

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Explosive atmospheres –
Part 19: Equipment repair, overhaul and reclamation**

**Atmosphères explosives –
Partie 19: Réparation, révision et remise en état du matériel**

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60079-19:2006



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2006 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: 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.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

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

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Explosive atmospheres –
Part 19: Equipment repair, overhaul and reclamation**

**Atmosphères explosives –
Partie 19: Réparation, révision et remise en état du matériel**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XA

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	8
4 General	10
4.1 General principles	10
4.2 Statutory requirements	10
4.3 Instructions for the user.....	11
4.4 Instructions for the repair facility	11
5 Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection "d" (flameproof).....	19
5.1 Application	19
5.2 Repair and overhaul.....	19
5.3 Reclamation	23
5.4 Modifications	23
6 Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection "i" (intrinsic safety).....	25
6.1 Application	25
6.2 Repair and overhaul.....	26
6.3 Reclamation	28
6.4 Modifications	28
7 Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection "p" (pressurized).....	28
7.1 Application	28
7.2 Repair and overhaul.....	28
7.3 Reclamation.....	31
7.4 Modifications	32
8 Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection "e" (increased safety).....	33
8.1 Application	33
8.2 Repair and overhaul.....	33
8.3 Reclamation	37
8.4 Modifications	38
9 Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection "n" (non-sparking)	38
9.1 Application	38
9.2 Repair and overhaul.....	38
9.3 Reclamation	42
9.4 Modifications	43
10 Additional requirements for the repair and overhaul of equipment covered by IEC 60079-26	43

11	Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection 'tD'	43
11.1	Application	43
11.2	Repair and overhaul	44
11.3	Reclamation	46
11.4	Modifications	47
12	Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection pressurization "pD"	48
12.1	Application	48
12.2	Repair and overhaul	48
12.3	Reclamation	48
12.4	Modifications	48
	Annex A (normative) Identification of repaired equipment by marking	49
	Annex B (normative) Knowledge, skills and competencies of "Responsible Persons" and "Operatives"	51
	Annex C (normative) Requirements for measurements in flameproof equipment during overhaul, repair and reclamation (including guidance on tolerances)	53
	Figure C.1 – Determination of maximum gap of reclaimed parts	55
	Table C.1 – Determination of maximum gap of reclaimed parts	54

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

EXPLOSIVE ATMOSPHERES –

Part 19: Equipment repair, overhaul and reclamation

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 60079-19 has been prepared by subcommittee 31J: Classification of hazardous areas and installation requirements, of IEC technical committee 31: Equipment for explosive atmospheres.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1993 and constitutes a technical revision.

The significant technical changes with respect to the previous edition are as follows:

- additional requirements for repair and overhaul of equipment covered by IEC 60079-26 are included;
- additional requirements for repair and overhaul of equipment with type of protection 'tD' and 'pD' for combustible dusts are included;

- knowledge, skills and competencies of "Responsible Persons" and "Operatives" are explained;
- requirements for measurements in flameproof equipment during overhaul, repair and reclamation (including guidance on tolerances) are added.

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

FDIS	Report on voting
31J/124/FDIS	31J/135/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 of the IEC 60079 series, under the general title *Explosive atmospheres*, can be found on the the IEC website.

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

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

INTRODUCTION

When electrical equipment is installed in areas where dangerous concentrations and quantities of flammable gases, vapours, mists or dusts may be present in the atmosphere, protective measures are to be applied to reduce the likelihood of explosion due to ignition by arcs, sparks or hot surfaces produced either in normal operation or under specified fault conditions.

This part of IEC 60079 is supplementary to other relevant IEC standards, for example IEC 60364, as regards installation requirements, and also refers to IEC 60079 and its appropriate parts for the design requirements of suitable electrical equipment.

Clause 4 of this part of IEC 60079 contains general requirements for the repair and overhaul of equipment and should be read in conjunction with the other relevant clauses of this standard dealing with the detailed requirements for individual types of protection.

In cases where protected equipment incorporates more than one type of protection, reference should be made to all clauses involved.

This part not only gives guidance on the practical means of maintaining the electrical safety and performance requirements of repaired equipment, but also defines procedures for maintaining, after repair, overhaul or reclamation, compliance of the equipment with the provisions of the certificate of conformity or with the provisions of the appropriate explosion protection standard where a certificate is not available.

The nature of the explosion protection offered by each type of protection varies according to its unique features. Reference should be made to the appropriate standard(s) for details.

Users will utilize the most appropriate repair facilities for any particular item of equipment, whether they be the facilities of the manufacturer or a suitably competent and equipped repairer (see note).

This part recognizes the necessity of a required level of competence for the repair, overhaul and reclamation of the equipment. Some manufacturers may recommend that the equipment be repaired only by them.

In the case of the repair, overhaul or reclamation of equipment which has been the subject of design certification, it may be necessary to clarify the position of the continued conformity of the equipment with the certificate.

NOTE Whilst some manufacturers recommend that certain equipment be returned to them for repair or reclamation, there are also competent independent repair organizations who have the facilities to carry out repair work on equipment employing some or all of the types of protection covered by IEC 60079. For repaired equipment to retain the integrity of the type(s) of protection employed in its design and construction, detailed knowledge of the original manufacturer's design (which may only be obtainable from design and manufacturing drawings) and any certification documentation may be necessary. Where equipment is not being returned to the original manufacturer for repair or reclamation, the use of repair organizations that are recommended by the original manufacturer should be considered.

EXPLOSIVE ATMOSPHERES –

Part 19: Equipment repair, overhaul and reclamation

1 Scope

This part of IEC 60079

- gives instructions, principally of a technical nature, on the repair, overhaul, reclamation and modification of a certified equipment designed for use in explosive atmospheres;
- is not applicable to maintenance, other than when repair and overhaul cannot be disassociated from maintenance, neither does it give advice on cable entry systems which may require renewal when the equipment is re-installed;
- is not applicable to type of protection 'm';
- assumes that good engineering practices are adopted throughout.

NOTE Much of the content of this standard is concerned with the repair and overhaul of electrical rotating machines. This is not because they are the most important items of explosion-protected equipment but rather because they are often major items of repairable capital equipment in which, whatever type of protection is involved, sufficient commonality of construction exists as to make possible more detailed instructions for their repair, overhaul, reclamation or modification.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application 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.

IEC 60079 (all parts), *Explosive atmospheres*

IEC 60085, *Electrical insulation – Thermal classification*

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

IEC 61241-0, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust – Part 0: General requirements*

IEC 61241-2, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust – Part 2: Test methods*

ISO 4526, *Metallic coatings – Electroplated coatings of nickel for engineering purposes*

ISO 6158, *Metallic coatings – Electrodeposited coatings of chromium for engineering purposes*

ISO 9000, *Quality management and systems – Fundamentals and vocabulary*

3 Terms and definitions

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

3.1

serviceable condition

condition which permits a replacement or reclaimed component part to be used without prejudice to the performance or explosion protection aspects of the equipment, with due regard to the certification requirements as applicable, in which such a component part is used

3.2

repair

action to restore faulty equipment to its fully serviceable condition and in compliance with the relevant standard

NOTE The relevant standard means the standard to which the equipment was originally designed.

3.3

overhaul

action to restore to a fully serviceable condition equipment which has been in use or in storage for a period of time but which is not faulty

3.4

maintenance

routine actions taken to preserve the fully serviceable condition of the installed equipment (see Clause 1)

3.5

component part

an indivisible item

NOTE The assembly of such items may form equipment.

3.6

reclamation

means of repair involving, for example, the removal or addition of material to reclaim component parts which have sustained damage, in order to restore such parts to a serviceable condition in accordance with the relevant standard

NOTE The relevant standard means the standard to which the individual parts were originally manufactured.

3.7

modification

change to the design of the equipment which affects material, fit, form or function

3.8

manufacturer

maker of the equipment (who may also be the supplier, the importer or the agent) in whose name usually the certification, where appropriate, of the equipment was originally registered

3.9

user

user of the equipment

3.10**repair facility**

facility providing a service that consists of repairs, overhauls, or reclamations of explosion-protected equipment who may be the manufacturer, the user or a third party (repair agency)

3.11**certification**

certification leading to the issue of a certificate of conformity which refers primarily to assessments of equipment carried out by a recognized testing authority.

This standard may also apply to equipment certified by other certification authorities, or to equipment which has been self-certified by manufacturers or users as complying with recognized standards.

3.12**certificate references**

a certificate reference number may refer to a single design or a range of equipment of similar design

3.13**symbol "X"**

the symbol "X" is used to denote special conditions of safe use. The certification documents need to be studied before such equipment is installed, repaired, overhauled, reclaimed or modified.

3.14**copy winding**

process by which a winding is totally or partially replaced by another, the characteristics and properties of which are at least as good as those of the original

3.15**type of protection "d"**

type of protection in which parts which can ignite an explosive atmosphere are placed in an enclosure which can withstand the pressure developed during an explosion of an explosive mixture and which prevents the transmission of the explosion to the explosive atmosphere surrounding the enclosure

3.16**type of protection "i"**

circuit in which no spark or any thermal effect produced in the test conditions prescribed in the relevant standard(s) (which include normal operation and specific fault condition) is capable of causing ignition of a given explosive atmosphere.

3.17**type of protection "p"**

type of protection by which the entry of a surrounding atmosphere into the enclosure of the electrical equipment is prevented by maintaining, inside the said enclosure, a protective gas at a higher pressure than that of the surrounding atmosphere. The overpressure is maintained either with or without a continuous flow of the protective gas.

3.18**type of protection "e"**

type of protection by which measures are applied so as to prevent, with a higher degree of security, the possibility of excessive temperatures and the occurrence of arcs or sparks in the interior and on the external parts of the electrical equipment which would not produce them in normal service

3.19

type of protection "n"

type of protection applied to the electrical equipment such that, in normal operation, it is not capable of igniting the surrounding explosive atmosphere and that a fault capable of causing ignition is not likely to occur

3.20

type of protection "tD"

type of protection for explosive dust atmospheres where electrical equipment is provided with an enclosure providing dust ingress protection and a means to limit surface temperatures

3.21

type of protection "pD"

type of protection reliant upon the enclosure being subjected to a continuous pressure, according to IEC 61241-2, from a supply of uncontaminated air or other non-flammable gas while electricity is connected to the enclosure

4 General

4.1 General principles

This clause covers those aspects of repair, overhaul, reclamation and modification which are common to all explosion-protected equipment. Subsequent clauses provide instructions for the additional requirements relevant to specific types of protection. When equipment incorporates more than one type of protection, reference shall be made to the appropriate clauses.

NOTE 1 Additional requirements for types of protection "o" and "q" have not been defined.

Assuming that repairs and overhauls are carried out using good engineering practices, then

- a) if manufacturers' specified parts or parts as specified in the certification documentation are used in a repair or overhaul, the equipment is presumed to be in conformity with the certificate;
- b) if repairs or modifications are carried out on the equipment specifically as detailed in the certification documents, the equipment should still conform with the certificate.

In circumstances where the certification documents are not available, then the repair or overhaul shall be carried out on the equipment in accordance with this standard and other relevant standard(s). The steps taken to obtain the certification documents shall be recorded in the repair facility records (see 4.4.1.5.3).

If other repair or modification techniques are used which are not in accordance with this standard, then it will be necessary to ascertain, from the manufacturers, and/or the certification authority, the suitability of the equipment for continued use in an explosive atmosphere.

NOTE 2 Repair of equipment which has no marking plate should be avoided.

4.2 Statutory requirements

4.2.1 Repair facility

The repair facility shall be aware of any specific requirements in relevant national legislation which may govern the repair or overhaul operation.

4.2.2 User

The equipment user should be aware of any relevant legislation should he wish to undertake the repair or overhaul of equipment himself. In addition, he should be aware of any changes in responsibility for health and safety, should refurbishment and/or re-installation be carried out by a third party.

4.3 Instructions for the user

4.3.1 Certificates and documents

The equipment design certificate and other related documents (see 4.4.1.5.1) should be obtained as part of the original purchase contract.

4.3.2 Records and work instructions

All relevant documentation that is available shall be obtained as part of the original purchase contract. Records of any previous repairs, overhauls or modifications shall be kept by the user and made available to the repairer.

NOTE It will be in the interests of the user that the repairer is notified, whenever possible, of the fault and/or nature of the work to be done.

Special requirements stipulated in the user's specifications, and which are supplementary to the various standards, e.g. enhanced ingress protection, shall be brought to the attention of the repairer.

The user shall inform the repairer of any statutory requirement for compliance with certification (see note in the introduction).

4.3.3 Re-installation of repaired equipment

Before the repaired equipment is re-commissioned, cable/conduit entry systems shall be checked to ensure that they are undamaged and are appropriate to the equipment type of protection. Recommendations may be found in the wiring systems clause of IEC 60079-14.

4.3.4 Repair facilities

The user shall ascertain that the repair facility concerned can demonstrate compliance with the relevant stipulations of this standard.

4.4 Instructions for the repair facility

4.4.1 Repair and overhaul

4.4.1.1 General

Repair facilities shall operate a Quality Management System that meets with the requirements of the ISO 9000 series of standards.

The repair facility shall appoint a person ('Responsible Person') with the required competency (see Annex B), within the management organization, to accept responsibility and authority for ensuring that the overhauled/repaired equipment complies with the certification status agreed with the user. The person so appointed shall have a working knowledge of the appropriate explosion protection standards and an understanding of this standard.

The repair facility must have adequate repair and overhaul facilities as well as the appropriate equipment necessary and trained Operatives with the required competency (see Annex B) and authority to carry out the activities, taking into account the specific type of protection.

The repair facility shall conduct an assessment of the status of the equipment to be repaired, agree with the user the expected certification status of the equipment after repair and the scope of work to be done. This should include the omission of any tests mentioned within this document that the user could reasonably assume to be included. The assessment shall be documented and shall address the relevant clauses of the appropriate equipment standard and this standard and be included in the job report to the user. Such assessments shall be conducted by the Responsible Person (supported by appropriate Operatives). The Responsible Person shall only conduct assessments with the explosion protection techniques for which he has demonstrated his competence.

The repair facility shall include procedures and systems to carry out overhaul/repair work at sites external to the repair facility, where appropriate.

4.4.1.2 Certification and standards

The repairer's attention is directed to the need to be informed of, and to comply with, the relevant explosion-protection standards and certification requirements applicable to the equipment to be repaired or overhauled.

4.4.1.3 Competency

The repairer of the equipment shall ensure that those operatives directly concerned with the repair and/or overhaul of the certified equipment are trained, experienced, skilled, knowledgeable and/or supervised on this type of work.

Training and competency assessments are specified in Annex B.

Appropriate training and assessment shall be undertaken from time to time at intervals depending on the frequency of utilization of the technique or skill and change of standards or regulations. The interval should normally not exceed three years.

4.4.1.4 Testing

Should it prove impracticable to carry out certain tests, e.g., a component of a complete equipment taken off site for repair such as a rotor of a rotating machine, the repairer shall, before putting the repaired equipment back into service, ascertain from the user or manufacturer the consequences of omitting such tests.

NOTE In some countries, legal consequences may depend upon the extent to which the carrying out or not of certain actions or tests is practicable.

4.4.1.5 Documentation

4.4.1.5.1 General

The repair facility should seek to obtain all necessary information/data from the manufacturer or user for the repair and/or overhaul of the equipment. This may include information relating to previous repairs, overhauls or modifications. He should also have available and refer to the relevant explosion-protection standard.

The data available for the repair and/or overhaul should include but need not be limited to, details of the

- technical specification;
- drawings;
- explosion protection performance and conditions of use;
- dismantling and assembly instructions;
- certificate limitations (special conditions for safe use), where specified;
- marking (including certification marking);
- recommended methods of repair/overhaul for the equipment;
- list of spare parts.

The information may be subject to amendments including those relative to certification.

NOTE 1 It is not reasonably practicable to assume that adequate information is, or can be, so widely circulated that it is always available where and when it is needed. Sources of adequate information are users, manufacturers or certifying authorities.

NOTE 2 As from IEC 60079-0 (Edition 4), manufacturers are required to give instructions including repair.

The repair facility shall maintain controlled copies of any relevant explosion protection standards with which repaired/overhauled equipment is claimed to comply.

4.4.1.5.2 Job report to the user

At the completion of the work, job reports shall be submitted to the user (see 4.3.2) containing, at least, the following:

- details of fault detected;
- full details of repair and overhaul;
- list of replaced or reclaimed parts;
- results of all checks and tests (in sufficient detail to be useful if required by the next repairer, see 4.3.2);
- summary of previous history of the repaired product including information as gathered under 4.3.2;
- copy of the user contract or order.

The job reports of repairs/overhauls shall be retained for a period of time as agreed with the user. Retained information shall be adequately controlled to ensure correct retrieval.

4.4.1.5.3 Repair facility records

The following records shall be retained by the repair facility:

- current and past copies of relevant Technical Standards;
- certification of Facility Quality Standard including:
 - 1) details of Repair provider's Quality Assessment Scheme;
 - 2) test instrument calibration;
 - 3) competency and training records of personnel;
 - 4) purchasing control system;
 - 5) customer complaints system;

- 6) internal and, where appropriate, external audit documentation;
- 7) management review;
- 8) process control procedures;
- 9) register of manufacturer's drawings;
- job records including:
 - 1) the steps taken to obtain the certification documents;
 - 2) mechanical inspection record for compliance with relevant standards;
 - 3) defect identification;
 - 4) electrical test records before and after repair including traceability of instruments used and pass/fail criteria;
 - 5) certificates of conformity for replacement components;
 - 6) recovery procedure for repaired components;
 - 7) record of mechanical inspection during assembly and upon completion;
 - 8) record of work undertaken by the repair facility.

The record of the recovery procedure for repaired components should, at least, identify the following:

- a) a detailed justification for the work carried out;
- b) various options considered (e.g., welding, metal spraying);
- c) technical parameters, e.g., bond strength;
- d) the reasons for selecting the chosen technique;
- e) consumables used and method of storage;
- f) base material;
- g) manufacturers' instructions considered;
- h) procedure utilized;
- i) identity and competency of the operator;
- j) inspection procedure used, e.g., ultra-sonic, dye-penetration, X-ray;
- k) maintenance and calibration details of automatic systems.

These records shall be retained for a period of at least ten years or as agreed with the user.

4.4.1.6 Spare parts

4.4.1.6.1 General

It is preferable to obtain new parts from the manufacturer, and the repairer shall ensure that only appropriate spare parts are used in the repair or overhaul of certified equipment. Depending on the nature of the equipment, these spare parts may be identified by the manufacturer, the equipment standard or the relevant certification documentation.

4.4.1.6.2 Sealed parts

Parts, which are required by the equipment specification and certificate documents to be sealed, shall be replaced only by the particular spare part(s) detailed in the parts list.

NOTE Devices incorporated in equipment to indicate interference by third parties (e.g., security seals) as distinct from those required in the certification documents, are not intended to fall within the scope of this subclause.

4.4.1.7 Identification of repaired equipment

The equipment shall be marked to identify the repair or overhaul and the repairer's identity. The marking for the repaired equipment is given in Annex A.

Marking may be provided on a separate label. It may be necessary to amend or remove or supplement the label in certain circumstances as follows.

- a) If after repair, overhaul or modification, an equipment is changed such that it no longer conforms with the standard and certificate (see 3.11), the certification label shall be removed unless a supplementary certificate has been obtained.
- b) If the equipment is changed during repair or overhaul so that it still complies with the restrictions imposed by this standard and the explosion protection standards to which it was manufactured, but does not necessarily comply with the certificate, the certification label should not normally be removed and the repair symbol "R" shall be written within an inverted triangle (see Annex A).
- c) Where the standards to which the previously certified equipment was manufactured are not known, the requirements of this standard and the current edition of the relevant explosion protection standards shall apply. An assessment, by a person competent in assessing explosion protected equipment, shall be conducted to verify compliance with the relevant level of safety prior to release of the equipment by the repairer.

4.4.2 Reclamations

4.4.2.1 General

Reclamations not affecting the explosion protection are not the subject of this subclause. Such parts should be reclaimed using good engineering practices.

Where the repair process involves reclamation work, then, in addition to the requirements of 4.4.1 for repairs and overhauls, the requirements of 4.4.2 also apply.

4.4.2.2 Exclusions

Some component parts are considered not to be reclaimable and are therefore excluded from the scope of this standard, such as:

- component parts made from the following materials: glass, plastics, or any material that is not dimensionally stable;
- fasteners;
- component parts, e.g., some encapsulated assemblies, which have been stated by the manufacturer to be not subject to repair.

4.4.2.3 Requirements

4.4.2.3.1 General

Any reclamation shall be carried out by competent personnel, skilled in the process to be employed and using good engineering practices (see Annex B). Operators of reclamation techniques, e.g. welding, metal spraying, shall be required to undertake a practical skill test in the technique before being permitted to utilize the technique for the first time and every three years thereafter. If the operator has not used the technique in the previous six months, he shall undertake a re-test.

If any proprietary process is used, the instructions of the originator of such a process should be followed.

All reclamation shall be properly documented and records retained. Such records include:

- identification of the component part;
- method of reclamation;
- detail of any dimensions which differ from those in relevant certification documents or the original dimensions of the component part;
- drawing showing reclamation details including material removed and replaced;
- date;
- name of the organization carrying out the reclamation.

If the reclamation is carried out other than by the user, the user shall be provided with a copy of the record.

A reclamation procedure which would result in dimensions affecting explosion-protection integrity being different from those given in relevant certification documents may be permissible if such changed dimensions still meet the requirements of the restrictions imposed by this standard and the explosion protection standards to which it was manufactured. The certification label should not be removed and the repair symbol "R" shall be written within an inverted triangle. Where the standards to which the previously certified equipment was manufactured are not known, the requirements of this standard and the current edition of the relevant explosion protection standard shall apply. An assessment, by a person competent in assessing explosion protected equipment shall be conducted to verify compliance with the relevant level of safety prior to release of the equipment by the repairer.

In the event of any uncertainty regarding the permissibility, from an explosion-protection safety point of view, of an intended reclamation procedure, the advice of the manufacturer or certifying authority should be sought. It may also be necessary to carry out tests to verify that the reclamation procedure is acceptable.

4.4.2.3.2 Responsibilities

If reclamations are contracted out by the repair facility to a specialized industry, such reclamations shall be the responsibility of the repair facility.

4.4.2.4 Reclamation procedures

4.4.2.4.1 General

The following outlines some of the reclamation procedures which may be applicable to explosion-protected equipment.

It should be recognized that not all procedures are applicable to all types of protection. Detailed instructions are given in the appropriate clauses of this standard.

