

Le top 10 de la corrosion

13 novembre 2015, 01:00

Pour de nombreuses entreprises, la corrosion représente un gros problème. Il n'existe pas une solution, mais en prenant certaines précautions, on peut obtenir une certaine amélioration ou même contenir le problème. Ci-dessous, vous trouverez un aperçu des 10 problèmes les plus courants rencontrés avec les métaux ainsi que les solutions possibles.

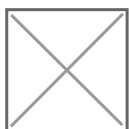
Beaucoup d'entreprises considèrent la corrosion comme l'ennemi numéro un car elle entraîne parfois des risques importants pour la sécurité, des coûts élevés et des ralentissements. Dans le monde, près de 5 tonnes d'acier sont perdues à chaque seconde, « mangées » par la corrosion. Les coûts sont évalués à 2 % du PIB.

La corrosion est considérée comme une dégradation des matériaux due à une réaction chimique avec l'environnement. On connaît bien le problème avec les métaux : les formes de corrosion les plus connues sont la rouille du fer et le verdissement du cuivre. Néanmoins la corrosion peut également apparaître à température élevée et attaquer les matériaux en céramique et en plastique.

Il n'existe pas de solution générale pour la corrosion. Chaque cas doit faire l'objet d'une étude et d'un traitement spécifique. Cependant moyennant quelques précautions, on peut obtenir une certaine amélioration ou même contenir le problème de corrosion. Dans cet article, nous vous donnons le top 10 des problèmes les plus courants avec les métaux.

1. Corrosion interne de tubes en acier par l'oxygène

L'oxygène de l'air dissous dans l'eau attaque les métaux comme l'acier. Dans l'eau pauvre en oxygène, comme dans les fonds marins, il n'y a pas de corrosion (pensez aux pièces bien conservées du Titanic). Pour lutter contre la corrosion, la solution consiste à modifier la liaison avec l'oxygène. Les dispositifs de traitement de l'eau utilisent à cette fin des produits chimiques comme les sulfites et les phosphates. Étant donné que ces produits se lient à l'oxygène, il faut surveiller à temps leur concentration. Quand il y a trop d'oxygène présent dans la canalisation, les habituelles taches de rouille vont se développer rapidement et provoquer une perforation du support. On constate régulièrement ce type de problème dans les canalisations en acier des installations de chauffage.



Corrosion interne d'un tube en acier

2. Les chlorures et l'inox

Contrairement à ce que l'on peut penser, l'acier inox n'est absolument pas inoxydable, il est plutôt résistant à la rouille. On considère souvent l'acier inox comme un géant aux pieds d'argile. On sait bien par exemple que les solutions contenant du chlorure peuvent provoquer une corrosion par piqûre. Cette corrosion dépend en outre de la température, qui peut stimuler la corrosion. On connaît bien ce problème dans les piscines, car ici on ne peut pas éviter d'utiliser du chlore (pour désinfecter), il faut alors se tourner vers des sortes d'inox offrant une résistance plus élevée à la corrosion, comme l'inox 316 et les nuances duplex. Dans les cas extrêmes, comme avec l'eau de mer, il faut même utiliser des revêtements pour offrir une résistance à cet environnement agressif. Il s'avère même impossible de prédire la durée de vie en cas de présence de chlorure même en recourant à certaines bases de données. C'est ici que se trouve le danger : une attaque locale comme la corrosion par piqûre dégrade l'acier plus rapidement qu'une attaque générale plus uniforme que l'on retrouve dans les bases de données relatives à la corrosion.



Corrosion par piqûre à la surface de l'inox par les chlorures sur une coupe métallographique

3. Corrosion bactérienne

Cette forme de corrosion se produit régulièrement avec les canalisations en inox qui transportent des eaux sales ou dans lesquelles l'eau séjourne longtemps. Aux températures ambiantes habituelles, les bactéries forment un bio film qui peut attaquer en un court laps de temps le support et même provoquer la perforation des canalisations en acier au carbone et même en inox. En général, les soudures constituent le point de départ adapté à cette attaque particulière. L'utilisation d'un gaz de protection semble souvent avoir un effet favorable pour les conduites en inox même s'il y a des exceptions. En ajoutant certains additifs à l'eau, on peut réduire cette attaque mais généralement il n'est pas simple de combattre cette forme de corrosion. Le problème est que même les sortes d'acier fortement alliés, qui offrent une très bonne résistance à la corrosion ordinaire (électrochimique) due aux chlorures et aux sulfures, n'apportent pas de solution à la corrosion bactérienne. Dans de tels cas, il vaut mieux prévenir que guérir. Il est dès lors déconseillé de transporter des eaux sales ou de laisser de l'eau séjourner longtemps dans les canalisations en inox.

4. Corrosion galvanique

L'utilisation de deux métaux différents pour des canalisations ou pour des brides soudées, sont des cas typiques de corrosion galvanique. En effet chaque métal présente un potentiel électrochimique donné dans l'eau. Quand deux métaux sont en contact, il se produit un courant interne qui entraîne une réaction électrochimique. Le composant fabriqué avec le métal le moins noble sera le premier atteint par la corrosion tandis que celui dans le métal le plus noble est épargné. Dans de nombreux cas, les raccords à problèmes associent des pièces en cuivre dans des canalisations où l'on trouve aussi des tubes en acier galvanisé ou en inox. Il vaut donc mieux éviter de tels raccords.

