

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC**

60877

Deuxième édition
Second edition
1999-01

**Procédures d'assurance de la propreté
d'un matériel de mesure et de commande
dans les processus industriels
en service en contact avec de l'oxygène**

**Procedures for ensuring the cleanliness
of industrial-process measurement
and control equipment in oxygen service**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60877:1999

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**RAPPORT
TECHNIQUE – TYPE 3**

**CEI
IEC**

**TECHNICAL
REPORT – TYPE 3**

60877

Deuxième édition
Second edition
1999-01

**Procédures d'assurance de la propreté
d'un matériel de mesure et de commande
dans les processus industriels
en service en contact avec de l'oxygène**

**Procedures for ensuring the cleanliness
of industrial-process measurement
and control equipment in oxygen service**

© IEC 1999 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

N

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Domaine d'application et objet.....	8
2 Document de référence	8
3 Procédures	8
3.1 Commande pour un matériel destiné à un service en contact avec de l'oxygène	8
3.2 Nettoyage	10
3.3 Vérification de la propreté	20
3.4 Séchage	24
3.5 Manipulation et assemblage dans l'usine du constructeur	24
3.6 Peinture et identification.....	24
3.7 Lubrifiants et dispositifs d'étanchéité	26
3.8 Essais et étalonnage	26
3.9 Recette	26
3.10 Avertissement.....	26
3.11 Emballage pour la protection pendant le transport, le stockage, la manutention et pour l'identification	28
3.12 Installation	28

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 60877:1999

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 Scope	9
2 Reference document	9
3 Procedures	9
3.1 Orders for equipment for oxygen service	9
3.2 Cleaning	11
3.3 Cleanliness inspection	21
3.4 Drying	25
3.5 Handling and assembling inside the manufacturer's plant	25
3.6 Painting and identification	25
3.7 Lubricants and seals	27
3.8 Testing and calibration	27
3.9 Inspection	27
3.10 Warning	27
3.11 Packaging for protection during transportation, storage, handling and for identification	29
3.12 Installation	29

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 60877:1999

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PROCÉDURES D'ASSURANCE DE LA PROPRETÉ D'UN MATÉRIEL DE MESURE ET DE COMMANDE DANS LES PROCESSUS INDUSTRIELS EN SERVICE EN CONTACT AVEC DE L'OXYGÈNE

AVANT-PROPOS

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

La tâche principale des comités d'études de la CEI est d'élaborer des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique de l'un des types suivants:

- type 1, lorsque, en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale;
- type 2, lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou lorsque, pour une raison quelconque, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat;
- type 3, lorsqu'un comité d'études a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique.

Les rapports techniques de types 1 et 2 font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales. Les rapports techniques de type 3 ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données qu'ils contiennent ne soient plus jugées valables ou utiles.

Cette deuxième édition de la CEI 60877, rapport technique de type 3, a été établie par le sous-comité 65B: Dispositifs, du comité d'études 65 de la CEI: Mesure et commande dans les processus industriels.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**PROCEDURES FOR ENSURING THE CLEANLINESS
OF INDUSTRIAL-PROCESS MEASUREMENT
AND CONTROL EQUIPMENT IN OXYGEN SERVICE**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. In exceptional circumstances, a technical committee may propose the publication of a technical report of one of the following types:

- type 1, when the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts;
- type 2, when the subject is still under technical development or where for any other reason there is the future but not immediate possibility of an agreement on an International Standard;
- type 3, when a technical committee has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example "state of art".

Technical reports of types 1 and 2 are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards. Technical reports of types 3 do not necessarily have to be reviewed until the data they provide are considered to be no longer valid or useful.

This second edition of IEC 60877, which is a technical report of type 3 has been prepared by subcommittee 65B: Devices, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement and control.

Le texte de ce rapport technique est issu des documents suivants:

Règle des six mois/ Procédure des deux mois/ Projet de comité		Rapport de vote
Règle des 6 mois	65(BC)29	65(BC)32
Procédure des 2 mois	65(BC)34	65(BC)37
Projet de comité	65B/328/CDV	65B/366/RVC

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de ce rapport technique.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 60877:1999

The text of this technical report is based on the following documents:

Six months' rule/ Two months' procedure/Committee draft		Report on voting
6 months' rule	65(CO)29	65(CO)32
2 months' procedure	65(CO)34	65(CO)37
Committee draft	65B/328/CDV	65B/366/RVC

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 60877:1999

PROCÉDURES D'ASSURANCE DE LA PROPRETÉ D'UN MATÉRIEL DE MESURE ET DE COMMANDE DANS LES PROCESSUS INDUSTRIELS EN SERVICE EN CONTACT AVEC DE L'OXYGÈNE

1 Domaine d'application et objet

Le présent rapport donne un aperçu des procédures destinées à assurer la propreté d'un matériel de mesure et de commande dans les processus industriels appelés en service à être en contact avec de l'oxygène, à vérifier cette propreté et à s'assurer de sa conservation jusqu'au stade où le matériel est installé.

Le présent rapport ne s'applique pas au matériel de mesure et de commande pour le soudage, matériel couvert par l'ISO 5171. Le service en contact avec de l'oxygène est défini par le fait, pour un matériel ou partie d'un matériel, d'être en contact avec des mélanges gazeux riches en oxygène, ou avec d'autres gaz oxydants (par exemple le gaz hilarant).

