

Εισαγωγή στη Μηχανική των Υλικών

Διδάσκουσα:

- Παπανικολάου Αικατερίνη, Αναπλ. Καθηγήτρια (Γραφείο 7.5)

Δομή μαθήματος

Θεωρητικές Ασκήσεις

Εργαστηριακές Ασκήσεις

+ **Εργαστηριακές Ασκήσεις**

Δρ. Σωτήριος Δήμης
Εντεταλμένος Διδάσκων



Βαθμολογία

ΤΡΟΠΟΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΩΝ ΦΟΙΤΗΤΩΝ ΚΑΙ ΤΕΛΙΚΗΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

Από το ακαδημαϊκό έτος 2020-21 και στο μέλλον, η αξιολόγηση των φοιτητών και η επίσημη του τελικού βαθμού για το μάθημα θα γίνεται με τρόπο διαφορετικό από το παρελθόν, όπως περιγράφεται ακολούθως.

ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΠΡΩΤΟΕΤΗΣ ΦΟΙΤΗΤΕΣ

Ο τελικός βαθμός υπολογίζεται ως εξής: $\frac{1}{2} \cdot \text{ΤΥΛΕ} + \frac{1}{2} \cdot \text{Εργ} + 0.1 \cdot \text{ΕργΑσκ}$, όπου:

ΤΥΛΕ = Βαθμός τελικής γραπτής εξέτασης Ιανουαρίου (6 Σεπτεμβρίου, για όποιον αποσπαστεί) **Εξέταση** για την εξέταση αυτή είναι τα Κεφάλαια 1-5 των Σημειώσεων στο μάθημα.

Εργ = Βαθμός ενδιάμεση (50%), ενός του εαρινού (εαρινού) γραπτού εξέτασης επί των κεφαλαίων 6 και 7 των Σημειώσεων στο μάθημα. **Εξέταση** για την εξέταση αυτή θα δοθεί με τη μορφή παραδοθέντων εργασιών κριτικής έναντι ενός ή δύο άρθρων. Προσέλευση για την παραδοθέντων εργασιών κριτικής είναι η παρακολούθηση του ημι-εξαμήνου εργαστηρίου (στο κάθε εργαστήριο κριτικής παρουσιάζονται).

Οι πρωτεύοντες φοιτητές έχουν δικαίωμα συμμετοχής στην τελική γραπτή εξέταση Ιανουαρίου μόνο εάν η παρουσίαση σε έναν παραδοθέντων εργασιών κριτικής. Αυτό δεν ισχύει για την επόμενη (1η) εξέταση Σεπτεμβρίου.

Επισημαίνεται ότι το άθροισμα $\frac{1}{2} \cdot \text{ΤΥΛΕ} + 0.1 \cdot \text{ΕργΑσκ}$ θα κρατείται για κάθε φοιτητή σε βάση δεδομένων έως ότου μπει στην εξέταση ΤΥΛΕ. Η βαθμολογία που απορρέει αυτού που απορρέει από τον $\frac{1}{2} \cdot \text{ΤΥΛΕ} + 0.1 \cdot \text{ΕργΑσκ}$ μετράται κατά 50% στην τελική βαθμολογία του μαθήματος. Έτσι, η $\frac{1}{2} \cdot \text{ΤΥΛΕ} + 0.1 \cdot \text{ΕργΑσκ}$ θα μετράει κατά 30% στην τελική βαθμολογία, ενώ η παρουσίαση της τελικής εξέτασης αυξάνεται στο 20% της $\frac{1}{2} \cdot \text{ΤΥΛΕ} + 0.1 \cdot \text{ΕργΑσκ}$ ο τελικός βαθμός φοιτητών σε έτος μεγαλύτερο του πρώτου υπολογίζεται ως $\frac{1}{2} \cdot \text{ΤΥΛΕ} + 0.1 \cdot \text{ΕργΑσκ}$.

Βαθμολογία

Κύρια σημειώσεις: Η μη συστηματική ενσωμάτωση του φοιτητή με το μάθημα και τις απαιτήσεις του (ενδιάμεση εξέταση και εργαστήριο) στη διάρκεια του εξαμήνου θα έχει αρνητικές επιπτώσεις στον υπολογισμό του τελικού βαθμού. Οι επιπτώσεις αυτές, αν και αμείβονται κάπως, δεν ελαττώνονται μετά το 1^ο έτος.

