

MESURE DE LA PASSIVATION DE L'ACIER INOXYDABLE À L'AIDE DE LA TECHNOLOGIE « POTENTIEL EN CIRCUIT OUVERT »

Rédigé par : Nathalie Vézina
Directrice de produit – Systèmes SURFOX
Walter Surface Technologies

RÉSUMÉ

La passivation des pièces en acier inoxydable revêt une importance cruciale pour la préservation des propriétés anticorrosion de ce métal. Les zones de l'acier inoxydable touchées par la chaleur du soudage sont particulièrement affectées et exigent des soins particuliers; elles doivent subir des tests de passivation minutieux afin d'éviter la dégradation causée par la corrosion. L'optimisation de la passivation sur les pièces d'acier inoxydable repose principalement sur les connaissances que nous possédons du processus de passivation lui-même et des méthodes utilisées pour tester les pièces fabriquées. Une méthode d'essai appropriée joue un rôle instrumental pour la validation de la passivation de pièces destinées à divers secteurs, notamment l'agroalimentaire, le secteur pharmaceutique et d'autres secteurs utilisant des composants d'acier inoxydable selon leurs besoins. Plusieurs méthodes de test sont actuellement offertes. Elles sont bien connues de la majorité des fabricants, mais peuvent-elles vraiment répondre à leurs besoins distinctifs?

Au fil du temps, différentes méthodes de test ont été développées pour répondre aux besoins croissants des fabricants. Ce document porte une attention particulière à la technologie « potentiel en circuit ouvert » et à la valeur ajoutée que cette nouvelle méthode de test peut offrir, notamment sa grande flexibilité, son avantage économique évident et une précision qui était auparavant impossible à atteindre.

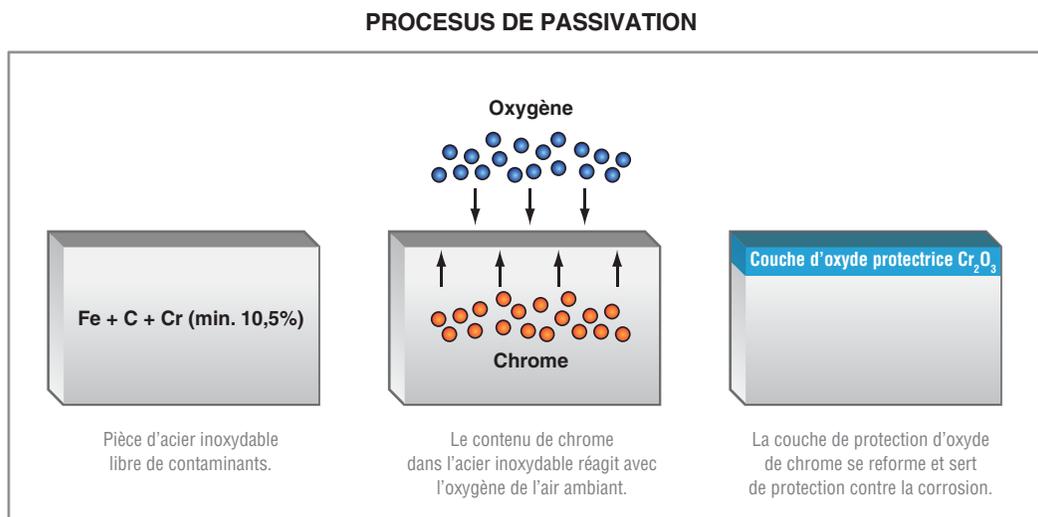
ÉNONCÉ DU PROBLÈME

Il arrive souvent que des cellules microscopiques soient présentes sur la surface d'une pièce de fabrication sans qu'elles soient pour autant visibles à l'œil ou puissent être détectées avant l'expédition. Ces cellules se répandent, deviennent visibles et un phénomène de corrosion localisée se crée sous la forme de piqûres de rouille. Pour un fabricant, il devient donc important d'obtenir l'assurance que ses pièces sont correctement passivées avant leur mise en service. La réparation sur place et le réusinage représentent une entreprise coûteuse pour le fabricant. Il existe donc un besoin pour un outil de diagnostic précis qui permet de valider l'état de la passivation d'une pièce avant qu'elle ne quitte l'usine.