Les graisses, les huiles, les lubrifiants pour filetages, la saleté, l'eau, la limaille, les peintures, les vernis, les écailles, la poudre, etc., doivent être enlevés car beaucoup de ces matériaux, en particulier les huiles et les graisses à base d'hydrocarbures, peuvent réagir violemment en présence d'oxygène et être la cause d'incendies ou d'explosions.

En conséquence, le présent rapport traite des procédures de propreté pour préparer, assembler, inspecter, protéger pendant le transport, le stockage et la manutention, installer des matériels, des accessoires ou des pièces détachées destinés à un service en contact avec de l'oxygène.

NOTE – Un grand nombre de facteurs peuvent influencer sur la réaction en présence d'oxygène. A titre d'exemples:

- une pression d'oxygène plus élevée;
- une température plus élevée;
- le fait qu'il y ait soit débit d'oxygène, soit seulement présence d'oxygène en tant que pression statique à l'intérieur de tout ou partie du matériel.

2 Document de référence

ISO 5171:1995, *Manomètres utilisés pour le soudage, le coupage et les techniques connexes*

3 Procédures

Lors de la préparation, du nettoyage et de l'assemblage de tout matériel, accessoire ou pièce détachée destinés à un service en contact avec de l'oxygène les procédures suivantes doivent être scrupuleusement suivies.

3.1 Commande pour un matériel destiné à un service en contact avec de l'oxygène

Toute commande doit spécifier que le matériel et/ou les accessoires commandés doivent être nettoyés, préparés, marqués et emballés pour remplir un service en contact avec de l'oxygène. Toute commande de pièces détachées passée indépendamment des commandes pour le matériel et/ou les accessoires correspondants doit également indiquer clairement que les pièces détachées ainsi commandées doivent être nettoyées, préparées, marquées et emballées pour remplir un service en contact avec de l'oxygène.

PROCEDURES FOR ENSURING THE CLEANLINESS OF INDUSTRIAL-PROCESS MEASUREMENT AND CONTROL EQUIPMENT IN OXYGEN SERVICE

1 Scope

This report outlines the procedures for cleaning industrial-process measurement and control equipment to be used for oxygen service, verifying this cleanliness and ensuring that the cleanliness of the equipment will be maintained up to the stage where the equipment is installed.

This report does not apply to measurement and control equipment for welding, which is covered by ISO 5171. Oxygen service is defined as equipment or part thereof being in contact with oxygen-rich gas mixtures and other oxydizing gases (e.g. laughing gas).

Greases, oils, thread lubricants, dirt, water, filings, paints, varnishes, scales, powder, etc., shall be removed because many of these materials, in particular oils and hydrocarbon greases, can react violently in the presence of oxygen and initiate fires or explosions.

This report consequently covers the cleanliness procedures for the preparation, assembling, inspection, protection during transportation, storage and handling and installation of equipment, accessories or replacement parts intended for oxygen service.

NOTE – Many factors can influence the reaction in the presence of oxygen. Those may be:

- a higher oxygen pressure;
- a higher temperature;
- the fact that oxygen flows, or is only present as a static pressure within equipment or part thereof.

2 Reference document

ISO 5171:1995, *Pressure gauges used in welding, cutting and allied processes*

3 Procedures

In preparing, cleaning and assembling any equipment, accessory or part for oxygen service, the following procedures shall be explicitly observed.

3.1 Orders for equipment for oxygen service

Each order shall specify that the equipment and/or accessories are to be cleaned, prepared, marked and packed for use in oxygen service. Any order for replacement parts issued separately from the orders for equipment and/or accessories shall also state clearly that the parts so ordered are to be cleaned, prepared, marked, and packed for use in oxygen service.

3.2 Nettoyage

Avant le nettoyage, les matériaux constitutifs du matériel, de l'accessoire ou de la pièce détachée et la finition de leur surface doivent être vérifiés de manière à déterminer le procédé de nettoyage approprié et l'agent de nettoyage convenable. Tout matériau étranger tel que les écailles, la saleté, les grains, les corps étrangers solides et les hydrocarbures doit être enlevé. Cet enlèvement peut être effectué par meulage, brossage à la brosse métallique, sablage, balayage, aspiration, épongeage, etc. On doit faire disparaître complètement toutes les particules résultant des opérations de meulage et de brossage à la brosse métallique.

3.2.1 Nettoyage mécanique

Ce type de nettoyage peut être effectué par sablage, brossage à la brosse métallique ou meulage.

3.2.1.1 Sablage

L'opération de sablage peut être décrite comme l'usage d'abrasifs propulsés à travers des tuyères sur la surface d'un tuyau, d'accessoires ou de cavités pour enlever les écailles, la rouille, le vernis, la peinture ou tout autre corps étranger; lorsqu'on y a recours, le sablage fait partie intégrante du processus de fabrication. Le fluide véhiculant l'abrasif doit être dépourvu d'huile, sauf si cette huile est susceptible d'être éliminée par un nettoyage ultérieur. Les matériaux abrasifs spécifiques du sablage doivent être de nature telle qu'ils nettoient sans être la cause de dépôts qu'un nettoyage ultérieur ne puisse éliminer. On doit prendre soin, au cours du sablage, de ne pas enlever une quantité excessive du métal d'origine. Les constituants du sablage et les résidus que ce sablage a enlevés de la surface doivent être éliminés pour satisfaire aux exigences de propreté proposées dans le présent rapport pour un matériel, un accessoire ou une pièce détachée en service en contact avec de l'oxygène.

