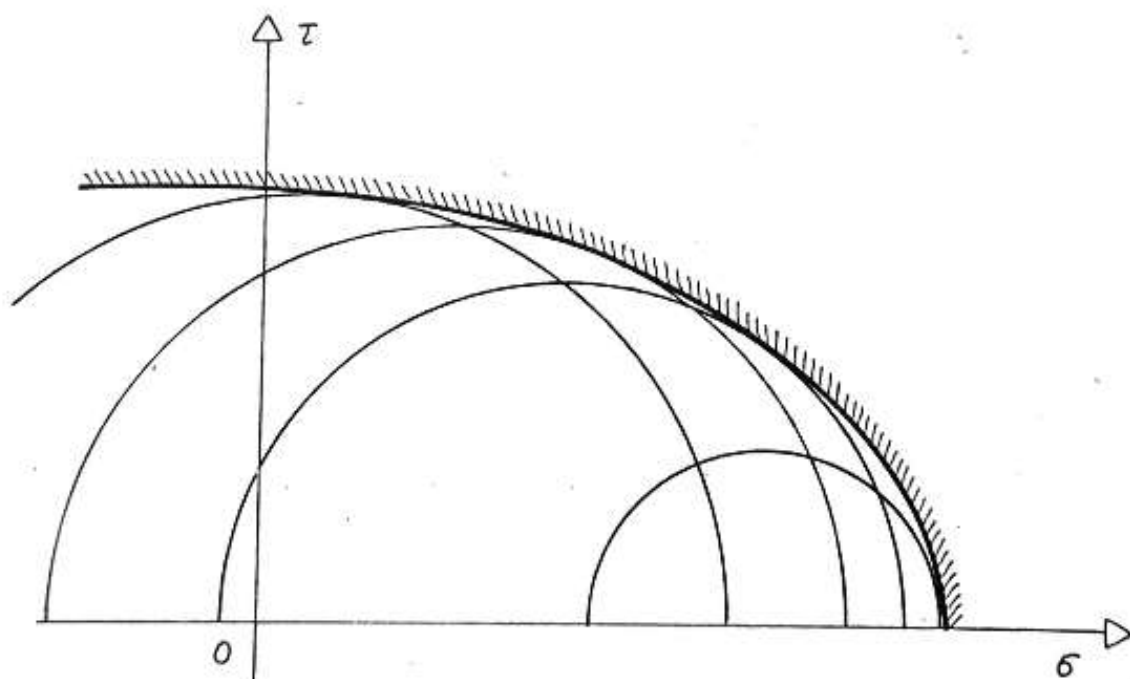


ΦΙΛΟΘΕΟΥ Γ. ΛΟΚΚΑ
Πολιτικού Μηχανικού
Καθηγητή Σ.Τ.Ε.Φ.
Τ.Ε.Ι. Λαρίσης

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑ ΘΕΜΑΤΑ
ΑΝΤΟΧΗΣ ΥΛΙΚΩΝ



ΛΑΡΙΣΑ

Νοέμβριος 1985

Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

Σελίδα.

Σκοπὸς τῆς Ἀντοχῆς τῶν ὑλικῶν	1
Ἐφελκυσμὸς	3
Τύποι διαγραμμάτων παραμορφώσεως	8
Θλίψη	9
ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΥ	
Κανονισμοὶ πού διέπουν τίς δοκιμὲς ἔφελ-	
κυμοῦ	12
Περιγραφή τῆς μηχανῆς ἔφελκυμοῦ - τρόπος	
λειτουργίας	13
Μετατροπὴ τοῦ διαγράμματος Δλ-Ρ εἰς δια-	
γράμμα ε-ε	16
Βρόχος ὑστερήσεως	21
Στρέψη	24
Τὸ πείραμα τῆς στρέψης	26
Περιγραφή καὶ τρόπος λειτουργίας τῆς μη-	
χανῆς στρέψης	29
Ἐκτέλεση τοῦ πειράματος	31
ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ	
Ἀνάλυσις καταπονήσεως χαλυβδίνης δοκοῦ διὰ	
τῆς χρήσεως δεικτῶν καταπονήσεως ἡλεκτρικῆς	
ἀντιστάσεως - Γενικά	34
Καθορισμὸς τοῦ συντελεστοῦ Κ	35
Ἐκλογὴ τοῦ ἀγωγοῦ	37
Χαρακτηριστικά τῶν ταινιῶν ἐπιμηκύνσεως -	
Μέτρησις τοῦ λόγου ΔR/R	38
Πειραματικὸς προσδιορισμὸς τῶν μηχανικῶν τάσεων	

Διὰ τῶν ταινιῶν ἐπιμηκύνσεως	40
Καθαρή κάμψη	44
Πείραμα ὑπολογισμοῦ ὀρθῶν τάσεων μέ ταινίες ἐπιμηκύνσεως - Περιγραφή μηχανῆς . . .	47
Ἐκτέλεσι τοῦ πειράματος	49
ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ	51
Μέθοδος Brinell	52
Πείραμα ἐκληρομετρήσεως κατὰ Brinell - Περιγραφή τῆς μηχανῆς	57
Ἐκτέλεσι τοῦ πειράματος	58
Μέθοδος Rockwell	59
Πείραμα ἐκληρομετρήσεως κατὰ Rockwell - Περιγραφή μηχανῆς - ἐκτέλεσι πειράματος . . .	62
Δοκιμασία βέ κρούσι κατὰ Charpy . . .	64
Πείραμα δοκιμασίας βέ κρούσι κατὰ Charpy. Περιγραφή μηχανῆς - ἐκτέλεσι πειράματος	67
ΑΝΑΔΙΠΛΩΣΗ	70
Περιγραφή τῆς μηχανῆς	73
Ἐκτέλεσι τοῦ πειράματος	76

Σκοπός τῆς Ἀντοχῆς τῶν ὑλικῶν.

