

ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ – ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

Γ. Παναγόπουλος
Καθηγητής Εφαρμογών, ΤΕΙ Σερρών

Σύνθετα Υλικά

Ορισμός

$$\Sigma = A + B$$

$$\Sigma = \text{Ίνες} + \text{Ρητίνη}$$

Τα σύνθετα υλικά αποτελούνται από ίνες υψηλής εφελκυστικής αντοχής εμποτισμένες με “θερμοσκληρυνόμενη ρητίνη”

Οι συνήθεις τύποι ινών που χρησιμοποιούνται είναι από γυαλί ή αραμίδιο ή άνθρακα. Νέοι τύποι ινών είναι υπό διερεύνηση (π.χ. βασάλτης).

Σύνθετα Υλικά

Σύνθετα υλικά από ινοπλισμένα πολυμερή
Fiber Reinforced Polymer composites

Υλικά



Ίνες Άνθρακα



Ίνες Γυαλιού



Ίνες Αραμιδίου



Ρητίνες



Φίλερ

Εφαρμογές

- Ράβδοι ή πλέγματα ως οπλισμός
- Τένοντες προέντασης
- Υφάσματα ή ελάσματα για ενίσχυση στοιχείων
- Ειδικές ολόσωμες κατασκευές

Γιατί τα Σύνθετα Υλικά;

- Υψηλή εφελκυστική αντοχή
- Μικρό βάρος
- Υψηλή αντοχή σε διάβρωση
- Ουδέτερα σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία

Τυπικές Ιδιότητες Ινών Σύνθετων Υλικών

Ίνες	Πυκνότητα (kg/m ³ x 10 ³)	Μέτρο Ελαστικότητας (GPa)	Εφελκ.Αντοχή (MPa)	Παραμόρφ.Αστοχίας (%)
Άνθρακα				
Υψηλής αντοχής	1.80	215-235	3500-4800	1.40-2.00
Πολύ υψηλής αντοχής	1.80	215-235	3500-6000	1.50-2.30
Υψηλού μέτρου ελαστικότητας	1.90	350-500	2500-3100	0.50-0.90
Πολύ υψηλού μέτρου ελαστικότητας	1.90	500-700	2100-2400	0.20-0.40
Γυαλιού				
Τύπου E	2.55	70-75	1900-3000	3.00-4.50
Τύπου S	2.45	85-90	3500-4800	4.50-5.50
Αραμιδίου				
Χαμηλού μέτρου ελαστικότητας	1.45	70-80	3500-4100	4.30-5.00
Υψηλού μέτρου ελαστικότητας	1.45	115-130	3500-4000	2.50-3.50
Χάλυβας	7.86	200	400-1700	12.0-25.0

$$E_{FRP} = E_f V_f + E_r V_r \quad f_{FRP} \approx f_f V_f + f_r V_r$$

6

Αδυναμίες Σύνθετων Υλικών

- Παντελής έλλειψη ολκιμότητας
- Χαμηλή αντίσταση σε μέτριες και υψηλές θερμοκρασίες
 - Θερμοκρασία μετάπτωσης υάλου (60°C)
 - Η ρητίνη καίγεται (200-250)°C
- Η εφελκυστική αντοχή των υλικών μειώνεται σημαντικά, όταν βρίσκονται σε μόνιμη τάση
- Ανθεκτικότητα σε διάρκεια;
 - Υπεριώδης ακτινοβολία
 - Αυξομειώσεις της θερμοκρασίας
 - Δράση χημικών