3.2.1.2 Brossage à la brosse métallique ou meulage

Les surfaces accessibles peuvent être brossées à la brosse métallique. Les soudures peuvent être meulées et brossées à la brosse métallique pour enlever les scories, les grains ou le matériau de soudage en excédent. Les brosses métalliques en acier au carbone ne doivent pas être utilisées sur des surfaces en aluminium ou en acier inoxydable. N'importe quelle brosse métallique précédemment utilisée pour nettoyer une surface en acier au carbone ne doit plus être utilisée pour brosser des surfaces en aluminium ou en acier inoxydable.

3.2.1.3 Sablage grenailage au tonneau

Cette opération peut être décrite comme une méthode de nettoyage utilisant un matériau abrasif dur placé dans une cavité pour nettoyer les surfaces intérieures de cette dernière. La cavité et l'abrasif sont secoués de manière à impartir un déplacement relatif de l'abrasif par rapport à la cavité. Cette méthode peut également être utilisée pour nettoyer les surfaces extérieures de composants de petite taille placés dans un récipient avec ou sans abrasif. Lorsqu'on y a recours, le grenailage ou tonneau fait partie intégrante du processus de fabrication.

3.2.1.4 Epongeage, aspiration

Le matériel, ses parties constitutives ou la tuyauterie peuvent être nettoyés par aspiration après nettoyage mécanique pour éliminer les particules détachées ou la crasse et les scories. Lorsque le nettoyage par aspiration n'est pas possible, les surfaces peuvent être éponnées avec un solvant approprié en utilisant un tissu propre et ne partant pas en charpie pour enlever la crasse non adhérente, les scories, etc.

3.2 Cleaning

Prior to cleaning, the materials used in the equipment, accessory or part, and their surface finish shall be checked in order to determine the appropriate manner of cleaning and the suitable cleaning agent. All foreign material such as mill scale, dirt, grit, solid objects and hydrocarbons shall be removed. Removal may be accomplished by grinding, wire brushing, blast cleaning, sweeping, vacuuming, swabbing, etc. All particles resulting from the grinding and wire brushing operations shall be thoroughly removed.

3.2.1 Mechanical cleaning

This type of cleaning may be accomplished by blast cleaning, wire brushing or grinding.

3.2.1.1 Blast cleaning

Blast cleaning may be described as the use of abrasives propelled through nozzles against the surface of pipe, fittings or cavities to remove mill scale, rust, varnish, paint or other foreign matter; when resorted to, blast cleaning forms part of the manufacturing process. The medium propelling the abrasive shall be oil-free unless the oil is to be removed by subsequent cleaning. Specific abrasive materials shall be suitable for performing the cleaning without depositing contaminants that cannot be removed by subsequent cleaning. Care shall be taken when blast cleaning so as to not remove an excessive amount of parent metal. The blasting medium and residue shall be removed to meet the cleanliness levels suggested herein for oxygen service equipment, accessory or part.

3.2.1.2 Wire brushing or grinding

Accessible surfaces may be wire brushed. Welds may be ground and wire brushed to remove slag, grit or excess weld material. Carbon steel wire brushes shall not be used on aluminium or stainless steel surfaces. Any wire brushes previously used on carbon steel shall not be used on aluminium or stainless steel surfaces.

3.2.1.3 Tumbling

Tumbling can be described as a cleaning method that uses a quantity of hard abrasive material placed in a cavity to clean the internal surfaces. The cavity and the abrasive are energized so as to impart relative motion between the abrasive material and the cavity. This method can also be used to clean the outside surfaces of small components placed inside the container with or without the abrasive material. When resorted to, tumbling forms part of the manufacturing process.

3.2.1.4 Swabbing, vacuuming

Equipment, parts or piping may be vacuum cleaned after mechanical cleaning to remove loose particles or dirt and slag. If vacuum cleaning is not possible, the surfaces may be swabbed with a suitable solvent using a clean lint-free cloth to remove loose dirt, slag, etc.

3.2.1.5 Nettoyage à l'eau chaude et à la vapeur

Le nettoyage à l'eau chaude et à la vapeur peut être utilisé comme opération de dégraissage préliminaire. Toutefois, cette pratique n'est pas recommandée à cause du peu d'efficacité du dégraissage correspondant et de la lenteur et de la difficulté du séchage après nettoyage.

3.2.1.6 Soufflage et séchage

Après que le matériel, les parties et la tuyauterie ont été nettoyés mécaniquement et que tout matériau abrasif a été enlevé, il est recommandé que la tuyauterie assemblée soit soufflée avec de l'air ou de l'azote sec et dépourvu d'huile et de poussières pour éliminer les particules de petite taille.

3.2.2 Méthodes de dégraissage

3.2.2.1 Choix des procédures

Le choix de la méthode de nettoyage, y compris l'élimination de l'agent de nettoyage, dépendra de plusieurs critères, dont les suivants:

- a) nature des polluants;
- b) emplacement et degré de la pollution;
- c) arrangement des passages en ce qui concerne leur possibilité d'être rincés par l'agent de nettoyage, puis égouttés;
- d) efficacité de l'agent de nettoyage à faire partir la pollution;
- e) compatibilité de l'agent de nettoyage avec les polluants, les métaux et les matériaux concernés;
- f) disponibilité et coût des agents de nettoyage et des méthodes de nettoyage, disponibilité d'un personnel ayant l'expérience de la manipulation de ces agents;
- g) rapidité et efficacité du nettoyage et niveau souhaité de propreté.

