

## Caractérisation mécanique des revêtements durs de molybdène et des couches nitrocarburrées déposés sur une fonte grise

S.Tlili<sup>1</sup>, M.Z.Touhami<sup>2</sup>, N. Zeghib<sup>3</sup>, T.Chouchane<sup>1</sup>, A.Gharbi<sup>1</sup>, A.Bendjama<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Welding and NDT Research centre (CSC). BP 64 CHERAGA- ALGERIA, [samira\\_tlili@yahoo.fr](mailto:samira_tlili@yahoo.fr)

<sup>2</sup>Laboratoire de Fonderie, Université Badji Mokhtar Annaba BP 12 Annaba 23000, Algérie, [mohamedtouhami33@yahoo.fr](mailto:mohamedtouhami33@yahoo.fr)

<sup>3</sup>Laboratoire de Recherche en Mécanique des Matériaux et Maintenance Industrielle. (LR3MI) Université Badji Mokhtar, BP 12 Annaba 23000, Algérie, [zeghib.nn@yahoo.fr](mailto:zeghib.nn@yahoo.fr)

**Résumé :** La fonte grise à graphite lamellaire est un matériau qui possède des propriétés lui permettant d'être utilisée dans de nombreuses applications. Elle peut être exposée à quelques conditions de service très exigeantes, étant particulièrement importantes les sollicitations thermiques, l'usure abrasive et l'endommagement par corrosion des parties superficielles. En effet, les lamelles de graphite agissent comme points de concentration de contraintes et, sous effort, favorisent la propagation de la crique ce qui conduit à une diminution des caractéristiques mécaniques et d'allongement. La quantité et le type de lamelles de graphite sont donc déterminants pour les propriétés mécaniques.

Pour palier à ce problème, nous préconisons un revêtement de molybdène déposé par projection thermique à flamme-fil et un traitement thermochimique de nitrocarburation ferritique en bain de sels dans le but d'améliorer les propriétés mécaniques notamment la résistance à l'usure abrasive d'une fonte grise à graphite lamellaire type Ft 25.

Ce présent travail a été mené dans l'objectif principal est d'étudier les effets des deux traitements superficiels déposés séparément pour améliorer d'avantage la microstructure et par conséquent les propriétés d'anti-usure.

En considérant la diversité des paramètres comme le prétraitement des surfaces, la rugosité, la température de la flamme, la distance buse-échantillon, la pression des gaz, la vitesse de défilement de la torche, nous avons pu obtenir un dépôt d'épaisseur environ 80  $\mu\text{m}$  et de rugosité de l'ordre de 10  $\mu\text{m}$ . Ce revêtement de molybdène est caractérisé par une structure lamellaire contenant des oxydes types ( $\text{MoO}_3$ ,  $\text{Mo}_9\text{O}_{26}$ ,  $\text{Mo}_4\text{O}_{11}$ ), des pores et des particules non fondues. Toutefois, l'apport du molybdène à l'aide du procédé flamme-fil a conduit à la formation d'une zone d'interdiffusion qui peut former des intermétalliques renforçant ainsi l'adhérence revêtement-substrat. Comme il a contribué à l'amélioration de la dureté superficielle de 220 HV à 1400 HV. Cette dernière a été confirmée également par les essais de nanoindentation où nous avons relevé les propriétés élastiques tels que le module de Young et le coefficient de Poisson. Outre cela, ce dépôt est caractérisé par une meilleure résistance à l'usure par rapport au substrat.

Dans la deuxième phase de cette étude, nous proposons un traitement de nitrocarburation ferritique en bain de sels en variant le temps de maintien. Le durcissement superficiel optimal a été obtenu à la température 580°C pendant 6h0. Ce traitement nous a permis l'obtention d'une couche nitrurée composée principalement d'une couche de combinaison ( $\epsilon\text{-Fe}_{2-3}\text{N}$  et  $\gamma\text{'-Fe}_4\text{N}$ ) suivie d'une couche de diffusion ( $\alpha\text{+carbures}$ ). Ces couches de quelques dizaines d'épaisseurs de microns ont engendré un niveau de dureté en extrême surface de l'ordre de 750 HV.

L'analyse de la microstructure et du comportement mécanique des systèmes revêtus et des couches nitrocarburrées ont été faites en se servant des techniques d'analyses telles que la microscopie optique et électronique à balayage, la diffraction en incidence rasante des rayons X, la microanalyse des éléments, la microdureté Vickers, la nanoindentation et enfin des tests d'usure par abrasion.

**Mots clés :** Traitements de surface, fonte grise, microstructure, propriétés mécaniques, usure par abrasion.