Metal removal shall be minimized and be just sufficient to remove the defect requiring repair and provide the minimum coating thickness recommended for the technique used. Industry guidance would suggest that the removal of up to 2 % of metal thickness for metal spraying and up to 20 % for welding will not be significantly detrimental to the strength of the component. Removal of a greater thickness of material shall only be carried out after due consultation with the manufacturer or by calculation where the manufacturer is no longer available.

On completion of the reclamation, the repairer shall satisfy himself that the equipment is in a fully serviceable condition and complies with the standard(s) for the type of protection. Such compliance shall be recorded by the repair facility and retained in the job files.

4.4.2.4.2 Metal spraying

This method shall be used only when the extent of the wear or damage, plus the machining necessary to prepare the component part for reclamation, does not weaken the part beyond safe limits. A sprayed metal inlay, whilst adding some stiffness, should not be taken into account when strength is considered. Indeed, the machining process prior to the application of metal spray may introduce stress raisers which may further weaken the component.

Metal spraying is not recommended for some high-speed and large-diameter applications; it is only acceptable where the materials are metallurgically compatible and the parent base metal is free from defects.

4.4.2.4.3 Electroplating

Electroplating is an acceptable procedure provided that the part is not weakened beyond safe limits. Detailed procedures for chromium and nickel plating are given in ISO 6158 and ISO 4526, respectively.

4.4.2.4.4 Sleaving

This method shall be used only when the extent of the wear and damage, plus the machining necessary to prepare the part for reclamation, does not weaken the part beyond safe limits. A sleeve, whilst adding some stiffness, should not be taken into account when strength is considered.

4.4.2.4.5 Brazing and welding

Reclamation by brazing or welding shall be considered only if the technique employed ensures the correct penetration and fusion of braze or weld with parent metal, resulting in adequate reinforcement, the prevention of distortion, the relief of stresses and the absence of blow-holes. It should be recognized that brazing and welding raise the temperature of the component to a high level and may cause fatigue cracks to propagate.

The following welding techniques are recognised by this standard:

- MMA: Manual Metal Arc
- MIG: Metal Inert Gas
- TIG: Tungsten Inert Gas
- Sub-Arc: MIG under a layer of flux
- Hot wire

Other techniques shall only be utilized in reclamations after due consultation with the manufacturer or, if relevant, the certifying authority.

4.4.2.4.6 Metal stitching

The cold reclamation of a fractured casting by the technique of closing the fracture with nickel alloy stitches and sealing the crack by nickel alloy chain studding may be admissible subject to a suitable thickness of casting.

4.4.2.4.7 Machining of stator and rotor cores (rotating machines)

Damaged stator or rotor cores shall not be machined to remove surface irregularities without reference to the manufacturer to ascertain the maximum permissible air gap which shall not be exceeded.

NOTE This restriction could affect the practicability of fitting a new shaft into an existing core, the core then requiring trueing up to restore concentricity.

4.4.2.4.8 Threaded holes for fasteners

Threads which have been damaged beyond an acceptable extent may be reclaimed, depending upon the type of protection, by the following means:

- oversize drilling and re-tapping;
- oversize drilling, re-tapping and the fitting of a proprietary thread insert which passes the appropriate pull test as specified by the thread insert manufacturer;
- oversize drilling, plugging ¹, re-drilling and re-tapping;
- plugging ², re-drilling and tapping elsewhere;
- plug-welding, re-drilling and tapping.

4.4.2.4.9 Re-machining

Re-machining worn or damaged surfaces shall be considered only if

- the component part is not weakened beyond safe limits;
- provided that the integrity of the enclosure is maintained;
- the required surface finish is achieved.

4.4.3 Modifications

Where the repair process involves modification work, then, in addition to the requirements of 4.4.1 for repairs and overhauls, the requirements of 4.4.3 also apply.

No modification shall be made to the certified equipment unless that modification is permitted in the certificate or is approved in writing by the manufacturer. Subsequent clauses of this standard give detailed instructions regarding modifications in the context of different types of protection.

Where a modification is proposed which would result in the equipment not conforming with the certification documents and the relevant type of protection standards, the user shall be informed in writing that the equipment is no longer suitable for use in an explosive atmosphere, and his written instructions obtained. If the proposal is carried out, the certification label shall be removed or altered to give a clear indication that the equipment is not certified.

¹ Plugs shall be securely retained.

² Plugs shall be securely retained.

4.4.4 Temporary repairs

A temporary repair intended to achieve continued short-term operation of the equipment shall only be carried out if retention of explosion-protection aspects is ensured or other appropriate measures are taken until the equipment is fully restored. Certain temporary repair procedures may therefore not be allowed. Any temporary repair shall be brought up to full repair standards as soon as reasonably practicable.

4.4.5 Removal of damaged windings

The procedure of softening the impregnating varnish of windings with solvents before stripping is acceptable.

The alternative procedure which uses the application of heat to facilitate the removal of windings is acceptable provided that the operation is carried out with caution so as not to affect significantly the insulation between the laminations of magnetic parts. Particular caution is necessary, and if in doubt, the advice of the manufacturer will be sought regarding the construction of the core and the inter-laminar insulation material with respect to equipment with type of protection "e" and equipment with any type of protection having temperature class T6, T5 or T4.

The need for particular caution in those circumstances arises from the fact that an increase in core loss, which could result from degradation of inter-laminar insulation, could significantly affect type "e" parameters (t_E -time, etc.) or result in the temperature classification being exceeded. The repairer shall satisfy himself, as in all reclamation procedures, that on completion of the reclamation the equipment is in a fully serviceable condition and complies with the standard(s) for the relevant explosion concept (see also 4.4.2.4).

4.4.6 Inverters

Particular attention is drawn to the need for care when adding an inverter to an Ex-rotating machine in ensuring that this is only done when the intended combination of inverter and rotating machine is specified in the certificate or in the rotating machine manufacturer's documentation. Third-party repairers should use special care to establish that any inverter on which they are asked to work is so specified.

5 Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection "d" (flameproof)

5.1 Application

This clause contains additional requirements for the repair, overhaul, reclamation and modification of equipment with type of protection "d". It should be read in conjunction with Clause 4, which contains general requirements, and any other appropriate clauses if relevant. The relevant equipment standards which should be referred to when repairing or overhauling an Ex "d" equipment are those to which the equipment was originally manufactured (see IEC 60079-1).

5.2 Repair and overhaul

5.2.1 Enclosures

It is preferable to obtain new parts from the manufacturer. Particular attention shall be paid to the correct assembly of flameproof enclosures after repair or overhaul, in order to ensure that the flameproof joints comply with the requirements of the standard and, where appropriate,

with the certification documents. Where flameproof joints are not gasketed, they may be protected by the use of grease, non-setting sealing compound or non-hardening tape applied externally in accordance with IEC 60079-14.

Where gaskets which are not part of the flamepath are incorporated into the flameproof joints, replacements shall be of the same materials and dimensions as the original. Any proposed change of material shall be referred to the equipment manufacturer, user or certification authority.

The drilling of holes into an enclosure is a modification and shall not be carried out without reference to the manufacturer's certified drawings, or, in exceptional circumstances, e.g., manufacturer discontinued trading, to the certifying authority.

Care shall be taken when changing surface finish, paint, etc., as this may affect the surface temperature of the enclosure and thus the temperature classification.

Before a rewound or repaired rotating machine is put back into service, it is essential to ensure that fan cover ventilation holes are not blocked or damaged so as to impair the passage of cooling air over the machine, and that any fan clearances are in compliance with the requirements of the equipment standards, if appropriate. Should a fan or fan cover be damaged so as to require renewal, the replacement parts shall be obtained from the manufacturer. If unobtainable, then they shall be of the same dimensions and at least the same quality as the original parts. They shall, where appropriate, take account of the requirements of the equipment standard to avoid frictional sparking and electrostatic charging, and of the chemical environment in which the machine is used.

5.2.2 Cable and conduit entries

Entries into flameproof enclosures shall conform, after repair or overhaul, to the conditions detailed in the appropriate equipment standard and/or certification documents where applicable.

5.2.3 Terminations

Care shall be taken when refurbishing terminations to maintain clearance and creepage distances. Any replacement terminals, bushings or parts should be obtained from the manufacturer or shall conform to the relevant equipment standard and/or certification documents, where applicable.

5.2.4 Insulation

A class of insulation the same as, or superior to, that originally provided may be employed, e.g., a winding insulated with class E material may be repaired using class F material (see IEC 60085).

5.2.5 Internal connections

There are no particular requirements relating to this type of protection but repairs to internal connections shall be of a standard at least equivalent to that of the original design.

5.2.6 Windings

5.2.6.1 General

The original winding data shall preferably be obtained from the manufacturer. If this is not reasonably practicable then use may be made of copy winding techniques. The materials used in rewinding shall comprise an appropriate insulation system. If superior insulation is proposed compared to that of the original, the rating of the winding shall not be increased without reference to the manufacturer, as the temperature classification of the equipment could then be adversely affected.

5.2.6.2 Repair of rotating machine rotors

Faulty die-cast aluminium rotor cages shall be replaced by new rotors obtained from the manufacturer or his distributor. Bar-wound cage rotors may be rewound using similar materials of identical specification. Particular care is necessary to ensure that, when replacing conductors in a cage rotor, such conductors are tight in the slots. The method of achieving tightness employed by the manufacturer should be adopted.

5.2.6.3 Testing after repair of windings

5.2.6.3.1 General

Windings, after complete or partial repair, shall be subjected, preferably with the equipment assembled, to the following tests, as far as is reasonably practicable.

- a) The resistance of each winding shall be measured at room temperature and verified. In the case of three-phase windings, the resistance of each phase or between line terminals shall be balanced. Unbalance (i.e. the difference between the highest and the lowest values) shall be less than 5 % of middle value.
- b) An insulation resistance test shall be applied to measure the resistance between the windings and earth, between windings where possible, between windings and auxiliaries, and between auxiliaries and earth. A minimum test voltage of 500 V d.c. is recommended.

Minimum acceptable insulation resistance values are a function of rated voltage, temperature, type of equipment and whether the rewind is partial or complete.

NOTE The insulation resistance should not be less than 20 MΩ at 20 °C on a completely rewound equipment intended for use up to 690 V.

- c) A high-voltage test in accordance with a relevant standard shall be applied between windings and earth, between windings where possible, and between windings and auxiliaries attached to the windings.
- d) The transformer or similar equipment shall preferably be energized at rated supply voltage. The supply current, secondary voltage and current shall be measured. The measured value shall be compared with that derived from the manufacturer's data, where available, and in three-phase systems shall be balanced in all phases, as far as is reasonable.
- e) High-voltage (e.g., 1 000 V a.c./1 500 V d.c. and above) and other special equipment may require additional tests. This shall be the subject of the repair or overhaul contract.

5.2.6.3.2 Rotating machines

Rotating machines, in addition to the above tests, shall be subjected to the following tests, as far as is reasonably practicable.

- a) The machine shall be run at full speed and the cause of any untoward noise and/or vibration investigated and corrected.
- b) The stator windings of cage machines shall be energized at an appropriate reduced voltage, with the rotor locked, to obtain between 75 % and 125 % of full-load current and to check balance on all phases. (The test, which in some respects is an alternative to a full-load test, is used to confirm the integrity of the stator winding and its joints and to indicate the presence of rotor defects.) Unbalance shall be less than 5 % of middle value .
- c) High-voltage (e.g., 1 000 V a.c./1 500 V d.c., and above) and non-cage machines may require alternative and/or additional tests. This shall be the subject of the repair or overhaul contract.

NOTE Guidance on test voltages and additional tests for rotating machines is given in IEC 60034.

5.2.6.4 Temperature sensors

If temperature sensors are included to monitor winding temperatures, it is recommended that they are embedded in the winding before varnishing and curing.

5.2.7 Auxiliary equipment

5.2.7.1 Flameproof brake units

Where a flameproof brake unit attached to a rotating machine is also certified and is in need of repair, it is recommended that it be returned to the manufacturer, together with the machine. This course is recommended because of the close construction constraints. However, such repairs are possible by repair facilities other than those of the manufacturer providing the repair facility is in possession of the necessary drawings and information from the manufacturer.

5.2.7.2 Other auxiliary devices

Where auxiliary devices are based on different types of protection, the corresponding clauses of this standard shall be consulted before any repairs are undertaken.

5.2.8 Light-transmitting parts

No attempt shall be made to re-cement or repair light-transmitting parts, and only complete replacement assemblies, as specified by the manufacturer, shall be used. Light-transmitting or other parts made from plastics shall not be cleaned with solvents. Household detergents are recommended for this purpose.

5.2.9 Encapsulated parts

In general, encapsulated parts (e.g. switching devices) are not considered suitable for repair.

5.2.10 Batteries

Where batteries are used, the manufacturer's advice shall be followed.

5.2.11 Lamps

Lamp types specified by the manufacturer shall be used as replacements and the maximum wattage specified shall not be exceeded.

NOTE The position of a reflector, if any, or the distance between the lamp and the window should be maintained.

5.2.12 Lampholders

Replacements listed by the manufacturer shall be used.

5.2.13 Ballasts

Chokes or capacitors shall be replaced only by the manufacturer's listed parts, unless reference is made to the manufacturer to determine if alternatives may be used.

5.3 Reclamation

Reclamations using the techniques detailed in 4.4.2 may be used with type of protection "d" equipment subject to the following restrictions of this clause.

5.3.1 Enclosures

5.3.1.1 General

Reclaimed component parts of flameproof enclosures should be used only if they pass, when appropriate, the applicable over-pressure test. Metal stitching shall not be used.

Damage to components which are not an integral part of the flameproof enclosure, for example, fixing lugs, may be repaired by welding or metal stitching but care should be taken to ensure that the integrity and stability of the equipment is not impaired. It is particularly important to check that any cracks being repaired do not extend to the flameproof enclosure.

The efficacy of reclaiming or repairing by the technique of welding may be further compounded by considerations of different base materials, for example, aluminium or steel. If uncertainty exists, the repairer shall seek advice, preferably from the manufacturer, before this technique is adopted. Welding of cast-iron flameproof enclosures is not permitted without the approval of a metallurgical expert.

5.3.1.2 Flameproof joints

Damaged or corroded flameproof joint faces should be machined, after consultation with the manufacturer wherever possible, only if the resultant joint gap and flange dimensions are not affected in such a way that they contravene the certification documents. If the certification documents are not available, further guidance shall be taken from Annex C.

- a) Flanged joints: Welding, electroplating and re-machining flanged joint faces may be permissible, having due regard to the limitations of the technique (see Clause 4). The use of metal-spraying techniques is permissible provided the bond strength is greater than 40 MPa.
- b) Spigoted/cylindrical joints: Machining the male part will require addition of metal to it, and also machining of, the female part (or vice versa), thus ensuring that the flamepath dimensions comply with the equipment standard, and where appropriate the certification documents. If only one part is damaged, that part may be restored to its original dimensions by the addition of metal and re-machining. The addition of metal may be by electroplating, sleeving or welding, but metal spraying techniques which have a bond strength less than 40 MPa are not recommended.

c) Threaded joints:

- i) Cable and conduit entries: It is not recommended that damaged male threaded parts be reclaimed; new components shall be used. Damaged female threads may be reclaimed using MMA, MIG and TIG welding techniques.
- ii) Screwed covers: Reclamation of the threaded parts of screwed covers and of the associated housings may be possible utilizing MMA, MIG and TIG welding techniques.

5.3.1.3 Threaded holes for fasteners

Reclamation of damaged threaded holes shall be carried out using the techniques described in 4.4.2.4.8 taking into account the requirements given in 5.3.1.1.

5.3.2 Sleeving

Care should be taken not to introduce an additional effective flamepath. The sleeve shall be securely retained.

5.3.3 Shafts and housings

Shafts and bearing housings, including flameproof joints, may be reclaimed by the use of electroplating, metal spraying, sleeving or welding (except MMA) techniques. Any subsequent machining shall be to the flamepath dimensions as specified in the equipment standard and/or certification documents, as appropriate. If the certification documents are not available, further guidance shall be taken from Annex C. Welding may be appropriate having due regard to the limitations of this technique (see 4.4.2.4.5).

5.3.4 Sleeve bearings

Sleeve-bearing surfaces may be reclaimed by electroplating, metal spraying or welding (except MMA) techniques.

5.3.5 Rotors and stators

If rotors and stators are to be lightly skimmed to remove eccentricities and surface damage then the resultant increased air gap between rotor and stator should not produce, for example, a change in pressure-piling characteristics or a change in higher external surface temperatures that infringe the temperature class of the machine. If uncertainty exists with regard to possible detrimental effects, the repairer shall seek advice preferably from the manufacturer before this procedure is adopted.

Skimmed or damaged stator cores shall be submitted to a "flux test" to ensure that there are no remaining hot spots which could infringe the temperature classification or cause subsequent damage to the stator windings.

5.4 Modifications

5.4.1 Enclosures

No modification affecting the explosion protection shall be carried out on parts of a flameproof enclosure without reference to the certification documentation and/or the manufacturer or, in exceptional circumstances, for example, the manufacturer discontinued trading, with the certifying authority.

5.4.2 Cable or conduit entries

Additional entries shall not be made without reference to the certification documentation and/or the manufacturer or, in exceptional circumstances, for example, the manufacturer discontinued trading, with the certifying authority.

Indirect entry, where the external conductors are connected by means of a plug and socket or within a terminal box, shall not be changed to direct entry, i.e., where the external conductors and cables are connected within the main enclosure.

5.4.3 Terminations

Termination assemblies containing a flameproof joint shall not be modified, for example, terminals with bushings between indirect-entry terminal box and main enclosure. Termination assemblies not containing a flameproof joint may be replaced by alternatives of adequate design and construction in terms of numbers, current-carrying capacity, creepage and clearance distances, and quality.

5.4.4 Windings

If equipment is to be rewound for another voltage, reference shall be made to the manufacturer. In such cases it shall be ensured that, for example, the magnetic loading, current densities, losses are not increased, appropriate new creepage and clearance distances are observed and the new voltage is within the limits of the certification documents. The rating plate shall be changed to show the new parameters.

Rewinding a rotating machine for a different speed shall not be carried out without reference to the manufacturer, since the electrical and thermal characteristics of the machine could be significantly altered to the point of being outside the limits imposed by the assigned temperature class.

5.4.5 Auxiliary equipment

In cases where additional auxiliary equipment is requested, for example, anti-condensation heaters or temperature sensors, the manufacturer shall be consulted to establish the feasibility of and the procedure for the proposed addition.

6 Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection "i" (intrinsic safety)

6.1 Application

This clause contains additional requirements for the repair, overhaul, reclamation and modification of equipment with type of protection "i". It shall be read in conjunction with Clause 4, which contains general requirements, and any other appropriate clauses if relevant. The relevant equipment standards which shall be referred to when repairing or overhauling an item of Ex "i" equipment are those to which the equipment was originally manufactured.

NOTE Intrinsically safe equipment may have one of three levels of protection, Exia, Exib and Exic. However, the requirements for repair and overhaul apply to all levels of protection regardless of the hazardous area (i.e. zone 0, zone 1 or zone 2), in which the equipment is installed. Furthermore, the safety of intrinsically safe systems depends upon all pieces of equipment of which they are formed, and upon the interconnecting wiring. The same consideration should be given to those parts of the system which are installed in the non-hazardous area and in the hazardous area.

6.2 Repair and overhaul

6.2.1 Enclosures

Enclosures of intrinsically safe equipment and associated apparatus are only required where intrinsic safety is dependent upon them. They are, however, often required for other reasons. Therefore, if the equipment has an enclosure, repair and overhaul activities should not reduce the protection offered by the enclosure (i.e. its IP rating).

6.2.2 Cable entries

Special entries are used to maintain the degree of ingress protection of the enclosure. Any repairs shall not result in reduction in the degree of ingress protection.

6.2.3 Terminations

When refurbishing terminal compartments, any terminals replaced shall normally be of the same type that they replace. Where the same type is not available, any alternative type used shall satisfy the creepage (according to CTI) and clearance requirements specified in the standard for the maximum voltage of the equipment and the separation required by the standard to avoid inadvertent cross-connection.

6.2.4 Soldered connections

When it is necessary to carry out repairs which require soldering techniques to be used, care shall be taken to ensure that the basis of certification is not invalidated; e.g.,

- different requirements of redundancy apply to the connection depending on whether machine or hand soldering is used;
- different requirements for creepage distances apply dependent on whether the soldered joint is sweated and coated or not.

6.2.5 Fuses

Fuses shall normally be replaced in any circumstance either with a replacement of identical type or, if this is not possible, with an alternative which has

- the same rating or less,
- the same prospective current rating or more at the same or greater voltage;
- the same type of construction;
- the same physical size.

Where this is not possible, an evaluation of the effects of the chosen fuse on intrinsic safety shall be carried out by a person fully cognizant with the requirements of the standard to which the equipment was originally manufactured and shall be fully documented.

6.2.6 Relays

If a relay is faulty, it shall be replaced by one which is identical.

6.2.7 Shunt diode safety barriers

These devices are totally encapsulated and no repair shall be attempted. Where a barrier device is replaced, the replacement shall always have the same safety description and the value chosen for U_m shall be equal to, or greater than, the U_m of the original barrier. Care shall also be taken that differing physical construction does not destroy the 50 mm separation required between the intrinsically safe circuits and non-intrinsically safe circuits.

6.2.8 Printed circuit boards

These parts of the equipment often have critical distances between conducting tracks (creepage distances) which shall not be reduced. Therefore, when components are replaced, care shall be taken in positioning them on the board. Where varnish is damaged during repair, insulating varnish of the type prescribed by the manufacturer shall be applied in the approved manner, for example, one coat if using dipping, two coats using other methods.

6.2.9 Optocouplers

Only components of the same or directly equivalent type and certification shall be used as replacements.

6.2.10 Electrical components

When replacing components such as resistors, transistors, zener diodes, etc., these may normally be replaced with items purchased from any source which are identical replacements. In exceptional circumstances, however, some manufacturers use a "select on test" procedure for some components. Where this is done, the documentation supplied with the equipment shall indicate that either replacements be obtained from the equipment manufacturer or selected by the method he recommends.

6.2.11 Batteries

Only those types specified in the equipment manufacturer's instructions shall be used as replacements. Where batteries are encapsulated, the whole assembly shall be replaced.

6.2.12 Internal wiring

Certain distances between conductors and their segregation are critical. Therefore, if disturbed, internal wiring shall be re-located in its original position. If insulation, screens, outer sheaths, and/or double insulation of wiring or the method of fixing are damaged, they shall be replaced by equivalent material and/or re-fixed in the same configuration.

6.2.13 Transformers

If a transformer is found to be faulty, the replacement shall be obtained from the equipment manufacturer. No attempt shall be made to repair or replace any embedded (encapsulated) thermal trip device.