Une liste des procédures typiques de nettoyage doit comprendre

- 1) le lavage au solvant et le dégraissage à la vapeur;
- 2) d'autres méthodes de nettoyage telles que:
 - le nettoyage mécanique (sablage, brossage à la brosse métallique, etc.);
 - le purge;
 - le lavage à l'acide;
 - le lavage au moyen d'un liquide basique (caustique).

Il convient qu'une procédure détaillée conforme aux instructions du fournisseur de l'agent de nettoyage soit spécifiée à la satisfaction commune du fournisseur et de l'utilisateur de matériel pour service en contact avec de l'oxygène et qu'elle soit suivie d'un bout à l'autre du contrat. Les méthodes de nettoyage et de dégraissage doivent être déterminées en tenant bien compte des limites de propreté nécessaires.

3.2.2.2 Lavage au solvant

Le lavage au solvant peut être décrit comme l'élimination de polluants organiques de la surface à nettoyer en utilisant des solvants ou détergents convenables.

Pour augmenter l'efficacité, on peut avoir recours au nettoyage par ultrasons qui peut être décrit comme le décollement d'huile, de graisse ou d'un autre polluant à partir d'une surface métallique par immersion de pièces dans un solvant ou un détergent en présence d'une énergie vibratoire à haute fréquence.

3.2.1.5 Hot water and steam cleaning

Hot water and steam cleaning may be used as a preliminary degreasing operation. However, this practice is not recommended as degreasing efficiency is low, and drying after cleaning is slow and difficult.

3.2.1.6 Blowing and drying

After the equipment, parts and piping have been mechanically cleaned and any abrasive material removed, the assembled piping should be blown with dry, dust and oil-free air or nitrogen to remove small particles.

3.2.2 Degreasing methods

3.2.2.1 Procedure selection

The cleaning procedure selected, which includes removal of the cleaning agent, will depend on several factors such as the following:

- a) the nature of the contaminants;
- b) the location and degree of contamination;
- c) the arrangement of passages with respect to their ability to be flushed and drained;
- d) the effectiveness of the cleaning agent in removing the contaminants;
- e) the compatibility of the cleaning agent with the contaminants, metals and material involved;
- f) the availability and cost of cleaning agents and cleaning methods, the availability of personnel experienced in handling these materials;
- g) the speed and effectiveness of cleaning and the desired level of cleanliness.

A list of typical cleaning procedures would include:

- 1) solvent washing and vapour degreasing;
- 2) other cleaning methods such as:
 - mechanical cleaning (blast cleaning, wire brushing, etc.);
 - purging;
 - acid cleaning;
 - alkaline (caustic) washing.

A detailed cleaning procedure in accordance with the instructions of the cleaning agent manufacturer should be specified to the satisfaction of both the manufacturer and the user of the oxygen equipment and followed throughout the project. The appropriate cleaning and degreasing method shall be determined after due consideration of the limiting values.

3.2.2.2 Solvent washing

Solvent washing may be described as the removal of organic contaminants from the surface to be cleaned by the use of suitable solvents or detergent solutions.

To increase the efficiency, one may resort to ultrasonic cleaning which may be described as loosening of oil and grease or other contamination from a metal surface by the immersion of parts in a solvent or detergent solution in the presence of high-frequency vibrational energy.

Une ventilation suffisante doit être prévue afin de s'assurer que tout personne amenée à utiliser le lavage au solvant ne soit pas exposée aux vapeurs du solvant au-dessus des limites nationales d'exposition concernant le solvant en utilisation.

3.2.2.3 Solvants

Les solvants autorisés sont donnés dans le tableau 1. Les caractéristiques proposées, considérées avec celles données dans le tableau 2, permettent de choisir le solvant adapté à une application déterminée.

Les solvants doivent être exempts de polluants solubles d'hydrocarbures.

NOTE – La vérification du fait que les solvants ne sont pas pollués est particulièrement importante lorsque des solvants recyclés ou récupérés sont utilisés.

Les fournisseurs des solvants doivent fournir aux utilisateurs une fiche technique qui donne des renseignements sur la sécurité du produit utilisé.

Les utilisateurs doivent s'assurer que les limites nationales d'exposition pour le solvant en utilisation sont respectées.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 60877:1999

Sufficient ventilation shall be provided to ensure that any person involved in solvent washing shall not be exposed to solvent vapours above the national exposure limits for the particular solvent being used.

3.2.2.3 Solvents

Some solvents which are permissible are given in table 1. The characteristics shown, together with those given in table 2, will allow the choice of a suitable solvent for a given application.

Solvents shall be free from soluble hydrocarbon contaminants.

NOTE – Verification that solvents are contaminant-free is especially important where recycled or recovered solvents are used.

Solvent suppliers shall provide users with a data sheet giving relevant safety information for the product being used.

Users shall ensure that national exposure limits for the particular solvent being used are adhered to.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 60877:1999