Εἶναι φανερό πῶς τὰ διάφορα ὑλικά πού χρησιμοποιοῦμε σήμερα εἰς κατασκευές, δηλαδή τὰ μέταλλα, τὰ ξύλα, οἱ πέτρες κ.λ.π. τότε μόνο εἶναι πρακτικά χρήσιμα καί ἐξυπηρετοῦν τὸν προορισμό του, ὅταν δὲν θραύονται ὑπὸ τὴν ἐνέργεια τῶν ἐξωτερικῶν δυνάμεων, τίς ὁποίαι καλοῦνται νὰ ἀναλάβουν, ἀλλὰ ἀντιστῆκονται ἀποτελεσματικά καί μάλιστα κατὰ τέτοιον τρόπο ὥστε οἱ ἀναπόφευκτοι παραμορφώσεις νὰ μὴν ὑπερβαίνουν ὁρίσματα, τὰ ὁποῖα εἴτε γιὰ αἰσθητικούς εἴτε γιὰ κατασκευαστικούς λόγους θὰ ἦσαν ἀπαράδεκτα ἐπὶ τὴν πράξιν.

Μία δοκὸς π.χ. πού τὸ βέλος κάμψώς της θὰ ἦταν τόσο μεγάλο ὥστε νὰ εἶναι ὁρατό, δὲν εἶναι γενικά παραδεκτὴ ἐπὶ οἰκοδομικῆς κατασκευῆς. Ἐπίσης ἓνας ἄξονας μηχανῆς πού ἔπαδε ἔξω μικρὴ παραμόρφωσις ἀπὸ κάμψιν, εἶναι ἀπαράδεκτος γιὰ τὴν ἀσφαλῆ λειτουργία τῆς μηχανῆς.

Γιὰ τοὺς παραπάνω λόγους εἶναι ἀπαραίτητο νὰ ξέρουμε μέχρι ποιοῦ ὁρίου μπορούμε νὰ φορτίζουμε ἀκίνδυνα τὰ διάφορα ὑλικά εἰς διάφορας καταπονήσεις πού εἶναι δυνατόν νὰ ὑποβληθοῦν.

Ἡ Ἀντοχή τῶν ὑλικῶν ἀπὸ πρακτικὴ ἀποψη ἔχει κυρίως σκοπὸν:

1. Νὰ προσδιορίσει τὰ ἐπικίνδυνα ὅρια φόρτισης τῶν διαφόρων ὑλικῶν ἐξ ὧν εἶναι δυνατόν καταπονήσεις καί μέ βάση αὐτὰ νὰ καθορίσει παραδεκτὰ ὅρια φόρτισης ἐξ ἑκάστη περίπτωση.

2. Νὰ ὑπολογίσει τίς διαστάσεις τῶν μελῶν μιᾶς μηχανῆς ἢ γενικώτερα μιᾶς κατασκευῆς κατὰ τέτοιον τρόπο ὥστε νὰ μπορούν νὰ ἀναλάβουν μὲ ἀσφάλεια, χωρὶς δηλαδή κίνδυνον θραύσεως ἢ ὑπερβολικῶν παραμορφώσεων, τὰ διδόμενα ἐξωτερικά φορτία.

3. Νά υπολογίσω τὸ μίγιστο φορτίο πού ἔναι δυνατό νά φέρω μὲ ἀσφάλεια μιὰ δοσμένη κατασκευή, ἢ νά ἐλέγξω κατὰ πόσο αὐτή εἶναι ἀσφαλὴς κατω ἀπ' τὴν ἐνέργεια δοσμένης φόρτισης (στατικός ἔλεγχος), ἢ τέλος νά ἐλέγξω κατὰ πόσο οἱ παραμορφώσεις πού θὰ ἐκδηλωθοῦν κατω ἀπ' τὴν ἐνέργεια τῆς φόρτισης αὐτῆς, βρίσκονται μέσα ἐνὰ ἀνεκτὰ ὅρια.

Τὸ πρῶτο πιτυχνέεται μὲ πειράματα εἰς εἰδικὰ Ἐργαστήρια Ἀντοχῆς Ὑλικῶν, τὸ δεύτερο καὶ τρίτο πιτυχνέεται γενικά μὲ υπολογισμούς ἄλλοτε ἀπλοῦς καὶ ἄλλοτε μεγάλους καὶ δύσκολους ἀνάλογα μὲ τὴ μορφή τῶν φορτιζόμενων σωμάτων καὶ τὸ ἔδος τῆς καταπόνησής ἐπὶ ὅποια ὑποβάλλονται.

Στὰ κεφάλαια πού θ' ἀκολουθήσουν θὰ ἐξετάσουμε διαφόρους περιπτώσεις καταπόνησος τῶν σωμάτων μὲ τὶς ἀντίστοιχες ἐπιζητήσεις ἢ μαθηματικὲς ἀναλύσεις.

