

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60779**

Première édition  
First edition  
1983-01

---

---

**Méthodes d'essai des fours de refusion  
sous laitier électroconducteur**

**Test methods for electro-slag  
remelting furnaces**

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60779:1983  
WithNorm



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 60779: 1983

## 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 (IEV)*.

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.

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC  
60779

Première édition  
First edition  
1983-01

---

---

Méthodes d'essai des fours de refusion  
sous laitier électroconducteur

Test methods for electro-slag  
remelting furnaces

© IEC 1983 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 Varembe Geneva, Switzerland  
e-mail: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch) IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

H

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

## SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE . . . . .	4
PRÉFACE . . . . .	4

### SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

#### Articles

1. Domaine d'application . . . . .	6
2. Objet . . . . .	6
3. Terminologie . . . . .	6
3.1 Four de refusion sous laitier électroconducteur . . . . .	6
3.2 Installation électrothermique comportant un four de refusion sous laitier électroconducteur . . . . .	6
3.3 Puissance d'une installation électrothermique (puissance apparente $S$ en kilovoltampères ou puissance active $P$ en kilowatts) . . . . .	6
3.4 Facteur de puissance d'une installation électrothermique ( $\cos \phi$ ) . . . . .	8
3.5 Consommation spécifique d'énergie $e$ (kWh/kg) . . . . .	8
3.6 Lingotière (creuset) d'un four de refusion sous laitier électroconducteur . . . . .	8
3.7 Circuit électrique secondaire d'un four de refusion sous laitier électroconducteur . . . . .	8
3.8 Electrode(s) consommable(s) pour four de refusion sous laitier électroconducteur . . . . .	8
3.9 Tension en charge d'un four de refusion sous laitier électroconducteur (point C du schéma de l'annexe A) . . . . .	8
3.10 Intensité nominale du four $I_n$ (valeur efficace-A) à la fréquence nominale $f_n$ . . . . .	8
3.11 Valeurs nominales d'un four de refusion sous laitier électroconducteur . . . . .	8
3.12 Fréquence nominale $f_n$ (Hz) . . . . .	10
3.13 Fonctionnement continu d'un four . . . . .	10
3.14 Régime permanent d'un four de refusion sous laitier électroconducteur . . . . .	10

### SECTION DEUX — ESSAIS TECHNIQUES

4. Types et conditions générales des essais . . . . .	10
4.1 Liste des essais techniques . . . . .	10

### SECTION TROIS — DESCRIPTION DES ESSAIS TECHNIQUES

5. Méthodes d'essais et de mesures techniques . . . . .	10
5.1 Mesure de la tension secondaire à vide de l'installation électrothermique . . . . .	10
5.2 Mesure des paramètres électriques du circuit secondaire de l'installation électrothermique . . . . .	12
5.3 Mesures de la puissance active, de la puissance réactive et du facteur de puissance de l'installation électrothermique . . . . .	12
5.4 Mesure de la température des éléments constitutifs soumis à l'action d'un champ magnétique et/ou chauffés par rayonnement ou convection . . . . .	14
5.5 Mesure de l'élévation de température du circuit de refroidissement . . . . .	14
5.6 Détermination de la consommation spécifique d'énergie . . . . .	14

ANNEXE A — Schéma du circuit d'un four de refusion sous laitier électroconducteur . . . . .	16
---	----