Tableau 1 – Solvants industriels

Caractéristiques	Solvants		
	Trichloroéthylène	Perchloroéthylène	Chlorure de méthylène
Formule chimique	C ₂ HCl ₃	C ₂ Cl ₄	CH ₂ Cl ₂
Température d'ébullition (en °C à 1 013 mbar)	87	121	40
Tension de vapeur (en mbar à 20 °C)	73	19	474
Capacité du solvant [coefficient Kauributanol (note 1)]	130	90	136
Limite d'exposition (note 2) (8 h TWA)	Fraction volumique 100 × 10 ⁻⁶ (MEL)	Fraction volumique 50 × 10 ⁻⁶ (OES)	Fraction volumique 100 × 10 ⁻⁶ (MEL)
Taux d'évaporation Diéthyléther = 1	3,8	11	1,8
Point d'inflammabilité (°C)	Aucun	Aucun	Aucun
Température minimale d'ignition (note 3) (°C à 1 013 mbar)	410	Aucun	606
Limites d'inflammabilité dans l'air (% en volume)	8,0 (LIE) 10,5 (LSE)	Aucun	14,0 (LIE) 22,0 (LSE)
NOTE 1 – Plus ce coefficient est élevé, plus l'action du solvant est forte. NOTE 2 – Les limites d'exposition sont basées sur les recommandations de l'Organisation mondiale de la santé pour une moyenne pondérée de plus de 8 (TWA). a) La limite maximale d'exposition (MEL) est la concentration maximale d'une substance en suspension dans l'air, moyennée sur une période de référence, à laquelle des employés peuvent être exposés par inhalation dans toutes circonstances; elle est précisée avec la période de référence appropriée. b) La norme d'exposition professionnelle (OES) est la concentration d'une substance en suspension de l'air, moyennée sur une période de référence, concentration dont il n'y a pas de preuve – suivant les connaissances courantes – d'une augmentation de la nuisance pour les employés qui y sont exposés chaque jour par inhalation. NOTE 3 – La température minimale d'ignition est la température du mélange le plus inflammable avec de l'air ou de l'oxygène.			

Tableau 2 – Classification des solvants

Taux d'évaporation (par ordre décroissant)	Inflammabilité (par ordre croissant)
Chlorure de méthylène	Perchloroéthylène
Trichloroéthylène	Chlorure de méthylène
Perchloroéthylène	Trichloroéthylène

3.2.2.4 Matériel de lavage

Le matériel de lavage peut consister en un système de recyclage pour le solvant ou en un récipient clos pour l'immersion de pièces. Le matériel utilisé pour le lavage doit être conforme aux recommandations du fabricant du solvant utilisé.

Le matériel auxiliaire de commande et d'essais peut comprendre des réchauffeurs atmosphériques, des détecteurs d'halogènes, des thermomètres, un réservoir, un entonnoir et un répartiteur, un cône Imhoff, de l'air ou tout autre gaz sec inerte dépourvu d'huile, et une pompe siphon.

Table 1 – Industrial solvents

Characteristic	Solvent		
	Trichloroethylene	Perchloroethylene	Methylene chloride
Chemical formula	C_2HCl_3	C_2Cl_4	CH_2Cl_2
Boiling temperature (°C at 1 013 mbar)	87	121	40
Vapour pressure (mbar at 20 °C)	73	19	474
Solvent capacity Kauributanol coefficient (note 1)	130	90	136
Exposure limit (note 2) (8 h TWA)	Volume fraction 100×10^{-6} (MEL)	Volume fraction 50×10^{-6} (OES)	Volume fraction 100×10^{-6} (MEL)
Evaporation rate Diethylether = 1	3,8	11	1,8
Flash point (°C)	None	None	None
Minimum ignition temperature (note 3) (°C at 1 013 mbar)	410	None	606
Flammability limits in air (% volume)	8,0 (LEL) 10,5 (UEL)	None	14,0 (LEL) 22,0 (UEL)
NOTE 1 – The higher this coefficient, the greater the solvent action.			
NOTE 2 – The exposure limits given are based on World Health Organization recommendations over an eight-hour weighted average (TWA).			
a) The maximum exposure limit (MEL) is the maximum concentration of an airborne substance, averaged over a reference period, to which employees may be exposed by inhalation under any circumstances and is specified together with the appropriate reference period.			
b) The occupational exposure standard (OES) is the concentration of an airborne substance, averaged over a reference period, at which, according to current knowledge, there is no evidence that it is likely to be injurious to employees if they are exposed by inhalation day after day, to that concentration.			
NOTE 3 – The minimum ignition temperature is the temperature of the most flammable mixture with air or oxygen.			

Table 2 – Classification of solvents

Evaporation rate (decreasing)	Flammability (increasing)
Methylene chloride	Perchloroethylene
Trichloroethylene	Methylene chloride
Perchloroethylene	Trichloroethylene

3.2.2.4 Washing equipment

Washing equipment may consist of a recirculating system for the solvent or a closed container for immersing parts. Equipment used for washing shall be in accordance with the solvent manufacturer's recommendations for the particular solvent being used.

Auxiliary control and test equipment might include the following: space heaters, halogen detectors, thermometers, a utility container, funnel and strainer, an Imhoff cone, dry oil-free air or other inert oil-free dry gas and siphon pump.

Pour le nettoyage par ultrason, un générateur de vibrations ultrasoniques à haute fréquence et un récipient remplacent le système de recyclage.

Avertissement: Certains tubes en plastique, y compris le chlorure de polyvinyle (PVC), peuvent avoir leur plastifiant extrait par le solvant et déposé sur la surface à nettoyer. Pour la même raison, il convient de ne pas utiliser des tubes en caoutchouc et en néoprène en présence de ces solvants pour le nettoyage de matériel pour service en contact avec de l'oxygène. Des tubes en nylon et en polytétrafluoroéthylène (PTFE) donnent satisfaction avec les solvants usuels.

