

ΤΜΗΜΑ Α1

ΑΡΧΕΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΕΝΟΤΗΤΑ 6 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΥΛΙΚΩΝ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΘΕΩΡΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ «ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ» ΣΕΛ 47-55

ΣΤΟΧΟΙ

Με τη συμπλήρωση του μέρους αυτού ο μαθητής θα πρέπει να μπορεί να:

1. Ορίζει τι είναι στοιχείο μηχανής και να αναγνωρίζει και να κατανομάζει τα βασικά στοιχεία μηχανών.
2. Επεξηγεί με τη βοήθεια διαγραμμάτων, τους τρόπους φόρτισης των στοιχείων μηχανών.
3. Κατανομάζει και επεξηγεί με τη βοήθεια σχημάτων, τους τρόπους καταπόνησης των στοιχείων μηχανών.
4. Αναφέρει τυπικά παραδείγματα στοιχείων μηχανών που καταπονούνται σε.
 - Εφελκυσμό
 - Θλίψη
 - Κάμψη
 - Στρέψη
 - Διάτμηση
 - Λυγισμό
 - Πίεση
 - Κρούση
5. Εξηγεί τι είναι και ποιο σκοπό εξυπηρετούν οι μηχανικές δοκιμές αντοχής των μεταλλικών υλικών.
6. Σχεδιάζει διάγραμμα εφελκυσμού για το μαλακό χάλυβα, στο οποίο να δείχνει τα ακόλουθα:
 - Ελαστική ζώνη του μετάλλου
 - Πλαστική ζώνη
 - Οριο διαρροής
 - Τάση ορίου αναλογίας
 - Τάση ορίου ελαστικότητας
 - Τάση θραύσης

6.1 Φορτίσεις - καταπονήσεις στοιχείων μηχανών.

Όλες οι μηχανολογικές κατασκευές αποτελούνται από πολλά επί μέρους στοιχεία, τα στοιχεία μηχανών.

Βασικά στοιχεία μηχανών είναι τα ακόλουθα:

1. Κοχλίες, αμφικοχλίες, περικόχλια και παράκωκλοι
2. Σφήνες.
3. Άξονες.
4. Τριβείς κύλισης και τριβείς ολίσθησης (ρουλεμάν και κουζινέτα).
5. Τροχαλίες (επίπεδες τροχαλίες, τροχαλίες V, τροχαλίες για οδοντωτούς ιμάντες, τροχαλίες για σχοινιοίμάντες).
6. Ιμάντες (επίπεδοι, τραπεζοειδείς V, οδοντωτοί ιμάντες, σχοινιοίμάντες).
7. Οδοντωτοί τροχοί.
8. Σύνδεσμοι.
9. Συμπλέκτες.
10. Αλυσίδες και αλυσοτροχοί.
11. Ελατήρια (ελικοειδή ελατήρια, ελατήρια εφελκυσμού και θλίψης, σπειροειδή ελατήρια κ.ά.)
12. Ασφάλιστικοί δακτύλιοι .
13. Χαλινωτήρες λαδιού (κετωίδες).

Όλα τα στοιχεία μηχανών που ανήκουν σε ένα ορισμένο μηχανολογικό προϊόν, συναρμολογούνται κατάλληλα σε μια λειτουργική ενότητα και αποτελούν το τελικό μηχανολογικό προϊόν.

Κάθε μηχανολογική κατασκευή ανάλογα με το έργο, που προορίζεται να εκτελεί, υποβάλλεται σε διάφορες φορτίσεις κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της, με αποτέλεσμα όλα τα στοιχεία της να καταπονούνται με διάφορους τρόπους.

Στο σχήμα 6/1 φαίνονται διάφορα βασικά στοιχεία μηχανών

6.1.1 Τρόποι φόρτισης των στοιχείων μηχανών στις γενικές μηχανολογικές κατασκευές

Οι τρόποι φόρτισης των στοιχείων μηχανών που παρουσιάζονται στις γενικές μηχανολογικές κατασκευές είναι:

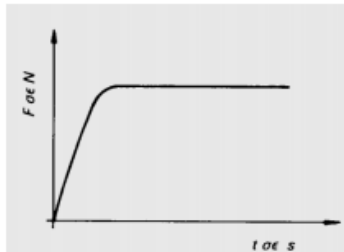
1. Στατική ή ήρεμη φόρτιση.
2. Δυναμική φόρτιση.

