



Résultat de test

RESISTANCE AMELIOREE A LA CORROSION PAR PIQURES GRACE AU TRAITEMENT EXPANITE SUR ACIER INOXYDABLE AUSTENITIQUE

La corrosion localisée est l'une des causes les plus courantes de défaillances de matériaux liées à la corrosion des métaux passivants tels que les aciers inoxydables austénitiques. La corrosion par piqûres est l'une des formes de corrosion les plus localisées, principalement en raison des méthodes de tests fiables qui permettent la comparaison directe entre différents matériaux. Les surfaces traitées par Expanite ont démontré une amélioration remarquable du potentiel de piqûre, comme le montrent les mesures de polarisation potentiodynamiques.

Les nuances austénitiques

Les aciers inoxydables austénitiques sont un groupe d'alliages qui du fait de leur composition chimique conservent leur structure austénitique même à basses températures. Ce comportement est principalement octroyé par les stabilisateurs austénitiques – un groupe d'éléments d'alliages qui favorisent un réseau cristallin cubique à faces centrées (FCC) et abaissent la température eutectoïde. Le stabilisateur d'austénite le plus répandu parmi les aciers inoxydables austénitiques est le nickel, cependant des niveaux de manganèse et particulièrement le nitrogène sont couramment utilisés pour contrôler le comportement thermodynamique des aciers inoxydables austénitiques. Bien que le chrome soit le principal élément d'alliage dans l'acier inoxydable (généralement au-dessus de 16% en poids pour les nuances austénitiques), le rajout d'environ 8% en poids de nickel et la modification de la microstructure qui en résulte confère une plus grande protection à des températures élevées et la faible teneur en carbone permet d'augmenter encore davantage les niveaux de chrome.

Corrosion par piqûre

La corrosion par piqûre est une forme de corrosion galvanique localisée, une forme de corrosion causée par le couplage électrique d'espèces ayant des potentiels différents. La différence de noblesse entre la couche d'oxyde protectrice épaisse de l'ordre du nanomètre et la matière sous-jacente en présence d'un électrolyte mène à un processus autocatalytique où les réactions cathodiques et anodiques sont séparées et au cours duquel un contact électrique à travers la masse du matériau et un échange d'ions dans l'électrolyte est établi.

Une dissolution ou une imperfection locale dans les couches passives donne naissance à un site anodique, généralement plus petit que la surface métallique passive cathodique environnante, provoquant une dissolution accélérée du métal qui peut réduire la durée de vie de vos pièces et causer des défaillances matérielles et des arrêts de production coûteux.

Durcissement de surface avec SuperExpanite

La famille des procédés SuperExpanite (NC) se compose de deux étapes principales. La première est ExpaniteHigh-T qui recuit le noyau de la matière en augmentant la dureté jusqu'à 1mm de profondeur. La dureté est augmentée d'environ 100HV par rapport au noyau, grâce à 1% en poids d'azote dissout. La seconde étape, ExpaniteLow-T crée une couche de conversion d'austénite expansée (une solution solide constituée de grandes quantités d'atomes d'azote dissouts venant combler les vides octaédriques du réseau cristallin) offrant une dureté de surface de 1200HV.

Résistance à la corrosion par piqûre

Dans certains cas, la résistance à la corrosion par piqûre peut être considérablement augmentée grâce aux procédés de traitement de surface Expanite, même au-delà du niveau du matériau de base non durci (Fig.1). Cet effet est principalement causé par la grande quantité d'azote dissout dans la couche de surface. Ci-dessous la formule de calcul courante pour évaluer la résistance à la corrosion par piqûre (Pitting Resistance Equivalent Number, ou PREN) pour des alliages ne contenant pas de tungstène (Eq.1). L'on constate facilement un modificateur 16 x devant la teneur en azote exprimée en pourcentage pondéral (%) en





poids). Cela signifie que même de faibles quantités d'azote ont une influence positive sur la résistance à la corrosion par piqûre.

$$\text{Eq. 1: PREN} = \%Cr + (3.3 \times \%Mo) + (16 \times \%N)$$

En supposant que l'équation 1 soit applicable pour de grandes quantités d'azote dissout [1], généralement entre 5 et 13% en poids [2], la valeur PREN peut être calculée. Pour l'alliage AISI 316L les valeurs PREN varient entre 100 et 230, soit une augmentation minimum de 4 fois la valeur du matériau de base non traité (PREN 24). La couche ExpaniteHigh-T sous-jacente présente une valeur d'environ 30, ce qui apporte une amélioration supplémentaire même si la cémentation a été endommagée ou usée.