ΓΙΑ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΩΝ ΕΤΩΝ

Τα παραπάνω θα ισχύουν **ΔΙΑΡΚΩΣ** (έως ότου ο φοιτητής «περάσει» το μάθημα) για όλους τους φοιτητές που εισήχθησαν στο 1^ο έτος τον Οκτώβριο 2020 και μετά. Δεν ισχύουν για τους φοιτητές που εισήχθησαν στο 1^ο έτος τον Οκτώβριο 2019 ή νωρίτερα. Για τους φοιτητές ο τελικός βαθμός υπολογίζεται μόνο βάσει της επίδοσης στην τελική γραπτή εξέταση.

Εργαστηριακές Ασκήσεις

- 8 ομάδες
- Κάθε Παρασκευή
- 1^ο Εργαστήριο ????
- Πληροφορίες από το e-class
- Παράδοση Τεχνικών Εκθέσεων / Εργαστηριακών Ασκήσεων

<https://eclass.upatras.gr/courses/CIV1514/>

Ημερολόγιο

| Μηνιαίο Βαθμολογία | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------|----|----|----|----|----|
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 |
| 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 19 |
| 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 27 | 28 | | | | |

● Γραπτός
● Εργαστήριο
● Πρωτοετής εξετάσεις
● Εξαμηνιαία

Συγγράμματα

Μηχανική των Υλικών – Μέρος I

(Κεφ. 1 – 6) υπό Αθανασίου Χ. Τριανταφύλλου

Μην είχατε για εμένα καλύτερη γνώση Τεχνικής Μηχανικής – Στατικής !!!
Μακάρι να είχα ανοίξει και κανένα άλλο βιβλίο με παραδείγματα και ασκήσεις





Εισαγωγή στη Μηχανική των Υλικών

Structural Engineering


Μηχανική των Υλικών Τεχνική Μηχανική Στατική - Δυναμική

Περιεχόμενα

1. Ορθές και διατμητικές τάσεις, σχεδιασμός δομικών στοιχείων
2. Αξονική καταπόνηση
3. Γενικευμένες σχέσεις τάσεων – παραμορφώσεων, λεπτότοιχα κελύφη
4. Μετασχηματισμοί τάσεων και παραμορφώσεων
5. Θεωρία αστοχίας υλικών
6. Εισαγωγή στη στρέψη

Εισαγωγή

Μία στάλα ... ιστορία



Εισαγωγή στη Μηχανική των Υλικών

Μία στάλα ... ιστορία

- ▶ Αρχιμήδης (287-212 π.Χ.): Στατική, ισορροπία συστήματος μοχλού
- ▶ da Vinci (1452-1519): Έννοια της ροής
- ▶ Galileo (1564-1642): Αποτελέσματα επιβολής φορτίων σε δοκούς και ράβδους με αντρες μετατοπίσεις
- ▶ Newton (1642-1727): Αρχές μηχανικής
- ▶ Bernoulli (1667-1748): Αρχή των δυνατών μετατοπίσεων/δυνατότητα κάμψη δοκών
- ▶ Hooke (1635-1703): Νόμος τάσεων παραμορφώσεων του Hooke
- ▶ Euler (1707-1793): Ροπή αδράνειας, κάμψη δοκού, σπαστική αντοχή, λιγισμός στήλων, δυναμική του στερεού σώματος
- ▶ d'Alembert (1717-1783): Αδρανειακή δύναμη
- ▶ Lagrange (1736-1813): Μηχανική, ενεργειακές μέθοδοι
- ▶ Cauchy (1796-1880): Τριβή (στατική, υδραυλική)
- ▶ Laplace (1749-1827): Μηχανική
- ▶ Poisson (1781-1842): Εξίσωση παραμόρφωση, λόγος Poisson
- ▶ Saint-Venant (1798-1886): Έννοια της συγκέντρωσης τάσεων, τανυστής παραμορφώσεων, στρέψη
- ▶ Castiglione (1847-1930): Ενεργειακές μέθοδοι για τον υπολογισμό φορτίων ή θελών κάμψης
- ▶ Galois (1811-1845): Ελαστικές πλάκες, τάσεις σε φράγματα και τοίχους αντιστήριξης
- ▶ Timoshenko (1878-1972): Θεωρία υψίκορων δοκών

Αρχιμήδης

(3^{ος} αιώνας π.Χ.) χρήση του μοχλού (νόμος για την ισορροπία του ζυγού), ισορροπία επιπλέοντων σωμάτων (βασική αρχή της υδρστατικής)

«Δώσε μου ένα μέτρο να σταθώ και θα μετακινήσω τη γη.»