Στατική ή ήρεμη φόρτιση

Στις γενικές μηχανολογικές κατασκευές γίνεται λόγος για **στατική ή ήρεμη φόρτιση**, όταν ένα στοιχείο μηχανής καταπονείται με ένα ή περισσότερους τρόπους καταπόνησης χωρίς να κινείται (βρίσκεται σε ηρεμία)

$$\text{Στατική ή ήρεμη φόρτιση} = \text{Καταπόνηση σε ηρεμία}$$

Η στατική ή ήρεμη φόρτιση μπορεί να παρασταθεί διαγραμματικά, όπως φαίνεται στο σχήμα 6/2



Σχ. 6/2: Στατική ή ήρεμη φόρτιση

t- Χρόνος άσκησης του φορτίου στο στοιχείο μηχανής
F- Φορτίο που ασκείται στο στοιχείο μηχανής

Δυναμική φόρτιση

Στις γενικές μηχανολογικές κατασκευές γίνεται λόγος για δυναμική φόρτιση, όταν ένα στοιχείο μηχανής καταπονείται με ένα ή και περισσότερους τρόπους και ταυτόχρονα εκτελεί κάποιο είδος κίνησης.

$$\text{Δυναμική φόρτιση} = \text{Καταπόνηση} + \text{κίνηση}$$

Όταν ένα στοιχείο μηχανής εκτελεί κάποιο είδος κίνησης ενώ ταυτόχρονα καταπονείται με μόνο ένα τρόπο καταπόνησης, τότε γίνεται λόγος για **απλή δυναμική φόρτιση**.

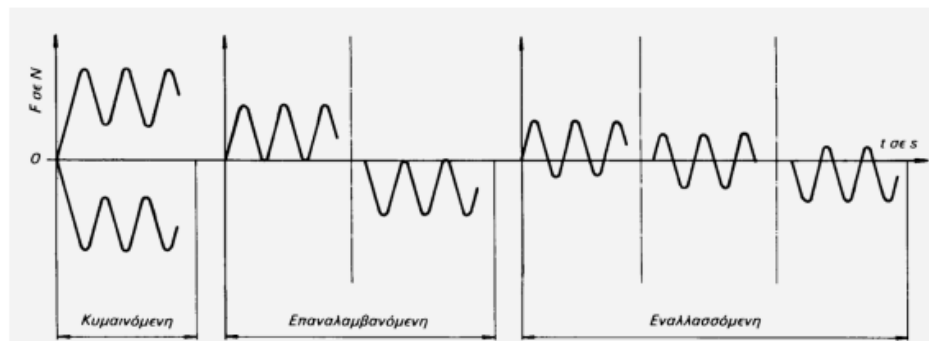
$$\text{Απλή δυναμική φόρτιση} = \text{Ένας τρόπος καταπόνησης} + \text{κίνηση}$$

Αν ένα στοιχείο μηχανής εκτελεί κάποιο είδος κίνησης και ταυτόχρονα καταπονείται με περισσότερο από ένα τρόπους καταπόνησης τότε το στοιχείο υποβάλλεται σε **σύνθετη δυναμική φόρτιση**.

$$\text{Σύνθετη δυναμική φόρτιση} = \text{Περισσότεροι από ένας τρόποι καταπόνησης} + \text{κίνηση}$$

Στην πράξη η δυναμική φόρτιση, απλή και σύνθετη παρουσιάζεται με τις ακόλουθες μορφές:

1. Κυμαινόμενη δυναμική φόρτιση.
2. Επαναλαμβανόμενη δυναμική φόρτιση.
3. Εναλλασσόμενη δυναμική φόρτιση, οι οποίες παριστάνονται διαγραμματικά, όπως φαίνεται στο σχήμα 6/3.



Σχ. 6/3: Διαγραμματική παράσταση της κυμαινόμενης, της επαναλαμβανόμενης και της εναλλασσόμενης δυναμικής φόρτισης.

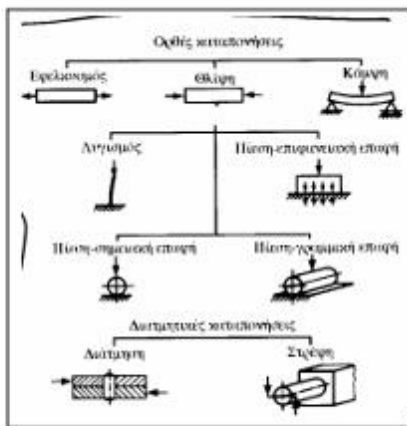
6.1.2 Τρόποι καταπόνησης των στοιχείων μηχανών στις γενικές μηχανολογικές κατασκευές.

