NORME INTERNATIONALE

ISO 14577-1

Deuxième édition
2015-07-15

Matériaux métalliques — Essai de pénétration instrumenté pour la détermination de la dureté et de paramètres des matériaux —

Partie 1: Méthode d'essai

Metallic materials — Instrumented indentation test for hardness and materials parameters —

Part 1: Test method

Numéro de référence
ISO 14577-1:2015(F)

© ISO 2015



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2015, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland
Tel. +41 22 749 01 11
Fax +41 22 749 09 47
copyright@iso.org
www.iso.org

Sommaire

Page

Avant-propos ..... **iv**
Introduction ..... **v**
1 Domaine d'application **1**
2 Références normatives **1**
3 Symboles et désignations **2**
4 Principe **3**
5 Machine d'essai **4**
6 Éprouvette **5**
7 Mode opératoire **6**
8 Incertitude des résultats **9**
9 Rapport d'essai **10**
Annexe A (normative) **Paramètres de matériaux déterminés à partir de l'ensemble de données force/profondeur de pénétration** **12**
Annexe B (informative) **Types de mode de contrôle pour le procédé de pénétration** **25**
Annexe C (normative) **Compliance de la machine et fonction d'aire du pénétrateur** **26**
Annexe D (informative) **Notes sur les pénétrations en diamant** **28**
Annexe E (normative) **Influence de la rugosité de surface de l'éprouvette sur l'exactitude des résultats** **29**
Annexe F (informative) **Corrélation de la dureté de pénétration, H_{IT}, avec la dureté Vickers** **30**
Annexe G (normative) **Détermination de la vitesse de fluage et de dérive** **32**
Annexe H (informative) **Estimation de l'incertitude des valeurs calculées de la dureté et de paramètres de matériaux** **34**
Annexe I (normative) **Calcul de la correction radiale du déplacement** **43**
Bibliographie **45**

© ISO 2015 – Tous droits réservés

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/CEI, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou sur la liste ISO des déclarations de brevets reçues (voir www.iso.org/brevets).

Les éventuelles appellations commerciales utilisées dans le présent document sont données pour information à l'intention des utilisateurs et ne constituent pas une approbation ou une recommandation.

Pour une explication de la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, aussi bien que pour des informations au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC) voir le lien suivant: Avant-propos — Informations supplémentaires

L'ISO 14577-1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 164, *Essais mécaniques des matériaux métalliques*, sous-comité SC 3, *Essais de dureté*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 14577-1:2002), qui a fait l'objet d'une révision technique.

L'ISO 14577 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Matériaux métalliques — Essai de pénétration instrumenté pour la détermination de la dureté et de paramètres des matériaux*:

— *Partie 1: Méthode d'essai*

— *Partie 2: Vérification et étalonnage des machines d'essai*

— *Partie 3: Etalonnage des blocs de référence*

— *Partie 4 : Méthode d'essai pour les revêtements métalliques et non métalliques*

 © ISO 2015 – Tous droits réservés

Introduction

La dureté a été typiquement définie comme la résistance d'un matériau à la pénétration rémanente par un autre matériau plus dur. Les résultats obtenus lors d'essais Rockwell, Vickers et Brinell sont déterminés après enlèvement de la force d'essai. En conséquence, l'effet de la déformation élastique sous le pénétrateur a été ignoré.

L'ISO 14577 (toutes parties) a été préparée pour permettre à l'utilisateur d'évaluer la pénétration des matériaux en prenant en compte la force et le déplacement pendant les déformations plastique et élastique. En suivant le cycle complet d'accroissement et de suppression de la force d'essai, on peut déterminer des valeurs de dureté équivalentes aux valeurs traditionnelles de dureté. Plus important encore, on peut aussi déterminer des caractéristiques complémentaires du matériau telles que son module de pénétration et sa dureté élasto-plastique. Toutes ces valeurs peuvent être calculées sans qu'il y ait à mesurer l'empreinte par des moyens optiques. De plus, l'essai de pénétration instrumenté permet d'enregistrer des profils de dureté et de module en fonction de la profondeur, par une variété de techniques, lors d'un cycle de pénétration probablement complexe.

L'ISO 14577 (toutes parties) a été rédigée pour permettre une grande diversité d'analyses des données après essai.

© ISO 2015 – Tous droits réservés

Matériaux métalliques — Essai de pénétration instrumenté pour la détermination de la dureté et de paramètres des matériaux —

Partie 1: Méthode d'essai

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 14577 spécifie la méthode d'essai de pénétration instrumenté pour la détermination de la dureté et d'autres paramètres de matériaux pour les trois plages suivantes :

— Macro-intervalle : 2 N ≤ F ≤ 30 kN ;

— Micro-intervalle : 2 N > F ; h > 0,2 µm

— Nano-intervalle : h ≤ 0,2 µm.