## CONTENTS

	Page
FOREWORD . . . . .	5
PREFACE . . . . .	5
SECTION ONE — GENERAL	
Clause	
1. Scope . . . . .	7
2. Object . . . . .	7
3. Terminology . . . . .	7
3.1 Electro-slag remelting furnace . . . . .	7
3.2 Electroheating installation with electro-slag remelting furnace . . . . .	7
3.3 Power of an electroheating installation (apparent power $S$ in kilovoltamperes or active power $P$ in kilowatts) . . . . .	7
3.4 Power factor of an electroheating installation ( $\cos \phi$ ) . . . . .	9
3.5 Specific energy consumption $e$ (kWh/kg) . . . . .	9
3.6 Mould (crucible) of an electro-slag remelting furnace . . . . .	9
3.7 Secondary electrical circuit of an electro-slag remelting furnace . . . . .	9
3.8 Electro-slag remelting furnace electrode(s) (consumable electrode) . . . . .	9
3.9 On-load voltage of an electro-slag remelting furnace (point $C$ in the diagram of Appendix A) . . . . .	9
3.10 Furnace rated current $I_n$ (r.m.s. value-A) at nominal frequency $f_n$ . . . . .	9
3.11 Rated values of an electro-slag remelting furnace . . . . .	9
3.12 Rated frequency $f_n$ (Hz) . . . . .	11
3.13 Continuous operation of a furnace . . . . .	11
3.14 Steady state of an electro-slag remelting furnace . . . . .	11
SECTION TWO — TECHNICAL TESTS	
4. Types of tests and general conditions of tests . . . . .	11
4.1 List of technical tests . . . . .	11
SECTION THREE — DESCRIPTION OF TECHNICAL TESTS	
5. Methods for tests and technical measurements . . . . .	11
5.1 Measurements of open-circuit secondary voltage of the electroheating installation . . . . .	11
5.2 Measurement of electrical parameters of secondary circuit of the electroheating installation . . . . .	13
5.3 Measurements of active power, reactive power and power factor of the electroheating installation . . . . .	13
5.4 Measurement of temperature of components which are subjected to magnetic field and/or radiated or convected heat . . . . .	15
5.5 Measurement of temperature rise of the cooling circuit . . . . .	15
5.6 Determination of the specific energy consumption . . . . .	15
APPENDIX A — Diagram of an electro-slag remelting furnace circuit . . . . .	16

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MÉTHODES D'ESSAI DES FOURS DE REFUSION  
SOUS LAITIER ÉLECTROCONDUCTEUR

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PREFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 27 de la CEI: Chauffage électrique industriel.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Madrid en 1978. A la suite de cette réunion, un projet fut diffusé suivant la Procédure Accélérée en 1979 et fut ensuite soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois comme document 27(Bureau Central)60 en août 1980.

Des modifications, document 27(Bureau Central)70, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux selon la Procédure des Deux Mois en mai 1982.

Les Comités nationaux des pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République de)	Japon
Allemagne	Nouvelle-Zélande
Australie	Pays-Bas
Autriche	Pologne
Belgique	Roumanie
Brésil	Royaume-Uni
Canada	Suède
Corée (République de)	Suisse
Egypte	Turquie
France	Union des Républiques
Italie	Socialistes Soviétiques

*Autre publication de la CEI citée dans la présente norme:*

Publication n° 50(841): Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 841: Electrothermie industrielle.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**TEST METHODS FOR ELECTRO-SLAG  
REMELTING FURNACES**

## FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

## PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 27: Industrial Electroheating Equipment.

A first draft was discussed at the meeting held in Madrid in 1978. As a result of this meeting, a draft was circulated under the Accelerated Procedure in 1979, and was then submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule as Document 27(Central Office)60 in August 1980.

Amendments, Document 27(Central Office)70, were submitted to the National Committees under the Two Months' Procedure in May 1982.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Netherlands
Austria	New Zealand
Belgium	Poland
Brazil	Romania
Canada	South Africa (Republic of)
Egypt	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
Italy	Union of Soviet Socialist Republics
Japan	United Kingdom
Korea (Republic of)	

*Other IEC publication quoted in this standard:*

Publication No. 50(841): International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 841: Industrial Electroheating.

# MÉTHODES D'ESSAI DES FOURS DE REFUSION SOUS LAITIER ÉLECTROCONDUCTEUR

## SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

### 1. Domaine d'application

La présente norme s'applique aux installations électrothermiques utilisées pour la refusion et, dans certains cas, pour les processus d'affinage des métaux au moyen d'un laitier conducteur chauffé par résistance directe.

### 2. Objet

La présente norme a pour objet de spécifier les méthodes d'essai permettant de déterminer les paramètres essentiels et les caractéristiques techniques de fonctionnement des installations électrothermiques comprenant les fours indiqués ci-dessus.

La liste des essais recommandés dans la présente norme n'a pas un caractère obligatoire et n'est pas non plus limitative. On peut choisir, parmi les essais proposés, ceux qui sont nécessaires pour caractériser et évaluer un four. Des essais complémentaires peuvent être éventuellement effectués en accord entre le constructeur et l'utilisateur.

