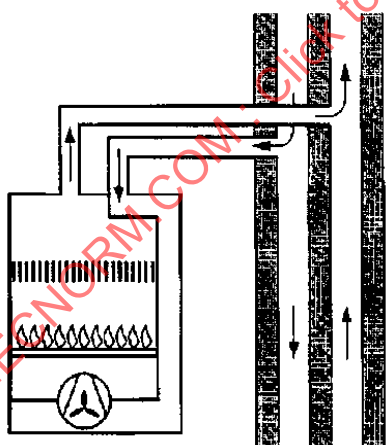
C₄₁

IEC



C₄₂

IEC

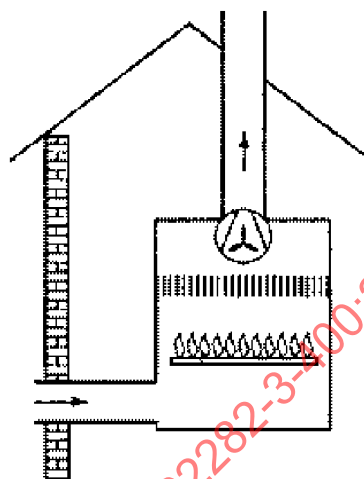


C₄₃

IEC

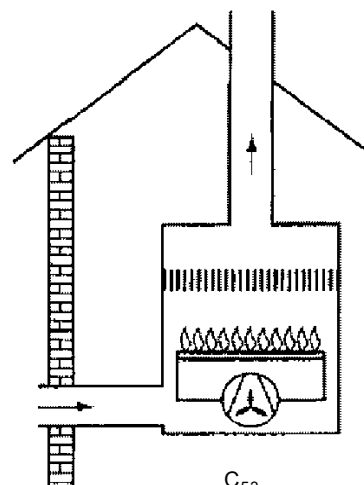
The chimney as part of the building is not subject to this standard.

Figure F.7 – Type C₄



C₅₂

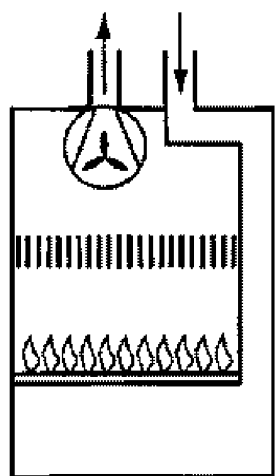
IEC



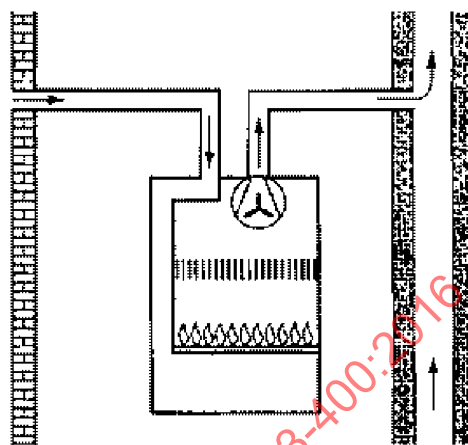
C₅₃

IEC

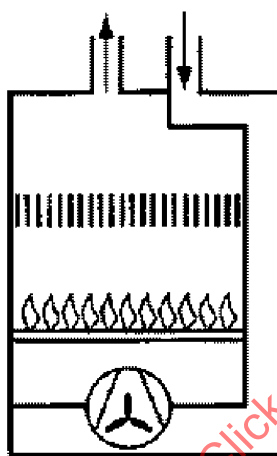
Figure F.8 – Type C₅

C₆₂

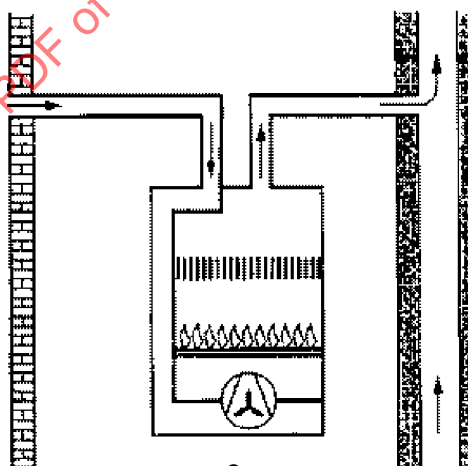
IEC

C₈₂

IEC

C₆₃

IEC

C₈₃

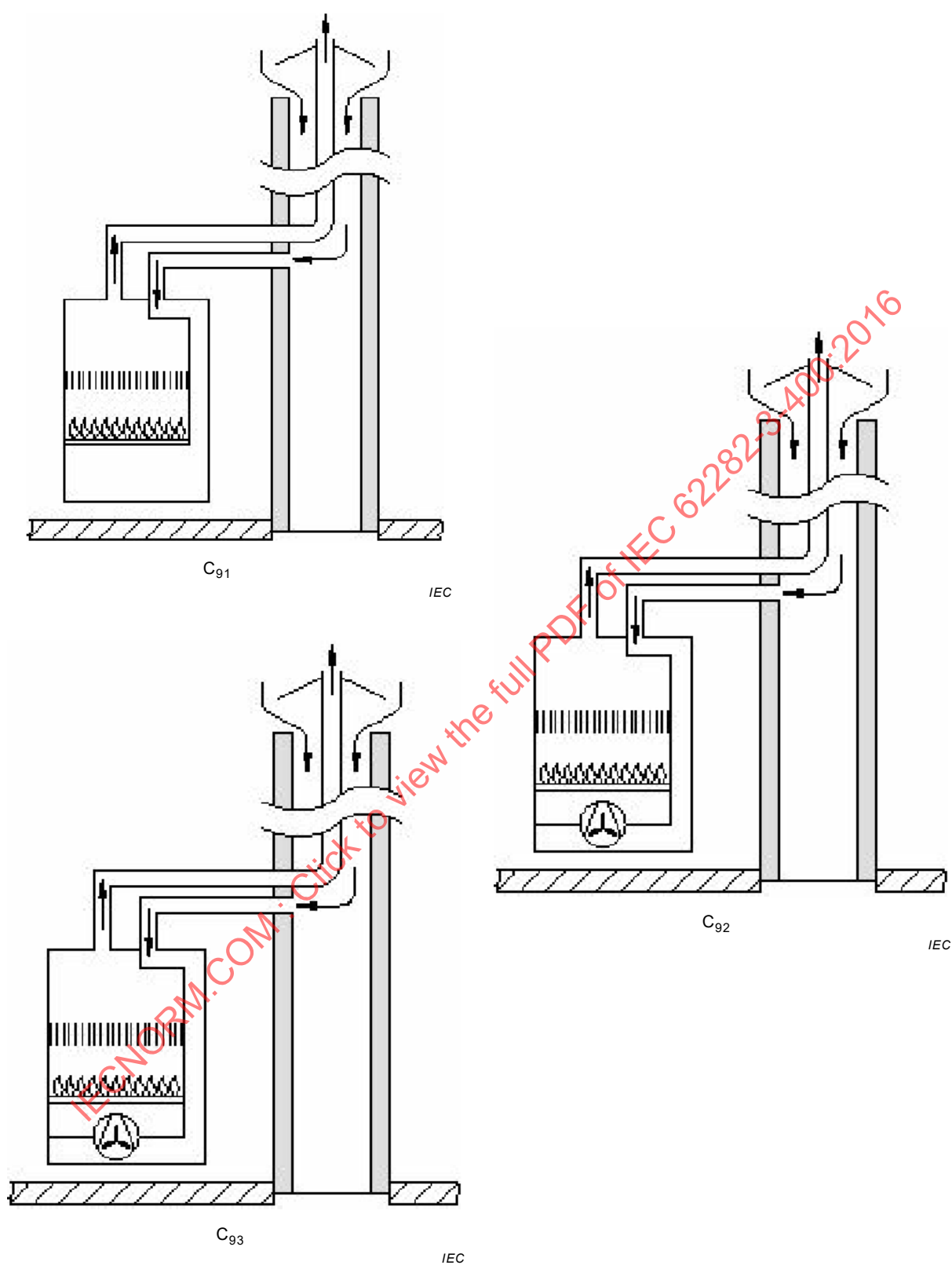
IEC

Ducts shall be installed according regional regulations.

The chimney as part of the building is not subject to this standard.

Figure F.9 – Type C₆

Figure F.10 – Type C₈



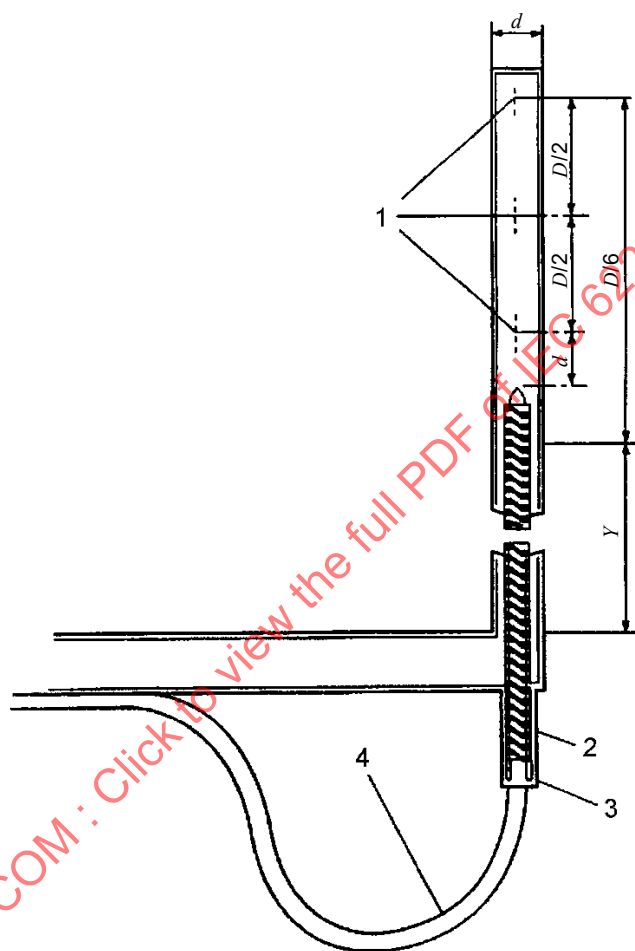
The chimney as part of the building is not subject to this standard.

Figure F.11 – Type C₉

Annex G (informative)

Sampling of flue gas combustion products

Type B small fuel cell CHP appliance is an appliance intended to be connected to a flue system evacuating the combustion products to the outside of the room containing the appliance, with the combustion air being drawn directly from the room where the appliance is installed (see Figures G.1 and G.2).

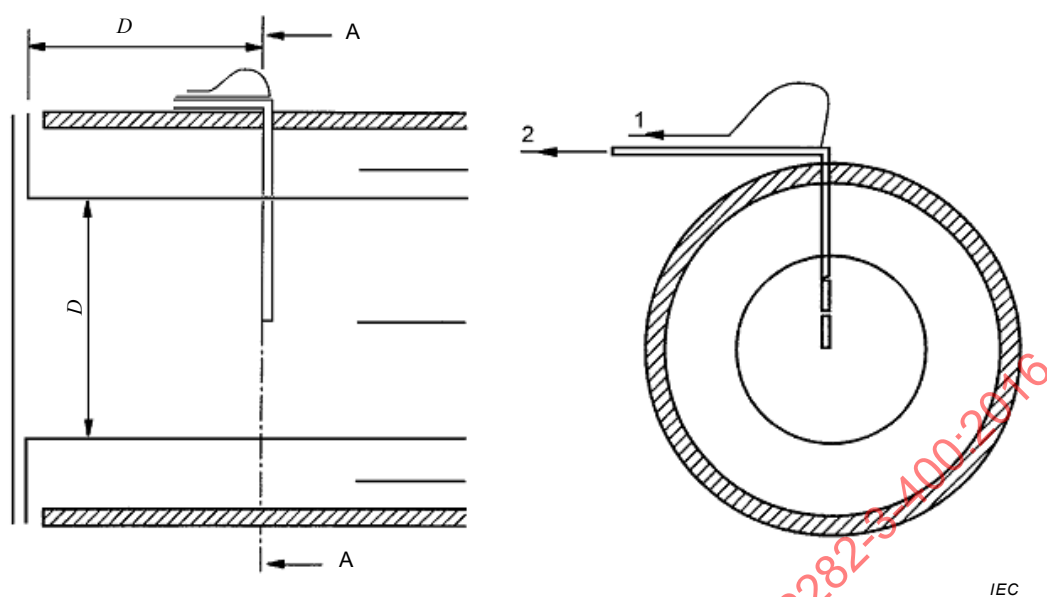


IEC

Key

- 1 sampling holes
- 2 ceramic pipe with internal double thread
- 3 concrete insulation
- 4 chromel/alumel thermoelement wires

**Figure G.1 – Example of a sampling probe
for the measurement of the products of combustion**



Key

- D internal diameter of evacuation duct
- 1 to temperature gauge
- 2 to withdrawal pump

Figure G.2 – Example of the location of the probe for an appliance with circular coaxial ducts

Annex H

(informative)

Practical method of calibrating the test rig to enable the heat loss Q_{loss} to be determined

Substitute for the small fuel cell CHP appliance (1) in Figure I.1 a well insulated water container of small volume (about 250 ml) containing an electric immersion heater. Fill the circulating system and start the pump running at its normal setting. The immersion heater shall be connected to mains supply via a continuously variable transformer and a watt-hour meter. Adjust the transformer so that the temperature of the circulating water reaches equilibrium (this may take 4 h or more). Note the ambient temperature and measure the heat input. A series of tests at different temperatures will give the test rig heat losses over various temperature rises above ambient.

When the actual test is carried out, the ambient temperature is noted and the heat loss Q_{loss} corresponding to the temperature difference between the ambient and mean test rig temperatures can be determined.

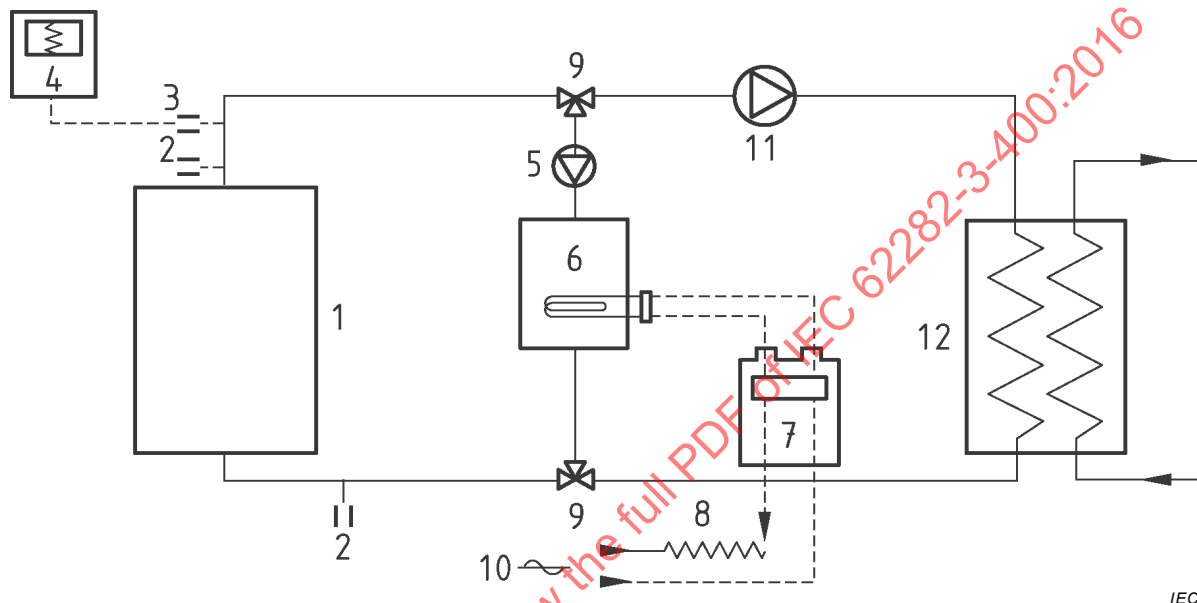
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-3-400:2016

Annex I (informative)

Test rig for the measurement of the stand-by heat losses

I.1 Test rig for the measurement of the stand-by heat losses

The small fuel cell CHP appliance is fitted to the test rig as shown in Figure I.1 and the flow and return pipes are connected directly.



Key

- | | | | |
|---|--|----|---|
| 1 | small fuel cell CHP appliance under test | 6 | auxiliary electric appliance |
| 2 | temperature probe | 7 | device for measuring the electric power |
| 3 | low inertia thermocouple | 8 | voltage regulator |
| 4 | recorder | 9 | 1/4 turn valves |
| 5 | pump with a rate such that the temperature difference is between 2 K and 4 K at the maximum test temperature | 10 | electrical supply |
| | | 11 | additional pump (if necessary) |
| | | 12 | cooling system on principle of exchange or mixing |

Figure I.1 – Test rig

The pump (11) is stopped and the valves on the exchanger are shut.

The pump (5) is started and operates continuously at the intended water rate.

The values $(T - T_A)$ are measured in the steady state.

The measured value is expressed in watts (W), as a function of the value of $(T - T_A)$, expressed in Kelvin (K).

The measured value gives, for the water rate considered, the heat losses and contributions from the circulating pump of the test circuit as a function of $(T - T_A)$.

I.2 Determination of the heat losses from the test rig (indirect method) and of the contributions of the circulating pump of the test rig

The small fuel cell CHP appliance is fitted to the test rig as shown in Figure I.1 and the flow and return pipes are connected directly.

The pump (11) is stopped and the valves (9) on the exchanger are shut.

The pump (5) is started and operates continuously at the intended water rate.

The values $(T - T_A)$ are measured in the steady state under the following three conditions:

- a) without electrical contribution from the small fuel cell CHP appliance (6),
- b) with an electrical contribution from the small fuel cell CHP appliance (6), so as to obtain a value of:
 $(T - T_A)$ of (40 ± 5) K,
- c) with an electrical contribution from the small fuel cell CHP appliance (6), so as to obtain a value of:

$(T - T_A)$ of (60 ± 5) K,

where

T is the mean temperature value, indicated by the two probes (2) at the return and the flow of the small fuel cell appliance on test (1);

T_A is the ambient temperature.

The measured values are plotted to determine the curve of the electrical contribution, expressed in watts (W), as a function of the value of $(T - T_A)$, expressed in Kelvin (K).

It can be considered to be a straight line.

The equation of this straight line gives, for the water rate considered, the heat losses and contributions from the circulating pump of the test circuit as a function of $(T - T_A)$.

Bibliography

IEC 60812, *Analysis techniques for system reliability – Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA)*

IEC 61025, *Fault tree analysis (FTA)*

IEC 62282-3-100:2012, *Fuel cell technologies – Part 3-100: Stationary fuel cell power systems – Safety*

IEC 62282-3-200, *Fuel cell technologies – Part 3-200: Stationary fuel cell power systems – Performance test methods*

IEC 62282-3-300:2012, *Fuel cell technologies – Part 3-300: Stationary fuel cell power system – Installation*

ISO 22967:2010, *Forced draught gas burners*

SAE J1739, *Potential Failure Mode and Effects Analysis in Design (Design FMEA), Potential Failure Mode and Effects Analysis in Manufacturing and Assembly Processes (Process FMEA)*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-3-400:2016

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-3-400:2016

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	198
1 Domaine d'application	200
2 Références normatives	204
3 Termes, définitions et symboles	206
3.1 Termes et définitions	206
3.2 Symboles	212
4 Classification des appareils	214
4.1 Gaz et catégories de gaz	214
4.2 Mode d'alimentation en air et d'évacuation des produits de combustion	214
4.3 Pression maximale de service de l'eau	215
4.4 Système de dilatation	215
4.5 Caractéristique de puissance de sortie	215
5 Exigences de sécurité et mesures de protection	215
5.1 Stratégie de sécurité générale	215
5.2 Exigences de construction pour la sécurité	216
5.2.1 Généralités	216
5.2.2 Utilisation et entretien	217
5.2.3 Raccordements aux systèmes d'alimentation	218
5.2.4 Qualité	221
5.2.5 Matériaux	223
5.2.6 Sécurité électrique	223
5.2.7 Sous-systèmes et fonctions de commande liées à la sécurité	224
5.3 Exigences d'exploitation pour la sécurité	235
5.3.1 Exigences générales	235
5.3.2 Qualité	235
5.3.3 Sécurité de fonctionnement (température/gaz limite)	242
5.3.4 Démarrage/dégagement et dispositifs de réglage, de commande et de sécurité (le cas échéant)	251
5.3.5 Résistance des matériaux à la pression	254
5.3.6 CEM	255
5.3.7 Petit appareil CHP à pile à combustible extérieur ou semi-extérieur de Type A	255
5.4 Exigences de sécurité et méthodes d'essai	256
5.4.1 Conditions générales d'essai	256
5.4.2 Qualité	262
5.4.3 Sécurité de fonctionnement	267
5.4.4 Démarrage/dégagement et dispositifs de réglage, de commande et de sécurité	286
5.4.5 Résistance des matériaux à la pression	290
5.4.6 CEM	290
5.4.7 Petits appareils CHP à piles à combustible extérieurs ou semi-extérieurs	290
6 Performances fonctionnelles (fonctionnement normal)	295
6.1 Paramètres et exigences de performances	295
6.1.1 Rendement	295
6.1.2 Débit calorifique, chaleur produite et sortie électrique	295
6.1.3 Fonctionnement	296

6.1.4	Combustion et émissions de NO _x	296
6.1.5	CEM	297
6.2	Méthodes d'essai des performances	297
6.2.1	Rendement	297
6.2.2	Débit calorifique, chaleur produite et sortie électrique.....	303
6.2.3	Fonctionnement	305
6.2.4	Combustion et émissions de NO _x	305
6.2.5	CEM	306
7	Instructions pour le marquage, l'installation et le fonctionnement.....	306
7.1	Marquage du petit appareil CHP à pile à combustible	306
7.1.1	Plaque signalétique	306
7.1.2	Marquages supplémentaires	307
7.1.3	Conditionnement	308
7.1.4	Avertissements apposés sur le petit appareil CHP à pile à combustible et le conditionnement	308
7.1.5	Autres informations.....	308
7.2	Instructions d'installation.....	308
7.2.1	Généralités	308
7.2.2	Instructions techniques	310
7.3	Instructions de fonctionnement (c'est-à-dire instructions à l'intention de l'utilisateur)	314
7.4	Instructions de conversion (le cas échéant).....	314
7.5	Présentation	315
Annexe A (informative)	Dangers, situations dangereuses et événements dangereux significatifs traités dans la présente norme	316
Annexe B (informative)	Exigences spécifiques pour l'Europe	318
Annexe C (informative)	Exigences spécifiques au système à pile à combustible stationnaire utilisé au Japon	354
Annexe D (informative)	Exigences spécifiques pour les États-Unis	377
Annexe E (informative)	Composition du circuit de gaz d'alimentation	382
Annexe F (informative)	Classification des appareils à gaz selon la méthode d'alimentation en air et d'évacuation des produits de combustion (types).....	383
Annexe G (informative)	Prélèvement des produits de combustion des gaz de même nature	394
Annexe H (informative)	Méthode pratique d'étalonnage du banc d'essai pour la détermination des pertes thermiques Q_{loss}	396
Annexe I (informative)	Banc d'essai pour le mesurage des pertes thermiques en régime stabilisé.....	397
Bibliographie.....		399
Figure 1 – Configuration avec et sans générateur de chaleur d'appoint intégré		204
Figure 2 – Représentation du Tableau 3: Le circuit d'air de combustion entoure le circuit des produits de combustion		240
Figure 3 – Banc d'essai pour les appareils de Type C ₁ , équipés d'un dispositif pare-vent horizontal, et installés sur un mur à la verticale		272
Figure 4 – Banc d'essai pour les petits appareils CHP à piles à combustible de Type C ₁ destinés à être installés dans des bâtiments à toiture inclinée		273
Figure 5 – Banc d'essai pour les petits appareils CHP à piles à combustible de Type C ₃ et de Type C ₉ destinés à être installés dans des bâtiments à toiture en terrasse.....		274

Figure 6 – Banc d'essai pour les petits appareils CHP à piles à combustible de Type C ₃ et de Type C ₉ destinés à être installés dans des bâtiments à toiture inclinée	275
Figure 7 – Montage d'essai du dispositif de génération de vent pour des petits appareils CHP à piles à combustible en intérieur	279
Figure 8 – Montage d'essai de la douche pour un petit appareil CHP à pile à combustible en extérieur	291
Figure 9 – Montage d'essai du dispositif de génération de vent pour un petit appareil CHP à pile à combustible en extérieur	293
Figure 10 – Entrées et sorties d'énergie/puissance adaptées au rendement énergétique total	295
Figure 11 – Banc d'essai pour le mesurage du rendement des petits appareils CHP à piles à combustible avec ou sans générateur de chaleur d'appoint, raccordés à une installation de chauffage central ou à un système de stockage de la chaleur	299
Figure 12 – Banc d'essai pour le mesurage du rendement des petits appareils CHP à piles à combustible sans générateur de chaleur d'appoint, raccordés à un système de stockage d'eau chaude domestique uniquement	300
Figure B.1 – Banc d'essai des thermostats: circulation réduite	335
Figure B.2 – Banc d'essai des thermostats avec échangeur de chaleur	336
Figure B.3 – Banc d'essai pour la détermination des pertes d'eau	340
Figure C.1 – Configuration pour le système à pile à combustible stationnaire	355
Figure C.2 – Banc d'essai pour la mesure de la résistance d'isolement	364
Figure C.3 – Exemple de collecteurs de gaz d'échappement de combustion et emplacements de collecte	373
Figure E.1 – Vannes de coupure automatique de gaz sur le circuit de gaz d'alimentation pour les petits appareils CHP à piles à combustible	382
Figure F.1 – Types de petit appareil CHP à pile à combustible avec ses éléments de conduite essentiels	384
Figure F.2 – Type B ₂	388
Figure F.3 – Type B ₃	388
Figure F.4 – Type B ₅	389
Figure F.5 – Type C ₁	390
Figure F.6 – Type C ₃	390
Figure F.7 – Type C ₄	391
Figure F.8 – Type C ₅	391
Figure F.9 – Type C ₆	392
Figure F.10 – Type C ₈	392
Figure F.11 – Type C ₉	393
Figure G.1 – Exemple de sonde de prélèvement pour le mesurage des produits de combustion	394
Figure G.2 – Exemple d'emplacement de la sonde pour un appareil avec conduites coaxiales circulaires	395
Figure I.1 – Banc d'essai	397
Tableau 1 – Symboles et leur signification	212
Tableau 2 – Composition du circuit de gaz d'alimentation selon la classification des vannes de l'ISO 23551-1	226
Tableau 3 – Débits de fuite maximums admissibles	239
Tableau 4 – Échauffements de surface admissibles	243

Tableau 5 – Incertitude de mesure	261
Tableau 6 – Essais de qualité des circuits de refroidissement internes	267
Tableau 7 – $\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO}_2)$ fraction volumique des produits de combustion théoriques sans air sec, en pourcentage	284
Tableau 8 – Classes d'émission pour le NO_x	296
Tableau A.1 – Situations et événements dangereux	316
Tableau B.1 – Propriétés mécaniques et compositions chimiques des aciers au carbone et des aciers inoxydables	323
Tableau B.2 – Exigences minimales pour la fonte	323
Tableau B.3 – Pièces en aluminium et alliages d'aluminium	323
Tableau B.4 – Pièces en cuivre et alliages de cuivre	323
Tableau B.5 – Épaisseurs minimales des pièces laminées	324
Tableau B.6 – Épaisseurs minimales nominales des sections de petit appareil CHP à pile à combustible	324
Tableau B.7 – Soudures et procédés de soudage	325
Tableau B.8 – $\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO}_2)$ fraction volumique des produits de combustion théoriques sans air sec, en pourcentage	338
Tableau B.9 – Facteur de pondération F_{CHP} pour la pondération de $\eta_{\text{eq,CHP}}$ dans le calcul de η_{son}	343
Tableau B.10 – Facteurs de pondération	348
Tableau B.11 – Facteurs de pondération	349
Tableau B.12 – Facteur de pondération F_{CHP} pour la pondération des valeurs $\varepsilon_{\text{CHP}}(\text{NO}_x)$ et $\varepsilon_{\text{SUP}}(\text{NO}_x)$ dans le calcul de la valeur $\varepsilon_{\text{pond}}(\text{NO}_x)$	350
Tableau B.13 – Marquages supplémentaires	352
Tableau C.1 – Valeur de résistance d'isolement	365

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TECHNOLOGIES DES PILES À COMBUSTIBLE –

**Partie 3-400: Systèmes à piles à combustible stationnaires –
Petits systèmes à piles à combustible stationnaires
avec chaleur et puissance en sortie combinées**

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

La Norme internationale IEC 62282-3-400 a été établie par le comité d'études 105 de l'IEC: Technologies des piles à combustible.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
105/620/FDIS	105/624/RVD

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62282, publiées sous le titre général *Technologies des piles à combustible*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

L'attention du lecteur est attirée sur le fait que l'Annexe B, l'Annexe C et l'Annexe D énumèrent tous les articles traitant des différences à caractère moins permanent inhérentes à certains pays, concernant le sujet de la présente norme.

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.

TECHNOLOGIES DES PILES À COMBUSTIBLE –

Partie 3-400: Systèmes à piles à combustible stationnaires – Petits systèmes à piles à combustible stationnaires avec chaleur et puissance en sortie combinées

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62282 s'applique aux petits systèmes à piles à combustible stationnaires utilisés comme appareil de chauffage produisant à la fois une puissance électrique et une chaleur utile avec ou sans générateur de chaleur d'appoint comprenant une fonction de charge de pointe.

La présente norme s'applique aux systèmes à piles à combustible destinés à être reliés en permanence au réseau électrique du client (utilisateur final). Le raccordement direct au réseau (fonctionnement en parallèle) relève également du domaine d'application de la présente norme.

NOTE 1 Le fonctionnement en parallèle est soumis à l'autorisation de la régie d'électricité locale.

La présente norme se limite aux appareils CHP à piles à combustible à alimentation gazeuse et liquide dont le débit calorifique est basé sur un pouvoir calorifique inférieur ou égal à 70 kW. Pour certaines applications régionales, la puissance électrique de sortie est limitée. Des limitations spécifiques sont indiquées à l'Article C.1 pour le Japon.

La présente norme s'applique aux systèmes représentés à la Figure 1.

Un des systèmes comporte un système à pile à combustible stationnaire et un générateur de chaleur d'appoint installés dans une enveloppe sans aucune séparation.

La présente norme ne doit pas s'appliquer au générateur de chaleur d'appoint des systèmes dans lesquels le système à pile à combustible stationnaire et le générateur de chaleur d'appoint ne sont pas installés dans une enveloppe, et dont les conduites ne sont pas communes (c'est-à-dire que chaque appareil comporte son propre réseau de conduites dédié).

La présente norme s'applique aux systèmes destinés à être utilisés avec les combustibles entrants fournis suivants:

- gaz naturel et autres gaz riches en méthane;
- combustibles issus du raffinage du pétrole (gaz de pétrole liquéfiés, propane et butane);
- hydrogène en tant que gaz d'alimentation pour le générateur CHP.

NOTE 2 D'autres combustibles tels que les alcools (méthanol, éthanol), le kérosène ou l'hydrogène pour le générateur de chaleur d'appoint pourront être ajoutés dans les amendements ou les révisions futurs.

La présente partie de l'IEC 62282 s'applique aux systèmes dans lesquels:

- le fluide caloporteur (chaleur produite) est de l'eau ou un mélange d'eau et d'additifs afin d'éviter la corrosion et la congélation;
- le circuit du fluide caloporteur (chaleur produite) peut être conçu pour un fonctionnement ouvert ou étanche;
- la température maximale du fluide caloporteur (chaleur produite) ne dépasse pas 100 °C ou la valeur donnée à l'Article B.1 pour l'Europe ou à l'Article D.1 pour les États-Unis;

- la pression maximale du circuit du fluide caloporteur (chaleur produite) ne dépasse pas 0,3 MPa ou les limites données à l'Article B.1 pour l'Europe, ou en C.4.3 pour le Japon ou à l'Article D.1 pour les États-Unis;
- la pression maximale du circuit d'eau chaude domestique, lorsqu'il est installé, ne dépasse pas 0,1 MPa ou les limites données à l'Article D.1 pour les États-Unis.

La présente norme s'applique aux systèmes avec un gaz d'échappement à condensation ou sans condensation.

La présente norme s'applique aux appareils:

- dont les conduites font partie intégrante de l'appareil (type B, type C) et
- sans conduites (type A).

Les réseaux de conduites sont représentés à l'Annexe F. La cheminée représentée dans les figures fait partie du bâtiment et ne relève pas du domaine d'application de la présente norme.

Différentes configurations de circuits d'air de combustion/conduites de combustion sont présentées, voir Annexe F.

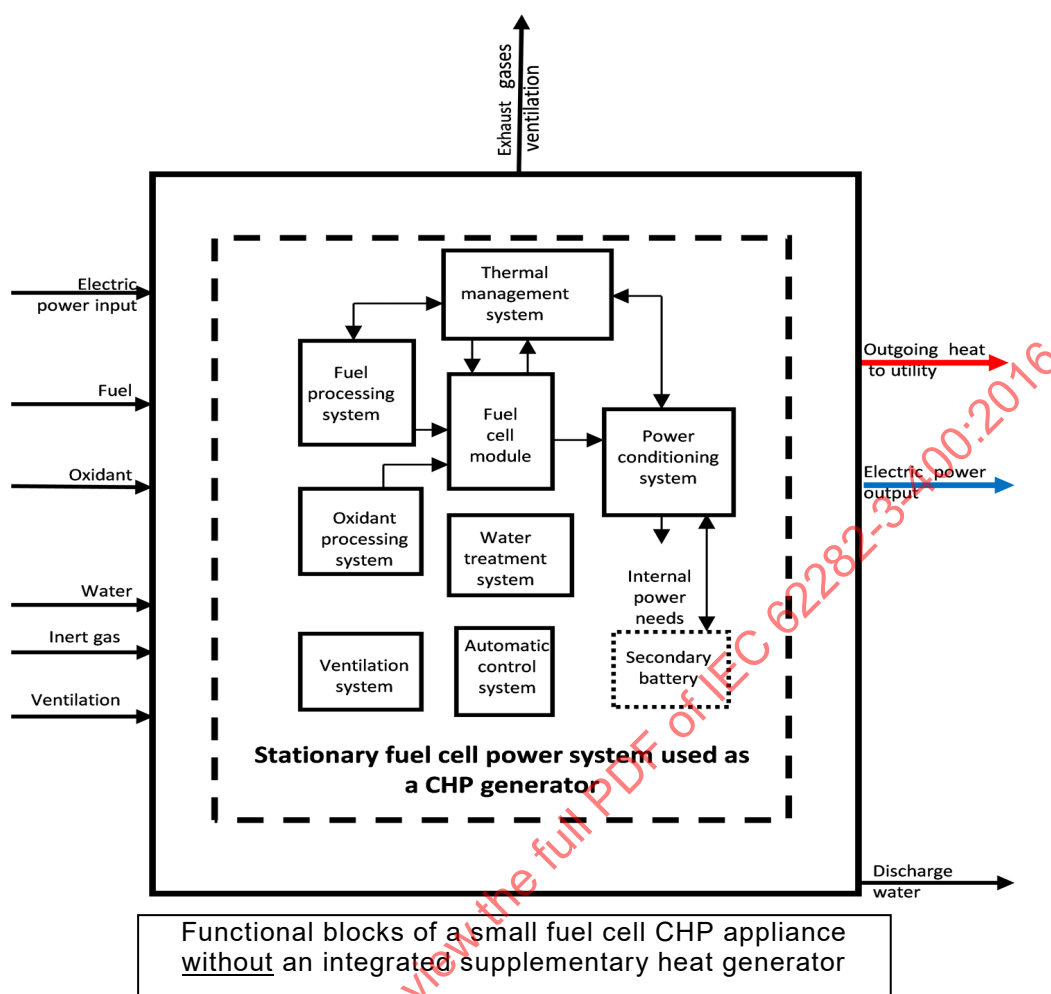
La présente norme s'applique aux installations intérieures et extérieures.

La présente norme s'applique aux essais de type uniquement.

La présente norme spécifie les exigences de construction, sécurité, installation, aptitude à l'emploi, utilisation rationnelle de l'énergie, marquage et mesurage des performances de ces appareils.

La présente norme IEC fournit également des exigences régionales et spécifiques au pays afin de faciliter son application mondiale. Ces exigences essentielles régionales et spécifiques au pays sont indiquées à l'Annexe B pour l'Europe, à l'Annexe C pour le Japon et à l'Annexe D pour les États-Unis.

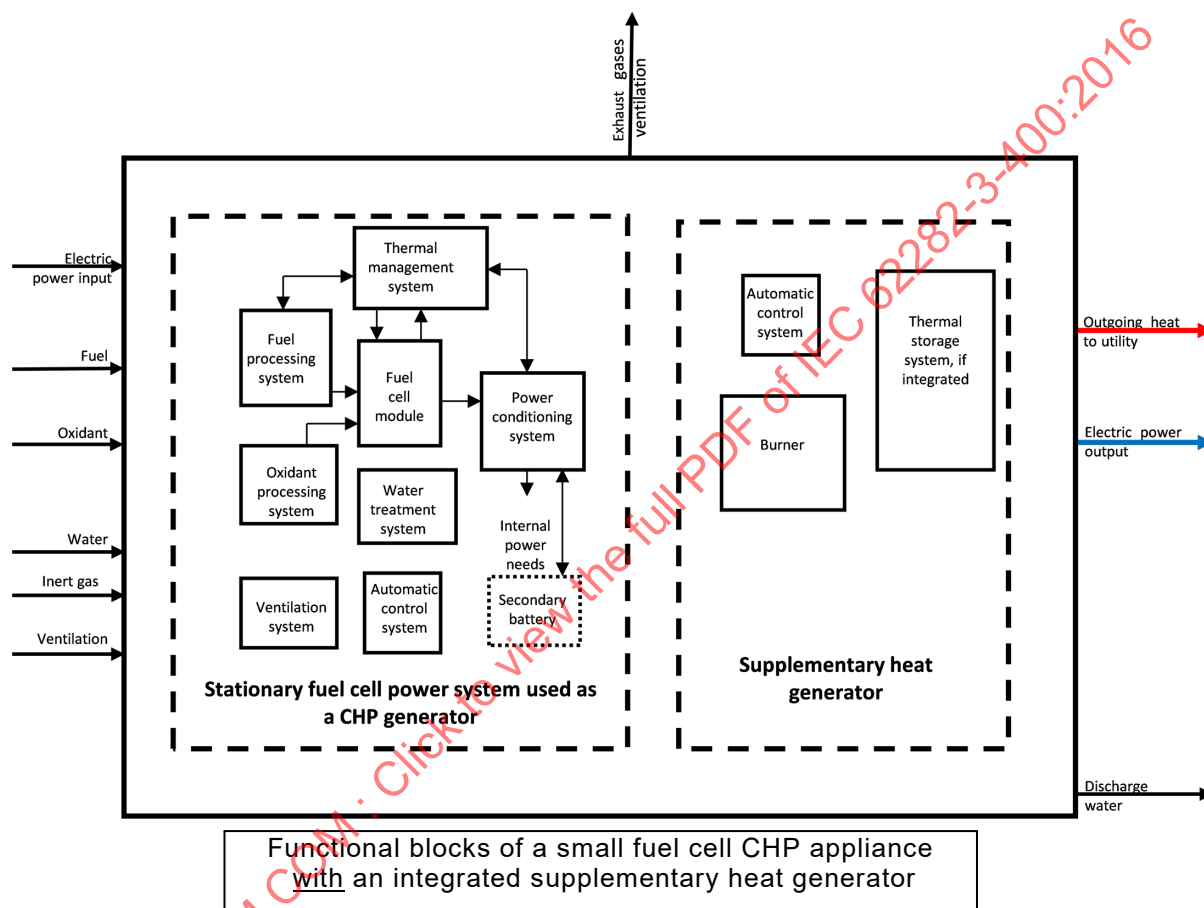
Si l'utilisateur ou le fabricant choisit une annexe spécifique régionale pour l'application de la présente norme, cette annexe s'applique alors à l'appareil dans son intégralité sans combiner les exigences entre annexes. L'annexe régionale ou spécifique au pays choisie est normative.



IEC

Anglais	Français
Exhaust gases ventilation	Ventilation des gaz d'échappement
Electric power input	Puissance électrique en entrée
Thermal management system	Système de gestion thermique
Outgoing heat to utility	Chaleur en sortie destinée à la régie d'électricité
Fuel	Combustible
Fuel processing system	Système de traitement du combustible
Fuel cell module	Module à pile à combustible
Power conditioning system	Système de conditionnement de l'électricité
Electric power output	Puissance électrique en sortie
Discharge water	Eau d'écoulement
Oxidant	Oxydant
Oxidant processing system	Système de traitement de l'oxydant
Water treatment system	Système de traitement d'eau
Internal power needs	Besoins internes de puissance
Water	Eau
Inert gas	Gaz inerte
Ventilation	Ventilation
Ventilation system	Système de ventilation

Anglais	Français
Automatic control system	Système de contrôle automatique
Secondary battery	Batterie d'accumulateurs
Stationary fuel cell power system used as a CHP generator	Système à pile à combustible stationnaire utilisé comme générateur CHP
Functional blocks of a small fuel cell CHP appliance <u>without</u> an integrated supplementary heat generator	Blocs fonctionnels d'un petit appareil CHP à pile à combustible <u>sans</u> générateur de chaleur d'appoint intégré



IEC

Anglais	Français
Exhaust gases ventilation	Ventilation des gaz d'échappement
Electric power input	Puissance électrique en entrée
Thermal management system	Système de gestion thermique
Outgoing heat to utility	Chaleur en sortie destinée à la régie d'électricité
Fuel	Combustible
Fuel processing system	Système de traitement du combustible
Fuel cell module	Module à piles à combustible
Power conditioning system	Système de conditionnement de l'électricité
Electric power output	Puissance électrique en sortie
Discharge water	Eau d'écoulement
Oxidant	Oxydant
Oxidant processing system	Système de traitement de l'oxydant

Anglais	Français
Water treatment system	Système de traitement d'eau
Internal power needs	Besoins internes de puissance
Water	Eau
Inert gas	Gaz inerte
Ventilation	Ventilation
Ventilation system	Système de ventilation
Secondary battery	Batterie d'accumulateurs
Stationary fuel cell power system used as a CHP generator	Système à pile à combustible stationnaire utilisé comme générateur CHP
Automatic control system	Système de contrôle automatique
Burner	Brûleur
Thermal system storage, if integrated	Système de stockage thermique, si intégré
Supplementary heat generator	Générateur de chaleur d'appoint
Functional blocks of a small fuel cell CHP appliance with an integrated supplementary heat generator	Blocs fonctionnels d'un petit appareil CHP à pile à combustible avec générateur de chaleur d'appoint intégré

Figure 1 – Configuration avec et sans générateur de chaleur d'appoint intégré

2 Références normatives

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

NOTE Les normes spécifiques régionales sont indiquées à l'Article B.2 pour l'Europe, à l'Article C.2 pour le Japon et à l'Article D.2 pour les États-Unis.

IEC 60079 (toutes les parties), *Atmosphères explosives*

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

IEC 60079-2, *Atmosphères explosives – Partie 2: Protection du matériel par enveloppe à surpression interne «p»*

IEC 60079-10-1, *Atmosphères explosives – Partie 10-1: Classement des emplacements – Atmosphères explosives gazeuses*

IEC 60079-20-1, *Atmosphères explosives – Partie 20-1: Caractéristiques des substances pour le classement des gaz et des vapeurs – Méthodes et données d'essai*

IEC 60079-30-1, *Atmosphères explosives – Partie 30-1: Traçage par résistance électrique – Exigences générales et d'essais*

IEC 60335-1, *Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 1: Exigences générales*

IEC 60335-2-102:2004, *Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 2-102: Règles particulières pour les appareils à combustion au gaz, au mazout et à combustible solide comportant des raccordements électriques*

IEC 60335-2-102:2004/AMD1:2008

IEC 60335-2-102:2004/AMD2:2012

IEC 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

IEC 60721-3-1, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Section 1: Stockage*

IEC 60721-3-2, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Section 2: Transport*

IEC 60721-3-3, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3-3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Utilisation à poste fixe, protégé contre les intempéries*

IEC 60730-1, *Dispositifs de commande électrique automatiques – Partie 1: Exigences générales*

IEC 60730-2-5, *Dispositifs de commande électrique automatiques – Partie 2-5: Règles particulières pour les systèmes de commande électrique automatiques des brûleurs*

IEC 60730-2-9, *Automatic electrical controls – Part 2-9: Particular requirements for temperature sensing control* (disponible en anglais seulement)

IEC 61000-3-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-2: Limites – Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils ≤ 16 A par phase)*

IEC 61000-3-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-3: Limites – Limitation des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement dans les réseaux publics d'alimentation basse tension, pour les matériels ayant un courant assigné ≤ 16 A par phase et non soumis à un raccordement conditionnel*

IEC TS 61000-3-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-4: Limites – Limitation des émissions de courants harmoniques dans les réseaux basse tension pour les matériels ayant un courant assigné supérieur à 16 A*

IEC 61000-3-11, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-11: Limites – Limitation des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement dans les réseaux publics d'alimentation basse tension – Équipements ayant un courant assigné ≤ 75 A et soumis à un raccordement conditionnel*

IEC 61000-3-12, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-12: Limites – Limites pour les courants harmoniques produits par les appareils connectés aux réseaux publics basse tension ayant un courant appelé >16 A et ≤ 75 A par phase*

IEC 61000-6-1, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-1: Normes génériques – Immunité pour les environnements résidentiels, commerciaux et de l'industrie légère*

IEC 61000-6-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-3: Normes génériques – Norme sur l'émission pour les environnements résidentiels, commerciaux et de l'industrie légère*

IEC TS 62282-1:2013, *Technologies des piles à combustible – Partie 1: Terminologie*

IEC 62282-2:2012, *Technologies des piles à combustible – Partie 2: Modules à piles à combustible*

IEC 62282-3-201:2013, *Technologies des piles à combustible – Partie 3-201: Systèmes à piles à combustible stationnaires – Méthodes d'essai des performances pour petits systèmes à piles à combustible*

CISPR 14-1, *Compatibilité électromagnétique – Exigences pour les appareils électrodomestiques, outillages électriques et appareils analogues – Partie 1: Émission*

CISPR 14-2, *Compatibilité électromagnétique – Exigences pour les appareils électrodomestiques, outillages électriques et appareils analogues – Partie 2: Immunité – Norme de famille de produits*

ISO 7-1, *Filetages de tuyauterie pour raccordement avec étanchéité dans le filet – Partie 1: Dimensions, tolérances et désignation*

ISO 228-1, *Filetages de tuyauterie pour raccordement sans étanchéité dans le filet – Partie 1: Dimensions, tolérances et désignation*

ISO 262, *Filetages métriques ISO pour usages généraux – Sélection de dimensions pour la boulonnerie*

ISO 3166-1, *Codes pour la représentation des noms de pays et de leurs subdivisions – Partie 1: Codes de pays*

ISO 4126-1, *Dispositifs de sécurité pour protection contre les pressions excessives – Partie 1: Soupapes de sûreté*

ISO 23550:2011, *Dispositifs de commande et de sécurité pour brûleurs à gaz et appareils à gaz – Exigences générales*

ISO 23551-1, *Dispositifs de commande et de sécurité pour brûleurs à gaz et appareils à gaz – Exigences particulières – Partie 1: Robinets automatiques et semi-automatiques*

ISO 23551-2, *Dispositifs de commande et de sécurité pour brûleurs à gaz et appareils à gaz – Exigences particulières – Partie 2: Régulateurs de pression*

ISO 23551-3, *Dispositifs de commande et de sécurité pour brûleurs à gaz et appareils à gaz – Exigences particulières – Partie 3: Dispositifs de régulation du rapport air/gaz, type pneumatique*

ISO 23552-1, *Dispositifs de commande et de sécurité pour brûleurs à gaz et/ou à fioul et pour appareils à gaz et/ou à fioul – Exigences particulières – Partie 1: Dispositifs de régulation du rapport air/combustible de type électronique*

3 Termes, définitions et symboles

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1.1

gaz d'alimentation

gaz fourni à l'extérieur du petit appareil CHP à pile à combustible

3.1.2**circuit de gaz d'alimentation**

assemblage des pièces du petit appareil CHP à pile à combustible acheminant ou contenant le gaz d'alimentation entre la prise de gaz et la sortie des vannes de coupure de sécurité

3.1.3**circuit d'acheminement du gaz**

assemblage des pièces du petit appareil CHP à pile à combustible acheminant ou contenant le gaz fourni ou le gaz de procédé, à l'exclusion du circuit de combustion

3.1.4**gaz de procédé**

gaz, transformé du gaz fourni en un gaz contenant de l'hydrogène principalement

3.1.5**circuit d'alimentation en air**

assemblage des pièces du petit appareil CHP à pile à combustible acheminant ou contenant l'air oxydant fourni à destination du système de traitement du combustible ou de la pile à combustible, ou l'air de combustion à destination du brûleur

3.1.6**circuit de combustion**

circuit constitué du circuit d'alimentation en air et du circuit des produits de combustion

3.1.7**circuit des produits de combustion**

circuit incluant la chambre de combustion, l'échangeur de chaleur, la conduite d'évacuation des produits de combustion et soit l'accessoire de conduite, soit le raccord à la borne de conduites, lorsqu'il existe

3.1.8**chambre de combustion**

enveloppe à l'intérieur de laquelle se produit la combustion du mélange air-gaz

3.1.9**conduite d'alimentation en air**

moyen d'acheminement de l'air oxydant vers le système de traitement du combustible et de la pile à combustible, de l'air de combustion vers le brûleur et de l'air de ventilation

3.1.10**conduite d'évacuation des produits de combustion**

moyen d'acheminement des produits de combustion, de l'air en cathode provenant de la pile à combustible et de l'air de ventilation

3.1.11**entièrement entouré par l'air de combustion**

concept de construction des pièces internes du petit appareil CHP à pile à combustible, dans lequel les pièces sont entourées par l'air fourni circulant afin d'éliminer les fuites potentielles dans le sens du procédé de combustion

3.1.12**vérification de la présence d'air**

méthode de vérification de la présence d'air pour un procédé de combustion ou d'oxydation

Note 1 à l'article: La méthode de vérification de la présence d'air consiste à vérifier la présence effective du volume d'air correct et à l'indiquer uniquement en présence d'air.