Galileo Galilei

(1564 - 1642) μελέτη της συμπεριφοράς δομικών στοιχείων σε εφελκυσμό, θλίψη, ακόμα και κάμψη (κατασκευή πλοίων για το Ιταλικό ναυτικό)

MECHANICAE QUESTIONES DE GALILEO GALILEI

Βασικά σημεία από Τεχνική Μηχανική - Στατική

Είδη φορτίων

Συγκεντρωμένο ή σημειακό φορτίο

Ομοιόμορφη κατανομή φορτίου

Τριγωνική κατανομή φορτίου

Βασικά σημεία από Τεχνική Μηχανική - Στατική

Είδη φορτίων (συνέχεια)

Ανομοιόμορφη κατανομή φορτίου

Επιφανειακά κατανεμημένο φορτίο

Χορδή ή κατανεμημένο φορτίο

Συγκεντρωμένη ροπή

Βασικά σημεία από Τεχνική Μηχανική - Στατική

Είδη φορέων

Ράβδος

Καλώδιο

Ευθύγραμμος άξονας συμμετρίας

Εύκαμπτη ράβδος

Μήκος >> άλλες διαστάσεις

Μόνο κεντρικά φορτία

Ευθύγραμμος άξονας συμμετρίας

Δοκός

Μήκος σημαντικά μεγαλύτερο από τις άλλες διαστάσεις

Αξονικά αλλά και εγκάρσια φορτία

Βασικά σημεία από Τεχνική Μηχανική - Στατική

Είδη φορέων (συνέχεια)

Πλάκα

Δίσκος

Συνεπίπεδα ή και εγκάρσια φορτία

Μόνο συνεπίπεδα φορτία

Επίπεδα στοιχεία

Πάχος << άλλες διαστάσεις

Βασικά σημεία από Τεχνική Μηχανική - Στατική

Είδη φορέων (συνέχεια)

Κέλυφος

Τόξο

Καμπύλα στοιχεία

Βασικά σημεία από Τεχνική Μηχανική - Στατική

Είδη στηρίξεων

Οβάλ τρύπα, Δοκός, Πλάκα έδρασης, Τοίχος, Υποστύλωμα, Δοκός, Ελευθερία στροφής, Καχλίας αγκύρωσης, Ελευθερία μετατόσεως & στροφής, Δοκός, (Κύλιση), Πάκτωση, Καμία ελευθερία, Πλάκα έδρασης, Στόλος, Βάθρο σκυροδέματος, (Αρθρωση Δοκός)

Το αντικείμενο της Μηχανικής των Υλικών

Ο σχεδιασμός (διαστασιολόγηση) ενός δομικού στοιχείου στοχεύει στην ικανοποίηση συγκεκριμένων απαιτήσεων αντοχής και παραμορφωσιμότητας με κριτήριο (συνήθως) το κόστος.

Η παρουσίαση αναλυτικών μεθόδων προσδιορισμού της αντοχής, της παραμόρφωσης και της ευστάθειας δομικών στοιχείων που παραλαμβάνουν φορτία.

Με τη Μηχανική των Υλικών :

ή αλλιώς «Αντοχή των Υλικών», ή «Μηχανική του Στερεού Σώματος»

- Μελετούμε τις «εσωτερικές» επιδράσεις (τάσεις και παραμορφώσεις) των εξωτερικών καταπονήσεων (φορτία και ροπές) που εφαρμόζονται σε ένα παραμορφώσιμο υλικό.
- Για ένα στερεό σώμα, μπορούμε να προσδιορίσουμε:
 - Την αντοχή του (τάση κατά την αστοχία)
 - Τη μεταβολή των διαστάσεων του (μέσω της παραμόρφωσης)
 - Τη σιβαρότητα του (την ικανότητά του να αντιστέκεται στην παραμόρφωση – δύσκαμια, δυσκαμψία, δυστημία, δυστημσία – δηλ. το φορτίο που χρειάζεται για να προκαλέσει συγκεκριμένη γεωμετρική μεταβολή)
 - Την ευστάθειά του (την ικανότητά του να αποτρέπει ταχέως αναμενόμενες γεωμετρικές μεταβολές, λόγω ενός συγκεκριμένου ερεθίσματος, π.χ. λυγισμός ράβδων)

Αλληλεπιδράσεις...

ΣΤΑΤΙΚΗ

Εξωτερικές δυνάμεις/ροπές → Αντιδράσεις, Εσωτερικά εντακτικά μεγέθη → Τάσεις (ορθές, διαμηκτικές) → Σχέσεις τάσεων-παραμορφώσεων → Παραμορφώσεις (ορθές, διαμηκτικές)

ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

ΜΗΧΑΝΙΚΗ

- Προσομοίωση
- Ανάλυση
- Προσομοίωση με Η/Υ
- Σχεδιασμός
- Εργ. Δοκιμές
- Λειτουργικότητα

Αλληλεπιδράσεις...

ΣΤΑΤΙΚΗ

Εξωτερικές δυνάμεις/ροπές → Αντιδράσεις, Εσωτερικά εντακτικά μεγέθη → Τάσεις (ορθές, διαμηκτικές) → Σχέσεις τάσεων-παραμορφώσεων → Παραμορφώσεις (ορθές, διαμηκτικές)

ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

ΜΗΧΑΝΙΚΗ

Προσομοίωση: Προσδιορισμός των μεγεθών που περιγράφουν τη «συμπεριφορά» ενός στερεού σώματος υπό φόρτιση, την πω συνδέουν τις τάσεις με τις παραμορφώσεις του (ή τα φορτία με τις γεωμετρικές του μεταβολές)

Ανάλυση: Προσδιορισμός των τάσεων και των παραμορφώσεων (ή των εσωτερικών εντακτικών μεγεθών) και των γεωμετρικών μεταβολών που προκαλούνται από εξωτερικά φορτία

Προσομοίωση με Η/Υ: Προγραμματισμός μιας προσομοίωσης του συστήματος (με χρήση αναλυτικών ή/και πειραματικών σχέσεων και λοιπών παραμέτρων). Εφαρμογή του προγράμματος για συγκεκριμένο συνδυασμό δράσεων. Προσδιορισμός των τάσεων και των παραμορφώσεων (ή των εσωτερικών εντακτικών μεγεθών & των γεωμετρικών μεταβολών).

Σχεδιασμός: Επιλογή των υλικών, του σχήματος και των γεωμετρικών διαστάσεων του φορέα, ο οποίος να ικανοποιεί συγκεκριμένα στοιχεία επιτελεστικότητας (αντοχή, παραμορφωσιμότητα/Λειτουργικότητα, ευστάθεια, κόστος, αισθητική, κ.τλ.)

Εργ. Δοκιμές: Έλεγχος της απόκρισης ενός υλικού σε συγκεκριμένο είδος φόρτισης.

Οι παραδοχές της Μηχανικής των Υλικών

Υπόθεση 1^η: Όλα τα υλικά είναι **ισότροπα**, **ομογενή** & **συνεχή**

Ισότροπο υλικό: Εκείνο που παρουσιάζει τις ίδιες ιδιότητες προς όλες τις κατευθύνσεις μέσα στη μάζα του. Αν οι ιδιότητες του υλικού εξαρτώνται από τη διεύθυνση, τότε ονομάζεται **ανισότροπο**.

Ομογενές υλικό: Εκείνο που παρουσιάζει τις ίδιες ιδιότητες σε όλα τα σημεία της μάζας του.

Συνεχές υλικό: Εκείνο που οι δομικοί του λίθοι είναι στενά συνδεδεμένοι μεταξύ τους, έτσι ώστε το σώμα να μην παρουσιάζει κενά ή άλλες ασυνέχειες μέσα στη μάζα του.

Οι παραδοχές της Μηχανικής των Υλικών

Υπόθεση 2^η: Οι επιβαλλόμενες εξωτερικές δυνάμεις επιβάλλονται **πολύ αργά**, έτσι ώστε να μπορούν να θεωρηθούν **στατικές** (ή ημιστατικές), σε διάκριση με τις δυναμικές ή κραδαστικές δυνάμεις, οι οποίες οδηγούν σε ταλαντώσεις και σε άλλα δυναμικά φαινόμενα.

Υπόθεση 3^η: Οι παραμορφώσεις επέρχονται ή αναιρούνται (μερικώς ή πλήρως) **ακαριαία** μετά την επιβολή ή την αφαίρεση των εξωτερικών φορτίων.