### 3. Terminologie

Les définitions suivantes s'appliquent dans le cadre de la présente norme. Pour les définitions des termes fondamentaux et généraux utilisés dans le domaine de l'électrothermie, le lecteur est prié de se reporter à la Publication 50(841) de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 841: Electrothermie industrielle.

#### 3.1 *Four de refusion sous laitier électroconducteur*

Four de refusion dans lequel la charge, normalement constituée d'une ou de plusieurs électrodes consommables, est refondue au moyen d'un chauffage par résistance directe d'un laitier liquide électroconducteur. Ce laitier est contenu dans une lingotière (creuset).

#### 3.2 *Installation électrothermique comportant un four de refusion sous laitier électroconducteur*

Ensemble complet constitué par le dispositif électrothermique et les équipements électriques et mécaniques nécessaires pour le fonctionnement et l'utilisation d'un four de refusion sous laitier électroconducteur.

L'équipement électrique comprend notamment les conducteurs et l'appareillage de raccordement des circuits de puissance de contrôle, de commande et de régulation, ainsi que la ou les sources d'énergie de fusion quand le dispositif possède sa ou ses propres sources.

#### 3.3 *Puissance d'une installation électrothermique (puissance apparente $S$ en kilovoltampères ou puissance active $P$ en kilowatts)*

Puissance électrique mesurée à l'entrée de la ligne d'alimentation.

# TEST METHODS FOR ELECTRO-SLAG REMELTING FURNACES

## SECTION ONE — GENERAL

### 1. Scope

This standard applies to electroheating installations for the remelting and, in some cases, for the refining processes of metals through direct resistance heating of a conductive slag.

### 2. Object

The object of this standard is to specify test methods to permit the determination of the essential parameters and technical characteristics of electroheating installations comprising the furnaces indicated above.

This standard does not contain a mandatory list of tests and is not restrictive. Tests required for the characterization and evaluation of a furnace may be selected from the proposed tests as necessary. If necessary, additional tests may be carried out in agreement between the manufacturer and the user.

### 3. Terminology

The following definitions apply for the purpose of this standard. For definitions of fundamental and general terms in the field of electroheating, the reader should refer to IEC Publication 50(841): International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 841: Industrial Electroheating.

#### 3.1 *Electro-slag remelting furnace*

Remelting furnace in which the charge, normally a consumable electrode is remelted by direct resistance heating of an electrical conductive molten slag. The slag is contained in a mould (crucible).

#### 3.2 *Electroheating installation with electro-slag remelting furnace*

Complete assembly of an electroheating device and the electrical and mechanical equipment necessary for operation and utilization of an electro-slag remelting furnace.

The electrical equipment comprises, in particular, the conductors and switchgear in the power, control and regulating circuits, and the melting power supply(ies), when the device has its own melting power supply(ies).

#### 3.3 *Power of an electroheating installation (apparent power $S$ in kilovoltamperes or active power $P$ in kilowatts)*

The electric power measured at the input of the supply line.

### 3.4 *Facteur de puissance d'une installation électrothermique ( $\cos \varphi$ )*

Rapport de la puissance active à la puissance apparente, mesuré à l'entrée de la ligne d'alimentation.

### 3.5 *Consommation spécifique d'énergie $e$ (kWh/kg)*

Rapport de la quantité totale d'énergie électrique (kWh) mesurée à l'entrée de la ligne d'alimentation, consommée par une installation électrothermique pour la fusion de la charge aux conditions normales d'exploitation définies en accord entre le constructeur et l'utilisateur, au poids du lingot produit (en kilogrammes).

### 3.6 *Lingotière (creuset) d'un four de refusion sous laitier électroconducteur*

Enceinte, constituée en matériau non consommable et refroidie par eau, qui donne sa forme au lingot fabriqué par le procédé de refusion sous laitier électroconducteur et qui contient le laitier fondu.

### 3.7 *Circuit électrique secondaire d'un four de refusion sous laitier électroconducteur*

Circuit électrique se refermant sur la source d'énergie de fusion et pouvant comprendre:

- a) les bornes de sortie de la source d'énergie de fusion;
- b) les lignes d'amenée du courant à haute intensité (jeux de barres et/ou câbles);
- c) les commutateurs, s'ils sont nécessaires;
- d) la pince d'électrode;
- e) le prolongateur d'électrode;
- f) l'électrode ou les électrodes consommables (suivant le mode de connexion);
- g) le laitier fondu conducteur (sauf dans le cas d'essais en court-circuit);
- h) le lingot refondu;
- i) la plaque de base (suivant le mode de connexion).

