NORME INTERNATIONALE

ISO 18592

Deuxième édition
2019-07

Soudage par résistance — Essais destructifs des soudures — Méthode d'essai de fatigue des échantillons soudés par points multiples

Resistance welding — Destructive testing of welds — Method for the fatigue testing of multi-spot-welded specimens

Numéro de référence
ISO 18592:2019(F)

© ISO 2019



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2019

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
Fax: +41 22 749 09 47
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos ..... **v**
Introduction ..... **vi**
1 Domaine d'application **1**
2 Références normatives **2**
3 Termes et définitions **2**
4 Symboles et abréviations **3**
5 Éprouvettes **5**
5.1 Généralités 5
5.2 Choix des éprouvettes appropriées 6
5.3 Fabrication des éprouvettes 8
5.3.1 Matériau constitutif des tôles 8
5.3.2 Pliage et formage 8
5.3.3 Tolérances 9
5.3.4 Soudage 9
5.3.5 Stockage 9
5.3.6 Inspection 10
5.4 Géométrie des éprouvettes 10
5.4.1 Généralités 10
5.4.2 Géométrie d'éprouvette des éprouvettes de traction-cisaillement et d'essai d'arrachement 10
5.4.3 Géométrie des éprouvettes en oméga et profilés fermés 17
5.4.4 Éprouvette en double disque et KS-2 18
6 Exigences relatives à la machine d'essai **21**
7 Mors et alignement des éprouvettes **21**
7.1 Généralités 21
7.1.1 Vérification de l'alignement 21
7.1.2 Étalonnage du dispositif de fixation 21
7.2 Efforts de cisaillement et d'arrachement 22
7.2.1 Généralités 22
7.2.2 Effort de cisaillement 22
7.2.3 Effort d'arrachement 23
7.2.4 Effort de cisaillement parallèle à la ligne de joint 23
7.2.5 Effort de torsion 23
8 Mode opératoire **23**
8.1 Généralités 23
8.2 Montage des éprouvettes de type H 23
8.3 Mode opératoire de serrage des éprouvettes de type H 23
8.4 Essai de fatigue 24
8.4.1 Généralités 24
8.4.2 Fréquence d'essai 24
8.5 Fin de l'essai 24
8.5.1 Généralités 24
8.5.2 Calcul de la rigidité 24
8.5.3 Acquisition des données 25
8.5.4 Critère de rupture et nombre de cycles à la rupture 25
9 Rapport d'essai **26**
9.1 Informations de base 26
9.1.1 Généralités 26
9.1.2 État du matériau avant la préparation des éprouvettes pour l'essai de fatigue 26
9.1.3 Propriétés mécaniques 27
9.1.4 Conception et préparation des éprouvettes 27

© ISO 2019 – Tous droits réservés

9.1.5 Mode opératoire 27
9.1.6 Machine d'essai de fatigue 27
9.1.7 Conditions ambiantes pendant l'essai de fatigue 27
9.1.8 Résultats de l'examen après essai 27
9.2 Présentation des résultats d'essai de fatigue 27
9.2.1 Présentation sous forme de tableau 27
9.2.2 Représentation graphique 28
9.2.3 Évaluation numérique, statistiques 28

Annexe A (informative) **Éprouvette d'étalonnage destinée à vérifier la répartition des efforts sur les éprouvettes de type H** **30**

Annexe B (informative) **Mors hydrauliques destinés à l'essai de fatigue des éprouvettes de type H** **31**

Annexe C (informative) **Mors destinés à l'essai de fatigue des éprouvettes de type H** **32**

Annexe D (informative) **Organigramme — Acquisition des données** **33**

Bibliographie **36**

 © ISO 2019 – 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 (IEC) 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/IEC, 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/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée 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 dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 44, *Soudage et technique connexes*, sous-comité SC 6, *Soudage par résistance et assemblage mécanique allié*.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html. Les interprétations officielles des documents du TC 44, lorsqu'elles existent, sont disponibles depuis la page suivante: https://committee.iso.org/sites/tc44/home/interpretation.html.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 18592:2009), qui a fait l'objet d'une révision technique. Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

— l'Article 3 a été mis à jour;

— les figures et les tableaux ont été mis à jour.

© ISO 2019 – Tous droits réservés

Introduction

Le présent document a été préparé de cette façon car les ingénieurs soudeurs (et la plupart des ingénieurs d'études) ne connaissent pas bien les essais de fatigue et l'influences des facteurs tels que le type d'effort (par exemple effort de cisaillement ou effort d'arrachement) et le critère de défaillance.

