IEC 62976

Edition 1.1 2021-10
CONSOLIDATED VERSION

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Industrial non-destructive testing equipment – Electron linear accelerator

Appareils destinés aux essais non destructifs pour le secteur industriel – Accélérateur électronique linéaire

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.120.01

ISBN 978-2-8322-1043-7

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

IEC 62976

Edition 1.1 2021-10
CONSOLIDATED VERSION

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE

colour inside

Industrial non-destructive testing equipment – Electron linear accelerator

Appareils destinés aux essais non destructifs pour le secteur industriel – Accélérateur électronique linéaire



IEC 62976:2017-05+AMD1:2021-10 CSV(en-fr)

CONTENTS

FOREWORD....5
1 Scope....7
2 Normative references....7
3 Terms and definitions....7
4 Equipment sets, names and work conditions....9
4.1 Equipment sets....9
4.2 Name convention....9
4.3 Operating conditions....10
4.3.1 Environmental requirement....10
4.3.2 Power supply....10
5 Technical requirements....10
5.1 Appearance....10
5.2 Control system....10
5.2.1 Design principle....10
5.2.2 Operation of start and stop....10
5.2.3 Functions of control system....10
5.3 Performance....11
5.3.1 X-ray beam energy....11
5.3.2 X-ray homogeneity....11
5.3.3 X-ray beam air kerma rate....11
5.3.4 X-ray beam focal spot....12
5.3.5 X-ray beam asymmetry....12
5.3.6 X-ray sensitivity....12
5.3.7 Dose leakage....13
5.4 Electrical safety....13
5.4.1 Protective grounding....13
5.4.2 Insulation resistance....13
5.4.3 Dielectric strength....13
5.4.4 Protection against electric shock....13
5.5 Reliability....13
5.5.1 Continuous operation....13
5.5.2 Recovery....13
5.5.3 Restart....13
6 Test methods....13
6.1 General requirements....13
6.1.1 Testing conditions....13
6.1.2 Instruments and devices....14
6.2 Visual inspection....15
6.3 Control system test....15
6.4 Performance test....15
6.4.1 X-ray beam energy....15
6.4.2 X-ray homogeneity....16
6.4.3 X-ray beam air kerma rate....17
6.4.4 X-ray beam focal spot....17
6.4.5 X-ray beam asymmetry....19
6.4.6 X-ray sensitivity....19

6.4.7 Leakage dose rate 19
6.5 Electrical safety testing 20
6.5.1 Protective grounding 20
6.5.2 Insulation resistance 20
6.5.3 Dielectric strength 20
6.5.4 Protection against electric shock 20
6.6 Reliability test 20
6.6.1 Continuous operation 20
6.6.2 Recovery 20
6.6.3 Restart 20
7 Inspection rules 21
7.1 Inspection classification 21
7.2 Inspection items 21
7.3 Criterion rule 21
8 ~~Marking~~ Signage, packaging, transportation, storage and accompanying documents 21
8.1 ~~Marking~~ Signage 21
8.1.1 Accelerator signs 21
8.1.2 Component nameplates 22
8.1.3 Labels 22
8.1.4 Warning signs 22
8.2 Packaging 22
8.3 Transportation 22
8.4 Storage 22
8.5 Accompanying documents 23
8.5.1 Instructions 23
8.5.2 ~~Product certification~~ Supplier's declaration of conformity 23
8.5.3 Other documents 23

Figure 1 – Naming convention 9
Figure 2 – Sketch map of the test module 14
Figure 3 – Sketch map of the copper block with a swivelling edge 15
Figure 4 – Schematic diagram of X ray beam radial uniformity measurement 16
Figure 5 – Schematic diagram of the testing module in front of the detector 17
Figure 6 – Schematic diagram of the "Sandwich" test module placement 18
Figure 7 – Schematic diagram of the copper block test module placement 18
Figure 8 – Diagram of leakage dose measurement points 20

Table 1 – Specifications of several commonly used accelerator models 10
Table 2 – Half value layer of materials corresponding to commonly used X-ray beam energies 11
Table 3 – X-ray homogeneity of commonly used X-ray beam energies 11
Table 4 – X-ray beam air kerma rate of different models 12
Table 5 – Detection range of equivalent steel thickness corresponding to commonly used X-ray beam energies 12
Table 6 – Testing conditions 14

Table 7 – Inspection items of the accelerator.....21

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

INDUSTRIAL NON-DESTRUCTIVE TESTING EQUIPMENT – ELECTRON LINEAR ACCELERATOR

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.