### 3.8 *Electrode(s) consommable(s) pour four de refusion sous laitier électroconducteur*

Pièce(s) solide(s), en contact avec le laitier fondu qui conduit(sent) le courant électrique nécessaire au processus de fusion et constituée(s) par le matériau destiné à la formation du lingot.

### 3.9 *Tension en charge d'un four de refusion sous laitier électroconducteur (point C du schéma de l'annexe A)*

Tension pouvant être mesurée entre:

- la plaque de base, et
- la ou les pinces d'électrode amenant le courant électrique à l'électrode consommable ou aux électrodes consommables ou au(x) prolongateur(s) d'électrode(s).

### 3.10 *Intensité nominale du four $I_n$ (valeur efficace-A) à la fréquence nominale $f_n$*

Intensité maximale en fonctionnement continu pour laquelle le four a été conçu.

### 3.11 *Valeurs nominales d'un four de refusion sous laitier électroconducteur*

Valeurs nominales pour lesquelles le four a été conçu: intensité nominale du four  $I_n$ , puissance nominale du four  $P_n$ , fréquence nominale du four  $f_n$ .

### 3.4 *Power factor of an electroheating installation ( $\cos \varphi$ )*

The ratio of the active power to the apparent power, measured at the input of the supply line.

### 3.5 *Specific energy consumption $e$ (kWh/kg)*

Ratio of the total amount of electric energy (kWh) measured at the input of the supply line, which is consumed by an electroheating installation for melting the charge in normal operating conditions agreed upon between the manufacturer and the user, to the weight of the ingot produced (in kilograms).

### 3.6 *Mould (crucible) of an electro-slag remelting furnace*

Water-cooled non-consumable container which shapes the ingot to be produced by the electro-slag remelting process and which contains the molten slag.

### 3.7 *Secondary electrical circuit of an electro-slag remelting furnace*

Electrical circuit which is closed by the melting power supply may include:

- a) output terminals of melting power supply;
- b) high-current feeder (busbars and/or cables);
- c) bus switches, if required;
- d) electrode clamping;
- e) electrode stub;
- f) consumable electrode or electrodes (depending on connection system);
- g) conductive molten slag (not included in the short-circuit test);
- h) remelted ingot;
- i) base plate (depending on system of connections).

### 3.8 *Electro-slag remelting furnace electrode(s) (consumable electrode)*

Solid part(s) in contact with the molten slag which carries the electrical current necessary for the melting operation and is constituted of the material necessary for the formation of the ingot.

### 3.9 *On-load voltage of an electro-slag remelting furnace (point C in the diagram of Appendix A)*

Voltage which can be measured between the following two points:

- the base plate,
- the electrode clamping device(s) bringing the melting electrical current to the consumable electrode(s) or stub(s).

### 3.10 *Furnace rated current $I_n$ (r.m.s. value-A) at nominal frequency $f_n$*

Maximum current for continuous operation for which the furnace is designed.

### 3.11 *Rated values of an electro-slag remelting furnace*

The rated values of a furnace are those for which the furnace is designed: rated furnace current  $I_n$ , rated furnace power  $P_n$ , and rated furnace frequency  $f_n$ .

### 3.12 Fréquence nominale $f_n$ (Hz)

Si le four est construit pour une plage de fréquences,  $f_n$  est la valeur correspondant à l'intensité nominale du four.

### 3.13 Fonctionnement continu d'un four

Fonctionnement pendant lequel le lingot solide est produit et solidifié en continu, l'électrode consommable étant elle-même refondue en continu.

### 3.14 Régime permanent d'un four de refusion sous laitier électroconducteur

Etat d'un four tel qu'en fonctionnement continu, les grandeurs électriques et thermiques ont atteint des valeurs relativement constantes.