6.2.14 Encapsulated components

Encapsulated components, for example, batteries with internal current-limiting resistors or fuse-zener diode assemblies, are non-repairable and shall be replaced only with assemblies of the original design from the equipment manufacturer.

6.2.15 Non-electrical parts

Where the equipment has non-electrical parts, for example, fittings or window, that do not affect the electrical circuit or creepage and clearance distances and hence the intrinsic safety, these parts may be replaced by new parts of equivalent type.

6.2.16 Testing

Before equipment containing intrinsically safe circuits only is re-installed in the hazardous area, then after completion of the repair or overhaul the insulation between the intrinsically safe circuit and the enclosure shall be checked by applying a 500 V a.c. to 50 Hz to 60 Hz voltage between the terminals and the enclosure for 1 min. This test can be omitted if the enclosure is of insulating material or if one side of the circuit is galvanically connected to the enclosure for safety reasons.

6.3 Reclamation

No attempt shall be made to reclaim components on which intrinsic safety depends.

6.4 Modifications

Modifications which may affect the intrinsic safety of the equipment shall not be carried out without reference to the manufacturer and/or the certification authority.

After modification, the equipment shall be assessed to ensure that it complies with the intrinsically safe system documentation before it is returned to service. It is recommended that this assessment be carried out by a person other than the one who carried out the modification.

7 Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection "p" (pressurized)

7.1 Application

This clause contains additional requirements for the repair, overhaul, reclamation and modification of equipment with type of protection "p". It shall be read in conjunction with Clause 4, which contains general requirements, and any other appropriate clauses if relevant. The relevant equipment standards which shall be referred to when repairing or overhauling an Ex "p" equipment are those to which the equipment was originally manufactured (see IEC 60079-2).

7.2 Repair and overhaul

7.2.1 Enclosures

While it is preferable to obtain new parts from the manufacturer, in principle a damaged part may be repaired or replaced with another given that, when compared with the original, it

- is of at least equivalent strength;
- does not result in a greater leakage rate of protective gas;
- does not restrict the flow of protective gas into or through the enclosure;
- is not shaped or fitted so as to permit the explosive atmosphere to enter the enclosure;

- is not of a construction which would result in stagnant volumes of atmosphere inside the enclosure;
- does not reduce the rate of heat dissipation from the enclosure or its content, so that it no longer complies with its temperature class.

Gaskets or other sealing devices shall be replaced with others of the same material. However, a different gasket material may be used provided that it is suitable for its purpose and is compatible with the environment.

7.2.2 Cable and conduit entries

Entries shall preserve the degree of ingress protection originally provided and shall not allow increased leakage of pressurizing gas.

7.2.3 Terminations

The preservation of creepage and clearance distances as originally provided shall be ensured.

7.2.4 Insulation

Any replacement insulation used in the course of repair or overhaul shall be at least of the quality and class of that originally employed (see IEC 60085).

7.2.5 Internal connections

Internal connections shall not be electrically, thermally or mechanically inferior to those originally fitted and shall be of a standard at least equivalent to that of the original design.

7.2.6 Windings

7.2.6.1 General

The original winding data shall preferably be obtained from the manufacturer. If this is not possible, then use may be made of copy winding techniques. The materials used in rewinding shall comprise an appropriate insulation system. If superior insulation is proposed compared to that of the original, the rating of the winding shall not be increased without reference to the manufacturer, as the temperature classification of the equipment could then be adversely affected.

7.2.6.2 Repair of rotating machine rotors

Faulty die-cast aluminium rotor cages shall be replaced by new rotors obtained from the manufacturer or his distributor. Bar-wound cage rotors shall be rewound using materials of similar or improved specification. Particular care is necessary to ensure that, when replacing conductors in a cage rotor, such conductors are tight in the slots. The method of achieving tightness employed by the manufacturer shall be adopted.

7.2.6.3 Testing after repair of windings

7.2.6.3.1 General

Windings, after complete or partial repair, shall be subjected, with the equipment assembled, to the following tests, as far as reasonably practicable.

- a) The resistance of each winding shall be measured at room temperature and verified. In the case of three-phase windings, the resistance of each phase or between line terminals shall be balanced as far as is reasonable, unbalance of less than 5 % of middle value being acceptable.
- b) An insulation resistance test shall be applied to measure the resistance between the windings and earth, between windings where possible, between windings and auxiliaries, and between auxiliaries and earth. A minimum test voltage of 500 V d.c. is recommended. Minimum acceptable insulation resistance values are a function of rated voltage, temperature, type of equipment and whether the rewind is partial or complete.
NOTE The insulation resistance should not be less than 20 MΩ at 20 °C on a completely rewound equipment intended for use up to 690 V.
- c) A high-voltage test, in accordance with a relevant equipment standard, shall be applied between windings and earth, between windings where possible, and between windings and auxiliaries attached to the windings.
- d) The transformer or similar equipment shall preferably be energized at rated supply voltage. The supply current, secondary voltage and current shall be measured. The measured value shall be compared with that derived from the manufacturer's data, where available, and in three-phase systems shall be balanced in all phases, as far as is reasonable.
- e) High-voltage (for example, 1 000 V a.c./1 500 V d.c. and above) and other special equipment may require additional tests. This shall be the subject of the repair or overhaul contract.

7.2.6.3.2 Rotating machines

Rotating machines, in addition to the above tests, shall be subjected to the following tests, as far as is reasonably practicable.

- a) The machine shall be run at full speed and the cause of any untoward noise and/or mechanical vibration investigated and corrected.
- b) The stator windings of cage machines shall be energized at an appropriate reduced voltage, with the rotor locked, to obtain between 75 % and 125 % of full-load current and to ensure balance on all phases. (The test, which in some respects is an alternative to a full-load test, is used to confirm the integrity of the stator winding and its joints and to indicate the presence of rotor defects.) Unbalance of less than 5 % of the middle value is acceptable.
- c) High-voltage (for example, 1 000 V a.c./1 500 V d.c. and above) and non-cage machines may require alternative and/or additional tests. This shall be the subject of the repair or overhaul contract.

NOTE Guidance on test voltages and additional tests for rotating machines is given in IEC 60034.

7.2.7 Light-transmitting parts

Light-transmitting parts made from plastics shall not be cleaned with solvent. Household detergents are recommended for this purpose.

7.2.8 Encapsulated parts

In general, encapsulated parts (for example, switching devices in luminaires) are not considered suitable for repair.

7.2.9 Batteries

Where batteries are used, the manufacturer's advice shall be followed.

7.2.10 Lamps

Lamp types specified by the manufacturer shall be used as replacements and the maximum wattage specified shall not be exceeded.

7.2.11 Lampholders

Replacements listed by the manufacturer shall be used.

7.2.12 Ballasts

Chokes or capacitors shall be replaced only by manufacturer's listed parts, unless reference is made to the manufacturer to determine if alternatives may be used.

7.3 Reclamation

Reclamation using the techniques detailed in Clause 4 may be used with type of protection "p" equipment subject to the following restrictions of this clause.

7.3.1 Enclosures

7.3.1.1 General

If damage to enclosures, terminal boxes and covers is to be repaired by welding or metal stitching, care shall be taken to ensure that the integrity of the equipment is not significantly impaired so as to degrade the type of protection, in particular, that it remains capable of withstanding the impact test and the appropriate level of overpressure.

7.3.1.2 Joints

If damaged or corroded joint faces are to be machined, the mechanical strength and operation of the component shall not be impaired nor the degree of ingress protection affected.

Spigoted joints are normally provided to achieve close tolerance location. Thus, machining the male part will require addition of metal to, and the machining of, the female part (or vice versa) to retain the location properties of the joint. If only one part is damaged, that part may be restored to its original dimensions by the addition of metal and re-machining. The addition of metal shall be by electroplating, sleeving or welding but metal spraying techniques which have a bond strength less than 40 MPa are not recommended.

7.3.2 Shafts and housings

If shafts and bearing housings are to be reclaimed, this shall be carried out by the use of metal spraying or sleeving techniques. Welding may be appropriate with due regard to the limitations of this technique (see 4.4.2.4.5).

7.3.3 Sleeve bearings

Sleeve-bearing surfaces may be reclaimed by electroplating, metal spraying or welding (except MMA) techniques.

7.3.4 Rotors and stators

If rotors and stators are to be lightly skimmed to remove eccentricities and surface damage after consultation with the manufacturer, the resultant increased air gap between rotor and stator shall not produce higher external surface temperatures that infringe the temperature class of the machine.

Skimmed or damaged stator cores shall be subjected to a "flux test" to ensure that there are no remaining hot spots which could infringe the temperature classification or cause subsequent damage to the stator windings.

7.4 Modifications

7.4.1 Enclosures

Enclosures not containing a source of release of flammable gas may be modified. Any modified part shall meet the conditions given in 7.2.

Enclosures with an internal source of release of flammable gas such as analysers, chromatographs, etc. shall not be modified in any way whatsoever without reference to the manufacturer.

The point(s) at which the level of overpressure and the rate of flow or purging gas is (are) monitored shall not be altered nor should the setting of any timer or other monitoring devices be changed.

7.4.2 Cable and conduit entries

Special care shall be taken to ensure that if alteration is made to entries, the specified type of protection and degree of ingress protection are maintained.

7.4.3 Terminations

Modification of terminations shall be made using good engineering practices.

7.4.4 Windings

Rewinding of the equipment for another voltage shall be carried out only after reference to the manufacturer provided that, for example, the magnetic loading, current densities and losses are not increased, appropriate new creepage and clearance distances are observed and the new voltage is within the limits of the certification documents. The rating plate shall be changed to show the new parameters.

Rewinding a rotating machine for a different speed shall not be carried out without reference to the manufacturer, since the electrical and thermal characteristics of the machine could be significantly altered to the point of being outside the limits imposed by the assigned temperature class if appropriate, and the efficacy of the pressurizing system could be jeopardized.

7.4.5 Auxiliary equipment

In cases where additional auxiliary equipment is requested, for example, anti-condensation heaters or temperature sensors, the manufacturer shall be consulted to establish the feasibility of and the procedure for the proposed addition.

8 Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection "e" (increased safety)

8.1 Application

This clause contains additional requirements for the repair, overhaul, reclamation and modification of equipment with type of protection "e". It shall be read in conjunction with Clause 4, which contains general requirements, and any other appropriate clauses if relevant. The relevant equipment standards which shall be referred to when repairing or overhauling Ex "e" equipment are those to which the equipment was originally manufactured (see IEC 60079-7).

8.2 Repair and overhaul

8.2.1 Enclosures

While it is preferable to obtain new parts from the manufacturer, in principle, damaged parts may be repaired or replaced with others, given that the degree of ingress protection and temperature classification as stipulated on the certification label are preserved.

A more stringent degree of ingress protection than that specified in the equipment standard may have been provided to cater for environmental conditions in which case any repair shall not jeopardize such higher degree of ingress protection.

Particular attention is drawn to impact test requirements of all parts of the enclosure and also the degree of ingress protection to be provided for air inlet and outlet openings, as given in the equipment standard.

Adequate clearance shall be maintained between stationary and rotating parts in accordance with the equipment standard. Adequate clearance shall mean the clearance required by the manufacturer's certified drawings or in the absence of drawings, minimum clearance as specified in IEC 60079-7.

Attention is drawn to the effects of surface finishes, paint, etc. on the temperature classification of enclosures. Only finishes specified by the manufacturer shall be applied.

Before a rewound or repaired rotating machine is put back into service, it is essential to ensure that any fan cover ventilation holes are not blocked or so damaged as to impair the passage of cooling air over the machine and that fan clearances are in compliance with the certification requirements. Should a fan or fan cover be so damaged as to require renewal, the replacement parts shall be obtained from the manufacturer. If unobtainable, they shall be of the same dimensions and at least of the same quality as the original parts. They shall, where appropriate, take account of the requirements of the equipment standard to avoid frictional sparking and electrostatic charging and of the chemical environment in which the machine is used.

8.2.2 Cable or conduit entries

Entries shall preserve a minimum IP54 degree of ingress protection, in accordance with the requirements of IEC 60529, and at least the same IP rating as the equipment was originally designed for.

8.2.3 Terminations

The design of terminations in terms of the materials and construction used, the creepage and clearance distances and the comparative tracking indices of termination insulation will normally be fully specified in the certification documents. Replacement parts shall be obtained from the manufacturer or his advice sought regarding acceptable alternatives.

Where terminations are loose leads, the methods of termination including insulation shall be in accordance with the certification documents.

8.2.4 Insulation

Comprehensive details of the insulation system of windings, including the type of impregnation varnish, are normally included in the certification documents. Where this does not apply, full information shall be sought from the manufacturer.

8.2.5 Internal connections

If internal connections are to be renewed, the insulation on such connections shall not be electrically, thermally or mechanically inferior to that originally supplied.

The cross-sectional area of any replacement connection shall not be less than that originally fitted. The permitted methods of connecting conductors are given in the relevant standards.

8.2.6 Windings

8.2.6.1 General

The electrical construction of type of protection "e" equipment decisively influences the explosion safety and the repairer shall be in full possession of the necessary information and equipment.

Unless the repairer can meet all the requirements of the equipment standard, rewinding shall be carried out by the original manufacturer. For HV windings, the additional requirements for insulation as defined in the equipment standard shall be followed.

Before the repair, the original winding data, which should generally be available from the manufacturer, should be obtained, i.e.:

- a) type of winding – for example, single-layer, double-layer, etc.;
- b) winding diagram;
- c) number of conductors/slot, parallel paths per phase;
- d) interphase connections;
- e) conductor size;
- f) insulation system, including varnish specification;
- g) resistance/phase or between terminals.

Where the original insulation system and/or varnish system is not available, the t_E time shall be verified in accordance with the equipment standard.

Copy winding techniques are not permissible unless the t_E time is verified in accordance with the equipment standard. The whole of the winding shall be restored to the original condition except that a partial winding replacement may be possible on larger equipment where this may be practicable, but only if reference has been made to the manufacturer or certifying authority.

8.2.6.2 Repair of rotating machine rotors

Rotors with faulty die-cast aluminium cages shall be replaced by completely new rotors obtained from the manufacturer or his distributor.

Bar-wound cage rotors shall be rewound using materials of identical specifications. Particular care is necessary to ensure that if replacing conductors in a cage rotor such conductors are tight in the slots and that slots have not been damaged. The method of achieving tightness employed by the manufacturer shall be adopted.

8.2.6.3 Testing after repair of windings

8.2.6.3.1 General

After complete or partial repair, windings shall be subjected, with the equipment assembled, to the following tests so far as is reasonably practicable

- a) The resistance of each winding shall be measured at room temperature and verified. In the case of three-phase windings, the resistance of each phase or between line terminals should be balanced, as far as is reasonable, unbalance of less than 5 % of the middle value being acceptable.
- b) An insulation resistance test shall be applied to measure the resistance between the windings and earth, between windings where possible, between windings and auxiliaries, and between auxiliaries and earth. The minimum test voltage of 500 V d.c. is recommended. Minimum acceptable insulation resistance values are a function of rated voltage, temperature and type of equipment and whether the rewind is partial or complete.

NOTE The insulation resistance should not be less than 20 MΩ at 20 °C on a completely rewound equipment intended for use up to 690 V.

- c) A high-voltage test, in accordance with a relevant equipment standard, shall be applied between windings and earth, between windings where possible, and between windings and auxiliaries attached to the windings.
- d) The transformer or similar equipment shall preferably be energized at rated supply voltage. The supply current, secondary voltage and current shall be measured. The measured value shall be compared with that derived from the manufacturer's data, where available, and in three-phase systems should be balanced in all phases, as far as is reasonable.
- e) High-voltage (for example, 1 000 V a.c./1 500 V d.c. and above) and other special equipment may require additional tests. This shall be the subject of the repair or overhaul contract.

8.2.6.3.2 Rotating machines

In addition to the above tests, rotating machines shall be subjected to the following tests so far as is reasonably practicable.

- a) The machine shall be run at full speed and the cause of any untoward noise and/or mechanical vibration investigated and corrected.

- b) The stator windings of cage machines shall be energized at an appropriate reduced voltage, with the rotor locked, to obtain between 75 % and 125 % of full-load current and to ensure balance on all phases. (The test, which in some respects is an alternative to a full-load test, is used to confirm the integrity of the stator winding and its joints and to indicate the presence of rotor defects.) Unbalance of less than 5 % of the middle value is acceptable.
- c) High-voltage (for example, 1 000 V a.c./1 500 V d.c. and above) and non-cage machines may require alternative and/or additional tests. This shall be the subject of the repair or overhaul contract.

NOTE Guidance on test voltages and additional tests for rotating machines is given in IEC 60034.

8.2.6.3.3 Temperature sensors

If temperature sensors are included to monitor winding temperatures, it is recommended that they are embedded in the winding before varnishing and curing.

8.2.7 Light-transmitting parts

No attempt shall be made to repair light-transmitting parts and only replacement components provided by the manufacturer shall be used. Light-transmitting parts or other parts made of plastic shall not be cleaned with solvents. Household detergents may be used.

8.2.8 Encapsulated parts

In general, encapsulated parts (for example, switching devices in luminaires) are not considered suitable for repair or reclamation.

8.2.9 Batteries

Where batteries are used, reference shall be made to the manufacturer's instructions before carrying out any repair or replacement.

8.2.10 Lamps

Lamp types specified by the manufacturer shall be used as replacements and the maximum wattage specified shall not be exceeded.

Special care shall be taken with single-pin tubular fluorescent tubes. The single pin, when inserted in the lampholder, forms a flameproof enclosure and distortion or misalignment may affect the designed explosion protection.

8.2.11 Lampholders

Only replacements specified by the manufacturer shall be used. In those cases where the wiring to the lampholder is factory-made (crimps, etc.), rewiring shall not be undertaken unless the repairer has the equipment to make up the wiring to the same standard.

NOTE Lampholders for type of protection "e" luminaires are invariably of specific types, either single-pin for tubular fluorescent lamps or screw for other types.

8.2.12 Ballasts

Defective chokes and capacitors shall only be replaced with the manufacturer's listed parts.

8.3 Reclamation

Reclamation using the techniques detailed in Clause 4 may be used with the type of protection "e" equipment subject to the following restrictions of this clause.

8.3.1 Enclosures

8.3.1.1 General

If minor damage to enclosures, terminal boxes and covers is to be repaired by welding or metal stitching, care shall be taken to ensure that the integrity of the equipment is not significantly impaired as to degrade the type of protection, in particular, that it remains capable of withstanding the impact test and maintains the degree of ingress protection.

8.3.1.2 Joints

If damaged or corroded joint faces are to be machined, the mechanical strength and operation of the component shall not be impaired nor the degree of ingress protection affected.

Where joints are provided to achieve close tolerance location, machining the male part may require addition of metal to it and also machining of the female part (or vice versa) to retain the location properties of the joint. If only one part is damaged, that part may be restored to its original dimensions by the addition of metal and re-machining. The addition of metal shall be by electroplating, sleeving or welding, but metal spraying techniques which have a bond strength less than 40 MPa is not recommended.

8.3.1.3 Shafts and housings

If shafts and bearing housings are to be reclaimed, this may be carried out by use of metal spraying or sleeving techniques. Welding may be appropriate with due regard to the limitations of this technique (see 4.4.2.4.5).

8.3.2 Sleeve bearings

Sleeve-bearing surfaces may be reclaimed by electroplating, metal spraying or welding (except MMA) techniques.

8.3.3 Rotors and stators

If rotors and stators are to be lightly skimmed to remove eccentricities and surface damage after consultation with the manufacturer, the resultant increased air gap between rotor and stator shall not produce

- higher internal and/or external surface temperatures that infringe the temperature class of the machine, or
- changes in electrical/mechanical performance which prevents the electrical/thermal protective device providing the tripping characteristics required to conform to the equipment standard.

Skimmed or damaged stator cores should be subjected to a "flux test" to ensure that there are no remaining hot spots which could infringe the temperature classification or cause subsequent damage to the stator windings.

8.4 Modifications

8.4.1 Enclosures

Enclosures may be modified provided that the specified temperature classification, degree of ingress protection and impact test requirements of the appropriate standards are met.

8.4.2 Cable and conduit entries

Special care shall be taken to ensure that if alteration is made to entries, the specified type of protection and degree of ingress protection are maintained.

8.4.3 Terminations

No modification of terminations shall be made without reference to the manufacturer.

8.4.4 Windings

Rewinding of the equipment for another voltage shall be carried out only after reference to the manufacturer and provided that, for example, the magnetic loading, current densities and losses are not increased, new appropriate creepage and clearance distances are observed, and the new voltage, t_E time and I_A/I_N ratio are within the limits of the certification documents. The rating plate shall be changed to show the new parameters.

Rewinding a rotating machine for a different speed shall not be carried out without reference to the manufacturer, since the electrical and thermal characteristics of the machine could be significantly altered to the point of being outside the limits of the certification documents.

8.4.5 Auxiliary equipment

In cases where additional auxiliary equipment is requested, for example, anti-condensation heaters or temperature sensors, the manufacturer shall be consulted to establish the feasibility of and the procedure for the proposed modification.

9 Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection "n" (non-sparking)

9.1 Application

This clause contains additional requirements for the repair, overhaul, reclamation and modification of equipment with type of protection "n". It shall be read in conjunction with Clause 4, which contains general requirements, and any other appropriate clauses if relevant. The relevant equipment standards which shall be referred to when repairing or overhauling an Ex "n" equipment are those to which the equipment was originally manufactured (see IEC 60079-15).

9.2 Repair and overhaul

9.2.1 Enclosures

Whilst it is preferable to obtain new parts from the manufacturer, in principle, damaged parts may be repaired or replaced with others, given that the degree of ingress protection and temperature classification as stipulated on the certification label is preserved.

A more stringent degree of ingress protection than that specified in the equipment standard may have been provided to cater for environmental conditions, in which case any repair shall not jeopardize such higher degree of ingress protection.

Particular attention is drawn to the impact test requirements of all parts of the enclosure as given in the equipment standard.

Adequate clearance shall be maintained between stationary and rotating parts in accordance with the equipment standard.

Restricted breathing enclosures depend for their explosion protection on gaskets and other means of sealing. Particular attention should be paid to the condition of the sealing arrangements to preserve the type of protection.

Attention is drawn to the effect of surface finish, paint, etc. on the temperature classification of enclosures. Only finishes specified by the manufacturer should be applied.

Before a rewound or repaired rotating machine is put back into service, it is essential to ensure that any fan cover ventilation holes are not blocked or so damaged as to impair the passage of cooling air over the machine and that fan clearances are in compliance with the certification requirements. Should a fan or fan cover be so damaged as to require renewal, the replacement parts shall be obtained from the manufacturer. If unobtainable then they shall be of the same dimensions and at least of the same quality as the original parts. They shall, where appropriate, take account of the requirement of the standard to avoid frictional sparking or electrostatic charging, and of the chemical environment in which the machine is used.