3.2.2.5 Procédure de nettoyage

Un échantillon de solvant de nettoyage neuf doit être mis de côté à des fins de vérification lorsque c'est nécessaire. On fait circuler le solvant de nettoyage à travers le matériel pendant un temps prédéterminé. Le niveau de propreté désiré peut être déterminé par comparaison entre le solvant qui a servi et le solvant neuf. Un matériel peut être considéré comme propre lorsque l'on ne constate pas de différence de couleurs entre les deux échantillons. Des lavages supplémentaires avec du solvant neuf peuvent être nécessaires pour atteindre le niveau souhaité de propreté. On vidange ensuite le solvant dans un réservoir et on s'assure qu'en utilisant des techniques telles que la surveillance de la température et de la concentration de la vidange, le gaz est purgé. Des procédures de lavage par immersion peuvent être utilisés si la pratique le permet.

Si l'on souhaite surveiller le solvant, mesurer le solvant vidangé après usage, prendre un échantillon représentatif de ce solvant et déterminer son niveau de contamination, éventuellement corrigé en fonction de la quantité de contaminant déjà présente dans le solvant initial.

Lorsque l'opération de nettoyage n'a pas pour résultat des surfaces nettoyées de manière acceptable, le solvant doit être soit jeté, soit repurifié. L'avis du fournisseur sur les procédures de repurification est essentiel du fait de l'usage de stabilisateurs. Un indice utile dans cette procédure est le fait que le solvant est davantage décoloré que du solvant neuf.

Avertissement: Utiliser des récipients de transfert convenables au solvant (verre ou métal préalablement nettoyé) qui ne comportent pas de joints pouvant être dissous par le solvant.

3.2.2.6 Dégraissage à la vapeur

Le dégraissage à la vapeur peut être décrit comme l'élimination de matériaux organiques solubles des surfaces du matériel parla condensation continue de vapeurs de solvants et leur action nettoyante correspondante.

Un matériel de dégraissage à la vapeur consiste essentiellement en un vaporisateur pour engendrer des vapeurs propres à partir d'un solvant contaminé, et en un récipient pour maintenir les pièces à nettoyer dans la zone baignée par le vapeur. Il convient que les fournisseurs soient consultés pour les détails de systèmes convenables.

La procédure qui suit est utile pour nettoyer du matériel froid ou cryogénique: la température du récipient doit se situer entre le point de congélation et le point d'ébullition du solvant de façon que les vapeurs de solvant se condensent et entraînent par gravité les contaminants sur les surfaces du matériel.

Cette procédure de nettoyage implique que le solvant soit mis en ébullition dans un vaporiseur et que les vapeurs de solvant soient amenées dans un récipient relativement froid où ces vapeurs se condensent sur les surfaces froides. Il convient que le matériel soit disposé et relié de façon que les condensats puissent complètement s'égoutter. Le départ continu du condensat et son retour au vaporiseur entraînent les impuretés dissoutes dans le vaporiseur, dont elles ne sortent plus, pendant que de nouvelles vapeurs propres s'échappent pour continuer l'opération de dégraissage.

For ultrasonic cleaning, a high-frequency sound generator and container substitutes the recirculation system.

Caution: Some plastic tubing including polyvinylchloride (PVC) may have its plasticizer extracted by the solvent and deposited on the surface being cleaned. For the same reason, rubber and neoprene tubing should not be used with these solvents when cleaning oxygen equipment. Nylon and polytetrafluoroethylene (PTFE) tubing are satisfactory with the frequently used solvents.

3.2.2.5 Washing procedure

A sample of new wash solvent should be taken for control purposes when required. Circulate the wash solvent through the equipment for a predetermined period. The desired cleanliness level can be determined by comparing the used solvent with new solvent. A vessel can be considered clean when no distinct colour difference exists between the two samples. Additional washings with the new solvent may be required to obtain the desired level of cleanliness. Then drain the solvent into a container and ensure that by using such techniques as temperature and concentration monitoring of the exit the gas is purged. Immersion wash procedures may be utilized if practical.

If solvent monitoring is desired, measure the used solvent collected, take a representative sample of the solvent and determine its contaminant level, correcting for the amount of contaminant in the original solvent.

When the cleaning operation does not yield acceptably cleaned surfaces the solvent shall be discarded or reclaimed. Manufacturer's advice on reclaiming procedures is essential as stabilizers are used. A useful guide for this determination is when the solvent is discoloured more than the new solvent.

Caution Use proper solvent transfer containers (precleaned glass or metal) with no seals that can be dissolved by the solvent.

3.2.2.6 Vapour degreasing

Vapour degreasing can be described as the removal of soluble organic materials from the surfaces of equipment by the continuous condensation of solvent vapours and their subsequent washing action.

Vapour degreasing equipment consists essentially of a vaporizer for generating clean vapours from a contaminated solvent and a vessel for holding the parts to be cleaned in the vapour space. Manufacturers should be consulted for details of suitable systems.

The following procedure is useful for cleaning cold or cryogenic equipment: the temperature of the vessel shall be between the freezing and boiling points of the solvent so that the solvent vapours will condense and wash down by gravity over the equipment surfaces.

This cleaning procedure requires that the solvent be boiled in a vaporizer and the solvent vapours piped into a relatively cold vessel where the vapours condense on the cold surfaces. This equipment should be positioned and connected so that the condensate can be thoroughly drained from the system. Continuous removal of the condensate and its transport back into the vaporizer will carry the dissolved impurities into the vaporizer where they remain, as fresh pure vapours are released to continue the degreasing operation.

Le nettoyage peut être considéré comme total lorsque le condensat qui s'égoutte par gravité est aussi propre que du solvant neuf.

NOTE – L'action de dégraissage par la vapeur s'arrête quand la température du récipient atteint la température d'ébullition du solvant.