This consolidated version of the official IEC Standard and its amendment has been prepared for user convenience.

IEC 62976 edition 1.1 contains the first edition (2017-05) [documents 45/821/FDIS and 45/824/RVD] and its amendment 1 (2021-10) [documents 45/920/CDV and 45/929/RVC].

In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendment 1. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.

International Standard IEC 62976 has been prepared by technical committee 45: Nuclear instrumentation.

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

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under webstore.iec.ch in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INDUSTRIAL NON-DESTRUCTIVE TESTING EQUIPMENT – ELECTRON LINEAR ACCELERATOR

1 Scope

This document gives the rules of naming, technical requirements, test methods, inspection, ~~marking~~ signage, packaging, transportation, storage and accompanying documents for electron linear accelerator equipment for Non-Destructive Testing (NDT).

This document applies to NDT electron linear accelerator equipment in the X-ray energy range of 1 MeV to 15 MeV, including the accelerator equipment for radiographic film, computed radiography with imaging plates, real-time imaging, digital detector array and industrial computerized tomography.

2 Normative references

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

ISO/IEC Guide 37:2012, *Instructions for use of products by consumers*

ISO 780:2015, *Packaging – Distribution packaging – Graphical symbols for handling and storage of packages*

ISO 19232-1:2013, *Non-destructive testing – Image quality of radiographs – Part 1: Determination of the image quality value using wire-type image quality indicators*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 27
1 Domaine d'application 29
2 Références normatives 29
3 Termes et définitions 29
4 Composition de l'équipement, noms et conditions de fonctionnement 31
4.1 Composition de l'équipement 31
4.2 Convention de nommage 31
4.3 Conditions de fonctionnement 32
4.3.1 Exigences environnementales 32
4.3.2 Alimentation 32
5 Exigences techniques 32
5.1 Aspect 32
5.2 Système de commande 32
5.2.1 Principe de conception 32
5.2.2 Démarrage et arrêt 32
5.2.3 Fonctions du système de commande 32
5.3 Performances 33
5.3.1 Energie du faisceau de rayonnement X 33
5.3.2 Homogénéité du faisceau de rayonnement X 33
5.3.3 Débit de kerma dans l'air du faisceau de rayonnement X 33
5.3.4 Foyer optique du faisceau de rayonnement X 34
5.3.5 Asymétrie du faisceau de rayonnement X 34
5.3.6 Sensibilité du rayonnement X 34
5.3.7 Fuite de dose 35
5.4 Sécurité électrique 35
5.4.1 Mise à la terre pour des raisons de protection 35
5.4.2 Résistance d'isolement 35
5.4.3 Rigidité diélectrique 35
5.4.4 Protection contre les chocs électriques 35
5.5 Fiabilité 35
5.5.1 Fonctionnement continu 35
5.5.2 Récupération 35
5.5.3 Redémarrage 35
6 Méthodes d'essai 36
6.1 Exigences générales 36
6.1.1 Conditions d'essai 36
6.1.2 Instruments et appareils 36
6.2 Inspection visuelle 37
6.3 Essai du système de commande 38
6.4 Essai des performances 38
6.4.1 Energie du faisceau de rayonnement X 38
6.4.2 Homogénéité du faisceau de rayonnement X 38
6.4.3 Débit de kerma dans l'air du faisceau de rayonnement X 39
6.4.4 Foyer optique du faisceau de rayonnement X 39
6.4.5 Asymétrie du faisceau de rayonnement X 41
6.4.6 Sensibilité du rayonnement X 41