9.2.2 Cable and conduit entries

Entries shall preserve a minimum IP54 degree of protection in accordance with the requirements of IEC 60529.

9.2.3 Terminations

Care shall be taken when refurbishing terminal compartments to maintain clearances and creepages in accordance with the equipment standard. Where non-metallic screws are used for fixing, only replacement screws of similar materials shall be used.

Where terminations are loose leads, the method of termination including insulation shall be in accordance with the certification documents.

9.2.4 Insulation

A class of insulation the same as or superior to that originally provided shall be employed, for example, a winding insulated with class E material may be repaired using class F material (see IEC 60085).

9.2.5 Internal connections

If internal connections are to be renewed, the insulation on such connections shall not be electrically, thermally or mechanically inferior to that originally supplied.

The cross-sectional area of any replacement connection shall not be less than that originally fitted.

9.2.6 Windings

9.2.6.1 General

Where rewinding is carried out, it is essential that the original winding data are determined and that the new winding conforms to the original. If superior insulation is proposed compared to that of the original, the rating of the winding shall not be increased without reference to the manufacturer, as the temperature classification of the equipment could then be adversely affected.

The original winding data should preferably be obtained from the manufacturer. If this is not reasonably practicable then use may be made of copy winding techniques.

It is not recommended to have a partial winding replacement, except on a larger equipment where this may be practicable, unless reference has been made to the manufacturer or certifying authority.

9.2.6.2 Repair of rotating machine rotors

A faulty die-cast aluminium rotor shall be replaced by a complete new rotor obtained from the manufacturer or his distributor.

Bar-wound cage rotors shall be rewound using materials of similar or improved specification. Particular care is necessary to ensure that if replacing conductors in a cage rotor, such conductors are tight in the slots. The method of achieving tightness employed by the manufacturer shall be adopted.

9.2.6.3 Testing after repair of windings

9.2.6.3.1 General

Windings, after complete or partial repair, shall be subjected, with the equipment assembled, to the following tests as far as is reasonably practicable.

- a) The resistance of each winding shall be measured at room temperature and verified. In the case of three-phase windings, the resistance of each phase or between line terminals shall be balanced, as far as is reasonable.
- b) An insulation resistance test shall be applied to measure the resistance between the windings and earth, between windings where possible, between windings and auxiliaries, and between auxiliaries and earth. A minimum test voltage of 500 V d.c. is recommended.

Minimum acceptable insulation resistance values are a function of rated voltage, temperature, type of equipment and whether the rewind is partial or complete.

NOTE The insulation resistance should not be less than 20 MΩ at 20 °C, on a completely rewound equipment intended for use at up to 690 V.

- c) A high-voltage test in accordance with a relevant equipment standard shall be applied between windings and earth, between windings where possible, and between windings and auxiliaries attached to the windings.
- d) The transformer or similar equipment shall preferably be energized at rated supply voltage. The supply current, secondary voltage and current shall be measured. The measured value should be compared with that derived from the manufacturer's data, where available, and in three-phase systems shall be balanced in all phases, as far as is reasonable.

- e) High-voltage (for example, 1 000 V a.c./1 500 V d.c. and above) and other special equipment may require additional tests. This shall be the subject of the repair and overhaul contract.

9.2.6.3.2 Rotating machines

Rotating machines, in addition to the above tests, shall be subjected to the following tests so far as is reasonably practicable.

- a) The machine shall be run at full speed and the cause of any untoward noise and/or mechanical vibration investigated and corrected.
- b) The stator windings of cage machines shall be energized at an appropriate reduced voltage, with the rotor locked, to obtain between 75 % and 125 % of full-load rated current and to ensure balance on all phases. (The test, which, in some respects, is an alternative to a full-load test, is used to confirm the integrity of the stator winding and its joints and to indicate the presence of rotor defects.)
- c) High-voltage (for example, 1 000 V a.c./1 500 V d.c. and above) and non-cage machines may require alternative and/or additional tests. This shall be the subject of the repair or overhaul contract.

NOTE Guidance on test voltage and additional tests for rotating machines is given in IEC 60034.

9.2.6.4 Temperature sensors

If temperature sensors are included to monitor winding temperatures, it is recommended that they are embedded in the winding before varnishing and curing.

9.2.7 Light-transmitting parts

Light-transmitting or other parts made of plastic shall not be cleaned with solvents. Household detergents may be used.

9.2.8 Encapsulated parts

In general, encapsulated parts, for example, switching devices in luminaires, are not considered suitable for repair.

9.2.9 Batteries

Where batteries are used, reference shall be made to the manufacturer's instructions before carrying out any repair or replacement.

9.2.10 Lamps

Lamp types specified by the manufacturer shall be used as replacements and the maximum wattage specified shall not be exceeded.

9.2.11 Lamp holders

Replacements listed by the manufacturer shall be used.

9.2.12 Ballasts

Chokes or capacitors shall only be replaced with manufacturer's listed parts. If these are of proprietary manufacture, reference shall be made to the original manufacturer to determine if alternatives may be used.

9.2.13 Enclosed break devices

In general, enclosed break devices are not considered to be suitable for repair. Replacement parts listed by the manufacturer shall be used.

9.3 Reclamation

Reclamations using the techniques detailed in 4.4.2.4 may be used with type of protection "n" equipment subject to the following restrictions of this subclause.

9.3.1 Enclosures

If minor damage to enclosures, terminal boxes and covers is to be repaired by welding or metal stitching, care shall be taken to ensure that the integrity of the equipment is not impaired, in particular, that it remains capable of withstanding the impact test and maintains the degree of ingress protection.

9.3.2 Joints

If damaged or corroded faces are to be machined, the mechanical strength and operation of the component shall not be impaired nor the degree of ingress protection affected.

Spigoted joints are normally provided to achieve close tolerance location. Thus, machining the male part will require addition of metal to and machining of the female part (or vice versa) to retain the location properties of the joint. If only one part is damaged, that part may be restored to its original dimensions by the addition of metal and re-machining. The addition of metal shall be by electroplating, sleeving or welding, but metal spraying is not recommended.

9.3.3 Rotating machines

9.3.3.1 Shafts and housings

Shafts and bearing housings may be reclaimed, preferably by use of metal spraying or sleeving techniques. Welding may be appropriate having due regard to the limitations of this technique (see 4.4.2.4).

9.3.3.2 Sleeve bearings

Sleeve-bearing surfaces may be built up by electroplating, metal spraying or welding (except MMA) techniques.

9.3.3.3 Rotors and stators

If rotors and stators are to be lightly skimmed to remove eccentricities and surface damage, the resultant increased air gap between rotor and stator shall not produce higher internal or external surface temperatures that infringe the temperature class of the machine.

Skimmed or damaged stator cores shall be subjected to a "flux test" to ensure that there are no remaining hot spots which could infringe the temperature classification or cause subsequent damage to the stator windings.

9.4 Modifications

9.4.1 Enclosures

Enclosures may be modified provided that the specified temperature classification, degree of ingress protection and impact test requirements of the appropriate standard are met.

9.4.2 Cable and conduit entries

Care shall be taken to ensure that the specified type of protection and degree of ingress protection are maintained.

9.4.3 Terminations

Terminations shall be modified only if compliance with the equipment standard is maintained.

9.4.4 Windings

It is permissible to rewind the equipment for another voltage after reference to the manufacturer provided that, for example, the magnetic loading, current densities and losses are not increased, appropriate new clearances and creepage distances are observed and the new voltage is within the limits of the certificate. The rating plate shall be changed to show the new parameters.

Rewinding a rotating machine for a different speed is not permissible without reference to the manufacturer since the electrical and thermal characteristics of the machine could be significantly altered to the point of being outside the limits of the certification documents.

9.4.5 Auxiliary equipment

In cases where additional auxiliary equipment is requested, for example, anti-condensation heaters or temperature sensors, the manufacturer shall be consulted to establish the feasibility of and procedure for the proposed modification.

10 Additional requirements for the repair and overhaul of equipment covered by IEC 60079-26

No repair or overhaul shall be carried out without availability of manufacturer information. In addition to meeting the requirements of IEC 60079-26, the applicable requirements of Clauses 5 to 8 of this standard still apply.

If the certification documents are not available, the equipment shall be subjected to re-testing in accordance with the appropriate equipment standard.

11 Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection 'tD'

11.1 Application

This clause contains additional requirements for the repair, overhaul, reclamation and modification of equipment with type of protection "tD" (formerly known as DIP). It shall be read in conjunction with Clause 4, which contains general requirements, and any other appropriate clauses if relevant. The relevant equipment standards which shall be referred to when repairing or overhauling an Ex "tD" equipment are those to which the equipment was originally manufactured.

NOTE The highest temperature which is attained by any part of the external surface of electrical equipment when tested under the defined dust-free or dust-layer conditions at the specified maximum ambient temperature (normally 40 °C) is marked on the equipment as a temperature value *T*. Practice A equipment with the zone prefixed "A" had been type-tested under dust-free conditions. Practice B equipment with the zone prefixed "B" had been type-tested under dust-layer conditions.

11.2 Repair and overhaul

11.2.1 Enclosures

Whilst it is preferable to obtain new parts from the manufacturer, in principle, damaged parts may be repaired or replaced with others, given that the degree of ingress protection and temperature classification as stipulated on the certification label is preserved.

If visual inspection (for example, ingress of dust or water) indicates that the effectiveness of sealing elements of the enclosure suffered from damage or ageing, such elements shall be replaced, preferably by using original spare parts supplied by the equipment manufacturer or by gasket parts of equivalent quality.

If there are any signs that the specified temperature has been exceeded, or, in case of doubt, actual measurements according to IEC 61241-0 shall be made. If necessary, active parts such as windings, cores, cooling systems shall be replaced using manufacturer's spare parts and/or advice.

A more stringent degree of ingress protection than that specified in the equipment standard may have been provided to cater for environmental conditions, in which case any repair shall not jeopardize such higher degree of ingress protection.

Particular attention is drawn to the impact test requirements of all parts of the enclosure as given in the equipment standard.

Adequate clearance shall be maintained between stationary and rotating parts in accordance with the equipment standard.

Attention is drawn to the effect of surface finish, paint, etc. on the temperature classification of enclosures. Only finishes specified by the manufacturer or equivalent should be applied.

Before a rewound or repaired rotating machine is put back into service, it is essential to ensure that any fan-cover ventilation holes are not blocked or so damaged as to impair the passage of cooling air over the machine and that fan clearances have minimum values as specified in IEC 61241-0, to avoid mechanical sparking. Should a fan, fan-cowl or air-inlet screen be so damaged as to require renewal, the replacement parts shall be obtained from the manufacturer. If unobtainable, then they shall be of the same dimensions and at least of the same quality as the original parts. They shall, where appropriate, take account of the requirement of the standard to avoid frictional sparking or electrostatic charging and of the chemical environment in which the machine is used.

Plastic material for enclosures, parts of enclosures or parts of the external ventilation system of rotating electrical machines are designed so that the danger of ignition due to propagating brush discharges is avoided. Spare parts, in addition to dimensional compliance, shall have the electrostatic discharge properties as specified in IEC 61241-0.

11.2.2 Cable and conduit entries

Entries shall preserve a minimum IP5X or IP6X degree of ingress protection as appropriate in accordance with the requirements of IEC 60529.

11.2.3 Insulation

A superior class of insulation compared with that originally used does not permit an increase in equipment rating without reference to the manufacturer.

11.2.4 Internal connections

The cross-sectional area of any replacement connection shall not be less than that originally fitted.

11.2.5 Windings

11.2.5.1 General

Where rewinding is carried out, it is essential that the original winding data are determined and that the new winding conforms to the original. If superior insulation is proposed compared to that of the original, the rating of the winding shall not be increased without reference to the manufacturer, as the temperature classification of the equipment could then be adversely affected.

The original winding data should preferably be obtained from the manufacturer. If this is not reasonably practicable, then use may be made of copy winding techniques.

It is not recommended to have a partial winding replacement, except on a larger equipment where this may be practicable, unless reference has been made to the manufacturer or certifying authority.

11.2.5.2 Testing after repair of windings

11.2.5.2.1 General

Windings, after complete or partial repair, shall be subjected, with the equipment assembled, to the following tests as far as is reasonably practicable.

- a) The resistance of each winding shall be measured at room temperature and verified. In the case of three-phase windings, the resistance of each phase or between line terminals shall be balanced, as far as is reasonable; unbalance less than 5 % of middle value is acceptable.
- b) An insulation resistance test shall be applied to measure the resistance between the windings and earth, between windings where possible, between windings and auxiliaries, and between auxiliaries and earth. A minimum test voltage of 500 V d.c. is recommended.

Minimum acceptable insulation resistance values are a function of rated voltage, temperature, type of equipment and whether the rewind is partial or complete.

NOTE The insulation resistance should not be less than 20 M Ω at 20 °C, on a completely rewound equipment intended for use at up to 690 V.

- c) A high-voltage test in accordance with a relevant equipment standard shall be applied between windings and earth, between windings where possible, and between windings and auxiliaries attached to the windings.

- d) The transformer or similar equipment shall preferably be energized at rated supply voltage. The supply current, secondary voltage and current shall be measured. The measured value should be compared with that derived from the manufacturer's data, where available, and in three-phase systems shall be balanced in all phases, as far as is reasonable.
- e) High-voltage (for example, 1 000 V a.c./1 500 V d.c. and above) and other special equipment may require additional tests. This shall be the subject of the repair and overhaul contract.

11.2.5.2.2 Rotating machines

Rotating machines, in addition to the above tests, shall be subjected to the following tests so far as is reasonably practicable.

- a) The machine shall be run at full speed and the cause of any untoward noise and/or mechanical vibration investigated and corrected.
- b) The stator windings of cage machines shall be energized at an appropriate reduced voltage, with the rotor locked, to obtain between 75 % and 125 % of full-load rated current and to ensure balance on all phases. (The test, which in some respects is an alternative to a full load test, is used to confirm the integrity of the stator winding and its joints and to indicate the presence of rotor defects.)
- c) High-voltage (for example, 1 000 V a.c./1 500 V d.c. and above) and non-cage machines may require alternative and/or additional tests. This shall be the subject of the repair or overhaul contract.

NOTE Guidance on test voltage and additional tests for rotating machines is given in IEC 60034.

11.2.6 Temperature sensors

If temperature sensors are included to monitor winding temperatures, it is recommended that they are embedded in the winding before varnishing and curing.

11.2.7 Light-transmitting parts

Light-transmitting or other parts made of plastic shall not be cleaned with solvents. Household detergents may be used.

11.2.8 Lamps

Lamp types specified by the manufacturer shall be used as replacements and the maximum wattage specified shall not be exceeded.

11.3 Reclamation

Reclamations using the techniques detailed in 4.4.2.4 may be used with type of protection "tD" equipment subject to the following restrictions of this subclause.

11.3.1 Enclosures

If minor damage to enclosures, terminal boxes and covers is to be repaired by welding or metal stitching, care shall be taken to ensure that the integrity of the equipment is not impaired, in particular, that it remains capable of withstanding the impact test and maintains the degree of ingress protection.

11.3.2 Joints

If damaged or corroded faces are to be machined, the mechanical strength and operation of the component shall not be impaired nor the degree of ingress protection affected.

Spigoted joints are normally provided to achieve close tolerance location. Thus, machining the male part will require addition of metal to, and machining of, the female part (or vice versa) to retain the location properties of the joint. If only one part is damaged, that part may be restored to its original dimensions by the addition of metal and re-machining. The addition of metal shall be by electroplating, sleeving or welding, but metal spraying techniques which have a bond strength less than 40 MPa is not recommended.

11.3.3 Rotating machines

11.3.3.1 Shafts and housings

Shafts and bearing housings may be reclaimed, preferably by use of metal spraying or sleeving techniques. Welding (except MMA) may be appropriate having due regard to the limitations of this technique (see 4.4.2.4).

11.3.3.2 Sleeve bearings

Sleeve-bearing surfaces may be built up by electroplating, metal spraying or welding (except MMA) techniques.

11.3.3.3 Rotors and stators

If rotors and stators are to be lightly skimmed to remove eccentricities and surface damage, the resultant increased air gap between rotor and stator shall not produce higher external surface temperatures that infringe the temperature class of the machine.

Skimmed or damaged stator cores shall be subjected to a "flux test" to ensure that there are no remaining hot spots which could infringe the temperature classification or cause subsequent damage to the stator windings.

11.4 Modifications

11.4.1 Enclosures

Enclosures may be modified provided that the specified temperature classification, degree of ingress protection and impact test requirements of the appropriate standard are met.

11.4.2 Cable and conduit entries

Care shall be taken to ensure that the specified type of protection and degree of ingress protection are maintained.

11.4.3 Windings

It is permissible to rewind the equipment for another voltage after reference to the manufacturer provided that, for example, the magnetic loading, current densities and losses are not increased, appropriate new clearances and creepage distances are observed and the new voltage is within the limits of the certificate. The rating plate shall be changed to show the new parameters.

Rewinding a rotating machine for a different speed is not permissible without reference to the manufacturer since the electrical and thermal characteristics of the machine could be significantly altered to the point of being outside the limits of the certification documents.

11.4.4 Auxiliary equipment

In cases where additional auxiliary equipment is requested, for example, anti-condensation heaters or temperature sensors, the manufacturer shall be consulted to establish the feasibility of and procedure for the proposed modification.

12 Additional requirements for the repair and overhaul of equipment with type of protection pressurization “pD”

12.1 Application

Equipment used within enclosures that are certified as complying with the requirements of IEC 61241-2 is generally unspecified with respect to that standard. Variations can therefore be made to include equipment without invalidating the certificate. However, there are general restrictions such as electrical performance and temperature rating that are taken into consideration if changes to internal equipment are made.

NOTE In contrast to type of protection “p” purging is not allowed with type of protection “pD”. Internal cleaning of the enclosure is necessary before the electrical supply can be connected as per IEC 61241-2.

12.2 Repair and overhaul

The requirements for repair and overhaul are identical with those of protection “p” as specified in Clause 7.

12.3 Reclamation

The requirements for reclamations are identical with those of protection “p” as specified in Clause 7.

12.4 Modifications

The requirements for modifications are identical with those of protection “p” as specified in Clause 7.

Annex A

(normative)

Identification of repaired equipment by marking

A.1 Marking information

Repaired and overhauled equipment shall be marked on the main part in a visible place. This marking shall be legible and durable taking into account all relevant environmental conditions. The marking shall include

- the relevant symbol (see Clause A.2 below);
- the standard number "IEC 60079-19" or national equivalent;
- the name of the repairer or his registered trade mark and workshop certification, if any;
- the repairer's reference number relating to the repair;
- the date of the overhaul/repair.

The marking may be on a plate permanently attached to the repaired equipment.

In the event of subsequent repairs, the earlier repair/overhaul plate shall be removed, a record being made of all the markings on it.

If an earlier plate has been removed and it had the triangular symbol as shown in A.2.2, then the symbol on subsequent plates should also be triangular unless the repairer restores the whole equipment to full conformity with the certification documents.

Equipment which, after repair or overhaul, conforms neither to the certification documents nor to the explosion protection concept standard shall have all the marking details relating to the explosion protection concept standard removed with the agreement of the user.

A.2 Symbols

A.2.1 In accordance with certification and/or manufacturer's specification

This mark is to be used only when the repair or reclamation is in accordance with this standard and the repairer has sufficient evidence of full compliance with the certification documents and/or manufacturer's specification.



A.2.2 In accordance with standards but not the certification documents

This mark is to be used when either

- a) the equipment is changed during repair or reclamation so that it still complies with the restrictions imposed by this standard and the explosion protection standards to which it was manufactured, but repairer has insufficient evidence of full compliance with the certification documents; or

- b) the standards to which the previously certified equipment was manufactured are not known, but the requirements of this standard and the current edition of the relevant explosion protection standards have been applied but repairer has insufficient evidence of full compliance with the certification documents. An assessment, by a person competent in assessing explosion protected equipment has been conducted to verify compliance with the relevant level of safety prior to release of the equipment by the repairer.

In these situations the certification labels should not be removed.



NOTE These marking are required for the benefit of subsequent repairers and the only difference between the markings is the method of compliance.

A.2.3 Other situations

Equipment which, after repair or reclamation, does not conform to A.2.1 or A.2.2 should have its original manufacturer's certification label removed or altered to give a clear indication that the equipment is not certified, until a supplementary certificate is obtained to cover the repair or overhaul.

If the equipment is returned to its owner before such supplementary certification is obtained, the record described in 4.4.1.5 should indicate that the equipment is not in serviceable condition and is not to be used in a place where explosive atmosphere is likely to occur.

Annex B (normative)

Knowledge, skills and competencies of “Responsible Persons” and “Operatives”

B.1 Scope

This annex specifies the knowledge, skills and competencies of persons referred to in this standard.

B.2 Knowledge and skills

B.2.1 Responsible Persons

“Responsible Persons” who are responsible for the processes involved in the overhaul, repair and reclamation of specific types of explosion protection of explosion protected equipment, shall possess, at least, the following:

- a) general understanding of relevant electrical and mechanical engineering at the craftsman level or above;
- b) practical understanding of explosion-protection principles and techniques;
- c) understanding and ability to read and assess engineering drawings;
- d) familiarity with measurement functions, including practical metrology skills, to measure known quantities;
- e) working knowledge and understanding of relevant standards in the explosion protection field;
- f) basic knowledge of quality assurance, including the principles of traceability of measurement and instrument calibration.

Such persons shall confine their involvement to overhaul, repair and reclamation in the nominated areas of competence and not engage themselves in modifications of explosion protected equipment without expert guidance.

B.2.2 Operatives

Operatives shall possess, to the extent necessary to perform their tasks, the following:

- a) understanding of the general principles of types of protection and marking;
- b) understanding of those aspects of equipment design which affect the protection concept;
- c) understanding of certification and relevant parts of this standard;
- d) ability to identify replacement parts and components authorized by the manufacturer;
- e) familiarity with the particular techniques to be employed in repairs referred to in this standard.

B.3 Competencies

B.3.1 General

Competencies shall apply to each of the explosion-protection techniques for which the person is involved. For example: it is possible for a person to be competent in the field of repair and overhaul of Ex'd' motors only and not be fully competent in repair of Ex'd' switchgear or Ex'e' motors. In such cases, the repair facility management shall define this in their documentation system.

B.3.2 Responsible persons

Responsible persons shall be able to demonstrate their competency and provide evidence of attaining the knowledge and skill requirements specified in B.2.1 relevant to the types of protection and/or types of equipment involved.

