



ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΠΟΞΙΚΗ ΜΗΤΡΑ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΜΕ ΝΑΝΟΣΩΜΑΤΙΔΙΑ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑ ΜΑΖΑ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

ΖΑΦΕΙΡΟΠΟΥΛΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ

A.M.:6739

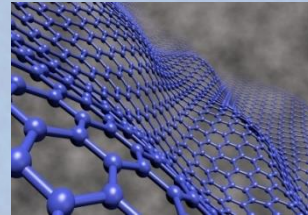
ΜΑΡΤΙΟΣ 2019

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Βασίλειος Κωστόπουλος

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ

Χριστίνα Κωσταγιαννακοπούλου



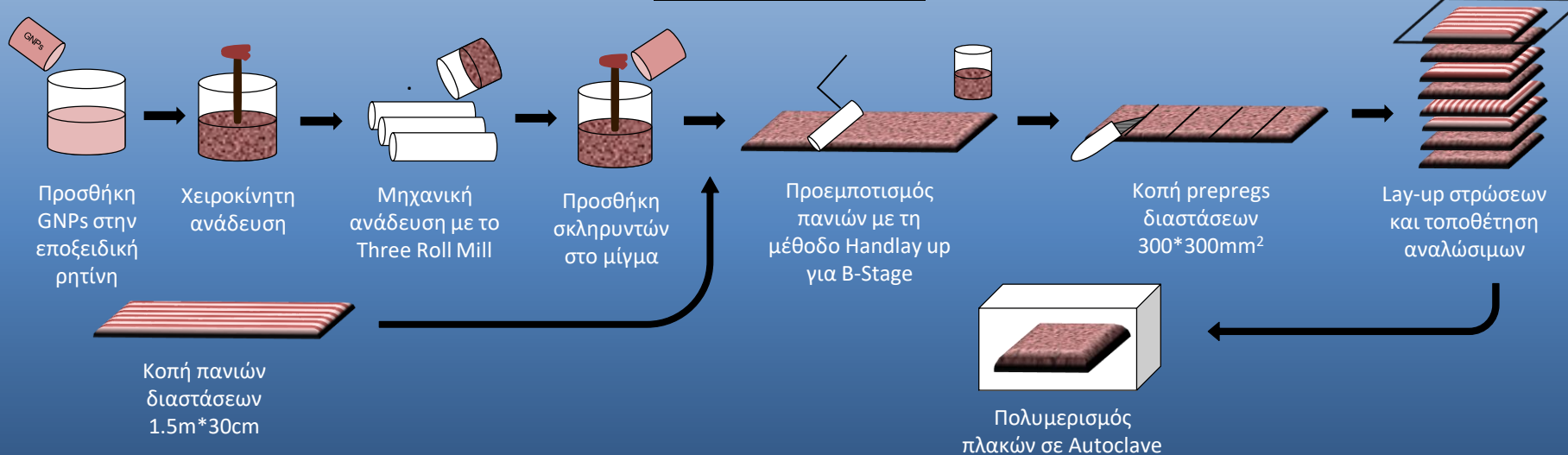
ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στην μελέτη των μηχανικών και θραυστομηχανικών ιδιοτήτων συνθέτων υλικών πολυμερικής μήτρας νανο-ενισχυμένης με ολιγοστρωματικά γραφένια, χημικώς τροποποιημένα και μη. Για το λόγο αυτό πραγματοποιήθηκε η παρασκευή ινώδων σύνθετων υλικών (CFRPs). Αρχικά πραγματοποιήθηκαν δοκιμές εφελκυσμού σε συμμετρική $\pm 45^\circ$ πολύστρωτη πλάκα μελετώντας την αντοχή σε διάτμηση των εν λόγω υλικών. Τα ολιγοστρωματικά γραφένια που χρησιμοποιήθηκαν σαν ενίσχυση ήταν 8 γραφιτικών επιπέδων (GNPs_8L) και 4 γραφιτικών επιπέδων χημικώς τροποποιημένα με καρβοξυλικές ρίζες (COOH-GNPs_4L), τα οποία εισήχθησαν στην ίδια κατά βάρος περιεκτικότητα, 0.5%w, στο εσωτερικό της μήτρας. Εν συνέχεια, αφού διαπιστώθηκε ότι η εισαγωγή των νανο-σωματιδίων αυτών δεν επέφερε στο υλικό υποβάθμιση των μηχανικών του ιδιοτήτων, πραγματοποιήθηκαν οι θραυστομηχανικές δοκιμές τύπου I και II (Mode I & Mode II) με σκοπό τη μέτρηση του κρίσιμου ρυθμού απελευθέρωσης ενέργειας. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω αποτελέσματα στη μελέτη των θραυστομηχανικών ιδιοτήτων επιλέχθηκαν τα COOH-GNPs_4L στις κατά βάρος περιεκτικότητες 0.5 και 1%w, η προσθήκη των οποίων δεν επηρέασε σημαντικά την διαστρωματική αντοχή σε θραύση του CFRP και στους δύο τύπους. Ωστόσο, η χρήση των νανο-σωματιδίων στην περιεκτικότητα 1%w, προκάλεσε τις οριακές αυξήσεις 8 και 11% στις τιμές G_{IC} και G_{IIC} αντίστοιχα. Δεδομένου ότι τα παραπάνω αποτελέσματα δεν ήταν ικανοποιητικά, χρησιμοποιήθηκε και ένας τρίτος τύπος ολιγοστρωματικών γραφενίων, τα HDPLAS-GNPs_4L, στην κατά βάρος περιεκτικότητα 0.5%w. Τα αποτελέσματα ήταν ιδιαίτερα ενθαρρυντικά, αφού με την προσθήκη των εν λόγω νανο-σωματιδίων προκλήθηκαν οι αυξήσεις 54 και 28% στις τιμές G_{IC} και G_{IIC} αντίστοιχα.

Ιδιότητες Ολιγοστρωματικών Γραφενίων (GNPs)

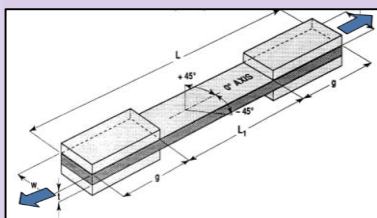
- ✓ Υψηλό μέτρο ελαστικότητας
- ✓ Μεγάλη δυσκαμψία
- ✓ Υψηλή αντοχή σε θραύση
- ✓ Πολύ καλή θερμική αγωγιμότητα
- ✓ Πολύ καλή ηλεκτρική αγωγιμότητα

Παρασκευή Πλακών

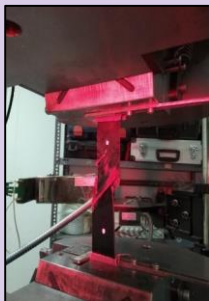


Μηχανικό Πείραμα Εφελκυσμού $\pm 45^\circ$

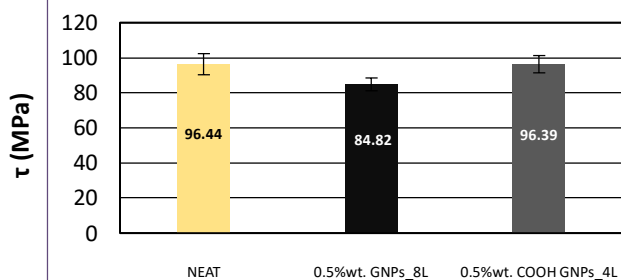
Standard AITM 1-0002



Αστοχία δοκιμίου



Αντοχή σε Διάτμηση (τ)



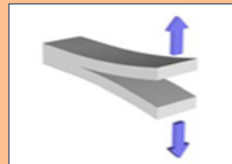
ΔΟΚΙΜΙΑ

Συμπεράσματα

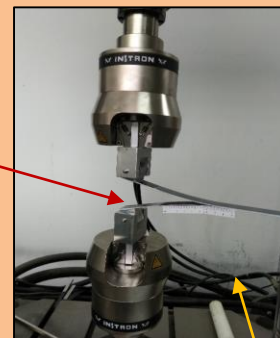
- Η προσθήκη 0.5% w_t GNPs_8L και 0.5% w_t COOH-GNPs_4L στο εσωτερικό της μήτρας δεν επηρέασε την αντοχή σε διάτμηση (τ) του αρχικού CFRP.
- Καλύτερη ενισχυτική δράση για τα G_{IC} και G_{IIC} είχαν τα 0.5% w_t HDPAS-GNPs_4L με αντίστοιχη αύξηση 54% και 28%.
- Η προσθήκη 0.5% w_t COOH-GNPs_4L παρουσίασε μείωση στο G_{IC} κατά 6% και αύξηση στο G_{IIC} κατά 4%, ενώ τα 1% w_t COOH-GNPs_4L παρουσίασαν αύξηση και στο G_{IC} και στο G_{IIC} κατά 8% και 11% αντιστοίχως.

Πείραμα Mode I

Standard ASTM D 5528

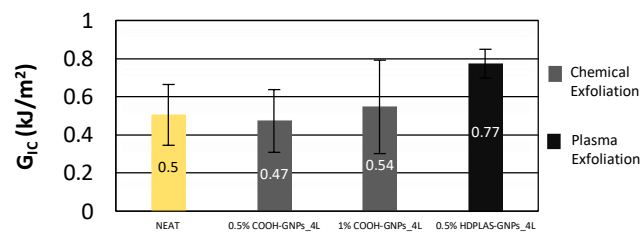


Φύλλο Teflon



Δοκίμιο Double Cantilever Beam (DCB)

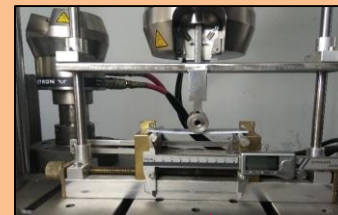
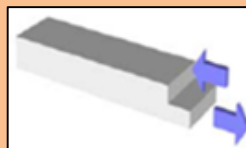
Αντοχή σε θραύση τύπου I (G_{IC})



ΔΟΚΙΜΙΑ

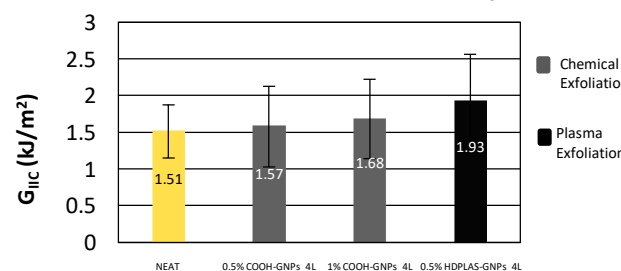
Πείραμα Mode II

Standard AITM 1.0006



Δοκίμιο Edge-Notched Flexure (ENF)

Αντοχή σε θραύση τύπου II (G_{IIC})



ΔΟΚΙΜΙΑ