Pour la nano-intervalle, la déformation mécanique dépend fortement de la forme réelle de la pointe du pénétrateur, et les paramètres de matériaux calculés sont influencés de manière significative par la fonction d'aire de contact du pénétrateur utilisé sur la machine d'essai. En conséquence, un étalonnage soigné de l'instrument et de la forme du pénétrateur est nécessaire pour obtenir une reproductibilité acceptable des paramètres de matériaux déterminés avec différentes machines.

Les macro- et micro-intervalles se distinguent par les forces d'essai en relation avec la profondeur d'empreinte.

L'attention est attirée sur le fait que le micro-intervalle a une limite supérieure donnée par la force d'essai (2 N) et une limite inférieure donnée par la profondeur d'empreinte de 0,2 µm.

La détermination de la dureté et d'autres paramètres de matériaux est donnée dans l'Annexe A.

L'endommagement du pénétrateur est possible pour les pressions de contact élevées. Pour cette raison, des pénétrateurs en carbure sont souvent utilisés pour la macro-intervalle. Pour les éprouvettes à dureté et module d'élasticité élevés, il convient de tenir compte de l'influence de la déformation du pénétrateur sur le résultat d'essai.

Cette méthode d'essai est également applicable à des revêtements métalliques et non métalliques minces et à des matériaux non métalliques. Dans ce cas, il convient de prendre en compte les spécifications données dans les normes applicables (voir également 6.3 de la présente norme et l'ISO 14577-4).

2 Références normatives

Les documents ci-après, en tout ou partie, sont des références normatives dans le présent document et sont indispensables à son application. 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 14577-2:2015, *Matériaux métalliques — Essai de pénétration instrumenté pour la détermination de la dureté et de paramètres des matériaux — Partie 2: Vérification et étalonnage des machines d'essai*

Guide ISO/CEI 98-3:2008, *Incertitude de mesure — Partie 3: Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM:1995)*

© ISO 2015 – Tous droits réservés

3 Symboles et désignations

Pour les besoins du présent document, les symboles et les désignations du Tableau 1 doivent être appliqués (voir également Figure 1 et Figure 2).

Tableau 1 — Symboles et désignations

Symbole	Désignation	Unité
A_p (h_c)	Aire de contact projetée du pénétrateur à la distance h_c de la pointe	mm^2
A_s (h)	Aire de la surface du pénétrateur à la distance h de la pointe	mm^2
C_{IT}	Fluage de pénétration	%
C_T	Compliance de contact totale mesurée (dh/dF tangente à la courbe de suppression de la force au point correspondant à la force d'essai maximum durant l'essai)	nm/mN
C_F	Compliance de l'instrument	nm/mN
C_S	Compliance de contact après correction de la compliance de la machine	nm/mN
E_{IT}	Module de pénétration de l'éprouvette	GPa
E_r	Module de contact en déformation plane réduite (combinaison des modules en déformation plane de l'éprouvette et du pénétrateur)	GPa
F	Force d'essai	N
F_{max}	Force maximale d'essai	N
h	Profondeur de pénétration sous la force d'essai appliquée	mm
h_c	Profondeur du contact du pénétrateur avec l'éprouvette à F_{max}	mm
h_{max}	Profondeur de pénétration maximale à F_{max}	mm
h_p	Profondeur de pénétration rémanente après suppression de la force d'essai	mm
h_r	Point d'intersection de la tangente c à la courbe b à F_{max} avec l'axe profondeur de pénétration, comme identifié à la Figure 1	mm
H_{IT}	Dureté de pénétration	GPa
HM	Dureté Martens	GPa
HM_s	Dureté Martens, déterminée à partir de la pente de la courbe force croissante/profondeur de pénétration	GPa
HM_{diff}	Dureté Martens, déterminée à partir de la dérivée première de h en fonction de $\sqrt{F}$	GPa
ν_s	Coefficient de poisson de l'éprouvette	
r	Rayon du pénétrateur sphérique	mm
R_{IT}	Relaxation de pénétration	%
W_{elast}	Travail correspondant à la déformation due au retour élastique lors de la pénétration	N·m
W_{total}	Travail mécanique total	N·m
α	Demi-angle du cone ou angle de facette par rapport à l'axe du pénétrateur pour les pénétrateurs pyramidaux	°
θ	Angle maximum entre la surface de contact et le pénétrateur pour le calcul du déplacement radial	°
η_{IT}	Rapport $W_{élast}$ /W_{total}	%
NOTE 1 De manière à éviter des nombres trop longs, l'utilisation de multiples ou sous-multiples des unités est permise.		
NOTE 2 L'utilisation du N/mm^2 est encore autorisée. 1 MPa = 1 N/mm^2..		

© ISO 2015 – Tous droits réservés