B.3.3 Operatives

Operatives shall be able to demonstrate their competency and provide evidence of attaining the knowledge and skill requirements specified in B.2.2 relevant to the types of protection and/or types of equipment involved.

They shall also be able to demonstrate their competency in the

- use and availability of documentation specified in 4.4.1.5.1;
- production of job reports to the user as specified in 4.4.1.5.2;
- use and production of repair facility records as specified in 4.4.1.5.3.

B.4 Assessment

The competency of responsible persons and operatives shall be verified and attributed, at intervals in accordance with 4.4.1.3 and 4.4.2.3, on the basis of sufficient evidence that the person

- a) has the necessary skills required for the scope of work;
- b) can act competently across the specified range of activities; and
- c) has the relevant knowledge and understanding underpinning competency.

Annex C

(normative)

Requirements for measurements in flameproof equipment during overhaul, repair and reclamation (including guidance on tolerances)

C.1 General

Evidence has come to light that there have been instances where equipment passed the Ex d flame transmission test with the gaps set to the maximum specified by the manufacturer but failed the test when set to the larger gaps permitted by the Ex d standard. As such equipment has not necessarily been marked with an 'X' on the certificate, there is no way of knowing whether the equipment can be safely repaired to the values allowed by the standard or whether it needs to be repaired to the smaller gaps specified by the manufacturer. Therefore, in the absence of drawings showing the manufacturer's gaps, repairers should use the guidance given in Table C.1.

NOTE Figure C.1 is equivalent to Table C.1.

Table C.1 – Determination of maximum gap of reclaimed parts

Ref.	Condition		Maximum gap
1.	Dimensions are available on the certified documentation.		Use the values specified in that documentation.
2.	Original national standard ^a required that the test gap be set at the value in that standard.		Use the values specified in the standard used.
3a	Original standard requires that suffix 'X' is marked where the test gap is less than the values in that standard.	Certificate has suffix 'X'.	Use values specified in the 'conditions of use' with the certificate.
3b.		Certificate has no suffix.	Use the values specified in the standard used.
4a	Certification body policy required that suffix 'X' was marked where the test gap was less than the values in the standard used.	Certificate has suffix 'X'.	Use values specified in the 'conditions of use' with the certificate.
4b		Certificate has no suffix.	Use the values specified in the standard used.
5.	Relevant dimensions accurately determined by measurement of the equipment in 'as new' condition		Use the values determined by measurement.
6.	Relevant dimensions accurately determined from identical undamaged equipment		Use the values determined by measurement.
7.	Relevant dimensions accurately determined from undamaged parts of the equipment		Use the values determined by measurement.
8.	Relevant dimensions accurately determined from partially damaged parts of the equipment		Use the values determined by measurement.
9.	Other method by which the original dimensions are accurately determined		Use the values so determined.
10a	Other conditions ^{b,c,d}	Cylindrical joints for shaft glands of rotating electrical machines with rolling-element bearings	Use 80 % of the value specified in the current edition of IEC 60079-1.
10b		Other joints	40 % of the appropriate value in the current edition of IEC 60079-1 is smaller than the credible manufacturing gap.
10c			40 % of the appropriate value in the current edition of IEC 60079-1 is greater than the credible manufacturing gap.

^a The 'original standard' is the edition of the standard to which the equipment was certified.

^b The reduced gap (80 % or 40 %) is only applicable to damaged parts subject to reclamation.

^c Where the reduced gap contravenes the requirements for the minimum radial gap 'k' and/or the maximal radial gap 'm', the required gap shall be the smallest that meets the 'k' and 'm' requirements.

^d Damaged gaps on equipment in environments requiring Group IIC equipment cannot be reclaimed.

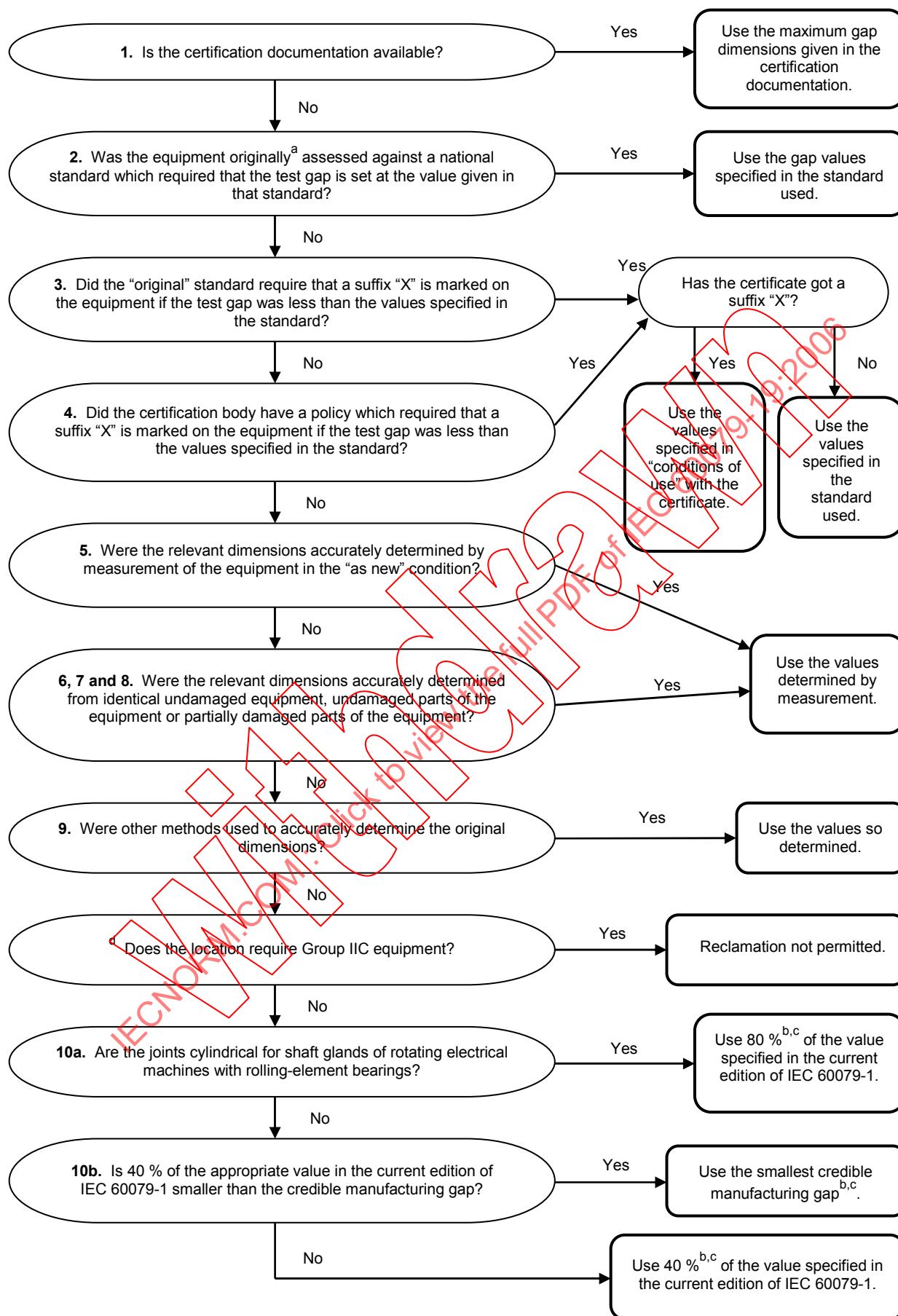


Figure C.1 – Determination of maximum gap of reclaimed parts

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	58
INTRODUCTION	60
1 Domaine d'application	61
2 Références normatives	61
3 Termes et définitions	62
4 Généralités	64
4.1 Principes généraux	64
4.2 Exigences réglementaires	65
4.3 Instructions pour l'utilisateur	65
4.4 Instructions pour l'établissement de réparation	65
5 Règles additionnelles pour la réparation et la révision de matériels avec le mode de protection «d» (enveloppes antidéflagrantes)	73
5.1 Application	73
5.2 Réparation et révision	73
5.3 Remise en état	77
5.4 Modifications	78
6 Règles additionnelles pour la réparation et la révision des matériels avec le mode de protection «i» (sécurité intrinsèque)	79
6.1 Application	79
6.2 Réparation et révision	80
6.3 Remise en état	82
6.4 Modifications	82
7 Règles additionnelles pour la réparation et la révision des matériels avec le mode de protection «p» (surpression interne)	82
7.1 Application	82
7.2 Réparation et révision	82
7.3 Remise en état	85
7.4 Modifications	86
8 Règles additionnelles pour la réparation et la révision des matériels avec le mode de protection «e» (sécurité augmentée)	87
8.1 Application	87
8.2 Réparation et révision	87
8.3 Remise en état	91
8.4 Modifications	92
9 Règles additionnelles pour la réparation et la révision des matériels avec le mode de protection «n» (sans étincelles)	92
9.1 Application	92
9.2 Réparation et révision	92
9.3 Remise en état	96
9.4 Modifications	97
10 Règles additionnelles pour la réparation et la révision d'un matériel couvert par la CEI 60079-26	97

11 Règles additionnelles pour la réparation et la révision des matériels avec le mode de protection «tD»	97
11.1 Application	97
11.2 Réparation et révision	98
11.3 Remise en état	100
11.4 Modifications	101
12 Règles additionnelles pour la réparation et la révision des matériels avec le mode de protection «pD»	102
12.1 Application	102
12.2 Réparation et révision	102
12.3 Remise en état	102
12.4 Modifications	102
Annexe A (normative) Identification du matériel réparé par un marquage	103
Annexe B (normative) Connaissances, compétences et autorités des «personnes responsables» et des «opérateurs»	105
Annexe C (normative) Exigences pour les mesures des matériels antidéflagrants pendant la révision, la réparation et la remise en état (y compris un guide sur les tolérances)	107
Figure C.1 – Détermination de l'interstice maximum des pièces remises en état	109
Tableau C.1 – Détermination de l'interstice maximal des parties remises en état	108

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES –

Partie 19: Réparation, révision et remise en état du matériel

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 60079-19 a été établie par le sous-comité 31J: Classification des emplacements dangereux et règles d'installation, du comité d'études 31: Matériels pour atmosphères explosives.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition, publiée en 1993, et constitue une révision technique.

Les modifications techniques importantes par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- de nouvelles exigences pour la réparation et la révision du matériel couvert par la CEI 60079-26 sont ajoutées;
- de nouvelles exigences pour la réparation et la révision du matériel à mode de protection «tD» et «pD» pour poussières combustibles sont ajoutées;

- les connaissances et compétences des «personnes responsables» et des «personnes opérationnelles» sont expliquées;
- des exigences pour des mesures dans des matériels antidéflagrants, pendant la révision, la réparation et la remise en état (incluant des recommandations sur les tolérances) sont ajoutées.

Le texte de la présente norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
31J/124/FDIS	31J/135/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de la présente norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous «<http://webstore.iec.ch>» dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

INTRODUCTION

Lorsqu'un matériel est installé dans un emplacement où une concentration et une quantité dangereuses de gaz, de vapeurs, de brouillards ou de poussières inflammables peuvent exister dans l'atmosphère, des mesures de protection sont à appliquer afin de réduire la probabilité d'une explosion due à l'inflammation par des arcs, étincelles ou surfaces chaudes, produits soit en service normal soit dans des conditions de défauts spécifiées.

La présente partie de la CEI 60079 est un complément aux autres normes CEI comme, par exemple, la CEI 60364 en ce qui concerne les règles d'installation, et se réfère de même à la CEI 60079 et ses parties concernées pour les règles de conception du matériel électrique adapté.

L'Article 4 de la présente partie de la CEI 60079 contient des règles générales pour la réparation et la révision du matériel et il convient de le lire en même temps que les autres articles de cette norme, donnant des règles détaillées pour chaque mode de protection.

Lorsque le matériel protégé comprend plusieurs modes de protection, il y a lieu de se référer aux articles concernés.

La présente partie donne non seulement un guide sur les moyens pratiques de maintenir les exigences de sécurité électrique et les performances du matériel réparé mais aussi définit les procédés pour garantir après réparation, révision et remise en état la conformité du matériel avec les dispositions du certificat de conformité ou avec les dispositions de la norme appropriée pour la protection contre les explosions, si le certificat n'est pas disponible.

La nature de la protection contre l'explosion offerte par chaque mode de protection varie suivant ses propres caractéristiques. Il convient de faire référence à la norme appropriée pour les détails.

Les utilisateurs utiliseront les moyens de réparation les mieux adaptés à tout élément particulier du matériel, qui peuvent être soit les moyens des constructeurs, soit ceux d'un réparateur dont la compétence et l'équipement conviennent (voir note).

La présente partie reconnaît la nécessité d'exiger un niveau de compétence pour la réparation, la révision et la remise en état du matériel. Certains constructeurs peuvent recommander que le matériel soit réparé uniquement par eux.

Dans le cas de réparation, de révision ou de remise en état de matériels qui ont été l'objet d'une certification de conception, il peut être nécessaire de clarifier la position du maintien de la conformité du matériel vis-à-vis du certificat.

NOTE Bien que certains constructeurs recommandent que certains matériels leur soient retournés pour réparation ou remise en état, il y a aussi des organismes de réparation indépendants compétents qui ont les moyens d'effectuer ces travaux de réparation sur des matériels utilisant certains ou tous les modes de protection couverts par la CEI 60079. Afin que le matériel réparé conserve l'intégrité du ou des modes de protection utilisés pour sa conception et sa construction, une connaissance détaillée de la conception originale du constructeur (qui ne peut être obtenue qu'à partir des dessins de conception et de fabrication) et tout document de certification peut être nécessaire. Dans le cas où le matériel n'est pas retourné au constructeur d'origine pour réparation ou remise en état, il convient de considérer l'utilisation d'organismes de réparation recommandés par le constructeur d'origine.

ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES –

Partie 19: Réparation, révision et remise en état du matériel

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60079

- donne des instructions, principalement de nature technique, pour la réparation, la révision, la remise en état et la modification du matériel certifié conçu pour être utilisé en atmosphères explosives;
- n'est pas applicable à l'entretien sauf lorsque la réparation et la révision ne peuvent être dissociées de l'entretien, pas plus qu'elle ne donne un conseil sur les systèmes d'entrées de câbles qui peuvent exiger un renouvellement quand le matériel est ré-installé;
- n'est pas applicable au type de protection «m»;
- suppose que les bonnes règles de l'art sont adoptées d'un bout à l'autre.

NOTE Une grande partie du contenu de la présente norme concerne la réparation et la révision des machines tournantes. Ce n'est pas parce qu'elles sont les éléments les plus importants des matériels protégés contre les explosions, mais plutôt parce qu'elles sont des éléments essentiels des grands matériels à réparer, pour lesquels, quel que soit le mode de protection mis en œuvre, il existe suffisamment de règles de construction communes pour permettre des instructions détaillées pour leur réparation, leur révision, leur remise en état ou leur modification.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60079, (toutes les parties), *Atmosphères explosives*

CEI 60085, *Isolation électrique – Classification thermique*

CEI 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (code IP)*

CEI 61241-0, *Matériels électriques pour utilisation en présence de poussières combustibles – Partie 0: Exigences générales*

CEI 61241-2, *Matériels électriques destinés à être utilisés en présence de poussières combustibles – Partie 2: Méthodes d'essai*

ISO 4526, *Revêtements métalliques – Dépôts électrolytiques de nickel pour usages industriels*

ISO 6158, *Revêtements métalliques – Dépôts électrolytiques de chrome pour usages industriels*

ISO 9000, *Systèmes de management de la qualité – Principes essentiels et vocabulaire*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1

condition de bon fonctionnement

condition qui permet le remplacement d'un élément ou l'utilisation d'un composant remis en état sans altérer les caractéristiques de fonctionnement ou les aspects relatifs à la protection contre l'explosion du matériel dans lequel un tel composant est utilisé, particulièrement pour ce qui concerne les règles applicables lors de la certification

3.2

réparation

action de remettre un matériel défectueux en condition de bon fonctionnement total et en conformité avec la norme correspondante

NOTE L'expression «norme correspondante» signifie la norme selon laquelle le matériel a été conçu.

3.3

révision

action de remettre en condition de bon fonctionnement total un appareil qui a été utilisé ou stocké pendant un certain temps mais qui n'est pas défectueux

3.4

entretien

actions courantes effectuées pour conserver les conditions de bon fonctionnement total de l'appareil installé (voir Article 1)

3.5

composant

pièce non divisible

NOTE L'assemblage de telles pièces peut constituer un matériel.

3.6

remise en état

moyen d'effectuer une réparation comprenant par exemple le retrait ou l'adjonction de matériau pour remettre en état des composants qui ont subi des dommages afin que de telles parties soient remises en condition de bon fonctionnement total conformément à la norme correspondante.

NOTE L'expression «norme correspondante» signifie la norme selon laquelle le matériel a été conçu.

3.7

modification

changement par rapport à la conception de l'appareil qui affecte le matériau, la disposition, la forme ou la fonction

3.8

constructeur

fabricant du matériel (qui peut aussi être le fournisseur, l'importateur ou un mandataire) au nom duquel généralement la certification éventuelle du matériel a été initialement enregistrée

3.9

utilisateur

utilisateur du matériel

3.10**établissement de réparation**

établissement procurant un service qui consiste en des réparations, des révisions, des remises en état de matériel protégé contre les explosions, qui peut être le constructeur, l'utilisateur ou une tierce partie (atelier de réparation)

3.11**certification**

certification qui aboutit à la délivrance d'un certificat de conformité et qui se réfère principalement à l'acceptation du matériel effectuée par une station d'essais reconnue.

La présente norme peut aussi s'appliquer au matériel certifié par d'autres organismes de certification ou au matériel qui a fait l'objet d'une déclaration de conformité aux normes reconnues, établie par les constructeurs ou les utilisateurs.

3.12**références du certificat**

un numéro de référence du certificat peut se référer à une conception unique ou à une série d'appareils de conception similaire

3.13**symbole «X»**

le symbole «X» est utilisé pour indiquer les conditions particulières pour une utilisation sûre. Les documents de certification doivent être étudiés avant d'installer, de réparer, de réviser, de remettre en état ou de modifier un tel matériel.

3.14**rebobinage conforme**

procédé par lequel un bobinage est totalement ou partiellement remplacé par un autre dont les caractéristiques et les propriétés sont au moins aussi bonnes que celles de l'original

3.15**mode de protection «d»**

mode de protection dans lequel les parties qui peuvent enflammer une atmosphère explosive sont placées à l'intérieur d'une enveloppe capable de supporter la pression engendrée au cours d'une explosion interne d'un mélange explosif et qui empêche la transmission de l'explosion à l'atmosphère explosive entourant l'enveloppe

3.16**mode de protection «i»**

circuit dans lequel aucune étincelle ni aucun effet thermique produit dans les conditions d'essais prescrites dans les normes applicables (qui couvrent le fonctionnement normal et les conditions de défaut spécifiées) n'est capable de provoquer l'inflammation d'une atmosphère explosive gazeuse donnée

3.17**mode de protection «p»**

mode de protection dans lequel la pénétration de l'atmosphère extérieure dans l'enveloppe du matériel électrique est empêchée grâce à la présence à l'intérieur de cette enveloppe d'un gaz de protection à une pression supérieure à celle de l'atmosphère extérieure. La surpression est assurée avec ou sans circulation du gaz de protection.

3.18**mode de protection «e»**

mode de protection dans lequel des mesures sont prises pour prévenir avec un haut degré de sécurité la possibilité de températures excessives et l'apparition d'arcs et d'étincelles à l'intérieur et sur les parties extérieures du matériel électrique qui n'en produit pas en service normal

3.19

mode de protection «n»

mode de protection appliqué à un matériel électrique de manière que, en fonctionnement normal, il ne puisse ni enflammer l'atmosphère explosive environnante, ni présenter, de façon vraisemblable, un défaut capable de provoquer une inflammation

3.20

mode de protection «tD»

mode de protection dans lequel les parties pouvant enflammer une atmosphère de poussières combustibles sont placées dans une enveloppe conçue pour exclure la pénétration de poussières et pour limiter la température de surface exposée à l'atmosphère explosive

3.21

mode de protection «pD»

mode de protection contre l'explosion dépendante de l'enveloppe soumise à une pression continue comme dans la CEI 61241-2, par un apport d'air non contaminé ou d'un gaz non inflammable alors que l'électricité est connectée à l'enveloppe.

4 Généralités

4.1 Principes généraux

Cet article couvre les aspects de la réparation, de la révision, de la remise en état et de la modification qui sont communs à tous les matériels protégés contre les explosions. Les articles suivants donnent les instructions relatives aux modes de protection spécifiques. Lorsqu'un matériel comprend plusieurs modes de protection, il y a lieu de se référer aux articles concernés.

NOTE 1 Des règles complémentaires n'ont pas été définies pour les modes de protection «o» et «q».

Dans l'hypothèse de réparations et de révisions effectuées selon les règles de l'art, alors

- a) le matériel est supposé être conforme au certificat si les éléments spécifiés par le constructeur ou les éléments spécifiés dans la documentation de certification sont utilisés pour la réparation et la révision;
- b) le matériel reste conforme au certificat si les réparations ou des modifications sont effectuées sur le matériel comme cela est détaillé dans les documents de certification.

Dans des circonstances où les documents de certification ne sont pas disponibles, la réparation ou la révision doivent être effectuées sur le matériel conformément à la présente norme ou autre(s) norme(s) correspondante(s). Les étapes suivies pour obtenir les documents de certification doivent être enregistrées dans la documentation de l'établissement de réparation (voir 4.4.1.5.3).

Si d'autres réparations ou modifications techniques sont utilisées, il sera nécessaire de s'assurer auprès des constructeurs et/ou de l'autorité chargée de la certification, que le matériel peut continuer à être utilisé en atmosphère explosive.

NOTE 2 Il convient que la réparation d'un matériel qui ne possède pas de plaque de marquage soit évitée.

4.2 Exigences réglementaires

4.2.1 L'établissement de réparation

L'établissement de réparation ou de remise en état doit connaître toutes les exigences spécifiques de la législation nationale en vigueur qui peut s'appliquer à la réparation et la révision.

4.2.2 L'utilisateur

Il convient que l'utilisateur du matériel connaisse toute la législation applicable s'il souhaite entreprendre la réparation ou la révision du matériel lui-même. En outre, il convient qu'il soit averti de tout transfert de responsabilité relative à la santé et la sécurité si la remise à neuf et/ou la réinstallation sont effectuées par une tierce partie.

