



# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

---

**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 978-2-8322-4128-8

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

## CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references .....	6
3 Terms and definitions .....	6
4 Equipment sets, names and work conditions.....	8
4.1 Equipment sets .....	8
4.2 Name convention .....	8
4.3 Operating conditions .....	9
4.3.1 Environmental requirement.....	9
4.3.2 Power supply.....	9
5 Technical requirements .....	9
5.1 Appearance .....	9
5.2 Control system.....	9
5.2.1 Design principle.....	9
5.2.2 Operation of start and stop .....	9
5.2.3 Functions of control system .....	9
5.3 Performance .....	10
5.3.1 X-ray beam energy .....	10
5.3.2 X-ray homogeneity.....	10
5.3.3 X-ray beam air kerma rate .....	10
5.3.4 X-ray beam focal spot.....	11
5.3.5 X-ray beam asymmetry .....	11
5.3.6 X-ray sensitivity .....	11
5.3.7 Dose leakage .....	12
5.4 Electrical safety .....	12
5.4.1 Protective grounding.....	12
5.4.2 Insulation resistance.....	12
5.4.3 Dielectric strength.....	12
5.4.4 Protection against electric shock .....	12
5.5 Reliability.....	12
5.5.1 Continuous operation.....	12
5.5.2 Recovery .....	12
5.5.3 Restart .....	12
6 Test methods.....	12
6.1 General requirements .....	12
6.1.1 Testing conditions .....	12
6.1.2 Instruments and devices .....	13
6.2 Visual inspection.....	14
6.3 Control system test.....	14
6.4 Performance test .....	14
6.4.1 X-ray beam energy .....	14
6.4.2 X-ray homogeneity.....	15
6.4.3 X-ray beam air kerma rate .....	16
6.4.4 X-ray beam focal spot.....	16
6.4.5 X-ray beam asymmetry .....	18
6.4.6 X-ray sensitivity.....	18

6.4.7	Leakage dose rate .....	18
6.5	Electrical safety testing .....	19
6.5.1	Protective grounding .....	19
6.5.2	Insulation resistance .....	19
6.5.3	Dielectric strength .....	19
6.5.4	Protection against electric shock .....	19
6.6	Reliability test .....	19
6.6.1	Continuous operation .....	19
6.6.2	Recovery .....	19
6.6.3	Restart .....	19
7	Inspection rules .....	20
7.1	Inspection classification .....	20
7.2	Inspection items .....	20
7.3	Criterion rule .....	20
8	Marking, packaging, transportation, storage and accompanying documents .....	20
8.1	Marking .....	20
8.1.1	Accelerator signs .....	20
8.1.2	Component nameplates .....	21
8.1.3	Labels .....	21
8.1.4	Warning signs .....	21
8.2	Packaging .....	21
8.3	Transportation .....	21
8.4	Storage .....	21
8.5	Accompanying documents .....	22
8.5.1	Instructions .....	22
8.5.2	Product certification .....	22
8.5.3	Other documents .....	22
Figure 1 – Naming convention .....		8
Figure 2 – Sketch map of the test module .....		13
Figure 3 – Sketch map of the copper block with a swivelling edge .....		14
Figure 4 – Schematic diagram of X ray beam radial uniformity measurement .....		15
Figure 5 – Schematic diagram of the testing module in front of the detector .....		16
Figure 6 – Schematic diagram of the “Sandwich” test module placement .....		17
Figure 7 – Schematic diagram of the copper block test module placement .....		17
Figure 8 – Diagram of leakage dose measurement points .....		19
Table 1 – Specifications of several commonly used accelerator models .....		9
Table 2 – Half value layer of materials corresponding to commonly used X-ray beam energies .....		10
Table 3 – X-ray homogeneity of commonly used X-ray beam energies .....		10
Table 4 – X-ray beam air kerma rate of different models .....		11
Table 5 – Detection range of equivalent steel thickness corresponding to commonly used X-ray beam energies .....		11
Table 6 – Testing conditions .....		13
Table 7 – Inspection items of the accelerator .....		20

## 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.

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

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

FDIS	Report on voting
45/821/FDIS	45/824/RVD

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

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

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

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

## **INDUSTRIAL NON-DESTRUCTIVE TESTING EQUIPMENT – ELECTRON LINEAR ACCELERATOR**

### **1 Scope**

This document gives the rules of naming, technical requirements, test methods, inspection, marking, 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, emballage, transport, stockage et documents d'accompagnement.....	44
8.1	Marquage .....	44
8.1.1	Marquage de l'accélérateur.....	44
8.1.2	Plaques signalétiques des composants.....	44
8.1.3	Étiquettes .....	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 .....	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.

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

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
45/821/FDIS	45/824/RVD

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

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

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