Ἡ ἀνάπτυξη (πειραματική) τῶν θεμάτων θὰ γίνῃ μὲ βάση τὸν ὑπάρχοντα ἐντὶ Ἐργαστήριου Ἀντοχῆς Ὑλικῶν τῆς Σ.Τ.Ε.Φ. τοῦ Τ.Ε.Ι. Λάρισας μηχανικὸ ἐξοπλισμό.

Ἐπίσης ἡ θεωρητικὴ ἀνάπτυξη ἐνός πειράματος προϋποθέτει μερική ἢ ὀλική γνώση τῆς θεωρίας ἐντὶ ἀντίστοιχο κεφάλαιο τῆς Ἀντοχῆς Ὑλικῶν.

ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ

Ὁ νόμος τῆς ἀναλογίας ἀνάμεσα εἰς τὴν ἐφελκύνουσα δύναμι καὶ τὴν ἐπιμήκυνση ἀποτελεῖ μέχρι σήμερα τὴ βῆσι τῶν ὑπολογισμῶν ἀντοχῆς. Δὲν ἰσχύει ὅμως, παρὰ μόνο γιὰ ὑλικά ἰσότροπα καὶ μέχρι κάποια ὀριακὴ τιμὴ τῆς φόρτισης πού ὀνομάζεται ὄριο ἀναλογίας.

Πέραν τοῦ ὁρίου αὐτοῦ ἡ σχέσις ἀνάμεσα εἰς τὴν ἐφελκύνουσα δύναμι καὶ τὴν ἐπιμήκυνση γίνεται πολυπλοκώτερη.

Τὰ ἀποτελέσματα τῶν πειραματικῶν ἐρευνῶν γιὰ τὴν ἐξακρίβωση τῶν μηχανικῶν ἰδιοτήτων τῶν διαφόρων ὑλικῶν μετὰ ἀπὸ τὸ ὄριο ἀναλογίας εἰκονογραφοῦνται συνήθως ἐν ἑνὶ διάγραμμα, τὸ ὁποῖο, ἐπειδὴ δείχνει τὴ συμπεριφορὰ τοῦ δοκιμαζόμενου ὑλικοῦ ἐν ἐφελκυσμῷ, λέγεται διάγραμμα ἐφελκυσμοῦ.

Τὸ παρακάτω σχῆμα παριστάνει ἓν τυπικὸν διάγραμμα γιὰ τὸν χάλυβα τῶν εἰδηρῶν κατασκευῶν.

Ἡ τάσις σ καὶ ἡ ἀνηχμένη ἐπιμήκυνση ϵ ἀνάγονται ἀντίστοιχα εἰς τὴν ἀρχικὴν διατομὴν F_0 καὶ τὸ ἀρχικὸν μήκος l_0 τοῦ δοκιμίου.

Οἱ ἀνηχμέναι ἐπιμήκυνσεις λαμβάνονται εἰς τὸν ὀριζόντιον ἄξονα, ἐνῶ οἱ ἀντίστοιχαι τάσεις ἐφελκυσμοῦ λαμβάνονται εἰς τὸν κατακόρυφον ἄξονα εἰς τὴν τεταγμένην τῆς καλουμένης καμπύλης παραμορφώσεως.

Ἡ καμπύλη αὕτη ἔχει τὰ ἑξῆς χαρακτηριστικά:

Ἀπὸ τὸ σημεῖον O μέχρι τὸ σημεῖον P ἡ τάσις εἶναι ἀνάλογη πρὸς τὴν ἀντίστοιχον ἐπιμήκυνσην, καὶ ὑπολογίζεται ἀπὸ τὸν νόμον τοῦ Hooke $\sigma = \epsilon \cdot E$.

Ἡ ἀντιπροσωπευτικὴ γραμμὴ τῆς περιοχῆς αὐτῆς, ποὺ ὀνομάζεται περιοχὴ ἀναλογίας, εἶναι ἡ εὐθεῖα OP , τῆς ὁποίας ἡ κλίση E πρὸς τὸν ἄξονα Ox ὀνομάζεται μέτρο ἐλαστικότητος τοῦ ὑλικοῦ. Θὰ εἶναι δηλαδὴ $\epsilon_{\phi\omega} = E$

Πρέπει νὰ δίνεται προσοχὴ ἐπὶ τὴν ἀντιθέσιν αὐτὴν, γιατί οἱ τιμὲς ποὺ ἐκφράζουν τὴν τάση σ καὶ τὴν ἀνηχμένη ἐπιμήκυνση ϵ ἐπὶ τοὺς ἄξονες $\sigma - \epsilon$ ($\epsilon_{\phi\omega} = \sigma/\epsilon$) συνηδέεσθαι δὲν ἐκφράζονται μὲ τὴν ἴδια κλίμακα. Ἐπομένως θὰ ἦσαν λάθος ἂν, γιὰ νὰ βροῦμε τὸ μέτρο ἐλαστικότητος ἑνὸς ὑλικοῦ ἀπὸ τὸ ἀντίστοιχο διάγραμμα τοῦ ὑλικοῦ δὲ ἐφελκυσμό, παίρναμε τὴ γωνία ω τῆς εὐθείας ἐπὶ τὴν περιοχὴ ἀναλογίας καὶ μετὰ τὴν τριγωνομετρικὴν ἐφαπτωμένην. Τὸ ὥστόσο θὰ ἦταν:

α. Νὰ ἐκφράσουμε τὴν τριγωνομετρικὴν ἐφαπτωμένην τῆς γωνίας μὲ τὴν τιμὴν τῆς τάσης καὶ τῆς ἀντίστοιχῆς ἀνηχμένης ἐπιμήκυνσης δὲ κάποιον δημεῖο τῆς περιοχῆς ἀναλογίας ($\epsilon_{\phi\omega} = E = \frac{\sigma}{\epsilon}$),

β. Νὰ πάρουμε (πράγμα ποὺ εἶναι ἀνέφικτο) τὴν τριγωνομετρικὴν ἐφαπτωμένην τῆς γωνίας ω ἐπὶ τὴν περίπτωσιν ποὺ τὰ μεγέθη σ καὶ ϵ ἐκφράζονται μὲ τὴν ἴδια κλίμακα.

Ἡ τάση σ_p ποὺ ἀντιστοιχεῖ ἐπὶ τὸ τελευταῖο δημεῖο τῆς περιοχῆς ἀναλογίας ὀνομάζεται ὅριο ἀναλογίας.

Συνεχίζοντας τὴ φόρτιση τοῦ ὑλικοῦ, ἀνυψάνοντας δηλαδὴ τὴν τιμὴν τῆς τάσης πρὸ πάντων ἀπὸ τὴν σ_p παρατηροῦμε ὅτι οἱ ἀνηχμέναι ἐπιμήκυνται ἀνυψάνοντας δυσανάλογα καὶ μάλιστα εἶναι τόσο μεγαλύτεροι ἀπὸ ἐκείνους ποὺ δίνονται ἀπὸ τὸ νόμο τοῦ Hooke ($\epsilon = \sigma/E$) ὅσο ἡ τάση σ εἶναι μεγαλύτερη τῆς σ_p .

Ἐπομένως γιὰ τὸ τμήμα αὐτὸ τοῦ διαγράμματος ἡ γραμμὴ εἶναι καμπύλη (PE) καὶ ἡ ἀντίστοιχη περιοχὴ ὀνομάζεται περιοχὴ ἐλαστικότητος.

Ἡ τάση σ_E ποὺ ἀντιστοιχεῖ ἐπὶ τὸ τελευταῖο δημεῖο τῆς περιο-

F. Νὰ πάρουμε τὴν τριγωνομετρικὴν ἐφαπτωμένην τῆς γωνίας καὶ νὰ τὴν πολλαπλασιάσουμε ἐπὶ τὸν λόγον λ/λ' τῶν κλίμακων τῶν δύο ἀξόνων (σ, ϵ).

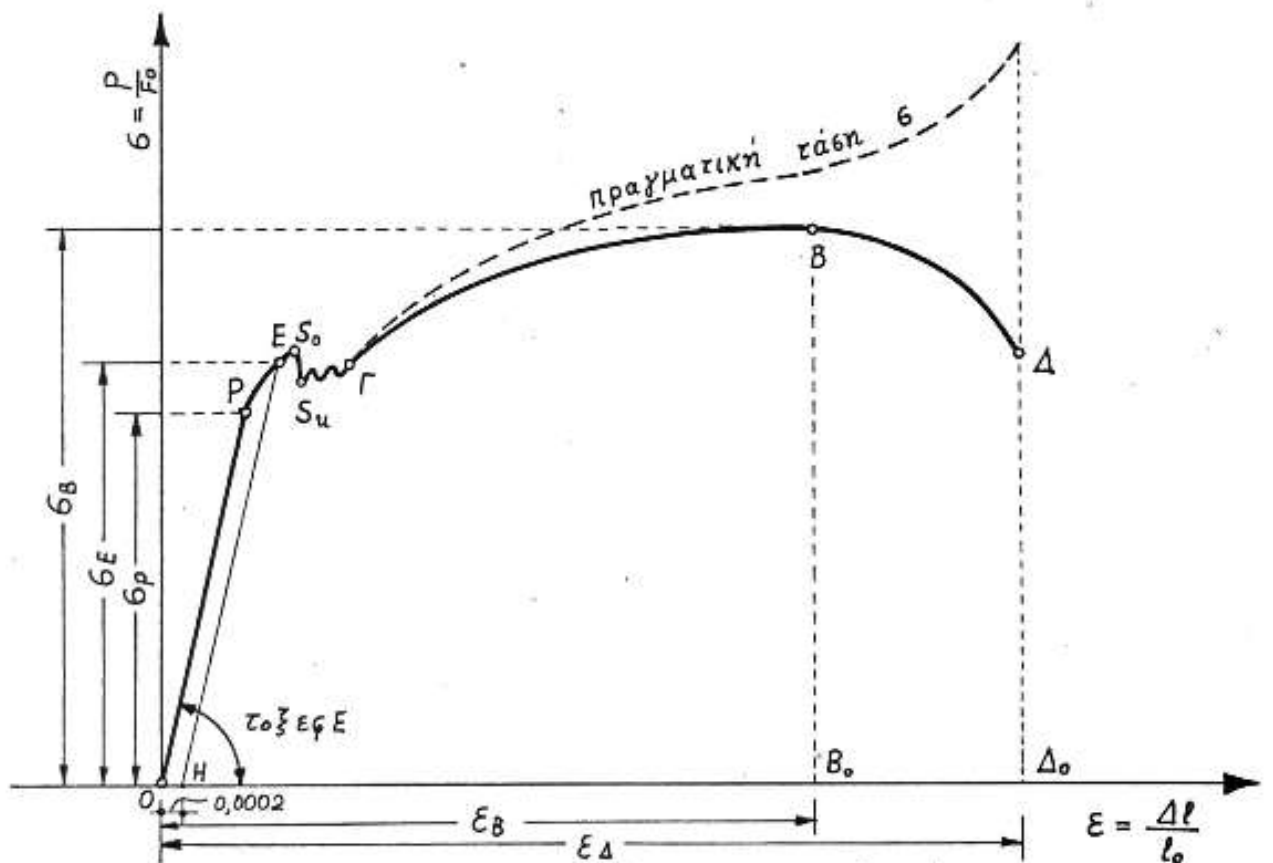
κῆς αὐτῆς ὀνομάζεται ὄριο ἐλαστικότητας.