4.3 Instructions pour l'utilisateur

4.3.1 Certificats et documents

Il convient que le certificat et les autres documents s'y rapportant (voir 4.4.1.5.1) puissent être obtenus en tant qu'éléments du contrat d'achat initial.

4.3.2 Enregistrements et instructions de travail

Toute la documentation correspondante disponible doit être obtenue en tant qu'éléments du contrat d'achat initial. Les enregistrements de toute réparation, révision ou modification antérieure doivent être gardés par l'utilisateur et tenus à la disposition du réparateur.

NOTE Il sera de l'intérêt de l'utilisateur que le réparateur soit averti, chaque fois que c'est possible, du défaut et/ou de la nature du travail à faire.

Les exigences particulières notées dans les spécifications de l'utilisateur et qui s'ajoutent aux différentes normes, par exemple une protection renforcée contre la pénétration, doivent être portées à l'attention du réparateur.

Il convient que l'utilisateur informe le réparateur de toute exigence de caractère légal pour la conformité à la certification (voir note dans l'introduction).

4.3.3 Réinstallation du matériel réparé

Avant que le matériel réparé soit réemployé, les entrées de câbles ou de conduits doivent être vérifiées pour s'assurer qu'elles ne sont pas endommagées et qu'elles sont appropriées au mode de protection de l'appareil. Des recommandations peuvent être trouvées dans l'article de la CEI 60079-14 traitant des systèmes de câblage.

4.3.4 Etablissements de réparation

L'utilisateur doit s'assurer que l'établissement en charge de la réparation concernée peut démontrer la conformité aux stipulations correspondantes de la présente norme.

4.4 Instructions pour l'établissement de réparation

4.4.1 Réparation et révision

4.4.1.1 Généralités

Les établissements de réparation doivent fonctionner sous un système de management de la qualité (SMQ) conforme à la série ISO 9000.

L'établissement de réparation doit nommer une personne (personne responsable) ayant les compétences nécessaires (voir Annexe B) dans l'organisation de la gestion, pour prendre la responsabilité et avoir l'autorité d'assurer que le matériel révisé/réparé est conforme à la certification, en accord avec l'utilisateur. La personne ainsi nommée doit avoir la connaissance professionnelle des normes sur la protection contre l'explosion appropriées et une compréhension de cette norme.

Il faut que l'organisme de réparation ait des installations de réparation et de révision suffisantes ainsi que l'équipement nécessaire, des opérateurs formés ayant les compétences nécessaires (voir Annexe B) et l'autorité pour pouvoir effectuer les activités, en prenant en compte le mode de protection spécifique.

L'établissement de réparation doit mener une évaluation du statut du matériel à réparer, se mettre d'accord avec l'utilisateur sur le statut de certification attendu du matériel après réparation et l'étendue du travail à effectuer. Cela devrait comprendre l'omission des essais mentionnés dans ce document, que l'utilisateur peut raisonnablement supposer inclus. L'évaluation doit être documentée et elle doit concerner les articles correspondants de la présente norme et de la norme sur le matériel en question et elle doit être incluse dans le rapport de travail à l'utilisateur. De telles évaluations doivent être menées par la personne responsable (avec l'aide des opérateurs appropriés). La personne responsable doit mener uniquement des évaluations en utilisant les techniques de protection contre l'explosion pour lesquelles elle a démontré sa compétence.

L'établissement de réparation doit inclure des procédures et des systèmes pour mener des travaux de révision/réparation sur des sites en dehors de l'établissement de réparation, le cas échéant.

4.4.1.2 Certification et normes

L'attention du réparateur est attirée sur la nécessité de connaître les normes concernées de protection contre les explosions et les exigences de la certification applicables au matériel qui doit être réparé ou révisé, et de s'y conformer.

4.4.1.3 Compétence

Le réparateur d'un matériel doit s'assurer que les personnes directement concernées par la réparation et/ou la révision du matériel certifié sont formées, expérimentées, qualifiées et compétentes et/ou surveillées pour ce type de travail.

Les évaluations de la formation et des compétences sont spécifiées à l'Annexe B.

Des formations appropriées et des évaluations doivent être entreprises à intervalles de temps dépendant de la fréquence d'utilisation de la technique ou de la qualification et des changements de normes ou de réglementation. L'intervalle de temps ne doit pas en principe dépasser trois ans.

4.4.1.4 Essais

S'il est impossible d'effectuer certains essais, par exemple sur un composant d'un appareil complet prélevé sur le site pour réparation, tel qu'un rotor de machine tournante, il convient que le réparateur, avant de mettre à nouveau en service l'appareil réparé se soit assuré auprès de l'utilisateur ou du constructeur des conséquences de l'omission de tels essais.

NOTE Dans certains pays, des conséquences légales peuvent reposer sur l'évaluation de la possibilité d'exécuter ou non certaines actions ou essais.

4.4.1.5 Documents

4.4.1.5.1 Généralités

Il convient que l'organisme de réparation cherche à obtenir du constructeur ou de l'utilisateur toutes les informations ou données nécessaires pour la réparation et/ou la révision du matériel. Celles-ci peuvent comprendre les informations relatives aux réparations, révisions ou modifications antérieures. Il convient aussi qu'il dispose de la norme de protection contre l'explosion applicable et s'y réfère.

Il convient que les données utiles pour la réparation et/ou la révision portent généralement, mais non limitativement, sur

- la spécification technique;
- les plans;
- les performances relatives à la protection contre l'explosion et les conditions d'utilisation;
- les instructions de démontage et de remontage;
- les limites du certificat (conditions spéciales pour une utilisation sûre), lorsque cela est spécifié;
- le marquage (y compris le marquage de la certification);
- les méthodes recommandées pour la réparation/la révision du matériel;
- la liste des pièces détachées de remplacement.

Cette information, qui comprend également les données sur la certification, peut être sujette à modification.

NOTE 1 Il n'est pas raisonnablement possible de s'assurer que l'information judiciaire soit ou puisse être largement diffusée de telle sorte qu'elle soit toujours disponible où et quand elle est nécessaire. Les sources d'une information judiciaire sont les utilisateurs, les constructeurs ou les autorités de certification.

NOTE 2 D'après l'édition 4 de la CEI 60079-0, les constructeurs sont tenus de donner des instructions comprenant la réparation.

L'établissement de réparation doit conserver des copies contrôlées de toutes normes relatives à la protection contre l'explosion auxquelles le matériel réparé/révisé est déclaré être conforme.

4.4.1.5.2 Rapport de travail destiné à l'utilisateur

A la fin du travail, des rapports de travail doivent être soumis à l'utilisateur (voir 4.3.2) comprenant, au moins, les éléments suivants:

- le détail des défauts détectés;
- tous les détails du travail de réparation et de révision;
- la liste des parties remplacées ou remises en état;
- les résultats de toutes épreuves ou essais (suffisamment détaillés pour être utiles au prochain utilisateur s'il les réclame, voir 4.3.2);
- résumé de l'historique du produit réparé comprenant les informations indiquées en 4.3.2;
- copie du contrat de l'utilisateur ou de la commande.

Les rapports de travaux de réparations/révisions doivent être conservés pendant la durée déterminée en accord avec l'utilisateur. Les informations conservées doivent être contrôlées de façon adéquate pour assurer une restitution correcte.

4.4.1.5.3 Enregistrements de l'établissement de réparation

Les enregistrements suivants doivent être conservés par l'organisme de réparation:

- copies actuelles et passées des normes techniques correspondantes;
- certification des normes de qualité de l'établissement comprenant ce qui suit:
 - 1) les détails du schéma d'assurance qualité des licences (en cas de détention d'une licence);
 - 2) étalonnage des instruments d'essai;
 - 3) enregistrements des compétences et formation du personnel;
 - 4) système de contrôle des achats;
 - 5) système de gestion des réclamations des clients;

- 6) documentation d'audit interne et si nécessaire externe;
- 7) étude de gestion;
- 8) procédures de commande de processus;
- 9) registre des plans du constructeur;
- Enregistrements des travaux comprenant
 - 1) les étapes suivies pour obtenir les documents de certification,
 - 2) les enregistrements des inspections mécaniques en conformité avec les normes correspondantes;
 - 3) l'identification des défauts;
 - 4) les enregistrements d'essai électrique avant et après réparation comprenant la traçabilité des instruments utilisés et les critères de succès/défaillance);
 - 5) les certifications de conformité pour le remplacement des composants;
 - 6) la procédure de réemploi pour les composants réparés;
 - 7) enregistrement des inspections mécaniques pendant l'assemblage et après;
 - 8) enregistrement du travail entrepris par l'organisme de réparation.

Il convient que la procédure de réemploi des composants réparés identifie au moins ce qui suit:

- a) une justification détaillée du travail effectué;
- b) différentes options considérées (par exemple, soudage, métallisation),
- c) paramètres techniques, par exemple force de connexion;
- d) les raisons du choix de la technique retenue;
- e) consommables utilisés et méthode de stockage;
- f) matériau de base;
- g) instructions du constructeur considérées;
- h) procédure utilisée;
- i) identité et compétence de l'opérateur,
- j) procédure d'inspection utilisée, par exemple ultrasonique, par pénétration du colorant, rayons X;
- k) maintenance de détails de l'étalonnage des systèmes automatiques.

Ces enregistrements doivent être conservés pendant au moins dix ans ou selon accord avec l'utilisateur.

4.4.1.6 Pièces de rechange

4.4.1.6.1 Généralités

Il est préférable d'obtenir les nouvelles pièces chez le constructeur et le réparateur doit s'assurer que seules des pièces de rechange appropriées sont utilisées dans la réparation ou révision du matériel certifié. Selon la nature du matériel, ces pièces de rechange peuvent être définies par le constructeur, par la norme du matériel ou par la documentation de certification s'y rattachant.

4.4.1.6.2 Parties scellées

Il convient que les parties dont les règles de la spécification de l'appareil et les documents de certification exigent le scellement soient remplacées seulement par des pièces de rechange spécifiques détaillées dans la liste des pièces.

NOTE Les dispositifs incorporés dans un appareil pour signaler l'intervention d'une tierce personne (par exemple scelllements de sécurité) distincts de ceux exigés dans les documents de certification n'entrent pas dans le domaine d'application de ce paragraphe.

4.4.1.7 Identification du matériel réparé

Il convient que le matériel soit marqué pour identifier la réparation ou la révision et le nom du réparateur. Le marquage pour le matériel réparé est donné dans l'Annexe A.

Le marquage du matériel réparé peut être prévu sur une plaque séparée. Il peut être nécessaire de modifier, supprimer ou compléter le marquage comme suit.

- a) Si, après la réparation, la révision ou la modification, un matériel a changé de telle sorte qu'il n'est plus entièrement conforme à la norme et au certificat (voir 3.11), le marquage de certification doit être retiré à moins qu'une certification supplémentaire n'ait été obtenue.
- b) Si le matériel est modifié lors de la réparation ou de la révision de telle sorte qu'il est encore conforme à cette norme et aux normes relatives à la protection contre l'explosion mais non nécessairement conforme au certificat, il convient que le marquage de certification ne soit pas retiré, et le symbole de réparation «R» doit être représenté dans un triangle inversé (voir l'Annexe A).
- c) Lorsque les normes correspondant à la fabrication du matériel certifié précédemment ne sont pas connues, les exigences de cette norme et l'édition courante des normes relatives à la protection contre l'explosion doivent s'appliquer. Une évaluation par une personne compétente dans le domaine des matériels protégés contre l'explosion doit être réalisée pour vérifier la conformité avec le niveau de sécurité correspondant avant de sortir de l'atelier de réparation.

4.4.2 Remise en état

4.4.2.1 Généralités

Les remises en état qui ne concernent pas la protection contre les explosions ne font pas l'objet de ce paragraphe. Il convient que de telles pièces soient remises en état conformément aux règles de l'art.

Lorsque le processus de réparation implique une remise en état, les exigences de 4.4.2 s'appliquent, en plus des exigences de 4.4.1 pour les réparations et révisions.

4.4.2.2 Exclusions

Certains composants sont considérés comme ne pouvant pas être remis en état et sont donc exclus du domaine d'application de la présente norme, par exemple

- les composants constitués des matériaux suivants: verre, plastique ou tous matériaux qui ne sont pas dimensionnellement stables;
- les fermetures;
- les composants, par exemple les assemblages enrobés, qui ont été signalés par le constructeur comme ne pouvant pas être réparés.

4.4.2.3 Exigences

4.4.2.3.1 Généralités

Toute remise en état doit être effectuée par un personnel formé, expert dans le procédé employé, respectant les règles de l'art (voir Annexe B). Il doit être demandé aux opérateurs effectuant des opérations de remise en état, par exemple soudage, métallisation, de passer une épreuve pratique de compétence avant d'être autorisé à pratiquer la technique pour la première fois, et ensuite tous les 3 ans. Si l'opérateur n'a pas utilisé la technique depuis plus de 6 mois, il doit repasser l'épreuve.

Si un quelconque procédé breveté est utilisé, il convient que les instructions de l'inventeur d'un tel procédé soient suivies.

Toute remise en état doit être convenablement notée et les enregistrements doivent être conservés. De tels enregistrements comprennent

- l'identification du composant;
- la méthode de remise en état;
- le détail des dimensions qui diffèrent de celles données dans les documents de certification concernés ou des dimensions d'origine du composant;
- dessins montrant les détails de la remise en état comprenant le matériel retiré et remplacé;
- la date;
- le nom de l'organisme ayant effectué la remise en état.

Si une remise en état est effectuée par une autre personne que l'utilisateur, celui-ci doit être en possession d'une copie de l'enregistrement.

Un procédé de remise en état qui aurait pour résultats une modification des dimensions affectant l'intégrité de la protection contre l'explosion par rapport à celles données dans les documents correspondants de certification peut être permis si de telles dimensions modifiées satisfont encore aux règles imposées par cette norme et les normes concernées sur la protection contre les explosions. Il convient que le marquage de certification ne soit pas retiré, et le symbole de réparation «R» doit être représenté dans un triangle inversé. Lorsque les normes correspondant à la fabrication du matériel certifié précédemment ne sont pas connues, les exigences de cette norme et l'édition courante des normes relatives à la protection contre l'explosion doivent s'appliquer. Une évaluation par une personne compétente dans le domaine des matériels protégés contre l'explosion doit être réalisée pour vérifier la conformité avec le niveau de sécurité correspondant avant de sortir de l'atelier de réparation.

Au cas où une incertitude existe sur la valeur, du point de vue de la sécurité, de la remise en état envisagée, il convient que l'avis du constructeur ou de l'autorité de certification soit demandé. Il peut aussi être nécessaire d'effectuer des essais pour vérifier que le procédé de remise en état est acceptable.

4.4.2.3.2 Responsabilités

Si des remises en état sont sous-traitées auprès d'une industrie spécialisée par l'établissement de réparation, de telles remises en état sont sous la responsabilité de l'établissement de réparation.

4.4.2.4 Procédés de remise en état

4.4.2.4.1 Généralités

Ce qui suit souligne certains procédés de remise en état qui peuvent être utilisés pour le matériel protégé contre les explosions.

Il convient de noter que les procédés ne sont pas tous applicables à tous les modes de protection. Des instructions détaillées sont données dans les articles concernés de la présente norme.

Les retraits de métal doivent être minimisés et être juste suffisants pour éliminer les défauts nécessitant une réparation et donner l'épaisseur du revêtement minimale recommandée pour la technique utilisée. D'après les guides de l'industrie, le retrait jusqu'à 2 % de l'épaisseur du métal pour la métallisation et jusqu'à 20 % pour la soudure ne devraient pas affecter significativement la résistance du composant. Le retrait d'une plus grande épaisseur du matériau ne doit être effectué qu'après avoir dûment consulté le constructeur ou par le calcul quand le constructeur n'existe plus.

Le réparateur doit s'assurer, à l'issue de la remise en état, que l'appareil est totalement en état de fonctionner et qu'il est conforme aux normes applicables au mode de protection. Cette conformité doit être enregistrée par l'organisme de réparation et conservée dans les dossiers de travail.

4.4.2.4.2 Métallisation

Cette méthode ne convient que si l'étendue de l'usure ou du dommage, en plus de l'usinage nécessaire pour préparer le composant pour la remise en état, n'a pas affaibli celui-ci en dessous des limites de sécurité. Il convient qu'une métallisation, bien qu'elle augmente quelque peu la rigidité, ne soit pas prise en compte dans l'appréciation de la résistance. En effet, l'usinage avant l'application du métal d'apport peut introduire une tension qui pourra affaiblir encore le composant.

La métallisation n'est pas recommandée pour certains cas de haute vitesse et de diamètres importants; et elle est seulement acceptable si les matériaux sont métallurgiquement compatibles et si le métal de base est sans défaut.

4.4.2.4.3 Dépôt électrolytique

Le dépôt électrolytique est un procédé acceptable pourvu que l'élément ne soit pas affaibli en dessous des limites de sécurité. Les procédés détaillés pour le chrome et le nickel sont donnés respectivement dans l'ISO 6158 et l'ISO 4526.

4.4.2.4.4 Chemisage

Cette méthode ne convient que si l'usure ou le dommage en plus de l'usinage nécessaire pour préparer l'élément pour la remise en état n'affaiblissent pas celui-ci en dessous des limites de sécurité. Une chemise, bien qu'elle augmente quelque peu la rigidité, ne doit pas être prise en compte dans l'appréciation de la résistance.

4.4.2.4.5 Brasage et soudage

La remise en état par brasage ou soudage ne convient que si la technique employée assure la fusion et la pénétration correctes de la brasure ou de la soudure dans le métal de base, avec comme résultat un renforcement suffisant, une prévention des déformations, une diminution des tensions et une absence de boursouflures. Il faut savoir que le brasage et le soudage portent la température du composant à un niveau élevé et peuvent provoquer la propagation des fissures de fatigue.

Les techniques suivantes de soudage sont reconnues par cette norme:

- MMA: Soudage manuel avec électrode de métal
- MIG: Soudage avec électrode de métal sous gaz inerte
- TIG: Soudage avec électrode de tungstène sous gaz inerte
- Soudage à l'arc: Submergé avec électrode de métal avec couche de flux
- Fil chaud

D'autres techniques doivent être utilisées dans les remises en état après une consultation en bonne et due forme avec le constructeur ou, le cas échéant, avec l'autorité de certification.

4.4.2.4.6 Suture métallique

La remise en état à froid d'une cassure sur pièce moulée par la technique de fermeture de la cassure avec des points de suture en alliage au nickel et un scellement de la fissure par des alliages de nickel peut être admissible pour une épaisseur convenable de la pièce moulée.

4.4.2.4.7 Usinage des stators et rotors (machines tournantes)

Les stators et rotors endommagés ne doivent pas être usinés pour enlever des irrégularités de surface, sans en référer au constructeur pour connaître l'entrefer maximal admissible qui ne doit pas être dépassé.

NOTE Cette restriction peut avoir une incidence sur la possibilité de mettre en place un nouvel arbre dans le circuit magnétique existant si ce circuit exige ensuite d'être recentré pour rétablir la concentricité.

4.4.2.4.8 Trous taraudés des fixations

Les taraudages qui ont été endommagés au-delà de l'acceptable peuvent être remis en état en fonction du mode de protection, par les moyens suivants:

- par un perçage plus grand et un retaraudage;
- par un perçage plus grand, un retaraudage et la mise en place d'un insert approprié qui passera l'essai de traction comme spécifié par le constructeur de l'insert fileté,
- par un perçage plus grand, un bouchon ¹, un reperçage et un retaraudage;
- par un bouchon ², un reperçage et un retaraudage à d'autres endroits;
- par un bouchon soudé, un reperçage et un retaraudage.

4.4.2.4.9 Réusinage

Le réusinage des surfaces usées ou endommagées ne convient que si

- l'élément n'est pas affaibli au-delà des limites de sécurité;
- l'intégrité de l'enveloppe est conservée;
- l'état de surface exigé est réalisé.

4.4.3 Modifications

Lorsque le processus de réparation implique un travail de modification alors, en plus des exigences de 4.4.1 pour les réparations et révisions, les exigences de 4.4.3 s'appliquent également.

Aucune modification ne doit être effectuée sur un matériel certifié sauf celles permises dans le certificat ou approuvées par écrit par le constructeur. Les articles suivants de la présente norme donnent des instructions détaillées concernant les modifications suivant les différents modes de protection.

Si une modification qui peut rendre un matériel non conforme aux documents de certification et aux normes relatives aux modes de protection concernés est proposée, l'utilisateur doit être informé par écrit que le matériel ne peut plus être utilisé en atmosphère explosive, et ses instructions écrites obtenues. Si la proposition est réalisée, le marquage de certification doit être retiré ou modifié de façon à indiquer clairement que le matériel n'est plus certifié.

¹ Les bouchons doivent être fermement fixés.

² Les bouchons doivent être fermement fixés.

4.4.4 Réparations temporaires

Une réparation temporaire ayant pour but de maintenir le fonctionnement du matériel pendant une courte durée ne peut convenir que si la conservation des aspects de protection contre les explosions est assurée, ou que si d'autres mesures sont prises tant que le matériel n'est pas complètement restauré. Certaines réparations temporaires peuvent de ce fait être interdites. Une réparation temporaire doit être transformée en une réparation complète sur la base des normes dès que cela est raisonnablement possible.

4.4.5 Enlèvement des enroulements endommagés

Le procédé de ramollissement des vernis d'imprégnation des enroulements avec les solvants avant d'enlever les enroulements est acceptable.

L'autre procédé qui consiste à chauffer pour faciliter l'enlèvement des enroulements est acceptable pourvu que l'opération soit effectuée avec soin pour ne pas altérer de façon significative l'isolation entre les tôles du circuit magnétique. Une attention particulière est nécessaire et, en cas de doute, l'avis du constructeur sera demandé en ce qui concerne la construction du circuit magnétique et le matériau d'isolation entre les tôles, pour le matériel de sécurité augmentée «e» ainsi que, quel que soit le mode de protection, le matériel ayant une classe de température T6, T5 ou T4.

La nécessité de cette précaution particulière dans ces circonstances provient du fait qu'une augmentation des pertes dans la partie magnétique qui peut provenir d'une dégradation de l'isolation entre tôles, peut affecter de façon significative les paramètres de la sécurité «e» (temps t_E , etc.), ou donner un dépassement des classes de température. Il convient que le réparateur s'assure, comme dans tous les procédés de remise en état, qu'à l'issue de la remise en état, le matériel répond pleinement aux conditions de service et aux normes relatives à la protection contre les explosions le concernant (voir aussi 4.4.2.4).

4.4.6 Inverseurs

Une attention particulière est portée sur la nécessité de prendre des précautions quand un inverseur est ajouté à une machine tournante Ex afin de s'assurer que cela est fait uniquement quand c'est spécifié dans le certificat ou dans la documentation du constructeur de la machine tournante. Il convient que les réparateurs «tierce-partie» prennent des précautions particulières pour établir que tout inverseur sur lequel ils sont appelés à intervenir sont ainsi spécifiés.