3.2.2.7 Elimination des solvants

Après que les contaminants huileux ou graisseux ont été éliminés ou dissous et que tout le solvant s'est égoutté, il convient de souffler les tuyaux ou les tubes avec de l'air ou de l'azote sec et dépourvu d'huile, de manière à faire partir le liquide par entraînement. Purger ensuite le système jusqu'à ce que les traces finales du solvant aient été enlevées. On peut considérer que la purge est complète lorsqu'il n'est plus possible de détecter du solvant par des méthodes appropriées dans le gaz s'échappant de la cavité purgée.

Un détecteur de fuite d'halogène peut être utilisé dans le cas de solvants chlorés pour déterminer quand une cavité est purgée de manière satisfaisante. Si de la vapeur de solvant est détectée dans le voisinage de la sortie de gaz de purge, le matériel nécessite une purge supplémentaire. Il convient que la méthode d'essai fasse l'objet d'un accord entre le fournisseur et l'acheteur.

Les utilisateurs doivent s'assurer que les limites nationales d'exposition pour le solvant en utilisation sont respectées.

3.3 Vérification de la propreté

3.3.1 Inspection visuelle directe (lumière blanche)

C'est l'essai le plus fréquemment utilisé pour détecter la présence de polluants tels que les revêtements protecteurs, l'humidité, les produits de la corrosion, les scories de soudure, les écailles, les limailles et les copeaux ou tout autre corps étranger. L'article est inspecté à l'œil nu quant à l'absence de polluants et d'accumulation de charpie, sous une vive lumière blanche; cette méthode détectera des corps de plus de 50 µm et de l'humidité, éventuellement des huiles, des graisses en quantités encore notables, etc.

3.3.2 Inspection visuelle directe (rayonnement ultraviolet)

Les rayonnements ultraviolets provoquent la fluorescence d'un grand nombre d'huiles ou de graisses d'hydrocarbures ou organiques qui ne seraient pas décelables par d'autres moyens visuels. De ce fait, l'essai aux rayonnements ultraviolets est le plus fréquemment utilisé pour détecter la présence d'huiles ou de graisses d'hydrocarbures ou organiques. La surface est observée dans l'obscurité ou en éclairage atténué en se servant d'une lampe à rayonnement ultraviolet de longueur d'onde comprise entre 0,32 µm et 0,37 µm. Une inspection aux rayonnements ultraviolets (lumière noire) doit indiquer si les surfaces nettoyées ne présentent pas de fluorescence due aux hydrocarbures. Des accumulations de charpie ou de poussière qui peuvent être visibles au rayonnement ultraviolet doivent être éliminées par soufflage avec de l'air ou de l'azote sec et dépourvu d'huile, par essuyage avec un linge propre et sans charpie, ou par aspiration.

Toutes les huiles organiques n'occasionnent pas de fluorescences et certains matériaux tels que la charpie de coton, qui occasionne une fluorescence, sont acceptables s'ils ne sont pas en quantité excessive. Si la fluorescence met en évidence une tache, une traînée, un barbouillage ou une pellicule, la zone qui donne lieu à la fluorescence est à nettoyer de nouveau.

Avertissement: Une exposition prolongée aux rayonnements ultraviolets peut être dangereuse pour les yeux et la peau non protégée; il est recommandé, de ce fait, de l'éviter.

Cleaning can be considered complete when the returning condensate is as clean as the unused solvent.

NOTE – The vapour degreasing action will stop when the temperature of the vessel reaches the boiling point of the solvent

3.2.2.7 Removal of solvents

After the oil and grease contaminants have been removed or dissolved and the solvent drained, blow down the piping or tubing with dry oil-free air or nitrogen to remove liquid by entrainment. Then purge the system until the final traces of the solvent have been removed. Purging can be considered complete when the solvent cannot be detected by appropriate methods in the gas venting from the vessel being purged.

A halogen leak detector may be used with chlorinated solvents for determining when a vessel is adequately purged. If solvent vapour is detected in the vicinity of the effluent purge gas, the equipment requires additional purging. The method of test should be agreed between the manufacturer and the purchaser.

Users shall ensure that national exposure limits for the particular solvent being used are adhered to.

3.3 Cleanliness inspection

3.3.1 Direct visual inspection (white light)

This is the most common test used to detect the presence of contaminants such as preservatives, moisture, corrosion products, weld slag, scale filings and chips and other foreign matter. The item is observed with the naked eye for the absence of contaminants and accumulations of lint fibres under strong white light and this method will detect particulate matter in excess of 50 µm and moisture, possibly oils, greases in still significant amounts, etc.

3.3.2 Direct visual inspection (ultraviolet light)

Ultraviolet light causes many common hydrocarbon or organic oils or greases to fluoresce when they may not be detectable by other visual means. Therefore the ultraviolet test is the most common test used to detect the presence of hydrocarbon or organic oils or greases. The surface is observed in darkness or subdued light using an ultraviolet light radiating between 0,32 µm and 0,37 µm. Ultraviolet (black light) inspection shall indicate that cleaned surfaces are free of any hydrocarbon fluorescence. Accumulations of lint or dust that may be visible under the black light shall be removed by blowing with dry oil-free air or nitrogen, wiping with a clean lint-free cloth or vacuuming.

Not all organic oils fluoresce and some materials such as cotton lint that fluoresce are acceptable unless present in excessive amounts. If fluorescence shows up as a blotch, smear, smudge or film, reclean the fluorescing area.

Warning: Prolonged exposure to ultraviolet light should be avoided because it can be harmful to the eyes and to unprotected skin.