6.4.7 Débit de dose de fuite 42
6.5 Essais de sécurité électrique 42
6.5.1 Mise à la terre pour des raisons de protection 42
6.5.2 Résistance d'isolement 42
6.5.3 Rigidité diélectrique 42
6.5.4 Protection contre les chocs électriques 43
6.6 Essai de fiabilité 43
6.6.1 Fonctionnement continu 43
6.6.2 Récupération 43
6.6.3 Redémarrage 43
7 Règles d'inspection 43
7.1 Classification des types d'inspection 43
7.2 Eléments à inspecter 43
7.3 Règles et critères 44
8 ~~Marquage~~ Signalétique, emballage, transport, stockage et documents d'accompagnement 44
8.1 ~~Marquage~~ Signalétique 44
8.1.1 Marquage de l'accélérateur 44
8.1.2 Plaques signalétiques des composants 45
8.1.3 Etiquettes 45
8.1.4 Symboles d'avertissement 45
8.2 Emballage 45
8.3 Transport 45
8.4 Stockage 45
8.5 Documents d'accompagnement 45
8.5.1 Instructions 45
8.5.2 ~~Certification du produit~~ Déclaration de conformité du fournisseur 46
8.5.3 Autres documents 46

Figure 1 – Convention de nommage 31
Figure 2 – Schéma sommaire du module d'essai 37
Figure 3 – Schéma sommaire du bloc de cuivre à angle orientable 37
Figure 4 – Schéma de mesure de l'uniformité radiale du faisceau de rayonnement X 39
Figure 5 – Schéma du module d'essai en face du détecteur 40
Figure 6 – Schéma du placement du module d'essai "sandwich" 40
Figure 7 – Schéma du placement du module d'essai "bloc de cuivre" 41
Figure 8 – Diagramme des points de mesure de dose de fuite 42

Tableau 1 – Spécifications relatives aux différents modèles d'accélérateurs communément utilisés 32
Tableau 2 – Couches de demi-transmission du matériau correspondant aux énergies de faisceaux de rayonnement X communément utilisées 33
Tableau 3 – Homogénéité du faisceau de rayonnement X pour les énergies de faisceau de rayonnement X communément utilisées 33
Tableau 4 – Débit de kerma dans l'air du faisceau de rayonnement X de différents modèles 34
Tableau 5 – Plages de détection d'épaisseurs d'acier équivalentes correspondant aux énergies de faisceaux de rayonnement X communément utilisées 34
Tableau 6 – Conditions d'essai 36

Tableau 7 – Eléments de l'accélérateur à inspecter 44

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

APPAREILS DESTINÉS AUX ESSAIS NON DESTRUCTIFS POUR LE SECTEUR INDUSTRIEL – ACCÉLÉRATEUR ÉLECTRONIQUE LINÉAIRE

AVANT-PROPOS

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

Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de son amendement a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.

L'IEC 62976 édition 1.1 contient la première édition (2017-05) [documents 45/821/FDIS et 45/824/RVD] et son amendement 1 (2021-10) [documents 45/920/CDV and 45/929/RVC].

Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par l'amendement 1. Les ajouts sont en vert, les suppressions sont en rouge, barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 62976 a été établie par le comité d'études 45 de l'IEC: Instrumentation nucléaire.

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

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous 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.

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

APPAREILS DESTINÉS AUX ESSAIS NON DESTRUCTIFS POUR LE SECTEUR INDUSTRIEL – ACCÉLÉRATEUR ÉLECTRONIQUE LINÉAIRE

1 Domaine d'application

Le présent document donne les règles qui s'appliquent au nommage, aux exigences techniques, aux méthodes d'essais, à l'inspection, ~~au marquage~~ à la signalétique, à l'emballage, au transport, au stockage et aux documents d'accompagnement des accélérateurs électroniques linéaires destinés aux essais non destructifs (END).

Le présent document s'applique aux accélérateurs électroniques linéaires destinés aux essais non destructifs dont le rayonnement X est compris dans la plage d'énergie allant de 1 MeV à 15 MeV, notamment aux accélérateurs utilisés pour les films radiographiques, la radiographie informatisée à plaque d'imagerie, l'imagerie en temps réel, les barrettes de détecteurs numériques et la tomographie informatisée à usage industriel.