Όταν πάνω σε ένα στοιχείο μηχανής ασκούνται εξωτερικές δυνάμεις, τότε το στοιχείο αυτό υποβάλλεται σε κάποια καταπόνηση. Το είδος της καταπόνησης εξαρτάται από τον τρόπο, με τον οποίο ασκούνται οι εξωτερικές δυνάμεις πάνω στο στοιχείο.

Οι τρόποι καταπόνησης των στοιχείων μηχανών στις γενικές μηχανολογικές κατασκευές είναι:

- | | |
|----------------|--------------|
| 1. Εφελκυσμός. | 5. Λιάτρωση. |
| 2. Θλίψη. | 6. Λυγισμός. |
| 3. Κάμψη. | 7. Πίσση. |
| 4. Στρέψη. | 8. Κρούση. |

Οι καταπονήσεις είναι δυνατό να ταξινομηθούν, σε ορθές καταπονήσεις και σε διαμητικές καταπονήσεις, όπως φαίνεται στον πίνακα 6/1.



Πίνακας 6/1

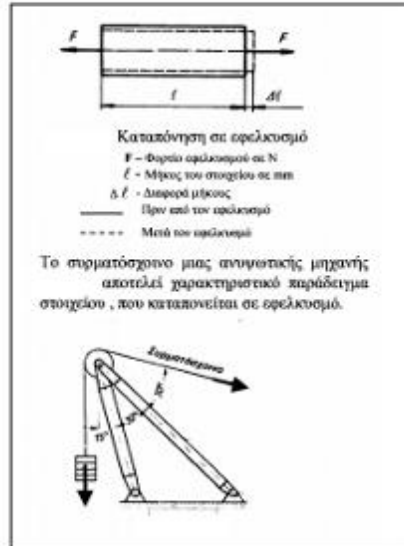
1. Εφελκυσμός.

Ένα στοιχείο μηχανής καταπονείται σε εφελκυσμό, όταν πάνω στο στοιχείο ασκούνται δύο ίσες και αντίρροπες δυνάμεις, που δρουν πάνω στην ίδια ευθεία και τείνουν να επιμηκύνουν το στοιχείο μηχανής (σχ. 6/4).

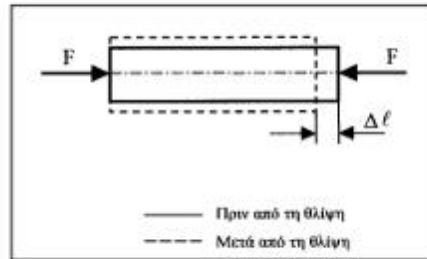
2. Θλίψη.

Ένα στοιχείο μηχανής καταπονείται σε θλίψη, όταν πάνω στο στοιχείο ασκούνται δύο ίσες και αντίρροπες δυνάμεις, που δρουν πάνω στην ίδια ευθεία και τείνουν να ελαττώσουν το μήκος του (σχ. 6/5).

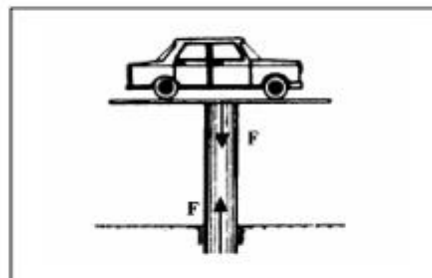
Το έμβολο υδραυλικού ανυψωτήρα αυτοκινήτων αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα στοιχείου που καταπονείται σε θλίψη (σχ. 6/6).



Σχ. 6/4: Καταπόνηση σε εφελκυσμό



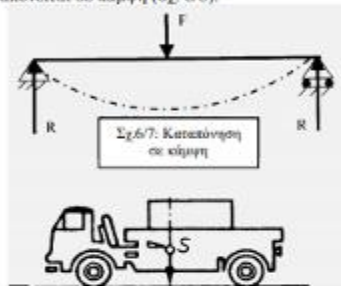
Σχ. 6/5: Καταπόνηση σε θλίψη



Σχ. 6/6: Καταπόνηση εμβόλου υδραυλικού ανυψωτήρα σε θλίψη

3. Κάμψη.

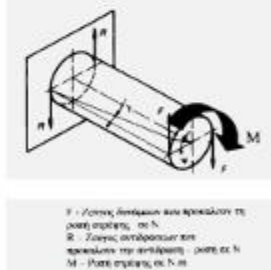
Όταν ένα στοιχείο μηχανής στήριζται σε δύο ή περισσότερες εδράσεις και κάτω στο στοιχείο αυτό ασκούνται μία ή περισσότερες δυνάμεις στο ίδιο επίπεδο που βρίσκονται και οι εδράσεις, τότε το στοιχείο αυτό καταπονείται σε κάμψη (σχ. 6/7). Το πλαίσιο φορητών αυτοκινήτων (chassis) αποτελεί τυπικό παράδειγμα στοιχείου που καταπονείται σε κάμψη (σχ. 6/8).