Ἄν ἐπὶ τὴν περιοχὴ αὐτὴ ἀποφορτίσουμε τὸ δοκίμιο, παρατηροῦμε ὅτι ἡ ἀνηγμένη ἐπιμήκυνση ἐλαττώνεται, ἀλλὰ δὲν εξαφανίζεται πλήρως, ὥστ' συμβαίνει ἐπὶ τὴν περιοχὴ ἀναλογίᾳ τὸ δοκίμιο ἀπέκτησε δηλαδὴ μιὰ μόνιμη ἐπιμήκυνση Δl .

Συμφωνοῦμε νὰ ὀνομάζουμε τὸ ^{συμβατικό} ὄριο ἐλαστικότητας σ_E τὴν τάση ἐκείνη πού εἶναι μεγαλύτερη τῆς σ_p , γιὰ τὴν ὁποία μετὰ τὴν ἀποφόρτιση τοῦ δοκιμίου ἐμφανίζεται μιὰ μόνιμη (παραμένουσα) ἐπιμήκυνση ἴση πρὸς τὰ δύο δεκάκισ χιλιοστὰ τοῦ ἀρχικοῦ μήκους. Θὰ πρέπει δηλ. νὰ εἶναι: $\Delta l = 0,0002 l_0$

$$\eta \quad \Delta l / l_0 = \epsilon = 0,0002 = 0,02\%,$$

γιὰ νὰ ποῦμε ὅτι ἡ τάση σ_E , πού ἐφαρμόσθηκε ἐπὶ τὸ δοκίμιο πρὶν ἀπ' τὴν ἀποφόρτιση, καί πού ὑποτίθεται ὕστερα ἀπὸ πολλές δοκιμὲς τὴν βρήκαμε, εἶναι τὸ ^{συμβατικό} ὄριο ἐλαστικότητας.



Ἄν ἔχουμε τὸ διάγραμμα ἐφελκυσμοῦ (σ, ϵ) κάποιου ὑλικοῦ

τότε είναι δυνατόν γραφικά να υπολογίσουμε το ^{συμβατικό} $\sqrt{\sigma}$ έλα-
 εστικότητα του, αρκεί να πάρουμε στην αρχή του άξονα των
 άνηχμένων έπιμηκύνσεων ένα τμήμα ίσο με 0,0002 φυσικά
 με την κλίμακα που διαλίσταμε για τις άνηχμένες έπιμηκύνσεις.

Αν Η είναι το σημείο αυτό, τότε φέρνουμε την ΗΕ πα-
 ράλληλη προς την ΟΡ. Στο σημείο Ε που η ευθεία αυτή
 θα τέμνει το διάγραμμα, αντιστοιχεί το ^{συμβατικό} $\sqrt{\sigma}$ έλαστικότητα
 του υλικού.

Συνεχίζοντας τη φόρτιση του υλικού είσερχόμαστε σε μια
 νέα περιοχή όπου η συμπεριφορά του υλικού είναι ανώμαλη.

Στην αρχή η συμπεριφορά του μοιάζει με την αντίστοιχη
 στην περιοχή έλαστικότητας, δηλαδή αύξανόμενων των τάσεων
 αυξάνονται περιβάλλοντες και οι αντίστοιχες έπιμηκύνσεις. Όταν η
 τάση πάρει την τιμή σ_s , οι άνηχμένες έπιμηκύνσεις έξακο-
 λουθούν να αυξάνονται, παρά το γεγονός ότι μετά την τά-
 σι σ_s οι αντίστοιχες τάσεις σ που εμφανίζονται μικραίνουν.

Όταν φθάσουμε στην τάση σ_m , παρατηρούμε ότι από κει
 και πέρα οι τάσεις αυξάνονται με τις αντίστοιχες - όχι αναλο-
 γικές - αύξήσεις των έπιμηκύνσεων.

Μετά ακολουθεί άλλο τμήμα που οι τάσεις μειώνονται με
 τις αύξήσεις των έπιμηκύνσεων και η ίδια τάση επαναλαμβάνε-
 νται ως το σημείο Γ.