2 Références normatives

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

ISO/IEC Guide 37:2012, *Instructions d'emploi des produits par les consommateurs*

ISO 780:2015*, Emballages – Emballages de distribution – Symboles graphiques pour la manutention et le stockage des emballages*

ISO 19232-1:2013, *Essais non destructifs – Qualité d'image des radiogrammes – Partie 1: Détermination de l'indice de qualité d'image à l'aide d'indicateurs à fils*

IEC 62976

Edition 1.1 2021-10
CONSOLIDATED VERSION

FINAL VERSION

VERSION FINALE

Industrial non-destructive testing equipment – Electron linear accelerator

Appareils destinés aux essais non destructifs pour le secteur industriel – Accélérateur électronique linéaire



IEC 62976:2017-05+AMD1:2021-10 CSV(en-fr)

CONTENTS

FOREWORD....5
1 Scope....7
2 Normative references....7
3 Terms and definitions....7
4 Equipment sets, names and work conditions....9
4.1 Equipment sets....9
4.2 Name convention....9
4.3 Operating conditions....10
4.3.1 Environmental requirement....10
4.3.2 Power supply....10
5 Technical requirements....10
5.1 Appearance....10
5.2 Control system....10
5.2.1 Design principle....10
5.2.2 Operation of start and stop....10
5.2.3 Functions of control system....10
5.3 Performance....11
5.3.1 X-ray beam energy....11
5.3.2 X-ray homogeneity....11
5.3.3 X-ray beam air kerma rate....11
5.3.4 X-ray beam focal spot....12
5.3.5 X-ray beam asymmetry....12
5.3.6 X-ray sensitivity....12
5.3.7 Dose leakage....13
5.4 Electrical safety....13
5.4.1 Protective grounding....13
5.4.2 Insulation resistance....13
5.4.3 Dielectric strength....13
5.4.4 Protection against electric shock....13
5.5 Reliability....13
5.5.1 Continuous operation....13
5.5.2 Recovery....13
5.5.3 Restart....13
6 Test methods....13
6.1 General requirements....13
6.1.1 Testing conditions....13
6.1.2 Instruments and devices....14
6.2 Visual inspection....15
6.3 Control system test....15
6.4 Performance test....15
6.4.1 X-ray beam energy....15
6.4.2 X-ray homogeneity....16
6.4.3 X-ray beam air kerma rate....17
6.4.4 X-ray beam focal spot....17
6.4.5 X-ray beam asymmetry....19
6.4.6 X-ray sensitivity....19

6.4.7 Leakage dose rate 19
6.5 Electrical safety testing 20
6.5.1 Protective grounding 20
6.5.2 Insulation resistance 20
6.5.3 Dielectric strength 20
6.5.4 Protection against electric shock 20
6.6 Reliability test 20
6.6.1 Continuous operation 20
6.6.2 Recovery 20
6.6.3 Restart 20
7 Inspection rules 21
7.1 Inspection classification 21
7.2 Inspection items 21
7.3 Criterion rule 21
8 Signage, packaging, transportation, storage and accompanying documents 21
8.1 Signage 21
8.1.1 Accelerator signs 21
8.1.2 Component nameplates 22
8.1.3 Labels 22
8.1.4 Warning signs 22
8.2 Packaging 22
8.3 Transportation 22
8.4 Storage 22
8.5 Accompanying documents 23
8.5.1 Instructions 23
8.5.2 Supplier’s declaration of conformity 23
8.5.3 Other documents 23

Figure 1 – Naming convention 9
Figure 2 – Sketch map of the test module 14
Figure 3 – Sketch map of the copper block with a swivelling edge 15
Figure 4 – Schematic diagram of X ray beam radial uniformity measurement 16
Figure 5 – Schematic diagram of the testing module in front of the detector 17
Figure 6 – Schematic diagram of the “Sandwich” test module placement 18
Figure 7 – Schematic diagram of the copper block test module placement 18
Figure 8 – Diagram of leakage dose measurement points 20

Table 1 – Specifications of several commonly used accelerator models 10
Table 2 – Half value layer of materials corresponding to commonly used X-ray beam energies 11
Table 3 – X-ray homogeneity of commonly used X-ray beam energies 11
Table 4 – X-ray beam air kerma rate of different models 12
Table 5 – Detection range of equivalent steel thickness corresponding to commonly used X-ray beam energies 12
Table 6 – Testing conditions 14

Table 7 – Inspection items of the accelerator.....21

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

INDUSTRIAL NON-DESTRUCTIVE TESTING EQUIPMENT – ELECTRON LINEAR ACCELERATOR

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.

