

NORMES POUR LE SOUDAGE D'ACIER INOXYDABLE

OPÉRATIONS DE SOUDAGE ET QUALIFICATION DES SOUDEURS

Les normes sont aujourd'hui incontournables pour toute entreprise travaillant le métal. Elles jouent, en effet, un rôle majeur dans la détermination de la qualité. Dans cet article, nous examinons les normes dans lesquelles le soudage d'acier inoxydable est concerné. Cette vue d'ensemble n'est pas exhaustive et n'a pas pour objectif de traiter toutes les normes en détail mais fait le point sur les accords et la réglementation dans le domaine du soudage d'acier inoxydable.

IWE Leo Vermeulen (NIL) et IWE Benny Droesbeke (IBS)

NORMES DE SOUDAGE GÉNÉRALES

Pour la fabrication de constructions, d'installations et d'appareils, les exigences sont généralement définies dans des 'normes d'application'. Comme le nom l'indique, des exigences importantes pour l'application du produit fini entier y sont formulées. Ici, des propriétés mécaniques peuvent, comme pour l'acier non allié, occuper une place prépondérante. Dans le cas d'acier inoxydable, des exigences relatives à la résistance à la corrosion et à la chaleur peuvent aussi jouer un rôle crucial. On retrouve également des exigences dérivées, concernant la présence ou l'absence de magnétisme et les pourcentages de ferritique. Afin que les assemblages soudés répondent aussi à ces exigences, les normes d'application renvoient régulièrement aux 'normes de soudage générales'. Dans cet article, nous examinons ces normes et nous pencherons notamment sur le rôle de l'acier inoxydable.

Numéros de référence

Une des normes les plus connues dans ce domaine est l'EN-ISO 4063, réglementant la désignation et l'attribution de numéros de référence aux procédés d'assemblage.

- Pour le soudage d'inox, il s'agira souvent du procédé MAG; 135. Même si le pourcentage de gaz actif est souvent minime; c'est une forme de MAG, pas de MIG.
- Le procédé TIG avec et sans matériau d'apport

massif est respectivement désigné par 141 et 142. L'application de soudage TIG avec une petite quantité d'hydrogène réducteur dans l'argon est moins connue. Ce procédé peut être appliqué pour le soudage d'acier inoxydable austénitique et est désigné par le numéro de procédé 145.

- Des procédés un peu plus particuliers, comme le soudage au laser et par faisceau électronique (tous deux dans le groupe 5), sont également dotés d'un numéro de référence unique.

Représentation symbolique et indication de position

D'autres normes générales sont l'EN-ISO 2553, donnant les représentations symboliques des assemblages soudés sur les dessins, et l'EN-ISO 6947 définissant la position de soudage. Ces indications de position ont été créées spécialement pour la formation et la certification de soudeurs et la qualification de modes opératoires de soudage, et peuvent donc aussi être utilisées pour les applications en acier inoxydable.

Qualité et coordination

Pour la garantie de la qualité de soudage, un certain nombre de normes générales sont principalement axées sur les procédés de soudage par fusion. Les procédés MAG et TIG sont des procédés de soudage par fusion. La classification des défauts de soudure géométriques selon l'EN-ISO 6520-1 peut, de ce fait, être utilisée. L'EN-ISO 14731 définit, enfin, la coordination en soudage – tâches et responsabilités – et la série EN-ISO 3834 les exigences de qualité pour le soudage par fusion de matériaux métalliques. Ces normes sont bien sûr également d'application pour les entreprises soudant de

l'acier inoxydable. Dans le cas d'une entreprise certifiée EN-ISO 3834, les procédés de soudage d'application et les nuances d'acier inoxydable seront repris dans la portée du certificat.

RECOMMANDATIONS POUR LE SOUDAGE D'ACIER INOXYDABLE

Sous l'intitulé 'Recommandations pour le soudage de matériaux métalliques', une série de normes a été établie. Cette série est connue comme l'EN 1011 en Europe; et comme le Technical Report, ISO/TR 17671 à l'échelle internationale. Dans la partie 1, on retrouve un fil conducteur général pour le soudage à l'arc. Elle s'applique ainsi aussi au soudage à l'arc d'acier inoxydable. La partie 3 est moins connue et est exclusivement axée sur le soudage à l'arc d'acier inoxydable. Cette partie aborde des points importants concernant le soudage d'acier inoxydable.

Les informations les plus intéressantes sur le soudage et ses conséquences sur les propriétés de l'acier inoxydable sont reprises dans quatre annexes (Annexe A à D).

- A. Le soudage d'aciers inoxydables austénitiques;
- B. Le soudage d'aciers inoxydables ferritiques;
- C. Le soudage d'aciers inoxydables austéno-ferritiques;
- D. Le soudage d'aciers inoxydables martensitiques et austéno-martensitiques.

Le soudage y est examiné par type de structure. La composition et la micro-structure de l'acier inoxydable sont d'abord passées en revue, puis les aspects liés au soudage et les conséquences pour les propriétés mécaniques comme les propriétés de corrosion. Chaque annexe examine, enfin, la déformation, les méthodes de traitement thermique et les différentes manières de nettoyer l'acier inoxydable après le soudage.

CLASSIFICATION DES MATÉRIAUX ET CONSOMMABLES DE SOUDAGE

Différentes méthodes sont utilisées pour la dési-

DESIGNATIONS DE NUANCES D'ACIER INOXYDABLE

DESIGNATIONS EUROPEENNES		DESIGNATIONS AMERICAINES	
NUMERIQUE	SYMBOLE	AISI	UNS
1.4301	X5CrNi18-10	304	S30400
1.4401	X5CrNiMo17-13-3	316	S31600

Tableau 1: Comparaison des désignations pour quelques nuances d'acier inoxydable courantes (AISI: American Iron and Steel Institute – UNS: Unified Numbering System)



NOMENCLATURE DES NUANCES D'ACIER INOXYDABLE SELON L'ISO/TR 15608

GROUPE	SOUS-GR.	TYPE D'ACIER INOXYDABLE
7	NUANCES D'ACIER INOXYDABLE FERRITIQUE, MARTENSITIQUE OU A DURCISSEMENT PAR PRECIPITATION AVEC $C \leq 0.35\%$ ET $10.5\% \leq Cr \leq 30\%$	
	7.1	Acier inoxydable ferritique
	7.2	Acier inoxydable martensitique
	7.3	Acier inoxydable à durcissement par précipitation
8	ACIER INOXYDABLE AUSTENITIQUE, $Ni \leq 35\%$	
	8.1	Acier inoxydable austénitique, $Cr \leq 19\%$
	8.2	Acier inoxydable austénitique, $Cr > 19\%$
	8.3	Acier inoxydable austénitique au manganèse, $4\% < Mn \leq 12\%$
10	ACIER INOXYDABLE AUSTENO-FERRITIQUE (DUPLEX)	
	10.1	Acier inoxydable austéno-ferritique, $Cr \leq 24\%$ et $Ni > 4\%$
	10.2	Acier inoxydable austéno-ferritique, $Cr > 24\%$ et $Ni > 4\%$
	10.3	Acier inoxydable austéno-ferritique, $Ni \leq 4\%$

Tableau 2: Nomenclature des nuances d'acier inoxydable selon l'ISO/TR 15608

gnation d'acier inoxydable. Plusieurs dénominations sont, de ce fait, possibles pour une même nuance d'acier inoxydable. En Europe, l'acier inoxydable peut être désigné selon l'EN 10027-1 par une dénomination conformément à la composition chimique ou selon l'EN 10027-2. Ici, un numéro de matériau unique est attribué à chaque variante. L'acier inoxydable est aussi souvent désigné par des dénominations américaines. Une liste de nuances d'acier inoxydable et des conditions techniques de livraison ont été reprises dans une série de normes sous le numéro EN 10088. Les matériaux d'apport pour le soudage d'acier inoxydable sont classifiés selon des normes de classification distinctes. Les baguettes et les fils massifs pour le soudage MAG, TIG et sous flux sont désignés selon l'EN-ISO 14343-A. Le procédé de soudage pour lequel le consommable est prévu y est désigné par une lettre, suivie d'une mention des principaux éléments d'alliage.

Les abréviations suivantes sont utilisées pour cette désignation de procédé de soudage:

- G: procédé MAG;
- W: procédé TIG;
- S: procédé sous flux.

Quelques exemples:

- Désignation pour un fil massif 308L pour le procédé MAG: EN-ISO 14343-A – G 19 9 L;
- Désignation pour une baguette massive 316LSi pour le procédé TIG: EN-ISO 14343-A – W 19 12 3 L Si.

Les fils fourrés et les électrodes enrobées pour le soudage d'acier inoxydable ont des normes distinctes pour la classification, reprenant la caractérisation du fourrage de fil et l'enrobage.

GROUPES DE MATERIAUX D'ACIER INOXYDABLE ET PROPRIETES DE SOUDAGE

Spécialement pour la certification de soudeurs et le descriptif et la qualification de modes opératoires de soudage d'acier inoxydable, une classification des nuances d'acier inoxydable en

groupes de matériaux a été réalisée sur la base des propriétés de soudage.

Outre bon nombre d'autres nuances d'acier soudables, la norme bien connue ISO/TR 15608 donne dans le tableau 2 une classification pour les aciers inoxydables. Les groupes 7, 8 et 10 sont des nuances d'acier inoxydable.

Une fois la composition chimique, la structure et le mode de production connus, le numéro de (sous)-groupe peut être déterminé avec ce tableau.

Aujourd'hui, on privilégie la méthode consistant à consulter l'ISO/TR 20172; des systèmes de groupement des matériaux métalliques pour les matériaux européens. Le lien y est établi entre le type d'acier inoxydable et le numéro de groupe de l'ISO/TR 15608.

QUALIFICATION DE SOUDEURS

La qualification de soudeurs soudant de l'acier inoxydable peut se faire selon la même norme utilisée pour l'acier non allié et faiblement allié; l'EN-ISO 9606-1. Le consommable de soudage utilisé est considéré dans cette norme comme une variable essentielle et possède dès lors aussi un domaine de validité. Les matériaux d'apport pour les nuances d'acier inoxydable se trouvent dans le groupe FM5 et la qualification ne vaut aussi que pour l'utilisation des matériaux d'apport de ce groupe.

Si le procédé de soudage n'est pas exécuté manuellement et que l'opérateur de l'installation de soudage doit être qualifié, cela se fait via l'EN-ISO 14732:

'Epreuve de qualification des opérateurs soudeurs et des régleurs en soudage pour le soudage mécanisé et le soudage automatique des matériaux métalliques'.

QUALIFICATION ET DESCRIPTIF DE MODES OPERATOIRES DE SOUDAGE POUR L'ACIER INOXYDABLE

Comme pour la qualification du soudeur, la quali-

fication d'un mode opératoire de soudage pour le soudage d'inox se fera selon une norme prévue à cet effet.

Il s'agit dans ce cas de l'EN-ISO 15614-1 ('Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques selon une épreuve de qualification'); la partie également utilisée pour les nuances d'acier non allié et faiblement allié.

Pour déterminer les domaines de validité, on utilise pour les nuances d'acier inoxydable les groupes de matériaux évoqués précédemment selon l'ISO/TR 15608.

Outre la qualification via une épreuve de mode opératoire de soudage, la qualification peut aussi se faire sur la base d'un assemblage soudé de pré-production (EN-ISO 15613) ou par référence à un mode opératoire de soudage standard.

Ce mode opératoire de soudage standard est décrit dans la norme EN-ISO 15612.

Son utilisation connaît toutefois des restrictions. Seules les nuances d'acier inoxydable du groupe 8.1 peuvent être qualifiées avec cette méthode.

NIVEAUX DE QUALITE

La norme EN-ISO 5817 donne les niveaux de qualité par rapport aux défauts des assemblages soudés à l'arc. Elle présente un large domaine d'application pour l'acier, le nickel, le titane et leurs alliages.

Cela englobe donc aussi les assemblages soudés en acier inoxydable. La norme spécifie trois niveaux de qualité: B (élevé), C (moyen) et D (bas).

Ces niveaux permettent de déterminer si une soudure est, sur la base des défauts constatés (visuellement), acceptable ou non.

Pour les assemblages soudés en acier inoxydable, la présence de bavures de soudage et de décoloration peut être d'une importance cruciale. La norme EN-ISO 5817 mentionne bien ces défauts, mais laisse le caractère acceptable dépendre de l'application ou de la norme d'application. □