Les essais permettent de déterminer l'existence de propriétés spécifiques et leur évaluation qualitative et quantitative. Les essais de fatigue servent en général à étudier le comportement des structures et des composants soumis à des efforts cycliques. Dans le cas de composants soudés, les essais de fatigue servent à déterminer l'influence de différents paramètres tels que les modes d'assemblage, le pas, les épaisseurs et les combinaisons de matériaux, le type d'effort (par exemple effort de cisaillement ou effort d'arrachement), le recouvrement, la position de la soudure sur la tôle, la distance par rapport au bord, la condition de chargement (par exemple quasi-statique, cyclique, rapport d'effort R), et la combinaison de l'environnement/la corrosion sur le comportement en fatigue (durée de vie) des soudures par points et/ou des éprouvettes soumises à différents types d'effort. Si leurs résultats sont à utiliser à des fins de conception, les essais de fatigue prendront en considération, dans la mesure du possible, ces conditions aux limites de la configuration dans un environnement réel. Cela s'applique aux types d'effort, aux amplitudes d'effort et aux rapports d'effort, ainsi qu'aux répartitions des efforts et aux critères de rupture[7].

L'éprouvette choisie pour l'essai de fatigue permettra de simuler le mieux possible les efforts et les conditions aux limites de la configuration de la pièce réelle. Le critère de défaillance utilisé doit être conforme à l'application concernée. Bien que le type d'effort primaire appliqué soit identique avec certaines éprouvettes, par exemple effort de cisaillement exercé sur des éprouvettes planes à points multiples, éprouvettes de type H soumises à un effort de cisaillement, éprouvettes KS-2, et éprouvettes en double disque, les résultats des essais de fatigue seront très différents du fait des types d'efforts secondaires qui résultent des différents degrés de déformation locale dus aux différences avérées de la rigidité locale observée au niveau de la zone de la soudure. La déformation locale, responsable de l'amplitude du composant d'arrachement par exemple, est fonction de la rigidité locale et augmente proportionnellement à la réduction de la rigidité.

Le présent document offre un cadre dans lequel les différentes éprouvettes, décrites dans le texte, peuvent être modifiées de manière à pouvoir prendre en considération les spécifications de conception et les contraintes de production, par exemple largeur et recouvrement des tôles, taille du noyau de soudure, pas, rayon de courbure, et soudures imparfaites. Cela permet de contribuer dans une large mesure au renforcement de l'importance des résultats.

Il est à considérer que si les soudures peuvent être soumises à des amplitudes d'effort de cisaillement et d'arrachement identiques, leur durée de vie varierait au moins d'un facteur approché de 10^4 (Références [8] à [11]). Cela explique la nécessité d'utiliser des éprouvettes différentes qui permettent la simulation de différents types d'effort.

Les essais de conformité effectués sur des composants *réels* permettent de vérifier les calculs de conception et sont nécessaires pour la qualification des structures. Il est donc nécessaire de limiter leur nombre à un strict minimal.

© ISO 2019 – Tous droits réservés

Soudage par résistance — Essais destructifs des soudures — Méthode d'essai de fatigue des échantillons soudés par points multiples

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les éprouvettes et les procédures d'essai applicables aux essais de fatigue à amplitude d'effort constante, ces essais étant effectués sur des éprouvettes soudées par points multiples et à axes multiples, dans la gamme d'épaisseurs comprise entre 0,5 mm et 5 mm à la température ambiante et à une humidité relative maximale de 80 %. L'applicabilité du présent document à des épaisseurs plus importantes peut être limitée par les propriétés mécaniques telles que la limite élastique et la formabilité du matériau constitutif des éprouvettes. La gamme d'épaisseurs pour les aciers à haute résistance mécanique (AHSS) est généralement inférieure à 3,0 mm. Des épaisseurs plus grandes, pour par exemple les alliages d'aluminium, sont admises.

Selon l'éprouvette utilisée, les résultats permettent d'évaluer le comportement à la fatigue:

— des soudures par points soumises à une répartition définie et uniforme des efforts;

— des soudures par points soumises à une répartition définie et non uniforme des efforts;

— des soudures par points soumises à différentes combinaisons définies d'efforts de cisaillement, d'arrachement et de traction normale; et

— de l'éprouvette soumise à essai.

Les éprouvettes soudées par points multiples avec lesquelles les différentes répartitions des efforts peuvent être effectuées sont les suivantes:

a) répartition définie et uniforme des efforts:

   1) éprouvettes de type H pour les efforts de cisaillement et d'arrachement (soudures soumises à un effort uniforme de cisaillement ou d'arrachement transversalement à la ligne de joint);

   2) éprouvettes en oméga simple ou double soumises à un essai de flexion quatre points (soudures par points soumises à un effort de cisaillement uniforme dans le sens des lignes de soudure);

   3) éprouvettes en double disque soumises à une torsion (soudures par points soumises à un effort de cisaillement uniforme);

   4) éprouvettes en double disque soumises à un effort de traction (soudures par points soumises à un effort d'arrachement uniforme);

   5) éprouvettes en double disque soumises à une torsion et un effort de traction combinés;