5. L'ammoniac et le laiton

Le laiton est un alliage de cuivre et de zinc sensible aux solutions ammoniacales. Auparavant, on appelait cette corrosion « maladie saisonnière », car le phénomène apparaissait essentiellement pendant les périodes chaudes avec un taux d'humidité élevé. On la rencontrait par exemple avec

les douilles de munition en laiton conservées dans des étables où l'on trouvait une concentration élevée en ammoniac due aux déjections des animaux. La recherche a démontré que outre la présence de l'ammoniac (ou des liaisons amine comme l'urée), il fallait aussi que des tensions soient présentes pour obtenir cette forme de corrosion. Ces tensions internes peuvent être dues par exemple au coulage, à l'usinage, aux déformations, etc. Les compteurs d'eau et les robinets dans les locaux humides comme les caves sont souvent sensibles à cette forme de corrosion. Il existe des alliages de laiton présentant une composition appropriée pour mieux résister à cette corrosion. Une autre solution consiste à réduire les tensions par un traitement de recuit par exemple.

6. Tuyaux et tôles galvanisées

Pour la fonte et l'acier, les couches de zinc constituent une bonne protection contre la corrosion atmosphérique. En revanche, les couches de zinc ne résistent pas bien aux sels comme les chlorures et les pluies acides et on voit rapidement apparaître ce qu'on appelle la « rouille blanche ». Avec les conditionnements de pièces zinguées dans lesquels l'humidité peut s'accumuler, cette forme de corrosion peut aussi se produire. On peut réduire cette formation de corrosion par une couche de conversion, en appliquant une couche de chromate, sur une couche de zinc, mais dans ce cas aussi, il vaut mieux prévenir que guérir.

7. Revêtements de l'acier

Tous les revêtements ne protègent pas correctement le support sous-jacent. On sait que les couches de zinc s'auto-réparent lorsqu'elles sont endommagées. D'autres revêtements comme le chrome ou le nickel ne sont pas auto-réparants. Quand ils sont endommagés ou que la couche présente des pores, la rouille traverse la couche pour s'attaquer au support. Les couches de peinture recouvrant l'acier offrent rarement une protection suffisante, et c'est d'autant plus le cas quand l'acier n'a pas reçu de prétraitement sous la forme d'une couche de conversion (chromate, phosphate,...). Ces couches de prétraitement forment une sorte d'ancrage mécanique avec les couches organiques, qui se comportent tout à fait différemment par rapport aux couches métalliques plus dures. Un autre malentendu est que l'épaisseur de la couche de revêtement contribue à la protection. Ce n'est pas toujours le cas, surtout si le prétraitement du support était insuffisant ou absent. En effet, une épaisse couche de peinture peut présenter un accrochage insuffisant et se détacher. Elle n'offre alors aucune protection.

8. Contamination de l'inox

On sait que l'acier inox est sensible à la contamination. Si de la poussière ou de la limaille de fer entre en contact avec l'inox, cela peut entraîner une corrosion par piqûre autour de la particule étrangère. C'est pourquoi pour travailler l'inox, il faut toujours choisir soigneusement les outils. Une détérioration de la surface par un usinage mécanique ou suite à un soudage peut endommager la couche de protection naturelle de l'inox et entraîner sa corrosion. La passivation de la surface avec un acide oxydant comme de l'acide nitrique peut restaurer cette couche de protection et améliorer la résistance à la corrosion.

9. Contraintes dans l'inox

Les contraintes internes dans les constructions en inox, dues à l'usinage, au soudage,..., peuvent conduire à une « corrosion sous contrainte », donnant des fissures. Les conditions nécessaires à

cette forme de corrosion sont la présence d'un matériau sensible (par exemple, l'inox austénitique, comme l'AISI 304 et 316), la présence de contraintes internes, une température supérieure à 60°C et enfin la présence de chlorures.

La solution à ce problème est de réduire les contraintes, par exemple en choisissant avec soin les transitions (rayons) ou si ce n'est pas possible en appliquant un recuit atténuant les contraintes. Un traitement thermique ne peut jamais éliminer totalement les contraintes; on peut néanmoins ramener les contraintes à un niveau inférieur de façon à ralentir nettement l'apparition de la corrosion redoutée. Le choix d'un autre matériau est aussi une solution, par exemple de l'inox ferritique et duplex qui résiste mieux à la corrosion sous contrainte.



Exemple de corrosion sous contrainte d'un tuyau en acier inox

10. Assemblages soudés en inox

Un problème courant avec l'acier inox est ce qu'on appelle la « sensibilisation » après soudage de l'inox. L'acier inox est en effet une structure métastable, sa structure peut se modifier après réchauffement et refroidissement. Par exemple, lorsque le refroidissement est trop lent après soudage, les carbures de chrome vont commencer à précipiter à partir de la phase austénitique dont est constitué l'acier. Suite à cette précipitation, le taux de chrome de l'acier va diminuer tout comme la résistance à l'oxydation. Au-dessous de 12% de Cr, l'acier n'est plus inoxydable et sera ainsi soumis à la corrosion. La sensibilisation se produit généralement à côté de la soudure dans la zone soumise à la chaleur. On peut éviter ce problème par un refroidissement rapide après le soudage, de manière à empêcher la précipitation des carbures. D'autres méthodes consistent à utiliser des alliages L (p.ex. 304L) présentant une teneur en carbone plus basse ou des alliages stabilisés (p.ex. ajout de titane ou de niobium).

Le top 10 ci-dessous donne un bref aperçu des problèmes de corrosion les plus courants. En plus des thèmes abordés, les installations peuvent être confrontées à de nombreux autres problèmes en rapport avec la corrosion. Sirris et IBS étudient régulièrement les causes de cette problématique complexe et peuvent fournir des conseils techniques dans ce domaine.

Cet article a été rédigé avec le soutien de l'IWT pour le projet InnoVOM.

Auteurs