## SECTION DEUX — ESSAIS TECHNIQUES

### 4. Types et conditions générales des essais

#### 4.1 Liste des essais techniques

Les essais doivent être effectués, l'installation étant en fonctionnement avec un laitier de composition fixée en accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Pour évaluer une installation électrothermique comprenant un four de refusion sous laitier électroconducteur, il est recommandé de procéder aux essais suivants, dans l'ordre indiqué:

- a) mesure de la tension secondaire à vide de l'installation électrothermique;
- b) mesure des paramètres électriques du circuit secondaire de l'installation électrothermique;
- c) mesure de la puissance active, de la puissance réactive et du facteur de puissance de l'installation électrothermique;
- d) mesure de la température des éléments constitutifs soumis à l'action d'un champ magnétique de forte intensité et/ou chauffés par rayonnement ou par convection;
- e) mesure de l'élévation de température du fluide de refroidissement;
- f) mesure de la consommation spécifique d'énergie.

*Note.* — Les termes de cette norme devront être adaptés si elle doit s'appliquer à un fonctionnement en courant continu.

## SECTION TROIS — DESCRIPTION DES ESSAIS TECHNIQUES

### 5. Méthodes d'essais et de mesures techniques

#### 5.1 Mesure de la tension secondaire à vide de l'installation électrothermique

Cet essai est effectué aux bornes de sortie de la source d'énergie de fusion (point B du schéma de l'annexe A).

Si l'installation comporte un système de réglage, on doit mesurer les tensions secondaires maximales et minimales à vide.

### 3.12 *Rated frequency $f_n$ (Hz)*

If the furnace is built for a frequency range,  $f_n$  is the value corresponding to the rated furnace current.

### 3.13 *Continuous operation of a furnace*

Operation during which the solid ingot is produced and solidified and the consumable electrode is progressively added during the whole process.

### 3.14 *Steady state of an electro-slag remelting furnace*

State of a furnace in which, in continuous operation, electrical and thermal parameters have reached relatively constant values.

## SECTION TWO — TECHNICAL TESTS

### 4. **Types of tests and general conditions of tests**

#### 4.1 *List of technical tests*

The tests shall be made under operating conditions including the composition of electro-slag agreed upon between the manufacturer and the user.

For the assessment of an electroheating installation containing an electro-slag remelting furnace, the following tests to be performed in the order given are recommended:

- a) measurement of open circuit secondary voltage of the electroheating installation;
- b) measurement of electrical parameters of the secondary circuit of the electroheating installation;
- c) measurement of active power, reactive power and power factor of the electroheating installation;
- d) measurement of temperature of components which are subjected to strong magnetic field and/or radiated or convected heat;
- e) measurement of temperature rise of the coolant;
- f) measurement of specific energy consumption.

*Note.* — The terms of this standard must be adapted to apply to use of d.c. power.

## SECTION THREE — DESCRIPTION OF TECHNICAL TESTS

### 5. **Methods for tests and technical measurements**

#### 5.1 *Measurement of open-circuit secondary voltage of the electroheating installation*

This test is carried out across the melting power supply terminals (point B in the diagram of Appendix A).

If the installation is provided with a regulation system the minimum and the maximum open-circuit secondary voltages shall be measured.

## 5.2 Mesure des paramètres électriques du circuit secondaire de l'installation électrothermique

Cet essai comprend la mesure des grandeurs suivantes du circuit secondaire (voir le schéma de l'annexe A):

— puissance active à l'entrée de la source d'énergie de fusion (point A);

*Note.* — Cette mesure inclut les pertes dans la source d'énergie de fusion. Il faut, donc, si l'on dispose d'un dispositif de mesure approprié, effectuer cette mesure au point B.

— tension à la sortie de la source d'énergie de fusion (point B);

— tension du four (point C);

— courant parcourant le circuit secondaire.

Cet essai doit être effectué dans les conditions suivantes: le four est équipé d'une ou de plusieurs électrodes de longueur et de poids maximaux admis dans les spécifications du constructeur. Les propriétés électriques et magnétiques du matériau constituant l'électrode devront être préalablement définies. L'électrode ou les électrodes sont mises en contact électrique avec la plaque de base.

La tension de la source d'alimentation est réglée à sa valeur minimale.

La tension est progressivement augmentée jusqu'à obtenir la valeur maximale du courant admissible spécifiée par le constructeur.

L'essai en court-circuit peut présenter certaines difficultés et provoquer des dommages à la plaque de base. Dans ces conditions, et en accord entre le constructeur et l'utilisateur, il peut être remplacé par des essais permettant de vérifier que, dans les conditions normales d'exploitation du four, les valeurs maximales du courant secondaire et de la puissance active mesurée au primaire restent dans la plage des tolérances admises par le constructeur. Ces derniers essais devront être faits à toutes les valeurs de tension d'alimentation définies en accord entre le constructeur et l'utilisateur.