Η περιοχή ΕΓ του διαγράμματος ονομάζεται περιοχή διαρ-
 ροής. Η μέγιστη τιμή σ_s που παίρνει η τάση στην πε-
 ριοχή αυτή ονομάζεται άνώτερο όριο διαρροής, ενώ η
 ελάχιστη κατώτερο όριο διαρροής.

Ο μέσος όρος αυτών των δύο τιμών ονομάζεται συνη-
 θως όριο διαρροής.

Στην περιοχή αυτή ΕΓ λέμε ότι το υλικό διαρρέει,

γιατί γίνονται ανακατατάξεις μέσα στη δομή των μορίων του, όποτε κατά τη μία φάση - όταν οι τάσεις αυξάνουν μέ τις έπιμηκύνσεις - δείχνει άντοχή ετερεού ύλικου, ενώ στην άλλη φάση - όταν οι τάσεις μικραίνουν μέ αύξηση των έπιμηκύνσεων, - τό ύλικό συμπεριφέρεται σαν πλαστικό.

Μετά τό σημείο Γ, δηλαδή όσο προχωρεί ή φόρτιση και αυξάνει ή τάση τό ύλικό δείχνει όμαλή συμπεριφορά, δηλαδή ίδια μέ εκείνη που δείχνει στην περιοχή ελαστικότητας ΡΕ, μέ τη διαφορά ότι οι μεταβολές (αυξήσεις) των έπιμηκύνσεων είναι ακόμη μεγαλύτερες προς τις αντίστοιχες μεταβολές των τάσεων. Αυτό συμβαίνει μέχρι της τάσης σ_B , την όποία τό ύλικό δέν μπορεί πιά νά ξεπεράσει. Η τάση σ_B ονομάζεται όριο θραύσεως.

Μετά τό φαινόμενο της διαρροής, ή άνάκτηση και ή αύξηση της αντίστασης που παρουσιάζει τό ύλικό μέχρι τό όριο θραύσεως ονομάζεται κράτynνεις του ύλικου και τό αντίστοιχο τμήμα της καμπύλης παραμορφώσεως ονομάζεται καμπύλη κρατύνσεως.

Λίγο μετά από τό όριο θραύσεως, εμφανίζεται σε κάποια διατομή ισχυρή στένωση, που ονομάζεται λαιμός θραύσεως, ενώ παράλληλα οι τάσεις μικραίνουν όσο μεγαλώνουν οι έπιμηκύνσεις, και μετά από λίγο τό ύλικό σπάει.

Η τάση σ_A που αντίστοιχά στο σημείο Δ της θραύσεως του δοκιμίου ονομάζεται τάση θραύσεως.

Στην πραγματικότητα, από τό σημείο Β και μετά, δηλ. στην περιοχή θραύσεως, - που αποτελεί συνέχεια της περιοχής κρατύνσεως, ενώ και οι δύο μαζί περιοχές αποτελούν την πλαστική περιοχή του ύλικου - ή τάση έφελκυσμού αυξάνει λόγω της έγκάρσιας συστολής του δοκιμίου μέ την εμφάνιση του

λαμνῶν θραύσεως.

Ἐπειδὴ ὅμως οἱ τεταγμένες σ τοῦ διαγράμματος προέρχονται ἀπὸ ἀναγωγή τοῦ φορτίου εἰς τὴν ἀρχική καὶ ὄχι εἰς τὴν συνεσταλμένη διατομή τοῦ δοκιμίου, ἡ καμπύλη παραμορφώσεως παρουσιάζει ἀπὸ τὸ σημεῖο Β μέχρι τὸ σημεῖο Δ τῆς πραγματικῆς θραύσεως, μία πτωδὶ πού εἰκονίζεται μὲ τὸν κλάδο ΒΔ.

Σὰν ἐπιμήκυνση θραύσεως δὲν λαμβάνεται ἡ ϵ_B πού ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ ὄριο θραύσεως σ_B , ἀλλὰ ἡ ἐπιμήκυνση ϵ_A πού ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ σημεῖο Δ, θραύσεως τοῦ δοκιμίου.

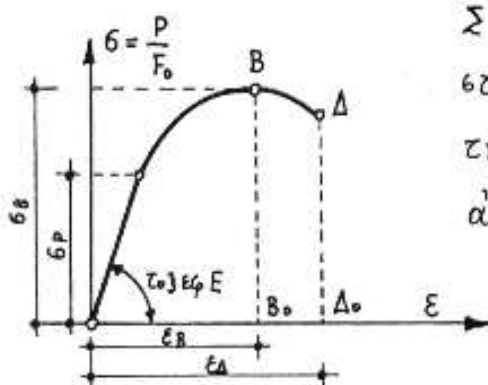
Ἡ μέτρηση τῆς ϵ_B εἶναι δύσκολη.

Ἀνάλογα μὲ τὴ φύσιν τοῦ κάθε ὑλικοῦ,μποροῦμε νὰ διακρίνουμε τρεῖς χαρακτηριστικούς τύπους διαγραμμάτων παραμορφώσεως.

α. Διαγράμματα μὲ περιοχὴ ἀναλογίας καὶ ὄριο ροῆς.

Τέτοια εἶναι κυρίως τὰ διαγράμματα τοῦ ρευτοπαγῆ καὶ λυβα, τὰ ὁποῖα, ὅπως περιγράψαμε πρὶν πάντων, παρουσιάζουν ἀνώτερο καὶ κατώτερο ὄριο ροῆς (διαρροῆς).

