

Protection de l'oxydation à chaud des aciers inoxydables - C. Gobert

Introduction

Pour être laminées dans de bonnes conditions, les brames d'acier inoxydable issues de la coulée continue doivent être réchauffées à des températures voisines de 1250°C. Au cours de ce traitement qui dure plusieurs heures, l'alliage se recouvre d'oxydes divers (la calamine) dont l'élimination complète s'avère souvent difficile. L'altération de la peau qui résulte de cette oxydation à haute température provoque souvent des défauts de surface (craques, pailles, incrustations ...) qu'il faut éliminer par meulage de l'ébauche lorsque le laminage s'effectue en deux étapes et lors des opérations de parachèvement de la tôle. L'expérience industrielle montre que certains types d'aciers inoxydables comme les nuances austéno-ferritiques sont particulièrement sensibles à ce type de défaut.

Objectifs

Ce travail vise à améliorer la connaissance des mécanismes de l'oxydation sèche des aciers inoxydables et d'optimiser les techniques de production permettant de la contrecarrer.

La corrosion sèche

L'étude de la corrosion sèche des alliages métalliques est ardue dans la mesure où elle fait intervenir de nombreux mécanismes pouvant interagir entre eux. En première approche, les trois étapes de la corrosion sèche sont représentées à la figure 1.

La corrosion sèche des aciers inoxydables est plus complexe que celle du fer pur. Il existe en effet une teneur seuil en chrome de l'ordre de 10 % au-delà de laquelle les produits de corrosion sont différents.

En dessous de 10 % de chrome (figure 2), l'oxyde au contact du substrat métallique est de la chromine Cr_2O_3 , se présentant sous la forme d'un film discontinu. Ce film discontinu est recouvert d'une couche constituée de spinelles $FeCr_2O_4$ et de wüstite FeO . On retrouve ensuite, comme dans le cas du fer pur, deux films continus d'oxydes mixtes de Cr et Fe, riches en ce dernier élément et s'apparentant aux structures de la magnétite $FeO.(Fe,Cr)_2O_3$ et de l'hématite $(Fe,Cr)_2O_3$.

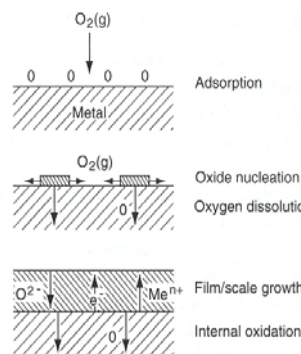


Figure 1 – Étapes de la corrosion

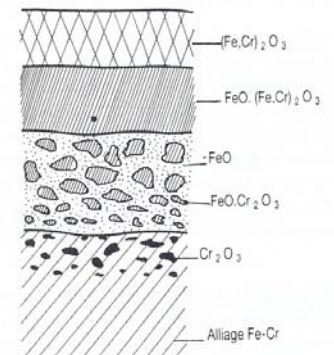


Figure 2 – Couches d'oxydes (Cr < 10 %)

Revêtements de protection

Les revêtements de protection doivent avoir une action efficace à haute température et être produits dans de bonnes conditions économiques.

Ils doivent en particulier constituer un film adhérent à la surface des produits bruts de coulée et renfermer divers constituants: oxydes réfractaires, éléments anti-oxydants, additifs ... susceptibles de limiter le développement de la calamine.

La mise au point de tels revêtements est également susceptible d'être valorisée pour la production des aciers cryogéniques.

Influence de l'état de surface

Les phénomènes d'oxydation à chaud sont généralement étudiés en examinant le comportement d'éprouvettes soumises à des conditions de traitement diverses. Dans ces essais, on s'affranchit d'un effet éventuel de l'état de surface et on améliore les conditions de reproductibilité en effectuant un polissage soigné et standardisé (SiC 500) des éprouvettes.

Dans l'optique de la mise au point d'un revêtement de protection sur produits industriels, un tel état de surface n'est pas envisageable et une partie préalable de la recherche a consisté à étudier l'effet de la rugosité de surface sur l'oxydation.

Dans ce but, on a réalisé des tests comparatifs de corrosion à haute température par analyse thermogravimétrique (figure 3) sur des éprouvettes de rugosité distinctes (figure 4). L'importance des calamines produites a également été contrôlée par microscopie optique et par analyse d'images (figure 5).

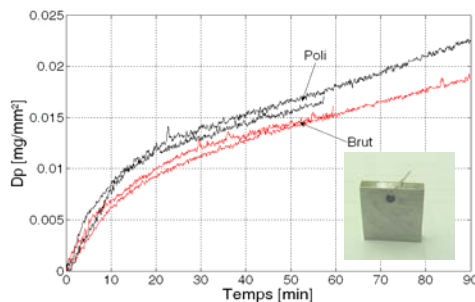


Figure 3 – Acier inoxydable austéno-ferritique

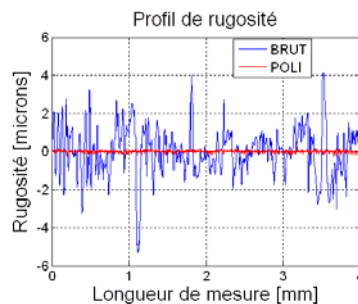


Figure 4 – Profils de rugosité

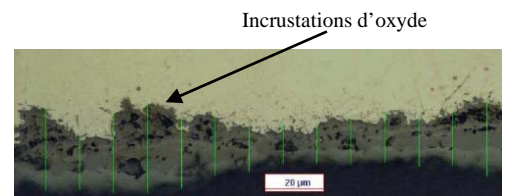


Figure 5 – Mesure de l'épaisseur des calamines

Les résultats des ATG montrent qu'un effet de l'état de surface est décelable pour certaines nuances (duplex, austénitique,...), la corrosion étant généralement plus importante à l'état poli. Par ailleurs, il est important de noter que les essais relatifs aux éprouvettes brutes de découpe sont reproductibles pour toutes nuances.