3.1.13

petit appareil CHP à pile à combustible semi-extérieur

petit appareil CHP à pile à combustible destiné à être installé à l'air libre, mais uniquement dans un endroit protégé partiellement, et non exposé à l'environnement extérieur direct, ainsi qu'à l'infiltration de pluie, de neige ou de grêle

3.1.14

borne de conduites

pièce du circuit de combustion installée à l'extérieur du bâtiment ayant une fonction d'entrée d'alimentation en air et/ou de sortie des produits de combustion de l'appareil

Note 1 à l'article: Voir Figure F.1 .

3.1.15

accessoire de conduite

élément intermédiaire qui relie le réseau de conduites au petit appareil CHP à pile à combustible

Note 1 à l'article: Voir Figure F.1 .

3.1.16

protecteur de borne de conduites

dispositif qui protège la borne de conduites contre les dommages mécaniques dus à des facteurs extérieurs

Note 1 à l'article: Voir Figure F.1 .

3.1.17

recyclage

procédé automatique qui, après la perte de flammes en fonctionnement, interrompt l'alimentation en gaz et redéclenche automatiquement la procédure complète de démarrage

3.1.18

pression maximale de service de l'eau

pression maximale de l'eau à la sortie du petit appareil CHP à pile à combustible qui fournit la chaleur destinée au circuit d'eau de chauffage, déclarée par le fabricant, pour laquelle l'appareil est conçu

3.1.19

CHP

chaleur et puissance en sortie combinées

production simultanée d'énergie thermique et électrique dans un procédé

Note 1 à l'article: L'abréviation «CHP» est dérivée du terme anglais développé correspondant «combined heat and power».

3.1.20

petit appareil CHP à pile à combustible

appareil qui fournit à la fois la chaleur et la puissance électrique (et qui assure également l'alimentation en eau chaude domestique) et est constitué d'un système à pile à combustible stationnaire utilisé comme générateur CHP et des composants suivants le cas échéant:

- générateur de chaleur d'appoint
- conduites de combustion
- système de stockage thermique

Note 1 à l'article: Voir Figure 1.

Note 2 à l'article: L'appareil est fourni ou spécifié comme étant un ensemble complet selon les instructions du fabricant.

3.1.21**générateur CHP**

système qui inclut un système à pile à combustible produisant l'énergie thermique et électrique et qui constitue la source de chaleur préférentielle

Note 1 à l'article: Voir Figure 1.

3.1.22**générateur de chaleur d'appoint**

source de chaleur non préférentielle fournissant une charge de pointe

Note 1 à l'article: Voir Figure 1.

3.1.23**états et phases de fonctionnement****3.1.23.1****état froid**

état d'un générateur CHP à la température ambiante, lorsqu'il ne reçoit pas d'énergie ou qu'il n'en produit pas

3.1.23.2**mode opérationnel**

état d'un générateur CHP capable de produire une puissance électrique active nominale, ou état du générateur de chaleur d'appoint capable de produire une chaleur produite nominale, lorsqu'exigé

3.1.23.3**état de stockage**

état d'un générateur CHP qui n'est pas en fonctionnement et qui peut impliquer, sous certaines conditions spécifiées par le fabricant, un apport d'énergie thermique et/ou électrique et/ou une atmosphère inerte pour éviter la dégradation des composants et/ou pour alimenter en énergie les systèmes de commande

3.1.23.4**état de verrouillage**

état de fonctionnement dans lequel le petit appareil CHP à pile à combustible, le générateur CHP ou le générateur de chaleur d'appoint est à l'arrêt et un redémarrage ne peut avoir lieu que par un réenclenchement manuel

3.1.23.5**démarrage**

séquence de fonctionnement, spécifiée par le fabricant, qui se produit au moment de la transition d'un générateur CHP de l'état froid ou l'état de stockage au mode opérationnel

3.1.23.6**arrêt**

séquence de fonctionnement, spécifiée par le fabricant, qui se produit au moment de la transition d'un générateur CHP du mode opérationnel à l'état froid ou à l'état de stockage

3.1.24**débit calorifique**

quantité de chaleur exprimée en fonction du temps, libérée par le petit appareil CHP à pile à combustible à un débit donné

Note 1 à l'article: Le débit calorifique est exprimé en kilowatts (kW) et est calculé comme le débit de combustible multiplié par le pouvoir calorifique inférieur du combustible.

3.1.25**débit calorifique nominal**

valeur du débit calorifique destinée à fournir la puissance de sortie nominale

Note 1 à l'article: Le débit calorifique nominal est le débit calorifique nécessaire au fonctionnement du petit appareil CHP à pile à combustible afin d'obtenir la chaleur produite nominale et la puissance électrique nominale en sortie.

3.1.26

puissance de sortie nominale

puissance de sortie utile (puissance thermique et électrique) en kW déclarée par le fabricant, correspondant au fonctionnement du petit appareil CHP à pile à combustible sous un régime de température d'eau spécifié ou dans des conditions de température d'eau chaude domestique spécifiées

Note 1 à l'article: La puissance de sortie nominale est exprimée en kW.

3.1.27

circuit de purge

circuit du générateur CHP qui contient le gaz de procédé ou un gaz d'échappement de l'anode au cours du mode de production

3.1.28

circuit de refroidissement interne

assemblage des pièces du petit appareil CHP à pile à combustible qui acheminement ou contiennent les liquides destinés à maintenir les composants internes de l'appareil à leur température de fonctionnement et qui ne sont pas reliées aux alimentations ou aux circuits à l'extérieur de l'appareil

3.1.29

eau de chauffage

eau ou mélanges d'eau et d'autres liquides (tels que le glycol) contenus dans le circuit d'eau de chauffage destinés à transférer la chaleur utile au bâtiment ou aux dispositifs externes de stockage de la chaleur

3.1.30

circuit d'eau de chauffage

assemblage des pièces du petit appareil CHP à pile à combustible qui acheminement ou contiennent l'eau ou les mélanges d'eau et d'autres liquides (tels que le glycol) destinés à transférer la chaleur utile au bâtiment ou aux dispositifs externes de stockage de la chaleur

3.1.31

type protégé

conception d'une chambre de combustion et des conduites d'évacuation des produits de combustion de sorte qu'un allumage à l'intérieur de la chambre ne provoque pas un allumage dans les conduites d'évacuation, même si celles-ci contiennent un mélange inflammable

Note 1 à l'article: Ceci peut être réalisé par toute conception adaptée.

3.1.32

rendement électrique

rapport de la puissance électrique nette moyenne produite par un système à pile à combustible pendant une durée donnée par rapport au courant moyen issu du combustible alimentant ce système à pile à combustible pendant la même durée

3.1.33

rendement d'énergie thermique récupérée

rapport de l'énergie thermique moyenne récupérée pendant une durée donnée à partir d'un système à pile à combustible par rapport au courant moyen issu du combustible alimentant ce même système à pile à combustible pendant la même durée

3.1.34

rendement énergétique total

somme du rendement électrique et du rendement d'énergie thermique récupérée

3.1.35**dispositif de catégorisation de plage**

composant du petit appareil CHP à pile à combustible destiné à être utilisé par l'installateur afin de régler le débit calorifique nominal dudit appareil dans la plage des débits calorifiques maximum et minimum indiquée par le fabricant, de manière à répondre aux besoins calorifiques réels de l'installation

3.1.36**petit appareil CHP à pile à combustible à catégorisation de plage**

petit appareil CHP à pile à combustible réglable par le dispositif de catégorisation de plage

3.1.37**eau chaude domestique**

eau fournie par le petit appareil CHP à pile à combustible, élevée à une certaine température afin de l'utiliser pour des besoins domestiques, tels que cuisine, salle de bains

3.1.38**catégorie d'appareil**

moyen d'identification du type de gaz pour lequel un appareil à gaz a été conçu pour l'utiliser en toute sécurité et au niveau de performances souhaité

Note 1 à l'article: Voir 5.4.1.2.

3.1.39**famille de gaz****type de gaz**

groupe de combustibles gazeux à comportement en combustion analogue, reliés entre eux par une plage d'indices de Wobbe

Note 1 à l'article: Les familles de gaz spécifiées dans les annexes spécifiques régionales sont indiquées au 4.1, le cas échéant.

3.1.40**groupe de gaz**

plage spécifiée d'indices de Wobbe interne à la plage propre au type de gaz considéré

Note 1 à l'article: Cette plage est déterminée d'après le principe général selon lequel les appareils qui utilisent ce groupe de gaz fonctionnent en toute sécurité lorsqu'ils brûlent tous les gaz relevant de cette plage sans réglage.

Note 2 à l'article: Les groupes de gaz spécifiés dans les annexes spécifiques régionales sont indiqués au 4.1, le cas échéant.

3.1.41**gaz d'essai**

gaz destinées à la vérification des caractéristiques de fonctionnement des appareils à gaz

Note 1 à l'article: Ils se composent de gaz de référence et de gaz limites.

Note 2 à l'article: Les gaz d'essai spécifiés dans les annexes spécifiques régionales sont indiqués au 4.1, le cas échéant.

3.1.42**gaz de référence**

gaz d'essai avec lesquels les appareils fonctionnent dans des conditions nominales lorsqu'ils sont fournis à la pression normale correspondante

Note 1 à l'article: Les gaz de référence spécifiés dans les annexes spécifiques régionales sont indiqués au 4.1, le cas échéant.

3.1.43**gaz limites**

gaz d'essai représentatifs des variations extrêmes des caractéristiques des gaz pour lesquels les appareils ont été conçus

Note 1 à l'article: Les gaz limites spécifiés dans les annexes spécifiques régionales sont indiqués au 4.1, le cas échéant.

3.1.44**dispositif de réglage**

composant qui permet d'établir ou de porter une valeur donnée à une valeur prédéterminée selon les instructions techniques

Note 1 à l'article: L'utilisation de ce dispositif s'appelle "le réglage".

3.2 Symboles

Les symboles utilisés dans la présente partie de l'IEC 62282 sont indiqués dans le Tableau 1 avec leur signification et les unités appropriées.

Tableau 1 – Symboles et leur signification

Symbole	Définition	Unité
<i>A</i>	Surface	
A_{duct}	Section d'une conduite d'évacuation des produits de combustion	mm ²
<i>c</i>	Chaleur massique	
c_{HR}	Capacité thermique massique de l'eau de chauffage	kJ/(kg·K)
<i>F</i>	Facteur de pondération	
F_{CHP}	Facteur de pondération pour le calcul des émissions de NO _x	
F_{pi}	Facteur de pondération pour le calcul des émissions de NO _x correspondant au débit calorifique partiel	
<i>H</i>	Pouvoir calorifique	
$H_{\text{i,V}}$	Pouvoir calorifique inférieur (PCI) du gaz combustible basé sur le volume	MJ/ m ³
$H_{\text{i,m}}$	Pouvoir calorifique inférieur (PCI) du gaz combustible basé sur la masse	MJ/kg
$H_{\text{s,V}}$	Pouvoir calorifique supérieur (PCS) du gaz combustible basé sur le volume	MJ/ m ³
$H_{\text{s,m}}$	Pouvoir calorifique supérieur (PCS) du gaz combustible basé sur la masse	MJ/kg
<i>h</i>	Humidité	
h_{at}	Humidité de l'air de combustion	g/kg
<i>l</i>	Longueur	
l_{c}	Circonférence d'une conduite d'évacuation rectangulaire des produits de combustion	mm
l_{d}	Diamètre d'une conduite d'évacuation rectangulaire des produits de combustion	mm
l_{s}	Distance entre le point d'échantillonnage des produits de combustion et l'extrémité de la conduite d'évacuation des produits de combustion	mm
<i>P</i>	Puissance, débit calorifique	
P_{el}	Puissance électrique nette en sortie	kW
$P_{\text{el,nom}}$	Puissance électrique nominale en sortie	kW
$P_{\text{el,max}}$	Puissance électrique maximale en sortie	kW
$P_{\text{el,min}}$	Puissance électrique minimale en sortie	kW
P_{inf}	Débit calorifique (de l'appareil)	kW
$P_{\text{inf,nom}}$	Débit calorifique nominal (de l'appareil)	kW
$P_{\text{inf,nom,SUP}}$	Débit calorifique nominal du générateur de chaleur d'appoint	kW
$P_{\text{inf,max}}$	Débit calorifique maximum (de l'appareil)	kW

Symbole	Définition	Unité
$P_{inf,min}$	Débit calorifique minimum (de l'appareil)	kW
$P_{inf,DHW}$	Débit calorifique nominal (de l'appareil) en mode eau chaude domestique	kW
$P_{inf,ign}$	Débit calorifique pendant l'allumage	kW
$P_{inf,part}$	Débit calorifique partiel, exprimé en pourcentage de $P_{inf,nom}$	%
$P_{th,nom}$	Puissance thermique utile nominale en sortie	kW
$P_{th,max}$	Puissance thermique utile maximale en sortie	kW
$P_{th,min}$	Puissance thermique utile minimale en sortie	kW
p	Pression	
p_a	Pression atmosphérique	kPa
p_g	Pression gazeuse	kPa
$p_{w,max}$	Pression maximale de service de l'eau	MPa
$p_{w,sat}$	Pression de vapeur d'eau saturante	kPa
Q	Énergie	
Q_{loss}	Pertes thermiques du banc d'essai	kJ
q_m	Débit massique	
$q_{m,g}$	Débit massique de gaz	kg/h
q_v	Débit volumétrique	
$q_{v,g}$	Débit volumétrique de gaz	m ³ /h
$q_{v,HR}$	Débit volumétrique de l'eau de chauffage	m ³ /h
$q_{v,leak}$	Débit de fuite	m ³ /h
$q_{v,vent}$	Débit de ventilation	m ³ /h
SG	Gravité spécifique	
SG_{tg}	Gravité spécifique du ou des gaz d'essai	
SG_{fg}	Gravité spécifique du ou des gaz combustibles	
T	Température	
T_{at}	Température de l'air de combustion	°C
T_g	Température de gaz	°C
T_1	Température de débit du circuit d'eau de chauffage	°C
T_2	Température de retour du circuit d'eau de chauffage	°C
t	Temps	
t_{sa}	Temps de sécurité d'allumage	s
$t_{sa,max}$	Temps de sécurité maximal d'allumage, dans les conditions données dans l'IEC 60730-2-5	s
Δt	Durée d'essai	s
V	Volume	
V_g	Volume de gaz consommé	m ³
$V_{ex,th,dr}$	Volume de gaz de combustion de référence théorique, sec	m ³ /m ³
ε	Émission	
$\varepsilon(NO_x)$	Émission de NO _x faisant référence à l'énergie d'entrée	mg/kWh
$\varepsilon_c(NO_x)$	Valeur de $\varepsilon(NO_x)$ corrigée selon les conditions 10 g/kg pour l'humidité et 20 °C pour la température	mg/kWh
$\varepsilon_{CHP}(NO_x)$	Valeur pondérée de l'émission de NO _x de la pièce CHP	mg/kWh
$\varepsilon_{meas}(NO_x)$	Émission de NO _x mesurée au débit calorifique partiel	mg/kWh
$\varepsilon_{pond}(NO_x)$	Valeur pondérée de l'émission de NO _x	mg/kWh
$\varepsilon_{SUP}(NO_x)$	Valeur pondérée de l'émission de NO _x du générateur de chaleur d'appoint	mg/kWh

Symbole	Définition	Unité
η	Rendement	
η_{total}	Rendement énergétique total (de l'appareil)	%
η_{el}	Rendement électrique (de l'appareil)	%
η_{th}	Rendement d'énergie thermique récupérée (de l'appareil)	%
η_{eq}	Efficacité équivalente (de l'appareil) pour le chauffage des locaux	%
η_{s}	Efficacité énergétique saisonnière pour le chauffage des locaux	%
η_{son}	Efficacité énergétique saisonnière pour le chauffage des locaux en mode actif	%
ρ	Densité	
ρ_{HR}	Densité de l'eau de chauffage	kg/m ³
μ	Viscosité	
μ_{tg}	Viscosité absolue du ou des gaz d'essai	Pa·s
μ_{fg}	Viscosité absolue du ou des gaz combustibles	Pa·s
φ	Fraction volumique	
φ_{fuel}	Fraction volumique des combustibles	% vol.
$\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO})$	Fraction volumique de CO dans les produits de combustion secs sans air	% vol.
$\varphi_{\text{ex,m}}(\text{CO})$	Fraction volumique de CO mesurée dans les produits de combustion secs	% vol.
$\varphi_{\text{ex,w}}(\text{CO})$	Fraction volumique de CO pondérée dans les produits de combustion secs	% vol.
$\varphi_{\text{at,m}}(\text{O}_2)$	Fraction volumique de O ₂ mesurée en atmosphère sèche	% vol.
$\varphi_{\text{ex,m}}(\text{O}_2)$	Fraction volumique de O ₂ mesurée dans les produits de combustion secs	% vol.
$\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO}_2)$	Fraction volumique de CO ₂ dans les produits de combustion secs théoriques sans air	% vol.
$\varphi_{\text{ex,m}}(\text{CO}_2)$	Fraction volumique de CO ₂ mesurée dans les produits de combustion secs	% vol.
$\varphi_{\text{at,m}}(\text{CO}_2)$	Fraction volumique de CO ₂ mesurée en atmosphère sèche	% vol.
$\varphi_{\text{ex,m}}(\text{NO}_x)$	Fraction volumique de NO _x mesurée dans les produits de combustion secs	ml/m ³

4 Classification des appareils

Des exigences supplémentaires sont indiquées en C.4.101 pour le Japon.

4.1 Gaz et catégories de gaz

Les petits appareils CHP à piles à combustible sont classés selon les familles et les groupes de gaz utilisés.

Des exigences spécifiques régionales concernant les gaz et les catégories de gaz sont indiquées en B.4.1 pour l'Europe et en C.4.1 pour le Japon.

4.2 Mode d'alimentation en air et d'évacuation des produits de combustion

Les petits appareils CHP à piles à combustible sont classés en plusieurs types selon le mode d'évacuation des produits de combustion et d'alimentation de l'air de combustion.

Un petit appareil CHP à pile à combustible de Type A est un appareil destiné à être installé en semi-extérieur ou extérieur à l'air libre. Aucun réseau de conduites de combustion n'est spécifié pour un petit appareil CHP à pile à combustible de Type A.

Un petit appareil CHP à pile à combustible de Type B est un appareil destiné à être relié à un réseau de combustion qui évacue les produits de combustion à l'extérieur du local contenant

l'appareil, le tirage de l'air de combustion s'effectuant directement du local d'installation de l'appareil.

Un petit appareil CHP à pile à combustible de Type C est un appareil dans lequel le circuit de combustion est étanche par rapport au local dans lequel il est installé.

Différents types de configurations des conduites d'alimentation en air et des conduites d'évacuation des produits de combustion sont fournis à l'Annexe F afin de permettre une approche systématique pour que le fabricant effectue son propre choix.

NOTE L'Annexe F propose au fabricant un grand nombre de types différents de réseaux de conduites de combustion comme partie intégrante du petit appareil CHP à pile à combustible, y compris une solution ne comportant aucun réseau de conduites de combustion.

Les exigences spécifiques régionales sont indiquées en C.4.2 pour le Japon et en D.4. pour les États-Unis.

4.3 Pression maximale de service de l'eau

Classification des petits appareils CHP à piles à combustible selon la pression maximale de service de l'eau. Les limites de classe de pression sont données dans les annexes régionales, voir B.4.3 pour l'Europe et C.4.3 pour le Japon.

NOTE Les circuits de refroidissement internes des petits appareils CHP à piles à combustible, par exemple, les circuits de refroidissement internes dédiés à l'échange de chaleur dans les petits appareils CHP à piles à combustible, ne sont pas pris en considération dans la classification.

4.4 Système de dilatation

Les petits appareils CHP à piles à combustible destinés à être utilisés pour le circuit de chauffage central sont classés selon le système de dilatation:

- système ouvert: destiné exclusivement à une installation de chauffage central avec un vase de dilatation ouvert;
- système étanche: adapté à une installation de chauffage central avec un vase de dilatation ouvert ou étanche.

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.4.4.

4.5 Caractéristique de puissance de sortie

Les petits appareils CHP à piles à combustible sont classés selon la caractéristique de puissance de sortie:

- puissance de sortie à courant continu ou à courant alternatif;
- tension/fréquence;
- phases et nombre de lignes (par exemple, trois lignes en monophasé);
- raccordement au réseau;
- mode îlotage.

5 Exigences de sécurité et mesures de protection

5.1 Stratégie de sécurité générale

Le fabricant doit réaliser sous forme écrite une analyse des risques afin de garantir que:

- a) tous les dangers, situations et événements dangereux raisonnablement prévisibles au cours de la durée de vie prévue du petit appareil CHP à pile à combustible ont été identifiés (voir l'Annexe A qui répertorie les dangers types);

- b) le risque pour chacun de ces dangers a été estimé à partir de la combinaison des probabilités d'occurrence du danger et de sa sévérité prévisible;
- c) les deux facteurs qui déterminent chacun des risques estimés (probabilité et sévérité) ont été éliminés ou réduits à un niveau ne dépassant pas le niveau de risque acceptable, dans la mesure du possible par les dispositions suivantes:
 - 1) conception à sécurité intrinsèque de la construction et de ses méthodes, ou
 - 2) contrôle passif des libérations d'énergie sans mise en danger de l'environnement immédiat (par exemple, disques d'éclatement, détendeurs, dispositifs de coupure thermiques) ou par des fonctions de commande liées à la sécurité, et
 - 3) concernant les risques résiduels qui ne peuvent pas être réduits par les mesures décrites en 1) et 2), la fourniture d'étiquettes, d'avertissements ou d'exigences de formation spécifique, en tenant compte du fait qu'il est nécessaire que ces mesures soient comprises par les personnes présentes dans la zone des dangers.

À défaut d'autre indication dans la présente norme, les mesures liées à la sécurité indiquent de manière explicite les mesures exigées pour la sécurité fonctionnelle et l'attribution de la classe de la fonction de commande doit être déterminée et conçue conformément à:

- l'IEC 60335-2-102 conjointement à l'IEC 60335-1, au niveau de l'appareil, et
- l'IEC 60730-1 au niveau de la commande.

NOTE Dans le cas des méthodes d'analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE) et d'analyse par arbre de panne, les normes IEC 60812, SAE J1739 et IEC 61025 peuvent être utilisées comme guide.

5.2 Exigences de construction pour la sécurité

Des exigences supplémentaires sont spécifiées de C.5.2.101 à C.5.2.103 pour le Japon.

5.2.1 Généralités

Le petit appareil CHP à pile à combustible doit être conçu conformément à une appréciation du risque réalisée par le fabricant de cet appareil selon 5.1.

Tous les composants utilisés doivent être sélectionnés de sorte qu'ils conviennent à la spécification prévue du fonctionnement en toute sécurité de l'appareil. Cette disposition s'applique également aux onduleurs pour leur puissance en entrée et en sortie, leur tension et leurs fréquences.

Les composants des couvercles, dispositifs de commande et dispositifs de sécurité, ainsi que les accessoires électriques doivent être disposés de sorte que leurs températures ambiantes dans des conditions stables ne dépassent pas celles spécifiées par la norme des composants ou le fabricant du petit appareil CHP à pile à combustible si les températures spécifiées par le fabricant sont supérieures/inférieures à celles données dans la norme des composants.

L'utilisation de matériaux contenant de l'amiante est interdite.

La construction de l'appareil ne doit pas utiliser de soudures contenant du cadmium dans leur formulation.

Pour les petits appareils CHP à piles à combustible destinés à être installés en semi-extérieur ou en extérieur, tous les matériaux utilisés dans la construction, y compris les dispositifs d'étanchéité, joints d'étanchéité et pâtes d'étanchéité, lorsqu'ils existent, doivent fonctionner correctement dans les conditions ambiantes dans lesquelles ils sont censés fonctionner.

Le fabricant doit indiquer, dans les instructions techniques à l'intention de l'installateur, les températures ambiantes minimale et maximale auxquelles l'appareil est conçu pour fonctionner.

Pour les composants suivants d'un petit appareil CHP à pile à combustible, des mesures telles que l'implantation dans des enveloppes ou la ventilation, doivent être prises afin d'éviter toute décharge fortuite de gaz combustible, gaz de procédé ou gaz de combustion dans le local où l'appareil est installé:

- alimentation en gaz combustible et en air de combustion;
- pile à combustible;
- système de combustion interne;
- traitement du combustible (si existant);
- circuits de refroidissement internes (si existants).

Les exigences spécifiques régionales sont indiquées en C.5.2.1 pour le Japon et en D.5.2.1 pour les États-Unis.

5.2.2 Utilisation et entretien

5.2.2.1 Généralités

L'utilisateur doit pouvoir accéder et faire fonctionner tous les boutons et manettes de commande nécessaires pour une utilisation normale du petit appareil CHP à pile à combustible sans devoir déposer toute pièce du boîtier.

Toutefois, une pièce du boîtier peut être déposée à condition que cette pièce puisse être manipulée en toute sécurité par l'utilisateur, qu'elle puisse être retirée sans utiliser d'outils et que toute remise en place incorrecte soit difficile (par exemple, par la disposition de butées).

Tous les marquages destinés à l'utilisateur doivent être facilement visibles et doivent être clairs et indélébiles.

Les pièces dont l'examen ou la dépose est exigé(e) pour leur entretien doivent être aisément accessibles, éventuellement après dépose du boîtier, conformément aux instructions du fabricant.

Les pièces amovibles doivent être conçues ou marquées de sorte que tout réassemblage incorrect soit difficile.

Chaque petit appareil CHP à pile à combustible doit être équipé d'au moins un dispositif qui permet à l'utilisateur de couper l'alimentation en gaz du brûleur, du brûleur d'appoint, du brûleur d'allumage ou des dispositifs d'oxydation analogues, en fonction de la conception de l'appareil. La coupure de ce type d'alimentation en gaz doit être réalisée le plus rapidement possible.

Tout dispositif de commande et de réglage doit comporter un marquage clair et doit fournir des instructions appropriées permettant d'éviter toute erreur de manipulation. Aucun marquage n'est exigé lorsqu'un fonctionnement incorrect est impossible.

Si les instructions du fabricant exigent le nettoyage des pièces du petit appareil CHP à pile à combustible, cette opération doit être possible facilement et/ou leur dépose doit pouvoir s'effectuer facilement à des fins d'entretien, en utilisant des outils du commerce. Ceci ne doit pas impliquer la déconnexion du petit appareil CHP à pile à combustible des conduites de gaz ou d'eau.

Pour les petits appareils CHP à piles à combustible reliés à un système d'alimentation en air et/ou un système d'évacuation des produits de combustion partie intégrante de la construction du bâtiment, l'entretien du petit appareil CHP à pile à combustible doit être possible sans désassembler les connexions permanentes à la conduite.

La qualité du circuit de combustion doit être maintenue après réassemblage et, si nécessaire, conformément aux instructions du fabricant, après le remplacement du ou des joints suite aux opérations de nettoyage et d'entretien.

5.2.2.2 Conversion en différents gaz

Si les instructions d'installation du fabricant le permettent, les opérations suivantes peuvent être réalisées afin de convertir un gaz d'une famille ou d'un groupe en un gaz d'une autre famille ou d'un autre groupe:

- réglage électronique de manière à assurer un débit calorifique maximum et/ou une qualité de combustion corrects;
- réglage du débit gazeux du brûleur principal, du brûleur d'appoint et du brûleur d'allumage;
- remplacement du restricteur ou de l'injecteur;
- remplacement du brûleur d'allumage ou de ses composants;
- remplacement du système de modulation du débit gazeux;
- réglage du point d'allumage;
- mise hors service et étanchéification d'un dispositif de réglage du débit gazeux et/ou d'un régulateur de pression;
- modifications des paramètres de configuration par échange de données (pour les exigences, voir IEC 60730-1);
- application de méthodes faisant appel à un système de régulation de la combustion compte tenu des exigences de l'ISO 23552-1.

Pour chacune des opérations mentionnées ci-dessus et admises par le fabricant dans le manuel d'installation, l'appareil doit être soumis à un essai de type avec chacun des gaz. Ces opérations doivent être possibles sans qu'il soit nécessaire d'altérer les connexions du petit appareil CHP à pile à combustible avec sa tuyauterie de liaison, c'est-à-dire les conduites d'alimentation en gaz et en air, les conduites d'admission d'air et les conduites d'évacuation des produits de combustion.

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.2.2.2.

5.2.3 Raccordements aux systèmes d'alimentation

5.2.3.1 Raccordement aux conduites de gaz et d'eau

5.2.3.1.1 Généralités

Les connexions du petit appareil CHP à pile à combustible doivent être facilement accessibles. Elles doivent être clairement identifiées dans les instructions d'installation et éventuellement sur le petit appareil CHP à pile à combustible.

Le dégagement autour des connexions, après la dépose du boîtier si nécessaire, doit permettre l'utilisation aisée des outils exigés pour réaliser l'opération de raccordement.

Il doit être possible de réaliser tous les raccordements sans l'aide d'outils spéciaux.

5.2.3.1.2 Raccordement à la conduite de gaz

La conception du petit appareil CHP à pile à combustible doit permettre son raccordement à la conduite d'alimentation en gaz à l'aide d'un dispositif rigide ou souple.

Les connexions de gaz doivent être conformes à l'ISO 23550.

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.2.3.1.2.

5.2.3.1.3 Raccordement aux conduites d'eau

5.2.3.1.3.1 Généralités

Le raccordement du petit appareil CHP à pile à combustible aux conduites d'eau extérieures doit s'effectuer comme suit.

- a) La tuyauterie doit présenter un diamètre d'alésage adapté selon l'objet et l'emplacement d'utilisation.
- b) Le raccordement d'extrémité doit être effectué de sorte qu'il soit normalement exposé à l'environnement extérieur, ou être effectué à la position à laquelle il est aisément observé de l'extérieur.
- c) La tuyauterie doit résister à diverses contraintes engendrées par des vibrations conformément à la déclaration basée sur l'IEC 60721-3-1, l'IEC 60721-3-2 et l'IEC 60721-3-3.

NOTE Si le petit appareil CHP à pile à combustible est installé à l'extérieur, il peut également être tenu compte des charges sismiques.

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.2.3.1.3.1.

5.2.3.1.3.2 Cas du circuit d'eau de chauffage ou du circuit d'eau chaude domestique

Les raccords filetés doivent être conformes à l'ISO 228-1 ou l'ISO 7-1.

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.2.3.1.3.2.

En cas d'utilisation de raccords en cuivre, l'extrémité de raccordement du tube doit satisfaire à la norme nationale ou régionale appropriée. Les exigences spécifiques à l'Europe sont indiquées en B.5.2.3.1.3.2.

Si des matériaux autres que des matériaux métalliques sont utilisés, le fabricant doit fournir la justification appropriée pour leur adéquation.

5.2.3.1.3.3 Cas de l'eau de procédé (le cas échéant)

Les raccordements doivent être conformes au code de raccordement local.

Le matériau et le raccordement doivent résister à la pression de l'eau y compris la pression de crête observée dans le réseau public d'alimentation en eau.

Des dispositifs doivent permettre d'éviter que de l'eau de procédé interne ne puisse contaminer le réseau public d'alimentation en eau.

5.2.3.1.3.4 Vidange

Pour des besoins d'entretien et de maintenance, l'appareil doit comporter un dispositif de vidange. Les instructions d'utilisation doivent inclure les indications de vidange appropriées, sans l'évacuation d'eau qui menace la sécurité électrique.

Les méthodes de vidange sont indiquées en B.5.2.3.1.3.4 pour l'Europe.

5.2.3.2 Raccordement au réseau de conduites d'air de combustion et de conduites de combustion (lorsqu'il existe)

5.2.3.2.1 Conduites d'alimentation en air et conduites d'évacuation des produits de combustion

L'assemblage des diverses pièces lors de l'installation doit être tel qu'il ne nécessite aucune autre opération que le réglage de la longueur des conduites d'alimentation en air et des conduites d'évacuation des produits de combustion (éventuellement par leur découpage). Ce type d'adaptation ne doit pas altérer le bon fonctionnement de l'appareil.

Il doit être possible de connecter le petit appareil CHP à pile à combustible, les conduites d'alimentation en air et les conduites d'évacuation des produits de combustion, ainsi que la borne de conduites ou l'accessoire de conduite à l'aide d'outils ordinaires si nécessaire. Tous les accessoires nécessaires et les instructions propres aux accessoires doivent être fournis ou spécifiés par le fabricant.

Le protecteur de borne de conduites, s'il existe, et les accessoires de conduite doivent être installés conformément aux instructions du fabricant.

Pour la borne de conduites extérieure aux conduites séparées d'alimentation en air de combustion et d'évacuation des produits de combustion, le fabricant doit indiquer s'il est nécessaire de positionner l'entrée et la sortie de la borne de conduites dans la même zone de pression ou s'il est admis de positionner les deux extrémités de la borne (entrée et sortie) dans des zones de pression différente. Les configurations possibles des réseaux de conduites sont données à l'Annexe F.

Les exigences spécifiques à l'Europe sont indiquées en B.5.2.3.2.1.

5.2.3.2.2 Borne de conduites

Les bornes de conduite installées sur les appareils sans ventilateur doivent empêcher l'intrusion d'objets externes, en ne présentant aucune ouverture sur leurs surfaces extérieures qui peut permettre l'entrée d'une bille d'un diamètre de 16 mm appliquée avec une force de 5 N.

Les exigences spécifiques régionales sont indiquées en C.5.2.3.2.2 pour le Japon.

Toute borne de conduites horizontale adaptée à des petits appareils CHP à piles à combustible sans condensation doit être conçue de manière à permettre une décharge du condensat à distance du mur.

Toute borne de conduites horizontale adaptée à des petits appareils CHP à piles à combustible avec condensation doit être conçue de manière à diriger le condensat vers l'appareil.

5.2.3.2.3 Protecteur de borne de conduites

Si le fabricant prévoit dans les instructions d'installation un dispositif de protection de la borne de conduites destiné à être utilisé lorsque les sorties d'évacuation des produits de combustion débouchent sur une passerelle, ce dispositif doit être fourni au laboratoire pour essai.

Les dimensions du protecteur de borne de conduites, lorsqu'il est installé conformément aux instructions du fabricant, doivent être telles que la distance entre toute pièce du protecteur et la borne de conduites, sauf le montant, est suffisamment grande pour assurer la non-détérioration de la fonction de la borne de conduites. Le protecteur ne doit comporter aucune arête vive susceptible de provoquer des blessures ou lésions.

Les exigences spécifiques régionales sont indiquées en B.5.2.3.2.3 pour l'Europe et en C.5.2.3.2.3 pour le Japon.

5.2.3.2.4 Accessoire de conduite

Pour les petits appareils CHP à piles à combustible raccordés par conduite à une cheminée, l'accessoire de conduite doit être conçu de sorte qu'il est possible d'obtenir les distances spécifiées par le fabricant pour la projection des extrémités des conduites d'alimentation en air de combustion et des conduites d'évacuation des produits de combustion dans la cheminée, quelle que soit l'épaisseur totale (conduit de fumée et gaine) de cette dernière. Les configurations possibles des réseaux de conduites sont données à l'Annexe F qui représente une cheminée.

Les exigences spécifiques régionales sont indiquées en B.5.2.3.2.4 pour l'Europe et en C.5.2.3.2.4 pour le Japon.

5.2.3.3 Raccordement au réseau de tuyaux de décharge avec condensation

Le raccordement du tuyau de décharge interne avec condensation au réseau extérieur doit permettre la décharge du condensat sans entraîner une aspiration dans le tuyau de condensat de sorte que le séparateur d'eau continue de fonctionner.

Le diamètre du tuyau doit permettre le débit de l'eau sans blocage.

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.2.3.3.

5.2.3.4 Raccordement à l'alimentation électrique

Le raccordement à l'alimentation électrique doit être conforme à l'IEC 60335-1.

Les exigences nationales concernant les petits appareils CHP à piles à combustible destinés à être raccordés en parallèle avec les réseaux de distribution basse tension s'appliquent.

Les exigences spécifiques régionales indiquées en B.5.2.3.4 pour l'Europe et en C.5.2.3.4 pour le Japon s'appliquent.

5.2.4 Qualité

5.2.4.1 Généralités

Le passage d'un circuit de tuyauteries doit être étanche pour le type de gaz acheminé et la structure doit permettre de préserver son intégrité dans les conditions habituelles de transport, d'installation, d'utilisation, etc.

De plus, la partie libre (aération, chambre à combustible, etc.) dans le passage d'un combustible liquide doit être exclue.

Les débits de fuite admis, ainsi que les critères de conformité sont indiqués au 5.3.2 et 5.4.2.

5.2.4.2 Qualité des circuits d'acheminement du gaz

Le circuit de gaz d'alimentation doit être constitué de pièces métalliques.

Lorsque la pression interne d'un circuit d'acheminement du gaz est la pression de l'air ambiant ou une pression supérieure dans les conditions d'acheminement du gaz d'acheminement ou du gaz de procédé par ce même circuit, le principe suivant s'applique:

- Les orifices pour insertion de vis, goujons, etc., destinés à l'assemblage des pièces ne doivent pas déboucher sur des trajets de gaz. L'épaisseur de paroi entre les forages et les

trajets de gaz doit être au moins de 1 mm. Cette disposition ne s'applique pas aux orifices utilisés pour des mesurages.

- La qualité des pièces et assemblages qui constituent un circuit d'acheminement du gaz et qui sont susceptibles d'être démontés lors d'un entretien courant normal sur site ou lors d'une conversion de gaz doit être assurée par des joints mécaniques, par exemple, joints métal / métal, joints d'étanchéité ou joints toriques. Ces matériaux d'étanchéité doivent rester efficaces dans des conditions normales d'utilisation d'un petit appareil CHP à pile à combustible. L'emploi de matériaux d'étanchéité tels que du ruban, de la pâte, de la colle ou un liquide n'est pas acceptable, bien que ce type de matériau d'étanchéité puisse être utilisé pour des assemblages permanents.
- Lorsque les pièces d'un circuit d'acheminement du gaz sont assemblées sans filetages, la qualité de l'assemblage ne doit pas être assurée par une soudure tendre.

Il n'existe pas d'exigences spécifiques pour les pièces ou les segments du circuit d'acheminement du gaz qui fonctionnent dans toutes les conditions de fonctionnement en dessous de la pression de l'air ambiant.

Si une fonction de commande garantit qu'un circuit d'acheminement du gaz fonctionne à une pression inférieure à la pression de l'air ambiant, et si les exigences ci-dessus n'ont pas été prises en compte et les essais selon 5.3.2 n'ont pas été effectués,

- la régulation mécanique/pneumatique doit satisfaire à l'ISO 23551-3 ou aux articles pertinents de l'ISO 23550, ou
- la fonction de commande doit être une fonction de classe C conformément à l'IEC 60730-1.

Les pièces constitutives du circuit d'acheminement du gaz conformes à l'ISO 23550 ne sont pas considérées comme contribuant à des dégagements internes normaux dans leur compartiment d'emplacement. Le compartiment qui entoure ces composants n'est pas considéré comme étant un compartiment à combustible, et ces composants ne relèvent donc pas des exigences de dilution.

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.2.4.2.

5.2.4.3 Qualité du circuit de combustion

La construction du circuit de combustion doit permettre d'empêcher toute fuite des produits de combustion.

Les moyens utilisés pour assurer la qualité du circuit de combustion doivent être tels que celui-ci demeure efficace dans des conditions normales d'utilisation et d'entretien.

Les pièces dont le retrait est nécessaire lors d'un entretien courant et qui affectent la qualité du petit appareil CHP à pile à combustible et/ou ses conduites, doivent être rendues étanches par des moyens mécaniques, à l'exclusion des pâtes, liquides et rubans. La nécessité de remplacer le ou les joints, suite à une opération de nettoyage ou d'entretien telle qu'indiquée par le fabricant, est admise.

Lorsque le boîtier du petit appareil CHP à pile à combustible fait partie du circuit de combustion et peut être retiré sans l'aide d'outils, soit l'appareil ne doit pas fonctionner, soit les produits de combustion ne doivent pas fuir dans le local d'installation de l'appareil, en cas de remise en place incorrecte du boîtier.

Toutefois, les pièces de l'assemblage non destinées à être démontées à des fins de maintenance peuvent être assemblées de manière à assurer une qualité permanente lors d'un entretien continu dans des conditions normales d'utilisation.

Les conduites, les coudes, lorsqu'ils existent, et la borne de conduites ou l'accessoire de conduite doivent s'assembler correctement et constituer un assemblage stable. Les pièces

destinées à être démontées pour un entretien périodique doivent être conçues et disposées de manière à assurer leur qualité après réassemblage.

Tout accessoire de conduite doit permettre de réaliser un raccordement solide au système destiné à l'évacuation des produits de combustion et à l'alimentation en air.

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.2.4.3.

5.2.4.4 Qualité des circuits d'eau

La qualité des circuits d'eau doit être assurée.

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.2.4.4.

5.2.5 Matériaux

Des exigences supplémentaires sont indiquées en C.5.2.5.101 pour le Japon.

5.2.5.1 Généralités

La qualité et l'épaisseur de tous les matériaux utilisés dans le petit appareil CHP à pile à combustible, leurs accessoires de conduite et leurs bornes ainsi que la méthode d'assemblage des différentes pièces, doivent être telles que les caractéristiques de construction et de fonctionnement ne soient pas modifiées de façon significative au cours d'une durée de vie raisonnable et dans des conditions normales de transport, d'installation et d'utilisation. Toutes les pièces du petit appareil CHP à pile à combustible doivent résister aux conditions mécaniques, chimiques, électriques et thermiques auxquelles elles peuvent être soumises dans le cadre de l'utilisation normale de l'appareil. Toutes les pièces doivent être

- a) adaptées à la plage de températures, de pressions, de débits, de tensions et de courants à laquelle elles sont soumises lorsqu'elles sont utilisées selon l'usage prévu, et
- b) à l'épreuve des réactions, processus et autres conditions auxquels elles sont exposées lorsqu'elles sont utilisées selon l'usage prévu.

Toutes les pièces du petit appareil CHP à pile à combustible susceptibles d'entrer en contact avec le condensat doivent être constituées de matériaux résistants suffisamment à la corrosion ou de matériaux protégés par un revêtement adapté afin d'assurer une durée de vie raisonnable à un petit appareil CHP à pile à combustible installé, utilisé et entretenu conformément aux instructions du fabricant.

Les exigences supplémentaires spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.2.5.1.

5.2.5.2 Isolation thermique

L'isolation doit résister aux contraintes thermiques et mécaniques normalement prévues, sans déformation, et doit conserver ses propriétés isolantes sous les effets de la chaleur et du vieillissement.

Les exigences spécifiques à l'Europe sont indiquées en B.5.2.5.2.

5.2.6 Sécurité électrique

L'équipement électrique du petit appareil CHP à pile à combustible doit satisfaire à l'IEC 60335-2-102, sauf référence à une autre norme électrique.

Le câblage électrique utilisé dans le petit appareil CHP à pile à combustible doit être tel que son revêtement n'est pas endommagé au cours d'une durée de vie raisonnable et dans des conditions normales de transport, de stockage, d'installation et d'utilisation.

Les longueurs de fils électriques doivent être le plus courtes possible, et doivent être appliquées si nécessaire, lorsque l'isolation électrique ou l'isolation thermique pour une protection de même nature, ou une fixation, etc. l'exige.

Le câblage ne doit pas entrer en contact avec une pièce mobile lorsqu'il est soumis à une force de 2 N dans la direction de la pièce mobile.

Lorsqu'un fil électrique interne est fixe, lorsqu'il traverse un orifice ou une cloison, ou lorsqu'il peut entrer en contact avec une autre pièce lors de l'application d'une force de 2 N, son isolation ne doit pas être endommagée par cette force de 2 N.

Lorsque le câblage interne est relié avec un connecteur, il ne doit pas se déconnecter lorsqu'il est soumis aux contraintes et vibrations normales associées au transport, au stockage et à l'utilisation.

Le défaut d'alignement des connecteurs mâle et femelle, l'insertion d'un connecteur mâle multibroches dans un connecteur femelle autre que celui destiné à le recevoir et d'autres manipulations des pièces qui sont accessibles sans l'utilisation d'un outil ne doivent pas donner lieu à une condition dangereuse.

La protection contre les surintensités doit être assurée à l'aide de fusibles, de dispositifs de protection contre les surintensités, d'autres dispositifs de protection ou d'autres moyens fonctionnant en cas d'anormalités telles qu'un court-circuit, si ce court-circuit entraîne une situation dangereuse.

Si le fabricant indique, sur la plaque signalétique, la nature de la protection électrique du petit appareil CHP à pile à combustible, cette indication doit satisfaire à l'IEC 60529:

- a) afin d'indiquer le degré de protection individuelle contre tout contact avec les composants électriques dangereux internes au boîtier du petit appareil CHP à pile à combustible, et
- b) afin d'indiquer le degré de protection électrique, à l'intérieur du boîtier du petit appareil CHP à pile à combustible, contre les opérations dangereuses qui affectent la sécurité en raison de la pénétration d'eau.

Les exigences techniques concernant le raccordement et le fonctionnement en parallèle avec les réseaux de distribution basse tension doivent satisfaire aux exigences régionales ou spécifiques au pays, voir B.5.2.6 pour l'Europe et D.5.2.6 pour les États-Unis.

Pour les appareils destinés à être installés en extérieur ou en semi-extérieur,

- a) le degré de protection procuré par les enveloppes doit être au moins IPX4D conformément à l'IEC 60529;
- b) la plage de température des équipements électriques et/ou électroniques doit être adaptée à la plage de température spécifiée de l'appareil.

Les exigences supplémentaires spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.2.6.101.

5.2.7 Sous-systèmes et fonctions de commande liées à la sécurité

5.2.7.1 Circuit acheminant les gaz combustibles

5.2.7.1.1 Généralités

Les exigences minimales concernant le circuit d'acheminement du gaz du petit appareil CHP à pile à combustible sont les suivantes:

- prévention ou régulation d'un reflux involontaire du gaz de procédé dans le circuit des produits de combustion;
- aucune surpression involontaire ne peut se produire dans le gaz de procédé;

- aucun débit d'air involontaire ne peut pénétrer dans le gaz d'alimentation et/ou le gaz de procédé;
- aucun écoulement involontaire de gaz de procédé dans l'appareil ou dans l'atmosphère.

Les fixations vissées dont le retrait est nécessaire pour l'entretien du dispositif doivent présenter un filetage métrique conforme à l'ISO 262, à moins qu'un filetage différent ne soit essentiel pour le bon fonctionnement et le réglage correct du dispositif.

Des vis autotaraudeuses qui forment un filetage et ne produisent pas de copeaux peuvent être utilisées. Il doit être possible de les remplacer par des vis à métaux métriques conformes à l'ISO 262.

Des vis à tôle qui exécutent un filetage et produisent des copeaux ne doivent pas être utilisées pour l'assemblage des pièces qui acheminent le gaz ou des pièces qui peuvent être retirées pour entretien.

Les orifices de mise à l'air libre doivent être conformes à 6.2.3 de l'ISO 23550:2011.

Des mesures doivent être prises pour éviter que des matières particulières d'une épaisseur supérieure à 1 mm n'affectent le fonctionnement de la vanne de coupure d'admission du gaz d'alimentation. Ces mesures peuvent prendre la forme d'un filtre à particules, d'un siphon ou d'autres moyens. La conformité est vérifiée par examen ou démonstration par le fabricant.

Exception: cette exigence ne s'applique pas si l'alimentation en gaz de l'appareil ne comporte pas de matières particulières d'une épaisseur supérieure à 1 mm.

5.2.7.1.2 Composition du circuit de gaz d'alimentation

Le circuit de gaz d'alimentation doit être constitué de matériaux métalliques.

Ce circuit doit être équipé d'une vanne de coupure de sécurité comportant deux fonctions de coupure indépendantes conformément à l'ISO 23551-1. Il est admis de combiner les deux fonctions en un corps de vanne.

Les dispositifs de sécurité qui exigent un verrouillage effectif des gaz non volatiles doivent produire un signal simultané de fermeture des deux vannes de coupure.

En cas d'allumage direct du brûleur principal et si l'ordre de fermeture en réponse à un dispositif de commande n'est pas donné aux deux vannes de manière simultanée, ces mêmes vannes doivent être au moins de classe C.

En réponse à un dispositif de commande, et si le délai entre les signaux de fermeture des deux vannes n'est pas supérieur à 5 s, les signaux sont considérés comme simultanés.

La composition du circuit de gaz d'alimentation doit être conforme au Tableau 2.

Les représentations de la composition du circuit de gaz d'alimentation sont données à l'Annexe E.

**Tableau 2 – Composition du circuit de gaz d'alimentation
selon la classification des vannes de l'ISO 23551-1**

Débit calorifique de la conduite de gaz individuelle dans le circuit de gaz d'alimentation	Brûleur sans ventilateur	Brûleur avec ventilateur		
		Avec prépurge	Sans prépurge, mais avec un système de vérification de vannes ou une flamme d'allumage permanente ou alternative	Sans prépurge
Débit calorifique ≤ 0,250 kW		C ^a		C ^a
Débit calorifique ≤ 70 kW		C ^{a,b} + J		C ^{a,b} + C ou B + J

^a Ou la vanne du dispositif de contrôle de flamme.

^b Pour les brûleurs d'allumage à débit calorifique ≤ 1 000 W avec lesquels $T_{SA,max}$ dépasse 10 s, et pour lesquels il a été démontré qu'aucune situation dangereuse ne peut se produire (voir 5.3.4.2.2), seule une vanne de classe C est nécessaire.

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.2.7.1.2.

5.2.7.1.3 Circuit d'acheminement du gaz en aval de la vanne de coupure de sécurité

La qualité du circuit et de ses composants doit être conforme à l'ISO 23550 pour le combustible utilisé.

Pour le combustible, à savoir le gaz de procédé, les effets de la composition tels qu'une concentration élevée en H_2 , une forte teneur en humidité (eau comprise) sur le matériau et les élastomères utilisés dans les vannes, reformeurs, piles, par exemple, doivent être pris en compte pour assurer la qualité.

En cas d'utilisation de composants constitués de matériaux non métalliques, le fabricant doit démontrer que ces matériaux résistent aux conditions ambiantes auxquelles ils sont exposés lors du fonctionnement de l'appareil si celui-ci est installé et utilisé selon ses instructions tout au long de la durée de vie prévue, et doit par ailleurs démontrer que la qualité des composants est intacte à la fin de cette durée de vie.

Si cette démonstration ne peut être faite, des mesures visant à éviter ou à maîtriser les dangers d'une fuite possible des gaz combustibles de ce type de composant doivent être mises en œuvre. Ceci peut être réalisé par la satisfaction aux mesures indiquées au 5.2.4.2 et au 5.3.2.1.3.1.

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.2.7.1.3.

5.2.7.1.4 Circuit de purge (lorsqu'il existe)

Si la quantité de gaz inflammable dégagé dépasse la limite spécifiée au 5.3.3.5, le circuit de purge (par exemple, gaz à la sortie de l'anode), qui permet le dégagement du gaz inflammable dans l'environnement (par exemple, via le système de gaz d'échappement) par l'ouverture des vannes, doit alors être équipé au moins de deux vannes de classe C.

Une disposition de vannes différente est possible, si la classe de vanne est supérieure (il peut s'agir soit de deux vannes parallèles à la ou aux vannes de coupure de sécurité, soit d'une vanne en aval de la vanne de coupure de sécurité).

5.2.7.2 Brûleurs (y compris les brûleurs catalytiques) et leur système de commande

5.2.7.2.1 Brûleurs

La section des orifices, ainsi que des injecteurs de brûleur et de brûleur d'allumage ne doit pas être réglable (manuellement).

Chaque injecteur et chaque restricteur amovibles doivent comporter un dispositif d'identification indélébile qui évite toute confusion. Dans le cas d'injecteurs et/ou restricteurs fixes, le marquage peut être apposé sur la rampe.

Le remplacement des injecteurs et des restricteurs doit être possible sans qu'il soit nécessaire de déconnecter le petit appareil CHP à pile à combustible. Lorsque les injecteurs et restricteurs sont amovibles, leur position doit être bien définie et leur méthode de fixation doit être telle qu'il soit difficile de les disposer de manière incorrecte.

Si les brûleurs ou une pièce des brûleurs sont amovibles, leur position doit être bien définie et leur méthode de fixation doit être telle qu'il soit difficile de les disposer de manière incorrecte.

La procédure de démarrage du brûleur ainsi que le contrôle de flamme doivent être conformes à l'IEC 60730-2-5.

L'allumage du mélange gaz/air doit s'effectuer sans retard significatif et sans engendrer une pression importante dans la chambre de combustion, et aucune situation dangereuse pour l'utilisateur ou aucun dommage au petit appareil CHP à pile à combustible ne se produit dans les conditions d'un allumage retardé.

L'application des compositions extrêmes des gaz employés (gaz d'alimentation ou gaz de procédé) ne doit occasionner aucune élévation de la flamme ou de retour de flamme.

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.2.7.2.1.

5.2.7.2.2 Système de contrôle automatique de brûleur

Pour le fonctionnement en toute sécurité d'un brûleur, y compris l'oxydation catalytique, un système de contrôle automatique conforme à l'IEC 60730-2-5 doit être utilisé.

La séquence de fonctionnement de ce système de commande de brûleur doit fournir les fonctions liées à la sécurité selon la présente norme en prenant en considération l'appréciation du risque selon 5.1.

Si la température du compartiment de combustion et des parties de ce même compartiment directement en contact avec le mélange gaz/air est supérieure à la température d'auto-allumage, la surveillance de la température peut se substituer au contrôle de flamme afin de s'assurer de l'arrêt du signal dédié aux vannes de coupure de sécurité en cas de chute de la température en dessous de la température d'auto-allumage. De plus, le dégagement de gaz doit se produire uniquement après constatation effective de la température d'auto-allumage. La fonction de commande doit être conforme au niveau de sécurité donné dans l'IEC 60730-2-5.

Le système de commande des brûleurs destinés à fonctionner pendant une période de plus de 24 h sans interruption doit satisfaire aux exigences concernant un fonctionnement permanent conformément à l'IEC 60730-2-5.

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.2.7.2.2.

5.2.7.2.3 Dispositifs de régulation du rapport air/gaz

Ces dispositifs doivent être conçus et construits de sorte que tout dommage raisonnablement prévisible n'entraîne pas de modification capable d'affecter la sécurité.

La timonerie mécanique utilisée pour faire fonctionner les commandes de combustible et d'air, le cas échéant, doit être conçue afin de maintenir en toute fiabilité le rapport combustible/air correct et de résister à toute rupture et à toute dépose fortuites.

Les dispositifs pneumatiques de régulation du rapport air/gaz doivent satisfaire à l'ISO 23551-3.

La tuyauterie utilisée pour les dispositifs pneumatiques de régulation du rapport air/gaz peut être constituée de matériaux métalliques avec une connexion mécanique adaptée ou d'autres matériaux dont les propriétés sont au moins équivalentes. Dans ce cas, ces dispositifs sont considérés comme protégés contre la rupture, la déconnexion fortuite et toute fuite suite à des vérifications initiales de la qualité. Ils ne sont de ce fait pas soumis aux essais indiqués en 5.3.4.4.3.2.

Si la tuyauterie dédiée à l'air ou aux produits de combustion est utilisée, sa section minimale doit être suffisante pour assurer un débit non limité dans toutes les conditions prévisibles. Les exigences supplémentaires concernant l'Europe sont indiquées en B.5.2.7.2.3. Les tuyauteries doivent être situées et fixées de manière à éviter toute rétention de condensat, et doivent être positionnées de manière à éviter tout froissement, toute fuite ou toute rupture. Lorsque deux tuyauteries ou plus sont utilisées, la position de raccordement appropriée de chacune doit être évidente. La conformité est vérifiée par le fabricant ou en utilisant un diamètre minimum accepté.

Les dispositifs électroniques de régulation du rapport air/gaz doivent satisfaire à l'ISO 23552-1.

5.2.7.3 Alimentation en air et évacuation des produits de combustion

Les petits appareils CHP à piles à combustible doivent être conçus de sorte que l'alimentation en air lors de l'allumage soit adaptée, et qu'elle convienne sur l'ensemble de la plage des débits calorifiques possibles indiqués par le fabricant. La présence d'un dispositif de régulation du rapport air/gaz est admise.

Les petits appareils CHP à piles à combustible doivent être conçus de sorte que l'alimentation en air de la pile soit adaptée, et qu'elle convienne sur l'ensemble de la plage de fonctionnement indiquée par le fabricant.

Sauf indication contraire, les petits appareils CHP à piles à combustible à combustion assistée par ventilateur peuvent être équipés d'un dispositif de réglage du circuit de combustion destiné à adapter l'appareil aux pertes de charge dans les conduites installées. Des restricteurs ou un dispositif de fixation du réglage à des positions prédéterminées conformément aux instructions détaillées du fabricant peuvent être utilisés.

Selon le type de petit appareil CHP à pile à combustible, le fabricant doit fournir les bornes de conduites et/ou les accessoires de conduite avec le petit appareil CHP à pile à combustible à soumettre à l'essai.

5.2.7.4 Exigences concernant un ventilateur intégré à un petit appareil CHP à pile à combustible

L'accès direct aux pièces tournantes d'un ventilateur doit être empêché. Les pièces d'un ventilateur en contact avec les produits de combustion doivent être protégées de manière efficace contre la corrosion à moins qu'elles ne soient constituées d'un matériau anticorrosion. Par ailleurs, elles doivent résister à la température des produits de combustion.

5.2.7.5 Vérification de la présence d'air

Les appareils dont le circuit d'air de combustion comporte des ventilateurs doivent être équipés d'un système de vérification de la présence d'air.

La présence d'air doit être vérifiée avant le démarrage de chaque ventilateur. Aucune indication de présence d'air ne doit être fournie si tel n'est pas le cas.

Les vérifications de la présence d'air ne sont pas exigées pour l'air de combustion avec les dispositifs de régulation du rapport air/gaz, si ces derniers permettent d'assurer que les émissions ne dépassent pas les limites en cas d'obstruction de l'air ou des conduites.

L'alimentation en air de combustion doit être vérifiée par l'une des méthodes suivantes:

- a) surveillance du débit de l'air de combustion ou du débit des produits de combustion. Dans ce système, l'activation du dispositif de surveillance s'effectue directement par le débit de l'air de combustion ou des produits de combustion. Cette disposition s'applique également pour un petit appareil CHP à pile à combustible à plusieurs vitesses de ventilateur pour l'air de combustion dans lequel des dispositifs de surveillance distincts contrôlent les débits associés à chaque vitesse de ventilateur;
- b) dispositif de régulation du rapport air/gaz.

Dans le seul cas des appareils où le circuit des produits de combustion est entouré entièrement par le circuit d'alimentation en air, ou dans le seul cas des conduites séparées lorsque les débits de fuite des conduites d'évacuation des produits de combustion satisfont aux exigences du 5.3.2.2.2.2, les deux méthodes suivantes de surveillance indirecte sont également admises, mais uniquement en cas de démarrage au moins quotidien du petit appareil CHP à pile à combustible:

- c) surveillance indirecte (surveillance de la vitesse de ventilateur par exemple) en présence d'un dispositif de vérification de la présence d'air qui met en évidence l'alimentation en air de combustion au moins une fois à chaque démarrage;
- d) surveillance des débits d'air minimum et maximum ou des débits des produits de combustion au moyen de deux dispositifs de surveillance du débit (la surveillance de la plage complète de débits n'est pas exigée).

5.2.7.6 Conduite d'évacuation distincte des produits de combustion

5.2.7.6.1 Stabilité sous charge mécanique

La conduite doit être capable de résister aux charges horizontales et verticales. Les aspects suivants doivent être pris en considération:

- résistance à la compression;
- résistance à la traction;
- résistance à la pression du vent (voir exigence supplémentaire en B.5.2.7.6.1 pour l'Europe).

5.2.7.6.2 Stabilité sous exposition à la chaleur

La stabilité des parois de la conduite doit être assurée pendant et après l'exposition à la chaleur qui se produit dans toutes les conditions de fonctionnement du petit appareil CHP à pile à combustible.

5.2.7.6.3 Résistance à la corrosion

La conduite doit conserver ses caractéristiques essentielles en présence de la charge corrosive correspondant à toutes les conditions de fonctionnement du petit appareil CHP à pile à combustible.

5.2.7.6.4 Résistance au condensat et à l'humidité dans des conditions normales de fonctionnement

La conduite doit conserver ses caractéristiques essentielles en présence de condensat et d'humidité dans toutes les conditions de fonctionnement.

5.2.7.6.5 Conduites d'évacuation de combustion communes

Dans le cas de conduites de combustion communes, l'utilisation d'un clapet antiretour ou d'un autre dispositif doit empêcher tout type de refoulement.

5.2.7.7 Élimination de condensat

Le fabricant doit prendre des mesures visant à éviter tout cumul de condensat qui entraîne une situation dangereuse.

Le fabricant doit prendre des mesures afin de s'assurer que le gaz d'évacuation ne s'échappe pas par les tuyaux de vidange de condensat, ou dans le local d'installation du petit appareil CHP à pile à combustible.

Le condensat produit lors du fonctionnement du petit appareil CHP à pile à combustible, y compris le condensat formé dans le conduit de fumée et ses conduites de raccord, doit être retiré au moyen d'un (de) tuyau(x) de décharge ou d'autres dispositifs entraînant l'évacuation en toute sécurité du condensat.

Un petit appareil CHP à pile à combustible équipé d'un ou de systèmes d'élimination de condensat doit, dans les conditions d'un ou de tuyaux de vidange de condensat obstrué(s), continuer de fonctionner de manière satisfaisante ou doit s'arrêter en toute sécurité sans émission dangereuse.

Des moyens doivent être prévus pour s'assurer que les produits de combustion ou d'autres matières dangereuses ne traversent pas le tuyau d'évacuation du condensat par l'utilisation d'un séparateur d'eau ou autre dispositif. Ces moyens doivent permettre de limiter le passage des produits de combustion ou d'autres matières dangereuses à la pression maximale dans la chambre de combustion, y compris en cas d'obstruction partielle par paliers, jusqu'à une obstruction complète, de l'évacuation du gaz de combustion tout en activant et désactivant de manière répétée le signal de demande thermique tant que l'appareil demeure utilisable dans les conditions les plus défavorables à la longueur de conduit de fumée maximale spécifiée par le fabricant.

Lorsque le petit appareil CHP à pile à combustible intègre un certain type d'élimination de condensat par pompe, le volume de décharge de l'appareil et la dimension du raccordement à tout point d'évacuation par gravité doivent être spécifiés par le fabricant du petit appareil CHP à pile à combustible.

Le système d'élimination, partie intégrante du petit appareil CHP à pile à combustible avec lequel il est fourni, doit être tel

- qu'il peut être examiné et nettoyé facilement conformément aux instructions du fabricant,
- qu'un séparateur d'eau comporte un dispositif d'étanchéité à la pression maximale dans la chambre de combustion à la longueur de conduit de fumée maximale spécifiée par le fabricant.

Les exigences spécifiques régionales sont indiquées en B.5.2.7.7 pour l'Europe.

5.2.7.8 Vérification de l'état de fonctionnement

5.2.7.8.1 Généralités

Des moyens doivent être prévus pour que l'installateur puisse déterminer le mode opérationnel du ou des brûleurs du petit appareil CHP à pile à combustible, y compris:

- l'état de fonctionnement du générateur CHP: état de stockage, démarrage, mode opérationnel ou arrêt;
- l'état de fonctionnement du générateur de chaleur d'appoint: état de stockage, démarrage, mode opérationnel ou arrêt;
- l'état de verrouillage.

Les moyens de détermination de l'état de fonctionnement peuvent comporter à la fois des moyens directs et indirects permettant de confirmer la présence de la flamme.

Les moyens indirects dépendent de la solution spécifique du fabricant. Si le signal indirect de présence de la flamme est disponible uniquement sur une commande distante, celle-ci doit être fournie et soumise à l'essai avec le petit appareil CHP à pile à combustible.

La vérification du fonctionnement du petit appareil CHP à pile à combustible doit être possible à tout moment (par exemple, ouverture d'une porte sans l'aide d'outils), soit par observation à l'œil nu de la flamme, soit par certains moyens indirects.

5.2.7.8.2 État de fonctionnement du système à pile à combustible stationnaire utilisé comme générateur CHP

L'état de fonctionnement du générateur CHP doit être indiqué par un voyant, par exemple, par la détection de la puissance électrique de sortie.

La présence de flamme doit être détectée de manière indirecte par des moyens tels qu'un détecteur de flamme ou des thermocouples.

5.2.7.8.3 État de fonctionnement du générateur de chaleur d'appoint

Les moyens de détermination de l'état de fonctionnement peuvent inclure des voyants lumineux, la vérification visuelle de la flamme à l'aide d'un verre de protection ou d'autres moyens adaptés.

Les miroirs, verres de protection, etc., lorsqu'ils sont utilisés, doivent conserver leurs propriétés optiques pendant la durée de vie prévue du générateur de chaleur d'appoint.

5.2.7.9 Exigences concernant les dispositifs de réglage, de commande et de sécurité (le cas échéant)

5.2.7.9.1 Généralités

Le petit appareil CHP à pile à combustible doit être équipé de dispositifs de commande et de sécurité pour le démarrage, le fonctionnement et la commande de l'alimentation en gaz.

Ces dispositifs doivent assurer le démarrage automatique et la surveillance automatique des fonctions d'exploitation du petit appareil CHP à pile à combustible, ainsi que de l'alimentation en gaz.

En cas de défaillance des fonctions normales d'exploitation (dysfonctionnements), l'alimentation en gaz doit être coupée, si cela est nécessaire, avec un dispositif de verrouillage conformément au programme d'exploitation.

Le fabricant doit être tenu de définir les exigences obligatoires minimales concernant la commande et la surveillance, ainsi que le redémarrage automatique.

Le fonctionnement des dispositifs de sécurité ne doit pas être neutralisé par les dispositifs de réglage et de commande.

La conception du système de commande et de sécurité doit être telle qu'il n'est pas possible d'exécuter deux actions ou plus, inacceptables lorsqu'elles sont combinées. L'ordre des actions doit être établi de telle manière qu'il n'est pas possible de le modifier.

Tous les dispositifs suivants décrits en 5.2.7.9 ou la commande multifonctionnelle susceptible de les contenir doivent être démontables ou échangeables si cela est nécessaire pour le nettoyage ou le remplacement du dispositif. Les commandes (dispositifs de réglage par exemple) ne doivent pas être interchangeables si cela peut engendrer une certaine confusion.

Lorsqu'il existe plusieurs boutons de commande (robinets, thermostats, etc.), ils ne doivent pas être interchangeables si cela peut entraîner une certaine confusion et leur fonction doit être indiquée de façon claire.

Les élastomères utilisés dans les dispositifs de réglage, surveillance, commande et sécurité doivent être adaptés à l'utilisation, compte tenu du matériau, de la température, de la pression et de la durée de vie, et doivent empêcher les fuites. Les exigences spécifiques régionales sont indiquées en B.5.2.7.9.1 pour l'Europe.

Les dispositifs de réglage, surveillance, commande et sécurité doivent satisfaire aux exigences appropriées des normes internationales pertinentes, selon le cas.

Les normes ISO 23551-1, ISO 23551-2, ISO 23551-3, ISO 23552-1 et IEC 60730-2-5 sont censées satisfaire aux exigences appropriées de la présente norme internationale, selon le cas.

Au moins les fonctions énumérées ci-dessous, si elles ne sont pas traitées dans les normes de produits susmentionnées doivent être classées comme classe A, B ou C conformément à l'IEC 60730-1 et satisfaire aux exigences applicables selon 5.1 sur la base d'une analyse des risques

- de la surveillance de réaction,

NOTE Selon le type de petit appareil CHP à pile à combustible, il peut s'agir d'un dispositif de régulation du rapport air/gaz/d'un système de traitement du combustible/d'une pile).

- de la surveillance du circuit d'eau de chauffage,
- de la surveillance du circuit de refroidissement interne,
- de la protection du circuit de purge du gaz,
- de l'évitement d'un fonctionnement à retour de puissance,
- de l'évitement d'une explosion à l'hydrogène.

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.2.7.9.1.

5.2.7.9.2 Dispositifs de réglage

Les pièces d'un petit appareil CHP à pile à combustible non destinées à être modifiées par l'utilisateur ou l'installateur doivent être protégées de manière appropriée. Un vernis de verrouillage adapté peut être utilisé à cette fin à condition qu'il supporte la température à laquelle il est soumis au cours du fonctionnement normal du petit appareil CHP à pile à combustible.

Les vis de réglage doivent être disposées de sorte qu'elles ne peuvent pas choir dans les passages de gaz.

La qualité du circuit d'acheminement du gaz ne doit pas être menacée par la présence de dispositifs de réglage et de dispositifs de catégorisation de plage.

Le dispositif de réglage et/ou le dispositif de catégorisation de plage peuvent faire l'objet d'un ajustement continu (utilisation d'une vis de réglage par exemple) ou discontinu (remplacement des restricteurs par exemple).

5.2.7.9.3 Thermostats et dispositifs de limitation de température d'eau

5.2.7.9.3.1 Généralités

Un petit appareil CHP à pile à combustible doit être équipé d'un dispositif de réglage fixe ou d'un thermostat de commande réglable par l'utilisateur conforme au type 1 de l'IEC 60730-2-9, ainsi que d'un dispositif de limitation de température tel que spécifié ci-dessous.

En variante, un système électronique de régulation de température comprenant le thermostat et une fonction de commande du dispositif de limitation peut être utilisé. Ce type de système doit satisfaire aux exigences concernant un dispositif de classe B conformément à l'IEC 60730-2-9.

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.2.7.9.3.1.

5.2.7.9.3.2 Petit appareil CHP à pile à combustible destiné exclusivement aux installations de chauffage central avec vase de dilatation ouvert

Les dispositifs de limitation de température ne sont pas exigés lorsque le petit appareil CHP à pile à combustible est conçu pour être installé exclusivement avec un vase de dilatation ouvert et lorsque la défaillance du thermostat de régulation n'occasionne pas une situation dangereuse pour l'utilisateur ou un endommagement du petit appareil CHP à pile à combustible. Les instructions techniques doivent fournir des informations appropriées.

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.2.7.9.3.2.

5.2.7.9.3.3 Petit appareil CHP à pile à combustible destiné aux installations de chauffage central avec vases de dilatation ouverts ou étanches

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.2.7.9.3.3.

5.2.7.9.3.3.1 Petit appareil CHP à pile à combustible avec commandes électromécaniques

Les petits appareils CHP à piles à combustible doivent être équipés de l'un des dispositifs suivants:

a) un ensemble constitué

- d'un limiteur de température conforme au type 1 de l'IEC 60730-2-9, avec une limite maximale prédéfinie de 100 °C (en lieu et place d'un limiteur de température, un autre dispositif (dispositif de surveillance du niveau d'eau ou dispositif de sécurité à détecteur de faible niveau d'eau par exemple) est admis si toutes les exigences du 5.3.3.2 et du 5.2.7.9 sont satisfaites), et,
- d'un dispositif de coupure en cas de surchauffe conforme au type 2 de l'IEC 60730-2-9, avec une limite prédéfinie qui provoque un verrouillage non volatile avant tout endommagement du petit appareil CHP à pile à combustible et/ou préalablement à toute situation dangereuse,

ou

- b) un coupe-circuit en cas de surchauffe conforme au type 2 de l'IEC 60730-2-9, avec une limite maximale prédéfinie de 100 °C qui provoque un verrouillage non volatile avant tout

endommagement du petit appareil CHP à pile à combustible et/ou préalablement à toute situation dangereuse.

Le limiteur de température doit provoquer au moins un arrêt de sécurité avant que la température de débit d'eau ne dépasse la valeur prédéfinie. Lorsque la température de l'eau chute en dessous de la valeur prédéfinie, l'alimentation en gaz du brûleur peut être rétablie automatiquement. Le dispositif de coupure en cas de surchauffe doit provoquer un verrouillage non volatile avant tout endommagement du petit appareil CHP à pile à combustible et/ou préalablement à toute situation dangereuse pour l'utilisateur.

Les exigences spécifiques régionales sont indiquées en B.5.2.7.9.3.3.1 pour l'Europe et en D.5.2.7.9.3.3.1 pour les États-Unis.

5.2.7.9.3.3.2 Petit appareil CHP à pile à combustible avec commandes électroniques

Les petits appareils CHP à piles à combustible doivent être équipés d'un système décrit en a) ou d'un système décrit en b), compte tenu des exigences spécifiques régionales indiquées en B.5.2.7.9.3.3.2 pour l'Europe:

- a) Un système électronique de régulation de température peut être utilisé pour réguler et limiter la température en combinaison avec un coupe-circuit électromécanique en cas de surchauffe selon les exigences de la présente norme. Ce système électronique de régulation de température doit comprendre deux paramètres de réglage différents: une température de commande et une température limite. Il convient qu'il satisfasse aux exigences concernant un dispositif de classe A conformément à l'IEC 60730-2-9. Le système doit s'arrêter à un point de consigne de la température limite maximale de 100 °C, et recouvrer un fonctionnement normal lorsque la température chute en dessous de la valeur limite.
- b) Un système électronique de régulation de température peut être utilisé pour réguler et limiter la température et assurer la fonction de coupe-circuit en cas de surchauffe. Un tel système de commande doit satisfaire aux exigences de la fonction de régulation de température de classe C telle que spécifiée dans l'IEC 60730-2-9. Le système doit comporter au moins trois niveaux de réglage de la température, à savoir: une température de commande, une température limite et une température de coupure en cas de surchauffe. Le système doit s'arrêter à un point de consigne à une température limite maximale de 100 °C, et recouvrer un fonctionnement normal lorsque la température chute en dessous de la valeur limite. Le système doit passer à l'état de verrouillage non volatile au point de consigne de la température de coupure en cas de surchauffe, qui correspond au point de consigne avant tout endommagement du petit appareil CHP à pile à combustible et/ou préalablement à toute situation dangereuse pour l'utilisateur.

5.2.7.9.4 Protection contre la surpression

Les petits appareils CHP à piles à combustible destinés aux installations de chauffage central avec un vase de dilatation étanche doivent être équipés d'une soupape de sûreté afin d'éviter tout dépassement de la pression maximale de service.

La soupape de sûreté doit être conforme à l'ISO 4126-1.

Les exigences spécifiques régionales sont indiquées en C.5.2.7.9.4 pour le Japon et en D.5.2.7.9.4 pour les États-Unis.

5.2.7.9.5 Fonctions de commande à distance

Les fonctions de commande à distance doivent être conformes à l'IEC 60730-1.

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.2.7.9.5.

5.3 Exigences d'exploitation pour la sécurité

5.3.1 Exigences générales

Sauf indication contraire, les exigences d'exploitation sont vérifiées par essai du petit appareil CHP à pile à combustible tel que défini au 5.4.

Les modes opérationnels possibles des composants individuels doivent être sûrs. Des mesures suffisantes doivent permettre d'éviter les défaillances des composants individuels, la possibilité d'une formation non contrôlée de mélanges inflammables, l'allumage non contrôlé de mélanges inflammables, ainsi que la fuite non contrôlée de mélanges inflammables ou de gaz de procédé.

Les matières odorantes (composés sulfurés, mercaptans, thiophènes, par exemple) dans le gaz d'alimentation ne doivent occasionner aucun problème pour la sécurité.

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.3.1.

5.3.2 Qualité

5.3.2.1 Qualité des circuits de gaz

5.3.2.1.1 Généralités

La qualité est vérifiée avant et après tous les essais de la présente norme internationale.

La qualité des circuits d'acheminement du gaz doit être préservée en fonctionnement et en veille.

La méthode de vérification de la qualité du système de gaz d'alimentation et le système de gaz de procédé sont donnés dans les paragraphes suivants.

Le petit appareil CHP à pile à combustible doit satisfaire aux 5.3.2.1.2 et 5.3.2.1.3.1. Cependant, si le circuit d'acheminement du gaz satisfait au 5.3.2.1.3.2, il n'est pas nécessaire qu'il satisfasse au 5.3.2.1.3.1.

5.3.2.1.2 Prévention contre les dangers d'incendie et d'explosion issus du circuit de gaz d'alimentation

La qualité du circuit de gaz d'alimentation est assurée lorsque, l'essai étant réalisé dans les conditions de 5.4.2.1.1, le débit de fuite de l'air ne dépasse pas 3,5 fois les débits de fuite maximum relatifs à l'étanchéité externe donnés dans l'ISO 23550.

5.3.2.1.3 Prévention contre les dangers d'incendie et d'explosion dans un petit appareil CHP à pile à combustible équipé de boîtiers

5.3.2.1.3.1 Généralités

Pour les pièces du circuit d'acheminement du gaz avec lesquelles la pression de gaz interne est supérieure à la pression environnante du circuit, le principe suivant s'applique:

- a) Les systèmes intégrés du petit appareil CHP à pile à combustible doivent être assemblés de manière à éviter les dangers associés aux cumuls d'atmosphères inflammables au sein du système à pile à combustible.
- b) La limite de dilution propre aux dégagements de gaz internes normaux au-dessous de 25 % de la limite inférieure d'inflammabilité (LII) peut être déterminée par une analyse de la dynamique des fluides computationnelle, une technique de gaz traceur ou des méthodes analogues, telles que celles données dans l'IEC 60079-10-1. Tous les dispositifs installés dans le cadre de limites de dilution doivent satisfaire aux exigences spécifiées au 5.3.2.1.3.1 e). Le volume relevant des limites de dilution doit être classé

conformément à l'IEC 60079-10-1. Les limites inférieures d'inflammabilité des gaz typiques sont indiquées dans l'IEC 60079-20-1.

- c) Les compartiments de boîtiers avec sources internes de dégagement de gaz/vapeur inflammables sont définis comme étant des compartiments à combustible. Les compartiments à combustible doivent être conçus pour

- maintenir les mélanges de gaz au-dessous de 25 % de la limite inférieure d'inflammabilité, sauf dans les limites de dilution; et
- limiter l'étendue des limites de dilution au sein du compartiment à combustible.

- d) Les méthodes de maintien de dégagements internes normaux au-dessous de 25 % de la limite inférieure d'inflammabilité, sauf dans les limites de dilution, incluent les méthodes suivantes:

1) Oxydation contrôlée des dégagements internes normaux

Ceci peut être réalisé par la disposition d'une source d'allumage et oxydante continue et fiable qui assure la combustion des gaz libérés ou l'utilisation des dispositifs d'oxydation catalytique.

Le fabricant doit assurer que le dégagement maximum crédible, avec réaction, génère des pressions et des températures que peut supporter le compartiment à combustible, et qui peuvent être acceptées par les composants exposés à ce type de conditions.

2) Dilution dans l'air des dégagements internes normaux

Ceci peut être réalisé par la disposition d'une ventilation mécanique destinée à diluer dans l'air la concentration de dégagements normaux à moins de 25 % de la limite inférieure d'inflammabilité, sauf dans les limites de dilution. Dans tous les cas, le débit de ventilation minimum doit être conforme à l'essai de débit de fuite admissible donné au 5.4.2.1.2.1.

Les compartiments à combustible ventilés doivent être conçus pour fonctionner à une pression négative par rapport aux autres types de compartiments du système à pile à combustible et de son environnement immédiat. Cette pression négative dans le compartiment à combustible est établie par des moyens tels qu'une ventilation induite ou par aspiration. Le fonctionnement correct du système de vérification doit être confirmé par la mesure du débit ou de la pression. Une défaillance de la ventilation doit provoquer un arrêt de l'équipement de procédé. Les fonctions de commande qui visent à assurer cette ventilation doivent être conformes à la norme de sécurité fonctionnelle telle qu'indiquée au 5.1. En variante, il n'est pas nécessaire de ventiler les compartiments à combustible des systèmes à piles à combustible à des pressions négatives si des moyens adéquats sont prévus pour limiter la concentration en gaz inflammable au-dessous de 25 % de la limite inférieure d'inflammabilité dans toutes les conditions d'utilisation, sauf dans les limites de dilution ou comme cela est décrit au 5.3.2.1.3.1 g).

Les compartiments à combustible qui reposent sur la ventilation pour la protection contre le cumul d'atmosphères inflammables doivent être purgés de manière à porter l'atmosphère au-dessous de 25 % de la limite inférieure d'inflammabilité.

NOTE 1 Une méthode qui permet cette opération consiste à appliquer au moins quatre renouvellements d'air dans un intervalle de temps approprié pour obtenir ce résultat.

La purge se produit préalablement à l'alimentation en énergie des dispositifs non adaptés au classement des emplacements selon 5.3.2.1.3.1 b). Une purge n'est pas exigée s'il peut être démontré par conception que l'atmosphère au sein du compartiment et des conduites associées n'est pas dangereuse. Tous les dispositifs, qui doivent être alimentés en énergie préalablement à la purge ou afin de réaliser cette dernière, doivent satisfaire aux exigences spécifiées au 5.3.2.1.3.1 e).

3) Détection de fuites de gaz liées à la sécurité

La détection de toute fuite de gaz au moyen d'une fonction de commande de classe C doit être conforme à l'IEC 60730-1. Si la limite de fuite qui ne doit pas dépasser 25 % de la limite inférieure d'inflammabilité est atteinte, les vannes de coupure de sécurité doivent être mises hors tension.

- e) Dans les emplacements classés comme dangereux au 5.3.2.1.3.1 b), sauf pour les dispositifs qui utilisent la méthode de protection décrite au 5.3.2.1.3.1 d)1) ou d)3), le fabricant doit éliminer les sources d'allumage en s'assurant que
- les équipements électriques installés sont adaptés au classement des emplacements conformément à l'IEC 60079-0 et aux autres parties applicables de la série IEC 60079;
 - le traçage par résistance électrique installé, lorsqu'il existe, satisfait à l'IEC 60079-30-1;
 - les températures de surface ne dépassent pas 80 % de la température d'auto-allumage, exprimée en degrés Celsius, du gaz ou de la vapeur inflammable (voir l'IEC 60079-20-1 pour le guide concernant les températures d'auto-allumage des différents liquides inflammables);
 - les équipements contenant des matériaux capables de catalyser la réaction des fluides inflammables avec l'air doivent être capables d'arrêter la propagation de la réaction entre l'équipement et l'atmosphère inflammable environnante;
 - le potentiel de décharge statique a été éliminé par une liaison et une mise à la terre correctes, et par un choix approprié des matériaux.
- f) Les compartiments qui contiennent des équipements électriques ou mécaniques doivent être maintenus à une pression positive par rapport aux compartiments contigus contenant des sources de gaz ou de vapeur inflammable conformément à l'IEC 60079-2, à moins que les équipements ne satisfassent aux exigences spécifiées au 5.3.2.1.3.1 e).
- g) Le petit appareil CHP à pile à combustible doit comporter des dispositifs passifs et actifs, ou une combinaison de ceux-ci, afin de maintenir les dégagements internes anormaux au-dessous de 25 % de la limite inférieure d'inflammabilité, sauf dans les limites de dilution.

Il n'est pas nécessaire de considérer les défaillances subites et catastrophiques comme un scénario de dégagement dans cette analyse, lorsque la protection contre de telles défaillances a déjà été envisagée dans la conception des équipements sous pression et des tuyauteries (voir également 5.2.4.2).

Les dispositifs "passifs" incluent, sans toutefois s'y limiter, la limitation mécanique des dégagements de gaz ou de vapeurs inflammables à une valeur maximale, en utilisant des orifices de tuyau et des méthodes analogues de restriction de débit, voire des joints à fixation permanente et construits de telle sorte qu'ils limitent le débit de dégagement à une valeur maximale prévisible.

Les dispositifs "actifs" peuvent inclure des mesurages et des régulations de débit, ou la fourniture de dispositifs de sécurité tels que des capteurs de gaz combustibles. Ces dispositifs doivent satisfaire aux exigences spécifiées au 5.1, et doivent provoquer l'arrêt du petit appareil CHP à pile à combustible dans le cas de conditions dans lesquelles la concentration en gaz inflammable, quel qu'il soit, dans la conduite d'évacuation de ventilation dépasse 25 % de la limite inférieure d'inflammabilité de ce gaz.

- h) Le petit appareil CHP à pile à combustible doit être conçu pour la dispersion en toute sécurité des flux d'évacuation de ventilation et de procédé. Notamment pour les installations en intérieur, la conduite d'évacuation de ventilation et de procédé doit être conçue pour un raccordement à un système de combustion ou un réseau de ventilation.
- i) Le potentiel de décharge statique a été éliminé par une liaison et une mise à la terre correctes des pièces métalliques par le choix de matériaux appropriés qui ne génèrent pas de charges susceptibles de produire une étincelle capable d'allumer un mélange gaz/air inflammable. Il doit être également tenu compte de l'influence des débits internes aux tuyaux qui génèrent des charges potentielles.
- j) Une fonction de commande dont l'objet est d'éviter tout dépassement de 25 % de la limite inférieure d'inflammabilité, par exemple, par dilution dans l'air et/ou mesure de la concentration et arrêt en cas de dépassement de la limite, doit être conçue selon les exigences spécifiées au 5.1.

NOTE 2 Une charge électrostatique peut s'accumuler le long de la surface d'un tuyau non métallique acheminant de l'hydrogène. Les décharges provenant de la surface de ce tube peuvent suffire à allumer un mélange inflammable de gaz ou de vapeur présent dans l'environnement avoisinant. En cas d'utilisation dans des emplacements de Zone 1 ou de Zone 2 (conformément à l'IEC 60079-10-1), des mesures visant à éliminer les décharges électrostatiques peuvent être prises. Ceci peut être réalisé par la spécification d'un matériau de tube de

conductivité suffisante, ou par la limitation de la vitesse du débit de gaz à des valeurs en dessous desquelles il ne se produit aucune accumulation de charge électrostatique. Un tube qui repose sur un système de protection qui élimine toute décharge électrostatique (c'est-à-dire un fil ou une tresse de mise à la terre) ne peut pas être utilisé dans un emplacement de Zone 0.

NOTE 3 Les revêtements en tresse métallique ou les fils conducteurs dans les parois des tuyaux non métalliques peuvent augmenter le risque de décharge électrostatique si ces conducteurs sont déconnectés de leur conducteur d'équipotentialité. Dans les emplacements de Zone 1 et de Zone 2, ces conducteurs peuvent être fixés mécaniquement à l'aide de moyens positifs.

5.3.2.1.3.2 Qualité des pièces conformément à l'ISO 23550 et normes analogues

Les exigences de 5.3.2.1.3.2 constituent une variante au 5.3.2.1.3.1 si les pièces du circuit d'acheminement du gaz

- a) sont conformes à l'ISO 23550, ou
- b) sont conçues selon les règles de conception propres aux équipements sous pression, ou
- c) sont conformes à l'ISO 23550, mais utilisent un matériau autre que celui indiqué dans l'ISO 23550. Dans ce cas, le fabricant doit démontrer que le circuit demeure étanche en tenant compte de toutes les conditions chimiques, thermiques et mécaniques observées tout au long de la durée de vie prévue.

La qualité du circuit d'acheminement du gaz est assurée lorsque, l'essai étant réalisé dans les conditions de 5.4.2.1.2.2, le débit de fuite de l'air ne dépasse pas 3,5 fois les débits de fuite maximum relatifs à l'étanchéité externe donnés dans l'ISO 23550.

Si le circuit d'acheminement du gaz est entièrement entouré de l'air de combustion, la qualité de cette pièce du circuit est alors assurée lorsque, l'essai étant réalisé dans les conditions de 5.4.2.1.2.2, le débit de fuite de l'air ne dépasse pas 3 l/h, à condition que l'air en écoulement garantisse l'absence de tout mélange inflammable environnant les composants électriques.

Des informations supplémentaires sont indiquées en B.5.3.2.1.3.2 pour l'Europe.

5.3.2.2 Qualité du circuit de combustion

5.3.2.2.1 Généralités

La qualité du circuit de combustion d'un petit appareil CHP à pile à combustible doit être assurée par rapport au local d'installation de l'appareil lorsqu'il est soumis à l'essai conformément au 5.3.2.2.2 ou 5.3.2.2.3.

Si le réseau de conduites ne fait pas partie intégrante du petit appareil CHP à pile à combustible, seul l'essai n° 2 décrit dans le Tableau 3 s'applique. Les dispositions du 5.3.2.2.2.2 au 5.3.2.2.2.4 ne s'appliquent pas.

La qualité des conduites doit être conforme aux 5.3.2.2.2.3 et 5.3.2.2.2.4.

La qualité est vérifiée avant et après tous les essais de la présente norme.

5.3.2.2.2 Petit appareil CHP à pile à combustible de Type C avec circuit d'alimentation en air et de produits de combustion

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.3.2.2.2.

5.3.2.2.2.1 Exigences générales

La qualité par rapport au local d'installation du système est assurée si, dans les conditions d'essai spécifiées indiquées au 5.4.2.2.2.1, les débits de fuite ne dépassent pas les valeurs indiquées dans le Tableau 3.

Tableau 3 – Débits de fuite maximums admissibles

N° d'essai	Objet de l'essai ^a	L'air de combustion entoure intégralement le circuit des produits de combustion	Débit de fuite maximum m ³ /h	
			Débit calorifique ≤ 40 kW	Débit calorifique > 40 kW
1	Petit appareil CHP à pile à combustible avec ses conduites d'alimentation en air et ses conduites d'évacuation des produits de combustion et tous leurs joints	OUI	5 (u)	$5 \cdot P_{\text{inf,nom}}/40$
		NON	1 (v)	$1 \cdot P_{\text{inf,nom}}/40$
2	Petit appareil CHP à pile à combustible et joint de raccordement à la conduite d'alimentation en air et d'évacuation des produits de combustion	OUI	3 (w)	$3 \cdot P_{\text{inf,nom}}/40$
		NON	0,6 (x)	$0,6 \cdot P_{\text{inf,nom}}/40$
3	Conduites d'évacuation des produits de combustion avec tous leurs joints, à l'exclusion du joint soumis à l'essai ci-dessus	NON	0,4 (y)	$0,4 \cdot P_{\text{inf,nom}}/40$
4	Conduite d'alimentation en air avec tous ses joints, à l'exclusion du joint soumis à l'essai ci-dessus		2 (z)	$2 \cdot P_{\text{inf,nom}}/40$
Les limites sont indiquées dans les exigences spécifiques régionales, en veillant à ce que les équations suivantes soient traitées: $u = w + z$ et $v = x + y$.				
^a Voir également la Figure 2.				

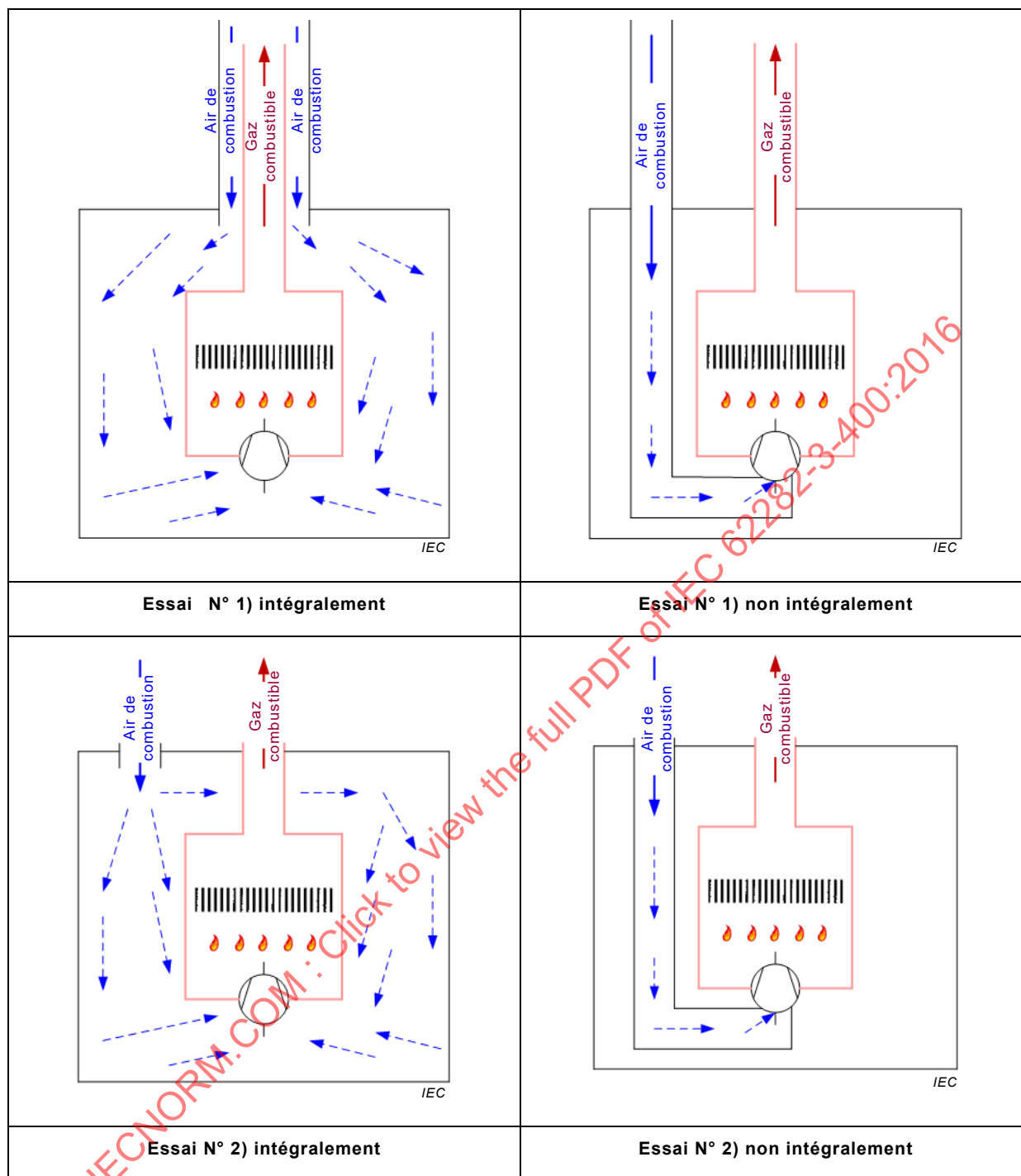


Figure 2 – Représentation du Tableau 3: Le circuit d'air de combustion entoure le circuit des produits de combustion

5.3.2.2.2 Conduite d'évacuation des produits de combustion pour petits appareils CHP à piles à combustible avec vérification indirecte de la présence d'air

La qualité de la conduite d'évacuation des produits de combustion prévue pour une installation à l'intérieur et à l'extérieur du local d'installation du petit appareil CHP à pile à combustible, et admise pour les petits appareils CHP à piles à combustible avec vérification indirecte de la présence d'air, est assurée lorsqu'elle est vérifiée par essai dans les conditions de 5.4.2.2.2.2, le débit de fuite (l/s) par surface (m²) de la conduite ne dépassant pas 0,006 l/(s·m²).

5.3.2.2.2.3 Conduite séparée pour l'évacuation des produits de combustion

La qualité d'une conduite séparée d'évacuation des produits de combustion par rapport à des emplacements autres que le local d'installation du petit appareil CHP à pile à combustible, est assurée lorsqu'elle est vérifiée par essai dans les conditions de 5.4.2.2.2.3, le débit de fuite (l/s) par surface (m^2) de la conduite ne dépassant pas $0,006 \text{ l/(s}\cdot m^2)$.

5.3.2.2.2.4 Conduite séparée d'alimentation en air ou partie intégrante d'une conduite concentrique

La qualité de conduites séparées d'alimentation en air ou de conduites concentriques par rapport à tous les emplacements autres que le local d'installation du petit appareil CHP à pile à combustible, est assurée lorsqu'elle est vérifiée par essai dans les conditions de 5.4.2.2.2.4, le débit de fuite par surface de la conduite ne dépassant pas $0,5 \text{ l/(s}\cdot m^2)$.

5.3.2.2.3 Qualité du circuit des produits de combustion de Type B

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.3.2.2.3.

5.3.2.2.3.1 Exigences générales

Cette exigence s'applique à des petits appareils CHP à piles à combustible avec lesquels l'air de combustion provient directement du local.

Les petits appareils CHP à piles à combustible doivent satisfaire au 5.3.2.2.3.2 ou 5.3.2.2.3.3. Les conduites des petits appareils CHP à piles à combustible de Type B₅ doivent satisfaire au 5.3.2.2.3.4. La qualité doit être vérifiée avant et après tous les essais.

5.3.2.2.3.2 Petits appareils CHP à piles à combustible de Type B₂ et de Type B₅

La qualité du circuit des produits de combustion d'un petit appareil CHP à pile à combustible intégrant un ventilateur doit être assurée par rapport au local d'installation de ce même appareil. Cette qualité est assurée si, dans les conditions d'essai du 5.4.2.2.3.2, les produits de combustion ne s'échappent que de la sortie du conduit de fumée. De plus, il convient que les conduites des petits appareils CHP à piles à combustible de Type B₅ satisfassent également aux exigences du 5.3.2.2.3.4.

5.3.2.2.3.3 Petits appareils CHP à piles à combustible de Type B₃

La qualité des petits appareils CHP à piles à combustible de Type B₃ est assurée si, dans les conditions d'essai du 5.4.2.2.3.3, par le choix du fabricant:

- a) le débit de fuite du circuit des produits de combustion (incluant toutes les conduites et tous les raccords) ne dépasse pas
 - 3 (m^3/h) pour les petits appareils CHP à piles à combustible de débit calorifique nominal $\leq 40 \text{ kW}$; ou
 - $3 \times P_{\text{inf,nom}}/40$ (m^3/h) pour les petits appareils CHP à piles à combustible de débit calorifique nominal $> 40 \text{ kW}$;
- b) le débit de fuite du circuit de combustion (incluant toutes les conduites et tous les raccords) ne dépasse pas
 - 5 (m^3/h) pour les petits appareils CHP à piles à combustible de débit calorifique nominal $\leq 40 \text{ kW}$; ou
 - $5 \times P_{\text{inf,nom}}/40$ (m^3/h) pour les petits appareils CHP à piles à combustible de débit calorifique nominal $> 40 \text{ kW}$.

5.3.2.2.3.4 Conduites d'évacuation des produits de combustion d'un petit appareil CHP à pile à combustible de Type B₅

La qualité d'une conduite d'évacuation des produits de combustion fournie par le fabricant, non entièrement entourée par l'air de combustion, par rapport à des emplacements autres que le local d'installation du petit appareil CHP à pile à combustible, est assurée si, dans les conditions d'essai du 5.4.2.2.3.4, le débit de fuite (l/s) par mètre carré de surface (m²) de la conduite ne dépasse pas 0,006 l/(s·m²).

5.3.2.2.4 Petit appareil CHP à pile à combustible de Type A

Aucune exigence ne s'applique à la qualité di circuit des produits de combustion.

5.3.2.3 Qualité du circuit d'eau de chauffage

Dans les conditions d'essai du 5.4.2.3, il ne doit y avoir ni fuite ni déformation visible permanente.

5.3.2.4 Qualité du circuit de refroidissement interne (le cas échéant)

Dans les conditions d'essai du 5.4.2.4, il ne doit y avoir ni fuite ni déformation visible permanente.

5.3.3 Sécurité de fonctionnement (température/gaz limite)

5.3.3.1 Températures limites

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.3.3.1.

5.3.3.1.1 Montage d'essai général

Les exigences indiquées de 5.3.3.1.2 à 5.3.3.1.5 se rapportent au montage d'essai selon 5.4.3.1.1.

5.3.3.1.2 Températures limites des composants, du câblage, des matériaux et des surfaces, ainsi que des dispositifs de réglage, de commande et de sécurité

Dans les conditions d'essai du 5.4.3.1.2, la température des dispositifs de réglage, de commande et de sécurité ne doit pas dépasser la valeur indiquée par le fabricant, et leur fonctionnement doit rester satisfaisant.

Les températures des composants, du câblage et des matériaux ne doivent pas dépasser les températures nominales fournies par le fabricant.

Les températures de surface des boutons de commande et de toutes les pièces qu'il est nécessaire de toucher en utilisation normale du petit appareil CHP à pile à combustible, mesurées uniquement dans les zones destinées à être saisies, et dans les conditions indiquées au 5.4.3.1.2, ne doivent pas dépasser la température ambiante de plus des valeurs indiquées dans le Tableau 4. Des exigences supplémentaires sont indiquées en B.5.3.3.1.2 pour l'Europe.

Tableau 4 – Échauffements de surface admissibles

Pièce	Échauffement K
Enveloppes externes, sauf les poignées tenues en utilisation normale	60
Surfaces des poignées, boutons, prises et pièces analogues tenues pendant de courtes périodes uniquement en utilisation normale	
– en métal	35
– en porcelaine	45
– en matériau moulé (plastique), caoutchouc ou bois	60
NOTE 1 Les valeurs correspondent aux échauffements de surface maximums au-dessus de la température ambiante des surfaces externes que des individus ne portant pas d'équipements de protection individuelle peuvent toucher en cours de fonctionnement. Les valeurs ci-dessus sont référencées dans l'IEC 60335-1. NOTE 2 Les valeurs du tableau sont basées sur une température ambiante qui ne dépasse pas normalement 25 °C, mais qui atteint ponctuellement 35 °C. Toutefois, les valeurs d'échauffement spécifiées sont basées sur une température de 25 °C.	

5.3.3.1.3 Températures limites des parois latérales, de la partie avant et du sommet

La température des parois latérales, de la partie avant et du sommet du petit appareil CHP à pile à combustible ne doit pas dépasser la température ambiante de plus de 50 K lorsqu'elle est mesurée dans les conditions d'essai du 5.4.3.1.3. Les exigences spécifiques à l'Europe sont indiquées en B.5.3.3.1.3.

Néanmoins, les pièces du boîtier disposées à 5 cm de l'arête de l'orifice d'éclairage ou verre de protection, lorsqu'il existe, et à 15 cm de la sortie du gaz de combustion ou de l'accessoire de conduite, ne sont pas soumises à cette exigence.

5.3.3.1.4 Température limite des panneaux d'essai et du sol

La température du sol sur lequel est placé le petit appareil CHP à pile à combustible, le cas échéant, et la température des panneaux placés sur le côté et derrière l'appareil ne doivent, en aucun point, dépasser la température ambiante de plus de 80 K dans les conditions d'essai du 5.4.3.1.4.

Lorsque cet échauffement est compris entre 50 K et 80 K, ou les valeurs indiquées en B.5.3.3.1.4 pour l'Europe, le fabricant doit indiquer dans les instructions techniques à l'intention de l'installateur, la nature de la protection qui doit être appliquée entre le petit appareil CHP à pile à combustible et le sol ou les murs, lorsque ces derniers sont constitués de matériaux inflammables.

Cette protection doit être transmise au laboratoire d'essai qui doit vérifier que, le petit appareil CHP à pile à combustible équipé de cette protection, les températures du sol et des panneaux mesurées dans les conditions d'essai du 5.4.3.1.4 ne dépassent pas la température ambiante de plus de 50 K ou les valeurs indiquées en B.5.3.3.1.4 pour l'Europe.

5.3.3.1.5 Température externe des conduites

La température des conduites en contact avec, ou traversant les murs du logement, ne doit pas dépasser la température ambiante de plus de 50 K ou les valeurs indiquées en B.5.3.3.1.5 pour l'Europe dans les conditions d'essai du 5.4.3.1.5.

Si cet échauffement dépasse 50 K ou les valeurs indiquées en B.5.3.3.1.5 pour l'Europe, le fabricant doit indiquer dans les instructions techniques à l'intention de l'installateur, la nature de la protection qui doit être appliquée entre les conduites et les murs lorsqu'ils sont constitués de matériaux inflammables.

Cette protection doit être transmise au laboratoire d'essai qui doit vérifier que, la protection étant en place, la température de surface externe en contact avec la paroi et mesurée dans les conditions d'essai du 5.4.3.1.5 ne dépasse pas la température ambiante de plus de 50 K ou les valeurs indiquées en B.5.3.3.1.5 pour l'Europe.

5.3.3.2 Thermostats et dispositifs de limitation de température

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.3.3.2.

5.3.3.2.1 Généralités

Une fonction de régulation de température est exigée afin de protéger un petit appareil CHP à pile à combustible contre les risques fondamentaux d'incendie et d'explosion en raison d'une surchauffe.

La fonction de régulation de température a pour objectif de réguler la température (thermostat de régulation et limiteur de température) et d'éviter le risque d'une température excessive (coupe-circuit en cas de surchauffe) susceptible de générer un danger de surchauffe pour un petit appareil CHP à pile à combustible. La fonction de régulation de température est un système qui comprend la détection de température, le traitement des signaux, des manœuvres de commutation (mise sous tension/hors tension ou manœuvre de protection) et la réinitialisation.

Une forme pratique de la fonction de régulation de température peut comprendre une (systèmes électroniques) ou plusieurs commandes, en spécifiant les thermostats de régulation, les limiteurs de température et les coupe-circuit en cas de surchauffe. Des mesures de construction, telles qu'un système de vases de dilatation ouverts, peuvent également couvrir partiellement les risques.

Les thermostats, limiteurs de température et coupe-circuit en cas de surchauffe doivent comporter des capteurs de température indépendants.

Avec un système électronique, les thermostats et les limiteurs de température peuvent avoir le même capteur de température à condition que la défaillance de celui-ci ne puisse pas occasionner une situation dangereuse pour l'utilisateur ou endommager le petit appareil CHP à pile à combustible.

Pour les systèmes électroniques de régulation de température, il convient d'appréhender:

- a) le terme "thermostat de régulation" comme étant le point de consigne de la température de commande;
- b) le terme "limiteur de température" comme étant le point de consigne de la limite de température;
- c) le terme "dispositif de coupure en cas de surchauffe" comme étant le point de consigne du coupe-circuit en cas de surchauffe.

Les capteurs de température doivent résister à la surcharge thermique issue d'une surchauffe spécifiée dans la présente norme, sans que le point de consigne prédéterminé en soit affecté.

Dans les conditions d'essai du 5.4.3.2.1, les températures d'ouverture et de fermeture des thermostats ne doivent pas différer de celles indiquées par le fabricant de plus de la tolérance indiquée dans les annexes régionales. Pour les thermostats réglables, cette exigence est vérifiée aux températures minimale et maximale de la plage de régulation.

Les exigences spécifiques régionales sont indiquées en B.5.3.3.2.1 pour l'Europe.

5.3.3.2.2 Thermostats de régulation de la température d'eau

5.3.3.2.2.1 Généralités

Si le thermostat de régulation est réglable, le fabricant doit indiquer au moins la température maximale dans ses instructions. Il doit être facile d'établir les positions du sélecteur de température et il doit être possible de déterminer avec précision la direction d'augmentation ou de baisse de la température d'eau. Si des chiffres sont utilisés à cette fin, le chiffre le plus élevé doit correspondre à la température la plus élevée.

La position de réglage maximal du sélecteur doit entraîner au moins son arrêt contrôlé.

5.3.3.2.2.2 Exactitude de réglage

Pour les systèmes électroniques de régulation de température, il convient d'appréhender:

- a) le terme "thermostat à réglage fixe" comme étant le point de consigne fixe de la température de commande;
- b) le terme "thermostat réglable" comme étant le point de consigne fixe de la température de commande réglable par l'utilisateur.

Dans les conditions d'essai du 5.4.3.2.2.1,

- la température d'eau maximale d'un petit appareil CHP à pile à combustible équipé d'un thermostat à réglage fixe doit être égale à ± 10 K de la température indiquée par le fabricant;
- pour les petits appareils CHP à piles à combustible équipés d'un thermostat réglable, il doit être possible de sélectionner, à ± 10 K, les températures de débit d'eau indiquées par le fabricant;
- la température de débit ne doit pas dépasser la température maximale déclarée par le fabricant; toutefois, lorsque le thermostat de régulation se situe sur le conduit de reprise, cette exigence peut être satisfaite par une manœuvre du thermostat de température limite situé sur le passage du débit d'eau;
- le thermostat de température limite (à moins que le thermostat de régulation ne se situe sur le conduit de reprise), le dispositif de coupure en cas de surchauffe et le limiteur de température de sécurité ne doivent pas fonctionner.

5.3.3.2.2.3 Endurance

Les thermostats doivent résister à une d'endurance de 100 000 cycles ou à la valeur indiquée en B.5.3.3.2.2.3 pour l'Europe dans les conditions d'essai de 5.4.3.2.2.2. A la fin des essais, leur fonctionnement doit satisfaire aux exigences du 5.3.3.2.2.2.

5.3.3.2.3 Dispositifs de limitation de température d'eau

5.3.3.2.3.1 Généralités

La température maximale de point de consigne de ce dispositif ne doit pas pouvoir être réglée.

Les contacts du limiteur de température doivent s'ouvrir avant que la température dépasse une limite prédéfinie et se fermer à nouveau lorsque la température chute en dessous de cette limite.

5.3.3.2.3.2 Circulation de l'eau inappropriée (le cas échéant)

Le petit appareil CHP à pile à combustible ne doit faire l'objet d'aucune détérioration dans les conditions d'essai du 5.4.3.2.3.1.

Cette exigence ne s'applique pas à un petit appareil CHP à pile à combustible destiné exclusivement à une installation de chauffage central avec un vase de dilatation ouvert.

5.3.3.2.3.3 Surchauffe

Le dispositif de coupure en cas de surchauffe doit satisfaire à l'exigence de l'IEC 60730-2-9 pour les dispositifs de Type 2.

Ce dispositif ne doit pas être réglable et le fonctionnement normal du petit appareil CHP à pile à combustible ne doit pas entraîner de variation de sa température de point de consigne.

Les contacts du dispositif de coupure en cas de surchauffe doivent s'ouvrir, ce qui provoque un verrouillage non volatile, avant que la température ne dépasse une limite prédéfinie.

L'interruption de la liaison entre le capteur de température et le dispositif répondant à son signal doit provoquer au moins un arrêt de sécurité.

Dans les conditions d'essai du 5.4.3.2.3.2, le thermostat de température limite doit provoquer un arrêt de sécurité avant que la température de débit d'eau ne dépasse 100 °C ou les valeurs indiquées en B.5.3.3.2.3.3 pour l'Europe.

Dans les conditions d'essai du 5.4.3.2.3.2, le dispositif de coupure en cas de surchauffe doit provoquer un verrouillage non volatile du petit appareil CHP à pile à combustible avant que ne survienne une situation dangereuse pour l'utilisateur ou capable d'endommager l'appareil.

Des exigences spécifiques régionales supplémentaires sont indiquées en B.5.3.3.2.3.3.101 pour l'Europe.

5.3.3.2.3.4 Endurance

5.3.3.2.3.4.1 Thermostats de température limite

Ces thermostats doivent résister à l'endurance de 10 000 cycles dans les conditions d'essai du 5.4.3.2.2.2. A la fin des essais, leur fonctionnement doit satisfaire aux exigences du 5.3.3.2.1.

5.3.3.2.3.4.2 Dispositifs de coupure en cas de surchauffe et limiteurs de température de sécurité

Les dispositifs doivent résister aux cycles d'endurance qui consistent en 4 500 cycles thermiques sans activation et en 500 cycles de verrouillage et de réinitialisation dans les conditions d'essai du 5.4.3.2.3.3.2.

A la fin des essais, leur fonctionnement doit satisfaire aux exigences du 5.3.3.2.1.

Dans les conditions d'essai du 5.4.3.2.3.3.2, l'interruption de la liaison entre le détecteur et le dispositif répondant à son signal doit provoquer au moins un arrêt de sécurité.

5.3.3.2.4 Température maximale du gaz d'échappement

Si le petit appareil CHP à pile à combustible intègre un dispositif de limitation de la température maximale des produits de combustion, dans les conditions de 5.4.3.2.4, la température desdits produits ne doit pas dépasser la température de service maximale admissible des matériaux du circuit de combustion et des matériaux de combustion spécifiée par le fabricant de l'appareil.

Il est nécessaire d'installer un thermostat de température limite uniquement si les températures du gaz de combustion peuvent dépasser éventuellement la température maximale admissible des matériaux.

Le fonctionnement du dispositif doit provoquer un verrouillage non volatile du petit appareil CHP à pile à combustible.

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.3.3.2.4.

5.3.3.2.5 Température des circuits de refroidissement internes

Les exigences de 5.3.3.2.2 et 5.3.3.2.3 s'appliquent également aux circuits de refroidissement internes (le cas échéant).

5.3.3.3 Allumage, allumage croisé et stabilité de flamme

5.3.3.3.1 Généralités

Les paragraphes 5.3.3.3.2 et 5.3.3.3.3 sont des variantes considérées comme assurant un niveau de sécurité comparable pour les brûleurs de gaz utilisés dans les petits appareils CHP à pile combustible. Le fabricant doit déclarer quelle méthode s'applique.

5.3.3.3.2 Méthode 1

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.3.3.3.2.

5.3.3.3.2.1 Conditions aux limites (le cas échéant)

Dans les conditions d'essai spécifiées au 5.4.3.3.2.2 et dans un air calme, il doit être possible d'effectuer l'allumage et l'allumage croisé correctement, rapidement et de manière silencieuse. Les flammes doivent être stables. Une légère tendance à l'élévation au moment de l'allumage est admissible, mais les flammes doivent ensuite être stables.

L'allumage du brûleur, lorsqu'il existe, doit se produire à tous les débits gazeux qui peuvent être donnés par les commandes comme cela est indiqué par le fabricant et il ne doit se produire ni retour d'allumage ni élévation prolongée de la flamme. Un retour d'allumage rapide lors de l'allumage ou de l'extinction du brûleur est accepté si ceci n'affecte pas un fonctionnement correct.

Un brûleur à allumage permanent ne doit pas être éteint lors de l'allumage ou de l'extinction du brûleur. Lors du fonctionnement du petit appareil CHP à pile à combustible, la flamme du brûleur d'allumage ne doit pas être modifiée au point qu'elle ne puisse plus remplir sa fonction (allumage du brûleur, fonctionnement du dispositif de contrôle de flamme).

Lorsque le brûleur d'allumage est allumé pendant une durée suffisante pour permettre un fonctionnement normal et régulier du petit appareil CHP à pile à combustible, il doit toujours être prêt à fonctionner sans défaillance, même en cas de coupure et d'activation de l'alimentation en gaz du brûleur par plusieurs réglages successifs rapides du thermostat.

Outre la stabilité de flamme, pour les petits appareils CHP à piles à combustible comportant un moyen indirect d'indication de la présence de la flamme, la fraction volumique de monoxyde de carbone, à l'équilibre thermique, des produits de combustion sans air sec, et en utilisant un gaz limite d'élévation de flamme, ne doit pas être supérieure à 300 ml/m³, ou la valeur indiquée en B.5.3.3.3.2.1 pour l'Europe.

NOTE 1 ml/m³ = 1 ppm.

Les exigences ci-dessus doivent également être satisfaites en cas de rétablissement de l'étincelle ou de recyclage.

5.3.3.3.2.2 Conditions spéciales (le cas échéant)

Dans les conditions d'essai du 5.4.3.3.2.3, l'allumage du brûleur de même nature, l'allumage du brûleur principal par le brûleur d'allumage ou l'allumage direct du brûleur principal, l'allumage croisé complet du brûleur principal et également la stabilité du brûleur d'allumage lorsque lui seul est allumé ou du brûleur d'allumage et du brûleur principal fonctionnant simultanément, doivent être assurés.

Une perturbation de flamme légère est admise, mais il ne doit y avoir aucune extinction de flamme.

5.3.3.3.3 Méthode 2

Les exigences spécifiques à l'Europe sont indiquées en B.5.3.3.3.3.

5.3.3.3.3.1 Allumage

Le petit appareil CHP à pile combustible doit être soumis à l'essai d'allumage dans les conditions d'essai décrites au 5.4.3.3.3.1 et doit satisfaire aux exigences suivantes.

- a) L'essai d'allumage doit être répété trois fois successives et l'allumage doit se produire dans les trois cas. Dans le cas d'un défaut d'allumage même une seule fois, l'essai doit alors être répété à deux reprises, et l'allumage doit se produire dans les deux cas (quatre allumages effectifs sur cinq).
- b) Aucun allumage par explosion ne doit se produire. "Aucun allumage par explosion" signifie que l'allumage génère un bruit inférieur ou égal à 85 dB et que l'enveloppe du brûleur ne dégage aucun gaz de combustion ni aucune flamme.

5.3.3.3.3.2 Combustion

Le petit appareil CHP à pile combustible doit être soumis à un essai de combustion dans les conditions d'essai décrites au 5.4.3.3.3.2 et doit satisfaire aux exigences suivantes:

- a) en cas d'allumage du brûleur, la combustion doit se propager de manière constante sans allumage par explosion;
- b) la combustion et le fonctionnement doivent être stables;
- c) en cas d'arrêt du brûleur, les flammes doivent être complètement éteintes;
- d) la fraction volumique en CO des produits de combustion sans air sec ne doit pas dépasser 300 ml/m³ ou les valeurs indiquées en C.5.3.3.3.3.2 pour le Japon et,
- e) il doit être vérifié qu'aucun retour de flamme ne se produit.

5.3.3.3.3.3 Résistance au vent dans un environnement intérieur, le cas échéant

Les essais d'allumage et de combustion doivent être réalisés selon 5.4.3.3.3.3 afin de vérifier l'allumage et le fonctionnement effectifs en toute sécurité d'un petit appareil CHP à pile combustible à des vitesses de vent raisonnablement prévisibles.

Pour les essais d'allumage, le petit appareil CHP à pile combustible doit satisfaire aux exigences de 5.3.3.3.3.1 et pour les essais de combustion, aux exigences suivantes:

- a) La propagation de la flamme doit être constante et aucun allumage par explosion ne doit se produire.
- b) Aucune vidange, aucun retour de flamme, aucune utilisation contrariée, aucune alarme et aucun arrêt anormal ne doivent se produire en fonctionnement.

5.3.3.3.4 Effet des modifications du débit de gaz

5.3.3.3.4.1 Réduction du débit gazeux du brûleur d'allumage (le cas échéant)

Dans les conditions d'essai du 5.4.3.3.4.1 et lorsque le débit gazeux du brûleur d'allumage est réduit au niveau minimum exigé pour maintenir ouverte la vanne de gaz du dispositif de contrôle de flamme, l'allumage du brûleur principal doit être assuré sans endommager le petit appareil CHP à pile à combustible.

5.3.3.3.4.2 Réduction de la pression du gaz (le cas échéant)

Dans les conditions d'essai du 5.4.3.3.4.2, l'utilisateur ne doit être confronté à aucune situation dangereuse ou le petit appareil CHP à pile à combustible ne doit pas être endommagé.

5.3.3.3.4.3 Fermeture défectueuse de la vanne de gaz immédiatement en amont du brûleur principal (le cas échéant)

Lorsque la conception de la conduite de gaz est telle que l'alimentation en gaz du brûleur d'allumage s'effectue entre les deux vannes de gaz du brûleur principal, il est vérifié dans les conditions d'essai du 5.4.3.3.4.3 qu'aucune situation dangereuse ne peut survenir en cas de fermeture défectueuse de la vanne de gaz immédiatement en amont du brûleur principal lors de l'allumage du brûleur de même nature.

5.3.3.4 Prépurge

5.3.3.4.1 Généralités

Pour les petits appareils CHP à piles à combustible assistés par ventilateur, une prépurge est exigée avant chaque allumage du brûleur principal (une tentative d'allumage unique ou plusieurs tentatives consécutives d'allumage automatique) à moins de satisfaire à l'une des conditions suivantes:

- le petit appareil CHP à pile à combustible est équipé d'un brûleur d'allumage permanent ou alternatif;
- si le débit calorifique est supérieur à 0,250 kW et le circuit de gaz d'alimentation est équipé de deux vannes au moins de classe C ou de classes B et J, dont la fermeture est simultanée;
- le petit appareil CHP à pile à combustible satisfait au 5.3.3.4.4 (vérification de l'allumage normal dans un mélange air/gaz combustible pour les appareils de Type C intégrant un ventilateur); cette condition s'applique uniquement pour un petit appareil CHP à pile à combustible de Type C dont les conduites et la borne de conduites horizontale sont soumises à des vitesses de vent analogues;
- le petit appareil CHP à pile à combustible satisfait au 5.3.3.4.2 (vérification du type protégé d'une chambre de combustion);

Dans les conditions d'essai du 5.4.3.4.1, le volume ou la durée de la prépurge doit s'appliquer

- pour les petits appareils CHP à piles à combustible avec lesquels l'air de prépurge est induit sur toute la section de l'entrée de la chambre de combustion: au moins le volume de la chambre de combustion et au moins une durée de 5 s au débit d'air correspondant au débit calorifique nominal,
- pour les autres petits appareils CHP à piles à combustible: au moins trois fois le volume de la chambre de combustion et au moins une durée de 15 s.

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.3.3.4.1.

5.3.3.4.2 Vérification du type protégé d'une chambre de combustion

Si le type protégé d'une chambre de combustion est revendiqué, il est alors vérifié, dans les conditions d'essai du 5.4.3.4.2, qu'un allumage à l'intérieur de la chambre n'enflamme pas un mélange combustible d'air et de gaz à l'extérieur de ladite chambre.

5.3.3.4.3 Fonctionnement d'un brûleur d'allumage permanent en cas d'arrêt du ventilateur lors de la période de veille (le cas échéant)

Dans les conditions d'essai du 5.4.3.4.3, la stabilité de flamme du brûleur d'allumage doit être correcte.

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.3.3.4.3.

5.3.3.4.4 Vérification de l'allumage normal dans un mélange air/gaz combustible pour les petits appareils CHP à piles à combustible de Type C intégrant un ventilateur

Dans les conditions d'essai du 5.4.3.4.4, il est vérifié que l'allumage se produit correctement sans détérioration du petit appareil CHP à pile à combustible lorsque la chambre de combustion est remplie tout d'abord avec un mélange air/gaz combustible.

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.3.3.4.4.

5.3.3.5 Purge du gaz de procédé dans l'atmosphère (le cas échéant)

La quantité de gaz de purge dégagé dans l'atmosphère ne doit pas dépasser le volume du circuit de purge de l'appareil. Le nombre maximum de cycles de purge doit être limité à 5 cycles par heure à moins qu'il ne puisse être démontré qu'une fréquence de purges plus fréquente est sûre.

Dans les conditions d'essai du 5.4.3.5, il est vérifié qu'un nombre maximal de 5 cycles par heure est possible ou qu'un nombre plus élevé s'avère sûr.

Cette restriction ne s'applique pas aux purges d'anode à fréquence élevée/faible volume visant à éliminer toute humidité.

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.3.3.5.

5.3.3.6 Monoxyde de carbone

5.3.3.6.1 Généralités

La fraction volumique de CO dans les produits de combustion sans air sec ne doit pas dépasser les valeurs indiquées au 5.3.3.6.2 et au 5.3.3.6.3. Les exigences spécifiques régionales supplémentaires sont indiquées en B.5.3.3.6.101 pour l'Europe.

5.3.3.6.2 Conditions aux limites

Dans les conditions d'essai du 5.4.3.6.2, la fraction volumique de CO ne doit pas dépasser 300 ml/m³, ou la valeur indiquée en B.5.3.3.6.2 pour l'Europe.

5.3.3.6.3 Conditions spéciales

Dans les conditions d'essai du 5.4.3.6.3, la fraction volumique de CO ne doit pas dépasser 300 ml/m³, ou la valeur indiquée en B.5.3.3.6.3 pour l'Europe.

5.3.3.7 Blocage de la décharge du condensat

Dans les conditions d'essai du 5.4.3.7, la formation de condensat ne doit pas affecter le fonctionnement correct du petit appareil CHP à pile à combustible.

Si le petit appareil CHP à pile à combustible est équipé d'un dispositif de décharge du condensat, le petit appareil CHP à pile à combustible doit alors, par choix du fabricant, satisfaire à l'une des exigences suivantes:

- a) en cas de blocage de la décharge du condensat, l'alimentation en gaz du petit appareil CHP à pile à combustible doit être coupée avant que la fraction volumique de CO ne dépasse 300 ml/m³, ou
- b) en cas de blocage de la décharge du condensat, entraînant une restriction du débit des produits de combustion ou de l'air de combustion, ce qui conduit à une fraction volumique de CO supérieure ou égale à 300 ml/m³ à l'équilibre, un redémarrage à froid ne doit pas être possible.

Dans l'un ou l'autre cas, il ne doit se produire aucun épandage de condensat provenant du petit appareil CHP à pile à combustible.

Les exigences spécifiques régionales concernant la fraction volumique de CO admise sont indiquées en B.5.3.3.7 pour l'Europe et en C.5.3.3.7 pour le Japon.

5.3.4 Démarrage/dégagement et dispositifs de réglage, de commande et de sécurité (le cas échéant)

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.3.4.

5.3.4.1 Généralités

Les vannes d'alimentation en gaz doivent s'ouvrir uniquement lorsque toutes les conditions préalables de fonctionnement et de sécurité, ainsi que les verrouillages sont satisfaits.

Le programme de démarrage doit être défini.

Les dispositifs doivent fonctionner correctement dans les conditions d'utilisation prévues, à savoir à la température maximale à laquelle ils sont soumis dans le petit appareil CHP à pile à combustible, et en cas de variation de la tension entre 0,85 fois et 1,10 fois la tension nominale et avec toute combinaison de ces conditions, ou les valeurs indiquées en C.5.3.4.1 pour le Japon.

Pour les tensions inférieures à 85 % de la valeur nominale, les dispositifs doivent continuer d'assurer la sécurité ou de provoquer un arrêt de sécurité.

5.3.4.2 Dispositifs de commande

5.3.4.2.1 Brûleur d'allumage

Dans les conditions d'essai du 5.4.4.2.1, le débit calorifique de tout brûleur d'allumage permanent/brûleur à veilleuse ne doit pas dépasser 0,250 kW.

Le signal d'ouverture de l'alimentation en gaz du brûleur principal doit être donné uniquement après détection de la flamme du brûleur d'allumage.

5.3.4.2.2 Système de contrôle automatique de brûleur

5.3.4.2.2.1 Temps de sécurité d'allumage

Le temps de sécurité maximal d'allumage ($t_{sa,max}$) est indiqué par le fabricant.

Si le débit calorifique du brûleur d'allumage ne dépasse pas 0,250 kW, aucune exigence ne s'applique au $t_{sa,max}$.

Pour les circuits de combustion qui intègrent un ventilateur, un essai d'allumage retardé n'est pas nécessaire si le $t_{sa,max}$ déterminé dans les conditions d'essai du 5.4.4.2.2.1, satisfait à l'exigence suivante:

$$t_{sa,max} \leq \frac{P_{inf}}{P_{inf,ign}} \times 5$$

où

$P_{inf,ign}$ est le débit calorifique pendant l'allumage

Si $t_{sa,max}$ dépasse 10 s, le fabricant doit démontrer qu'aucune situation dangereuse ne peut se produire.

Lorsque plusieurs tentatives d'allumage automatique ont lieu sans être suivies d'une purge correspondant au 5.4.3.4.1, la somme de la durée des tentatives d'allumage doit satisfaire à l'exigence ci-dessus concernant $t_{sa,max}$.

Les exigences spécifiques aux États-Unis sont indiquées en D.5.3.4.2.2.1.

5.3.4.2.2.2 Rétablissement de l'étincelle

En cas de rétablissement de l'étincelle, dans les conditions d'essai du 5.4.4.2.2.2, le dispositif d'allumage doit être réalimenté en énergie dans un délai maximum de 1 s (ou le délai indiqué par le fabricant) après l'arrêt du signal de flamme.

Dans ce cas, le $t_{sa,max}$ est identique à celui utilisé pour l'allumage et il débute lors de l'alimentation en énergie du dispositif d'allumage ou de préchauffage.

5.3.4.2.2.3 Recyclage

En cas de recyclage, dans les conditions d'essai du 5.4.4.2.2.3, cette opération doit être précédée d'une interruption de l'alimentation en gaz; la séquence d'allumage doit recommencer du point de départ.

Dans ce cas, le $t_{sa,max}$ est identique à celui utilisé pour l'allumage et il débute lors de l'alimentation en énergie du dispositif d'allumage.

Un nombre maximum de 5 tentatives de recyclage est admis.

5.3.4.2.2.4 Débit calorifique pendant l'allumage (le cas échéant)

Pour un ou des petits appareils CHP à piles à combustible conçus pour être allumés à un débit calorifique inférieur au débit calorifique nominal dans les conditions d'essai du 5.4.4.2.2.4, il est vérifié que le débit calorifique pendant l'allumage ne dépasse pas la valeur indiquée dans la documentation de conception.

5.3.4.3 Régulateur de pression de gaz

Dans les conditions d'essai du 5.4.4.3, le débit gazeux d'un petit appareil CHP à pile à combustible équipé d'un régulateur de pression ne doit pas différer du débit gazeux obtenu à une pression normale au-delà des limites indiquées dans l'ISO 23551-2.

5.3.4.4 Dispositif de vérification de la présence d'air

5.3.4.4.1 Généralités

Selon le principe de vérification de la présence d'air, les exigences applicables telles que décrites au 5.3.4.4.2 ou 5.3.4.4.3 doivent être satisfaites, dans les conditions d'essai appropriées de 5.4.4.4.1.

5.3.4.4.2 Surveillance du débit de l'air de combustion ou du débit des produits de combustion

A débit réduit, la fraction volumique de CO ne doit pas dépasser la valeur spécifique indiquée ci-dessous.

Les méthodes suivantes de réduction du débit doivent être examinées:

- a) blocage progressif de l'entrée d'air;
- b) blocage progressif des conduites d'évacuation des produits de combustion;
- c) réduction progressive de la vitesse de ventilateur, par exemple, par la réduction de la tension du ventilateur.

Si le petit appareil CHP à pile à combustible comprend deux générateurs de chaleur ou plus, les méthodes ci-dessus a) à c) doivent être appliquées pour chaque générateur de chaleur individuel et pour les combinaisons de générateurs de chaleur individuels.

Le fabricant peut choisir entre deux stratégies de surveillance applicables à la vérification de la présence d'air: une surveillance au démarrage ou une surveillance continue. Sur la base de ce choix, le petit système à pile à combustible, dans les conditions d'essai du 5.4.4.4.2 et à un débit réduit, doit satisfaire à l'une des deux exigences suivantes:

- d) surveillance continue: arrêt avant que la fraction volumique de CO ne dépasse 300 ml/m³, ou la valeur indiquée en B.5.3.4.4.2 pour l'Europe et en C.5.3.4.4.2 pour le Japon;
- e) surveillance au démarrage: pas de démarrage si la fraction volumique de CO dépasse 300 ml/m³, ou la valeur indiquée en B.5.3.4.4.2 pour l'Europe ou en C.5.3.4.4.2 pour le Japon.

La méthode e) s'applique uniquement si un générateur de chaleur n'est pas conçu pour un fonctionnement permanent.

5.3.4.4.3 Dispositifs de régulation du rapport air/gaz

5.3.4.4.3.1 Généralités

Les dispositifs de régulation du rapport air/gaz doivent satisfaire aux exigences de l'ISO 23551-3 ou l'ISO 23552-1, selon le cas.

5.3.4.4.3.2 Fuite des tubes régulateurs non métalliques

Dans les conditions d'essai du 5.4.4.4.3.1, lorsque les tubes régulateurs ne sont pas constitués de métal ou d'autres matériaux ayant des propriétés au moins équivalentes, leur déconnexion, rupture ou fuite ne doit pas conduire à une situation dangereuse. Ceci implique soit un verrouillage, soit un fonctionnement sûr, sans aucune fuite de gaz à l'extérieur du petit appareil CHP à pile à combustible.

5.3.4.4.3.3 Réglage du rapport air/gaz ou gaz/air

Le fabricant doit déclarer dans les instructions d'installation les niveaux de CO₂ et /ou O₂ minimum et maximum entre lesquels aucune intervention n'est exigée.

Si le rapport gaz/air est réglable pour le CO₂ et/ou l'O₂, l'essai de 5.3.4.4.2 doit être répété dans les conditions d'essai indiquées au 5.4.4.4.3.2.

5.3.4.5 Allumage retardé

Dans les conditions d'essai du 5.4.4.5, il ne doit se produire aucune détérioration du petit appareil CHP à pile à combustible ni aucun danger pour l'utilisateur.

5.3.4.6 Conduite d'évacuation de combustion commune

Dans le cas d'un petit appareil CHP à pile à combustible comportant au moins deux sources de chaleur raccordées à une conduite commune d'évacuation du gaz de combustion, ledit appareil doit satisfaire aux exigences suivantes lorsqu'il est soumis à l'essai conformément au 5.4.4.6:

- la fraction volumique de CO des produits de combustion ne doit pas dépasser 300 ml/m^3 , ou la valeur indiquée en B.5.3.4.6 pour l'Europe ou en C.5.3.4.6 pour le Japon, mesurée à la sortie commune du petit appareil CHP à pile à combustible;
- en présence d'une seule source de chaleur active, les produits de combustion ne doivent pas refouler dans la source de chaleur non active à un débit $> 200 \text{ l/h}$;
NOTE Ceci peut être réalisé, par exemple, par l'application d'une dépression dans la sortie de combustion non active ou par l'utilisation d'un clapet antiretour.
- le fonctionnement simultanément ne doit pas altérer la combustion des autres produits concernant, par exemple, la pulsation de flamme, l'élévation de la flamme, le bruit;
- si des clapets antiretour sont utilisés, ils doivent faire partie intégrante de l'appareil et doivent être soumis à l'essai en tant que tel.

5.3.4.7 Étanchéité des dispositifs destinés à éviter tout refoulement dans les réseaux communs de conduites de combustion

Dans les conditions d'essai du 5.4.4.7, il convient que l'étanchéité des dispositifs appliqués pour éviter tout refoulement soit $< 200 \text{ l/h}$, vérifiée aux pressions suivantes:

- 0 Pa ;
- la différence de pression maximale dans le clapet antiretour lors du démarrage;
- 100 Pa , soit la différence de pression minimale.

Cette étanchéité empêche toute recirculation inacceptable du gaz de combustion vers les autres appareils et empêche toute humidité due au refoulement du gaz de combustion dans l'appareil à gaz.

5.3.4.8 Durabilité fonctionnelle du clapet antiretour

La durabilité du clapet antiretour appliqué doit être démontrée selon 5.4.4.8.

Des exigences supplémentaires sont indiquées en B.5.3.4.101 pour l'Europe.

5.3.5 Résistance des matériaux à la pression

Le petit appareil CHP à pile à combustible et/ou ses sections doivent résister à un essai hydraulique.

Les essais sont réalisés comme cela est indiqué au 5.4.5 dans la mesure où ces essais n'ont pas déjà été effectués selon 5.4.2.3.

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.3.5.

Des exigences supplémentaires concernant les systèmes avec une pression supérieure à $0,3 \text{ MPa}$ (3 bars) sont indiquées en B.5.3.5 pour l'Europe.

5.3.6 CEM

L'IEC 60335-2-102:2004, l'IEC 60335-2-102:2004/AMD1:2008 et l'IEC 60335-2-102:2004/AMD2:2012, 19.11.4, doivent s'appliquer.

5.3.7 Petit appareil CHP à pile à combustible extérieur ou semi-extérieur de Type A

5.3.7.1 Résistance à la pluie

5.3.7.1.1 Généralités

Le petit appareil CHP à pile à combustible doit satisfaire à l'IEC 60529 pour IPX4.

L'essai doit être réalisé comme cela est indiqué au 5.4.7.1.1.

5.3.7.1.2 Allumage

Dans les conditions d'essai du 5.4.7.1.2, le petit appareil CHP à pile à combustible doit satisfaire à l'exigence du 5.3.3.3.3.1.

5.3.7.1.3 Combustion

Dans les conditions d'essai du 5.4.7.1.3, le petit appareil CHP à pile à combustible doit satisfaire aux exigences suivantes:

- a) La propagation de la flamme doit être constante et aucun allumage par explosion ne doit se produire.
- b) Aucune vidange, aucun retour de flamme, aucune utilisation contrariée, aucune alarme et aucun arrêt anormal ne doivent se produire en fonctionnement.

5.3.7.1.4 Rigidité diélectrique

Le système doit satisfaire aux exigences applicables de l'IEC 60335-2-102.

5.3.7.2 Résistance au vent

5.3.7.2.1 Généralités

Les performances suivantes doivent être démontrées lors de l'essai de résistance au vent réalisé conformément aux procédures décrites au 5.4.7.2.1

5.3.7.2.2 Allumage

Dans les conditions d'essai du 5.4.7.2.2, le petit appareil CHP à pile à combustible doit satisfaire à l'exigence du 5.3.3.3.3.1.

5.3.7.2.3 Combustion

Dans les conditions d'essai du 5.4.7.2.3, le petit appareil CHP à pile à combustible doit satisfaire aux exigences suivantes:

- a) La propagation de la flamme doit être constante et aucun allumage par explosion ne doit se produire.
- b) Aucune vidange, aucun retour de flamme, aucune utilisation contrariée, aucune alarme et aucun arrêt anormal ne doivent se produire en fonctionnement.

5.3.7.3 Protection contre le gel

Si la température de fonctionnement ambiante minimale déclarée du petit appareil CHP à pile à combustible est inférieure à 0 °C, l'appareil doit être protégé contre le gel par une

protection adaptée et le tuyau de débit, lorsqu'il existe, doit être protégé contre tout dommage et ne doit pas entraver la fonction de vidange en cas de gel.

S'il est destiné à produire de l'eau chaude domestique, le circuit correspondant doit également être protégé contre tout dommage dû au gel.

S'il est destiné à alimenter le circuit d'eau de chauffage, ce dernier doit être également protégé contre tout dommage dû au gel.

Dans les conditions d'essai du 5.4.7.3, les dispositifs de protection contre le gel doivent fonctionner correctement et la température du circuit d'eau doit rester supérieure à 0,5 °C en tout point du petit appareil CHP à pile à combustible.

5.4 Exigences de sécurité et méthodes d'essai

5.4.1 Conditions générales d'essai

5.4.1.1 Généralités

Les paragraphes 5.4.1.2 à 5.4.1.9 s'appliquent généralement sauf spécification contraire dans les paragraphes particuliers.

5.4.1.2 Caractéristiques des gaz de référence et des gaz limites

5.4.1.2.1 Généralités

Les petits appareils CHP à piles à combustible sont destinés à utiliser des gaz de qualités diverses.

Un des objectifs de ces spécifications consiste à vérifier que le fonctionnement du petit appareil CHP à pile à combustible est satisfaisant pour chacune des familles de gaz ou chacun des groupes ou des types de gaz, et pour les pressions pour lesquelles il est conçu, après utilisation de dispositifs de réglage le cas échéant.

5.4.1.2.2 Exigences concernant la préparation des gaz d'essai

Pour la préparation des gaz d'essai, les réglementations nationales/régionales doivent s'appliquer.

Les exigences concernant la préparation des gaz d'essai sont indiquées en B.5.4.1.2.2 pour l'Europe et en C.5.4.1.2.2 pour le Japon.

5.4.1.2.3 Caractéristiques et choix des gaz d'essai

Les caractéristiques et le choix des gaz sont indiqués en B.5.4.1.2.3 pour l'Europe et en C.5.4.1.2.3 pour le Japon.

Lorsqu'un gaz effectivement distribué est admis pour certains essais, ce gaz doit appartenir à la famille de gaz et au groupe et type de gaz auxquels appartient le gaz de référence qu'il remplace.

5.4.1.2.4 Pressions d'essai

Pour les pressions d'essai, les réglementations nationales/régionales doivent s'appliquer.

Les pressions d'essai, c'est-à-dire les pressions exigées à la prise de gaz du petit appareil CHP à pile à combustible, sont indiquées en B.5.4.1.2.4 pour l'Europe et en C.5.4.1.2.4 pour le Japon.

5.4.1.3 Installation du petit appareil CHP à pile à combustible

Le petit appareil CHP à pile à combustible est installé conformément aux instructions techniques dans un local largement ventilé et sans tirage (vitesse de l'air inférieure à 0,5 m/s) dont la température ambiante est de $20\text{ °C} \pm 5\text{ K}$, mesurée à une hauteur de 1,50 m au-dessus du sol et à une distance minimale de 3 m de l'appareil, avec un capteur de température protégé contre les rayonnements de l'installation d'essai.

Le petit appareil CHP à pile à combustible est protégé contre le rayonnement solaire direct.

Selon le type de petit appareil CHP à pile à combustible, le fabricant doit fournir l'appareil complet avec tous les accessoires nécessaires à son installation (y compris ses conduites), en y joignant les instructions de montage.

Les petits appareils CHP à piles à combustible à montage mural sont installés sur un panneau d'essai vertical contreplaqué, ou constitué d'un matériau ayant les mêmes caractéristiques thermiques, conformément aux informations fournies dans les instructions du fabricant.

Le panneau contreplaqué doit avoir une épaisseur d'au moins 25 mm et être recouvert d'une couche de peinture noire mate; ses dimensions sont au moins 50 mm plus grandes que les dimensions correspondantes du petit appareil CHP à pile à combustible (voir 5.4.3.1.4).

Sauf indication contraire, le petit appareil CHP à pile à combustible est raccordé aux conduites les plus petites, avec la plus faible perte de charge indiquée dans les instructions d'installation du fabricant. Si nécessaire, une conduite télescopique externe peut être rendue étanche conformément aux instructions du fabricant. Le protecteur de borne de conduites n'est pas installé.

Les petits appareils CHP à piles à combustible qui pénètrent dans un mur ou une toiture sont soumis à l'essai avec leurs bornes de conduites installées. Des exigences supplémentaires sont indiquées en B.5.4.1.3 pour l'Europe.

Les petits appareils CHP à piles à combustible dont la conception prévoit que leurs conduites pénètrent un mur doivent être soumis à l'essai avec une épaisseur de mur de 300 mm.

Les petits appareils CHP à piles à combustible de Type C₄ sont soumis à l'essai avec leurs accessoires de conduite installés, mais non raccordés à une conduite d'essai (ils ne doivent pas être raccordés à une cheminée). Des exigences supplémentaires sont indiquées en B.5.4.1.3 pour l'Europe.

Les petits appareils CHP à piles à combustible de Type C₆ doivent être équipés de restricteurs qui permettent de simuler les pertes de charge minimale et maximale de la conduite spécifiées par le fabricant.

Les petits appareils CHP à piles à combustible de Type C₉ sont soumis à l'essai avec le diamètre minimum/la section minimale de la conduite verticale qui fournit l'air de combustion comme le spécifient les instructions d'installation.

Les petits appareils CHP à piles à combustible de Type B₂ et Type B₃ sont soumis à l'essai avec les bornes de conduites selon le manuel d'installation du fabricant.

Les petits appareils CHP à piles à combustible de Type B₅ doivent être raccordés aux conduites les plus petites, avec la plus faible perte de charge indiquée dans les instructions d'installation du fabricant. Si nécessaire, une conduite télescopique externe peut être rendue étanche conformément aux instructions du fabricant.

Pour les petits appareils CHP à piles à combustible de Type A, les produits de combustion doivent être échantillonnés de manière à éviter le mélange des produits de combustion échantillonnés avec l'air ambiant.

L'échantillon de produits de combustion est prélevé dans le plan perpendiculaire au sens d'écoulement des produits de combustion, et à une distance l_s de l'extrémité de la conduite des produits de combustion (voir exemples à la Figure G.1 et à la Figure G.2):

pour les conduites circulaires:

$$l_s = l_d$$

pour les conduites rectangulaires:

$$l_s = \frac{4 \times A_{\text{duct}}}{l_c}$$

où

l_s est la distance entre le point d'échantillonnage des produits de combustion et l'extrémité de la conduite des produits de combustion;

l_d est le diamètre interne de la conduite d'évacuation des produits de combustion, en mm;

A_{duct} est la section de cette conduite, en mm²;

l_c est la circonférence de cette conduite, en mm.

La sonde de prélèvement est placée de manière à obtenir un échantillon représentatif des produits de combustion, voir Annexe G.

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.4.1.3.

5.4.1.4 Circuit d'acheminement du gaz

Les essais sont effectués avec des gaz de référence, des gaz limites et des types de gaz donnés, le petit appareil CHP à pile à combustible étant équipé des pièces appropriées (brûleurs d'allumage, mélangeur de gaz, régulateur de pression, dispositifs de réglage, injecteurs, etc.) pour la plage, le groupe, la famille ou le type de gaz conformément aux informations fournies dans le manuel d'installation du fabricant.

Les exigences spécifiques régionales sont indiquées en B.5.4.1.4 pour l'Europe.

5.4.1.5 Réalisation de l'essai permettant d'obtenir un débit calorifique

Lorsque des paragraphes spécifiques exigent de réaliser des essais au débit calorifique nominal, ces essais sont effectués

- au débit calorifique nominal, ou
- au débit calorifique maximum pour les petits appareils CHP à piles à combustible à catégorisation de plage.

Les essais sont effectués dans les conditions suivantes:

Le débit gazeux exigé qui doit être mesuré au niveau du compteur doit être déterminé pour le débit calorifique approprié (nominal, maximum ou minimum) comme suit:

$$q_{m,g} = 3,6 \times \frac{P_{inf}}{H_{i,m}}$$

ou

$$q_{v,g} = 3,6 \times \frac{P_{inf}}{H_{i,v}} \cdot \frac{101,325}{p_a + p_g - p_{w,sat}} \cdot \frac{273,15 + T_g}{288,15}$$

où

- $H_{i,m}$ est le pouvoir calorifique inférieur (PCI) du gaz utilisé, en mégajoule par kilogramme (MJ/kg);
- $H_{i,v}$ est le pouvoir calorifique inférieur (PCI) du gaz utilisé, en mégajoule par mètre cube (MJ/m³) à 15 °C, 101,325 kPa, avec un gaz sec;
- $q_{m,g}$ est le débit massique mesuré du gaz, en kg/h;
- $q_{v,g}$ est le débit volumétrique mesuré du gaz, en m³/h;
- p_a est la pression atmosphérique au moment de l'essai, en kPa;
- p_g est la pression du gaz au compteur, en kPa;
- $p_{w,sat}$ est la pression de vapeur d'eau saturante à T_g , en kPa;
- P_{inf} est le débit calorifique approprié, en kW:
- $P_{inf,nom}$ est le débit calorifique nominal;
 - $P_{inf,max}$ est le débit calorifique maximum; ou
 - $P_{inf,min}$ est le débit calorifique minimum;
- T_g est la température du gaz au compteur, en °C.

Selon les conditions d'alimentation, la température de la salle d'essai, la pression atmosphérique et les conditions de mesure (compteur sec ou humide), le laboratoire d'essai prend les dispositions nécessaires pour pouvoir obtenir un débit calorifique nominal à ± 2 %.

Lorsque le débit gazeux ne peut pas être obtenu, une correction doit être apportée au petit appareil CHP à pile à combustible, sauf pour la vérification réalisée au 6.2.2:

- par réglage du débit gazeux déterminé en modifiant le dispositif de réglage du débit gazeux ou le régulateur de pression pour les petits appareils CHP à piles à combustible réglables; ou
- en modifiant la pression d'alimentation pour les petits appareils CHP à piles à combustible sans dispositif de réglage. Tout régulateur de pression non réglable doit être neutralisé. Pour les essais réalisés aux pressions d'alimentation maximale et minimale, la pression d'essai indiquée dans les normes énumérées au 4.1 doit être corrigée par rapport aux valeurs p' telles que:

$$\frac{p'_n}{p_n} = \frac{p'_{min}}{p_{min}} = \frac{p'_{max}}{p_{max}}$$

5.4.1.6 Circuit d'eau

Le petit appareil CHP à pile à combustible est raccordé au banc d'essai isolé.

5.4.1.7 Équilibre thermique

Sauf indication contraire, les essais sont effectués avec le petit appareil CHP à pile à combustible à l'équilibre thermique, c'est-à-dire lorsque les températures de débit d'eau et de retour de l'appareil se sont stabilisées à ± 2 K.

5.4.1.8 Alimentation électrique

5.4.1.8.1 Généralités

Le petit appareil CHP à pile à combustible doit être raccordé à un réseau électrique comme suit:

- a) s'il est destiné à être utilisé parallèlement au réseau public, raccorder le système à un réseau électrique avec une tension égale à ± 3 % de la tension nominale et une fréquence nominale ± 100 mHz ou
- b) s'il est destiné à être utilisé comme source d'alimentation directe du réseau électrique des utilisateurs finals, alimenter le système avec une tension égale à ± 3 % de la tension nominale et une fréquence nominale ± 100 mHz. La plage du facteur de puissance d'une charge électrique appropriée doit être de (1 ± 5) %.

5.4.1.8.2 Puissance consommée

Si le raccordement au réseau électrique concerne uniquement la puissance consommée, celle-ci doit être mesurée conformément à l'IEC 60335-2-102.

5.4.1.8.3 Puissance de sortie électrique

Mesurer la puissance électrique de sortie à l'aide de wattmètres électriques, de compteurs d'énergie électrique, de voltmètres et d'ampèremètres. Les dispositifs doivent être raccordés aux bornes de sortie de courant électrique du petit appareil CHP à pile à combustible et à proximité des limites du système.

5.4.1.9 Incertitude de mesure

Sauf indication contraire dans les paragraphes qui décrivent les essais, les incertitudes des mesurages effectués ne doivent pas être supérieures aux incertitudes maximales indiquées dans le Tableau 5.

Ces incertitudes correspondent à deux écarts-types.

Le laboratoire évalue ces écarts-types en tenant compte des diverses sources contribuant à l'incertitude: instrument, répétabilité, étalonnage, conditions ambiantes, etc.

Tableau 5 – Incertitude de mesure

Mesurage	Incertitude
Pression atmosphérique (absolue)	$\pm 0,5$ kPa
Pression de gaz	± 2 % (pleine échelle)
Chambre de combustion et pression du conduit d'essai	± 5 % de la pleine échelle ou ± 50 Pa
Chute de pression côté eau	± 5 %
Débit d'eau	± 2 %
Débit de gaz	± 2 %
Débit d'air	± 2 %
Temps	
– temps d'allumage	$\pm 0,2$ s
– tous les autres temps	± 1 %
Température ambiante	± 1 K
Température d'eau	± 2 K
Température des produits de combustion	± 5 K
Température de gaz	± 1 K
Température de surface	± 5 K
Pouvoir calorifique du gaz	± 1 %
Densité du gaz	± 1 %
Fraction volumique de CO, CO ₂ , O ₂ , NO _x (dans le gaz de combustion)	± 6 %
Énergie électrique	± 2 %
Puissance électrique	± 2 %
Courant	± 1 %
Tension	± 1 %
Masse	± 1 %
Force	± 10 %

Les incertitudes de mesure indiquées se rapportent à des mesurages individuels. Pour les mesurages qui combinent de nombreux mesurages individuels, des incertitudes moins importantes concernant ces mesurages peuvent s'avérer nécessaires.

L'équipement d'essai doit être choisi de sorte que l'incertitude de mesure systématique soit de ± 3 % pour le rendement total et le rendement d'énergie thermique récupérée et de ± 2 % pour le rendement électrique.

5.4.2 Qualité

5.4.2.1 Qualité des circuits de gaz

5.4.2.1.1 Qualité du circuit de gaz d'alimentation

Les essais sont effectués à la température ambiante en utilisant l'air, de l'azote ou un autre gaz inerte.

Les essais suivants sont effectués sur le petit appareil CHP à pile à combustible tel que livré et préalablement à tout autre essai, puis à nouveau à la fin de tous les essais spécifiés dans la norme, après le retrait et le remplacement à 5 reprises des assemblages du circuit de gaz d'alimentation ayant des joints étanches au gaz, le retrait de ces joints étant prévu dans les instructions de l'appareil concernant l'entretien courant.

Le débit de fuite est vérifié avec toutes les vannes d'un circuit d'acheminement du gaz (en cas de disponibilité d'un plus grand nombre de circuits d'acheminement du gaz parallèles) ouvertes, comme si le petit appareil CHP à pile à combustible était en fonctionnement, le circuit d'acheminement du gaz spécifique étant obstrué par l'utilisation de pièces appropriées à son point de sortie.

La pression amont est de 5,0 kPa ou égale à 1,5 fois la pression du gaz d'alimentation, selon la plus grande des deux valeurs.

La satisfaction à l'exigence du 5.3.2.1.2 est vérifiée.

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.4.2.1.1.

5.4.2.1.2 Qualité du circuit d'acheminement du gaz

5.4.2.1.2.1 Généralités

Les parties du petit appareil CHP à pile à combustible soumises à cet essai ne doivent pas présenter de fuite externe au-delà de la limite spécifiée ci-dessous lorsque l'essai est réalisé avec des gaz ou vapeurs approprié(e)s (par exemple, les gaz de service nominaux, l'air sec pur ou un gaz inerte tels que spécifiés par le fabricant) qui s'associent aux constituants attendus pendant le fonctionnement et l'arrêt.

Avant de réaliser cet essai, il doit être établi quels composants sont soumis à la même pression interne au cours du fonctionnement normal du petit appareil CHP à pile à combustible. Ces composants doivent comprendre une section d'essai individuelle qui doit ensuite être soumise à une surpression interne séparément et, lorsque cela est estimé nécessaire, isolée du reste du petit appareil CHP à pile à combustible par tout moyen convenable.

Un système de surpression interne adapté, capable de fournir le milieu gazeux à la pression d'essai exigée de 5,0 kPa ou égale à 1,5 fois la pression de service individuelle, selon la plus grande des deux valeurs, et un débitmètre adapté, capable de mesurer le débit de fuite avec une exactitude de 2 % doivent être raccordés à l'entrée d'une section d'essai. Le débitmètre doit être situé entre le système de surpression interne et la section d'essai à soumettre à une surpression interne. La sortie de la section d'essai doit être rendue étanche par tout moyen approprié. Toutes les pièces fonctionnelles doivent être entraînées à accepter leur position ouverte de manière à ce que la pression d'essai exigée soit exercée sur toutes les parties de la section d'essai.

Le milieu gazeux doit être admis dans la section d'essai de manière progressive de manière à atteindre peu à peu une pression manométrique uniforme non inférieure à la pression d'essai, et ce, dans un délai de 1 min environ. Cette pression doit être maintenue pendant au moins 1 min, ou une durée plus longue selon le cas, et toute fuite, telle qu'indiquée par le débitmètre, doit être notée, quelle que soit la durée.

Si une ventilation mécanique sert à compenser une fuite de combustible, le débit de fuite admissible est déterminé par la formule:

$$q_{V,leak} = \frac{q_{V,vent}}{R} \times 0,01$$

où

$q_{V,leak}$ est le débit de fuite admissible, en mètres cubes par heure, pour chaque pièce ou toutes les pièces respectivement (m³/h);

$q_{V,vent}$ est le débit de ventilation minimum, en mètres cubes par heure de débit d'air (m³/h);

avec

$$R = \sqrt{\frac{SG_{tg}}{SG_{fg}}}$$

où

SG_{tg} est la gravité spécifique du gaz d'essai;

SG_{fg} est la gravité spécifique du gaz combustible;

ou

$$R = \frac{\mu_{tg}}{\mu_{fg}}$$

où

μ_{tg} est la viscosité absolue du gaz d'essai (Pa·s);

μ_{fg} est la viscosité absolue du gaz combustible (Pa·s).

La valeur R qui génère le débit de fuite inférieur admissible doit être consignée dans un rapport.

Un facteur de correction peut être utilisé lorsqu'un gaz combustible inférieur à une proportion de gaz inflammables de 100 % est employé.

$$q_{V,leak} = \frac{1}{\varphi_{fuel}} \cdot \frac{q_{V,vent}}{R} \times 0,01$$

où

φ_{fuel} est la fraction volumique des gaz combustibles (% vol.).

5.4.2.1.2.2 Qualité des pièces conformément à l'ISO 23550 et normes analogues

Les essais sont effectués à la température ambiante en utilisant l'air, de l'azote ou un autre gaz inerte.

Les essais sont effectués sur le petit appareil CHP à pile à combustible tel que livré et préalablement à tout autre essai, puis à nouveau à la fin de tous les essais spécifiés dans la norme, après le retrait et le remplacement à 5 reprises des assemblages du circuit d'acheminement du gaz ayant des joints étanches au gaz, le retrait de ces joints étant prévu dans les instructions de l'appareil concernant l'entretien courant.

Le débit de fuite est vérifié avec toutes les vannes du circuit d'acheminement du gaz de procédé ouvertes, comme si le petit appareil CHP à pile à combustible était en fonctionnement, le circuit d'acheminement du gaz spécifique étant obstrué par l'utilisation de pièces appropriées, à fournir par le fabricant, en lieu et place des injecteurs.

La pression amont est de 5,0 kPa ou égale à 1,5 fois la pression de service individuelle, selon la plus grande des deux valeurs.

La satisfaction à l'exigence du 5.3.2.1.3.2 est vérifiée.

5.4.2.2 Qualité du circuit de combustion

5.4.2.2.1 Généralités

Pour les petits appareils CHP à piles à combustible destinés à être installés uniquement en extérieur ou semi-extérieur, cet essai n'est pas pertinent.

L'essai doit permettre de vérifier tous les joints déclarés par le fabricant, entre le petit appareil CHP à pile à combustible et ses conduites, les conduites d'interconnexion, les conduites et les coudes éventuels, les conduites et tout accessoire de conduite ou toute borne de conduites.

Dans le cas où une fuite peut se produire sur toute la longueur des conduites, les essais sont aussi effectués avec la longueur maximale de conduites.

Conformément aux instructions techniques, les raccordements muraux, le raccordement avec la borne de conduites ou le raccordement de l'accessoire de conduite avec un autre système d'évacuation des produits de combustion peuvent être de qualité en appliquant les matériaux d'étanchéité ou les mesures recommandé(e)s par le fabricant.

5.4.2.2.2 Petits appareils CHP à piles à combustible de Type C avec circuit d'alimentation en air et de produits de combustion

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.4.2.2.2.

5.4.2.2.2.1 Exigences générales

Selon le choix du fabricant, l'essai est effectué soit séparément sur le petit appareil CHP à pile à combustible et sur les conduites, soit sur le petit appareil CHP à pile à combustion assemblé avec ses conduites.

Le circuit de combustion de l'objet en essai conformément au Tableau 4 doit être raccordé à une source de pression d'un côté et obstrué de l'autre côté.

La différence de pression d'essai doit être au moins de 0,05 kPa.

Pour les petits appareils CHP à piles à combustible équipés d'un ventilateur et dont le circuit des produits de combustion n'est pas entièrement entouré par le circuit d'air de combustion, la pression d'essai est augmentée de la pression la plus élevée entre le circuit de combustion, l'enveloppe des petits appareils CHP à piles à combustible (sans la conduite) ou les conduites, et l'atmosphère, mesurée à l'équilibre thermique et au débit calorifique nominal du petit appareil CHP à pile à combustible équipé des conduites les plus longues spécifiées par le fabricant.

La satisfaction aux exigences du 5.3.2.2.2.1 est vérifiée.

5.4.2.2.2.2 Conduite d'évacuation des produits de combustion pour petits appareils CHP à piles à combustible avec vérification indirecte de la présence d'air

La vérification de la présence d'air s'effectue à l'aide d'un tachymètre à ventilateur ou par des vérifications du débit maximum ou minimum uniquement (pas de vérification de plage), cette opération étant autorisée seulement lorsque le circuit des produits de combustion est entièrement entouré par le circuit d'alimentation en air, ou pour les conduites séparées, lorsque les débits de fuite des conduites d'évacuation des produits de combustion satisfont aux exigences du 5.3.2.2.2.2 et uniquement en cas de démarrage du petit appareil CHP à pile à combustible au moins une fois par jour.

La conduite d'évacuation des produits de combustion doit être raccordée à une source de pression d'un côté et obstruée de l'autre côté.

La pression d'essai doit être de 0,2 kPa.

La satisfaction aux exigences du 5.3.2.2.2.2 est vérifiée.

5.4.2.2.2.3 Conduite séparée pour l'évacuation des produits de combustion

Lorsque l'essai est réalisé conformément au 5.4.2.2.2.1, mais avec une pression d'essai de 0,2 kPa, les exigences du 5.3.2.2.2.3 doivent être satisfaites.

5.4.2.2.2.4 Conduite séparée d'alimentation en air ou partie intégrante d'une conduite concentrique

Lorsque l'essai est réalisé conformément au 5.4.2.2.2.1, les exigences du 5.3.2.2.2.4 doivent être satisfaites.

5.4.2.2.3 Qualité du circuit des produits de combustion de Type B

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.4.2.2.3.

5.4.2.2.3.1 Exigences générales

Les essais appropriés selon 5.3.2.2.3.1 doivent être réalisés.

5.4.2.2.3.2 Petits appareils CHP à piles à combustible de Type B₂ et de Type B₅

Le petit appareil CHP à pile à combustible est soumis à l'essai seul, sans sa conduite de combustion.

La pression maximale à laquelle le petit appareil CHP à pile à combustible peut fonctionner, est déterminée par l'obstruction progressive de la conduite d'évacuation des produits de combustion ou de l'entrée d'air, jusqu'à l'intervention du dispositif de vérification de la présence d'air.

Ce dispositif est ensuite arrêté pour permettre au brûleur de fonctionner à la pression de coupure maximale du dispositif de vérification de la présence d'air.

Le petit appareil CHP à pile à combustible est raccordé à une petite conduite de combustion en y associant une restriction portant sur l'atteinte de la pression de service maximale déterminée ci-dessus.

Les fuites potentielles sont recherchées avec des moyens adaptés tels qu'une plaque de détection du point de rosée dont la température est maintenue à une valeur légèrement supérieure au point de rosée de l'air ambiant. La plaque est disposée à proximité de tous les emplacements auxquels une fuite est présumée.

Dans les cas incertains, une sonde de prélèvement reliée à un analyseur de CO₂ à réaction rapide qui permet de détecter une fraction volumique de l'ordre de 0,20 %, sert à rechercher les fuites. Des mesures de précaution doivent être prises pour s'assurer que l'échantillonnage n'affecte pas l'évacuation normale des produits de combustion.

La satisfaction à l'exigence du 5.3.2.2.3.2 est vérifiée.

5.4.2.2.3.3 Petit appareil CHP à pile à combustible de Type B₃

La sortie du conduit de fumée doit être raccordée à une source de pression. Les orifices à la surface de la conduite concentrique d'alimentation en air doivent être obstrués.

La pression d'essai doit être au moins de 0,05 kPa.

Les exigences du 5.3.2.2.3.3 doivent être satisfaites.

5.4.2.2.3.4 Conduites d'évacuation des produits de combustion des petits appareils CHP à piles à combustible de Type B₅

L'essai permet de vérifier tous les raccordements déclarés par le fabricant, entre

- a) le petit appareil CHP à pile à combustible et ses conduites,
- b) les conduites d'interconnexion,
- c) les conduites et les coudes éventuels, et
- d) les conduites et tout accessoire de conduite ou toute borne de conduites.

Les essais sont également effectués avec la longueur de conduite maximale telle que spécifiée par le fabricant afin d'empêcher toute possibilité de fuite le long des conduites. Conformément aux instructions techniques, les raccordements muraux, le raccordement avec la borne de conduites ou le raccordement de l'accessoire de conduite avec un autre système d'évacuation des produits de combustion peuvent être de qualité.

La conduite de combustion et son raccordement au petit appareil CHP à pile à combustible doivent être connectés à une source de pression d'un côté et obstrués de l'autre côté avec une pression correspondant à la pression maximale mesurée au 5.3.2.2.3.2.

La satisfaction à l'exigence ci-dessus indiquée au 5.3.2.2.3.4 est vérifiée.

5.4.2.3 Qualité du circuit d'eau de chauffage

Le circuit d'eau du petit appareil CHP à pile à combustible est soumis à un essai de pression pendant la durée spécifiée et à la pression indiquée dans l'annexe applicable. La satisfaction à l'exigence du 5.3.2.3 est vérifiée.

5.4.2.4 Qualité des circuits de refroidissement internes

Les circuits de refroidissement internes du petit appareil CHP à pile à combustible sont soumis à des essais de pression qui dépendent du danger potentiel du fluide de refroidissement selon le Tableau 6. Les exigences spécifiques régionales sont indiquées en B.5.4.2.4 pour l'Europe et en C.5.4.2.4 pour le Japon.

La satisfaction aux exigences du 5.3.2.4 est vérifiée.

Tableau 6 – Essais de qualité des circuits de refroidissement internes ^a

Danger	Type d'essai	Conditions de conception du système	Paramètres d'essai
Inflammabilité	Hydraulique ^b	Toutes les pressions.	1,5 fois la pression de calcul
	Pneumatique ^c	Toutes les pressions	1,1 fois la pression de calcul
Toxicité	Hydraulique ^b	≥ 100 kPa	1,5 fois la pression de calcul
		< 100 kPa	1,1 fois la pression de calcul
	Pneumatique ^c	Toutes les pressions	1,1 fois la pression de calcul
Liquide soumis à pression ou chauffé (danger de brûlure thermique)	-	≥ 1,1 MPa ou ≥ 120 °C	1,5 fois la pression de calcul pour l'essai hydraulique ^b
			1,1 fois la pression de calcul pour l'essai pneumatique ^c
	-	< 1,1 MPa et < 120 °C	1,0 fois la pression de calcul pour l'essai hydraulique ^b
			1,0 fois la pression de calcul pour l'essai pneumatique ^c

^a Le Tableau 6 est tiré du Tableau 2 de l'IEC 62282-3-100:2012.

^b Les essais pneumatiques peuvent être utilisés en variante sur l'hypothèse de la compatibilité des composants et de l'approbation de l'organe de certification.

^c Les essais hydrauliques peuvent être utilisés en variante sur l'hypothèse de la compatibilité des composants et de l'approbation de l'organe de certification.

5.4.3 Sécurité de fonctionnement

5.4.3.1 Températures limites

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.4.3.1.

5.4.3.1.1 Montage d'essai général

Le petit appareil CHP à pile à combustible est installé comme cela est indiqué au 6.1.2.1, alimenté avec l'un des gaz de référence, ou un gaz effectivement distribué, au débit calorifique nominal, et un thermostat réglable est fixé sur la position fournissant la température la plus élevée.

Les températures limites sont mesurées lorsque l'équilibre thermique est atteint.

5.4.3.1.2 Températures limites des composants, du câblage, des matériaux et des surfaces, ainsi que des dispositifs de réglage, de commande et de sécurité

Des capteurs de température permettent de mesurer les températures.

La satisfaction aux exigences du 5.3.3.1.2 est vérifiée.

5.4.3.1.3 Température limite des parois latérales, de la partie avant et du sommet

Les températures des emplacements les plus chauds des parois latérales, de la partie avant et du sommet sont mesurées à l'aide de capteurs de température, les éléments sensibles étant appliqués contre la surface externe de ces pièces du petit appareil CHP à pile à combustible.

La satisfaction aux exigences du 5.3.3.1.3 est vérifiée.

5.4.3.1.4 Température limite des panneaux d'essai et du sol

Selon sa conception, le petit appareil CHP à pile à combustible est installé sur un panneau d'essai en bois horizontal ou vertical.

Pour les petits appareils CHP à piles à combustible dont le fabricant indique qu'ils peuvent être installés à proximité d'un mur ou de murs, les distances entre les parois latérale et arrière du petit appareil CHP à pile à combustible et les panneaux d'essai en bois sont celles indiquées par le fabricant ou, dans le cas de petits appareils CHP à piles à combustible conçus pour être montés sur le mur, les distances spécifiées par la méthode de fixation. Toutefois, cette distance ne doit en aucun cas dépasser 200 mm.

Cette distance est mesurée à partir de la pièce la plus proche du petit appareil CHP à pile à combustible.

Le panneau latéral est placé sur le côté du petit appareil CHP à pile à combustible qui présente les températures les plus élevées.

Pour les petits appareils CHP à piles à combustible dont le fabricant indique qu'ils peuvent être installés sous une étagère ou dans une position d'installation analogue, un panneau approprié est placé au-dessus du petit appareil CHP à pile à combustible à la distance minimale indiquée dans les instructions d'installation.

Lorsque le fabricant ne fournit aucun détail concernant l'installation du petit appareil CHP à pile à combustible à proximité d'un mur ou de murs, ou sous une étagère, l'essai est effectué avec les panneaux appropriés en contact avec l'appareil.

Les panneaux en bois doivent avoir une épaisseur de (25 ± 1) mm et doivent être recouverts d'une couche de peinture noire mate; leurs dimensions sont au moins 50 mm plus grandes que les dimensions correspondantes du petit appareil CHP à pile à combustible.

Les capteurs de température sont intégrés aux panneaux au centre de carrés de 100 mm et pénètrent dans ces mêmes panneaux de l'extérieur, de sorte que les jonctions chaudes se situent à 3 mm de la surface en vis-à-vis avec le petit appareil CHP à pile à combustible.

Après fonctionnement effectif du petit appareil CHP à pile à combustible, les températures des panneaux d'essai sont mesurées une fois stables à ± 2 K.

Lorsque le fabricant indique dans ses instructions qu'une certaine forme de protection doit être appliquée, un autre essai est effectué avec la protection en place.

La température ambiante est mesurée à une hauteur de 1,50 m au-dessus du sol et à une distance minimale de 3 m du petit appareil CHP à pile à combustible, un capteur de température étant protégé contre le rayonnement de l'installation d'essai.

La satisfaction aux exigences du 5.3.3.1.4 est vérifiée.

5.4.3.1.5 Température externe des conduites

La protection, lorsqu'elle existe, étant mise en place conformément aux instructions du fabricant, la température est mesurée après un temps de fonctionnement de 30 min du petit appareil CHP à pile à combustible.

Les conditions du 5.3.3.1.5 doivent être satisfaites.

5.4.3.2 Thermostats et dispositifs de limitation de température

5.4.3.2.1 Généralités

Lorsque les dispositifs sont soumis à l'essai séparément, ils doivent être montés dans une position identique à celle qu'ils occupent sur le petit appareil CHP à pile à combustible. Si les essais sont effectués à distance du petit appareil CHP à pile à combustible, le capteur et le corps des thermostats sont placés chacun dans une enveloppe thermostatée.

La température du corps du thermostat est celle à laquelle le dispositif est soumis dans le petit appareil CHP à pile à combustible, réglée sur le débit calorifique nominal avec le gaz de référence une fois l'équilibre thermique atteint, un thermostat réglable étant fixé sur la position correspondant à la température maximale de l'eau.

Les exigences spécifiques régionales sont indiquées en B.5.4.3.2.1 pour l'Europe.

Sauf indication contraire, les essais sont effectués à la température ambiante et à la température maximale.

5.4.3.2.2 Thermostat de régulation d'eau

5.4.3.2.2.1 Exactitude de réglage

Le petit appareil CHP à pile à combustible est installé comme cela est indiqué 5.4.1.3 et réglé sur le débit calorifique nominal avec l'un des gaz de référence propres à la catégorie de l'appareil ou un gaz effectivement distribué.

Le petit appareil CHP à pile à combustible est soumis à l'essai dans les conditions d'essai indiquées en B.5.4.3.2.2.1 pour l'Europe, ainsi que dans les annexes régionales, et la satisfaction aux exigences du 5.3.3.2.2.2 est vérifiée.

5.4.3.2.2.2 Endurance

Le petit appareil CHP à pile à combustible est soumis à l'essai dans les conditions d'essai indiquées en B.5.4.3.2.2.2 pour l'Europe ainsi que dans les annexes régionales, et la satisfaction aux exigences du 5.3.3.2.2.3 est vérifiée.

En variante, l'essai d'endurance avec le petit appareil CHP à pile à combustible peut être réalisé avec le thermostat de régulation d'eau placé sur un banc d'essai, si les conditions de charge et ambiantes ne sont pas moins sévères que celles applicables à l'appareil.

5.4.3.2.3 Dispositif de limitation de température d'eau

5.4.3.2.3.1 Circulation de l'eau inappropriée

Le petit appareil CHP à pile à combustible est installé et réglé comme cela est indiqué 5.4.3.2.2.1.

Le petit appareil CHP à pile à combustible est soumis à l'essai dans les conditions d'essai indiquées en B.5.4.3.2.3.1 pour l'Europe, et la satisfaction aux exigences du 5.3.3.2.3.2 est vérifiée.

5.4.3.2.3.2 Surchauffe

Le petit appareil CHP à pile à combustible est installé et réglé comme cela est indiqué 5.4.3.2.2.1. Le petit appareil CHP à pile à combustible est à l'équilibre thermique.

Le petit appareil CHP à pile à combustible est soumis à l'essai dans les conditions d'essai indiquées en B.5.4.3.2.3.2 pour l'Europe, et la satisfaction aux exigences du 5.3.3.2.3.3 est vérifiée.

5.4.3.2.3.3 Endurance

5.4.3.2.3.3.1 Thermostats de température limite

Ces dispositifs sont soumis aux mêmes conditions d'essai que les thermostats non réglables (voir 5.4.3.2.2.2).

Après les essais d'endurance, la satisfaction aux exigences du 5.3.3.2.3.4.1 est vérifiée.

5.4.3.2.3.3.2 Dispositifs de coupure en cas de surchauffe et limiteurs de température de sécurité

Le petit appareil CHP à pile à combustible est soumis à l'essai dans les conditions d'essai indiquées en B.5.4.3.2.3.3.2 pour l'Europe, et la satisfaction aux exigences du 5.3.3.2.3.4.2 est vérifiée.

En variante, l'essai d'endurance avec le petit appareil CHP à pile à combustible peut être réalisé avec le thermostat de régulation d'eau si les conditions de charge et ambiantes ne sont pas moins sévères que celles applicables à l'appareil.

5.4.3.2.4 Température maximale du gaz d'échappement

Le petit appareil CHP à pile à combustible est installé comme cela est indiqué 5.4.1.3 et réglé sur le débit calorifique nominal avec l'un des gaz de référence propres à la catégorie de l'appareil ou un gaz effectivement distribué.

Le petit appareil CHP à pile à combustible est soumis à l'essai dans les conditions d'essai indiquées en B.5.4.3.2.4 pour l'Europe et en C.5.4.3.2.4 pour le Japon, et la satisfaction aux exigences du 5.3.3.2.4 est vérifiée.

5.4.3.3 Allumage, allumage croisé et stabilité de flamme

5.4.3.3.1 Généralités

Le paragraphe 5.4.3.3.2 et le paragraphe 5.4.3.3.3 spécifient les essais qui correspondent aux exigences applicables à la méthode 1 et à la méthode 2 telles que définies en 5.3.3.3.1.

5.4.3.3.2 Méthode 1

5.4.3.3.2.1 Généralités

Ces essais sont effectués deux fois, le petit appareil CHP à pile à combustible étant à la température ambiante et à l'équilibre thermique.

5.4.3.3.2.2 Conditions aux limites

Le brûleur et le brûleur d'allumage, lorsqu'il existe, équipés des injecteurs appropriés, sont alimentés successivement avec chaque gaz de référence propre à la catégorie du petit appareil CHP à pile à combustible.

Les essais suivants sont alors effectués:

- a) Essai n° 1: pression réduite du gaz d'admission

L'essai est effectué sans modifier le réglage du brûleur et du brûleur d'allumage.

La pression à l'entrée du petit appareil CHP à pile à combustible est réduite à 70 % de la pression de service du gaz utilisé (voir 5.4.1.5). Dans ces conditions d'alimentation, la satisfaction aux exigences du 5.3.3.3.2.1 est vérifiée.

Cet essai est répété au débit calorifique minimum autorisé par les commandes, si un allumage est possible dans ces conditions.

b) Essai n° 2: retour de flamme à la pression minimale

Sans modifier le réglage initial du brûleur et du brûleur d'allumage, les gaz de référence sont remplacés par le gaz d'essai correspondant et la pression à l'entrée du petit appareil CHP à pile à combustible est réduite à la pression minimale.

Il est ensuite vérifié que l'allumage du brûleur, par le brûleur d'allumage ou le dispositif d'allumage, s'effectue correctement et que les exigences du 5.3.3.3.2.1 sont satisfaites.

Cet essai est répété au débit calorifique minimum indiqué par les commandes, si un allumage est possible dans ces conditions.

c) Essai n° 3: élévation de la flamme à la pression minimale

Sans modifier le réglage initial du brûleur et du brûleur d'allumage, les gaz de référence sont remplacés par le gaz d'essai correspondant et la pression à l'entrée du petit appareil CHP à pile à combustible est réduite à la pression minimale.

Il est ensuite vérifié que l'allumage du brûleur, par le brûleur d'allumage ou le dispositif d'allumage, ainsi que l'allumage croisé des éléments du brûleur s'effectuent correctement et que les exigences du 5.3.3.3.2.1 sont satisfaites.

Cet essai est répété au débit calorifique minimum indiqué par les commandes, si un allumage est possible dans ces conditions.

d) Essai n° 4: élévation de la flamme à la pression maximale

Sans modifier le réglage initial du brûleur et du brûleur d'allumage, le petit appareil CHP à pile à combustible est alimenté avec le gaz d'essai à la pression maximale et l'absence d'élévation est vérifiée.

La satisfaction aux exigences du 5.3.3.3.2.1 est vérifiée.

e) Essai n° 5: détection de flamme avec gaz d'élévation à la pression normale

Pour les petits appareils CHP à piles à combustible intégrant un moyen indirect d'indication de la présence de la flamme, sans modifier le réglage initial du brûleur et du brûleur d'allumage, le petit appareil CHP à pile à combustible est alimenté avec le gaz limite d'élévation de la flamme à la pression normale.

La satisfaction aux exigences du 5.3.3.3.2.1 est vérifiée.

5.4.3.3.2.3 Conditions spéciales

5.4.3.3.2.3.1 Généralités

Le petit appareil CHP à pile à combustible est alimenté avec l'un des gaz de référence adaptés à sa catégorie au débit calorifique nominal et au débit calorifique minimum indiqué par les commandes, si cette manœuvre est prévue par le fabricant.

Les essais sont effectués avec les conduites d'alimentation en air et les conduites d'évacuation des produits de combustion les plus petites et les plus longues, ou avec des pertes de charge correspondantes, sauf indication contraire.

5.4.3.3.2.3.2 Petits appareils CHP à piles à combustible de Type C₁, de Type C₃ et de Type C₉

Le petit appareil CHP à pile à combustible est installé conformément aux informations fournies dans les instructions techniques, avec les accessoires fournis par le fabricant, sur l'appareil d'essai applicable de la Figure 3 ou la Figure 4 pour des petits appareils CHP à piles à combustible de Type C₁ et de la Figure 5 ou la Figure 6 pour des petits appareils CHP à piles à combustible de Type C₃ et de Type C₉.

Dimensions en millimètres

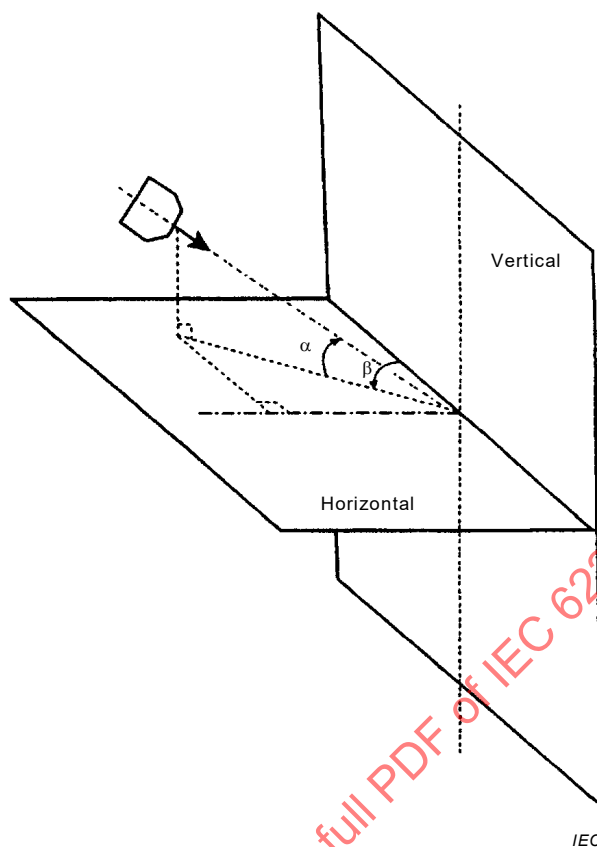
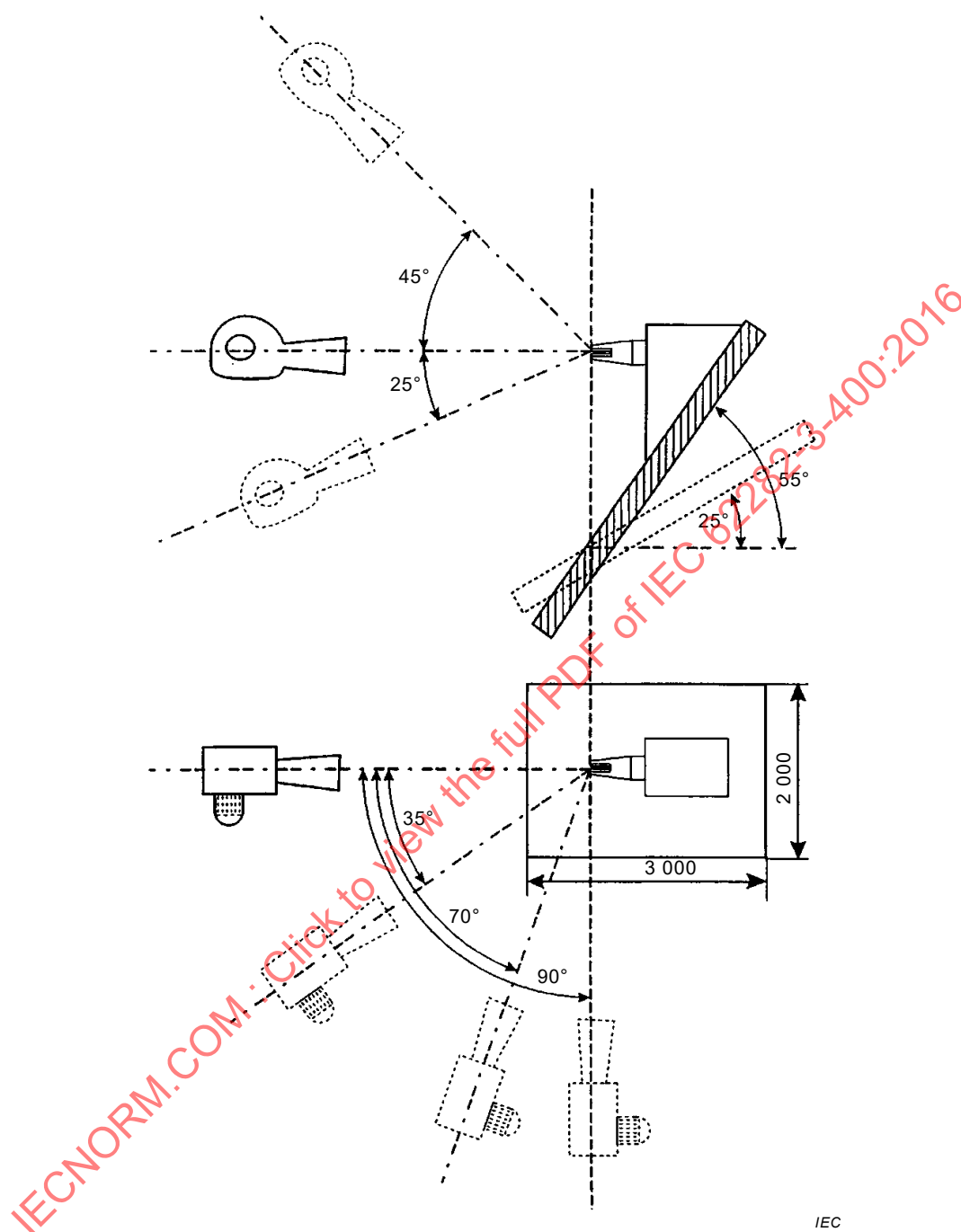


Figure 3 – Banc d'essai pour les appareils de Type C₁, équipés d'un dispositif pare-vent horizontal, et installés sur un mur à la verticale



IEC

Figure 4 – Banc d'essai pour les petits appareils CHP à piles à combustible de Type C₁ destinés à être installés dans des bâtiments à toiture inclinée

Dimensions en millimètres

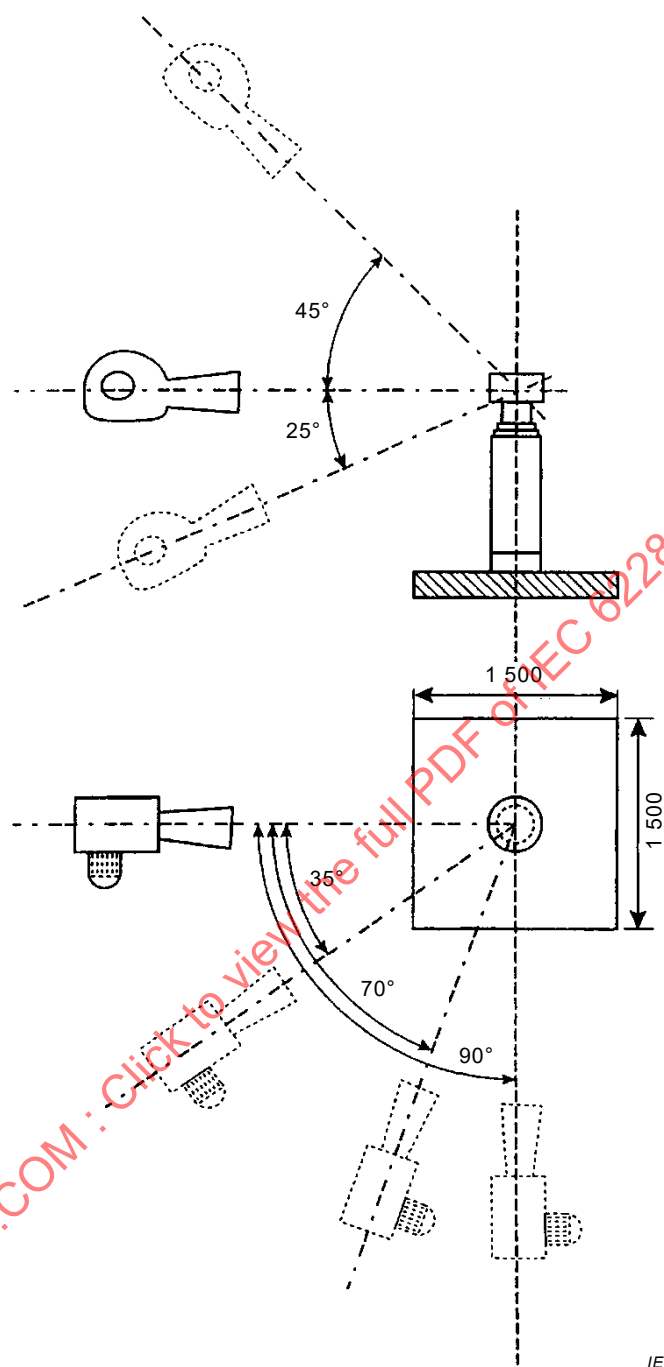
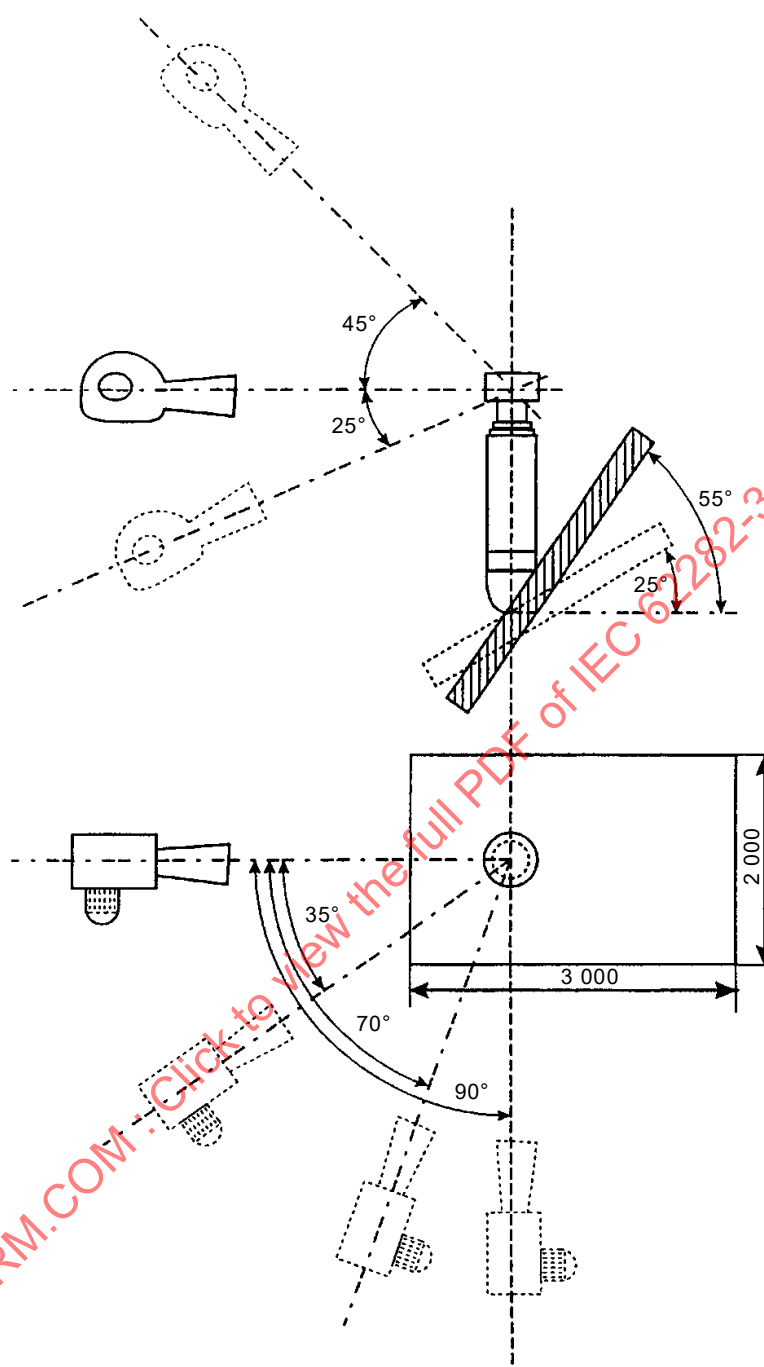


Figure 5 – Banc d'essai pour les petits appareils CHP à piles à combustible de Type C₃ et de Type C₉ destinés à être installés dans des bâtiments à toiture en terrasse



IEC

Figure 6 – Banc d'essai pour les petits appareils CHP à piles à combustible de Type C₃ et de Type C₉ destinés à être installés dans des bâtiments à toiture inclinée

Les essais suivants sont ensuite réalisés.

a) Première série d'essais

La borne de conduites est soumise successivement à des vents de trois vitesses différentes (1 m/s, 2,5 m/s et 12,5 m/s) et avec des directions de vent orientées selon trois plans tels qu'indiqués de la Figure 3 à la Figure 6 selon le type du petit appareil CHP à pile à combustible et selon la situation.

Pour chacun des trois plans d'incidence,

- les trois combinaisons de la vitesse du vent et de l'angle d'incidence sont déterminées en indiquant la fraction volumique de CO₂ la plus faible (pour l'évaluation du 5.3.3.3.2.2);
- les trois combinaisons sont déterminées pour lesquelles la fraction volumique de CO la plus élevée est mesurée, dans les produits de combustion sans air sec (pour l'évaluation du 5.3.3.6.3).

b) Deuxième série d'essais

Le petit appareil CHP à pile à combustible est à l'équilibre thermique.

Pour chacune des neuf combinaisons qui génèrent la fraction volumique de CO₂ la plus faible, relevée dans la première série d'essais, la satisfaction aux exigences du 5.3.3.3.2.2 est vérifiée.

c) Troisième série d'essais

Si le fabricant prévoit un protecteur de borne de conduites, celui-ci est installé conformément aux instructions, et les neuf essais de la première série qui ont généré la fraction volumique de CO la plus élevée dans les produits de combustion sans air sec sont répétés.

Les valeurs mesurées sont enregistrées afin d'être utilisées pour le calcul indiqué au 5.4.3.6.3.3.

5.4.3.3.2.3.3 Petits appareils CHP à piles à combustible de Type C₄

Le petit appareil CHP à pile à combustible est installé avec les conduites les plus petites spécifiées par le fabricant. Une aspiration de 0,05 kPa est appliquée à la conduite d'évacuation des produits de combustion.

La satisfaction aux exigences du 5.3.3.3.2.2 est vérifiée.

5.4.3.3.2.3.4 Petits appareils CHP à piles à combustible de Type C₅

Le petit appareil CHP à pile à combustible est installé avec les conduites les plus petites spécifiées par le fabricant. Une aspiration de 0,2 kPa est appliquée à la conduite d'évacuation des produits de combustion.

La satisfaction aux exigences du 5.3.3.3.2.2 est vérifiée.

5.4.3.3.2.3.5 Petits appareils CHP à piles à combustible de Type C₆

Les petits appareils CHP à piles à combustible de Type C₆ sont équipés de restricteurs qui permettent de simuler les pertes de charge minimale et maximale de la conduite spécifiées par le fabricant.

La satisfaction aux exigences du 5.3.3.3.2.2 est vérifiée.

5.4.3.3.2.3.6 Petits appareils CHP à piles à combustible de Type C₈

Le petit appareil CHP à pile à combustible est installé avec les conduites les plus petites spécifiées par le fabricant.

La borne de conduites de l'air de combustion est soumise à une vitesse de vent de 12,5 m/s dans les directions indiquées de la Figure 3 à la Figure 6, selon la situation.

La satisfaction aux exigences du 5.3.3.3.2.2 est vérifiée.

5.4.3.3.2.3.7 Petits appareils CHP à piles à combustible de Type C₅

Le petit appareil CHP à pile à combustible est installé conformément aux informations fournies dans les instructions techniques. Les essais sont effectués avec les conduites

d'alimentation en air et les conduites d'évacuation des produits de combustion les plus petites et les plus longues dans la situation d'essai applicable indiquée de la Figure 3 à la Figure 6, selon la direction de la borne de conduites (horizontale ou verticale) et le type de toiture (en terrasse ou inclinée).

La borne de conduites est soumise successivement à des vents de trois vitesses différentes (1 m/s, 2,5 m/s et 12,5 m/s, et avec des directions de vent orientées selon trois plans tels qu'indiqués dans les Figures applicables. Pour chacun des trois plans d'incidence, les trois combinaisons de la vitesse du vent et de l'angle d'incidence sont déterminées en indiquant la fraction volumique de CO₂ la plus faible et la plus élevée.

Le petit appareil CHP à pile à combustible étant à l'équilibre thermique, la satisfaction aux exigences du 5.3.3.3.2.1 est vérifiée pour chacune de ces 18 combinaisons. La satisfaction aux exigences du 5.3.3.3.2.2 est vérifiée.

5.4.3.3.3 Méthode 2

5.4.3.3.3.1 Essai d'allumage

L'essai d'allumage doit être réalisé comme suit.

a) Conditions d'essai

- 1) Gaz d'essai: la composition du gaz d'essai doit être de nature à produire une combustion incomplète, et le gaz doit être fourni à sa pression maximale. Le gaz d'essai doit être conforme au 5.4.1.2.
- 2) Chambre d'essai: la chambre d'essai doit être conforme au 5.4.1.3.
- 3) Sources de puissance: le petit appareil CHP à pile à combustible doit être alimenté à une tension égale à 85 % de la tension assignée et à la fréquence assignée. Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.4.3.3.3.1.

b) Procédure d'essai

Le petit appareil CHP à pile à combustible doit être mis en marche à l'état froid ou à l'état de stockage.

Pour le petit appareil CHP à pile à combustible utilisant une pile à combustible à oxyde solide (SOFC¹), les processus de démarrage qui se répètent peuvent être exécutés après que la température du brûleur ou des autres composants de combustion baisse pour atteindre la température d'auto-allumage.

La procédure d'allumage doit être répétée et la satisfaction à l'exigence du 5.3.3.3.3.1 est vérifiée.

5.4.3.3.3.2 Essai de combustion

L'essai de combustion doit être réalisé comme suit.

a) Conditions d'essai

- 1) Gaz d'essai: la composition du gaz d'essai doit être de nature à produire une combustion incomplète, et le gaz doit être fourni à sa pression maximale. Le gaz d'essai doit être conforme au 5.4.1.2.
- 2) Chambre d'essai: la chambre d'essai doit être conforme au 5.4.1.3.
- 3) Sources de puissance: les sources de puissance doivent être conformes au 5.4.3.3.3.1a)3).

b) Procédure d'essai

Le petit appareil CHP à pile à combustible doit être mis en marche à l'état froid ou à l'état de stockage.

¹ SOFC = *solid oxide fuel cell*.

Pour le petit appareil CHP à pile à combustible utilisant une pile à combustible à oxyde solide (SOFC), les processus de démarrage qui se répètent peuvent être exécutés après que la température du brûleur ou des autres composants de combustion baisse pour atteindre la température d'auto-allumage.

Effectuer l'essai pendant une durée supérieure ou égale à 30 min après que la puissance atteint la puissance assignée (fonctionnement avec une consommation de combustible maximale), puis modifier la charge de sorte que la puissance passe de la puissance assignée à la puissance minimale (fonctionnement avec une consommation de combustible minimale). L'essai doit ensuite être mené à la puissance minimale et à l'arrêt.

La fraction volumique de CO dans les produits de combustion sans air sec (% vol.) doit être mesurée comme suit.

- Pour les petits appareils CHP à piles à combustible utilisant un combustible gazeux, une composition de gaz ayant tendance à générer une combustion incomplète doit servir de gaz d'essai à la pression de service maximale de l'appareil d'essai. L'échantillonnage des produits de combustion doit être le plus régulier possible sur la conduite de sortie des produits de combustion du petit appareil CHP à pile à combustible pendant une durée de 15 min après l'allumage du brûleur, ou jusqu'à l'arrêt de la combustion, selon l'opération se produisant avant l'autre. Mesurer la fraction volumique de CO et d'O₂, ou de CO₂ uniquement. Des exigences supplémentaires concernant les systèmes SOFC sont indiquées en C.5.4.3.3.3.2 pour le Japon.
- Utiliser l'équation suivante pour obtenir la fraction volumique de CO, dont la moyenne doit être la fraction volumique de CO dans les produits de combustion sans air sec:

$$\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO}) = \varphi_{\text{ex,m}}(\text{CO}) \cdot \frac{\varphi_{\text{at,m}}(\text{O}_2)}{\varphi_{\text{at,m}}(\text{O}_2) - \varphi_{\text{ex,m}}(\text{O}_2)}$$

ou

$$\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO}) = \varphi_{\text{ex,m}}(\text{CO}) \cdot \frac{\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO}_2)}{\varphi_{\text{ex,m}}(\text{CO}_2) - \varphi_{\text{at,m}}(\text{CO}_2)}$$

où

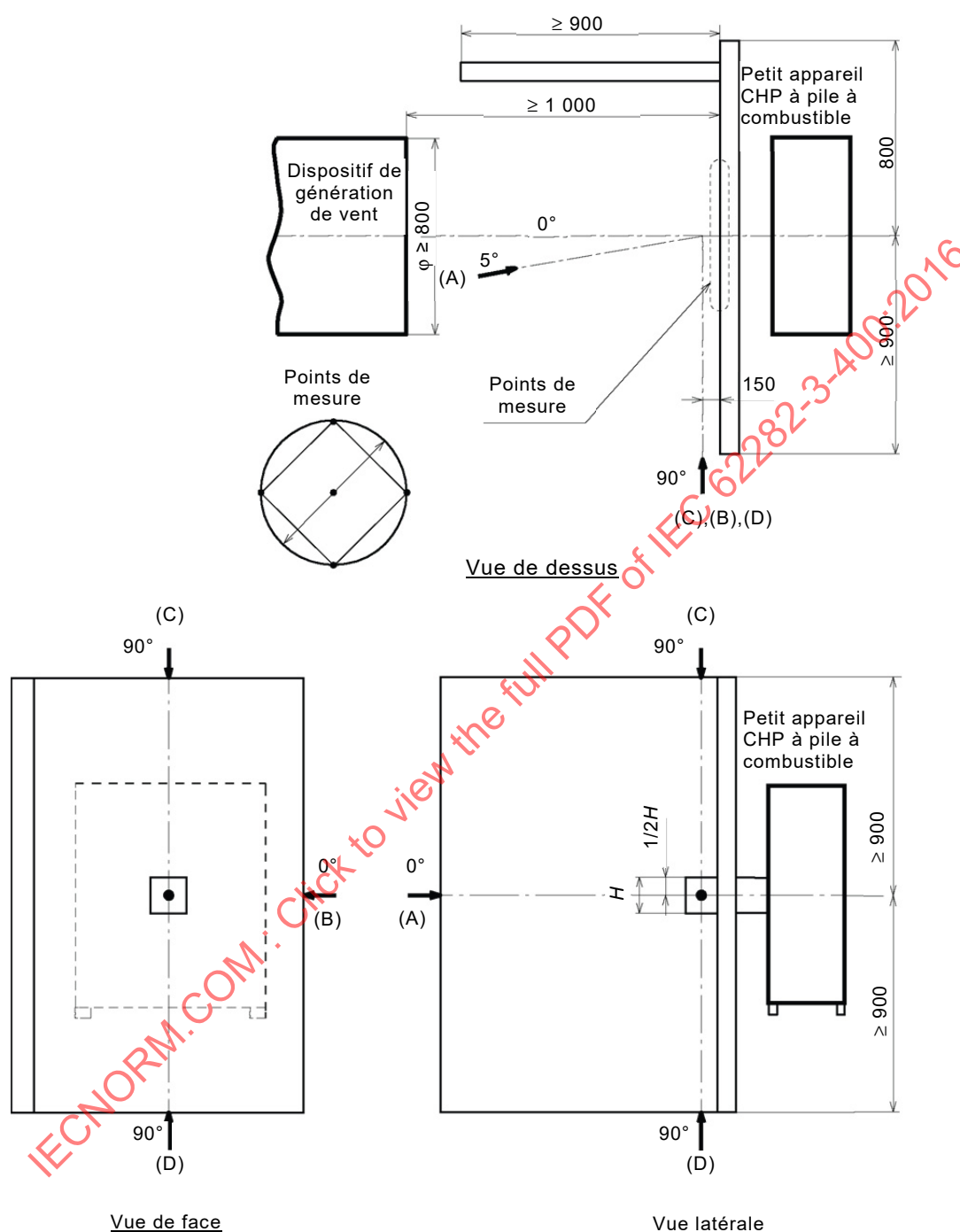
- $\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO})$ est la fraction volumique dans les produits de combustion sans air sec (% vol.);
- $\varphi_{\text{ex,m}}(\text{CO})$ est la fraction volumique de CO mesurée dans les produits de combustion secs (% vol.);
- $\varphi_{\text{at,m}}(\text{O}_2)$ est la fraction volumique de O₂ mesurée en atmosphère (sèche) à l'orifice d'admission d'air (% vol.), ($\varphi_{\text{at,O}_2,\text{m}} = 21$ % pour l'air pur);
- $\varphi_{\text{ex,m}}(\text{O}_2)$ est la fraction volumique d'O₂ mesurée dans les produits de combustion secs (% vol.);
- $\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO}_2)$ est la fraction volumique de CO₂ dans les produits de combustion théoriques sans air sec (% vol.);
- $\varphi_{\text{ex,m}}(\text{CO}_2)$ est la fraction volumique de CO₂ mesurée dans les produits de combustion secs (% vol.);
- $\varphi_{\text{at,m}}(\text{CO}_2)$ est la fraction volumique de CO₂ mesurée en atmosphère (sèche) à l'orifice d'admission d'air (% vol.).

La satisfaction aux exigences du 5.3.3.3.3.2 est vérifiée.

5.4.3.3.3 Essai de génération de vent

Un petit appareil CHP à pile à combustible doit être monté dans une chambre d'essai tel que représenté à la Figure 7. La chambre d'essai doit comporter une paroi factice qui permet de simuler l'installation de l'appareil à l'intérieur avec une conduite.

Dimensions en millimètres



IEC

La distance entre le dispositif de génération de vent et la paroi au niveau de laquelle est installée la borne de conduites (l'extrémité du tuyau pour l'alimentation en air et le gaz de combustion) du petit appareil CHP à pile à combustible doit être supérieure ou égale à 1 000 mm, et le vent doit être dirigé vers le centre de la borne de conduites.

Avant de réaliser l'essai, la vitesse du vent doit être corrigée par une mesure du vent dans les conditions suivantes: tracer un cercle d'un diamètre de 700 mm à partir du centre de la borne de conduites. Inscire un carré incliné à 45°. Mesurer la vitesse du vent en cinq emplacements, à savoir: les quatre angles du carré et en un point central éloigné de 1 000 mm ou plus de la sortie du dispositif de génération de vent. L'espace entre le dispositif de génération de vent et la paroi doit être exempt de tous obstacles physiques éventuels.

La vitesse du vent doit correspondre à la moyenne des vitesses aux cinq points de mesure, et la vitesse enregistrée à chaque emplacement doit être égale à $\pm 10\%$ de la vitesse moyenne du vent.

Figure 7 – Montage d'essai du dispositif de génération de vent pour des petits appareils CHP à piles à combustible en intérieur

La composition du gaz d'essai doit être de nature à produire une combustion incomplète, et le gaz doit être fourni à sa pression maximale ou tel que spécifié en C.5.4.3.3.3 pour le Japon. Le gaz d'essai doit être conforme au 5.4.1.2.

La chambre d'essai doit être conforme au 5.4.1.3.

Les sources de puissance doivent être conformes au 5.4.3.3.1a)3).

a) Essai d'allumage au vent

Le petit appareil CHP à pile à combustible doit être mis en marche à l'état froid ou à l'état de stockage. Soumettre l'appareil à une vitesse de vent de 5 m/s dans les directions A et B respectivement, tel que représenté à la Figure 7. Démarrer l'appareil dans chaque direction du vent. Si la tension d'alimentation de l'appareil est alternative, l'alimentation doit être égale à 85 % de la tension assignée à la fréquence assignée ou la valeur indiquée pour le Japon en C.5.4.3.3.3.

Le petit appareil CHP à pile à combustible utilisant une pile à combustible à oxyde solide (SOFC) doit être mis en marche

- à l'état froid, ou
- à l'état de stockage, ou
- à une température du brûleur ou des autres composants de combustion inférieure à la température d'auto-allumage

afin de réaliser un essai d'allumage.

Le second essai d'allumage doit être réalisé après que la température du brûleur ou des autres composants de combustion baisse pour atteindre la température d'auto-allumage. La température d'auto-allumage du gaz qui alimente le brûleur ou en contact avec les autres composants du compartiment de combustion doit être déclarée par le fabricant.

La satisfaction aux exigences d'allumage indiquées en 5.3.3.3.1 doit être vérifiée.

b) Essai de combustion au vent

Le petit appareil CHP à pile à combustible doit être à l'état froid ou à l'état de stockage. Soumettre l'appareil à une vitesse de vent de 5 m/s dans les directions A et B respectivement, tel que représenté à la Figure 7:

- Mettre en marche le petit appareil CHP à pile à combustible dans chaque direction du vent.
- Faire fonctionner l'appareil pendant au moins 30 min après qu'il a atteint la puissance assignée. La satisfaction aux exigences de combustion indiquées en 5.3.3.3.3 doit être vérifiée.
- Modifier ensuite la vitesse du vent pour qu'elle atteigne 2,5 m/s pendant 3 min, puis 15 m/s pendant 1 min dans chacune des directions A et B. La satisfaction aux exigences de combustion indiquées en 5.3.3.3.3 doit être vérifiée.
- L'essai de combustion doit ensuite être effectué en soumettant le petit appareil CHP à pile à combustible à une vitesse de vent de 2,5 m/s pendant 3 min dans chacune des directions C et D tel que représenté à la Figure 7. La satisfaction aux exigences de combustion indiquées en 5.3.3.3.3 doit être vérifiée.

5.4.3.3.4 Effet des modifications du débit de gaz

5.4.3.3.4.1 Réduction du débit gazeux du brûleur d'allumage

Le brûleur et le brûleur d'allumage équipés des injecteurs appropriés sont alimentés avec les gaz de référence propres à la catégorie de l'appareil, au débit calorifique nominal.

Pour les petits appareils CHP à piles à combustible sans régulateur de pression ou équipés d'un dispositif de régulation du rapport air/gaz ou gaz/air, la pression d'alimentation est réglée sur la pression minimale.

Pour les petits appareils CHP à piles à combustible équipés d'un régulateur de pression de gaz, la pression en aval du régulateur est réduite, si nécessaire, à la valeur correspondant à 92,5 % du débit calorifique nominal pour les familles de gaz naturels et à 95 % du débit calorifique nominal pour les familles de gaz liquides.

Un dispositif de réglage approprié installé dans la conduite d'alimentation en gaz du brûleur d'allumage permet de réduire le débit progressivement afin d'obtenir l'énergie minimale nécessaire au maintien du trajet de gaz vers le brûleur en position ouverte.

L'allumage effectif du brûleur par le brûleur d'allumage dans les conditions spécifiées en 5.3.3.3.4.1 fait ensuite l'objet d'une vérification. Les ports des brûleurs d'allumage comportant plusieurs ports distincts sont étanches sauf le port d'allumage de la flamme chauffant l'élément sensible.

Cet essai est répété au débit calorifique minimum indiqué par les commandes, si un allumage est possible dans ces conditions.

5.4.3.3.4.2 Réduction de la pression du gaz

Avec le petit appareil CHP à pile à combustible installé comme cela est indiqué en 5.3.3.3.2.1 en cas de sélection de la méthode 1 selon 5.3.3.3.1 ou comme cela est indiqué en 5.3.3.3.3.1 en cas de sélection de la méthode 2 selon 5.3.3.3.1, la pression d'alimentation de l'appareil est réduite par paliers de 0,1 kPa, d'une pression égale à 70 % de la pression normale à une pression de 0 kPa.

A chaque palier, la satisfaction à l'exigence du 5.3.3.3.4.2 ou l'occurrence au moins d'un arrêt de sécurité fait l'objet d'une vérification.

Un allumage croisé incomplet du brûleur est toutefois toléré si la fraction volumique de gaz combustible, mesurée à la sortie du conduit de fumée, est inférieure à la limite inférieure d'inflammabilité du gaz de référence utilisé.

5.4.3.3.4.3 Fermeture défectueuse de la vanne de gaz immédiatement en amont du brûleur principal

Si l'alimentation en gaz du brûleur d'allumage s'effectue entre les deux robinets automatiques du brûleur principal, la vanne de gaz immédiatement en amont de ce brûleur est maintenue ouverte de manière artificielle.

Le petit appareil CHP à pile à combustible est alimenté avec le gaz de référence ou un gaz distribué à la pression normale.

Dans ces conditions, la satisfaction à l'exigence du 5.3.3.3.4.3 est vérifiée.

5.4.3.4 Prépurge

5.4.3.4.1 Généralités

Selon l'option choisie par le fabricant, le volume de prépurge ou le temps de prépurge est déterminé comme suit:

a) volume de prépurge

- le débit est mesuré à la sortie de la conduite d'évacuation des produits de combustion, à la température ambiante;
- le petit appareil CHP à pile à combustible est à la température ambiante et ne fonctionne pas; le ventilateur est alimenté en électricité dans les conditions de prépurge réelles;

- le débit, mesuré avec une limite d'erreur de $\pm 5 \%$, est corrigé aux conditions de référence;
- le volume du circuit de combustion est indiqué par le fabricant;

b) temps de prépurge

- le petit appareil CHP à pile à combustible est installé comme cela est indiqué 5.4.1.3;
- la durée qui s'écoule entre le démarrage du ventilateur et l'alimentation en énergie du dispositif d'allumage est déterminée.

La satisfaction aux exigences du 5.3.3.4.1 est vérifiée.

5.4.3.4.2 Vérification du type protégé d'une chambre de combustion

Le petit appareil CHP à pile à combustible est installé conformément aux conditions du 5.4.1.3 et raccordé aux conduites les plus longues spécifiées dans les instructions d'installation.

Le petit appareil CHP à pile à combustible étant à la température ambiante, un mélange air-gaz combustible qui se situe dans les limites d'inflammabilité du gaz utilisé est introduit en amont de la surface ou de la tête de brûleur. Le brûleur peut être utilisé à cette fin s'il fournit un mélange air/gaz parfait.

L'allumeur est mis en service après le temps de remplissage exigé de la chambre de combustion et du circuit d'évacuation des produits de combustion avec un mélange gaz/air combustible.

La satisfaction aux exigences du 5.3.3.4.2 est vérifiée à l'œil nu.

5.4.3.4.3 Fonctionnement d'un brûleur d'allumage permanent en cas d'arrêt du ventilateur lors de la période de veille

Le petit appareil CHP à pile à combustible est installé conformément aux conditions du 5.4.1.3.

Le brûleur d'allumage est réglé à la pression normale en utilisant les gaz de référence conformément aux instructions du fabricant.

L'essai est effectué avec le ventilateur à l'arrêt, en air calme, à la pression maximale, en utilisant le gaz limite de combustion incomplète et de production de suie. Le petit appareil CHP à pile à combustible étant à la température ambiante, le brûleur d'allumage est allumé et maintenu en fonctionnement pendant 1 h.

La satisfaction à l'exigence du 5.3.3.4.3 est vérifiée.

5.4.3.4.4 Vérification de l'allumage normal dans un mélange air/gaz combustible pour des petits appareils CHP à piles à combustible de Type C intégrant un ventilateur

Le petit appareil CHP à pile à combustible est alimenté avec l'un des gaz de référence à la pression d'essai normale; il est installé comme cela est indiqué 5.4.1.3 et raccordé aux conduites les plus longues spécifiées par le fabricant.

Le petit appareil CHP à pile à combustible étant à la température ambiante, un mélange air-gaz combustible qui se situe dans les limites d'inflammabilité du gaz utilisé est introduit en amont de la surface ou de la tête de brûleur. Le brûleur du petit appareil CHP à pile à combustible peut être utilisé à cette fin s'il fournit un mélange air/gaz parfait.

L'essai est effectué par la mise en service du petit appareil CHP à pile à combustible conformément à sa procédure d'allumage normale.

La satisfaction aux conditions du 5.3.3.4.4 est vérifiée.

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.4.3.4.4.

5.4.3.5 Purge de gaz de procédé

Il doit être vérifié que la quantité de gaz de procédé n'est pas plus importante que le circuit de purge de ce même gaz et que la durée de cycle de procédé ne peut pas produire un nombre de cycles plus élevé que le nombre de cycles indiqué au 5.3.3.5.

Si tel n'est pas le cas, il doit alors être vérifié que les deux vannes de classe C, selon le chronogramme, ne sont pas alimentées en énergie pour un plus grand nombre de cycles que celui indiqué au 5.3.3.5.

5.4.3.6 Monoxyde de carbone

5.4.3.6.1 Généralités

Les essais sont effectués avec les conduites d'alimentation en air et les conduites d'évacuation des produits de combustion les plus longues, ou avec les pertes de charge correspondantes, sauf indication contraire.

Le petit appareil CHP à pile à combustible est alimenté successivement avec tous les gaz de référence propres à la catégorie à laquelle il appartient, puis réglé au débit calorifique nominal.

Un échantillon des produits de combustion est prélevé lorsque le petit appareil CHP à pile à combustible a atteint son équilibre thermique.

La fraction volumique de CO des produits de combustion sans air sec est donnée par la formule:

$$\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO}) = \varphi_{\text{ex,m}}(\text{CO}) \cdot \frac{\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO}_2)}{\varphi_{\text{ex,m}}(\text{CO}_2)}$$

où

- $\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO})$ est la fraction volumique de CO dans les produits de combustion sans air sec (% vol.);
- $\varphi_{\text{ex,m}}(\text{CO})$ est la fraction volumique de CO mesurée dans les produits de combustion secs (% vol.);
- $\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO}_2)$ est la fraction volumique de CO_2 dans les produits de combustion théoriques sans air sec (% vol.);
- $\varphi_{\text{ex,m}}(\text{CO}_2)$ est la fraction volumique de CO_2 mesurée dans les produits de combustion secs (% vol.).

La fraction volumique, en pourcentage, de $\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO}_2)$ pour les gaz d'essai est donnée dans le Tableau 7 ou dans le Tableau B.8 pour l'Europe. Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.4.3.6.1.

Tableau 7 – $\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO}_2)$ fraction volumique des produits de combustion théoriques sans air sec, en pourcentage

Désignation du gaz	CH ₄	C ₃ H ₈ (Propane)	C ₄ H ₁₀ (Butane)		
$\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO}_2)$	11,7	13,7	14,0		

La fraction volumique de CO, en pourcentage, des produits de combustion sans air sec peut être également calculée par la formule:

$$\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO}) = \varphi_{\text{ex,m}}(\text{CO}) \cdot \frac{21}{21 - \varphi_{\text{ex,m}}(\text{O}_2)}$$

où

- $\varphi_{\text{ex,th}}(\text{CO})$ est la fraction volumique de CO dans les produits de combustion sans air sec (% vol.);
- $\varphi_{\text{ex,m}}(\text{CO})$ est la fraction volumique de CO mesurée dans les produits de combustion secs (% vol.);
- $\varphi_{\text{ex,m}}(\text{O}_2)$ est la fraction volumique d'O₂ mesurée dans les produits de combustion secs (% vol.).

L'utilisation de cette formule est recommandée lorsque la fraction volumique de CO₂ est inférieure à 2 %.

5.4.3.6.2 Conditions aux limites

Les essais sont effectués dans les conditions suivantes:

- à la pression maximale pour les petits appareils CHP à piles à combustible sans régulateur de pression de gaz ou avec des dispositifs de régulation du rapport air/gaz;
- à 1,05 fois le débit calorifique nominal pour les petits appareils CHP à piles à combustible équipés d'un régulateur de pression de gaz.

NOTE Un réglage automatique du système de commande utilisé dans l'appareil peut être effectué, par exemple, pour régler le débit d'air en conséquence.

La satisfaction aux exigences du 5.3.3.6.2 est vérifiée.

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.4.3.6.2.

5.4.3.6.3 Conditions spéciales

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.4.3.6.3.

5.4.3.6.3.1 Combustion incomplète

Le réglage est modifié comme suit:

- les petits appareils CHP à piles à combustible sans régulateurs de pression de gaz sont réglés sur une valeur égale à 1,075 fois le débit calorifique nominal;
- les petits appareils CHP à piles à combustible avec dispositifs de régulation du rapport air/gaz sont réglés sur le débit calorifique nominal;
- les petits appareils CHP à piles à combustible avec régulateur de pression de gaz ou les petits appareils CHP à piles à combustible destinés à être montés uniquement sur une

installation au gaz comportant un compteur régulé, sont réglés sur une valeur égale à 1,05 fois le débit calorifique nominal.

Le gaz de référence est ensuite remplacé par le gaz limite de combustion incomplète.

La satisfaction aux exigences du 5.3.3.6.3 est vérifiée.

5.4.3.6.3.2 Essai de combustion avec gaz d'élévation de la flamme

Le réglage est modifié comme suit:

- les petits appareils CHP à piles à combustible sans régulateur de pression de gaz sont réglés sur le débit calorifique minimum; la pression à l'entrée du petit appareil CHP à pile à combustible est réduite à la pression minimale indiquée au 5.4.1.2.4;
- les petits appareils CHP à piles à combustible avec dispositifs de régulation du rapport air/gaz sont réglés sur le débit calorifique minimum;
- les petits appareils CHP à piles à combustible avec régulateur de pression de gaz sont réglés sur un débit calorifique égal à 0,95 fois le débit calorifique minimum.

Le gaz de référence est ensuite remplacé par le gaz limite d'élévation de la flamme.

La satisfaction aux exigences du 5.3.3.6.3 est vérifiée.

5.4.3.6.3.3 Petits appareils CHP à piles à combustible de Type C₁ et de Type C₃

L'essai est effectué comme cela est indiqué dans la première et la troisième séries d'essais décrites au 5.4.3.3.2.3.2, le cas échéant.

Pour chaque série d'essais, il est calculé la valeur de la moyenne arithmétique de la fraction volumique de CO déterminée avec les neuf combinaisons de vitesse du vent et d'angle d'incidence qui génèrent la fraction volumique de CO la plus élevée dans les produits de combustion.

La satisfaction aux exigences du 5.3.3.6.3 est vérifiée.

5.4.3.6.3.4 Petits appareils CHP à piles à combustible de Type C₄

Dans les conditions d'essai du 5.4.3.3.2.3.3, la satisfaction aux exigences du 5.3.3.6.3 est vérifiée.

5.4.3.6.3.5 Petits appareils CHP à piles à combustible de Type C₅

Dans les conditions d'essai du 5.4.3.3.2.3.4, la satisfaction aux exigences du 5.3.3.6.3 est vérifiée.

5.4.3.6.3.6 Petits appareils CHP à piles à combustible de Type C₆

Conformément au 4.2, ces petits appareils CHP à piles à combustible sont destinés à être raccordés à un système agréé et commercialisé séparément, propre à l'alimentation en air de combustion et à l'évacuation des produits de combustion.

Les petits appareils CHP à piles à combustible de Type C₆ comportent une restriction de simulation de la perte de charge minimale indiquée par le fabricant.

10 % des produits de combustion doivent recirculer dans le circuit d'alimentation en air. Une méthode de réalisation effective de cette recirculation comprend l'utilisation d'un dispositif mélangeur monté sur le banc d'essai, qui permet un réglage de la recirculation des produits de combustion dans le circuit d'alimentation en air.

La satisfaction aux exigences du 5.3.3.6.3 est vérifiée.

Un essai supplémentaire est effectué, consistant en un réglage de la restriction de manière à empêcher simplement le dispositif de vérification de la présence d'air de fonctionner.

Si le petit appareil CHP à pile à combustible est équipé d'un dispositif de vérification de la présence d'air qui n'interrompt pas le débit gazeux avant que la fraction volumique de CO ne dépasse 300 ml/m³, l'essai est réalisé avec une obstruction qui génère une fraction volumique de CO de 150 ml/m³ à l'équilibre. Les valeurs applicables pour l'Europe sont indiquées en B.5.4.3.6.3.6.

Pour les petits appareils CHP à piles à combustible avec dispositifs de régulation du rapport air/gaz, l'essai supplémentaire est réalisé au débit calorifique réglable minimum.

Dans ces conditions d'essai, la satisfaction aux exigences du 5.3.3.6.3 est vérifiée.

5.4.3.6.3.7 Petits appareils CHP à piles à combustible de Type C₈

Dans les conditions d'essai du 5.4.3.3.2.3.6, la satisfaction aux exigences du 5.3.3.6.3 est vérifiée.

5.4.3.6.3.8 Essai supplémentaire pour les petits appareils CHP à piles à combustible assistés par ventilateur

Les petits appareils CHP à piles à combustible assistés par ventilateur sont alimentés avec les gaz de référence propres à la catégorie à laquelle ils appartiennent à la pression normale.

La satisfaction aux exigences du 5.3.3.6.3 est vérifiée lorsque la tension d'alimentation varie entre 85 % et 110 % de la tension nominale indiquée par le fabricant.

5.4.3.7 Blocage de la décharge du condensat

Le petit appareil CHP à pile à combustible est alimenté avec l'un des gaz de référence ou un gaz distribué pour la catégorie à laquelle il appartient.

La décharge du condensat est bloquée. Le petit appareil CHP à pile à combustible est utilisé dans les conditions de température et de débit calorifique spécifiées pour la catégorie à laquelle il appartient, de manière à produire le condensat.

La satisfaction aux exigences du 5.3.3.7 est vérifiée.

NOTE Le remplissage artificiel avec de l'eau du système de décharge du condensat peut raccourcir la durée de l'essai.

5.4.4 Démarrage/dégagement et dispositifs de réglage, de commande et de sécurité

5.4.4.1 Généralités

Lorsque les dispositifs sont soumis à l'essai séparément, ils doivent être montés dans une position identique à celle qu'ils occupent sur le petit appareil CHP à pile à combustible. Les bancs d'essai sont les bancs d'essai appropriés spécifiés dans l'ISO 23550, l'ISO 23551-1, l'ISO 23551-2, l'ISO 23551-3, l'ISO 23552-1, l'IEC 60730-1 ou l'IEC 60730-2-5.

La température maximale est une température atteinte dans les conditions suivantes:

- a) le petit appareil CHP à pile à combustible est utilisé au débit calorifique nominal avec le gaz de référence,
- b) l'appareil est à l'équilibre thermique, et

- c) le thermostat réglable, lorsqu'il existe, est fixé sur la position correspondant à la température d'eau maximale.

Sauf indication contraire, les essais sont effectués à la température ambiante et à la température maximale.

5.4.4.2 Dispositifs de commande

5.4.4.2.1 Brûleur d'allumage

Le débit calorifique du brûleur d'allumage est déterminé en l'alimentant avec le ou les gaz de référence à la pression normale indiquée au 5.4.1.2.4. Toutefois, si le brûleur d'allumage comporte un dispositif de réglage du débit gazeux, celui-ci est réglé tel qu'indiqué par le fabricant dans ses instructions.

La satisfaction à l'exigence du 5.3.4.2.1 est vérifiée.

5.4.4.2.2 Système de contrôle automatique de brûleur

5.4.4.2.2.1 Temps de sécurité d'allumage

Le petit appareil CHP à pile à combustible est alimenté successivement avec chacun des gaz de référence propres à la catégorie de l'appareil.

Le temps de sécurité d'allumage ($t_{sa,max}$) est vérifié avec le gaz de référence, le petit appareil CHP à pile à combustible étant réglé à son débit calorifique nominal dans des conditions extrêmes d'alimentation électrique et de température (à la température ambiante et à l'équilibre thermique).

La satisfaction aux exigences du 5.3.4.2.2.1 est vérifiée.

5.4.4.2.2.2 Rétablissement de l'étincelle

Le petit appareil CHP à pile à combustible est alimenté successivement avec chacun des gaz de référence propres à la catégorie de l'appareil.

Si le rétablissement de l'étincelle se produit, la satisfaction aux exigences du 5.3.4.2.2.2 est vérifiée.

5.4.4.2.2.3 Recyclage

Le petit appareil CHP à pile à combustible est alimenté successivement avec chacun des gaz de référence propres à la catégorie de l'appareil.

Si le recyclage se produit, la satisfaction aux exigences du 5.3.4.2.2.3 est vérifiée.

5.4.4.2.2.4 Débit calorifique pendant l'allumage

Le débit calorifique pendant l'allumage est déterminé conformément au 6.2.2. La satisfaction à l'exigence du 5.3.4.2.2.4 est vérifiée.

5.4.4.3 Régulateur de pression de gaz

Si le petit appareil CHP à pile à combustible est équipé d'un régulateur de pression, un réglage est effectué, si nécessaire, pour fournir le débit calorifique nominal avec le gaz de référence à la pression normale indiquée au 5.4.1.2.4 et correspondant à ce gaz. En conservant le réglage initial, les pressions d'alimentation sont modifiées comme cela est défini dans l'ISO 23551-2.

Cet essai est effectué pour tous les gaz de référence pour lesquels le régulateur de pression n'est pas mis hors service.

La satisfaction aux exigences du 5.3.4.3 est vérifiée.

5.4.4.4 Dispositif de vérification de la présence d'air

5.4.4.4.1 Généralités

Le petit appareil CHP à pile à combustible est installé comme cela est indiqué 5.4.1.3. Le petit appareil CHP à pile à combustible est alimenté avec l'un des gaz de référence propres à la catégorie à laquelle il appartient.

Le petit appareil CHP à pile à combustible est équipé des conduites d'alimentation en air de combustion et des conduites d'évacuation des produits de combustion les plus longues indiquées par le fabricant. Les essais peuvent être effectués sans la borne de conduites ou l'accessoire de conduite.

La fraction volumique de CO est déterminée comme cela est indiqué au 5.4.3.6.

NOTE D'autres valeurs de mesure suffisantes peuvent également être utilisées du fait que la technologie des petits appareils CHP à piles à combustibles est à un stade de démarrage, et dans la mesure où de nombreuses solutions adaptées ne sont pas encore définies.

5.4.4.4.2 Surveillance du débit de l'air de combustion ou du débit des produits de combustion

L'essai est effectué lorsque le petit appareil CHP à pile à combustible est à l'équilibre thermique, au débit calorifique nominal, ou pour moduler l'appareil au débit calorifique maximum et minimum, ainsi qu'au débit calorifique correspondant à la moyenne arithmétique de ces deux débits. Lorsque plusieurs débits existent, des essais supplémentaires s'avèrent nécessaires à chacun de ces débits. Si le petit appareil CHP à pile à combustible comprend deux générateurs de chaleur ou plus, l'essai doit être réalisé tel que spécifié ci-dessus avec chacun des générateurs de chaleur et chacune des combinaisons de ces générateurs de chaleur.

Les fractions volumiques de CO et de CO₂ sont mesurées de façon permanente.

Les moyens de blocage ne doivent pas contribuer à la recirculation des produits de combustion.

La satisfaction aux exigences du 5.3.4.4.2 est vérifiée.

5.4.4.4.3 Dispositifs de régulation du rapport air/gaz

5.4.4.4.3.1 Fuite des tubes régulateurs non métalliques

Le petit appareil CHP à pile à combustible est installé comme cela est indiqué 5.4.1.3.

Il est alimenté avec le gaz de référence à son débit calorifique nominal.

Les exigences du 5.3.4.4.3.2 sont vérifiées dans les diverses situations susceptibles de se produire, notamment

- la simulation de fuite du tube de pression d'air,
- la simulation de fuite du tube de pression de la chambre de combustion,
- la simulation de fuite du tube de pression de gaz.

5.4.4.4.3.2 Réglage du rapport air/gaz ou gaz/air

L'essai du 5.4.4.4.2 doit être répété dans les conditions suivantes:

- a) régler le CO₂ au débit calorifique maximum sur la valeur de CO₂ maximale, et régler le CO₂ au débit calorifique minimum sur la valeur de CO₂ minimale;
- b) régler le CO₂ au débit calorifique maximum sur la valeur de CO₂ minimale, et régler le CO₂ au débit calorifique minimum sur la valeur de CO₂ maximale;

La satisfaction aux exigences du 5.3.4.4.3.3 est vérifiée.

5.4.4.5 Allumage retardé

Le petit appareil CHP à pile à combustible est alimenté successivement avec chacun des gaz de référence propres à la catégorie de l'appareil.

Un essai d'allumage retardé est effectué dans les conditions suivantes:

- a) le petit appareil CHP à pile à combustible est installé comme cela est indiqué 5.4.1.3; il est raccordé à la ou aux conduites d'alimentation en air et d'élimination des produits de combustion les plus longues indiquées par le fabricant;
- b) le petit appareil CHP à pile à combustible à la température ambiante produit une étincelle d'allumage chaque seconde de 0 s à $t_{sa,max}$.

Pour le système de traitement du combustible d'un petit appareil CHP à pile à combustible, un mélange gaz/air inflammable, dont les limites d'allumage sont comprises entre celles du gaz normalement utilisé, est injecté à la surface ou à la tête de brûleur à la température ambiante. Pour ce faire, le brûleur peut être utilisé s'il peut délivrer un tel mélange gaz/air.

La satisfaction à l'exigence du 5.3.4.5 est vérifiée.

5.4.4.6 Conduite d'évacuation de combustion commune

Le petit appareil CHP à pile à combustible et les conduites sont installés conformément aux instructions techniques du fabricant.

Le petit appareil CHP à pile à combustible est alimenté avec l'un des gaz de référence propres à sa catégorie, aux débits calorifiques nominal et minimum.

Les essais sont effectués avec les conduites d'alimentation en air et les conduites d'évacuation des produits de combustion les plus petites et les plus longues, ou avec des pertes de charge correspondantes.

La satisfaction aux exigences du 5.3.4.6 est satisfaite, lorsque les sources de chaleur fonctionnent de manière individuelle ou de manière combinée.

5.4.4.7 Étanchéité des dispositifs destinés à éviter tout refoulement dans les réseaux communs de conduites de combustion

Les dispositifs destinés à empêcher tout refoulement doivent être soumis à l'essai comme partie intégrante de l'appareil et il convient de les raccorder tel que décrit dans les instructions d'installation pour ce cas spécifique, le cas échéant. Les accessoires de conduite ne sont pas raccordés à l'appareil afin d'éviter de mesurer un débit de fuite augmenté, en raison d'une fuite possible de l'accessoire de conduite.

Une différence de pression de 20 Pa est appliquée à la sortie du gaz de combustion de l'appareil et le débit d'air dans la vanne est mesuré. La différence de pression est augmentée par paliers de 20 Pa. Le débit d'air dans la vanne est mesuré à chaque palier. La différence

de pression est augmentée jusqu'à la différence de pression maximale au démarrage, avec une pression minimale de 100 Pa.

La satisfaction aux exigences du 5.3.4.7 est vérifiée.

5.4.4.8 Durabilité fonctionnelle du clapet antiretour

L'essai doit révéler la durabilité du clapet antiretour dans toutes les conditions de fonctionnement pendant la durée de vie prévue du système.

Les nombres de cycles sont indiqués en B.5.4.4.8 pour l'Europe.

Au début de l'essai, et après réalisation de l'essai, l'étanchéité de la vanne doit satisfaire à l'exigence du 5.3.4.8.

5.4.5 Résistance des matériaux à la pression

Les essais sont effectués avec l'eau à la température ambiante et avec des pressions d'essai équivalant à 1,5 fois la pression de service maximale. Des exigences supplémentaires sont indiquées en B.5.4.5.101 pour l'Europe et en C.5.4.5 pour le Japon.

La pression d'essai est maintenue pendant au moins 10 min.

La satisfaction aux exigences du 5.3.5 est vérifiée.

5.4.6 CEM

Les essais sont réalisés comme cela est spécifié au 19.11.4 de l'IEC 60335-2-102:2004, IEC 60335-2-102:2004/AMD1:2008 et IEC 60335-2-102:2004/AMD2:2012.

5.4.7 Petits appareils CHP à piles à combustible extérieurs ou semi-extérieurs

5.4.7.1 Essai de résistance à la pluie

5.4.7.1.1 Généralités

L'essai est appliqué tel que spécifié dans l'IEC 60529 pour IPX4 et le petit appareil CHP à pile à combustible est utilisé dans des conditions normales selon 5.4.7.1.2 et 5.4.7.1.3.

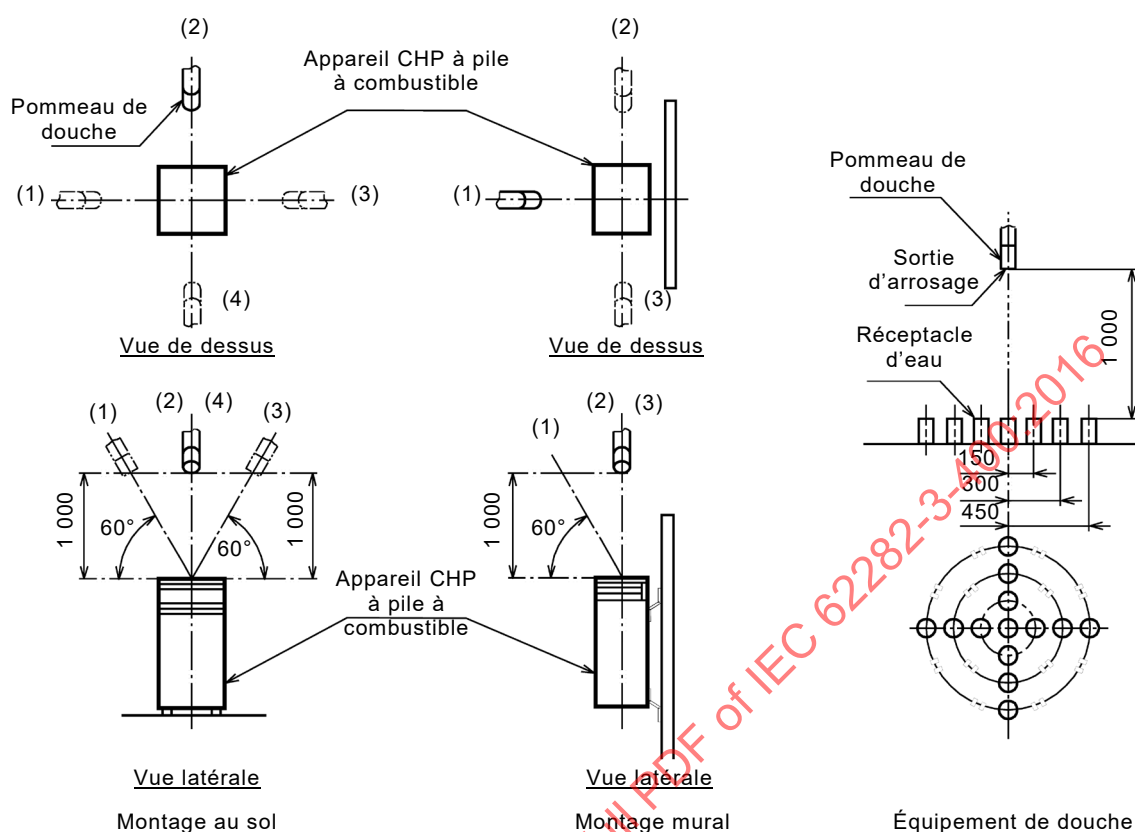
5.4.7.1.2 Essai d'allumage

L'essai d'allumage doit être réalisé comme suit:

a) Montage d'essai

Le petit appareil CHP à pile à combustible doit être monté tel que représenté à la Figure 8.

Dimensions en millimètres



IEC

Le pommeau de douche doit être tel que le volume d'eau moyen par réceptacle est de $(3 \pm 0,5)$ mm/min avec un écart de $\pm 30\%$ lorsqu'il est mesuré tel que représenté dans la partie la plus à droite ci-dessus.

Figure 8 – Montage d'essai de la douche pour un petit appareil CHP à pile à combustible en extérieur

b) Conditions d'essai

- 1) Gaz d'essai: la composition du gaz d'essai doit être de nature à produire une combustion incomplète, et le gaz doit être fourni à sa pression maximale ou tel que spécifié en C.5.4.7.1.2 pour le Japon. Le gaz d'essai doit être conforme au 5.4.1.2.
- 2) Chambre d'essai: la chambre d'essai doit être conforme au 5.4.1.3.
- 3) Sources de puissance: les sources de puissance doivent être conformes au 5.4.3.3.3.1a)3).

c) Procédure d'essai

Le petit appareil CHP à pile à combustible doit être à l'état froid ou à l'état de stockage et soumis à une douche d'une durée de 5 min chacune, de chaque direction représentée sur la Figure 7, puis l'appareil doit être mis en marche.

Pour le petit appareil CHP à pile à combustible utilisant une pile à combustible à oxyde solide (SOFC), la douche et le processus de démarrage qui se répètent peuvent être exécutés après que la température du brûleur ou des autres composants de combustion baisse pour atteindre la température d'auto-allumage.

La procédure d'allumage doit être répétée et la satisfaction à l'exigence du 5.3.7.1.2 est vérifiée.

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.4.3.3.3.1.

5.4.7.1.3 Essai de combustion

L'essai de combustion doit être réalisé comme suit:

a) Montage d'essai

Il doit être conforme au 5.4.7.1.2.

b) Conditions d'essai

- 1) Gaz d'essai: la composition du gaz d'essai doit être de nature à produire une combustion incomplète, et le gaz doit être fourni à sa pression maximale ou tel que spécifié en C.5.4.7.1.3 pour le Japon. Le gaz d'essai doit être conforme au 5.4.1.2.
- 2) Chambre d'essai: la chambre d'essai doit être conforme au 5.4.1.3.
- 3) Sources de puissance: les sources de puissance doivent être conformes au 5.4.3.3.1a)3).

c) Procédure d'essai

Le petit appareil CHP à pile à combustible doit être à l'état froid ou à l'état de stockage et soumis à une douche d'une durée de 5 min chacune, de chaque direction représentée sur la Figure 7, puis l'appareil doit être mis en marche.

Pour le petit appareil CHP à pile à combustible utilisant une pile à combustible à oxyde solide (SOFC), la douche et le processus de démarrage qui se répètent peuvent être exécutés après que la température du brûleur ou des autres composants de combustion baisse pour atteindre la température d'auto-allumage.

La satisfaction à l'exigence du 5.3.7.1.3 est vérifiée.

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.5.4.3.3.3.2.

5.4.7.2 Résistance au vent

5.4.7.2.1 Généralités

L'essai de résistance au vent et les essais associés d'allumage et de combustion sont décrits ci-dessous.

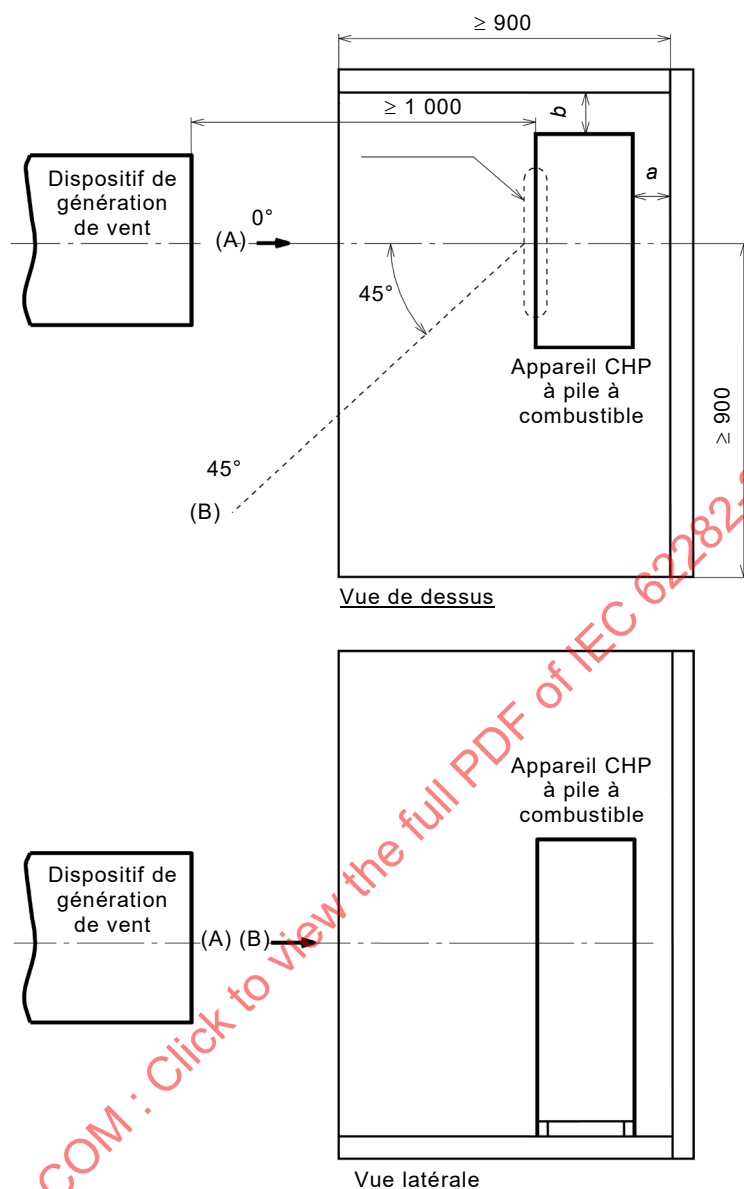
5.4.7.2.2 Essai d'allumage

L'essai d'allumage doit être réalisé comme suit:

a) Montage d'essai

Le petit appareil CHP à pile à combustible doit être monté tel que représenté à la Figure 9.

Dimensions en millimètres



IEC

Légende:

- a et b doivent représenter les dimensions minimales spécifiées dans les instructions techniques.
- Le dispositif de génération de vent et l'entrée et la sortie d'air du petit appareil CHP à pile à combustible doivent être éloignés de 1 000 mm ou plus. Le vent doit être appliqué uniformément sur les pièces d'entrée et de sortie d'air du petit appareil CHP à pile à combustible. L'exposition simultanée au vent de l'entrée et de la sortie d'air est impossible en raison de la relation spatiale entre l'orifice de soufflage du dispositif de génération de vent et l'entrée et/ou la sortie d'air, soumis à l'évacuation au vent.
- Le mesurage de la vitesse du vent doit être étalonné au préalable comme suit:
- En l'absence de tout appareil ou objet placé devant le dispositif de génération de vent, la vitesse du vent doit être mesurée en cinq points dans le plan vertical à une distance de 1 000 mm ou plus de l'orifice de soufflage du dispositif de génération de vent, quatre points constituant les angles d'un rectangle circonscrivant l'entrée et la sortie d'air du petit appareil CHP à pile à combustible, l'observation s'effectuant du côté du dispositif de génération de vent. Le dernier point constitue le centre du rectangle. Le mesurage effectué au dernier emplacement est considéré comme étant la vitesse centrale. Si la partie inférieure de l'ouverture se situe à moins de 200 mm du sol, utiliser alors cette distance pour le point de mesure.
- La vitesse du vent d'essai doit être la moyenne des valeurs mesurées à ces cinq points, les mesurages respectifs étant effectués à $\pm 10\%$ de cette vitesse.

Figure 9 – Montage d'essai du dispositif de génération de vent pour un petit appareil CHP à pile à combustible en extérieur

b) Conditions d'essai

- 1) Gaz d'essai: la composition du gaz d'essai doit être de nature à produire une combustion incomplète, et le gaz doit être fourni à sa pression maximale ou tel que spécifié en C.5.4.7.2.2 pour le Japon. Le gaz d'essai doit être conforme au 5.4.1.2.
- 2) Chambre d'essai: la chambre d'essai doit être conforme au 5.4.1.3.
- 3) Sources de puissance: les sources de puissance doivent être conformes au 5.4.3.3.1a)3).

c) Procédure d'essai

Le petit appareil CHP à pile à combustible installé en extérieur doit être à l'état froid ou à l'état de stockage et soumis à un vent de 5 m/s dans deux directions par le montage d'essai représenté à la Figure 9 puis l'appareil doit être mis en marche.

Pour le petit appareil CHP à pile à combustible utilisant une pile à combustible à oxyde solide (SOFC), le processus de génération de vent et le processus de démarrage qui se répètent peuvent être exécutés après que la température du brûleur ou des autres composants de combustion baisse pour atteindre la température d'auto-allumage.

La satisfaction aux exigences du 5.3.7.2.2 est vérifiée.

5.4.7.2.3 Essai de combustion

L'essai d'allumage doit être réalisé comme suit:

a) Montage d'essai

Le montage d'essai doit être conforme au 5.4.7.2.2.

b) Conditions d'essai

- 1) Gaz d'essai: la composition du gaz d'essai doit être de nature à produire une combustion incomplète, et le gaz doit être fourni à sa pression maximale ou tel que spécifié en C.5.4.7.2.3 pour le Japon. Le gaz d'essai doit être conforme au 5.4.1.2.
- 2) Chambre d'essai: la chambre d'essai doit être conforme au 5.4.1.3.
- 3) Sources de puissance: les sources de puissance doivent être conformes au 5.4.3.3.1a)3).

c) Procédure d'essai

Le petit appareil CHP à pile à combustible installé en extérieur doit être à l'état froid ou à l'état de stockage et soumis à un vent de 5 m/s dans les deux directions représentées sur la Figure 9, puis l'appareil doit être mis en marche.

Pour le petit appareil CHP à pile à combustible utilisant une pile à combustible à oxyde solide (SOFC), les processus d'allumage peuvent être exécutés après que la température du brûleur ou des autres composants de combustion baisse pour atteindre la température d'auto-allumage.

Une fois atteinte la puissance assignée, laisser l'appareil fonctionner pendant une durée de 30 min ou plus, et la vérification de la combustion doit être effectuée à condition que le petit appareil CHP à pile à combustible installé en extérieur soit soumis à un vent de 2,5 m/s pendant 3 min et à un vent de 15 m/s pendant 1 min dans chacune des directions A et B, comme représenté à la Figure 9.

La satisfaction aux exigences du 5.3.7.2.3 est vérifiée.

5.4.7.3 Protection contre le gel

Le petit appareil CHP à pile à combustible est placé dans une enceinte climatique à la température ambiante. L'appareil – à l'état de veille – est raccordé à un circuit d'eau contenant au plus 100 l. La température de l'enceinte climatique est réduite de la température ambiante à la température de service ambiante minimale déclarée en une durée de 1 h. L'essai se poursuit tant qu'un état stable ou une répétition stable des cycles n'a pas été obtenu(e). La satisfaction aux exigences du 5.3.7.3 est vérifiée.

6 Performances fonctionnelles (fonctionnement normal)

6.1 Paramètres et exigences de performances

6.1.1 Rendement

Le rendement énergétique total est le rapport de la puissance moyenne totale en sortie (puissance électrique nette en sortie et puissance thermique utile en sortie) sur le débit calorifique de combustible moyen fourni au petit appareil CHP à pile à combustible pendant la même durée, faisant référence au pouvoir calorifique inférieur (PCI), et exprimé en pourcentage.

La valeur minimale suivante doit être atteinte dans les conditions d'essai du 6.2.1:

Rendement énergétique total: $\geq 70\%$ au débit calorifique nominal, ou les valeurs indiquées en B.6.1.1 pour l'Europe; une illustration est donnée à la Figure 10.

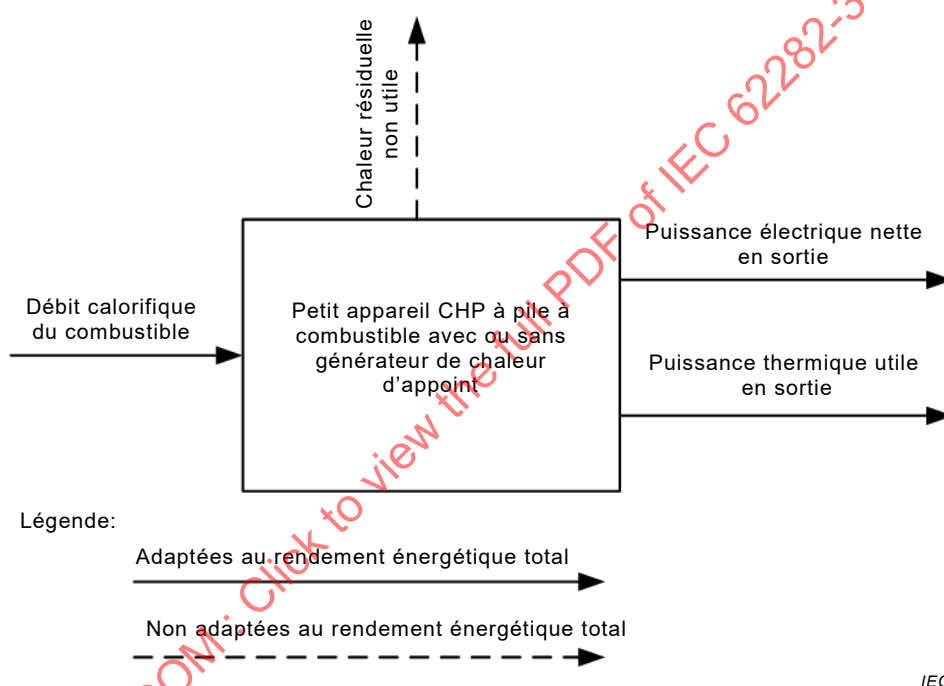


Figure 10 – Entrées et sorties d'énergie/puissance adaptées au rendement énergétique total

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.6.1.1.

6.1.2 Débit calorifique, chaleur produite et sortie électrique

6.1.2.1 Vérification du débit calorifique pour les sorties nominales des appareils

Cette exigence s'applique aux paramètres suivants:

- un fonctionnement nominal à une sortie de générateur CHP de 100 % et une sortie de générateur de chaleur d'appoint de 100 %, ainsi qu'à une sortie de petits appareils CHP à piles à combustible avec générateur de chaleur d'appoint;
- un fonctionnement nominal à une sortie de générateur CHP de 100 % et une sortie de générateur de chaleur d'appoint de 0 % pour les petits appareils CHP à piles à combustible avec générateur de chaleur d'appoint;
- un fonctionnement nominal à une sortie de générateur CHP de 100 % pour les petits appareils CHP à piles à combustible sans générateur de chaleur d'appoint.

Le débit calorifique obtenu dans les conditions d'essai du 6.2.2.1 ne doit pas différer de plus de 5 %

- du débit calorifique nominal pour les petits appareils CHP à piles à combustible sans dispositif de catégorisation de plage;
- du débit calorifique nominal maximum et minimum réglable pour les petits appareils CHP à piles à combustible à catégorisation de plage;
- du débit calorifique nominal pour le générateur CHP.

Si ces valeurs de 5 % sont inférieures à 500 W, une tolérance de 500 W est acceptable.

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.6.1.2.1.

6.1.2.2 Réglage du débit calorifique par la pression de gaz aval (le cas échéant)

Lorsque les instructions du fabricant spécifient la valeur de la pression aval qui permet d'obtenir le débit calorifique nominal, le débit calorifique obtenu dans les conditions d'essai du 6.2.2.2 ne doit pas différer de plus 5 % du débit calorifique nominal.

Si ces valeurs de 5 % sont inférieures à 500 W, une tolérance de 500 W est acceptable.

6.1.2.3 Vérification du rendement énergétique total et de la puissance de sortie nominale (puissance de sortie thermique et électrique)

Il est vérifié que le rendement énergétique total déterminé dans les conditions d'essai du 6.2.2.3 n'est pas inférieur au rendement nominal, qui est le rapport de la puissance de sortie nominale (chaleur utile et puissance électrique nette) sur le débit calorifique nominal.

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.6.1.2.3.

6.1.3 Fonctionnement

Il doit être possible de mettre sous et hors tension le petit appareil CHP à pile à combustible, ainsi que de définir la température du débit de l'eau de chauffage et, le cas échéant, la température de l'eau chaude domestique.

Il peut également être possible de prédéfinir la manœuvre d'asservissement du courant ou de la chaleur.

6.1.4 Combustion et émissions de NO_x

Le fabricant doit sélectionner la classe NO_x du petit appareil CHP à pile à combustible dans le Tableau 8. Dans les conditions d'essai et de calcul du 6.2.4, les émissions globales de NO_x, $\varepsilon(\text{NO}_x)$, ne doivent pas être supérieures aux émissions de NO_x admissibles attribuées à cette classe dans les produits de combustion sans air sec.

Tableau 8 – Classes d'émission pour le NO_x^a

Classe	Emissions $\varepsilon(\text{NO}_x)$ mg/kWh	
	Gaz naturel	GPL
0	≤ 240	≤ 300
1	≤ 170	≤ 230
2	≤ 120	≤ 180
3	≤ 80	≤ 140

^a Le Tableau 8 est tiré de l'ISO 22967:2010, Tableau 3.

Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.6.1.4.

6.1.5 CEM

Le petit appareil CHP à pile à combustible doit satisfaire aux normes suivantes dans la mesure où elles sont applicables:

CISPR 14-1;

CISPR 14-2;

IEC 61000-3-2;

IEC 61000-3-3;

IEC 61000-3-4;

IEC 61000-3-11;

IEC 61000-3-12;

IEC 61000-6-1;

IEC 61000-6-3.

6.2 Méthodes d'essai des performances

6.2.1 Rendement

Des exigences supplémentaires sont indiquées en B.6.2.1.101, B.6.2.1.102 et B.6.2.1.103 pour l'Europe.

6.2.1.1 Généralités

La satisfaction aux exigences de rendement du 6.1.1 est vérifiée par

- a) le choix du type d'appareil tel que décrit au 6.2.1.2;
- b) l'installation du petit appareil CHP à pile à combustible sur un montage d'essai décrit au 6.2.1.3;
- c) l'application de la procédure d'essai décrite au 6.2.1.4; et
- d) le calcul des rendements comme cela est décrit au 6.2.1.5.

6.2.1.2 Choix d'application de l'appareil

Le petit appareil CHP à pile à combustible peut être réservé à deux applications différentes. Le fabricant doit spécifier l'application de l'appareil, soit:

- a) "petits appareils CHP à piles à combustible avec ou sans générateur de chaleur d'appoint, raccordés à une installation de chauffage central ou à un système de stockage de la chaleur", ou
- b) "petits appareils CHP à piles à combustible avec ou sans générateur de chaleur d'appoint, raccordés à un système de stockage d'eau chaude domestique uniquement".

6.2.1.3 Conditions et montage d'essai

6.2.1.3.1 Généralités

Les conditions générales d'essai, indiquées au 5.4.1, doivent être appliquées en conséquence au cours des essais de performances, sauf spécification contraire.

Le petit appareil CHP à pile à combustible est installé comme cela est indiqué au 5.4.1.3, sauf spécification contraire.

Placer la ou les sondes de prélèvement à l'intérieur du flux d'échappement. Vérifier que la ou les sondes de prélèvement n'obstruent pas la conduite d'échappement. La ou les sondes doivent être placées à proximité de la sortie de gaz d'échappement du petit appareil CHP à pile à combustible, soit dans la conduite d'évacuation du gaz d'échappement pour les systèmes de ventilation par aspiration fermés ou directement à la prise de sortie du gaz d'échappement pour les systèmes de ventilation par aspiration ouverts. Si la conduite d'échappement est de grande taille, effectuer les relevés à son centre et aux points représentatifs sur une grille traversant la conduite d'échappement et faire la moyenne des relevés.

Pour les systèmes de ventilation par aspiration ouverts, placer la ou les sondes dans le passage, ce qui évite de mélanger le gaz de prélèvement avec l'air ambiant.

Lors des mesurages, s'assurer qu'il n'y a pas de condensation sur le capteur de température. La condensation sur le capteur invalide les relevés.

Les mesurages de température doivent être effectués à proximité des raccords de débit et de retour de l'appareil dans la partie isolée du banc d'essai. A défaut, il doit être tenu compte des pertes thermiques du banc d'essai. Le débitmètre volumétrique du circuit d'eau de chauffage peut être placé soit sur le raccord de débit, soit sur le raccord de retour. L'air du banc d'essai est purgé conformément aux informations indiquées dans les instructions techniques.

La vanne de régulation du banc d'essai permet d'obtenir la différence de température exigée entre les raccords de débit et de retour du circuit d'eau de chauffage. La pompe du circuit d'eau de chauffage est nécessaire si le petit appareil CHP à pile à combustible ne comporte pas de pompe interne.

Le petit appareil CHP à pile à combustible est alimenté avec le combustible de référence propre à sa catégorie.

Les incertitudes de mesure sont choisies de manière à satisfaire aux exigences du 5.4.1.9.

6.2.1.3.2 Conditions et montage d'essai pour les petits appareils CHP à piles à combustible avec ou sans générateur de chaleur d'appoint, raccordés à une installation de chauffage central ou à un système de stockage de la chaleur

Le petit appareil CHP à pile à combustible est raccordé au banc d'essai isolé représenté par le schéma de la Figure 11, ou à un autre équipement qui produit des résultats comparables et des incertitudes de mesure équivalentes.

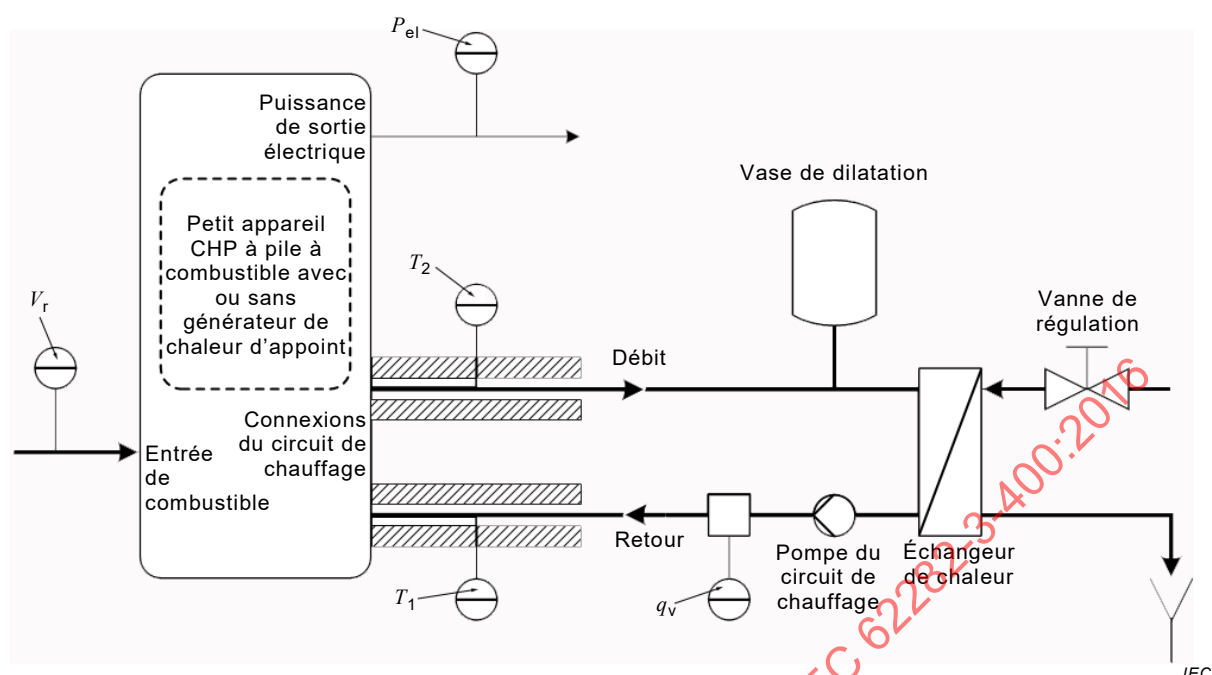


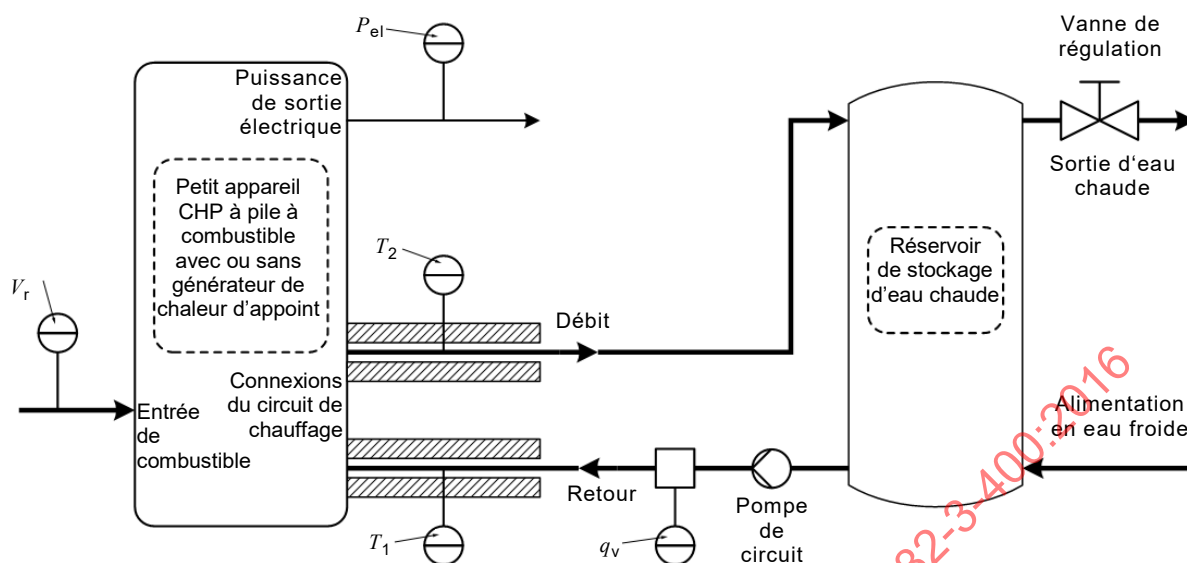
Figure 11 – Banc d'essai pour le mesurage du rendement des petits appareils CHP à piles à combustible avec ou sans générateur de chaleur d'appoint, raccordés à une installation de chauffage central ou à un système de stockage de la chaleur

6.2.1.3.3 Conditions et montage d'essai pour les petits appareils CHP à piles à combustible sans générateur de chaleur d'appoint, raccordés à un système de stockage d'eau chaude domestique uniquement

Les conditions d'essai doivent être conformes à l'Article 11 de l'IEC 62282-3-201:2013.

Sauf spécification contraire, les performances doivent être vérifiées par essai dans un environnement à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 15\text{ °C}$.

Le petit appareil CHP à pile à combustible est raccordé au banc d'essai isolé représenté par le schéma de la Figure 12, ou à un autre équipement qui produit des résultats comparables et des incertitudes de mesure équivalentes.



IEC

Figure 12 – Banc d'essai pour le mesurage du rendement des petits appareils CHP à piles à combustible sans générateur de chaleur d'appoint, raccordés à un système de stockage d'eau chaude domestique uniquement

6.2.1.4 Procédure d'essai

6.2.1.4.1 Procédure d'essai pour les petits appareils CHP à piles à combustible avec ou sans générateur de chaleur d'appoint, raccordés à une installation de chauffage central ou à un système de stockage de la chaleur

Les essais de rendement doivent être effectués à la puissance de sortie nominale du générateur CHP et du générateur de chaleur d'appoint (le cas échéant) et à la puissance de sortie nominale du générateur CHP, uniquement comme suit:

- a) Fonctionnement nominal à une sortie de générateur CHP de 100 % et une sortie de générateur de chaleur d'appoint de 100 % ($\text{CHP}_{100} + \text{SUP}_{100}$), le cas échéant.

Les essais effectués à $\text{CHP}_{100} + \text{SUP}_{100}$ doivent être réalisés pour les appareils à condensation à un régime de température d'eau de 60 °C/40 °C (débit/retour) et pour les appareils sans condensation à un régime de température d'eau de 80 °C/60 °C (débit/retour) à la chaleur produite nominale.

Les mesurages des énergies d'entrée et de sortie du générateur CHP et du générateur de chaleur d'appoint peuvent être effectués séparément, si nécessaire.

- b) Fonctionnement nominal à une sortie de générateur CHP de 100 % et une sortie de générateur de chaleur d'appoint de 0 % ($\text{CHP}_{100} + \text{SUP}_0$).

L'essai effectué à $\text{CHP}_{100} + \text{SUP}_0$ doit être réalisé avec le débit du circuit d'eau de chauffage

- maintenu au même débit, pour les appareils à condensation avec une température de retour de 30 °C et les appareils sans condensation avec une température de retour de 47 °C, que le débit utilisé pendant les essais à la chaleur produite nominale, ou
- si l'appareil est équipé d'une pompe à vitesse variable intégrée, réglé selon les instructions applicables à l'appareil, ou
- réglé sur une valeur qui autorise une différence de température minimale de 6 K entre la température de débit et de retour d'eau.

La différence de température minimale de 6 K est nécessaire pour atteindre des valeurs d'exactitude acceptables avec le meilleur mesurage de température existant. Si un delta T

plus petit est nécessaire pour l'appareil, il convient de considérer d'autres méthodes d'essai, telles que la méthode indirecte (mesure avec l'eau de refroidissement secondaire avec un débit réduit sur un banc d'essai étalonné) ou une méthode d'injection d'un débit faible d'eau froide dans le circuit de refroidissement. Les deux méthodes peuvent assurer une exactitude suffisante.

Le mesurage du rendement peut commencer une fois le petit appareil CHP à pile à combustible à l'équilibre thermique, avec le thermostat de régulation d'eau désactivé, et une fois que les températures de retour et de débit sont constantes.

L'enregistrement du temps débute au lancement de l'essai. Un relevé initial du volume de gaz est effectué sur le compteur simultanément.

L'essai doit être mené pendant une durée suffisante pour obtenir l'incertitude de mesure minimale souhaitée. Des relevés des valeurs suivantes sont effectués régulièrement de manière à obtenir une moyenne suffisamment précise:

- températures de débit et de retour T_1 et T_2 du circuit d'eau de chauffage;
- débit volumétrique $q_{V,HR}$ du circuit d'eau de chauffage;
- puissance électrique nette en sortie P_{el} .

A la fin de l'essai, le temps d'essai Δt est enregistré simultanément avec le volume de gaz consommé V_g .

6.2.1.4.2 Procédure d'essai pour le petit appareil CHP à pile à combustible sans générateur de chaleur d'appoint, raccordé à un système de stockage d'eau chaude domestique uniquement

La procédure d'essai doit être conforme aux 14.2, 14.3 et 14.4 de l'IEC 62282-3-201:2013.

Faire fonctionner le système à la puissance électrique nominale en sortie pendant plus de 30 min avant le début de l'essai.

Commencer l'essai en maintenant le système à la puissance électrique nominale en sortie.

L'essai doit être mené pendant au moins 3 h.

Pendant l'essai, la température de retour T_2 de l'entrée du circuit d'eau de chauffage du petit appareil CHP à pile à combustible doit être de $15\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

Pendant l'essai, la température de débit T_1 de la sortie du circuit d'eau de chauffage du petit appareil CHP à pile à combustible est basée sur la spécification du fabricant.

6.2.1.5 Calcul des rendements

6.2.1.5.1 Rendement pour les petits appareils CHP à piles à combustible avec ou sans générateur de chaleur d'appoint, raccordés à une installation de chauffage central ou à un système de stockage de la chaleur

Le rendement total, le rendement thermique et le rendement électrique sont déterminés à l'aide des formules suivantes:

a) Fonctionnement nominal à $CHP_{100} + SUP_{100}$, le cas échéant

Pour les petits appareils CHP à piles à combustible à catégorisation de plage, la valeur 100 % représente la moyenne arithmétique du débit calorifique nominal maximum et minimum du petit appareil CHP à pile à combustible.

Rendement électrique

$$\eta_{\text{el,CHP}_{100}+\text{SUP}_{100}} = \frac{P_{\text{el}} \cdot \Delta t}{V_{\text{g}} \cdot H_{\text{i,V}} \times 10^3} \times 100 \%$$

Rendement d'énergie thermique récupérée

$$\eta_{\text{th,CHP}_{100}+\text{SUP}_{100}} = \frac{c_{\text{HR}} \cdot q_{\text{V,HR}} \cdot \rho_{\text{HR}} \cdot (T_1 - T_2) \cdot \Delta t + Q_{\text{loss}}}{V_{\text{g}} \cdot H_{\text{i,V}} \times 10^3} \times 100 \%$$

Rendement énergétique total

$$\eta_{\text{total,CHP}_{100}+\text{SUP}_{100}} = \eta_{\text{el,CHP}_{100}+\text{SUP}_{100}} + \eta_{\text{th,CHP}_{100}+\text{SUP}_{100}}$$

b) Fonctionnement nominal à $\text{CHP}_{100} + \text{SUP}_0$

Rendement électrique

$$\eta_{\text{el,CHP}_{100}+\text{SUP}_0} = \frac{P_{\text{el}} \cdot \Delta t}{V_{\text{g}} \cdot H_{\text{i,V}} \times 10^3} \times 100 \%$$

Rendement d'énergie thermique récupérée

$$\eta_{\text{th,CHP}_{100}+\text{SUP}_0} = \frac{c_{\text{HR}} \cdot q_{\text{V,HR}} \cdot \rho_{\text{HR}} \cdot (T_1 - T_2) \cdot \Delta t + Q_{\text{loss}}}{V_{\text{g}} \cdot H_{\text{i,V}} \times 10^3} \times 100 \%$$

Rendement énergétique total

$$\eta_{\text{total,CHP}_{100}+\text{SUP}_0} = \eta_{\text{el,CHP}_{100}+\text{SUP}_0} + \eta_{\text{th,CHP}_{100}+\text{SUP}_0}$$

où

Q_{loss} désigne les pertes thermiques du banc d'essai correspondant à la température moyenne du débit d'eau, exprimée en kilojoules (kJ), compte tenu des pertes thermiques de la pompe de circulation (une méthode d'étalonnage pratique pour déterminer Q_{loss} est décrite à l'Annexe H);

$H_{\text{i,V}}$ est le pouvoir calorifique inférieur (PCI) du gaz utilisé, en mégajoules par mètre cube (MJ/m^3) à 15 °C, 101,325 kPa, avec un gaz sec;

T_1 est la température de débit à la sortie du circuit d'eau de chauffage, en degrés Celsius (°C);

T_2 est la température de retour à l'entrée du circuit d'eau de chauffage, en degrés Celsius (°C);

V_{g} est la consommation de gaz en mètres cubes (m^3) mesurée au cours de l'essai et corrigée à 15 °C, 101,325 kPa;

P_{el} est la puissance électrique nette en sortie du générateur CHP, exprimée en kilowatts (kW);

$q_{\text{V,HR}}$ est le débit volumétrique de l'eau de chauffage, en mètres cubes par seconde (m^3/s);

c_{HR} est la capacité thermique massique de l'eau de chauffage, en kilojoules par kilogramme et Kelvin ($\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$). Si l'eau constitue le fluide, la valeur 4,186 $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ doit être utilisée;

Δt est la durée enregistrée de l'essai en secondes (s);

η_{total} est le rendement énergétique total, en pourcentage (%);

η_{el} est le rendement électrique, en pourcentage (%);

η_{th} est le rendement d'énergie thermique récupérée, en pourcentage (%);

ρ_{HR} est la densité de l'eau de chauffage, en kilogramme par mètre cube (kg/m^3).

6.2.1.5.2 Rendement pour des petits appareils CHP à piles à combustible sans générateur de chaleur d'appoint, raccordés à un système de stockage d'eau chaude domestique uniquement

Le rendement total, le rendement thermique et le rendement électrique sont déterminés à l'aide des formules suivantes:

Rendement électrique

$$\eta_{el} = \frac{P_{el} \cdot \Delta t}{V_g \cdot H_{i,V} \times 10^3} \times 100 \%$$

Rendement d'énergie thermique récupérée

$$\eta_{th} = \frac{c_{HR} \cdot q_{V,HR} \cdot \rho_{HR} \cdot (T_1 - T_2) \cdot \Delta t}{V_g \cdot H_{i,V} \times 10^3} \times 100 \%$$

Rendement énergétique total

$$\eta_{total} = \eta_{el} + \eta_{th}$$

où

- $H_{i,V}$ est le pouvoir calorifique inférieur (PCI) du gaz utilisé, en mégajoules par mètre cube (MJ/m³) à 15 °C, 101,325 kPa, avec un gaz sec;
- T_1 est la température de débit à la sortie du circuit d'eau de chauffage, en degrés Celsius (°C);
- T_2 est la température de retour à l'entrée du circuit d'eau de chauffage, en degrés Celsius (°C);
- V_g est la consommation de gaz en mètres cubes (m³) mesurée au cours de l'essai et corrigée à 15 °C, 101,325 kPa;
- P_{el} est la puissance électrique nette en sortie du générateur CHP, exprimée en kilowatts (kW);
- $q_{V,HR}$ est le débit volumétrique de l'eau de chauffage, en mètres cubes par seconde (m³/s);
- c_{HR} est la capacité thermique massique de l'eau de chauffage, en kilojoules par kilogramme et Kelvin (kJ/(kg·K)). Si l'eau constitue le fluide, la valeur 4,186 kJ/(kg·K) doit être utilisée;
- Δt est la durée enregistrée de l'essai en secondes (s);
- η_{total} est le rendement énergétique total, en pourcentage (%);
- η_{el} est le rendement électrique, en pourcentage (%);
- η_{th} est le rendement d'énergie thermique récupérée, en pourcentage (%);
- ρ_{HR} est la densité de l'eau de chauffage, en kilogramme par mètre cube (kg/m³).

6.2.2 Débit calorifique, chaleur produite et sortie électrique

6.2.2.1 Vérification du débit calorifique pour les sorties nominales des appareils

Le petit appareil CHP à pile à combustible est alimenté avec chacun des gaz de référence propres à la catégorie de l'appareil, à la pression normale pour ces essais.

Pour les petits appareils CHP à piles à combustible à sortie fixe, le réglage ne doit pas être modifié pour cet essai.

Le débit calorifique doit être déduit des essais (dans la mesure où cela est applicable) afin d'obtenir les conditions de sortie suivantes, compte tenu de la température de débit et de retour d'eau selon 6.2.1.4:

- débit calorifique $P_{\text{inf,CHP}_{100}+\text{SUP}_{100}}$ mesuré à un fonctionnement nominal à la sortie d'un générateur CHP de 100 % et à la sortie d'un générateur de chaleur d'appoint de 100 %, le cas échéant.
- débit calorifique $P_{\text{inf,CHP}_{100}+\text{SUP}_0}$ mesuré à un fonctionnement nominal à la sortie d'un générateur CHP de 100 % et à la sortie d'un générateur de chaleur d'appoint de 0 %.

Le débit calorifique P_{inf} issu du débit gazeux volumétrique $q_{\text{V,g}}$ ou du débit gazeux massique $q_{\text{m,g}}$ obtenu dans les conditions d'essai (p_a , p_g , T_g) doit être corrigé comme si l'essai avait été effectué dans les conditions d'essai de référence (101,325 kPa, 15 °C, gaz sec), et le débit calorifique corrigé est calculé à l'aide de la formule suivante.

Si le débit gazeux volumétrique $q_{\text{V,g}}$ est mesuré en m³/h:

$$P_{\text{inf}} = \frac{p_a + p_g}{101,325} \cdot \frac{288,15}{273,15 + T_g} \cdot H_{\text{i,V}} \cdot \frac{q_{\text{V,g}}}{3,6}$$

Si le débit gazeux massique $q_{\text{m,g}}$ est mesuré en kg/h, aucune correction n'est nécessaire. Le débit calorifique est calculé comme suit

$$P_{\text{inf}} = H_{\text{i,m}} \cdot \frac{q_{\text{m,g}}}{3,6}$$

où

- $H_{\text{i,V}}$ est le pouvoir calorifique inférieur (PCI) du gaz de référence sec, à 15 °C, 101,325 kPa, en mégajoules par mètre cube (MJ/m³);
- $H_{\text{i,m}}$ est le pouvoir calorifique inférieur (PCI) du gaz de référence sec, à 15 °C, 101,325 kPa, en mégajoules par kilogramme (MJ/kg);
- P_{inf} est le débit calorifique, si mesuré en tant que débit gazeux volumétrique, puis corrigé à 101,325 kPa, 15 °C, avec un gaz sec, par rapport au pouvoir calorifique inférieur (PCI), en kilowatts (kW);
- p_a est la pression atmosphérique au moment de l'essai, en kilopascals (kPa);
- p_g est la pression du gaz au compteur de gaz, en kilopascals (kPa);
- $q_{\text{m,g}}$ est le débit gazeux massique mesuré (à $P_{\text{inf,CHP}_{100}+\text{SUP}_{100}}$ ou $P_{\text{inf,CHP}_{100}+\text{SUP}_0}$ selon le cas), en kilogrammes par heure (kg/h);
- $q_{\text{V,g}}$ est le débit gazeux volumétrique mesuré (à $P_{\text{inf,CHP}_{100}+\text{SUP}_{100}}$ ou $P_{\text{inf,CHP}_{100}+\text{SUP}_0}$ selon le cas), exprimé dans les conditions d'humidité, de température et de pression au compteur de gaz, en mètres cubes par heure (m³/h);
- T_g est la température du gaz au compteur de gaz, en degrés Celsius (°C).

La satisfaction aux exigences du 6.1.2.1 est vérifiée.

6.2.2.2 Réglage du débit calorifique par la pression aval

Le petit appareil CHP à pile à combustible est alimenté avec chacun des gaz de référence propres à la catégorie de l'appareil, à la pression normale.

Le dispositif de réglage du débit gazeux est réglé sur la position qui donne la pression de brûleur indiquée par le fabricant, mesurée au point d'essai de la pression aval.

Il est vérifié que le débit calorifique, déterminé dans les conditions du 6.2.2, satisfait aux exigences du 6.1.2.2.

6.2.2.3 Vérification du rendement énergétique total et de la puissance de sortie nominale (puissance de sortie thermique et électrique)

Il est vérifié que le rendement énergétique total, déterminé dans les conditions d'essai du 6.2.1, satisfait aux exigences du 6.1.2.3.

6.2.3 Fonctionnement

La satisfaction aux exigences du 6.1.3 est vérifiée.

6.2.4 Combustion et émissions de NO_x

L'essai doit être effectué dans les conditions d'essai du 6.2.1.3 et du 6.2.1.4. Des conditions d'essai supplémentaires sont indiquées en B.6.2.4 pour l'Europe.

Le petit appareil CHP à pile à combustible est réglé sur son débit calorifique nominal pour une température de retour, en fonction de l'application de l'appareil, selon 6.2.1.2:

- 40 °C ± 2 °C pour les petits appareils CHP à piles à combustible avec ou sans générateur de chaleur d'appoint, raccordés à une installation de chauffage central ou à un système de stockage de la chaleur;
- 15 °C ± 5 °C pour les petits appareils CHP à piles à combustible sans générateur de chaleur d'appoint, raccordés à un système de stockage d'eau chaude domestique uniquement.

Le débit est maintenu constant.

Les mesurages de NO_x sont effectués lorsque le petit appareil CHP à pile à combustible est à l'équilibre thermique.

Aucun débitmètre humide n'est utilisé.

La teneur en NO_x des produits de combustion sans air sec est donnée par l'équation suivante (source: ISO 22967:2010):

$$\varepsilon(\text{NO}_x) = \varphi_{\text{ex,m}}(\text{NO}_x) \cdot \left(\frac{21}{21 - \varphi_{\text{ex,m}}(\text{O}_2)} \right) \cdot \left(\frac{V_{\text{ex,th,dr}}}{H_{i,v}} \right) \times 2,056$$

où

$H_{i,v}$	est le pouvoir calorifique inférieur en kWh/m ³ (par référence à 15 °C et 101,325 kPa);
$V_{\text{ex,th,dr}}$	est le volume de gaz de combustion de référence théorique, sec, en m ³ /m ³ ;
$\varepsilon(\text{NO}_x)$	est l'émission de NO _x en mg/kWh, par référence à l'énergie d'entrée;
$\varphi_{\text{ex,m}}(\text{NO}_x)$	est l'émission volumétrique de NO _x mesurée en ml/m ³ ;
$\varphi_{\text{ex,m}}(\text{O}_2)$	est la fraction volumique mesurée, exprimée en pourcentage par volume d'oxygène dans l'échantillon prélevé au cours de l'essai de combustion;
2,056	est la densité de NO ₂ en kg/m ³ .

Valeurs de référence, par exemple, pour le gaz naturel (100 % CH₄):

$H_{i,V}$ est de 9,968 kWh/m³;
 $V_{ex,th,dr}$ est de 8,52 m³/m³.

NOTE Les valeurs de référence ou les valeurs réelles du gaz acheminé par conduite et utilisé peuvent servir au calcul.

Les conditions de référence pour l'air de combustion sont les suivantes

température: 20 °C,
 humidité: 10 g(H₂O)/kg(air).

Si les conditions d'essai sont différentes de ces conditions de référence, il est nécessaire de corriger les valeurs de NO_x, à l'aide de l'équation suivante (source: ISO 22967:2010):

$$\varepsilon_c(\text{NO}_x) = \varepsilon(\text{NO}_x) + \left(\frac{0,02 \times \varepsilon(\text{NO}_x) - 0,34}{1 - 0,02 \times (h_{at} - 10)} \right) \cdot (h_{at} - 10) + (0,85 \times (20 - T_{at}))$$

où

h_{at} est l'humidité de l'air de combustion pendant le mesurage de $\varphi_{ex,m}(\text{NO}_x)$ en g/kg;
 T_{at} est la température de l'air de combustion pendant le mesurage de $\varphi_{ex,m}(\text{NO}_x)$ en °C;
 $\varepsilon_c(\text{NO}_x)$ est la valeur de $\varepsilon(\text{NO}_x)$ corrigée selon les conditions (10 g/kg pour l'humidité et 20 °C pour la température). $\varepsilon_c(\text{NO}_x)$ est exprimée en mg/kWh;
 $\varepsilon(\text{NO}_x)$ est la teneur en NO_x calculée en mg/kWh, mesurée à h_{at} et T_{at} .

Il est vérifié que les valeurs de NO_x sont conformes aux valeurs du Tableau 8 selon la classe NO_x choisie.

6.2.5 CEM

Il doit être vérifié, sur la base de la procédure d'essai indiquée dans la norme CEM, telle qu'énumérée en 6.1.5, que les exigences sont satisfaites.

7 Instructions pour le marquage, l'installation et le fonctionnement

Les exigences supplémentaires spécifiques au Japon sont indiquées en C.7.101.

7.1 Marquage du petit appareil CHP à pile à combustible

7.1.1 Plaque signalétique

Chaque appareil doit porter une plaque signalétique indélébile, solidement fixée et durable, visible sur l'installation. La plaque signalétique peut être située derrière un panneau amovible.

La ou les plaques signalétiques d'un petit appareil CHP à pile à combustible doivent fournir les informations suivantes:

- le nom du fabricant² ou son symbole d'identification;
- le numéro de série du petit appareil CHP à pile à combustible, ainsi que l'année de fabrication;
- la marque ou le numéro de modèle du petit appareil CHP à pile à combustible qui identifie le produit de manière claire;

² Le terme "fabricant" désigne l'organisme ou l'entreprise en charge du produit.

- le ou les pays de destination, conformément à l'ISO 3166-1. Les exigences spécifiques au Japon sont indiquées en C.7.1.1;
- le type prévu de gaz/catégories doit être spécifié selon 4.1;
- la pression d'alimentation en gaz en kPa, si plusieurs pressions normales peuvent être utilisées pour le même type de gaz; les pressions sont indiquées par leur valeur numérique et l'unité "kPa";
- le ou les types de petit(s) appareil(s) CHP à pile à combustible; le ou les types doivent être spécifiés conformément au 4.2;
- la chaleur produite utile nominale ou, pour des petits appareils CHP à piles à combustible à catégorisation de plage, la chaleur produite utile maximale et minimale (le cas échéant) en kilowatts, indiquée par le symbole $P_{th,nom}$, $P_{th,max}$, $P_{th,min}$, suivi du signe égal, de la ou des valeurs numériques et de l'unité "kW";
- la puissance électrique nominale en sortie et la puissance électrique en sortie maximale et minimale (le cas échéant) en kilowatts, indiquées par le symbole $P_{el,nom}$, $P_{el,max}$, $P_{el,min}$, selon le cas, suivi du signe égal, de la ou des valeurs numériques et de l'unité "kW";
- le débit calorifique nominal ou, pour les petits appareils CHP à piles à combustible à catégorisation de plage, le débit calorifique maximal et minimal (le cas échéant) en kilowatts, indiqué par le symbole $P_{inf,nom}$, $P_{inf,max}$, $P_{inf,min}$, suivi du signe égal, de la ou des valeurs numériques et de l'unité "kW";
- la pression maximale du circuit d'eau de chauffage à laquelle le petit appareil CHP à pile à combustible peut être utilisé, en kPa;
- pour le circuit d'eau de chauffage: la température de débit maximale avec l'unité "°C";
- la tension d'alimentation électrique;
- la tension nominale en volts, indiquée par la valeur numérique et suivie de l'unité "V";
- la nature de l'alimentation électrique indiquée par le symbole, conformément à l'IEC 60335-1;
- en cas de courant alternatif, la fréquence nominale en hertz, indiquée par la valeur numérique et suivie de l'unité "Hz";
- la puissance consommée en watts indiquée par la valeur numérique et suivie de l'unité "W" (le cas échéant);
- le débit calorifique nominal pour les petits appareils CHP à piles à combustible en mode eau chaude domestique ($P_{inf,DHW}$), en kilowatts (kW), s'il existe différents débits calorifiques nominaux pour les modes chauffage central et eau chaude domestique;
- la pression de service maximale de l'eau pour les petits appareils CHP à piles à combustible dédiés au circuit d'eau chaude domestique, en MPa.

L'indélébilité des marquages doit être vérifiée par un essai effectué conformément à l'IEC 60335-1.

Des exigences supplémentaires sont indiquées en B.7.1.1 pour l'Europe et en C.7.1.1 pour le Japon.

7.1.2 Marquages supplémentaires

Le petit appareil CHP à pile à combustible doit, sur une plaque signalétique supplémentaire, afficher les informations visibles indélébiles suivantes relatives à son état de réglage (le cas échéant):

- le ou les pays de destination directs conformément aux symboles décrits au 7.1.1;
- le type de gaz ou la plage du groupe de gaz, le symbole du type de gaz et la pression d'alimentation en gaz. D'autres exigences peuvent être indiquées dans les annexes régionales.

Des exigences supplémentaires sont indiquées en B.7.1.2 pour l'Europe.

7.1.3 Conditionnement

L'étiquette apposée sur l'appareil (au sens d'ensemble) doit contenir le type du petit appareil CHP à pile à combustible et les informations concernant le type de gaz, ainsi que les avertissements conformément au 7.1.4.

7.1.4 Avertissements apposés sur le petit appareil CHP à pile à combustible et le conditionnement

Une ou plusieurs étiquettes doivent mentionner au moins les avertissements suivants, de sorte qu'ils soient visibles et lisibles pour l'utilisateur:

- lire les instructions d'installation préalablement à l'installation du petit appareil CHP à pile à combustible;
- lire les instructions d'exploitation préalablement au premier démarrage du petit appareil CHP à pile à combustible.

Si le petit appareil CHP à pile à combustible est destiné à être installé en extérieur ou semi-extérieur, il doit comporter un marquage correspondant.

7.1.5 Autres informations

Le petit appareil CHP à pile à combustible ou le conditionnement ne doit comporter aucune autre information si celle-ci est susceptible de créer une certaine confusion concernant le rapport avec l'état de réglage réel de l'appareil, et les types de gaz correspondants.

7.2 Instructions d'installation

7.2.1 Généralités

Les instructions d'installation doivent contenir des informations générales qui traitent des éléments donnés en 7.2.1.1 et 7.2.1.2, ainsi que les informations détaillées exigées par les paragraphes 7.2.2 à 7.5.

7.2.1.1 Exigences et stratégie de sécurité générales

Le petit appareil CHP à pile à combustible et les équipements, composants et commandes associés doivent être installés conformément aux instructions du fabricant. Sur la base de la quantité de combustible et d'une autre énergie stockée (par exemple, matériaux inflammables, supports sous pression, énergie électrique, énergie mécanique) dans le petit appareil CHP à pile à combustible, il est nécessaire d'éliminer les dangers pour le personnel ou les dommages aux équipements ou aux biens externes au petit appareil CHP à pile à combustible, dans la mesure où cela est rationnellement possible. La stratégie de sécurité générale pour l'installation du petit appareil à pile à combustible doit être établie selon la séquence suivante.

- Éviter tout dégagement potentiel de gaz combustibles et/ou toxiques, ainsi que de gaz, de liquides et de solides polluants.
- Éliminer les dangers pour le personnel ou les dommages aux équipements ou aux biens externes au petit appareil CHP à pile à combustible et à l'installation associée, dans la mesure où cela est rationnellement possible, en cas de dégagement quasi instantané de ce type d'énergie ou de gaz.
- Fournir les marquages de sécurité appropriés, concernant les risques résiduels de dangers.

Les dangers suivants doivent être pris en compte:

- dangers mécaniques: surfaces tranchantes, dangers de trébuchement, masses en mouvement et instabilité, résistance des matériaux, et liquides ou gaz sous pression;

- dangers électriques: contact des personnes avec des parties sous tension, courts-circuits, haute tension;
- dangers thermiques: surfaces chaudes, dégagement de liquides ou de gaz de température élevée, fatigue thermique;
- dangers de feu et d'explosion: gaz ou liquides inflammables, possibilité de mélanges explosifs dans les conditions normales et anormales de fonctionnement, possibilité de mélanges explosifs en conditions de défaut;
- dangers de dysfonctionnement: fonctionnement non sûr des équipements liés à l'installation, dû à des défaillances des logiciels, des composants des circuits de commande ou des composants de protection/de sécurité ou fabrication incorrecte ou mauvais fonctionnement;
- dangers liés aux matériaux et aux substances: détérioration de matériaux, corrosion, fragilisation, dégagements toxiques, dangers de suffocation (par exemple, en substituant des gaz de purge inertes à l'oxygène);
- dangers liés à l'élimination des déchets: élimination des matériaux toxiques, recyclage, élimination des liquides ou des gaz inflammables;
- dangers liés à l'environnement: fonctionnement non sûr dans des environnements chauds/froids, avec de la pluie, des inondations, du vent, des séismes, des feux extérieurs, de la fumée.

7.2.1.2 Considérations relatives à l'implantation

7.2.1.2.1 Dispositions d'implantation générales

Le petit appareil CHP à pile à combustible et les équipements, composants et commandes associés doivent être implantés conformément aux instructions du fabricant, dont il convient qu'elles couvrent les exigences suivantes.

- Ils doivent être disposés et fixés si nécessaire de sorte que le système et les équipements ne soient pas altérés par le vent et les phénomènes sismiques. Ils doivent être protégés de manière à ne pas être altérés par la pluie, la neige, la glace, l'eau et/ou des gelées, à moins que le système et les équipements ne soient conçus pour ces conditions.
- Ils doivent être placés à l'extérieur d'atmosphères potentiellement dangereuses telles que définies par l'IEC 60079-10-1, sauf agrément pour l'installation spécifique.
- Ils doivent être implantés de sorte que le petit appareil CHP à pile à combustible et les équipements n'altèrent pas les sorties du bâtiment.
- Ils doivent être placés de sorte que le ou les petits appareils CHP à piles à combustible et les composants d'un petit appareil CHP à pile à combustible, ainsi que leurs sorties de purge ou d'échappement respectives soient séparés des portes, fenêtres, prises d'air extérieures et autres ouvertures d'un bâtiment, afin d'empêcher toute introduction de gaz d'échappement dans le bâtiment.
- La ou les bouches d'extraction ne doivent présenter aucun danger lorsqu'elles sont orientées vers des passerelles ou autres voies de circulation piétonne.
- Le petit appareil CHP à pile à combustible et les équipements, composants et commandes associés doivent être placés de manière à permettre tout accès pour les opérations d'entretien, de maintenance et d'intervention d'urgence.
- Ils doivent être placés à distance de matériaux combustibles, de stocks à piles élevées et autres expositions à des dangers d'incendie. Les distances et les espaces libres doivent être conformes aux règlements de l'autorité compétente (AHJ³).
- Le petit appareil CHP à pile à combustible et les équipements, composants et commandes associés doivent être placés ou protégés afin d'éviter tout dommage physique dû à un déplacement de véhicules ou d'équipements.

³ AHJ = authority having jurisdiction.

- Les petits appareils CHP à piles à combustible multiples doivent être placés ou protégés de sorte qu'un incendie ou une défaillance de l'un des appareils ne présente pas un danger de sécurité pour les petits appareils CHP à piles à combustible contigus.
- Lorsqu'une analyse technique démontre que les exigences normatives indiquées dans le présent paragraphe se révèlent inutiles pour obtenir un niveau de sécurité équivalent, d'autres méthodes agréées doivent être proposées pour autorisation par l'autorité compétente.
- Les décharges de liquides et vapeurs doivent être éliminées selon cette même autorité.
- Les sols doivent être rendus étanches, des canalisations d'évacuation doivent être installées et d'autres mesures appropriées doivent être prises lors de l'installation d'un petit appareil CHP à pile à combustible censé exiger une vidange.

7.2.1.2.2 Installations en extérieur et en semi-extérieur

7.2.1.2.2.1 Prises d'air et événements

Les prises d'air et les événements d'un petit appareil CHP à pile à combustible doivent être placés de sorte que l'installation ne soit pas altérée par d'autres substances d'échappement, gaz ou contaminants. Les prises d'air d'un petit appareil CHP à pile à combustible doivent être dégagées de tout obstacle de sorte que leur pouvoir d'écoulement ne soit pas altéré par l'agglomération de solides, de poussière, d'eau, de glace et de neige.

7.2.1.2.2.2 Prises d'air et sorties d'air

Les prises d'air et sorties d'air vers et en provenance d'un petit appareil CHP à pile à combustible ne doivent pas affecter la circulation sur les passerelles ou autres voies de circulation piétonne.

7.2.1.2.2.3 Bouches d'extraction

La ou les bouches d'extraction des zones de traitement ou des zones contenant les composants à combustible d'un petit appareil CHP à pile à combustible, y compris les sorties des soupapes de sûreté, doivent être situées de sorte qu'elles n'altèrent pas les prises d'air de chauffage, ventilation et climatisation (CVC), les fenêtres, les portes et les autres ouvertures dans les bâtiments.

7.2.1.2.2.4 Espace autour des sorties

L'espace autour des sorties de combustibles ou des compartiments qui contiennent des composants à combustible, ainsi qu'autour des sorties des soupapes de sûreté doit être évalué conformément à l'IEC 60079-10-1.

7.2.1.2.2.5 Enveloppes

Les barrières de sécurité, clôtures, aménagements paysagers et autres enveloppes ne doivent pas altérer le débit d'air exigé en direction du petit appareil CHP à pile à combustible et ses composants, ni la sortie d'air exigée de ces derniers.

7.2.1.2.3 Installations en intérieur

Les petits appareils CHP à piles à combustible et leurs composants associés destinés à une utilisation en intérieur doivent être installés dans des locaux qui satisfont aux exigences des normes nationales applicables.

7.2.2 Instructions techniques

7.2.2.1 Généralités

Des manuels détaillés contenant les instructions techniques pour l'installation, l'utilisation et la maintenance doivent être fournis avec chaque petit appareil CHP à pile à combustible.

Ces instructions doivent comporter au moins les informations suivantes indiquées de 7.2.2.2 à 7.2.2.6.

7.2.2.2 Instructions techniques générales

- Les informations de la plaque signalétique, à l'exception du numéro de série et de l'année de fabrication (voir 7.1.1).
- La signification des symboles apposés sur le petit appareil CHP à pile à combustible et son conditionnement, conformément à 7.1.1 et 7.1.2.
- La référence à certaines normes et/ou réglementations particulières s'il est démontré que celles-ci sont nécessaires pour l'installation et l'utilisation correctes du petit appareil CHP à pile à combustible.
- Des informations (si nécessaire, voir 5.3.3.1.4 et 5.3.3.1.5)
 - sur les distances minimales à respecter par rapport aux matériaux inflammables, et
 - précisant que les parois sensibles à la chaleur, par exemple celles en bois, doivent être protégées par une isolation adaptée (si nécessaire).
- Une description générale de l'appareil avec une représentation des principales pièces (sous-ensembles) qui doivent être retirées afin de corriger les défauts de fonctionnement.
- Les températures ambiantes minimale et maximale de conception du petit appareil CHP à pile à combustible, prévues pour son fonctionnement.
- L'entretien nécessaire et l'intervalle recommandé entre les opérations d'entretien.
- Une indication selon laquelle, suite à l'installation du petit appareil CHP à pile à combustible, une personne compétente (par exemple, un installateur) doit former l'utilisateur au fonctionnement du petit appareil CHP à pile à combustible et des dispositifs de sécurité (le cas échéant), et doit lui fournir au moins la notice d'utilisation.
- La classe NO_x du petit appareil CHP à pile à combustible. Les exigences spécifiques concernant le Japon sont indiquées en C.7.2.2.2.
- Pour les petits appareils CHP à piles à combustible combinés de stockage
 - une description, si nécessaire, du mode de raccordement du petit appareil CHP à pile à combustible et du réservoir;
 - une indication du fait qu'il est nécessaire d'installer les dispositifs de sécurité spécifiés dans les réglementations d'installation locales, si ces dispositifs n'équipent pas le petit appareil CHP à pile à combustible.
- Pour les petits appareils CHP à piles à combustible à eau chaude domestique
 - la pression minimale à l'entrée du circuit d'eau chaude domestique.
- Pour les petits appareils CHP à piles à combustible destinés à être installés en semi-extérieur ou en extérieur
 - les températures ambiantes minimale et maximale de conception du petit appareil CHP à pile à combustible, prévues pour son fonctionnement;
 - les informations concernant l'installation en un emplacement semi-extérieur; toutes les instructions et exigences nécessaires pour un emplacement d'installation correct, y compris une tuyauterie extérieure, doivent être spécifiées;
 - le système de protection contre le gel, lorsqu'il existe, doit être décrit dans des termes généraux dans les instructions techniques à l'intention de l'installateur. Les instructions techniques à l'intention de l'installateur doivent préciser qu'il convient que les matériaux utilisés dans l'installation du petit appareil CHP à pile à combustible doivent être tels qu'ils conservent leur fonction dans les limites de températures d'installation déclarées.

7.2.2.3 Installation et réglage du circuit d'acheminement du gaz

- S'assurer que les informations du 7.1.2 concernant l'état de réglage indiqué sur la plaque signalétique d'origine ou sur la plaque signalétique supplémentaire doivent être compatibles avec les conditions d'alimentation locales.

- Instructions de réglage (le cas échéant) relatives aux petits appareils CHP à piles à combustible réglables par l'installateur, qui comportent une table de réglage indiquant le volume ou les débits massiques en m³/h ou kg/h, ou intégrant la pression du brûleur par rapport aux données de réglage possibles conformément à la ou aux catégories; les conditions de référence sont les suivantes: 15 °C, 101,325 kPa, gaz sec.
- Pour les petits appareils CHP à piles à combustible capables de fonctionner avec plusieurs gaz, les informations concernant les opérations exigées pour la conversion entre deux gaz et l'indication selon laquelle les réglages et les modifications doivent être effectués uniquement par une personne compétente; en cas de réglage par une personne compétente, le dispositif de réglage doit être obturé après réglage.
- Pour les petits appareils CHP à piles à combustible équipés de dispositifs de régulation du rapport air/gaz, une indication claire précisant s'il est prévu ou non que les paramètres des dispositifs de régulation du rapport air/gaz peuvent être réglés par l'installateur et/ou un ouvrier d'entretien. Si le dispositif de régulation du rapport air/gaz doit être réglable, la méthode de réglage doit alors être décrite. Les informations doivent inclure une valeur de CO₂ et/ou O₂ à utiliser pour le réglage du dispositif de régulation du rapport air/gaz. Il convient que des tolérances acceptables accompagnent cette valeur de CO₂ et/ou O₂. Il convient également d'indiquer une valeur maximale admise pour le CO.

7.2.2.4 Installation avec le circuit de chauffage central, le cas échéant

- Informations concernant la température d'eau maximale en °C.
- Exemples de types de commandes qui peuvent être utilisées.
- Précautions à prendre pour limiter le niveau de bruit de fonctionnement de l'installation (si exigé).
- Pour les systèmes étanches, des instructions concernant l'installation d'un vase de dilatation sous pression lorsque le petit appareil CHP à pile à combustible n'est pas équipé à l'origine d'un tel dispositif.
- Informations concernant
 - soit la courbe caractéristique de la charge de pression d'eau existante au raccord de sortie du petit appareil CHP à pile à combustible si ce dernier comporte une pompe intégrée,
 - soit la perte de charge en fonction du débit d'eau, sous forme de graphique ou de tableau, pour un petit appareil CHP à pile à combustible alimenté sans pompe.
- Pour les petits appareils CHP à piles à combustible conformes au 5.2.7.9.3.2, des informations précisant que ces appareils doivent être montés uniquement avec une installation de chauffage central comportant un vase de dilatation ouvert

7.2.2.5 Installation du circuit de combustion

- Les informations concernant le type d'installation pour lequel le petit appareil CHP à pile à combustible est agréé.
- Indiquer que le petit appareil CHP à pile à combustible doit être installé avec les accessoires nécessaires (par exemple, conduites, borne de conduites, accessoire de conduite) fournis avec lui, ou spécifier les accessoires nécessaires qui doivent être installés.
- Les instructions concernant l'installation des pièces destinées à équiper le petit appareil CHP à pile à combustible.
- Le nombre maximum de coudes à utiliser, la longueur maximale et, si nécessaire, la longueur minimale des conduites d'alimentation en air et des conduites d'évacuation des produits de combustion.
- Les caractéristiques particulières du protecteur de borne de conduites, lorsque des dispositions sont prévues pour celui-ci, et les informations concernant son installation par rapport à la borne de conduites.
- Pour les petits appareils CHP à piles à combustible de Type C₁:

- les informations concernant le fait de déterminer si et comment la borne de conduites doit être placée sur le mur et/ou le toit;
 - l'instruction selon laquelle les sorties de borne de conduites de conduites séparées doivent s'insérer dans un carré de 500 mm.
- Pour les petits appareils CHP à piles à combustible de Type C₃:
- l'instruction selon laquelle les sorties de borne de conduites de conduites séparées doivent rentrer dans un carré de 500 mm;
 - l'instruction selon laquelle la distance entre les plans des deux orifices doit être au moins de 500 mm.
- Pour les petits appareils CHP à piles à combustible de Type C₄:
- la température et le débit massique de fonctionnement nominaux des produits de combustion;
 - la température de surchauffe des produits de combustion;
 - la perte de charge minimale et maximale admise dans les conduites d'alimentation en air et les conduites d'évacuation des produits de combustion, ou la longueur minimale et maximale de ces conduites;
 - la température et le débit massique minimums des produits de combustion au débit calorifique minimum avec une longueur de conduites maximale, si nécessaire;
 - les caractéristiques des réseaux de conduites communs auxquels le petit appareil CHP à pile à combustible peut être raccordé.
- Pour les petits appareils CHP à piles à combustible de Type C₅:
- l'instruction selon laquelle les bornes de conduites pour l'alimentation en air de combustion et les bornes pour l'évacuation des produits de combustion ne doivent pas être installées sur les murs opposés du bâtiment.
- Pour les petits appareils CHP à piles à combustible de Type C₆ livrés sans leur propre réseau de conduites:
- la température et le débit massique de fonctionnement nominaux des produits de combustion;
 - la température de surchauffe des produits de combustion;
 - la température et le débit massique minimums des produits de combustion au débit calorifique minimum;
 - le tirage maximal admissible et la différence de pression maximale admissible entre l'entrée d'air de combustion et la sortie des gaz de combustion (y compris les pressions du vent);
 - l'instruction selon laquelle le petit appareil CHP à pile à combustible doit être installé uniquement avec une borne de conduites conforme aux exigences des normes de cheminées locales;
 - la méthode de calcul de la perte de charge dans les conduites d'alimentation en air et les conduites d'évacuation des produits de combustion, en commençant avec les valeurs de température et de débit massique des produits de combustion par rapport à la fraction volumique de CO₂.
- Pour les petits appareils CHP à piles à combustible de Type C₈:
- la température et le débit massique de fonctionnement nominaux des produits de combustion;
 - la température de surchauffe des produits de combustion;
 - la température et le débit massique minimums des produits de combustion au débit calorifique minimum;
 - les caractéristiques de la cheminée à laquelle le petit appareil CHP à pile à combustible peut être raccordé.
- Pour les petits appareils CHP à piles à combustible de Type C₉:

- le diamètre/la section minimums utilisables de la conduite verticale d'alimentation en air de combustion doivent être spécifiés.

Des exigences supplémentaires sont indiquées en B.7.2.2.5 pour l'Europe et en C.7.2.2.5 pour le Japon.

7.2.2.6 Installation électrique

- Les informations visant à prendre en compte certaines normes et/ou réglementations (nationales/régionales) particulières, s'il est démontré que celles-ci sont nécessaires pour une installation correcte avec le réseau électrique.
- L'obligation de mise à la terre des petits appareils CHP à piles à combustible qui comportent des équipements électriques alimentés par le réseau.
- Un schéma de circuits avec bornes (y compris celles de commande externe).

7.3 Instructions de fonctionnement (c'est-à-dire instructions à l'intention de l'utilisateur)

Chaque petit appareil CHP à pile à combustible doit être accompagné d'instructions destinées à l'utilisateur. Ces instructions doivent inclure les informations nécessaires concernant l'utilisation et l'entretien du petit appareil CHP à pile à combustible et comporter au moins les éléments suivants:

- préciser qu'il convient d'appeler une personne compétente afin d'installer, convertir et régler le petit appareil CHP à pile à combustible le cas échéant;
- spécifier les opérations de démarrage et d'arrêt du petit appareil CHP à pile à combustible;
- spécifier qu'il est nécessaire de respecter les avertissements;
- expliquer les opérations nécessaires pour le fonctionnement normal, le nettoyage et la maintenance quotidienne du petit appareil CHP à pile à combustible;
- expliciter les précautions éventuelles à prendre contre le gel (si nécessaire);
- mettre en garde contre toute utilisation incorrecte;
- mettre vigoureusement en garde contre toute interférence avec un composant étanche (le cas échéant);
- préciser qu'il convient que le petit appareil CHP à pile à combustible fasse l'objet d'une vérification et d'un entretien périodiques par une personne compétente.

Des exigences supplémentaires sont indiquées en B.7.3 pour l'Europe.

7.4 Instructions de conversion (le cas échéant)

Les pièces ou les procédures destinées à faire l'objet d'une conversion en une autre famille de gaz, un autre groupe, une autre plage et/ou une autre pression d'alimentation, doivent être accompagnées des instructions de conversion à l'intention d'une personne compétente.

Les instructions doivent:

- spécifier les pièces et/ou les procédures nécessaires pour effectuer la conversion et leurs moyens d'identification,
- spécifier clairement les opérations nécessaires pour effectuer le remplacement des pièces et le réglage correct (le cas échéant),
- décrire les procédures nécessaires pour la conversion (le cas échéant),
- spécifier que les dispositifs d'étanchéité rompus doivent être reconstitués et/ou que les dispositifs de réglage éventuels doivent être étanches.

Une étiquette autoadhésive destinée à être apposée sur le petit appareil CHP à pile à combustible doit être fournie avec les pièces et les instructions de conversion. Il doit être

possible d'indiquer sur cette étiquette le marquage spécifié au 7.1.2 pour lequel le petit appareil CHP à pile à combustible a été adapté, en précisant

- le groupe ou la plage de gaz;
- le type de gaz;
- la pression d'alimentation en gaz.

Des exigences supplémentaires sont indiquées en B.7.4 pour l'Europe.

7.5 Présentation

Toutes les informations spécifiées au 7.1, 7.2, 7.3 et 7.4 doivent être fournies dans la ou les langues et conformément à la pratique du ou des pays dans lesquels le petit appareil CHP à pile à combustible est destiné à être installé.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62282-3-400:2016

Annexe A (informative)

Dangers, situations dangereuses et événements dangereux significatifs traités dans la présente norme

Le Tableau A.1 énumère les dangers, situations dangereuses et événements dangereux significatifs traités dans la présente norme, ainsi que le ou les articles/paragraphes correspondants.

Tableau A.1 – Situations et événements dangereux

Dangers, situations et événements dangereux significatifs	Article/paragraphe
☐ Dangers mécaniques dus aux phénomènes suivants:	
☐ Forme (surfaces tranchantes)	5.1, 5.2.3.2.3
☐ Emplacement relatif (danger de glissade/écrasement)	5.1
☐ Masse et stabilité (énergie potentielle des éléments qui peuvent se déplacer sous l'effet de la gravité)	5.1
☐ Masse et vitesse (énergie cinétique des éléments à mouvement contrôlé ou non contrôlé)	5.1
☐ Caractère inadéquat de la résistance mécanique (spécification inappropriée du matériau ou de la géométrie)	5.1, 5.2.1
☐ Fluides sous pression (surpressurisation, éjection de fluides sous pression, vide)	5.1, 5.4.2.1.2.1, 5.4.2.3, 5.4.2.4, 5.4.5
☐ Dangers électriques dus aux phénomènes suivants:	
☐ Contact des personnes avec des parties actives (contact direct)	5.2.6
☐ Contact des personnes avec des parties devenues actives dans des conditions de défaut (contact indirect)	5.2.6
☐ Approche de parties actives sous haute tension	5.2.6
☐ Phénomènes électrostatiques	5.2.6, 5.3.2.1.3.1, 5.3.6
☐ Phénomènes électromagnétiques	5.2.6, 5.3.6
☐ Effets thermiques/chimiques des courts-circuits, surcharges	5.2.6
☐ Projection de particules fondues	5.2.6
☐ incluant la charge résiduelle sur la pile à combustible et le danger énergétique entre les piles	5.1
☐ Dangers thermiques dus aux phénomènes suivants:	
☐ Contact des personnes avec des surfaces à températures extrêmement élevées	5.2.6
☐ Dégagement de fluides à température élevée	5.3.3
☐ Fatigue thermique	5.2.6
☐ Température excessive des équipements conduisant à un fonctionnement non sûr	5.2.6
☐ Dangers engendrés par des matériaux et des substances:	
☐ Dangers dus au contact avec des fluides, gaz, brouillards, fumées et poussières dangereux ou dus à leur inhalation	5.1, 5.2.6
☐ Danger d'incendie ou d'explosion dû à la fuite de fluides inflammables	5.1, 5.3.2
☐ Danger d'incendie ou d'explosion dû à une accumulation interne de mélanges inflammables	5.1, 5.3.2
☐ Situations dangereuses dues à une détérioration des matériaux (par exemple, corrosion) ou à une accumulation de matériaux (par exemple, encrassement)	5.1, 5.3.2
☐ Asphyxie	5.1, 5.2.6
☐ Matières réactives (pyrophoriques)	5.1, 5.2.6
☐ Dangers engendrés par des dysfonctionnements:	

Dangers, situations et événements dangereux significatifs	Article/paragraphe
☐ Fonctionnement non sûr dû à des défaillances ou au caractère inadéquat du logiciel ou de la logique de commande	5.1, 5.2.6, 5.3
☐ Fonctionnement non sûr dû à des défaillances du circuit de commande ou des composants de protection/sécurité	5.1, 5.2.6, 5.3
☐ Fonctionnement non sûr dû à une panne d'électricité	5.1, 5.2.6, 5.3
☐ Dangers engendrés par le non-respect des principes ergonomiques:	
☐ Dangers dus à une conception, un emplacement ou une identification inappropriés des commandes manuelles	5.1, 5.2.6, 5.3
☐ Dangers dus à une conception ou un emplacement inappropriés des consoles de visualisation et des panneaux d'avertissement	5.1, 5.2.6, 5.3
☐ Bruit	5.3
☐ Dangers engendrés par une intervention humaine erronée:	
☐ Dangers dus à un écart par rapport à un fonctionnement correct	5.1, 5.2.6, 5.3
☐ Dangers dus à des erreurs de fabrication/montage/installation	5.1, 5.2.6, 5.3
☐ Dangers dus à des erreurs de maintenance	7
☐ Actes de vandalisme	
☐ Dangers liés à l'environnement:	
☐ Fonctionnement non sûr dans des environnements extrêmement chauds/froids	7
☐ Pluie, inondation	5.3.7.1
☐ Vent	5.3.7.2
☐ Séisme	7.2.1.1
☐ Incendie externe	5.2.4.2, 5.2.6
☐ Fumée	5.2.6
☐ Neige, surcharge de glace	
☐ Attaque par des animaux indésirables	
☐ Pollution:	
☐ Pollution de l'air	5.2.6
☐ Pollution de l'eau	5.2.6
☐ Pollution du sol	5.2.6

Annexe B (informative)

Exigences spécifiques pour l'Europe

Seuls les paragraphes de la présente norme internationale modifiés par les exigences spécifiques aux pays européens sont énumérés dans l'Annexe B, leur numérotation correspondant au paragraphe respectif du corps principal de la norme. Les autres exigences s'appliquent sans modification. Les paragraphes complémentaires à ceux de la partie principale de la norme sont numérotés à partir de 101.

B.1 Domaine d'application

L'Article 1 est applicable avec l'ajout suivant:

La présente norme s'applique aux petits appareils CHP à piles à combustible des types suivants: Type B₂₂, Type B₂₃, Type B₃₂, Type B₃₃, Type B₅₂, Type B₅₃, Type C₁, Type C₃, Type C₄, Type C₅, Type C₆, Type C₈ et Type C₉ tels que classés dans le CEN/TR 1749,

- qui utilisent un ou plusieurs gaz combustibles des trois familles de gaz aux pressions indiquées dans l'EN 437,
- avec lesquels la température du fluide caloporteur de l'eau ne dépasse pas 105 °C en fonctionnement normal,
- avec lesquels la pression de service maximale dans le
 - circuit d'eau de chauffage ne dépasse pas 0,6 MPa,
 - la pression maximale du circuit d'eau chaude domestique (si installé) est de 1,0 MPa,
- qui sont destinés à être installés en semi-extérieur, et
- qui sont destinés à produire de l'eau chaude, par le principe d'instantanéité ou par le principe de stockage.

NOTE Pour les applications avec lesquelles la température maximale admissible dépasse 110 °C ou avec lesquelles le volume multiplié par la pression maximale admissible dépasse 5,0 MPa.l, des exigences supplémentaires peuvent être nécessaires pour satisfaire aux exigences essentielles de la Directive 2014/68/UE (Directive relative aux équipements sous pression (DEP)).

B.2 Références normatives

L'Article 2 est applicable avec les modifications suivantes:

Toutes les références aux normes IEC ou ISO utilisées dans la partie principale de la norme doivent être remplacées par la norme européenne appropriée, notamment en cas d'harmonisation avec une Directive européenne pertinente telle que la directive 2009/142/CE (GAD – Gas Appliances Directive) ou la directive 2014/35/UE (LVD – Low Voltage Directive).

Référence à l'Article 2	Remplacée par
ISO 23551-2	EN 88-1, <i>Régulateurs de pression et dispositifs de sécurité associés pour appareils à gaz – Partie 1: Régulateurs de pression pour pression amont inférieure ou égale à 500 mbar</i>
-	EN 126, <i>Robinetterie multifonctionnelle pour les appareils utilisant les combustibles gazeux</i>

Référence à l'Article 2	Remplacée par
ISO 23551-1	EN 161, <i>Robinets automatiques de sectionnement pour brûleurs à gaz et appareils à gaz</i>
IEC 60730-2-5	EN 298, <i>Systèmes automatiques de commande pour brûleurs et appareils utilisant des combustibles gazeux ou liquides</i>
-	EN 437, <i>Gaz d'essais – Pressions d'essais – Catégories d'appareils</i>
-	EN 1057, <i>Cuivre et alliages de cuivre – Tubes ronds sans soudure en cuivre pour l'eau et le gaz dans les applications sanitaires et de chauffage</i>
-	EN 10029, <i>Tôles en acier laminées à chaud, d'épaisseur égale ou supérieure à 3 mm – Tolérances sur les dimensions et la forme</i>
ISO 23552-1	EN 12067-2, <i>Dispositifs de régulation du rapport air/gaz pour brûleurs à gaz et appareils à gaz. – Partie 2: Dispositifs électroniques</i>
-	EN 13501-1, <i>Classement au feu des produits et éléments de construction – Partie 1: classement à partir des données d'essais de réaction au feu</i>
ISO 23550	EN 13611, <i>Équipements auxiliaires pour brûleurs à gaz et appareils à gaz – Exigences générales</i>
-	EN 50438, <i>Exigences pour les installations de microgénération destinées à être raccordées en parallèle avec les réseaux publics de distribution à basse tension</i>
-	CLC/TS 50549-1, <i>Prescriptions relatives au raccordement de générateurs de plus de 16A par phase – Partie 1: connexion au réseau de distribution BT</i>
IEC 60335-2-102	EN 60335-2-102, <i>Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 2-102: règles particulières pour les appareils à combustion au gaz, au mazout et à combustible solide comportant des raccordements électriques (IEC 60335-2-102:2004, IEC 60335-2-102:2004/AMD1:2008 et IEC 60335-2-102:2004/AMD, modifiée)</i>
IEC 60730-1	EN 60730-1, <i>Dispositifs de commande électrique automatiques à usage domestique et analogue – Partie 1: Règles générales</i>
-	CEN/TR 1749, <i>Modèle européen pour la classification des appareils utilisant les combustibles gazeux selon le mode d'évacuation des produits de combustion (types)</i>

B.4 Classification des appareils

B.4.1 Gaz et catégories de gaz

Les dispositions du 4.1 sont remplacées par les suivantes:

Les gaz sont classés en familles, groupes et plages conformément à l'EN 437.

Les petits appareils CHP à piles à combustible sont classés en catégories conformément à l'EN 437.

NOTE Des gaz d'essai supplémentaires seront pris en compte en raison de l'évolution future des gaz d'alimentation. Sauf absence de toute décision, les gaz limites existants sont des gaz qui traduisent l'état de la technique actuel.

B.4.3 Pression maximale de service de l'eau

Les dispositions du 4.3 sont applicables avec l'ajout suivant:

Les limites de classes de pression sont les suivantes:

- classe de pression 1: $p_{w,max} = 0,1 \text{ MPa}$ (1 bar)
- classe de pression 2: $p_{w,max} = 0,3 \text{ MPa}$ (3 bars)
- classe de pression 3: $p_{w,max} = 0,6 \text{ MPa}$ (6 bars)

B.5.2 Exigences de construction pour la sécurité

B.5.2.3.1.3.2 Cas du circuit d'eau de chauffage ou du circuit d'eau chaude domestique

Les dispositions du 5.2.3.1.3.2 sont applicables avec l'ajout suivant:

En cas d'utilisation de raccords en cuivre, l'extrémité de raccordement du tube doit satisfaire à l'EN 1057.

B.5.2.3.1.3.4 Vidange

Les dispositions du 5.2.3.1.3.4 sont applicables avec l'ajout suivant:

Si la vidange de l'appareil par ses raccordements d'eau n'est pas possible, ce même appareil doit comporter un dispositif qui permet de le vidanger; l'appareil peut également être utilisé au moyen d'un outil tel qu'une clé ou un tournevis.

B.5.2.3.2.1 Conduites d'alimentation en air et conduites d'évacuation des produits de combustion

Les dispositions du 5.2.3.2.1 sont applicables avec l'ajout suivant:

Les sorties des bornes de conduites des conduites séparées destinées à l'alimentation en air de combustion et à l'évacuation des produits de combustion

- des petits appareils CHP à piles à combustible de Type C_1 et de Type C_3 doivent rentrer dans un carré de 50 cm, et
- peuvent aboutir dans des zones de pression différente pour les petits appareils CHP à piles à combustible de Type C_5 , mais non sur les murs opposés du bâtiment.

B.5.2.3.2.3 Protecteur de borne de conduites

Les dispositions du 5.2.3.2.3 sont applicables avec l'ajout suivant:

La distance entre toute pièce du protecteur de borne de conduites et la borne de conduites, sauf le montant, doit être supérieure à 50 mm.

B.5.2.3.2.4 Accessoire de conduite

Les dispositions du 5.2.3.2.4 sont applicables avec l'ajout suivant:

Le paragraphe 5.2.3.2.4 s'applique au Type C₄ et au Type C₈.

B.5.2.3.4 Raccordement à l'alimentation électrique

Les dispositions du 5.2.3.4 sont applicables avec l'ajout suivant:

Les exigences techniques concernant le raccordement et le fonctionnement en parallèle avec des réseaux publics de distribution à basse tension doivent satisfaire à l'EN 50438 ou à la CLC/TS 50549-1 respectivement.

B.5.2.5 Matériaux

B.5.2.5.2 Isolation thermique

Les dispositions du 5.2.5.2 sont applicables avec l'ajout suivant:

L'isolation doit être constituée d'un matériau ignifuge d'euroclasse B conformément à l'EN 13501-1. Les matériaux à inflammabilité normale d'euroclasse D conformément à l'EN 13501-1 sont toutefois admis, à condition que

- l'isolation soit appliquée sur des surfaces en contact avec l'eau, ou
- la température de la surface sur laquelle elle est appliquée ne dépasse pas 85°C en fonctionnement normal, ou
- l'isolation soit protégée par un boîtier non combustible ayant une épaisseur de paroi appropriée.

Si des flammes peuvent venir en contact avec l'isolation, celle-ci doit être constituée d'un matériau inflammable d'euroclasse A1 ou A2 conformément à l'EN 13501-1.

B.5.2.5.101 Matériaux et épaisseurs des parois ou des tubes sous une pression d'eau de classe 3

B.5.2.5.102 Généralités

Les caractéristiques des matériaux et les épaisseurs des parois sous pression doivent satisfaire aux exigences de B.5.2.5.103, B.5.2.5.104 et B.5.2.5.105. Si d'autres matériaux et/ou épaisseurs sont utilisés, le fabricant doit fournir une justification appropriée par rapport à l'aptitude à l'emploi.

B.5.2.5.103 Matériaux

Les matériaux destinés aux pièces sous pression doivent être appropriés à leur service et à leur utilisation prévue.

Les matériaux suivants satisfont à ces critères:

- aciers dont les propriétés et la composition chimique sont détaillées dans le Tableau B.2;
- fontes dont les propriétés mécaniques sont détaillées dans le Tableau B.2;
- matériaux non ferreux détaillés dans le Tableau B.2 et le Tableau B.2.