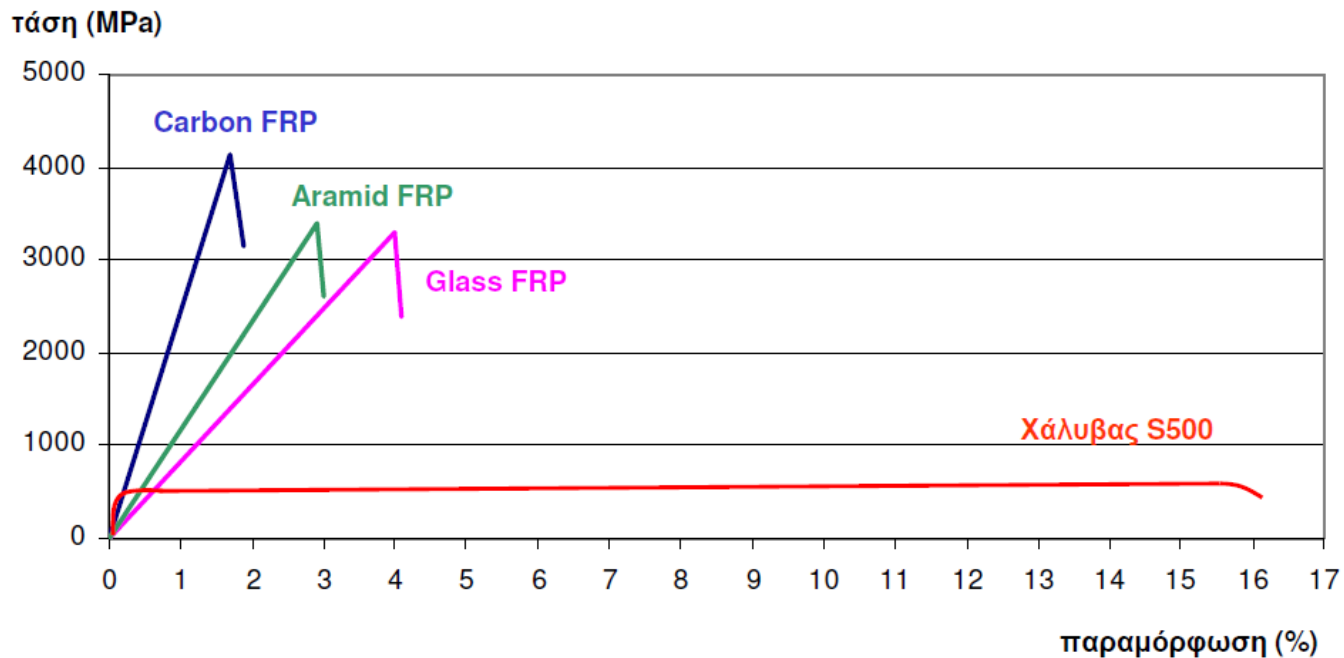
Ποιοτική Αξιολόγηση Ινοπλισμένων Πολυμερών

Χαρακτηριστικό	ΙΟΠ-Άνθρακας	ΙΟΠ-Αραμιδίου	ΙΟΠ-Γυαλιού
Ανθεκτικότητα σε διάρκεια	πολύ καλή	καλή	οριακή
Αντοχή σε κόπωση	πολύ καλή	καλή	οριακή
Ανθεκτικότητα σε αλκαλικό περιβάλλον	πολύ καλή	καλή	ακατάλληλο υλικό
Αντοχή σε κρούση	μικρή	πολύ καλή	καλή
Αντοχή σε φθορά λόγω τριβής	μέτρια	πολύ καλή	καλή
Γαλβανικό φαινόμενο	ναι	όχι	όχι
Αντοχή σε υπεριώδεις ακτινοβολίες	καλή	μικρή	καλή
Πυκνότητα ($\text{kg}/\text{m}^3 \times 10^3$)	~1.80	~2.50	~1.50
Κόστος (συγκριτικά μεταξύ τους)	υψηλό	μέτριο	χαμηλό
Αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες	(800-1600) °C	200°C	(300- 1000) °C

Γιατί Τελικά Έχουν Περιορισμένη Εφαρμογή στη Πράξη;

- Υψηλό κόστος
- “Υψηλής Κλάσης” αντίπαλος ο χάλυβας
- Έλλειψη εγκεκριμένων προδιαγραφών & προτύπων (κώδικας για το σχεδιασμό)

Σχεδιασμός με Οπλισμό από Σύνθετα Υλικά



Παρατήρηση: όχι για ανάληψη θλιπτικών δυνάμεων

Σύνθετα Υλικά

Με την εφαρμογή των σύνθετων υλικών μπορεί να επιτευχθεί σημαντική αύξηση της καμπτικής και διατμητικής αντοχής με επιβολή εξωτερικής περίσφιγξης (γραμμικά στοιχεία) αύξηση θλιπτικής αντοχής σκυροδέματος, αύξηση πλαστιμότητας στοιχείου με πρακτικά μηδενική επιβάρυνση του βάρους τους

Απαραίτητη προϋπόθεση του σχεδιασμού ενίσχυσης με χρήση σύνθετων υλικών είναι ο αποκλεισμός της αποκόλλησης του ινοπλισμένου πολυμερούς από την επιφάνεια του στοιχείου που ενισχύεται κατά την επιβολή των φορτίων