Οι παραδοχές της Μηχανικής των Υλικών

Υπόθεση 4^η: Οι προκαλούμενες παραμορφώσεις σε ένα σώμα είναι **πολύ μικρές** σε σύγκριση με τις διαστάσεις του.

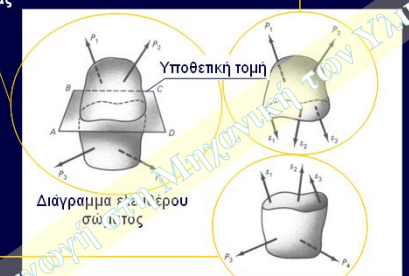
Υπόθεση 5^η: Εντός του φορτιζόμενου σώματος, δεν προϋπάρχουν **ενδογενείς τάσεις**.



(α) Ανομοιομορφή κατανομή τάσεων λόγω ανομοιογενούς δομής του υλικού.
(β) Ανομοιομορφή κατανομή πίεσης και τριβών στο πάχος σε χαλκόβλο ελαστικό μετά τη διάκριση εξόστιας και (γ) παραμορφώσεις τάσης.

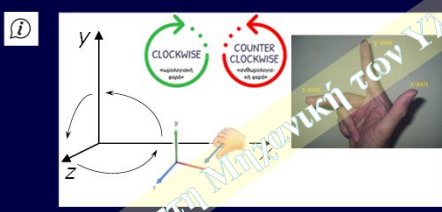
Η μέθοδος των τομών

Ικανοποιούνται οι συνθήκες στατικής ισορροπίας



Εξωτερικά επιβαλλόμενες δυνάμεις & αντιδράσεις στις στηρίξεις
Σ: εσωτερικές δυνάμεις → ζητούμενο ο προσδιορισμός τους

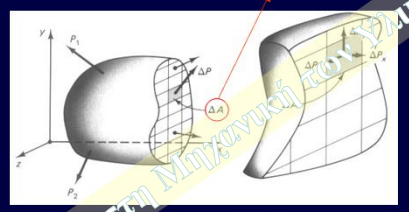
Τί είναι τάση ;



Καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων που υπακούει στον «κανόνα του δεξιού χεριού»

Τί είναι τάση ;

Απειραστά μικρή



$$\sigma_x = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta P_x}{\Delta A} \quad \tau_{xy} = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta P_y}{\Delta A} \quad \tau_{xz} = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta P_z}{\Delta A}$$

Τάση = Δύναμη / Επιφάνεια
[«διαστατικά»]

Tensors

Τί είναι τάση ;

Μα και η πίεση δεν είναι «δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας»;

Ναι, αλλά μόνο... Διαστατικά!
Η πίεση είναι ένα **μονόμετρο** μέγεθος: περιγράφεται πλήρως; Δεδομένου του μέτρου της και είναι ανεξάρτητη από το σύστημα συντεταγμένων που εμείς υιοθετούμε!

Η τάση, όμως, είναι πιο **πολύπλοκη** ως έννοια... Εκτός από το μέτρο της, ενδιαφέρει εάν είναι ορθή ή διαμητρική αλλά και σε ποιο επίπεδο αναπτύσσεται. Το δε μέτρο της εξαρτάται από το σύστημα συντεταγμένων που εμείς υιοθετούμε!

Το μαθηματικό εργαλείο που χρησιμοποιούμε για να περιγράψουμε και να διαχειριστούμε μεγέθη με διαφορετικό «βαθμό πολυπλοκότητας» είναι οι **TANΥΣΤΕΣ**.

Τανυστές

Οι τανυστές υπακούουν σε συγκεκριμένους νόμους μετασχηματισμού.

- Μονόμετρα μεγέθη (π.χ. μάζα, θερμοκρασία), χαρακτηρίζονται και ως τανυστές μηδενικού βαθμού ($N^0 = 1$ - όπου N ο αριθμός των τανυστών στον N -διάστατο χώρο). Έχουν το ίδιο μέτρο σε ΟΠΟΙΟΔΗΠΟΤΕ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ.
- Διανυσματικά μεγέθη (π.χ. δύναμη, αχύτητα), χαρακτηρίζονται ως μονοβάθμιοι τανυστές ή τανυστές 1^{ου} βαθμού ($N^1 = N$ συνιστώσες στον N -διάστατο χώρο). Έχουν διαφορετικές συνιστώσες σε διαφορετικά συστήματα συντεταγμένων και υπακούουν στον νόμο μετασχηματισμού: $u^i = T^i_j u^j$.
- Τανυστικά μεγέθη όπως η τάση και η παραμόρφωση χαρακτηρίζονται ως δευτεροβάθμιοι τανυστές ή τανυστές 2^{ου} βαθμού (N^2 συνιστώσες στον N -διάστατο χώρο). Έχουν διαφορετικές συνιστώσες σε διαφορετικά συστήματα συντεταγμένων και υπακούουν στον νόμο μετασχηματισμού: $\sigma^i_j = T^i_k T^l_j \sigma^{kl}$.
- Αντίστοιχα, υπάρχουν και τανυστές M -οστού βαθμού.