A partir du résultat des mesures précédentes, on calculera:

— l'impédance du circuit secondaire;

— la résistance du circuit secondaire;

— la réactance du circuit secondaire;

— le facteur de puissance du circuit secondaire.

## 5.3 Mesures de la puissance active, de la puissance réactive et du facteur de puissance de l'installation électrothermique

Cet essai comprend la mesure au point A (du schéma de l'annexe A) des grandeurs définies dans les paragraphes 3.3 et 3.4.

La puissance active est mesurée au moyen d'un wattmètre de classe 1,5 au minimum. La puissance réactive est mesurée par un varmètre de classe 1,5 au minimum. Si l'on ne dispose pas d'un varmètre approprié, la puissance réactive peut être calculée à partir des valeurs mesurées du courant et de la tension.

Les mesures doivent être faites en fonctionnement continu du four après que ce dernier a atteint son régime permanent.

## 5.2 *Measurement of electrical parameters of secondary circuit of the electroheating installation*

This test comprises the following quantities in the secondary circuit (see the diagram of Appendix A):

— active power at the input of the melting power supply (point A);

*Note.* — This measurement includes the losses in the melting power supply. Therefore, if a measuring device is available, the measurement should be made at point B.

— voltage at the output of the melting power supply (point B);

— voltage of the furnace (point C);

— current carried by the secondary circuit.

This test shall be carried out under the following conditions. The furnace is equipped with the electrode(s) of the largest weight and length allowed by the designer. The electrical and magnetic properties of the electrode material have to be defined beforehand. The electrode(s) is (are) brought into electrical contact with the base plate.

The power supply is set at its minimum voltage.

The voltage is progressively increased until the maximum current allowed by the designer is achieved.

The short-circuit test may give rise to some difficulties and bring about damage of the base plate. In these circumstances and in agreement between the manufacturer and the user, it may be replaced by tests which verify that in normal operating conditions of the furnace the maximum values of the secondary current and of the active power measured on the primary remain in the range stated by the manufacturer. The latter tests shall be made at all settings of the supply agreed upon by the manufacturer and the user.

From the preceding measurements are calculated:

- the impedance of the secondary circuit;
- the resistance of the secondary circuit;
- the reactance of the secondary circuit;
- the power factor of the secondary circuit.

## 5.3 *Measurements of active power, reactive power and power factor of the electroheating installation*

The test comprises measurement at point A (see the diagram of Appendix A) of quantities defined in Sub-clauses 3.3 and 3.4.

The measurement of the active power is made by means of a wattmeter (at least of class 1.5). The measurement of the reactive power is made by a varmeter (at least of class 1.5). If a suitable varmeter is not available, the reactive power may be calculated from the measured values of current and voltage.

The measurement shall be carried out during continuous operation of the furnace after steady state has been achieved.

Le facteur de puissance est calculé à partir des valeurs des puissances active et réactive mesurées ci-dessous ou, si la puissance réactive ne peut être mesurée, à partir de la puissance active et de la puissance apparente calculée au moyen des valeurs mesurées de la tension et du courant.

*Note.* — L'attention doit être attirée sur le fait que la présence d'harmoniques peut affecter les résultats des mesures effectuées.

5.4 *Mesure de la température des éléments constitutifs soumis à l'action d'un champ magnétique et/ou chauffés par rayonnement ou convection*

Cette mesure sera effectuée en fonctionnement continu du four, après que ce dernier a atteint son régime permanent et alors qu'il fonctionne à son intensité nominale ( $I_n$ ).

5.5 *Mesure de l'élévation de température du circuit de refroidissement*

Ces mesures doivent être effectuées à la puissance maximale admissible en fonctionnement continu du four, après que ce dernier a atteint son régime thermique permanent.

5.6 *Détermination de la consommation spécifique d'énergie*

La consommation spécifique d'énergie d'un four de refusion sous laitier électroconducteur dépend, en grande partie, de la qualité du laitier, de la vitesse de fusion, etc. Si elle doit être mesurée, les conditions de cet essai doivent être spécifiées en accord entre le constructeur et l'utilisateur.