Σχ. 6/8: Καταπόνηση πλαισίου φορητού αυτοκινήτου σε κάμψη

4. Στρέψη.

Όταν πάνω σε ένα στοιχείο μηχανής ασκούνται δύο αντίρροπες ροπές, που δρουν σε διαφορετικά επίπεδα, τότε το στοιχείο αυτό καταπονείται σε στρέψη (σχ. 6/9). Οι άξονες, στροφαλοφόροι, άξονες κ.ά. αποτελούν τυπικά παραδείγματα στοιχείων μηχανών που καταπονούνται σε στρέψη



Σχ. 6/9: Καταπόνηση σε στρέψη

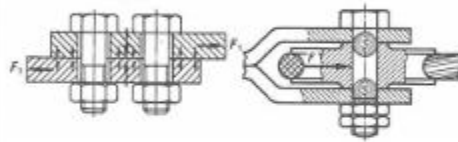
5. Διάτμηση

Ένα στοιχείο μηχανής καταπονείται σε διάτμηση, όταν πάνω στο στοιχείο ασκούνται δύο παράλληλες και ομοεπίπεδες δυνάμεις που έχουν αντίθετη κατεύθυνση και των οποίων οι γραμμές δράσης δεν συμπίπτουν, αλλά βρίσκονται πολύ πλησίον (σχ. 6/10)

Στα σχήματα που ακολουθούν φαίνονται τυπικά παραδείγματα καταπόνησης σε διάτμηση.

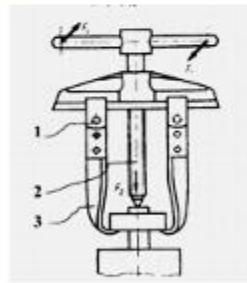


Σχ. 6/10α: Καταπόνηση σε διάτμηση
F - Όριση δυνάμεως σε N



Σχ. 6/10β: Καταπόνηση κοχλιών σύνδεσης σε διάτμηση

Στο σχήμα 6/11 φαίνεται ένας εξολκίς του οποίου το μέρος 1 (κοχλιάς σύνδεσης) καταπονείται σε διάτμηση, το μέρος 2 (κοχλιάς εξολκία) καταπονείται σε στρέψη και το μέρος 3 (ποδαράκι εξολκία) καταπονείται σε εφελκυσμό.



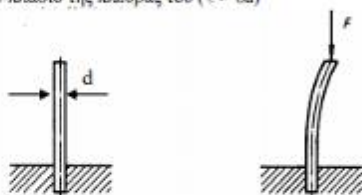
Σχ. 6/11: Εξολκίς τροχαλιών και οδοντωτών τροχών.

6. Λυγισμός

Όταν πάνω σε ένα στοιχείο μηχανής, που έχει μήκος μεγαλύτερο από ορισμένο μέγεθος (καθορισμένο μετά από σχετικά πειράματα), ασκούνται δύο ίσες αντίρροπες και πάνω στην ίδια ευθεία δυνάμεις που τείνουν να ελαττώσουν το μήκος του, τότε το στοιχείο καταπονείται σε **λυγισμό**.

Όταν το μήκος του στοιχείου είναι μικρότερο από το καθορισμένο μήκος, τότε το στοιχείο καταπονείται σε θλίψη και όχι σε λυγισμό.

Για στοιχεία με κυκλική διατομή παρουσιάζεται καταπόνηση λυγισμού αντί θλίψης, όταν το μήκος του στοιχείου είναι μεγαλύτερο από το 8-πλάσιο της διαμέτρου ($l > 8d$) (σχ. 6/12). Επίσης, στις περιπτώσεις στοιχείων με τετραγωνική διατομή παρουσιάζεται καταπόνηση λυγισμού αντί θλίψης, όταν το μήκος του στοιχείου είναι μεγαλύτερο από το 8-πλάσιο της πλευράς του ($l > 8a$)



Σχ.6/12: Καταπόνηση σε λυγισμό

Ο διστήρας μηχανών εσωτερικής καύσης (σχ. 6/13) και η ωστική ράβδος του μηχανισμού λειτουργίας των βαλβίδων εισαγωγής και εξαγωγής μηχανών εσωτερικής καύσης (σχ. 6/14) καταπονούνται κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της μηχανής σε λυγισμό.



Σχ. 6/13: Καταπόνηση διστήρα μηχανής εσωτερικής καύσης σε λυγισμό.



Σχ. 6/14: Καταπόνηση της ωστικής ράβδου Μ.Ε.Κ σε λυγισμό.

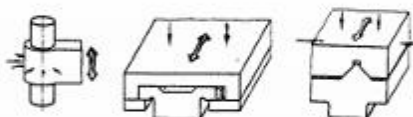
7. Πίση

Όταν μια ή περισσότερες επιφάνειες ενός στοιχείου μηχανής, που φορτίζεται με εξωτερικά φορτία, βρίσκονται σε επαφή με μια ή περισσότερες επιφάνειες άλλου στοιχείου, και τα στοιχεία είναι ακίνητα, κινούνται και τα δύο, ή το ένα είναι ακίνητο και το άλλο κινείται, τότε τα στοιχεία αυτά καταπονούνται σε **πίση**.

Ο τύπος της πίσης που παρουσιάζεται στην κάθε περίπτωση, καθορίζεται από το χαρακτήρα της επαφής μεταξύ των επιφανειών επαφής των στοιχείων. Έτσι γίνεται διάκριση μεταξύ των ακόλουθων βασικών τύπων πίσης:

1. Πίση στην περίπτωση **επιφανειακής επαφής** μεταξύ των στοιχείων.
2. Πίση στην περίπτωση **σημειακής επαφής** μεταξύ των στοιχείων.
3. Πίση στην περίπτωση **γραμμικής επαφής** μεταξύ των στοιχείων.

Τυπικό παράδειγμα στοιχείων που καταπονούνται σε πίση **επιφανειακής επαφής** είναι οι πρισματωδείς οδηγοί και οι αντίστοιχες πρισματωδείς υποδοχές τους στα διάφορα φορεία των εργαλειομηχανών (σχ. 6/15).



Σχ. 6/15: Πρισματωδείς οδηγοί φορείων στις εργαλειομηχανές, καταπόνηση σε πίση επιφανειακής επαφής

Σε καταπόνηση πίσης **σημειακής επαφής** υποβάλλονται οι δακτύλιοι, εξωτερικοί και εσωτερικοί, και τα στοιχεία κύλισης των τριβών κύλισης με σφαιρικά στοιχεία κύλισης - ρουλεμάν με σφαίρες (σχ. 6/16).

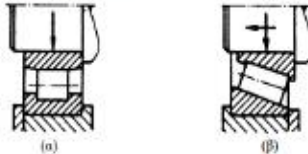


(α) Ακτινικός

(β) Αξονικός

Σχ. 6/16: Ακτινικός και αξονικός τριβός κύλισης με σφαιρικά στοιχεία κύλισης, καταπόνηση των δακτυλίων και των στοιχείων κύλισης σε πίση σημειακής επαφής.

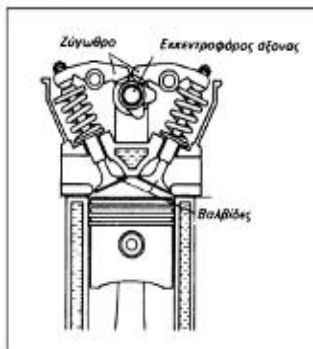
Επίσης σε καταπόνηση πίεσης **γραμμικής ελαστικής** υποβάλλονται οι δοκτύλοι, εσωτερικοί και εξωτερικοί, των τριβών κύλισης με κυλινδρικά στοιχεία κύλισης (ρουλιζιμέν με κυλινδρικούς) και οι δοκτύλοι των τριβών κύλισης με κωνικά στοιχεία κύλισης (ρουλιζιμέν με κώνους (σχ. 6/17) και άλλοι τύποι τριβών κύλισης.



Σχ. 6/17: Τριβή κύλισης (ρουλιζιμέν) με κυλινδρικά (σχ. 6/17α) και κωνικά στοιχεία κύλισης (σχ.6/17β). Οι δοκτύλοι και τα στοιχεία κύλισης καταπονούνται σε πίεση γραμμικής ελαστικής.

8. Κρούση

Όταν ένα στοιχείο μηχανής, κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της μηχανής βρίσκεται σε κίνηση και στην πορεία της κίνησης του συγκρούεται με κάποιο άλλο κινούμενο ή ακίνητο στοιχείο, τότε τα στοιχεία αυτά τη στιγμή της σύγκρουσης καταπονούνται σε κρούση.



Σχ. 6/18: Στοιχεία του μηχανισμού λειτουργίας των βαλβίδων εισαγωγής και εξαγωγής στις μηχανές εσωτερικής καύσης, καταπονούνται των στοιχείων σε κρούση.

Τα διάφορα στοιχεία που αποτελούν το μηχανισμό λειτουργίας των βαλβίδων εισαγωγής και εξαγωγής στις μηχανές εσωτερικής καύσης, όπως τα έσοοντρα, οι οδηγοί και τα ζυγώθρα (σχ.6/18), καταπονούνται στη διάρκεια της λειτουργίας της μηχανής σε κρούση.

6.2 Μηχανικές δοκιμές αντοχής των μεταλλικών υλικών

Το πιο σπουδαίο χαρακτηριστικό γνώρισμα των μεταλλικών υλικών είναι η αντοχή τους στις διάφορες καταπονήσεις. Η αντοχή του κάθε μέταλλου ή μεταλλικού κράματος στις διάφορες καταπονήσεις προκύπτει από αντίστοιχες δοκιμές των υλικών αυτών σε **εργαστήριο δοκιμών αντοχής υλικών**.

Ετσι εξακρβώνεται η αντοχή του κάθε μέταλλου και μεταλλικού κράματος στον εφελκυσμό, τη θλίψη, την κόμψη, τη στρέψη, τη δόμηση, το λυγισμό, τη πίεση και την κρούση.

Η αντοχή των υλικών παρέχει στον Τεχνικό τη δυνατότητα επίλυσης των ακόλουθων προβλημάτων:

- Τον καθορισμό των διαστάσεων της διατομής έτσι ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος θραύσεως της κατασκευής.
- Τον υπολογισμό των τάσεων όταν η διατομή είναι γνωστή. Οι τάσεις αυτές πρέπει να είναι μικρότερες ή το πολύ ίσες προς τις επιτρεπόμενες για το συγκεκριμένο υλικό που χρησιμοποιούμε.
- Το μέγεθος των φορτίων που αναλαμβάνει με ασφάλεια η κατασκευή με γνωστές τις διαστάσεις.
- Γενικά μας παρέχει τη δυνατότητα να μελετούμε ασφαλίς και οικονομικά κατασκευές.

6.2.1 Δοκιμή σε εφελκυσμό - Λιάγραμμα εφελκυσμού για το μαλακό χάλυβα - Νόμος του Hook.

Γενικά

Όταν σε ένα σώμα ασκείται μία δύναμη, η οποία αυξάνεται συνεχώς, τότε το σώμα αρχικά παραμορφώνεται. Μετά τη σταδιακή αποφόρτιση, το σώμα επανέρχεται μερικώς ή ολικώς στις αρχικές του διαστάσεις.

Η ιδιότητα των υλικών να επανέρχονται στην αρχική τους μορφή, μετά την απομάκρυνση της δύναμης που προκάλεσε την παραμόρφωσή τους, ονομάζεται **ελαστικότητα**. Οι παραμορφώσεις αυτής της μορφής ονομάζονται **ελαστικές**.

Αν η δύναμη η οποία ασκείται συνεχίσει να αυξάνεται, τότε τα υλικά δεν επανέρχονται πλήρως στις αρχικές τους διαστάσεις μετά την αποφόρτιση τους. Η παραμένουσα παραμόρφωση στο υλικό ονομάζεται **μόνιμη ή πλαστική**.

Υλικά τα οποία υφίστανται ελαστικές παραμορφώσεις υπό την επίδραση ακόμα και μεγάλου μέτρου δυνάμεων, ονομάζονται **ελαστικά**.

Υλικά τα οποία υφίστανται πλαστικές παραμορφώσεις, ακόμα και υπό την επίδραση ασθενών σχετικά δυνάμεων, ονομάζονται **ελαστοπλαστικά**.

Εάν η ασκούμενη δύναμη ξεπεράσει ένα ορισμένο όριο, το υλικό υφίσταται θραύση. Το όριο αυτό ονομάζεται **όριο θραύσης** και είναι χαρακτηριστικό για κάθε υλικό.

Τα υλικά που παρουσιάζουν σημαντικές παραμορφώσεις μέχρι τη θραύση τους ονομάζονται **όλκιμα** και στην κατηγορία αυτή ανήκουν ο χαλκός, το αλουμίνιο, ο χάλυβας, κ.ά.

Αντίθετα, υλικά που εμφανίζουν πολύ μικρές παραμορφώσεις μέχρι τη θραύση τους ονομάζονται **ψαθυρά** και στην κατηγορία αυτή ανήκουν ο χυτοσίδηρος, το σκυρόδεμα, το μάρμαρο, κ.ά.

Εστω μία συμπαγής ράβδος μήκους ℓ_0 και εμβαδού διατομής A_0 (σχ. 6/19). Κατά μήκος του άξονα της ράβδου ασκείται δύναμη F .

Ανάλογα με τη φορά της δύναμης, η ράβδος μπορεί να παραμορφωθεί κατά δύο τρόπους:

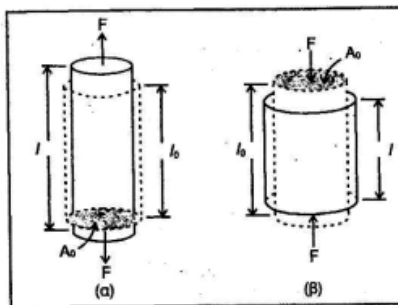
(α) να αυξηθεί το μήκος της, οπότε η δύναμη ονομάζεται **εφελκυστική** (σχ. 6/19α), ή

(β) να ελαττωθεί το μήκος της, οπότε η δύναμη ονομάζεται **θλιπτική** (σχ. 6/19β).

Εφελκυστική ή θλιπτική τάση σ ονομάζεται το πηλίκο της εφελκυστικής ή θλιπτικής δύναμης F προς το εμβαδόν A_0 της διατομής της ράβδου. Δηλαδή:

$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$

Η μονάδα μέτρησης της τάσης στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων (SI) είναι: N/m^2 , γνωστή και ως **Pascal (Pa)**.



Σχ. 6/19: Παραμόρφωση ράβδου από (α) εφελκυστική δύναμη, και (β) θλιπτική δύναμη.

Ανηγμένη παραμόρφωση ή ειδική επιμήκυνση ϵ ονομάζεται η παραμόρφωση που επιφέρει η εφελκυστική ή θλιπτική τάση στη ράβδο και ορίζεται ως το πηλίκο της μεταβολής $\ell - \ell_0$ του μήκους της ράβδου προς το αρχικό της μήκος ℓ_0 . Δηλαδή:

$$\epsilon = \frac{\ell - \ell_0}{\ell_0}$$

Η εξάρτηση της ελαστικής παραμόρφωσης από την τάση που υφίσταται ένα υλικό περιγράφεται από το **Νόμο του Hooke** και δίνεται από τη σχέση:

$$\sigma = \epsilon \cdot E$$

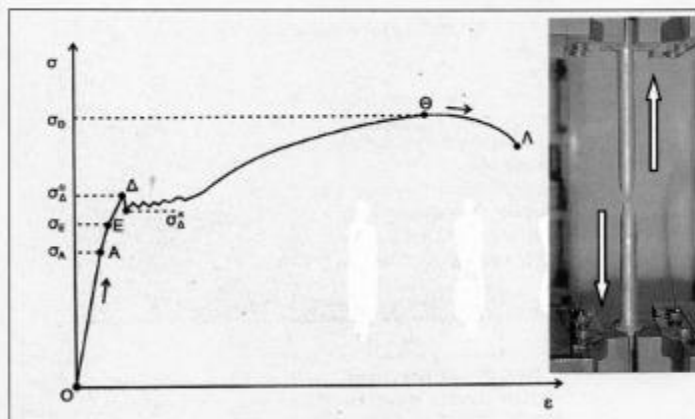
Στη σχέση αυτή, το E είναι μια σταθερά που ονομάζεται **μέτρο Young** ή **μέτρο ελαστικότητας του υλικού**. Όσο μικρότερη είναι η τιμή του E , τόσο περισσότερο όλκιμο είναι το υλικό.

Τα διαγράμματα τάσεων (σ) - ανηγμένων παραμορφώσεων (ϵ) (stress-strain diagrams) περιγράφουν σχηματικά τη συμπεριφορά των υλικών κατά την επιμήκυνση ή θλίψη τους.

Λιάγραμμα εφελκυσμού για όλκιμα υλικά.

Στο τυπικό παράδειγμα ενός διαγράμματος τάσεων - ανηγμένων παραμορφώσεων που παρουσιάζεται στο σχήμα 6/20 (βλέπε επόμενη σελίδα), διακρίνονται τα χαρακτηριστικά όρια και οι περιοχές παραμορφώσεων, για μια ράβδο από όλκιμο υλικό (μαλακός χάλυβας) που υφίσταται εφελκυσμό.

Στην περιοχή **ΟΑ** του σχήματος ισχύει ο **νόμος του Hooke** και οι παραμορφώσεις είναι ελαστικές.



Σχ. 6/20: Τυπικό διάγραμμα τάσεων - ανηγμένων παραμορφώσεων αρέλασμού, για ράβδο από άσκημο υλικό.

Εάν η αποφόρτιση της ράβδου γίνει πριν η τάση υπερβεί την οριακή τιμή στο σημείο A , η ράβδος επανέρχεται στις αρχικές διαστάσεις της. Η τάση στο σημείο A ονομάζεται **τάση ορίου ανολογίας** (σ_A) του υλικού.

Πέρα από το σημείο A και μέχρι το σημείο E , το υλικό συνεχίζει να παραμορφώνεται ελαστικά, δεν ισχύει όμως ο νόμος του Hooke. Η τάση στο σημείο E ονομάζεται **τάση ορίου ελαστικότητας** (σ_E) του υλικού. Αυτό σημαίνει ότι, για τάσεις μεγαλύτερες της τάσης σ_E κατά την αποφόρτιση του υλικού παραμένουν πλαστικές παραμορφώσεις σε αυτό.

Εάν η φόρτιση της ράβδου συνεχιστεί μετά το σημείο Δ , παρατηρείται συνεχής και σημαντική παραμόρφωση της ράβδου, ενώ η τάση παραμένει σχεδόν σταθερή, έχοντας μία ανώτερη ($\sigma_{\Delta'}$) και μία κατώτερη τιμή ($\sigma_{\Delta''}$). Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **διαρροή** και η τάση στο σημείο Δ ονομάζεται **τάση ορίου διαρροής** (σ_{Δ}) του υλικού.

Παραπέρα αύξηση της φόρτισης της ράβδου οδηγεί σε ακόμα μεγαλύτερη παραμόρφωση, μέχρι το σημείο Θ , όπου η τάση παρουσιάζει τη μέγιστη τιμή, η οποία ονομάζεται **τάση θραύσης** (σ_{Θ}). Όμως, η ράβδος δεν θραύεται στο σημείο Θ .

Παρατηρείται ότι, μετά το σημείο Θ αυξάνεται η επιμήκυνση της ράβδου και σχηματίζεται ο **λαμμός θραύσης**, όπως φαίνεται στο σχήμα 6/21.



Σχ. 6/21: Σχηματισμός λαμμού θραύσης και διαρροής

Η ρήξη της ράβδου επέρχεται μετά το σχηματισμό του λαμμού θραύσης και για τάση σ_A μικρότερη της τάσης θραύσης σ_{Θ} .

Τα διαγράμματα (σ, ϵ) για τον έλεγχο όγκων υλικών σε βλίψη, για μικρές παραμορφώσεις, είναι πρακτικά όμοια με εκείνα κατά τον αρέλασμό τους, μόνο που κατά τη βλίψη τους τρικά δεν θραύονται, αλλά συμπιέζονται.

ΝΑ ΑΠΑΝΤΗΣΕΤΕ ΣΤΙΣ ΑΚΟΛΟΥΘΕΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ:

1. Να αναφέρετε έξι βασικά στοιχεία μηχανών.
2. Κατονομάστε τους τρόπους στατικής και δυναμικής φόρτισης των στοιχείων μηχανών.
3. Κατονομάστε όλους τους τρόπους καταπό-νησης των στοιχείων μηχανών.
4. Εξηγήστε με τη βοήθεια σχημάτων τους ακόλουθους τρόπους καταπόνησης των στοιχείων μηχανών:
 - Εφελκυσμός
 - Στρέψη
5. Σχεδιάστε διάγραμμα εφελκυσμού για το μαλακό χάλυβα και δείξετε σε αυτό τα ακόλουθα στοιχεία:
 - Τάση ορίου αναλογίας
 - Τάση ορίου ελαστικότητας
 - Τάση ορίου διαρροής
 - Τάση θραύσης.
6. Να αντιγράψετε και να συμπληρώσετε κατάλληλα στο τετράδιο σας τον πιο κάτω πίνακα.

Στοιχείο μηχανής	Καταπονείται σε :
Έμβολο υδραυλικού ανυψωτήρα	
Διωστήρας μηχανής εσωτερικής καύσης	
Στροφαλοφόρος άξονας ΜΕΚ	
Πλαίσιο (chassis) αυτοκινήτου	
Άτρακτος ενός τόρνου	
Συρματόσχοινο ανυψωτικής μηχανής	
Σφαιρικά στοιχεία κύλισης των ρουλεμάν	
Πρισματοειδείς οδηγοί των φορέων στις εργαλειομηχανές	
Πείρος εμβόλου ΜΕΚ	

ΕΛΕΝΗ ΚΟΝΤΟΓΙΑΝΝΗ: kontogiani@sch.gr