



**ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΘΕΜΑΤΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ  
ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ ΕΤΟΥΣ 2013 - 2014**

Θέμα No 1

**Επίδραση της βλάβης λόγω κόπωσης στην ικανότητα του κράματος αλουμινίου  
2024-T3 για ανοχή στη βλάβη**

Το αεροναυπηγικό κράμα αλουμινίου 2024-T3 είναι κατ' εξοχήν ευρύτερα χρησιμοποιούμενο κράμα αλουμινίου στην άτρακτο και τα φτερά του αεροσκάφους. Κύριος μηχανισμός για την αστοχία – θραύση του εν λόγω υλικού είναι (α) η κόπωση (η οποία προκύπτει από τις συνεχόμενες απογειώσεις – πλοηγήσεις – προσγειώσεις του αεροσκάφους), (β) η δημιουργία μικρο-ρωγμών στην μικροδομή του υλικού και (γ) η διάδοση μιας ρωγμής μέχρι την τελική θραύση του υλικού. Αρκετοί Ευρωπαϊκοί ερευνητικοί φορείς, έχουν καταγράψει την συμπεριφορά της διάδοσης της ρωγμής σε κράμα αλουμινίου 2024-T3 'αναφοράς', δηλαδή σε υλικό που δεν έχει υποστεί προγενέστερη μηχανική καταπόνηση κόπωσης.

Στην παρούσα εργασία, θα μελετηθεί η επίδραση της προγενέστερης βλάβης κόπωσης στις εφελκυστικές μηχανικές ιδιότητες, στην δυσθραυστότητα καθώς και στο ρυθμό διάδοσης ρωγμής σε κόπωση του υλικού. Το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής εργασίας βρίσκεται την παρούσα περίοδο στην αιχμή των τεχνολογικών ερευνών και περιλαμβάνει εργαστηριακές δοκιμές καθώς και θεωρητική διερεύνηση.

---

Θέμα No 2

**Επίδραση των θερμικών κατεργασιών στην ικανότητα του ελατού κράματος  
αλουμινίου 2024-T3 για ανοχή στη βλάβη.**

Το κράμα αλουμινίου 2024-T3 χρησιμοποιείται ευρέως σε αεροναυπηγικές εφαρμογές κυρίως λόγω της μεγάλης ικανότητάς του για ανοχή στη βλάβη. Το τελευταίο εκλαμβάνεται ως η ικανότητα του υλικού να φέρει τα λειτουργικά μηχανικά φορτία με ασφάλεια, παρά την ύπαρξη βλάβης στην δομή του, δηλαδή στην προκειμένη περίπτωση μικρο-ρωγμές. Είναι γνωστό από την ανοικτή βιβλιογραφία πως με τις θερμικές



κατεργασίες στερεής διαλυτοποίησης και τεχνητής γήρανσης μεταβάλλονται οι εφελκυστικές μηχανικές ιδιότητες του εν λόγω υλικού. Τα χαρακτηριστικά της μικροδομής που σχηματίζονται έχουν εκτενώς συσχετιστεί με τις παραπάνω μηχανικές ιδιότητες. Ωστόσο δεν έχει πραγματοποιηθεί στην βιβλιογραφία σαφής συσχετισμός μεταξύ της μικροδομής και της ικανότητας του κράματος αλουμινίου 2024 για ανοχή στη βλάβη. Στην παρούσα Διπλωματική εργασία θα πραγματοποιηθούν συγκεκριμένες θερμικές κατεργασίες και θα εξεταστεί η επίδρασή τους στην μικροδομή, το ρυθμό διάδοσης ρωγμής καθώς και τη δυσθραυτότητα του υλικού.

