

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η τεχνολογική πρόοδος στις κατασκευαστικές τεχνικές έχει μετακινήσει τα τελευταία χρόνια μεγάλο όγκο των τεχνολογικά προηγμένων συσκευών σε μικροσκοπικές και νανοσκοπικές κλίμακες. Ορισμένα παραδείγματα είναι οι μικρο- και νανο-ηλεκτρομηχανικές συσκευές (MEMS και NEMS), οι μικρο-ίνες, τα μικροσίπς, οι προστατευτικές επικαλύψεις μηχανολογικών υλικών ή βιοϊατρικών εργαλείων/συσκευών, κ.λπ. Οι τεχνολογίες αυτές βρίσκουν εφαρμογή σε ποικίλους τομείς όπως κοπτικά εργαλεία, επικαλύψεις στην αυτοκινητοβιομηχανία και στη βιομηχανία ηλεκτρονικών συσκευών, στους αισθητήρες, στα εμφυτεύματα κ.α.. Η μελέτη της μηχανικής συμπεριφοράς των συστημάτων αλλά και των μηχανικών ιδιοτήτων των υλικών που τα αποτελούν είναι αναγκαίες για τον κατάλληλο μηχανολογικό σχεδιασμό, τη βελτιστοποίηση τους και για σκοπούς ποιοτικού έλεγχου σε βιομηχανικό επίπεδο.

Η παρούσα εργασία καταγράφει τις διαθέσιμες διαδικασίες που υπάρχουν για τον μηχανικό χαρακτηρισμό των υλικών και προϊόντων σε αυτές τις μικρές κλίμακες. Μετά από μια γενική εξέταση των τεχνικών εναποθέσεων λεπτών υμενίων, χρησιμοποιήθηκε η συσκευή νανοδιείσδυσης (Instrumented Nanoindenter) του Εργαστηρίου 'Μηχανικής και Έλεγχου Υλικών' για να χαρακτηρίσει μια σειρά από δοκίμια κραμάτων τιτανίου, και δυο δοκίμια άμορφου άνθρακα. Κατά τη διάρκεια της εργασίας, μελετήθηκαν οι αρχές λειτουργίας και το θεωρητικό υπόβαθρο που χρειάζεται η συσκευή για συλλογή και ανάλυση δεδομένων.

Τα κράματα τιτανίου που μελετήθηκαν, παρασκευάστηκαν με την τεχνική magnetron sputtering και αποτελούνται από διάφορα ποσοστά νιοβίου και αφνίου. Τα κράματα αυτά έχουν πολύ καλές μηχανικές ιδιότητες, πιο συγκεκριμένα σε σύγκριση με το καθαρό τιτάνιο, αυξάνουν την σκληρότητα τους και επιδεικνύουν καλύτερη συμπεριφορά σε ερπυσμό. Τα κράματα TiNb και TiNbHf μειώνουν το μέτρο ελαστικότητας σε σύγκριση με το καθαρό τιτάνιο, ενώ τα κράματα TiHf το αυξάνουν.

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε είναι γενική και μπορεί να εφαρμοστεί σε άλλα συστήματα υλικών και εφαρμογών. Για σκοπούς επίδειξης παραθέτουμε προκαταρκτικά αποτελέσματα σε νανοςύνθετα υμένα άμορφου άνθρακα με 25% άργυρο και υμένα νανοαφρού άνθρακα.

ABSTRACT

Recent technological advancements in manufacturing techniques have shifted the bulk of technologically important devices into the submicron regime. Examples include the micro- and nano-electromechanical devices (MEMS and NEMS), micro-fibers, microchips, protective coatings for biomedical materials or engineering tools/equipment. These technologies find application in various areas such as cutting tools, coatings in automotive and industrial electronics, in sensors, in implants, etc. The study of the mechanical response of the systems as well as the mechanical properties of the materials that they are composed of are essential for their design, optimization and quality control purposes on an industrial scale.

This thesis elaborates on the available procedures for the mechanical characterization of materials and products at these small scales. After a general examination of the thin films deposition techniques, we used the Instrumented Nanoindenter located in the Laboratory of Mechanics and Testing of Materials to characterize a series of titanium alloys and two samples of amorphous carbon. In this thesis the operating principles as well as the theoretical background required for data collection and analysis are presented.

Binary and ternary Titanium alloys consisting of various percentages of niobium and hafnium were prepared by magnetron sputtering. The alloys exhibited superior mechanical response in comparison to pure titanium: the hardness of the alloys increased and their creep behavior significantly improved. TiNb and TiNbHf alloys tend to reduce the elastic modulus compared to pure titanium, which is favorable for implant applications, while TiHf alloys increase the material stiffness.

The presented procedure is general and could be equally applied to other materials and systems. For the purposes of illustration we present preliminary results on an amorphous carbon-silver (a-C:Ag) nanocomposite thin film and a carbon nanofoam thin film.