5 Règles additionnelles pour la réparation et la révision de matériels avec le mode de protection «d» (enveloppes antidéflagrantes)

5.1 Application

Le présent article contient des règles détaillées additionnelles pour la réparation, la révision, la remise en état et la modification des matériels avec le mode de protection «d». Il convient de le lire conjointement avec l'Article 4 relatif aux règles générales et si nécessaire avec les autres articles. Les normes relatives au matériel auxquelles il y a lieu de se référer lors de la réparation et la révision du matériel Ex «d» sont celles selon lesquelles le matériel a été construit à l'origine (voir CEI 60079-1).

5.2 Réparation et révision

5.2.1 Enveloppes

Il est préférable d'obtenir des pièces neuves du constructeur. On doit porter une attention particulière à l'assemblage correct des enveloppes antidéflagrantes après la réparation ou la révision pour que les joints antidéflagrants soient conformes aux règles de la norme et, le cas échéant, aux documents de certification. Si les joints antidéflagrants n'ont

pas de garniture, ils peuvent être protégés par l'utilisation de graisse, de compound ne faisant pas prise ou d'un ruban ne durcissant pas, appliqué à l'extérieur conformément à la CEI 60079-14.

Lorsque des garnitures qui ne sont pas des éléments du passage de flamme sont incorporées dans le joint antidéflagrant, on doit les remplacer par les mêmes matériaux et aux mêmes dimensions que l'original. On doit en référer au constructeur du matériel, à l'utilisateur ou à l'autorité chargée de la certification pour toute proposition de modification du matériau.

Le perçage de trous dans l'enveloppe est une modification et il ne doit être réalisé qu'en se référant aux plans certifiés du constructeur ou, dans des circonstances exceptionnelles (par exemple carence du constructeur), à l'autorité chargée de la certification.

Il convient de faire attention aux modifications de la finition de surface, peinture, etc., parce qu'elle peut affecter la température de surface de l'enveloppe et, par conséquent, la classe de température.

Avant de remettre en service une machine tournante rebobinée ou réparée, il importe de s'assurer que les orifices du capot du ventilateur ne sont pas bouchés ou endommagés au point de diminuer le passage de l'air de refroidissement sur la machine, et que les jeux du ventilateur sont conformes, le cas échéant, aux règles de la norme du matériel. Si un ventilateur ou son capot est endommagé au point de nécessiter un remplacement, la pièce de remplacement doit être obtenue du constructeur. Si cela n'est pas possible, elle doit être aux mêmes dimensions et d'une qualité au moins égale à celle des parties d'origine. Il doit être tenu compte, le cas échéant, des règles de la norme de l'appareil pour éviter des étincelles de friction et des charges électrostatiques ainsi que de l'environnement chimique dans lequel la machine est utilisée.

5.2.2 Entrées de câbles et de conduits

Les entrées dans les enveloppes antidéflagrantes doivent être conformes, après réparation ou révision, aux conditions spécifiées dans la norme appropriée du matériel et/ou dans les documents de certification, s'il y a eu certification.

5.2.3 Bornes de raccordement

Lors de la réfection des bornes on doit faire attention à maintenir les lignes de fuites et les distances dans l'air. Il convient d'obtenir du constructeur les pièces de remplacement de toute borne, traversée ou partie, sinon ces éléments doivent être conformes aux normes applicables au matériel et/ou aux documents de certification s'il y a eu certification.

5.2.4 Isolation

Une classe d'isolation égale ou supérieure à celle employée à l'origine peut être utilisée; par exemple un enroulement isolé avec un matériau de classe E peut être réparé en utilisant un matériau de classe F (voir CEI 60085).

5.2.5 Connexions internes

Il n'existe pas de règles particulières en ce qui concerne ce mode de protection, mais on doit utiliser pour la réparation des connexions internes répondant à une norme au moins équivalente à celle de la conception d'origine.

5.2.6 Enroulements

5.2.6.1 Généralités

De préférence, on doit obtenir du constructeur les spécifications d'origine des enroulements. Lorsque cela n'est pas possible, les techniques du rebobinage conformes peuvent être utilisées. Les matériaux utilisés lors du rebobinage doivent correspondre à un système d'isolation approprié. Si une isolation supérieure à celle d'origine est proposée, on ne doit pas augmenter les caractéristiques assignées de l'enroulement sans avis du constructeur, sinon cela pourrait avoir une incidence défavorable sur la classe de température du matériel.

5.2.6.2 Réparation des rotors des machines tournantes

Les cages des rotors en aluminium coulé défectueuses doivent être remplacées par des rotors neufs fournis par le constructeur ou son distributeur. Les rotors à cage à barres peuvent être rebobinés avec un matériau similaire répondant aux mêmes spécifications. Un soin particulier est nécessaire afin de garantir, lors du remplacement des conducteurs du rotor à cage, un bon ancrage de ces conducteurs dans les encoches. Il convient de mettre en œuvre la méthode d'ancrage utilisée par le constructeur.

5.2.6.3 Essais après la réparation des enroulements

5.2.6.3.1 Généralités

Après toute réparation complète ou partielle, les enroulements doivent, de préférence après remontage du matériel, être soumis aux vérifications et essais suivants dans la mesure où ceux-ci peuvent être raisonnablement mis en œuvre.

- La résistance de chaque enroulement doit être mesurée et vérifiée à la température ambiante. Dans le cas d'enroulements triphasés, les résistances de chaque phase ou entre bornes doivent être équilibrées. Un déséquilibre (c'est-à-dire une différence entre les valeurs les plus hautes et les plus basses) doit être inférieur à 5 % de la valeur médiane.
- Un essai de résistance d'isolement doit être réalisé en mesurant la résistance entre les enroulements et la masse, entre chaque enroulement si possible, entre les enroulements et les circuits auxiliaires et entre les circuits auxiliaires et la masse. Une tension minimale d'essai de 500 V continue est recommandée.

La résistance d'isolement minimale acceptable dépend de la tension assignée, de la température, du type de matériel et de la nature, partielle ou complète, du rebobinage.

NOTE Il convient que la résistance d'isolement ne soit pas inférieure à 20 MΩ à 20 °C pour un matériel entièrement rebobiné prévu pour fonctionner jusqu'à 690 V.

- Un essai diélectrique conforme à la norme applicable du matériel doit être réalisé entre les enroulements et la masse, entre chaque enroulement si possible et entre les enroulements et les circuits auxiliaires qui s'y rapportent.
- Le transformateur ou matériel analogue doit être alimenté de préférence sous la tension assignée. Le courant d'alimentation, la tension secondaire et le courant doivent être mesurés. La valeur mesurée doit être comparée aux spécifications du constructeur dans la mesure où elles sont disponibles; dans la mesure du raisonnable, elles doivent être équilibrées entre phases pour les installations triphasées.
- Le matériel haute tension (par exemple 1 000 V et plus en courant alternatif et 1 500 V et plus en courant continu) ainsi que le matériel spécial peuvent nécessiter des essais supplémentaires. Il convient que ceux-ci soient inclus dans le contrat de réparation ou de révision.

5.2.6.3.2 Machines tournantes

En plus des essais ci-dessus, les machines tournantes doivent être soumises aux essais suivants dans la mesure où ceux-ci peuvent être raisonnablement mis en œuvre.

- a) La machine tournant à pleine vitesse, on doit rechercher et éliminer la cause de tout bruit et/ou vibration anormal.
- b) Le rotor étant calé, on doit alimenter les enroulements statoriques des machines à cage sous une tension réduite, de manière à obtenir entre 75 % et 125 % du courant à pleine charge et de s'assurer de l'équilibre des phases. (Cet essai qui est en quelque sorte une variante de l'essai à pleine charge est destiné à confirmer l'intégrité de l'enroulement statorique et de ses jonctions et à détecter des défauts rotoriques.) Un déséquilibre inférieur à 5 % de la valeur médiane est acceptable.
- c) Les machines à haute tension (par exemple 1 000 V et plus en courant alternatif et 1 500 V et plus en courant continu) ou sans cage peuvent nécessiter une variante des essais, ou des essais supplémentaires. Ceux-ci doivent être inclus dans le contrat de réparation ou de révision.

NOTE La CEI 60034 donne des indications sur les tensions d'essais et les essais additionnels pour les machines tournantes.

5.2.6.4 Détecteurs de température

Si des détecteurs de température sont inclus pour surveiller les températures des enroulements, il est recommandé qu'ils soient noyés dans l'enroulement avant imprégnation et cuisson.

5.2.7 Matériel auxiliaire

5.2.7.1 Freins antidéflagrants

Si un frein antidéflagrant fixé à une machine tournante est également certifié et a besoin d'être réparé, il est recommandé qu'il soit retourné chez le constructeur avec la machine. Cette procédure est recommandée à cause des contraintes serrées de construction. Cependant, des réparations autres que celles du constructeur sont possibles par les établissements de réparation à condition que l'établissement de réparation soit en possession des plans et informations nécessaires du constructeur.

5.2.7.2 Autres dispositifs auxiliaires

Lorsque des dispositifs auxiliaires sont basés sur différents modes de protection, les articles correspondants de la présente norme doivent être consultés avant toute réparation.

5.2.8 Parties transparentes ou translucides

Aucune tentative de recoller ou de réparer des parties transparentes ou translucides ne doit être faite, et seul le remplacement complet de l'ensemble, comme spécifié par le constructeur, doit être fait. Les parties transparentes ou translucides en matière plastique ne doivent pas être nettoyées avec des solvants. Les détergents de ménage sont recommandés à cet effet.

5.2.9 Parties encapsulées

Les parties encapsulées (par exemple des interrupteurs dans des luminaires) ne sont généralement pas considérées comme pouvant être réparées.

5.2.10 Batteries

Lorsque des piles ou accumulateurs sont utilisés, on doit suivre les conseils du constructeur.

5.2.11 Lampes

Le type de lampe spécifié par le constructeur doit être utilisé pour les remplacements et la puissance maximale spécifiée ne doit pas être dépassée.

NOTE Il convient que la position d'un éventuel réflecteur, ou la distance entre la lampe et la fenêtre, soient maintenues.

5.2.12 Douilles

Les remplacements prévus par le constructeur doivent être utilisés.

5.2.13 Ballasts

Les inductances et les condensateurs ne doivent être remplacés que par des composants prévus par le constructeur à moins que ce dernier n'ait préconisé des équivalences.

5.3 Remise en état

Les remises en état utilisant les techniques spécifiées en 4.4.2 peuvent être utilisées avec le mode de protection «d» sous réserve des restrictions suivantes de cet article.

5.3.1 Enveloppes

5.3.1.1 Généralités

Il convient de n'utiliser les composants d'enveloppes antidéflagrantes remis en état que s'ils satisfont à l'épreuve de surpression applicable le cas échéant. Les sutures métalliques ne doivent pas être utilisées.

Les dommages des composants qui ne sont pas des parties intégrantes de l'enveloppe antidéflagrante, par exemple des pattes d'attache, peuvent être réparés par soudage ou suture métallique, mais il convient de faire attention et de s'assurer que l'intégrité et la stabilité du matériel ne sont pas altérées. Il importe tout particulièrement de vérifier qu'aucune fissure, une fois réparée, ne s'étend à l'enveloppe antidéflagrante.

L'efficacité d'une remise en état ou d'une réparation par soudage peut par ailleurs être évaluée par des considérations relatives aux matériaux de base, par exemple aluminium ou acier. Si des doutes existent, le réparateur doit demander conseil, de préférence au constructeur, avant d'adopter cette technique. Le soudage d'enveloppe antidéflagrante en fonte n'est pas autorisé sans approbation d'un expert métallurgiste.

5.3.1.2 Joints antidéflagrants

Il convient d'usiner des joints antidéflagrants endommagés ou corrodés après consultation, dans la mesure du possible, du constructeur et uniquement si l'interstice et la longueur du joint ne sont pas altérés au point de ne plus répondre aux documents de certification. Si les documents de certification ne sont pas disponibles, des conseils supplémentaires doivent être pris dans l'Annexe C.

- a) Joints plans: Le soudage, le dépôt électrolytique et le réusinage des joints plans peuvent être autorisés sans oublier, toutefois, les limites de ces techniques (voir Article 4). L'utilisation des techniques de métallisation est autorisée à condition que la force d'arrachement soit supérieure à 40 MPa.
- b) Joints cylindriques et à emboîtement: L'usinage de la partie mâle nécessite l'apport de métal et l'usinage de la partie femelle (ou vice versa) et, par conséquent, la vérification que les dimensions du joint satisfont à la norme matériel et, le cas échéant, aux documents de certification. Lorsqu'une partie seulement est endommagée, elle peut être remise à la dimension d'origine par apport de métal et usinage. L'apport de métal peut être fait par dépôt électrolytique, chemisage ou soudage mais les techniques de métallisation dont la force d'arrachement est inférieure à 40 MPa ne sont pas recommandées.

c) Joints filetés:

- i) Entrées de câbles et de conduits: Il n'est pas recommandé de remettre en état des parties mâles filetées; on doit utiliser de nouveaux composants. Des trous taraudés peuvent être remis en état en utilisant les techniques de soudage MMA, MIG et TIG.
- ii) Couvertres vissés: La remise en état de la partie filetée des couvertres vissés et des logements associés est possible en utilisant les techniques de soudage MMA, MIG et TIG.

5.3.1.3 Trous taraudés des fermetures

Il convient de réaliser la remise en état des trous taraudés en utilisant les techniques décrites en 4.4.2.4.8 en prenant en compte les exigences données en 5.3.1.1.

5.3.2 Chemisage

Il convient de veiller à ne pas introduire un passage de flamme de plus. La chemise doit être fermement maintenue.

5.3.3 Arbres et logements

Les arbres et les logements de paliers ayant des joints antidéflagrants peuvent être remis en état par dépôt électrolytique, métallisation, chemisage ou soudage (sauf MMA). Tout usinage ultérieur doit amener les dimensions du joint à celles requises par la norme du matériel et/ou par les documents de certification, suivant le cas. Si les documents de certification ne sont pas disponibles, des conseils supplémentaires doivent être pris dans l'Annexe C. Le soudage peut convenir à condition de tenir compte des limites de cette technique (voir 4.4.2.4.5).

5.3.4 Paliers lisses

Les surfaces des paliers lisses peuvent être remises en état par dépôt électrolytique, métallisation ou soudage (sauf MMA).

5.3.5 Rotors et stators

Si les rotors et les stators doivent être légèrement rectifiés pour supprimer des décentrement et des dommages superficiels, il convient que l'augmentation de l'entrefer entre le rotor et le stator ne conduise pas, par exemple, à modifier les caractéristiques des phénomènes de pré-compression ou à augmenter la température de surface externe, ce qui pourrait être contraire à la classe de température de la machine. S'il existe des doutes sur les effets négatifs possibles, le réparateur doit demander un avis autorisé, de préférence au constructeur, avant d'adopter ce procédé.

Il convient que les circuits magnétiques des stators rectifiés ou endommagés soient soumis à un «essai de flux» afin de s'assurer qu'il n'y a pas de points chauds qui puissent influencer sur la classification de température ou être la cause de dommages ultérieurs aux enroulements statoriques.

5.4 Modifications

5.4.1 Enveloppes

Aucune modification affectant la protection contre les explosions ne doit être effectuée sur les parties d'une enveloppe antidéflagrante sans tenir compte de la documentation de certification et/ou de l'avis du constructeur ou, dans des cas exceptionnels (par exemple, carences du constructeur), de l'autorité chargée de la certification.

5.4.2 Entrées de câbles et de conduits

On ne doit pas faire d'entrées supplémentaires sans se référer aux documents de certification et/ou au constructeur ou, dans des circonstances exceptionnelles, par exemple en cas de carence du constructeur, avec l'autorité chargée de la certification.

Une entrée indirecte, où les conducteurs extérieurs sont raccordés au moyen d'une fiche et d'une prise ou à l'intérieur d'une boîte de raccordement, ne doit pas être transformée en entrée directe, c'est-à-dire lorsque les conducteurs extérieurs et les câbles sont raccordés à l'intérieur de l'enveloppe principale.

5.4.3 Bornes de raccordement

Les assemblages de bornes formant un joint antidéflagrant ne doivent pas être modifiés, par exemple, bornes avec des traversées entre la boîte à borne et l'enveloppe principale. Les assemblages de bornes ne formant pas un joint antidéflagrant peuvent être remplacés par des variantes de conception et de construction suffisantes en terme de nombre, capacités de courant, lignes de fuite et distances dans l'air et en qualité.

5.4.4 Enroulements

Si un matériel doit être rebobiné pour une autre tension, il doit être tenu compte de l'avis du constructeur. Dans ce cas, on doit s'assurer, par exemple, que la saturation magnétique, les densités de courant et les pertes ne sont pas augmentées, que les nouvelles distances dans l'air et lignes de fuite sont conformes et que la nouvelle tension reste dans les limites des documents de certification. La plaque signalétique doit être modifiée et indiquer les nouvelles caractéristiques.

Le rebobinage d'une machine tournante pour une vitesse différente ne doit être effectué qu'après en avoir référé au constructeur parce que les caractéristiques électriques et thermiques peuvent se trouver modifiées au point de sortir des limites imposées par la classe de température assignée.

5.4.5 Matériel auxiliaire

Dans les cas où un équipement auxiliaire est nécessaire, par exemple des radiateurs anti-condensation ou des détecteurs de température, le constructeur doit être consulté sur la possibilité de la modification proposée et le procédé à mettre en œuvre.

6 Règles additionnelles pour la réparation et la révision des matériels avec le mode de protection «i» (sécurité intrinsèque)

6.1 Application

Le présent article contient des règles détaillées additionnelles pour la réparation, la révision, la remise en état et la modification des matériels avec le mode de protection «i». Il convient de le lire conjointement avec l'Article 4 relatif aux règles générales et si nécessaire avec les autres articles. Les normes relatives au matériel auxquelles on doit se référer lors de la réparation et la révision du matériel Ex «i» sont celles selon lesquelles le matériel a été construit à l'origine.

NOTE Le matériel de sécurité intrinsèque peut être certifié selon trois catégories: Exia, Exib et Exic. Cependant, les règles pour la réparation et la révision s'appliquent à toutes les catégories indépendamment de l'emplacement (c'est-à-dire zone 0, zone 1 ou zone 2), où le matériel est installé. De plus, la sécurité des systèmes de sécurité intrinsèque dépend de tous les appareils qui les composent et du câblage des interconnexions. Il convient de donner la même importance aux parties du système installées hors emplacement dangereux qu'à celles qui sont installées en zone dangereuse.

6.2 Réparation et révision

6.2.1 Enveloppes

Les enveloppes des matériels de sécurité intrinsèque et des matériels associés ne sont exigées que lorsque la sécurité intrinsèque dépend de ces enveloppes. Elles sont cependant souvent nécessaires pour d'autres raisons. Par conséquent, si le matériel possède une enveloppe, il convient que les activités de réparation et de révision ne diminuent pas le degré de protection de l'enveloppe (c'est-à-dire son degré IP).

6.2.2 Entrées de câble

Des entrées spéciales sont utilisées pour maintenir le degré de protection de l'enveloppe. Toute réparation ne doit pas réduire le degré de protection.

6.2.3 Bornes de raccordement

Lors de la réfection des logements de raccordement, toute borne doit normalement être remplacée par une borne de même type. Lorsque le même type n'est pas disponible, tout autre type utilisé doit satisfaire aux règles relatives aux lignes de fuites (conformément à l'IRC) et aux distances dans l'air telles qu'elles sont spécifiées dans la norme pour la tension maximale du matériel, ainsi qu'à la séparation exigée par la norme de manière à éviter des liaisons accidentelles.

6.2.4 Connexions soudées

S'il est nécessaire d'effectuer des réparations nécessitant des techniques de soudage, on doit s'assurer que les principes de la certification sont toujours valables, par exemple

- les règles de redondances applicables aux connexions sont différentes suivant que les soudages sont réalisés par machines ou faits à la main;
- les règles relatives aux lignes de fuite sont différentes selon que les joints soudés sont adoucis et protégés par un revêtement ou non.

6.2.5 Fusibles

En toutes circonstances, les fusibles doivent être remplacés soit par un type identique soit, en cas d'impossibilité, par un autre ayant

- au plus le même calibre;
- au moins la même valeur assignée du courant présumé à la coupure pour au moins la même tension;
- le même type de construction;
- les mêmes dimensions.

Lorsque cela n'est pas possible, les conséquences des effets du choix du fusible sur la sécurité intrinsèque doivent être déterminées par une personne connaissant parfaitement les règles de la norme selon laquelle le matériel a été construit à l'origine, et conservées dans un document.

6.2.6 Relais

Lorsqu'un relais est défectueux il doit être remplacé par un relais identique.

6.2.7 Barrières de sécurité à diodes

Ces dispositifs sont entièrement enrobés et aucune tentative de réparation doit être faite. Lorsqu'une barrière est remplacée, le dispositif de remplacement doit avoir toujours la même description de sécurité et la valeur choisie pour U_m doit être au moins égale ou plus grande que l' U_m d'origine. Il convient de s'assurer qu'une construction de dimension différente ne réduit pas la séparation de 50 mm requise entre les circuits de sécurité intrinsèque et les circuits non de sécurité intrinsèque.

6.2.8 Circuits imprimés

Ces parties de matériel comportent souvent des distances critiques entre pistes (lignes de fuite) qui ne doivent pas être réduites. C'est pourquoi, lorsque des composants sont remplacés, on doit les positionner avec soin sur la carte. Lorsque le vernis est endommagé pendant la réparation, un vernis isolant du type prescrit par le fabricant doit être appliqué de la façon définie (par exemple une couche au trempé, deux couches avec les autres méthodes).

6.2.9 Optocoupleurs

Seuls des composants du même type ou d'un type exactement équivalent et de même certification doivent être utilisés comme pièces de rechange.

6.2.10 Composants électriques

Lorsqu'il y a lieu de remplacer des composants tels que des résistances, des transistors, des diodes Zener etc., cela peut être fait par des composants identiques quelle qu'en soit la provenance. Dans des cas exceptionnels, certains constructeurs utilisent des composants sélectionnés. Dans ce cas, la documentation fournie avec l'équipement doit préciser que le composant de remplacement doit être soit obtenu du constructeur, soit sélectionné par la méthode qu'il recommande.

6.2.11 Batteries

On ne doit employer comme rechange que les types définis dans les instructions du fabricant du matériel. Lorsque les piles ou accumulateurs sont surmoulés, l'ensemble doit être remplacé en entier.