---

Θέμα Νο 3

### **Επίδραση της συνέργειας της βλάβης κόπωσης και διάβρωσης στις απομένουσες μηχανικές ιδιότητες του κράματος αλουμινίου 2024.**

Το αεροναυπηγικό κράμα αλουμινίου 2024-T3 είναι κατ' εξοχήν ευρύτερα χρησιμοποιούμενο κράμα αλουμινίου στην άτρακτο και τα φτερά του αεροσκάφους. Από τα κύρια προβλήματα που συναντούν οι μηχανικοί συντήρησης του αεροσκάφους είναι η βλάβη λόγω κόπωσης (45%), η βλάβη λόγω κρούσης (20%) και η βλάβη λόγω διάβρωσης (35%). Κύριος μηχανισμός για την αστοχία – θραύση του εν λόγω υλικού είναι οι επαναλαμβανόμενες μηχανικές φορτίσεις που προκύπτουν από τον σύνηθες κύκλο καταπόνησης της απογείωσης – πλοήγησης – προσγείωσης του αεροσκάφους. Η καταπόνηση αυτή οδηγεί το υλικό σε κόπωση κατά την οποία (α) δημιουργούνται μικρο-ρωγμές στην επιφάνεια του υλικού και (β) η διαδίδεται μια εκ αυτών μέχρι την τελική θραύση του υλικού.

Η διάβρωση στο υλικό 2024-T3 της ατράκτου εστιάζεται στις μηχανικές συνδέσεις μεταξύ των ελασμάτων. Η συνηθέστερη μορφή διάβρωσης είναι η διάβρωση αποφλοίωσης, η οποία αρχικά προκαλεί μικρορωγμές κάτω από την επιφάνεια του ελάσματος και στα τελικά της στάδια προκαλεί την αποφλοίωση υλικού του ελάσματος. Η διάβρωση πλέον της υποβάθμισης λόγω της δημιουργίας των μικρορωγμών, προκαλεί υποβάθμιση ψαθυροποίησης λόγω διάχυσης υδρογόνου. Το φαινόμενο της συνέργειας μεταξύ των μικρο-ρωγμών της κόπωσης και του διαβρωτικού περιβάλλοντος είναι πολύ πιθανό και



μπορεί να έχει μοιραία αποτελέσματα, π.χ. το θανατηφόρο ατύχημα των ΑΛΟΗΑ αερογραμμών.

Στην παρούσα εργασία θα πραγματοποιηθούν μηχανικές δοκιμές κόπωσης σε δοκίμια για διάφορα ποσοστά βλάβης κόπωσης. Στην συνέχεια τα δοκίμια θα εκτεθούν για συγκεκριμένους χρόνους σε διαβρωτικό περιβάλλον για να προσομοιαστεί η βλάβη λόγω διάβρωσης που υφίστανται οι αεροπορικές κατασκευαστικές δομές. Στα παραπάνω δοκίμια θα πραγματοποιηθούν μηχανικές δοκιμές εφελκυσμού και δυσθραυστότητας για να καθοριστούν οι απομένουσες μηχανικές ιδιότητες του υλικού. Θα ποσοτικοποιηθεί η υποβάθμιση του υλικού, η οποία θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά το σχεδιασμό των αεροπορικών κατασκευαστικών στοιχείων.

---

Θέμα Νο 4

#### **Επίδραση των θερμικών κατεργασιών στην ικανότητα του ελατού κράματος αλουμινίου 2024-T3 για αντίσταση στην διάβρωση.**

Το κράμα αλουμινίου 2024-T3 χρησιμοποιείται ευρέως σε αεροναυπηγικές εφαρμογές κυρίως λόγω της σχετικά υψηλών μηχανικών ιδιοτήτων του. Είναι γνωστό από την ανοικτή βιβλιογραφία πως με τις θερμικές κατεργασίες στερεής διαλυτοποίησης και τεχνητής γήρανσης μεταβάλλονται οι εφελκυστικές μηχανικές ιδιότητες του εν λόγω υλικού. Αυτό οφείλεται κυρίως στην καταστροφή της κυρίαρχης μικροδομής του υλικού, όπως είχε κατασκευαστεί από τα έλαστρα παραγωγής. Στην παρούσα Διπλωματική εργασία θα πραγματοποιηθούν συγκεκριμένες θερμικές κατεργασίες σε διαφορετικά δοκίμια εφελκυσμού για να παραχθούν συγκεκριμένες μικροδομές (π.χ. η θ'' φάση) στο υλικό. Στη συνέχεια τα δοκίμια θα εκτεθούν σε διαβρωτικό διάλυμα και σύμφωνα με διεθνείς προδιαγραφές για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Με το πέρας της διάβρωσης, τα δοκίμια θα υποβληθούν σε πειραματική δοκιμή εφελκυσμού για να αξιολογηθεί το ποσοστό απομείωσης αυτών λόγω της επιβαλλόμενης διάβρωσης. Στη συνέχεια τα αποτελέσματα θα συσχετιστούν με τα χαρακτηριστικά της μικροδομής για να εξαχθούν τα συμπεράσματα της εργασίας.



## Θέμα Νο 5

### **Επίδραση του ποσοστού προσθήκης γραφενίου στις μηχανικές και ηλεκτρικές ιδιότητες πολυμερικής μήτρας συνθέτου υλικού.**

Από το 2020 και πλέον, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει σαφείς στόχους για την αεροναυπηγική: τα αεροσκάφη θα πρέπει να είναι φιλικά προς το περιβάλλον, δηλαδή πρέπει να καταναλώνουν λιγότερα καύσιμα και να ρυπαίνουν ελάχιστα. Επιπρόσθετα, από τους κύριους στόχους είναι και η κατασκευή του "έξυπνου" αεροπλάνου, το οποίο θα καταλαβαίνει κατά την διάρκεια της πτήσης εάν έχει πραγματοποιηθεί κάποια βλάβη στα δομικά κατασκευαστικά στοιχεία του και θα ειδοποιεί τους τεχνικούς για επιδιόρθωση μόλις προσγειωθεί. Τα σύνθετα υλικά καταλαμβάνουν ποσοστό περί το 40% επι των υλικών που χρησιμοποιούνται στα πολιτικά αεροσκάφη ενώ στα μαχητικά αεροσκάφη το ποσοστό τους ξεπερνά το 90%.

Οι ερευνητές την τελευταία δεκαετία, προσπαθούν να βρουν χρήσεις στα τελευταία επιτεύγματα της νανοτεχνολογίας, τα γραφένια, δηλαδή αλλοτροπικές μορφές του άνθρακα. Έχει αποδειχτεί ότι η προσθήκη διάφορων μορφών / δομών άνθρακα (π.χ. οι νανοσωλήνες άνθρακα) σε ρητίνες τις καθιστά ηλεκτρικά αγωγίμες. Τέτοια υλικά είναι ιδιαίτερα καινοτόμα, καθώς όταν μεταβάλλεται η μηχανική τους παραμόρφωση, μεταβάλλεται ταυτόχρονα η ηλεκτρική τους αγωγιμότητα, και επομένως είναι δυνατή η εκτίμηση του μηχανικού φορτίου στα δομικά κατασκευαστικά του αεροσκάφους κατά την διάρκεια της πτήσης μέσω των ηλεκτρικών μετρήσεων.

Στα πλαίσια της παρούσας Διπλωματικής εργασίας θα κατασκευαστούν δοκίμια από σύνθετο υλικό με ενσωματωμένα διαφορετικά αισθητήρια. Τα υλικά θα παραχθούν στο Εργαστήριο Συνθέτων Υλικών της Ελληνικής Αεροπορικής Βιομηχανίας. Θα πραγματοποιηθεί βασικός χαρακτηρισμός των μηχανικών ιδιοτήτων του υλικού και θα καταγραφεί η συσχέτιση μεταξύ μηχανικού φορτίου που επιβάλλεται στο υλικό και ηλεκτρικής αγωγιμότητας του αισθητηρίου.