

Βιβλιογραφική Διερεύνηση Ιδιοτήτων Υλικών Υποψήφια για Χρήση σε Κρυογενικές Συνθήκες

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η μηχανική των κρυογενικών διεργασιών, αποτελεί έναν ραγδαία εξελισσόμενο κλάδο τα τελευταία χρόνια. Ο λόγος για αυτό είναι η προοπτική που έχει προκύψει για την αξιοποίηση των κρυογενικών θερμοκρασιών για την ψύξη μηχανολογικών συστημάτων, αλλά και την χρήση των ίδιων των κρυογόνων. Η διερεύνηση, επομένως, των διαδικασιών ψύξης και ασφαλούς χρήσης των κρυογενικών θερμοκρασιών, της επίδρασής τους στα συστήματα που λειτουργούν σε αυτές τις συνθήκες, αλλά και της επίδρασης στις ιδιότητες και την συμπεριφορά των υλικών, κρίνεται απαραίτητη.

Στην παρούσα σπουδαστική εργασία, γίνεται αρχικά, μια εισαγωγή στις έννοιες των κρυογενικών θερμοκρασιών, των κρυογόνων αλλά και της μηχανικής των κρυογενικών διεργασιών. Παρουσιάζονται οι βασικότερες εφαρμογές που απαιτούν κρυογενικές συνθήκες λειτουργίας, ενώ δίνεται έμφαση στην διερεύνηση των δεξαμενών αποθήκευσης και μεταφοράς υγρού υδρογόνου, και στην ανάγκη για περεταίρω έρευνα της συμπεριφοράς των υλικών κατασκευής τους. Έπειτα, γίνεται μια βιβλιογραφική ανασκόπηση για την μεταβολή των ιδιοτήτων ορισμένων βασικών κατηγοριών υλικών σε κρυογενικές θερμοκρασίες. Ειδικότερα, διερευνάται η συμπεριφορά των μετάλλων και συγκεκριμένα ορισμένων κραμάτων τους όπως ο ανοξείδωτος χάλυβας, τα κράματα αλουμινίου και τα κράματα τιτανίου, ορισμένων θερμοπλαστικών πολυμερών όπως το Polyether Ether Ketone, το Polytetrafluoroethylene και το Polyimide και η έρευνα καταλήγει στην μελέτη των

σύνθετων υλικών ενισχυμένων με ίνες. Τέλος, παρουσιάζονται οι λόγοι επιλογής των σύνθετων υλικών στις σύγχρονες κρυογενικές εφαρμογές λόγω των ανώτερων ιδιοτήτων τους καθώς και ορισμένοι βασικοί μηχανισμοί αστοχίας που παρατηρούνται σε αυτές τις συνθήκες λειτουργίας.

Μέσω της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, παρατίθενται για όλες τις κατηγορίες υλικών τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά που προσφέρουν με την χρήση τους, ενώ δίνεται έμφαση στην ανάγκη για περεταίρω διερεύνηση των ιδιοτήτων των πολυμερών σε αυτές τις θερμοκρασίες, με σκοπό την ανάπτυξη βελτιωμένων σύνθετων υλικών. Το συμπέρασμα που προκύπτει, είναι πως η επιλογή των σύνθετων υλικών για τις σύγχρονες κρυογενικές εφαρμογές αποτελεί την πιο βιώσιμη επιλογή με τις μεγαλύτερες προοπτικές χρήσης.

Λέξεις κλειδιά: Κρυογενικές Θερμοκρασίες, Σύνθετα Υλικά, Δεξαμενές Αποθήκευσης
Υδρογόνου υπό Πίεση, Μηχανικές Ιδιότητες

ABSTRACT

Literature Investigation of Properties of Materials Candidate for Use in Cryogenic Conditions

Giouni Vasiliki

The engineering of cryogenic processes has been a rapidly evolving field in recent years. The reason for this is the potential that has emerged for the utilization of cryogenic temperatures for cooling engineering systems, and the use of cryogenics themselves. Investigation, therefore, of the cooling processes and safe use of cryogenic temperatures, their effect on the systems operating under these conditions, and the effect on the properties and behavior of materials, is considered necessary.

In this thesis, firstly, an introduction to the concepts of cryogenic temperatures, cryogenics and the mechanics of cryogenic processes is given. The main applications requiring cryogenic operating conditions are presented, and emphasis is placed on the investigation of liquid hydrogen storage and transport tanks, and the need for further research into the behavior of their materials of construction. A literature review is then conducted on the variation of properties of some key classes of materials at cryogenic temperatures. In particular, the behavior of metals and in particular some of their alloys such as stainless steel, aluminum alloys and titanium alloys, some thermoplastic polymers such as Polyether Ether Ketone, Polytetrafluoroethylene and Polyimide are investigated and the research concludes with the study of fiber-reinforced composites. Finally, the reasons behind the choice of composites in modern cryogenic applications due to their superior properties and some basic failure mechanisms observed in these operating conditions are presented.

Through the literature review, the advantages and disadvantages of all classes of materials are listed, and emphasis is placed on the need for further investigation of

the properties of polymers at these temperatures in order to develop improved composites. It is concluded that the choice of composites for modern cryogenic applications is the most viable option with the greatest potential for use.

Keywords: Cryogenic Temperatures, Composite Materials, Hydrogen Storage Pressure
Vessels, Mechanical Properties