3.3.3 Essai d'essuyage

Cet essai est utilisé pour détecter des polluants sur des zones inaccessibles visuellement, en complément des inspections visuelles ci-dessus. La surface est frottée légèrement à l'aide d'un papier blanc ou d'un linge sans charpie propre que est ensuite examiné à la lumière blanche ou au rayonnement ultraviolet. Il convient de ne pas frotter la zone suffisamment fort pour décoller une quelconque pellicule d'oxyde, étant donné que cette dernière pourrait être confondue avec une contamination normale de surface. Aucune particule de papier ou de linge ne doit être laissée sur la surface.

3.3.4 Essai de discontinuité de pellicule d'eau

On peut utiliser cet essai pour détecter les résidus huileux qui ne sont pas mis en évidence par d'autres méthodes. La surface est humidifiée avec une pulvérisation d'eau propre. Il convient que cette eau doit former une couche mince qui reste continue pendant au moins 5 s. Un perlage des gouttes d'eau indique la présence de polluant huileux. Cette méthode est généralement limitée aux surfaces horizontales.

3.3.5 Essai d'extraction de solvant

Cette méthode peut être utilisée pour compléter les techniques visuelles ou pour contrôler les surfaces inaccessibles en utilisant un solvant pour extraire des polluants à fins d'inspection.

La surface est douchée, rincée ou immergée par ou dans un solvant laissant peu de résidus. La méthode d'extraction de solvant est limitée par la capacité de ce dernier à atteindre et à dissoudre les polluants présents. Les composants du matériel essayé peuvent aussi contenir des matériaux susceptibles d'être attaqués par le solvant, d'où des résultats erronés.

Après passage sur la surface, le solvant est contrôlé pour déterminer la quantité de résidus non volatils. Une quantité déterminée d'un échantillon représentatif de solvant ayant servi à l'essai est évaporée presque en totalité, puis transférée dans une coupelle préalablement pesée pour y effectuer l'évaporation finale, en prenant soin de ne pas surchauffer le résidu. Le poids du résidu obtenu à partir de la même quantité de solvant neuf est déterminé de la même façon. Il convient que la différence de poids entre les deux résidus et la quantité de solvant utilisé serve à calculer la quantité de polluant extrait par mètre carré de surface nettoyée.

En variante, une quantité déterminée d'un échantillon du solvant non filtré ayant servi à l'essai peut être placée dans un cône Imhoff et complètement évaporée. Le volume du résidu peut être mesuré directement et peut être utilisé pour calculer la quantité de polluant extrait par mètre carré de surface nettoyée.

On peut obtenir une plus grande sensibilité en évaporant des quantités successives de solvant dans le même cône Imhoff.

Une autre méthode consiste à prendre un échantillon d'une quantité connue de solvant ayant servi à l'essai et à le comparer à un échantillon semblable de solvant neuf en comparant simultanément la transmission de lumière à travers les deux échantillons. Il convient qu'il n'y ait que peu ou pas de différence de couleur entre les deux solvants et que l'on n'observe que très peu de particules.

Les résultats d'hydrocarbures ou d'autres polluants particuliers, déterminés par la procédure d'inspection, ne doivent pas dépasser la quantité spécifiée par l'utilisateur du matériel.

Les utilisateurs doivent s'assurer que les limites nationales d'exposition pour le solvant en utilisation sont respectées.

3.3.3 Wipe test

This test is used to detect contaminants on visually inaccessible areas as an aid in the above visual inspections. The surface is rubbed lightly with a clean white paper or lint-free cloth which is examined under white and ultraviolet light. The area should not be rubbed hard enough to remove any oxide film as this could be confused with normal surface contamination. No paper or cloth particle shall be left on the surface.

3.3.4 Water break test

This test may be used to detect oily residues not found by other means. The surface is wetted with a spray of clean water. This should form a thin layer and remain unbroken for at least 5 s. Beading of the water droplets indicates the presence of oil contaminants. This method is generally limited to horizontal surfaces.

3.3.5 Solvent extraction test

This method may be used to supplement visual techniques or to check inaccessible surfaces by using a solvent to extract contaminants for inspection.

The surface is flushed, rinsed or immersed in a low residue solvent. Solvent extraction is limited by the ability of the procedure to reach and dissolve the contaminants present. Components of the equipment tested may also contain material which would be attacked by the solvent and give erroneous results.

The used solvent is checked to determine the amount of non-volatile residue. A known quantity of a representative sample of filtered used solvent is evaporated almost to dryness, then transferred to a small weighed beaker for final evaporation, being careful not to overheat the residue. In the same manner, the weight of the residue from a similar quantity of clean solvent is determined. The difference in weight of the two residues and the quantity of solvent used should be used to compute the amount of contaminant extracted per square metre of surface area cleaned.

In a similar manner, a measured quantity of a sample of the unfiltered used solvent can be placed in an Imhoff cone and evaporated to dryness. The volume of residue can be measured directly and used to compute the amount of contaminant extracted per square metre of surface area cleaned. Greater sensitivity can be achieved by evaporating successive quantities of solvent in the same Imhoff cone.

Another method is to take a sample of known quantity of the used solvent and compare it to a similar sample of new solvent by comparing light transmission through the two samples simultaneously. There should be little, if any, difference in colour of the solvents and very few particles. Hydrocarbon or particular matter residues determined by the inspection procedure shall not exceed the amount specified by the user of the equipment.

Users shall ensure that national exposure limits for the particular solvent being used are adhered to.