β. Διαγράμματα μὲ περιοχὴ ἀναλογίας χωρὶς ὄριο ροῆς. (Χαλκός, ἀργίλιο).

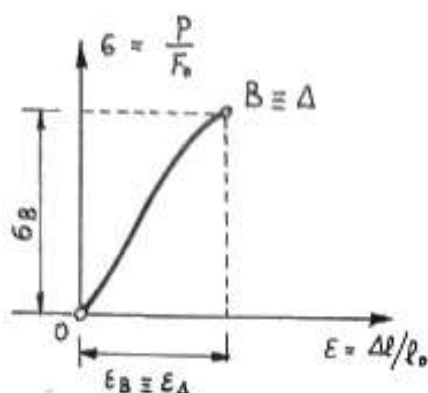


Σ' αὐτὰ τὰ ὑλικά τὸ φορτίο αὐξάνει εἰς τὴν ἀρχὴ γραμμικὰ μὲ τὴν αὐξήσιν τῆς ἐπιμήκυνσης μέχρι τὸ ὄριο ἀναλογίας. Μετὰ ἡ εὐθὺα γραμμὴ τοῦ διαγράμματος μετατρέπεται μὲ συνεχὴ καὶ ὁμαλὴ πορεία εἰς ἀνιούσα κα-

μπύλη ὡς τὸ ὄριο θραύσεως, πού ἐξαντλεῖται μὲ μικρὸ κατιόντα κλάδο ΒΔ ὡς τὴ θραύση.

γ. Διαγράμματα γαθυρῶν ὑλικῶν.

(Χυτοσίδηρος, ὀρεχαλκος).



Σ' αὐτά τὰ ὑλικά τὸ φορτίο αὐξάνει συνεχῶς μέχρι τὸ ὄριο θραύσεως χωρὶς καμμιὰ καθαρή ἔνδυξη οὔτε γιὰ τὸ ὄριο ἀναλογίας, οὔτε γιὰ τὸ ὄριο διαρροῆς, οὔτε γιὰ τὴν κράτυνση τοῦ ὑλικοῦ.

Γίνεται ἐπομένως ἔτι γραφικὰ φανερὴ ἡ οὐδιώδης διάκριση ἀνάμεσα εἰς συνεκτικὰ καὶ τὰ γαθυρά ὑλικά.

Συνεκτικὰ εἶναι τὰ ὑλικά εἰς ὅποια τὸ εἶδος τῆς πλαστικῆς παραμόρφωσης μέχρι τῆς θραύσεως εἶναι μεγάλο, ἐνῶ **Ψαθυρά** εἶναι τὰ ὑλικά πού βεβοῦνται ἀντὶ τὴν ιδιότητά.

Εἶναι ἐπομένως ἡ συνεκτικότητα μιὰ ιδιότητα ἀντίθετη ἀπ' τὴν γαθυρότητα.

Στὰ διαγράμματα πού παρουσιάζουν ὄριο ἀναλογίας, ἡ γωνία κλίσεως ϕ τοῦ ἐνθύνγραμμου τμήματος τῆς περιοχῆς ἀναλογίας ὡς πρὸς τὸν ἄξονα τῶν ἐπιμηκύνσεων ἔχει ἐφαρμομένη ἴση πρὸς τὸν λόγον σ/ϵ καὶ ἐπομένως, λόγω τῆς σχέσεως $\sigma = \epsilon \cdot E$, ἴση πρὸς τὸ μέτρο ἐλαστικότητος τοῦ ὑλικοῦ E .

δηλ. θὰ εἶναι $\epsilon \phi \phi = E$ ἢ $\phi = \tan^{-1} \epsilon \phi E$.

Θλίψη

Ἀνάλογα πρὸς τὰ διαγράμματα πού ἀφοροῦν δοκιμὲς ἐφελκυσμοῦ, μπορούμε νὰ πάρουμε καὶ διαγράμματα πού ἀφοροῦν εἰς δοκιμὲς θλίψεως, ὅμως εἰς δοκίμια πού ἔχουν ἰδιαίτερη μορφή καὶ εἶναι μικροῦ μήκους, κυλινδρικά ἢ τετραγωνικά.

Ἐδῶ ὑπάρχει κάποια δυσχέρεια εἰς τὴν ἀκρίβεια μοναζονικῆς θλίψεως, γιὰ τὴν ἡ τριβὴ εἰς ἐπιφάνειαν πού ἀσκεῖται ἢ πίεση,

ἐμποδίζου τὴν ἐλεύθερη πλευρική διόγκωσιν τοῦ δοκιμίου καὶ ἐπομένως εἰσάγει τάσιν διατμήσεως.

Τὰ ἀποτελέσματα τοῦ πειράματος εἶναι ἐντελῶς ὅμοια μὲ τὰ ἀντίστοιχα τοῦ ἐφέλκυμους.

Δηλαδή παρουσιάζονται τὰ ἴδια χαρακτηριστικά σημεῖα πού ἀντιστοιχοῦν ἐπὶ ὅριον ἀναλογίας, διαρροῆς, θραύσεως καὶ παρέχουν ἐπίσης πολὺτιμις πληροφορίες ἐπὶς μηχανικὲς ιδιότητες τῶν ὑλικῶν συμπληρώνοντας ἔτσι τὴν πειραματικὴν ἔρευνα.