PASSIVATION

L'acier inoxydable est un alliage contenant du fer et au moins 10,5 % de chrome. D'autres éléments, notamment le nickel et le molybdène, peuvent également faire partie de l'alliage selon le grade de l'acier inoxydable. C'est la présence de chrome dans l'alliage qui donne à l'acier inoxydable ses étonnantes propriétés anticorrosion. La réaction du chrome avec l'oxygène forme une mince couche d'oxyde de chrome sur la surface de la pièce. Cette couche empêche la réaction du fer avec l'oxygène qui crée l'oxyde de fer; la rouille. En fait, la couche agit comme une barrière entre un alliage riche en fer et l'oxygène qui fait partie de l'air ambiant.

La passivation de l'acier inoxydable nécessite une surface entièrement exempte de contaminants. Par exemple, la coloration de chaleur provenant d'une soudure représente un type de contaminant important qui doit être enlevé de la surface, non seulement pour des raisons esthétiques, mais surtout pour permettre à l'acier inoxydable de se passiver. Le processus de passivation doit débuter tout de suite après que les contaminants ont été totalement éliminés de la surface. Le chrome contenu dans l'acier inoxydable réagit alors avec l'oxygène de l'air ambiant pour former une couche passive d'oxyde de chrome sur la surface de la pièce. Il faut compter de 24 à 48 heures pour obtenir une couche passive uniforme et stable.



La couche d'oxyde de chrome peut être endommagée par :

- les traitements thermiques comme le soudage ;
- l'abrasion mécanique ;
- la corrosion galvanique ;
- les acides forts.

Il existe plusieurs méthodes de restauration de l'acier inoxydable comportant des dommages thermiques provenant de la soudure :

Meulage et polissage

Le meulage des soudures supprime totalement la coloration de chaleur. Toutefois, il peut subsister des traces de fer qui peuvent causer des piqûres de rouille. Pour s'assurer que la totalité du fer est éliminée, un traitement chimique à base de produits acides devient nécessaire. La situation est différente pour les finitions miroir. La résistance à la corrosion des pièces en acier inoxydable s'améliore grandement en raison de l'uniformité de la matière provenant du processus de polissage. La quantité de travail requis et la dégradation de la surface représentent le principal inconvénient de cette méthode.

Sablage

Le sablage supprime la coloration de chaleur, mais intègre un nombre incalculable d'autres contaminants dans l'acier inoxydable, ce qui peut entraver et limiter la passivation naturelle du matériel. Le sablage ne représente pas la méthode idéale pour réparer les dommages causés à l'acier inoxydable.

Pâtes et gels de décapage

Les pâtes et les gels de décapage suppriment la coloration de chaleur des pièces en acier inoxydable et tout autre contaminant inorganique qui pourrait s'y trouver. Toutefois, ces pâtes et gels contiennent généralement un mélange d'acides nitrique et fluorhydrique. Les vapeurs de l'acide nitrique sont très nocives pour le système respiratoire de l'être humain et l'acide fluorhydrique peut causer de graves dommages cutanés. Non seulement les pâtes et gels de décapage sont très toxiques, mais elles peuvent aussi modifier la surface de l'acier inoxydable.

Nettoyage et polissage électrochimique

Le nettoyage et le polissage électrochimique représente de loin la méthode la plus fiable et la plus efficace pour éliminer la coloration de chaleur et les autres contaminants des surfaces en acier inoxydable. Le polissage électrochimique permet de supprimer une plus grande quantité de fer et de nickel, laissant ainsi une surface plus riche en chrome. Walter propose un système de nettoyage et de polissage des soudures connu sous le nom SURFOX. Ce système permet d'éliminer la coloration de chaleur des surfaces à une vitesse pouvant atteindre trois (3) à cinq (5) pieds par minute. SURFOX utilise des acides alimentaires et l'électricité pour enlever la coloration de chaleur. Il est certifié ASTM A967-05/A380* pour la passivation.

* La norme ASTM A380 fournit des définitions et décrit les pratiques exemplaires pour le nettoyage, le détartrage et la passivation des pièces, équipements et systèmes en acier inoxydable. La norme ASTM A967 propose des tests comportant des critères de validation démontrant que les procédures de passivation ont été couronnées de succès.

Selon les normes internationales ASTM, « les tests de passivation représentent le processus par lequel l'acier inoxydable forme spontanément une surface chimiquement inactive lorsqu'il est exposé à l'air ou à d'autres environnements contenant de l'oxygène. Les tests de passivation comprennent l'enlèvement des composés de fer ou du fer exogène de la surface de l'acier inoxydable, au moyen d'une dissolution chimique, le plus souvent avec une solution acide qui enlèvera la contamination de la surface, mais n'affectera pas l'acier inoxydable de manière significative. »

MÉTHODES DE TEST POUR LA PASSIVATION

Tout acier ou fer qui entre en contact avec l'acier inoxydable représente une source de contamination possible. Des outils auparavant utilisés sur des pièces d'acier ou de fer – des meules ou des brosses métalliques par exemple – peuvent transférer du fer sur des surfaces en acier inoxydable. L'environnement lui-même est parmi les sources de contamination au fer qui sont les plus difficiles à écarter. Les environnements industriels recèlent une quantité de fer surprenante dans l'air. Ce fer retombe sur les pièces exposées, y compris les pièces d'acier inoxydable qui ont déjà été nettoyées. Pour s'assurer d'une passivation adéquate des composants en acier inoxydable, la surface doit être exempte de contaminants, y compris le fer en liberté. Il existe des méthodes de test qui déterminent la présence de fer libre sur des surfaces en acier inoxydable. Les fabricants d'acier inoxydable doivent utiliser une méthode qui répond à tous leurs besoins. La rapidité avec laquelle le test peut donner des résultats constitue un critère de sélection important; vaut mieux tester le plus rapidement possible! La disponibilité du test et la possibilité de le lancer dans un site externe jouent également un rôle important dans la sélection de la méthode.

La plupart des tests connus sont susceptibles d'endommager et de tacher les pièces d'acier inoxydable, la proposition de solutions pour les fabricants est d'autant plus réduite.

Les tests suivants peuvent détecter le fer en liberté sur les pièces; ils fournissent des résultats de réussite ou d'échec :

Test d'immersion à l'eau

Ce test peut paraître séduisant à première vue puisque l'eau est généralement facilement accessible. Toutefois, les résultats peuvent se faire attendre pendant plusieurs heures. En outre, si la pièce n'est pas passivée adéquatement, elle aura tendance à rouiller et devra probablement faire l'objet d'un réusinage avant d'être testée à nouveau. Il faut en outre s'assurer que l'eau soit propre; l'eau utilisée pour le test ne doit pas contenir de fer (provenant de la plomberie par exemple) ou de produits chimiques, sinon les résultats du test peuvent faussement indiquer la présence de fer sur la surface de la pièce.

Test d'humidité

Le test en chambre d'humidité nécessite un équipement spécial et un investissement en capital. À moins que le fabricant soit équipé adéquatement, les pièces d'acier inoxydable devront être envoyées à un laboratoire externe. Confier à un tiers les tests d'humidité pour de petites pièces peut représenter une solution facile, mais cette méthode peut être problématique pour les pièces de grande taille. L'obtention des résultats prendra en outre plus de temps et les pièces défectueuses devront être réusinées.

Test de vapeur saline

Les inconvénients provenant des tests de vapeur saline sont similaires aux tests faits en chambre d'humidité.