This consolidated version of the official IEC Standard and its amendment has been prepared for user convenience.

IEC 62976 edition 1.1 contains the first edition (2017-05) [documents 45/821/FDIS and 45/824/RVD] and its amendment 1 (2021-10) [documents 45/920/CDV and 45/929/RVC].

This Final version does not show where the technical content is modified by amendment 1. A separate Redline version with all changes highlighted is available in this publication.

International Standard IEC 62976 has been prepared by technical committee 45: Nuclear instrumentation.

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

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under 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.

INDUSTRIAL NON-DESTRUCTIVE TESTING EQUIPMENT – ELECTRON LINEAR ACCELERATOR

1 Scope

This document gives the rules of naming, technical requirements, test methods, inspection, signage, packaging, transportation, storage and accompanying documents for electron linear accelerator equipment for Non-Destructive Testing (NDT).

This document applies to NDT electron linear accelerator equipment in the X-ray energy range of 1 MeV to 15 MeV, including the accelerator equipment for radiographic film, computed radiography with imaging plates, real-time imaging, digital detector array and industrial computerized tomography.

2 Normative references

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

ISO/IEC Guide 37:2012, *Instructions for use of products by consumers*

ISO 780:2015, *Packaging – Distribution packaging – Graphical symbols for handling and storage of packages*

ISO 19232-1:2013, *Non-destructive testing – Image quality of radiographs – Part 1: Determination of the image quality value using wire-type image quality indicators*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 27
1 Domaine d'application 29
2 Références normatives 29
3 Termes et définitions 29
4 Composition de l'équipement, noms et conditions de fonctionnement 31
4.1 Composition de l'équipement 31
4.2 Convention de nommage 31
4.3 Conditions de fonctionnement 32
4.3.1 Exigences environnementales 32
4.3.2 Alimentation 32
5 Exigences techniques 32
5.1 Aspect 32
5.2 Système de commande 32
5.2.1 Principe de conception 32
5.2.2 Démarrage et arrêt 32
5.2.3 Fonctions du système de commande 32
5.3 Performances 33
5.3.1 Energie du faisceau de rayonnement X 33
5.3.2 Homogénéité du faisceau de rayonnement X 33
5.3.3 Débit de kerma dans l'air du faisceau de rayonnement X 33
5.3.4 Foyer optique du faisceau de rayonnement X 34
5.3.5 Asymétrie du faisceau de rayonnement X 34
5.3.6 Sensibilité du rayonnement X 34
5.3.7 Fuite de dose 35
5.4 Sécurité électrique 35
5.4.1 Mise à la terre pour des raisons de protection 35
5.4.2 Résistance d'isolement 35
5.4.3 Rigidité diélectrique 35
5.4.4 Protection contre les chocs électriques 35
5.5 Fiabilité 35
5.5.1 Fonctionnement continu 35
5.5.2 Récupération 35
5.5.3 Redémarrage 35
6 Méthodes d'essai 36
6.1 Exigences générales 36
6.1.1 Conditions d'essai 36
6.1.2 Instruments et appareils 36
6.2 Inspection visuelle 37
6.3 Essai du système de commande 38
6.4 Essai des performances 38
6.4.1 Energie du faisceau de rayonnement X 38
6.4.2 Homogénéité du faisceau de rayonnement X 38
6.4.3 Débit de kerma dans l'air du faisceau de rayonnement X 39
6.4.4 Foyer optique du faisceau de rayonnement X 39
6.4.5 Asymétrie du faisceau de rayonnement X 41
6.4.6 Sensibilité du rayonnement X 41