Ἰδιαίτερα σημαντικά εἶναι τὰ πειράματα θλίψεως ἐπὶ γαθურὰ ὑλικά, ὅπως ὁ χυτοσίδηρος, οἱ λίθοι, τὰ εἰμεντοκονιάματα κ.λ.π. τὰ ὁποῖα ἄλλωστε προορίζονται ἐκτεδὸν ἀποκλειστικά γιὰ θλιπτικές καταπονήσεις.

Ἐνῶ ἐπὶ κυλινδρικά δοκίμια χυτοσιδήρου ἡ ἐπιφάνεια θραύσεως εἶναι ἐκτεδὸν πάντοτε μοναδική, ἐπὶ κυβικά δοκίμια λίθων ἢ ἐκυροδέματος ἢ διατμητικὴ ἐπενέργεια — πού εἶναι καὶ τὸ μοναδικό αἷτιον θραύσεως ἐπὶ γαθურὰ ὑλικά — εἶναι διττὴ καὶ παρουσιάζονται μορφὲς θραύσεως πού ἔχουν σχῆμα διπλῆς πυραμίδας, ὅπως ἐπὶ σχῆμα (β).

Στὰ ζῦλα, ἐφ' ὅσον οἱ ἴνες εἶναι παράλληλαι πρὸς τὸν ἄξονα ἐπιβολῆς τοῦ φορτίου, ἡ θραῦσις ἐπέρχεται μὲ θλάσιν τῶν ἰνῶν ὑπὸ λοξῇ γωνίᾳ (σχήμα γ).

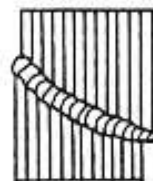
Ὅπως εἶναι γνωστό, τὰ γαθურὰ ὑλικά εἶναι περιβόετο ἀνθεκτικά ἐν καταπόνησιν ἀπὸ ὀρθῆς τάσεως παρὰ ἀπὸ διατμη-



Χυτοσίδηρος (α)



Λίθοι (β)



Ξύλα (γ)

τικές. Γιαντὸ τὸ ἐπίπεδο θραύσεως παρουσιάζεται κεκλιμένο

ὡς καὶ ὑπὸ κάποια γωνία ὡς πρὸς τὸν ἄξονα ἐπιβολῆς τῆς δυνάμεως. Κατὰ τὴν γωνία αὐτή, ἡ διατμητική ἐνέργεια γίνεται μέγιστη.

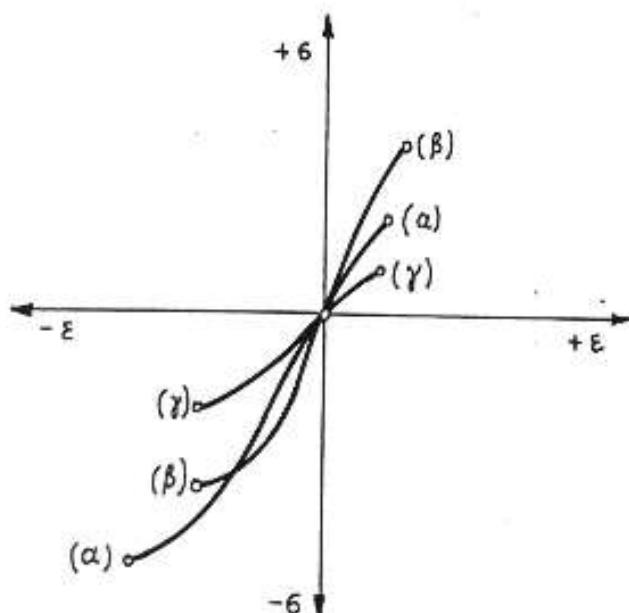
Οἱ διαστάσεις τῶν δοκιμίων ἐπηρεάζουν τὴν μορφήν τῆς θραύσεως. Ἡ κυλινδρική μορφή δοκιμίων συνήθως χρησιμοποιεῖται γιὰ τὸν κυτοειδῆρο μὲ ἐκείνην τὴν μήκους δοκιμίου πρὸς διάμετρο τῆς διατομῆς $l/d = 2$.

Γιὰ τοὺς διάφορους τύπους λίθων ὡς καὶ γιὰ τὸ ἐκνυρόδεμα ἔχει εἰσαχθεῖ γενικά ἡ κυβική μορφή δοκιμίων.

Ἡ καμπύλη τῶν παραμορφώσεων εὐρέως, ἐπὶ γενικὴν περίπτωσιν τὰ κοῖλα πρὸς τὸν ἄξονα τῶν παραμορφώσεων. Λίγες εἶναι οἱ ἐξαιρέσεις, ὅπως π.χ. ἐπὶ δέρματα, ἐπὶ ὅποια οἱ καμπύλεις παραμορφώσεως εὐρέφουν τὰ κοῖλα πρὸς τὸν ἄξονα τῶν τάσεων.

Σὲ μερικά ὑλικά, ὅπως τὸ ἐλαστικὸ κόμμι, ἡ καμπύλη παρουσιάζει σημεῖο καμψῆς. Στρέφει ἐπὶ τὸν ἄξονα τῶν παραμορφώσεων πρῶτα τὰ κοