

Contrôle de qualité de la résistance à la corrosion des aciers inoxydables

1 Introduction

Les aciers inoxydables sont utilisés dans la construction en raison de leur résistance augmentée à la corrosion, de leur résistance mécanique et de leur ductilité élevées, ainsi que de leur bonne soudabilité.

Ils sont utilisés dans de nombreuses applications, comme par exemple les systèmes de fixation (enveloppe du bâtiment, ancrage d'éléments en béton) et l'utilisation comme armature dans des structures en béton ou dans des consoles isolantes.

2 Propriétés des aciers inoxydables

Une distinction est faite entre les aciers inoxydables à structure ferritique, martensitique, austénitique et austéno-férritiques (dits aciers duplex). Le type de microstructure est déterminé par le type, la proportion et l'empilement des éléments d'alliage. Les matériaux du tab.1 sont divisés en cinq classes de résistance à la corrosion (KWK). La base de cette classification est l'indice de résistance à la corrosion par piqûres (PRE), dans lequel l'effet des différents éléments (Cr, Mo, N) est pris en compte avec des pondérations spécifiques.

Tab. 1: Classification de la résistance à la corrosion en fonction de l'indice de résistance à la corrosion par piqûres, F. Hunkeler 2020

KWK	PRE	Exemples de types d'acier		
		ferrite	Duplex	austénite
0	0-9	Acier de construction non allié		
1	10-16	1.4003	-	-
2	17-22	1.4016	1.4482	1.4301
		1.4509		1.4306
3	23-30	1.4521	1.4362	1.4401
				1.4404
				1.4571
4	≥ 31	-	1.4462	1.4529

3 Facteurs d'influence sur le comportement à la corrosion

En plus de la qualité du matériau, des facteurs liés à la production et à la mise en place peuvent également influencer la résistance à la corrosion des aciers inoxydables. Les surfaces rugueuses, les dépôts ainsi que les coulures de revenu ou les résidus de scories des soudures réduisent la résistance à la corrosion et donc la durabilité des aciers inoxydables. Outre les influences de l'usinage, la résistance des aciers inoxydables à la corrosion par piqûres dépend, entre autres, de la température, de la concentration en chlorure, de la concentration en oxygène et du pH du milieu.

4 Investigations électrochimiques

Le comportement à la corrosion des aciers inoxydables peut être investigué en conditions d'exposition naturelles (intempéries, conservation dans l'eau) ou dans le cadre d'essais accélérés simulant une certaine exposition (par exemple, essai au brouillard salin avec des disques rotatifs). L'investissement nécessaire pour de tels essais peut être relativement important. Les méthodes de mesure électrochimiques, surtout les courbes densité de courant - potentiel, permettent de déterminer rapidement certains paramètres comme le potentiel de repos et de piqûre et d'étudier le comportement de passivation. La figure 1 montre la courbe caractéristique densité de courant - potentiel d'un acier inoxydable avec initiation de piqûres induites par les chlorures.

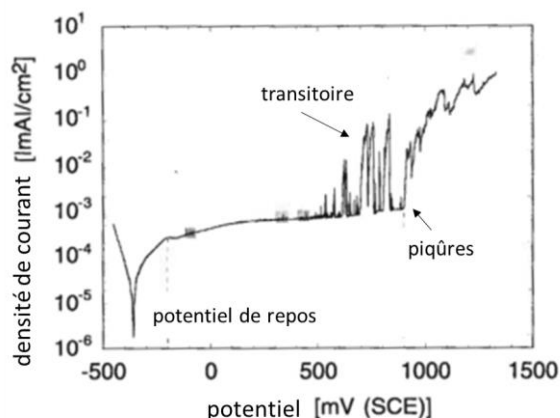


Fig. 1: Courbe caractéristique densité de courant - potentiel d'un acier inox, S. Matsch, Diss. ETHZ 13258, 1999

La mesure de courbes densité de courant - potentiel permet d'étudier l'influence de la qualité de l'acier, d'un traitement de surface ou d'une forte action thermique sur le comportement à la corrosion. Le TFB utilise la méthode EC-Pen, comme indiqué sur la figure 2. Le capteur compact EC-Pen de TFB Diagnostic Systems SA contient une électrode de référence (Ag/AgCl, SSE) ainsi qu'une contre-électrode. La pointe de mesure trempée dans une solution de chlorure est appuyée sur la surface métallique et la courbe densité de courant - potentiel est enregistrée avec une polarisation et une vitesse de polarisation définie.

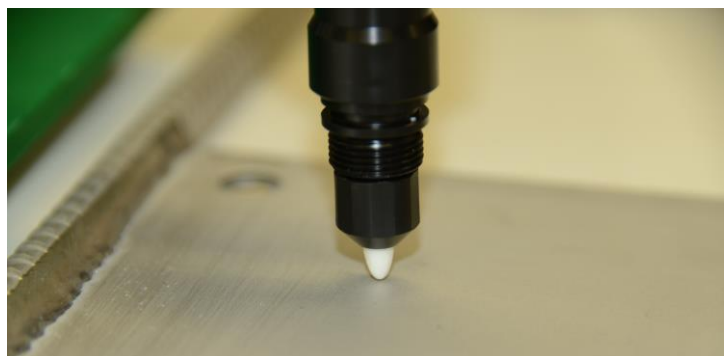


Fig. 2: EC-Pen en action (www.tfb-diagnostic.ch)

5 Exemples d'application

En déterminant le potentiel de corrosion par piqûres à l'aide du EC-Pen, les tâches de contrôle suivantes peuvent être exécutées :

- Contrôle de la qualité en usine avec surveillance continue interne et externe des éléments en acier
- Assurance qualité des soudures (sur chantier et en laboratoire)
- Contrôle des instruments et implants médicaux
- Classification de la qualité des matériaux
- Détermination de la cause de corrosion des produits sidérurgiques dans le cadre de la gestion des sinistres
- Etude de l'influence de contaminations sur la capacité de passivation des surfaces métalliques

Assurance qualité des consoles isolantes soudées

Pour la production des consoles isolantes pour des dalles de balcon, on peut utiliser des produits semi-finis. Les produits semi-finis sont en acier duplex « Lean » 1.4362, dans des cas spéciaux en acier duplex fortement allié 1.4462. Cet acier contient environ 3% de molybdène et se distingue par une KWK 4, tandis que l'acier duplex « Lean » correspond à la KWK 3, ce qui est suffisant pour les expositions courantes sur les balcons. Les composants sont soit dérochés, soit sablés au corindon, voir fig. 3.

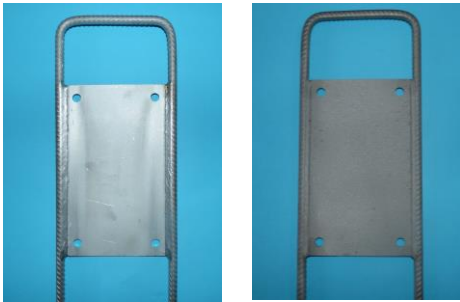


Fig. 3: Produit semi-fini déroché (à gauche) et sablé (à droite)

La figure 4 montre les courbes typiques densité de courant - potentiel (solution d'essai NaCl 1 M) des différents composants. En raison de la surface rugueuse, les courbes densité de courant - potentiel des pièces sablées ont une densité de courant plus élevée que les produits semi-finis dérochés. Le potentiel de repos des aciers duplex est légèrement supérieur à celui des aciers duplex « Lean ». Le 1.4362 déroché a, pour la concentration de chlorure choisie, une résistance à la corrosion équivalente au 1.4462 sablé ou déroché. Le 1.4362 sablé montre une formation d'un état transitoire dès env. +0,23 V_{SSE} avec une percée ultérieure (corrosion par piqûres)

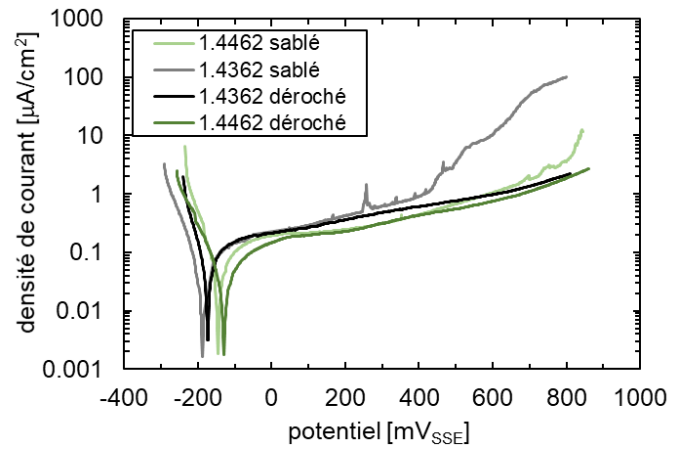


Fig. 4: Courbes de densité de courant - potentiel de la zone affectée par la chaleur des consoles isolantes soudées avec différentes qualités d'acier et traitements de surface

à environ +0,41 V_{SSE}. Pour l'évaluation, une limite pour le potentiel de piqûre de +0,2 V_{SSE} a été fixée. Cette valeur limite est basée sur le potentiel de piqûre d'un acier inoxydable 1.4404 dans une solution de NaCl 1 M. La valeur limite de +0,2 V_{SSE} a également été respectée pour le 1.4362 sablé, voir figure 4.

La figure 5 montre schématiquement un exemple d'assurance qualité utilisée chez des transformateurs. Les critères d'inspection visuelle de tous les composants ont été déterminés sur la base des mesures électrochimiques. L'autosurveillance métrologique est ensuite réalisée de manière aléatoire en usine. Les produits semi-finis avec une résistance à la corrosion insuffisante sont retournés au fabricant. En plus de l'autosurveillance avec des contrôles visuels et électrochimiques, une surveillance externe est effectuée sur des échantillons aléatoires supplémentaires dans le laboratoire du TFB SA.

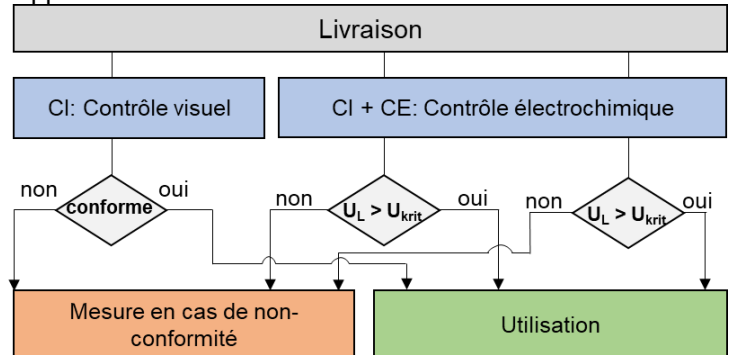



Fig. 5: Processus de l'assurance qualité (simplifié)

Dr Pascal Kronenberg
Dr Théodore Chappex

 BAU UND WISSEN Das Forum für Wissenstransfer der Baubranche	
Juni 2020	
08./09.06.	Führen - aber wie? (Schwierige Gespräche führen)
10.06.	ZU-Erfassung/Schadensbewert. Verkehrswegen
15.06.	Zeitmanagement und Arbeitstechnik
15.06.	Finanz- und Rechnungswesen in der Bauwirtschaft
16.06.	Führen von virtuellen Teams
17.06.	Risse im Beton - vermeiden, begrenzen, beheben
17.06.	Häufige Ausschreibungsfehler
18.06.	Professioneller Umgang am Telefon
19.06.	Sitzungen effizient leiten
22.06.	Kosten- / Leistungsrechnung für die Bauwirtschaft
24.06.	Gebäudetechnik – Mess-, Steuer-, Regeltechnik

25.06.	Rechte und Pflichten des Bauleiters
26.06	Professionell protokollieren
30.06.	Befestigungen Beton/MW - SIA 179, SN EN 1992-4
Juli 2020	
03.07.	Neue Betonnorm 118/262 Änderungen NPK 241
06.07.	Bauwerkvertrag – Die SIA 118 in der Praxis
08./09.07.	ZU / Instandsetzung NatursteinMW/Mörtel
September 2020	
08./09.09.	Rede- und Präsentationstechnik
10.09.	Bodenschutz im Bauablauf
21.09.	Baustelle – ein Versicherungsdschungel?
23.09.	Erschütterungen im Bauwesen
Oktober 2020	
22.10.	Burgdorfer Risikotag 2020