Α number: \bullet

Α vector: \vec{v}

Α matrix: M_{ij}

Α 3-tensor: A_{ijk}

Α 4-tensor: B_{ijkl}

Πολλαπλασιασμός διαστάσεων αριθμών

Τανυστής 1^{ου} βαθμού

Τανυστής 2^{ου} βαθμού

Τανυστής 3^{ου} βαθμού

Τανυστής 4^{ου} βαθμού

Συνιστώσα

Συνιστώσα

Συνιστώσα

Συνιστώσα

Τανυστής: Άλλαγή του συστήματος συντεταγμένων δεν σφαιρικών ελαστών σε απλόν. Συναρτήσεις τανυστών: Άλλαξη του συστήματος συντεταγμένων επηρεάζει αλλαγές σε κάθε μία από αυτές.

! Τάση = Δύναμη / Επιφάνεια !

Για την ίδια επιβαλλόμενη δύναμη

Η τάση είναι μικρή όταν η επιφάνεια είναι μεγάλη

Η τάση είναι μεγάλη όταν η επιφάνεια είναι μικρή

$\sigma_x = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta P_x}{\Delta A}$

Ορθή τάση:

Η τάση **κάθετα** στο επίπεδο της τομής

Συμβολίζεται με « σ » και δείκτη που δηλώνει τη διεύθυνση

$\tau_{xy} = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta P_y}{\Delta A} = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta P_z}{\Delta A}$

Διατμητική τάση:

Η τάση **πάνω** στο επίπεδο της τομής

Συμβολίζεται με « τ » και δείκτες που δηλώνουν:

Ο 1^{ος} τον άξονα ο οποίος είναι κάθετος στο επίπεδο πάνω στο οποίο ασκείται η διατμητική τάση (εδώ επίπεδο yz)

Ο 2^{ος} τη διεύθυνση του διανύσματος της διατμητικής τάσης

Ορθές τάσεις που προκαλούν **μήκυνση**, δηλαδή **εφελκυσμό**, του στερεού στη διεύθυνση που ασκείται ονομάζονται **εφελκυστικές**, ενώ αυτές που προκαλούν **βράχυνση**, δηλαδή **θλίψη**, ονομάζονται **θλιπτικές**.

άτομο

εφελκυσμός

θλίψη

Η φυσική σημασία της τάσης

Η τάση σε κάθε σημείο ενός στερεού σώματος καθορίζει τον βαθμό καταπόνησης του υλικού, δηλαδή πόσο αλλά και το πώς "πονάει" το υλικό στο συγκεκριμένο σημείο.

Οι μονάδες της τάσης στο SI

(δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας)

$1 \text{ Pa (Pascal)} = 1 \frac{\text{N}^*}{\text{m}^2}$

$1 \text{ GPa} = 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2} = 1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

kilo $\rightarrow 10^3$
Mega $\rightarrow 10^6$
Giga $\rightarrow 10^9$

* 1 N (Newton) είναι η δύναμη η οποία προκαλεί επιτάχυνση 1 m/s^2 σε ένα σώμα μάζας 1 kg. $F = ma \rightarrow 1 \text{ N} \approx 1/10 \text{ kg} \rightarrow 1 \text{ kN} \approx 1/10 \text{ tn}$

Τάση \times επιφάνεια στην οποία ασκείται = δύναμη

Σε μια υποθετική τμήση το διανυσματικό άθροισμα όλων αυτών των δυνάμεων, δηλαδή οι συνιστώσες της τάσης, αποτελεί αυτό που συχνά ονομάζουμε εσωτερικά εντατικά μεγέθη (αξονική τάση, τριγωνισσα δύναμη, ροπή κάμψης κλπ).