Test au sulfate de cuivre

Ce test est rarement accepté dans l'industrie alimentaire en raison de sa nature toxique. En outre, il laisse des traces indésirables sur les pièces en acier inoxydable.

Ferricyanure de potassium – Test de l'acide nitrique

Il s'agit d'un test très sensible. La solution de ferricyanure de potassium doit être préparée quotidiennement. La réaction est très visible – elle vire au bleu en présence de fer libre –, mais elle donne souvent des résultats de faux positifs.

MÉTHODE ALTERNATIVE

Appareil de test « potentiel électrique en circuit ouvert »

Walter Surface Technologies a récemment lancé un appareil de test portable et compact. Cet appareil peut valider la stabilité et l'épaisseur de la couche d'oxyde de chrome passive présente sur l'acier inoxydable. Il fonctionne sur le principe du potentiel électrique en circuit ouvert. Le potentiel en circuit ouvert est la différence de potentiel électrique entre deux bornes. Le testeur mesure le potentiel d'interface de la couche d'oxyde de chrome par rapport à l'acier sous-jacent. Une valeur numérique est accordée à la couche passive et elle peut être lue en 20 secondes approximativement. L'utilisation de cet appareil peut en outre s'étendre à la surveillance de l'évolution de la couche passive pendant son cycle de vie. L'appareil de test de passivation indique un résultat positif au bout de quelques heures de nettoyage et de décontamination des surfaces en acier inoxydable.

Le profil effilé de la sonde de test permet d'obtenir des lectures pour des zones à la fois très petites et distinctes. Plusieurs lectures peuvent être prises afin de maximiser la fiabilité et la reproductibilité des tests. Une valeur négative indique que la partie testée n'est pas passivée; une valeur positive indique que la pièce est passivée. Plus la valeur est élevée, plus la couche passive est épaisse et résistante.



La nouvelle génération d'appareils de test de passivation Walter est également offerte avec un logiciel et un câble USB permettant d'enregistrer les résultats obtenus et de télécharger les données vers un ordinateur. Cette fonctionnalité peut être utilisée pour la mise en place de procédures de contrôle de qualité sur les lieux de fabrication.

En résumé, la méthode « potentiel en circuit ouvert » offre les avantages suivants :

- Validation de la qualité et de l'épaisseur de la couche protectrice d'oxyde de chrome.
- Présentation d'une valeur numérique précise plutôt qu'un résultat en format réussite/échec.
- Apport de lectures rapides et précises (environ 20 secondes).
- Sans dommages pour la surface testée.
- Prise de mesures sur un site externe.
- Possibilité d'enregistrer et de télécharger les données mesurées.

CONCLUSION

La passivation des pièces et des structures en acier inoxydable est sans l'ombre d'un doute un sujet de préoccupation pour les soudeurs et les fabricants oeuvrant dans différents secteurs industriels. Pour des raisons économiques, les fabricants veulent minimiser les coûts de réusinage des pièces rouillées et des structures qui sont en place. Heureusement, de nouvelles techniques sont développées pour aider les fabricants à s'assurer de la qualité de leurs pièces. La méthode « potentiel en circuit ouvert » permet de mesurer la passivation de manière fiable, efficace et précise tout en minimisant les coûts de réusinage.

À propos de Walter Surface Technologies

Walter Surface Technologies est un chef de file technologique pour le traitement de surface depuis 60 ans. Notre entreprise propose des abrasifs à haut rendement, des outils électriques, de l'outillage, des outils chimiques et des solutions environnementales pour l'industrie du travail des métaux. Fondée à Montréal en 1952, Walter Surface Technologies a maintenant pignon sur rue dans plusieurs pays d'Amérique du Nord, d'Amérique du Sud et d'Europe. Pour obtenir des informations supplémentaires, visitez notre site Web walter.com ou visitez notre site surfox.com pour obtenir plus d'informations sur notre famille de produits Surfox.