

Electroless nickel-boron coatings from stabilizer-free bath as hexavalent hard chrome coatings alternative: Synthesis, characterization, replenishment

Muslum YUNACTI

Thèse de doctorat présentée en vue de l'obtention du titre de Docteur en Science de l'Ingénieur et Technologies de l'Université de Mons

Abstract

Electroless nickel coatings have been considered to be a good alternative to replace hard chrome coatings whose process is toxic. The main advantages of electroless nickel coatings are their hardness, wear and corrosion resistance, and their low cost process. Additionally, their process is similar to hard chrome coatings; both processes are classified as aqueous metallic coatings.

Electroless nickel-boron coatings are produced in a bath containing a metallic source, reducing agent, complexing agent, stabilizing agent, and buffering agent. These coatings are obtained from nickel ions reduction by a reducing agent. Stabilizers are used to operate the process without bath decomposition, and lead-based compounds have been mainly used for these coatings. Nevertheless, uses of lead-based compounds are restricted due to their toxicity.

In this thesis, it is aimed to produce lead-free electroless nickel coating and enhance its properties in order to replace hard chrome coatings.

- First, the electroless nickel coatings were produced in a stabilizer-free bath whose concentration was modified regarding reducing agent concentration. These coatings were treated at different temperatures for different annealing times and the most suitable parameters were selected according to hardness and corrosion properties. Bath composition was analyzed using different techniques in order to understand the consumption of the reactants during the process. Then a replenishment protocol has been established.
- Three different electroless nickel-boron coatings namely as-deposited, heat-treated, and as-replenished were produced.
- Coatings were characterized in terms of morphology, chemistry, roughness, hardness, Young's modulus, wear and corrosion resistance, and tribocorrosion properties.

- Hard chrome coatings were also produced and characterized. Their properties were compared with the electroless nickel-boron coating

Resumé

Les revêtements chimiques nickel-bore sont considérés comme une alternative aux revêtements à base de chrome dur, dont le procédé de dépôt fait appel à des éléments toxiques. Les avantages des revêtements chimiques nickel-bore sont leur dureté, leur bonne résistance à la corrosion et à l'usure et à leur procédé de production à bas coût. De plus, leur procédé de dépôt est similaire à celui des revêtements au chrome dur ; ces deux procédés de revêtements métalliques sont dits « aqueux ».

Les revêtements chimiques nickel bore sont produits dans un bain qui contient une source métallique, un agent réducteur, un agent complexant, un agent stabilisant et un agent tampon. Le dépôt se produit quand les ions de nickel sont réduits par l'agent réducteur. Les stabilisants sont utilisés pour éviter la décomposition du bain et sont le plus souvent constitués de plomb. Néanmoins, l'utilisation des composés à base de plomb est limitée en raison de leur toxicité.

Dans cette thèse, l'objectif est d'obtenir des revêtements chimiques nickel-bore à partir de bains ne contenant pas de plomb, et d'améliorer les propriétés de ces revêtements pour remplacer les revêtements au chrome dur.

D'abord, les revêtements chimiques nickel bore sont obtenus dans un bain exempt de plomb dont la composition a été modifiée par l'ajustement de la concentration en agent réducteur. Ces revêtements ont été soumis à des traitements thermiques à des temps et des températures différents, et les meilleurs paramètres ont été choisis selon la dureté et la résistance à la corrosion des revêtements. La composition du bain a été analysée par différentes techniques pour connaître la consommation des composants du bain pendant le processus. Puis, le bain a été rechargé des quantités nécessaires. Trois type de revêtements ont été produits : as-deposited, heat-treated et replenished.

Les trois revêtements ont été caractérisés en termes de morphologie, chimie, rugosité, dureté, module d'Young, résistance à l'usure et résistance à la corrosion et à la tribocorrosion.

Le revêtement au chrome dur a été produit et également caractérisé. Ses propriétés ont été comparées à celles des revêtements chimiques nickel-bore.