Στη μηχανική των υλικών συνήθως πρώτα προσδιορίζονται τα μεγέθη αυτά (βάσει ισορροπίας) και ακολούθως, μέσω μαθηματικών σχέσεων, υπολογίζονται οι τάσεις.

$\sum F_x = \sum F_y = \sum F_z = 0$
 $\sum M_x = \sum M_y = \sum M_z = 0$

Θετική προσήμανση τάσεων ...

Θετική προσήμανση τάσεων

$(-) \times (+) = (-)$
 $(+) \times (-) = (-)$
 $(-) \times (+) = (-)$
 $(+) \times (-) = (-)$

Fig. 1-10

Η εντατική κατάσταση (δηλαδή το σύνολο των τάσεων) σε ένα σημείο ενός στερεού σώματος περιγράφεται πλήρως αν είναι γνωστές οι τρεις τάσεις στα τρία κάθετα μεταξύ τους επίπεδα που ορίζονται από το σύστημα αξόνων στο εν λόγω σημείο.

Ο ταυστής των τάσεων

$\tau_{ij} = \tau_{ji}$
Το κέντρο είναι συμμετρικό

| | | |
|-------------|-------------|-------------|
| σ_x | τ_{xy} | τ_{xz} |
| τ_{yx} | σ_y | τ_{yz} |
| τ_{zx} | τ_{zy} | σ_z |

1^{ος} δείκτης → Αξονοσυνιστώσας
είναι κάθετος στο επίπεδο πάνω στο οποίο ορίζεται η τάση (Γραμμές)

2^{ος} δείκτης → Διεύθυνση της τάσης (Στήλες)

Οι διατμητικές τάσεις σε κάθετα μεταξύ τους επίπεδα είναι ίσες !!!

$M_C = 0 \Rightarrow \tau_{yx}(dx dz) dy - \tau_{xy}(dy dz) dx = 0 \Rightarrow \tau_{yx} = \tau_{xy}$

τάση x επιφάνεια
δύναμη x απόσταση

Ισορροπία ροπών ως προς X $\tau_{yz} = \tau_{zy}$
Ισορροπία ροπών ως προς Y $\tau_{xz} = \tau_{zx}$

Επίπεδη εντατική κατάσταση

| | | |
|-------------|-------------|-------------|
| σ_x | τ_{xy} | τ_{xz} |
| τ_{yx} | σ_y | τ_{yz} |
| τ_{zx} | τ_{zy} | σ_z |

$\tau_{xz} = 0, \tau_{yz} = 0, \sigma_z = 0$

| | | |
|------------|------------|---|
| σ_x | τ | 0 |
| τ | σ_y | 0 |
| 0 | 0 | 0 |

Τριαξονική εντατική κατάσταση

| | | |
|-------------|-------------|-------------|
| σ_1 | τ_{12} | τ_{13} |
| τ_{21} | σ_2 | τ_{23} |
| τ_{31} | τ_{32} | σ_3 |

Με κατάλληλη επιλογή του συστήματος συντεταγμένων $\tau_{ij} = 0$

Οι σ_1, σ_2 & σ_3 αρκούν για να ορίσουν την εντατική κατάσταση στο εν λόγω σύστημα αναφοράς.

| | | |
|------------|------------|------------|
| σ_1 | 0 | 0 |
| 0 | σ_2 | 0 |
| 0 | 0 | σ_3 |

Διαξονική εντατική κατάσταση

Στην περίπτωση επίπεδης εντατικής κατάστασης, η αντίστοιχη εικόνα, δηλ. με $\tau_{3j} = 0$ αν γίνει κατάλληλη επιλογή του συστήματος συντεταγμένων, έχει ως εξής: $\sigma_3 = 0$

| | | |
|------------|------------|---|
| σ_x | τ | 0 |
| τ | σ_y | 0 |
| 0 | 0 | 0 |

| | |
|------------|------------|
| σ_1 | 0 |
| 0 | σ_2 |

Μονοαξονική εντατική κατάσταση

Για αξονικά φορτιζόμενα δομικά στοιχεία (π.χ. ράβδοι ενός δικτυώματος) εκτός από την σ_3 μηδενίζεται και η σ_2 αφήνοντας ως μόνη μη μηδενική τάση την σ_1 .



The diagram shows a truss structure with a zoomed-in view of a single member. A red starburst highlights a specific joint in the structure. A yellow diagonal watermark reads 'Εισαγωγή στη Μηχανική των Υλικών'.