Mesures de polarisation potentiodynamique A potentiodynamic polarization curve for Dans la figure 1 est représentée une courbe de polarisation potentiodynamique pour un matériau AISI 316 traité au SuperExpanite. Ce test est un outil couramment utilisé pour évaluer le potentiel de corrosion par piqûre et les caractéristiques d'un métal. Plusieurs points peuvent être mis en lumière à travers ce graphique, démontrant l'influence positive indéniable du traitement SuperExpanite sur la résistance à la corrosion par piqûre des alliages austénitiques. Tout d'abord, le potentiel en circuit ouvert de l'échantillon traité au SuperExpanite est d'environ 100mV supérieur à celui de la référence, suggérant ainsi une meilleure résistance à la corrosion en l'absence de couplage galvanique. La courbe de polarisation du matériau de référence démontre également une région passive bien plus étroite, caractérisée par de nombreux pics intermittents (ligne irrégulière). Ces lignes indiquent une hausse soudaine de la densité de courant (hausse du taux de corrosion), la formation initiale de piqûres et la repassivation ultérieure. Le tracé obtenu pour l'échantillon SuperExpanite est exempt de ces irrégularités et le matériau reste dans la zone passive pour des potentiels presque deux fois plus grands avec une baisse beaucoup plus progressive vers le potentiel de rupture.

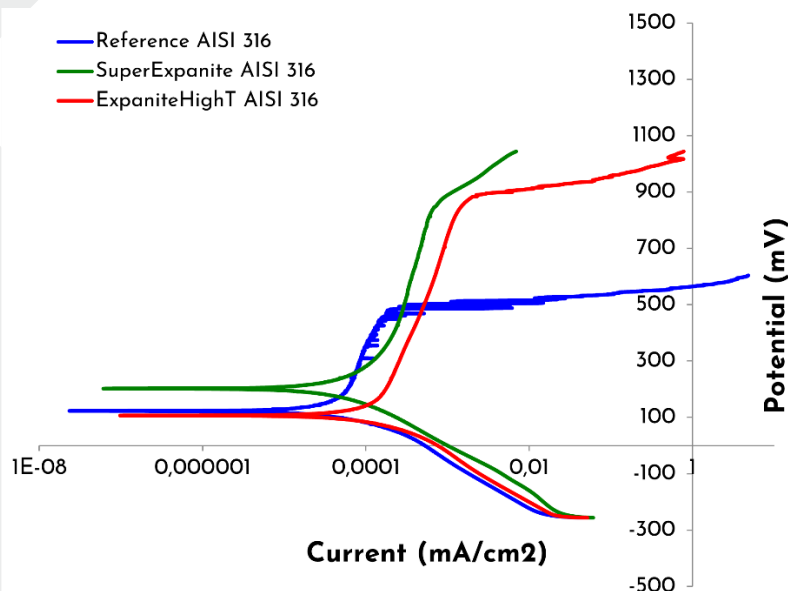


Figure 1.: Figure de test : Courbes de polarisation potentiodynamique pour une matière de référence AISI 316 (EN 1.4401) non traitée (ligne bleue), une traitée par ExpaniteHigh-T (en rouge) et par SuperExpanite (en vert)

A propos d'Expanite

Expanite a été fondée en 2010 par des experts en matériaux et en traitements de surface reconnus de l'Université Technique du Danemark. Le siège de la société est basé à Hillerød près de Copenhague et nos centres de services et sous licence aux États Unis, en Allemagne, en Corée du Sud et en Chine.





L'ADN d'Expanite est basé sur des solutions durables pour prolonger la vie de composants faits en acier inoxydable, en titane et dans d'autres alliages de haute valeur ; par ailleurs, notre modèle commercial permet aux clients qui le désirent de mettre en œuvre notre technologie dans leurs propres lignes de production par le biais d'accords de licence.

Les clients d'Expanite sont acteurs dans de nombreux secteurs industriels, notamment les équipements de traitement pour l'industrie alimentaire, les pompes, les valves, les procédés médicaux, l'industrie automobile, l'horlogerie et bien d'autres, des grands groupes mondiaux aux spécialistes de niches. www.expanite.com www.expanite.com

Références

[1] Bottoli, Federico, Morten S. Jellesen, Thomas L. Christiansen, Grethe Winther, and Marcel AJ Somers. "High temperature solution-nitriding and low-temperature nitriding of AISI 316: Effect on pitting potential and crevice corrosion performance." *Applied Surface Science* 431 (2018): 24-31.

[2] Christiansen, Thomas, and Marcel AJ Somers. "Controlled dissolution of colossal quantities of nitrogen in stainless steel." *Metallurgical and Materials Transactions A* 37 (2006): 675-682.

