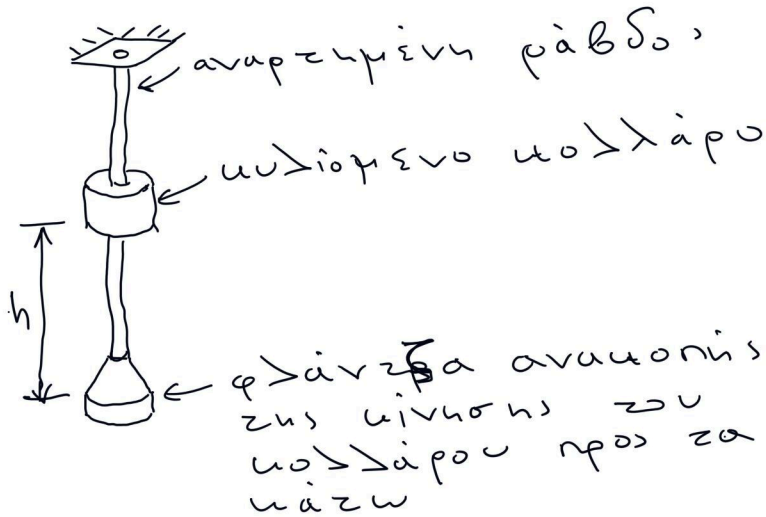


# Κρούση φόρτιση



$h$ : ύψος πτώσης του κολλάρου μέχρι την επαφή του με τη φλάντζα

$EA$ : αξονική σφιγερότητα της ράβδου

$L$ : μήκος της ράβδου

$W$ : βάρος του κολλάρου

$\delta_{max}$ : η μέγιστη μετατόπιση της φλάντζας προς τα κάτω, μετά από την πρόσκρουση του κολλάρου πάνω της

θεωρώντας ότι δεν έχουμε απώλειες ενέργειας και αμελητέα (πολύ μικρή) κίνησή ενέργεια που απορροφάται

η φλάντζα μετά την πρόσκρουση του κολλάρου πάνω της, οδηγούμαστε με τη χρήση οξυμυρίας της δυναμικής ενέργειας του κολλάρου λόγω της

κίνησης ενέργειας του κολλάρου λόγω της κίνησης του, σε εσωτερική ενέργεια παραμόρφωσης, αποθηκευόμενη στην παραμόρφωση της ράβδου. Έτσι έχουμε

$$W(h + \delta_{max}) = \frac{EA \delta_{max}^2}{2L} \quad (1)$$

Δυναμική ενέργεια κολλάρου

Ενέργεια παραμόρφωσης της ράβδου

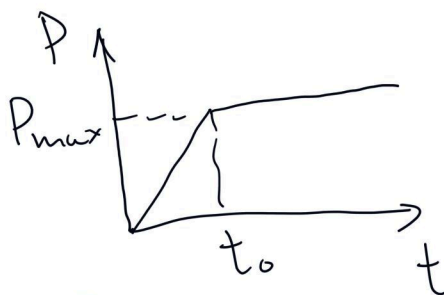
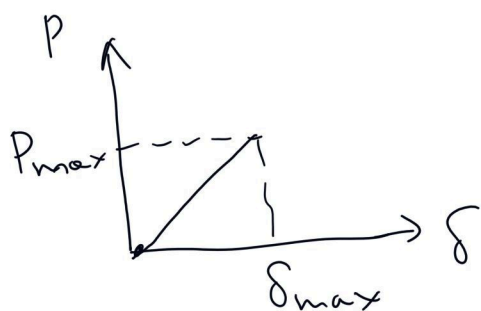
Θεωρούμε ότι η ράβδος παραμορφώνεται ελαστικά. (1) ως προς  $\delta_{max}$ , παίρνουμε

$$\delta_{max} = \delta_{st} \left[ 1 + \left( 1 + \frac{2h}{\delta_{st}} \right)^{1/2} \right] \quad (2)$$

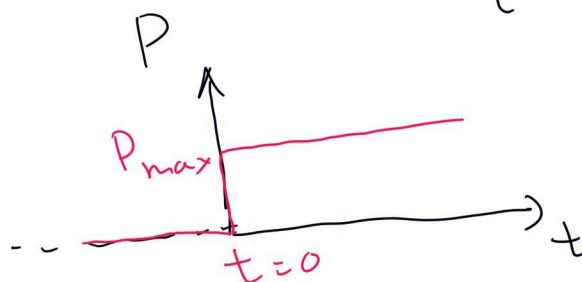
Από την (2) φαίνεται ότι όταν  $h \gg \delta_{st}$  το  $\delta_{max} \gg \delta_{st}$ , όπου  $\delta_{st} = \frac{WL}{EA}$  είναι η επιμήκυνση της ράβδου όταν το φορτίο ίσο με το βάρος του καλώτρου ασκηθεί αρχικά (στατική) στο άκρο της αναρτημένης ράβδου. Η επιμήκυνση της ράβδου υπό δυναμική φόρτιση μπορεί να είναι πολύ μεγαλύτερη από την <sup>επιμήκυνση λόγω</sup> ίσου μεγέθους, στατικής φόρτισης. Ενδεικτικά όταν  $h=0$ , δηλαδή όταν αφήσουμε απότομα το καλώτρου να αυξηθεί στη φάλαγγα, παρατηρώντας απριβώς ~~τη~~ πένω από τη φάλαγγα (πιο πάνω πριν έρθει αυτό σε επαφή με τη φάλαγγα), τότε έχουμε λόγω της

(2)

$$\delta_{max} = 2\delta_{st}$$



Στατική  
φόρτιση



Κρουστικό  
(δυναμικό)  
φορτίο

Η μέγιστη τάση στη ράβδο θα είναι

$$\sigma_{max} = E \epsilon_{max} = E \frac{\delta_{max}}{L} \quad (4)$$

Λόγω του νόμου του Hooke

η (4) λόγω της (2) δίνει

$$\sigma_{max} = \sigma_{st} \left[ 1 + \left( 1 + \frac{2hE}{L\sigma_{st}} \right)^{1/2} \right] \quad (5)$$

όπου

$$\sigma_{st} = \frac{W}{A} \quad (6)$$

η τάση λόγω, ίσου μεγέθους δύναμης, στα-  
ζειν φόρτιση. Και εδώ έχουμε

$$\sigma_{max} \gg \sigma_{st} \quad (7)$$

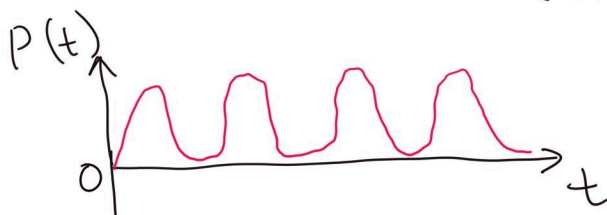
$$h \gg \delta_{max} \quad (8)$$

Αντίστοιχα με τις επημερώσεις, από την  
(5) βρίσκουμε ότι, όταν  $h=0$

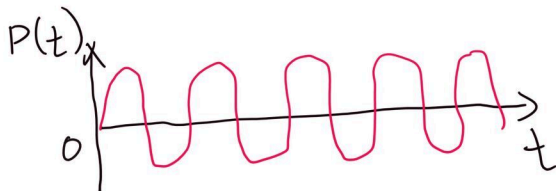
$$\sigma_{max} = 2\sigma_{st} \quad (9).$$

Κόπωση υλικών λόγω δυναμικής φόρτισης

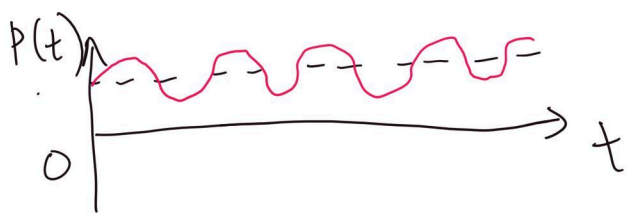
Είδη δυναμικών φορτίσεων.  
(επαναλαμβανόμενων, περιοδικών)



Μόνο θετική φόρτιση  
(π.χ. μόνο εφελκυσμός)



Εναλλασσόμενο εφελκυσ-  
μός και θλίψη



Εναλλασσόμενη φόρτιση,  
που δεν περιλαμβάνει ~~από-~~  
φόρτιση

Κόπωση είναι το φαινόμενο κατά το  
οποίο η τάση αστοχίας του υλικού μέν-  
ει σταθερή, όταν αυξάνεται ο αριθμός των  
εναλλασσόμενων φορτίσεων-αποφόρτισης. Ανεκτι-  
μάται μέσω των καμπύλων ανθεκτικό-  
τητας.

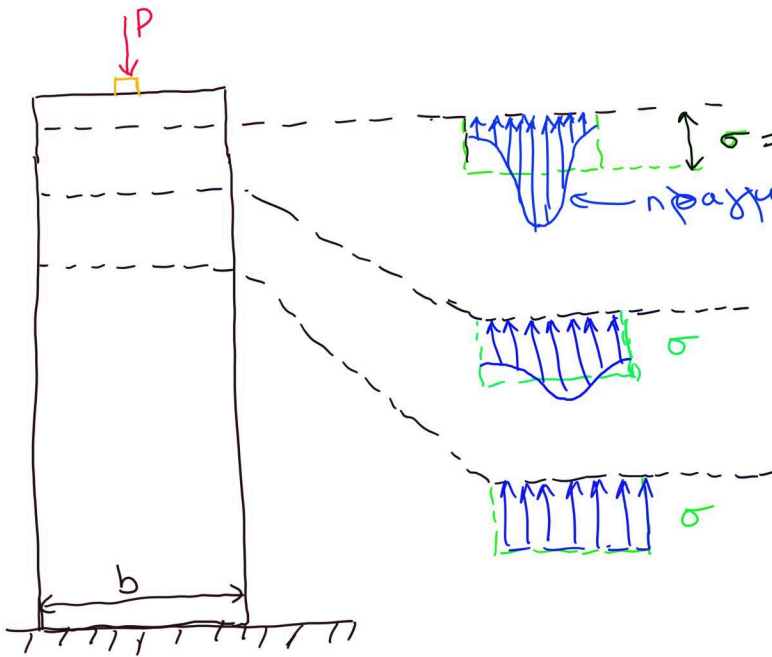




$N$ : αριθμός κύκλων φόρτισης - αποφόρτισης  
 $\sigma_f$ : τάση αστοχίας του υλικού

Μια από πολλούς κύκλους φόρτισης-αποφόρτισης (που γίνεται πειραματικά), το μέγιστο όριο αστοχίας (τάση αστοχίας) σταθεροποιείται (δεν μειώνεται άλλο). Η τιμή αυτή λέγεται όριο κόπωσης.

## Αρχή Saint-Venant και συγκεντρώσεις τάσεων



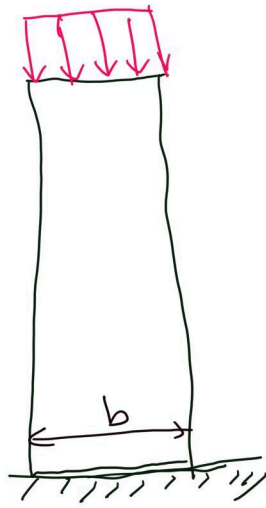
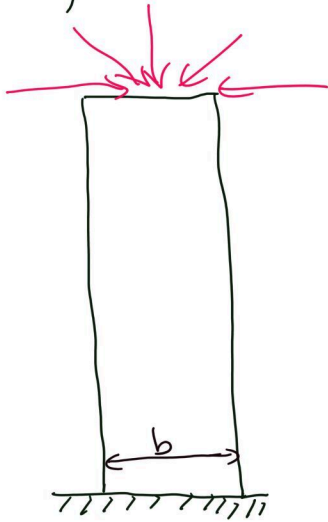
$$\sigma = \frac{P}{bt} \text{ (μέση τάση)}$$

← πραγματική τάση

Παρατηρούμε μείωση της συγκεντρώσεως των τάσεων καθώς απομακρυνόμαστε από το σημείο εφαρμογής της  $P$ , προς το εσωτερικό της ράβδου.

Ορθολόγια ή διατομή της ράβδου  $b \times t$  ή  $b \times t$  διατομή της ράβδου  $t$ : πάχος της διατομής της ράβδου  $b$ : πλάτος της ράβδου  $P$ : δύναμη που εφαρμόζεται στο χάρτι.

Εστω δύο ισοδύναμα φορτία (ομοιόμορφα ισοδύναμα) που ασκούνται σε άκρο της ράβδου



Ορθογώνια  
η διαμήκη των  
ράβδων, διαστά-  
σεων  $b \times t$ .

Η Αρχή Saint Venant λέει ότι οι τάσεις, παντού από την περιοχή εφαρμογής δύο, ομοιόμορφων ισοδύναμων αλλά διαφορετικών ειδών φορτίων, είναι ίδιες. Επί των ομώνυμων περιοχών εφαρμογής των ελωζερικών φορτίων, οι τάσεις είναι διαφορετικές (η κατανομή των τάσεων είναι διαφορετική).

Η ανίσταση για να έχω ίδιες κατανομές τάσεων πρέπει να είναι  $> b$  (μεγαλύτερη από τη μεγαλύτερη διαστά-  
ση της ράβδου),