   6) éprouvettes planes de soudage par points multiples utilisant des mors définis;

b) répartition définie et non uniforme des efforts:

   1) éprouvettes de type H avec mors de fixation modifiés;

   2) éprouvettes de type H modifiées avec mors de fixation normaux;

   3) éprouvettes de type H modifiées avec mors de fixation modifiés;

   4) éprouvettes planes de soudures par points multiples avec mors de fixation modifiés;

© ISO 2019 – Tous droits réservés

5) éprouvettes planes de soudures par points multiples modifiées avec mors de fixation normaux;

6) éprouvettes planes de soudures par points multiples modifiées avec mors de fixation modifiés;

c) combinaisons définies d'efforts de cisaillement, d'arrachement et de traction normale:

1) éprouvettes KS-2;

2) éprouvette en double disque;

d) soudures par points soumises à une répartition non uniforme et non définie des efforts: éprouvettes en oméga simple ou double et profilés creux fermés similaires soumis à un essai de torsion, à un essai de flexion trois points et/ou à un essai de pression interne.

Les éprouvettes et essais auxquels il est fait référence au point c) ci-dessus ne sont pas traitées davantage dans le présent document, car les résultats obtenus avec ces éprouvettes sont spécifiques aux composants soumis à essai et ne peuvent pas être généralisés ou utilisés pour calculer la capacité de transmission d'effort des assemblages soudés. Les résultats obtenus avec ces essais conviennent pour comparer les propriétés mécaniques des composants soumis à essai avec les propriétés mécaniques de composants similaires soumis aux mêmes essais. Ces essais, toutefois, *ne conviennent pas* pour évaluer ou comparer les capacités d'efforts des soudures.

Les résultats des essais de fatigue obtenus avec les éprouvettes semblables aux composants conviennent pour déduire des critères de sélection des matériaux et des combinaisons d'épaisseur pour les structures et les composants soumis à des efforts cycliques. Cette indication est particulièrement pertinente pour les résultats obtenus avec des éprouvettes dans des conditions aux limites, c'est-à-dire dont la rigidité locale est similaire à celle de la structure concernée. Les résultats d'un essai de fatigue conviennent à une application *directe* à la conception uniquement lorsque les conditions d'effort en service et la rigidité de la conception dans la zone d'assemblage sont identiques.

NOTE Les éprouvettes sont modifiées afin de prendre en considération les contraintes ou les exigences spécifiques imposées par la conception, telle que la dimension du recouvrement inférieure à la normale, la dimension inférieure ou plus importante par rapport au diamètre normal du noyau, et la répartition spécifique des efforts, contribuant ainsi à l'amélioration de la valeur des résultats d'essai pour l'ingénieur d'études.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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 14324, *Soudage par résistance — Essais destructifs des soudures — Méthode pour les essais de fatigue sur assemblages soudés par points*

ISO 15609-5:2011, *Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques — Descriptif d'un mode opératoire de soudage — Partie 5: Soudage par résistance*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'ISO 14324 ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC maintiennent des bases de données terminologiques pour utilisation dans le domaine de la normalisation aux adresses suivantes:

— ISO Online browsing platform: disponible à https://www.iso.org/obp

— IEC Electropedia: disponible à http://www.electropedia.org/

© ISO 2019 – Tous droits réservés

3.1
durée de vie en fatigue
nombre de cycles à la rupture
N
nombre de cycles d'effort auquel une rupture se produit, ou avant qu'un critère de rupture défini pour l'essai soit rempli

3.2
endurance en fatigue
N_G
nombre de cycles auquel il a été convenu d'arrêter l'essai même en l'absence de rupture

3.3
diagramme *F-N*
diagramme obtenu en portant l'amplitude d'effort (ou l'étendue d'effort ou l'effort maximal) en ordonnée et la durée de vie en fatigue (ou l'endurance en fatigue si l'essai est arrêté avant rupture) en abscisse; également appelée diagramme d'amplitude d'effort - nombre de cycles d'effort

Note 1 à l'article: Dans la pratique, les échelles logarithmiques sont utilisées.

3.4
étendue de déplacement
ΔL
modification de la longueur d'une éprouvette due à l'application d'un effort

3.5
rigidité
c
effort *F* divisé par le déplacement correspondant *L*, c'est-à-dire

$$c = \frac{F_{max} - F_{min}}{\Delta L}$$

3.6
rigidité initiale
c_0
rigidité au début de l'essai, c'est-à-dire

$$c_0 = \frac{F_{max} - F_{min}}{\Delta L_0}$$

4 Symboles et abréviations

a	recouvrement
b	largeur du coupon d'essai
b_i	largeur intérieure du coupon d'essai
c	rigidité
c_0	rigidité initiale
d_c	diamètre de l'alésage central
d_e	diamètre du cercle primitif
e	pas

© ISO 2019 – Tous droits réservés