6.4.7 Débit de dose de fuite 42
6.5 Essais de sécurité électrique 42
6.5.1 Mise à la terre pour des raisons de protection 42
6.5.2 Résistance d'isolement 42
6.5.3 Rigidité diélectrique 42
6.5.4 Protection contre les chocs électriques 43
6.6 Essai de fiabilité 43
6.6.1 Fonctionnement continu 43
6.6.2 Récupération 43
6.6.3 Redémarrage 43
7 Règles d'inspection 43
7.1 Classification des types d'inspection 43
7.2 Eléments à inspecter 43
7.3 Règles et critères 44
8 Signalétique, emballage, transport, stockage et documents d'accompagnement 44
8.1 Signalétique 44
8.1.1 Marquage de l'accélérateur 44
8.1.2 Plaques signalétiques des composants 45
8.1.3 Etiquettes 45
8.1.4 Symboles d'avertissement 45
8.2 Emballage 45
8.3 Transport 45
8.4 Stockage 45
8.5 Documents d'accompagnement 45
8.5.1 Instructions 45
8.5.2 Déclaration de conformité du fournisseur 46
8.5.3 Autres documents 46

Figure 1 – Convention de nommage 31
Figure 2 – Schéma sommaire du module d'essai 37
Figure 3 – Schéma sommaire du bloc de cuivre à angle orientable 37
Figure 4 – Schéma de mesure de l'uniformité radiale du faisceau de rayonnement X 39
Figure 5 – Schéma du module d'essai en face du détecteur 40
Figure 6 – Schéma du placement du module d'essai "sandwich" 40
Figure 7 – Schéma du placement du module d'essai "bloc de cuivre" 41
Figure 8 – Diagramme des points de mesure de dose de fuite 42

Tableau 1 – Spécifications relatives aux différents modèles d'accélérateurs communément utilisés 32
Tableau 2 – Couches de demi-transmission du matériau correspondant aux énergies de faisceaux de rayonnement X communément utilisées 33
Tableau 3 – Homogénéité du faisceau de rayonnement X pour les énergies de faisceau de rayonnement X communément utilisées 33
Tableau 4 – Débit de kerma dans l'air du faisceau de rayonnement X de différents modèles 34
Tableau 5 – Plages de détection d'épaisseurs d'acier équivalentes correspondant aux énergies de faisceaux de rayonnement X communément utilisées 34
Tableau 6 – Conditions d'essai 36

Tableau 7 – Eléments de l'accélérateur à inspecter 44

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

APPAREILS DESTINÉS AUX ESSAIS NON DESTRUCTIFS POUR LE SECTEUR INDUSTRIEL – ACCÉLÉRATEUR ÉLECTRONIQUE LINÉAIRE

AVANT-PROPOS

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

Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de son amendement a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.

L'IEC 62976 édition 1.1 contient la première édition (2017-05) [documents 45/821/FDIS et 45/824/RVD] et son amendement 1 (2021-10) [documents 45/920/CDV and 45/929/RVC].

Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par l'amendement 1. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 62976 a été établie par le comité d'études 45 de l'IEC: Instrumentation nucléaire.

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

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous 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.

APPAREILS DESTINÉS AUX ESSAIS NON DESTRUCTIFS POUR LE SECTEUR INDUSTRIEL – ACCÉLÉRATEUR ÉLECTRONIQUE LINÉAIRE

1 Domaine d'application

Le présent document donne les règles qui s'appliquent au nommage, aux exigences techniques, aux méthodes d'essais, à l'inspection, à la signalétique, à l'emballage, au transport, au stockage et aux documents d'accompagnement des accélérateurs électroniques linéaires destinés aux essais non destructifs (END).

Le présent document s'applique aux accélérateurs électroniques linéaires destinés aux essais non destructifs dont le rayonnement X est compris dans la plage d'énergie allant de 1 MeV à 15 MeV, notamment aux accélérateurs utilisés pour les films radiographiques, la radiographie informatisée à plaque d'imagerie, l'imagerie en temps réel, les barrettes de détecteurs numériques et la tomographie informatisée à usage industriel.

2 Références normatives

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

ISO/IEC Guide 37:2012, *Instructions d'emploi des produits par les consommateurs*

ISO 780:2015*, Emballages – Emballages de distribution – Symboles graphiques pour la manutention et le stockage des emballages*

ISO 19232-1:2013, *Essais non destructifs – Qualité d'image des radiogrammes – Partie 1: Détermination de l'indice de qualité d'image à l'aide d'indicateurs à fils*