6.2.12 Câblage interne

Certaines distances entre conducteurs et leurs séparations sont critiques. C'est le câblage interne qui doit être replacé dans sa position d'origine s'il a dû être déplacé. Si l'isolation, des écrans, des armures extérieures et/ou des enroulements à double isolation ou la méthode de fixation sont endommagés, ils doivent être remplacés par un matériel équivalent et/ou replacés dans la même configuration.

6.2.13 Transformateurs

Si un transformateur est défaillant, la pièce de rechange doit être obtenue auprès du fabricant du matériel. On ne doit jamais essayer de réparer ou de remplacer un fusible thermique enrobé (encapsulé).

6.2.14 Composants encapsulés

Les composants encapsulés, par exemple les accumulateurs comportant des résistances de limitation de courant internes ou des ensembles fusibles-diode Zener, ne sont pas réparables, et ne doivent être remplacés que par des ensembles répondant au schéma d'origine provenant du fabricant du matériel.

6.2.15 Parties non électriques

Lorsque le matériel comporte des parties non électriques, par exemple des accessoires ou des fenêtres, qui n'ont pas d'influence sur le circuit électrique ou les lignes de fuite, ou les distances dans l'air, donc sur la sécurité intrinsèque, ces pièces peuvent être remplacées par des pièces d'un type équivalent.

6.2.16 Essais

Après la réparation ou la révision mais avant qu'un appareil ne comprenant que des circuits de sécurité intrinsèque soit replacé dans la zone dangereuse, l'isolation entre le circuit de sécurité intrinsèque et l'enveloppe doit être essayée par l'application durant 1 min d'une tension de 500 V (courant alternatif 50 Hz à 60 Hz) entre les bornes et l'enveloppe. Cet essai peut ne pas être réalisé si l'enveloppe est en matériaux isolants ou si un côté du circuit est relié galvaniquement à l'enveloppe pour des raisons de sécurité.

6.3 Remise en état

On ne doit jamais essayer de remettre en état des composants dont dépend la sécurité intrinsèque.

6.4 Modifications

Des modifications pouvant influencer la sécurité intrinsèque du matériel ne doivent pas être entreprises sans en référer au constructeur et/ou à l'organisme de certification.

Après modification, le matériel doit être examiné pour s'assurer qu'il répond aux documents du système de sécurité intrinsèque avant d'être remis en service. Il est recommandé que cet examen soit effectué par une autre personne que celle qui a exécuté la modification.

7 Règles additionnelles pour la réparation et la révision des matériels avec le mode de protection «p» (surpression interne)

7.1 Application

Le présent article contient des règles détaillées additionnelles pour la réparation, la révision, la remise en état et la modification des matériels avec le mode de protection «p». Il doit être lu conjointement avec l'Article 4 relatif aux règles générales et si nécessaire avec les autres articles. Les normes relatives au matériel auxquelles il y a lieu de se référer lors de la réparation et la révision du matériel Ex «p» sont celles selon lesquelles le matériel a été construit à l'origine (voir CEI 60079-2).

7.2 Réparation et révision

7.2.1 Enveloppes

Bien qu'il soit préférable de se procurer des pièces de rechange neuves auprès du constructeur, une pièce endommagée peut, en principe, être réparée ou remplacée à condition qu'en comparaison avec la pièce d'origine

- elle soit d'une solidité au moins équivalente;
- il n'en résulte pas de fuite plus importante de gaz de protection;
- elle ne limite pas la circulation du gaz de protection dans ou à travers l'enveloppe;
- sa forme ou sa fixation ne favorise pas la pénétration d'une atmosphère explosive dans l'enveloppe;

- sa forme ne favorise pas la création de zones d'atmosphères résiduelles à l'intérieur de l'enveloppe;
- elle ne diminue pas le taux de dissipation de chaleur de l'enveloppe ou de son contenu au point de modifier sa classe de température.

Les garnitures ou autres dispositifs d'étanchéité doivent être remplacés par d'autres de la même matière. Une matière différente peut toutefois être utilisée si elle est appropriée et compatible avec l'environnement.

7.2.2 Entrées de câbles et de conduits

Les entrées doivent maintenir le degré de protection d'origine et ne doivent pas permettre l'augmentation des fuites de gaz de surpression.

7.2.3 Bornes de raccordement

Les distances dans l'air ainsi que les lignes de fuites doivent conserver leurs valeurs d'origine.

7.2.4 Isolation

L'isolation de remplacement utilisée lors de la réparation ou de la révision doit présenter au moins les mêmes qualités et classe que l'isolation d'origine (voir CEI 60085).

7.2.5 Connexion internes

Les connexions internes ne doivent pas être inférieures d'un point de vue électrique, thermique ou mécanique à celles montées à l'origine et doivent être conformes à des normes équivalentes à celles des connexions d'origine.

7.2.6 Enroulements

7.2.6.1 Généralités

Les spécifications d'origine des enroulements doivent être, de préférence, obtenues du constructeur. Lorsque cela n'est pas possible, les techniques du rebobinage conforme peuvent être utilisées. Les matériaux utilisés lors du rebobinage doivent correspondre à un système d'isolation approprié. Si une isolation supérieure à celle d'origine est proposée, on ne doit pas augmenter les caractéristiques assignées de l'enroulement sans avis du constructeur, sinon cela pourrait avoir une incidence défavorable sur la classe de température du matériel.

7.2.6.2 Réparation des rotors des machines tournantes

Les cages des rotors en aluminium coulé défectueuses doivent, de préférence, être remplacées par des rotors neufs fournis par le constructeur ou son distributeur. Les rotors à cage à barres peuvent être rebobinés avec un matériau répondant à des spécifications similaires ou plus exigeantes. Un soin particulier est nécessaire afin de garantir, lors du remplacement des conducteurs du rotor à cage, un bon ancrage de ces conducteurs dans les encoches. La méthode d'ancrage utilisée par le constructeur doit être mise en œuvre.

7.2.6.3 Essais après la réparation des enroulements

7.2.6.3.1 Généralités

Après toute réparation complète ou partielle et après remontage du matériel, les enroulements doivent être soumis aux essais suivants, dans la mesure où ceux-ci peuvent être raisonnablement mis en œuvre.

- a) La résistance de chaque enroulement doit être mesurée et vérifiée à la température ambiante. Dans le cas d'enroulement triphasés, les résistances de chaque phase ou entre bornes doivent être équilibrées dans la mesure du possible, un déséquilibre de moins de 5 % de la valeur médiane étant acceptable.
- b) Un essai de résistance d'isolement doit être fait en mesurant la résistance entre les enroulements et la masse, entre chaque enroulement si possible, entre les enroulements et les circuits auxiliaires et entre les circuits auxiliaires et la masse. Une tension minimale d'essai de 500 V continue est recommandée. La résistance d'isolement minimale acceptable dépend de la tension assignée, de la température, du type de matériel et de la nature, partielle ou complète, du rebobinage.
 NOTE Il convient que la résistance d'isolement ne soit pas inférieure à 20 MΩ à 20 °C pour un matériel entièrement rebobiné prévu pour fonctionner jusqu'à 690 V.
- c) Un essai diélectrique conforme à la norme applicable du matériel doit être effectué entre les enroulements et la masse, entre chaque enroulement si possible et entre les enroulements et les circuits auxiliaires qui s'y rattachent.
- d) Le transformateur ou matériel analogue doit être alimenté de préférence sous la tension assignée. Le courant d'alimentation, la tension secondaire et le courant doivent être mesurés. La valeur mesurée doit être comparée aux spécifications du constructeur dans la mesure où elles sont disponibles; dans la mesure du raisonnable, elles doivent être équilibrées entre phases pour les installations triphasées.
- e) Matériel haute tension (par exemple 1 000 V et plus en courant alternatif et 1 500 V et plus en courant continu) ainsi que le matériel spécial peuvent nécessiter des essais supplémentaires. Ceux-ci doivent être inclus dans le contrat de réparation ou de révision.

7.2.6.3.2 Machines tournantes

En plus des essais ci-dessus, les machines tournantes doivent être soumises aux essais suivants dans la mesure où ceux-ci peuvent être raisonnablement mis en œuvre.

- a) La machine tournant à pleine vitesse, on doit rechercher et éliminer la cause de tout bruit et/ou vibration anormal.
- b) Le rotor étant calé, les enroulements statoriques des machines à cage doivent être alimentés sous une tension réduite, de manière à obtenir entre 75 % et 125 % du courant à pleine charge et de s'assurer de l'équilibre des phases. (Cet essai qui est en quelque sorte une variante de l'essai à pleine charge est destiné à confirmer l'intégrité de l'enroulement statorique et de ses jonctions et à détecter des défauts rotoriques.) Un déséquilibre inférieur à 5 % de la valeur de milieu est acceptable.
- c) Les machines à haute tension (par exemple 1 000 V et plus en courant alternatif et 1 500 V et plus en courant continu) ou sans cage peuvent nécessiter des essais en variante ou des essais supplémentaires. Ceux-ci doivent être inclus dans le contrat de réparation ou de révision.

NOTE La CEI 60034 donne des indications sur les tensions d'essais et les essais additionnels pour les machines tournantes.

7.2.7 Parties transparentes ou translucides

Les parties transparentes ou translucides en matière plastique ne doivent pas être nettoyées avec des solvants. Les détergents de ménage sont recommandés à cet effet.

7.2.8 Parties encapsulées

Les parties encapsulées (par exemple, des interrupteurs dans des luminaires) ne sont généralement pas considérées comme pouvant être réparées.

7.2.9 Batteries

Les indications du constructeur doivent être suivies lorsque des piles ou accumulateurs sont utilisés.

7.2.10 Lampes

Le type de lampe spécifié par le constructeur doit être utilisé pour les remplacements et la puissance maximale spécifiée ne doit pas être dépassée.

7.2.11 Douilles

Les remplacements prévus par le constructeur doivent être utilisés.

7.2.12 Ballasts

Les inductances et les condensateurs ne doivent être remplacés que par des composants prévus par le constructeur à moins que ce dernier n'ait préconisé des équivalences.

7.3 Remise en état

Les remises en état utilisant les techniques spécifiées dans l'Article 4 peuvent être utilisées avec le mode de protection «p» sous réserve des restrictions suivantes de cet article.

7.3.1 Enveloppes

7.3.1.1 Généralités

Si des dommages aux enveloppes, boîtes à bornes et couvercles doivent être réparés par soudage ou suture métallique, on doit s'assurer que l'intégrité du matériel n'est pas significativement diminuée au point d'altérer le mode de protection et notamment qu'il continue à satisfaire à l'essai de résistance mécanique et reste capable de maintenir une surpression appropriée.

7.3.1.2 Joints

Lorsque les surfaces de joints endommagées ou corrodées doivent être usinées, la résistance mécanique et la fonction de l'élément ne doivent pas être affaiblies et le degré de protection ne doit pas être affecté.

Les joints à emboîtement sont normalement prévus pour réaliser une mise en place avec ajustement serré. L'usinage de la partie mâle nécessite donc un apport de métal à la partie femelle et son usinage (ou réciproquement) pour maintenir la précision de la mise en place du joint. Lorsqu'une partie seulement est endommagée, elle peut être remise à la dimension d'origine par apport de métal et usinage. L'apport de métal doit être fait par dépôt électrolytique, chemisage ou soudage mais des techniques de métallisation ayant une force d'arrachement inférieure à 40 MPa ne sont pas recommandées.

7.3.2 Arbres et logements

Si des arbres et des logements de roulements doivent être remis en état, on doit le faire par des techniques de métallisation ou de chemisage. Le soudage peut convenir à condition de tenir compte des limites de cette technique (voir 4.4.2.4.5).

7.3.3 Paliers lisses

Les surfaces des paliers lisses peuvent être remis en état par dépôt électrolytique, métallisation ou soudage (excepté MMA).

7.3.4 Rotors et stators

Si après consultation du constructeur les rotors et les stators doivent être légèrement rectifiés pour supprimer des décentrement et des dommages superficiels, l'augmentation de l'entrefer entre le rotor et le stator ne doit pas conduire à une augmentation de la température de surface externe, qui pourrait affecter la classe de température de la machine.

Les circuits magnétiques des stators rectifiés ou endommagés doivent être soumis à un «essai de flux» afin de s'assurer qu'il n'y a pas de points chauds qui puissent enfreindre la classification de température ou être la cause de dommages ultérieurs aux enroulements statoriques.

7.4 Modifications

7.4.1 Enveloppes

Les enveloppes ne contenant pas de source pouvant dégager un gaz inflammable peuvent être modifiées. Chaque partie modifiée doit satisfaire aux conditions de 7.2.

Les enveloppes contenant une source pouvant dégager un gaz inflammable telles que analyseurs, chromatographes, etc., ne doivent pas être modifiées de quelque manière que ce soit sans tenir compte de l'avis du constructeur.

Le ou les points où la valeur de la surpression et celle du débit du gaz de protection sont contrôlés ne doivent pas être modifiés, et il convient que le réglage de toute minuterie ou de tout autre dispositif de contrôle ne soit pas changé.

7.4.2 Entrées de câbles et de conduits

Si une modification d'entrées est faite, on doit s'assurer tout spécialement que le mode et degré de protection spécifiés sont conservés.

7.4.3 Bornes de raccordement

Toute modification des bornes de raccordement doit être faite dans le respect des règles de l'art.

7.4.4 Enroulements

Le rebobinage du matériel pour une autre tension ne doit être effectué qu'après avoir pris l'avis du constructeur et à condition, par exemple, que la saturation magnétique, les densités de courant et les pertes ne soient pas augmentées, que les nouvelles lignes de fuite et distances dans l'air soient conformes et que la nouvelle tension reste dans les limites des documents de certification. La plaque signalétique doit être modifiée et indiquer les nouvelles caractéristiques.

Le rebobinage d'une machine tournante pour une vitesse différente ne doit être effectué qu'après avoir pris l'avis du constructeur parce que les caractéristiques électriques et thermiques sont susceptibles de se trouver modifiées au point de sortir, le cas échéant, des limites imposées par la classe de température assignée; de même l'efficacité du système de surpression peut être compromise.

7.4.5 Matériel auxiliaire

Dans les cas où un équipement auxiliaire est nécessaire, par exemple des radiateurs anti-condensation ou des détecteurs de température, le constructeur doit être consulté sur la possibilité de la modification proposée et le procédé à mettre en œuvre.

8 Règles additionnelles pour la réparation et la révision des matériels avec le mode de protection «e» (sécurité augmentée)

8.1 Application

Le présent article contient des règles détaillées additionnelles pour la réparation, la révision, la remise en état et la modification des matériels avec le mode de protection «e». Il doit être lu conjointement avec l'Article 4 relatif aux règles générales et si nécessaire avec les autres articles. Les normes relatives au matériel auxquelles il y a lieu de se référer lors de la réparation et la révision du matériel Ex «e» sont celles selon lesquelles le matériel a été construit à l'origine (voir CEI 60079-7).

8.2 Réparation et révision

8.2.1 Enveloppes

Bien qu'il soit, en principe, préférable d'obtenir de nouvelles parties du constructeur, les parties endommagées peuvent être réparées ou remplacées à condition que le degré de protection et la classe de température spécifiés sur la plaque de certification soient préservés.

Un degré de protection plus sévère que celui spécifié par la norme du matériel peut avoir été respecté pour tenir compte des conditions d'environnement, auquel cas la réparation ne doit pas compromettre un tel degré de protection plus élevé.

Une attention particulière est attirée sur les règles relatives à l'essai de chocs mécaniques pour toutes les parties de l'enveloppe ainsi que sur le degré de protection qui doit être respecté pour les orifices d'entrée et de sortie d'air tels qu'ils sont précisés par la norme du matériel.

Une distance suffisante doit être maintenue entre les parties fixes et les parties en rotation conformément à la norme du matériel. Une distance adéquate signifie la distance requise par les plans certifiés du constructeur ou, en l'absence de plans, la distance dans l'air minimale comme spécifié dans la CEI 60079-7.

L'attention est attirée sur les effets que les finitions des surfaces, la peinture, etc., ont sur la classe de température des enveloppes. Les finitions spécifiées par le constructeur doivent être appliquées.

Avant de remettre en service une machine tournante rebobinée ou réparée, il importe de s'assurer que les orifices du capot du ventilateur ne sont pas bouchés ou endommagés au point de diminuer le passage de l'air de refroidissement sur la machine et que les distances du ventilateur sont conformes, le cas échéant, aux règles de la norme du matériel. Si un ventilateur ou son capot est endommagé au point de nécessiter un remplacement, la pièce de remplacement doit être obtenue du constructeur. Si cela n'est pas possible, elle doit être aux mêmes dimensions et d'une qualité au moins égale à celle des parties d'origine. On doit tenir compte, le cas échéant, des règles de la norme de l'appareil pour éviter des étincelles de friction et des charges électrostatiques ainsi que de l'environnement chimique dans lequel la machine est utilisée.

8.2.2 Entrées de câbles et de conduits

Les entrées doivent conserver au minimum un degré de protection IP54 conformément aux règles de la CEI 60529 et au moins le même degré de protection IP pour lequel le matériel a été conçu à l'origine.

8.2.3 Bornes de raccordement

La conception des bornes de raccordement en ce qui concerne les matériaux utilisés, les lignes de fuites et les distances dans l'air ainsi que l'indice de résistance au cheminement de l'isolant est normalement spécifiée dans les documents de certification. Il convient, de préférence, d'obtenir les éléments de remplacement du constructeur ou son avis en ce qui concerne les variantes acceptables.

Lorsque les bornes ne sont pas fixes, la méthode de raccordement y compris l'isolation doit être conforme aux documents de certification.

8.2.4 Isolation

Tous les détails du système d'isolation des enroulements, y compris le type de vernis d'imprégnation, se trouvent normalement dans les documents de certification. Lorsque cela n'est pas le cas, toutes ces informations doivent être demandées au constructeur.

8.2.5 Connexions internes

Si des connexions internes sont à refaire, l'isolation de telles connexions ne doit pas être électriquement, thermiquement ou mécaniquement inférieure à celle d'origine.

La section de toute connexion de remplacement ne doit pas être inférieure à celle des connexions montées à l'origine. Les méthodes de raccordement autorisées sont données par les normes appropriées.

8.2.6 Enroulements

8.2.6.1 Généralités

La construction électrique d'un matériel à mode de protection «e» a une influence décisive sur la sécurité contre les explosions et le réparateur doit être en pleine possession des informations et de l'équipement nécessaires.

A moins que le réparateur puisse satisfaire à toutes les règles de la norme du matériel, le rebobinage doit être exécuté par le constructeur d'origine. Pour les enroulements à haute tension, les exigences pour l'isolation telles que définies dans la norme du matériel doivent être suivies.

Avant la réparation, il convient d'obtenir les caractéristiques de l'enroulement, qui sont en général disponibles auprès du constructeur, par exemple:

- a) type de l'enroulement, c'est-à-dire couche simple, couche double, etc.;
- b) schéma de bobinage;
- c) nombre de conducteurs par encoche, de circuits en parallèle par phase;
- d) connexions entre phases;
- e) dimension des conducteurs;
- f) système d'isolation y compris les spécifications du vernis;
- g) résistance par phase ou entre les bornes.

Lorsque le système d'isolation d'origine et/ou le système de vernis n'est pas disponible, le temps t_E doit être confirmé conforme à la norme du matériel.

Les techniques du rebobinage conforme ne sont pas autorisées à moins que le temps t_E soit confirmé par un organe de certification suivant la norme du matériel. On doit refaire la totalité de l'enroulement dans les conditions d'origine, excepté si une partie de l'enroulement est remplacée. Cela peut être envisagé pour le matériel de grandes dimensions mais uniquement après l'avis du constructeur ou de l'autorité chargée de la certification.

8.2.6.2 Réparation des rotors des machines tournantes

Les rotors qui ont des cages en aluminium coulé défectueuses doivent être remplacés par des rotors neufs fournis par le constructeur ou son distributeur.

Les rotors à cage à barres doivent être rebobinés avec un matériau répondant aux mêmes spécifications. Un soin particulier est nécessaire afin de garantir, lors du remplacement des conducteurs du rotor à cage, un bon ancrage de ces conducteurs dans les encoches et qu'aucun dommage n'a été causé aux encoches. La méthode d'ancrage utilisée par le constructeur doit être mise en œuvre.

8.2.6.3 Essais après la réparation des enroulements

8.2.6.3.1 Généralités

Après toute réparation complète ou partielle et après remontage du matériel, les enroulements doivent être soumis aux vérifications et essais suivants, dans la mesure où ceux-ci peuvent être raisonnablement mis en œuvre.

- a) La résistance de chaque enroulement doit être mesurée et vérifiée à la température ambiante. Dans le cas d'enroulement triphasés, il convient que les résistances de chaque phase ou entre bornes soient équilibrées dans la mesure du raisonnable, un déséquilibre de moins de 5 % de la valeur du milieu étant acceptable.
- b) Un essai de résistance d'isolement doit être effectué en mesurant la résistance entre les enroulements et la masse, entre chaque enroulement si possible, entre les enroulements et les circuits auxiliaires et entre les circuits auxiliaires et la masse. Une tension minimale d'essai de 500 V continue est recommandée. La résistance d'isolement minimale acceptable dépend de la tension assignée, de la température, du type de matériel et de la nature, partielle ou complète, du rebobinage.
NOTE Il convient que la résistance d'isolement ne soit pas inférieure à 20 MΩ à 20 °C pour un matériel entièrement rebobiné prévu pour fonctionner jusqu'à 690 V.
- c) Un essai diélectrique conforme à la norme applicable du matériel doit être effectué entre les enroulements et la masse, entre chaque enroulement si possible et entre les enroulements et les circuits auxiliaires qui s'y rapportent.
- d) Le transformateur ou matériel analogue doit être alimenté de préférence sous la tension assignée. Le courant d'alimentation, la tension secondaire et le courant doivent être mesurés. La valeur mesurée doit être comparée aux spécifications du constructeur dans la mesure où elles sont disponibles; il convient, dans la mesure du raisonnable, qu'elles soient équilibrées entre phases pour les installations triphasées.
- e) Le matériel haute tension (par exemple 1 000 V et plus en courant alternatif et 1 500 V et plus en courant continu) ainsi que le matériel spécial peuvent nécessiter des essais supplémentaires. Ceux-ci doivent être inclus dans le contrat de réparation ou de révision.

8.2.6.3.2 Machines tournantes

En plus des essais ci-dessus, les machines tournantes doivent être soumises aux essais suivants dans la mesure où ceux-ci peuvent être raisonnablement mis en œuvre.

- a) La machine doit tourner à pleine vitesse, et on doit rechercher et éliminer la cause de tout bruit et/ou vibration anormal.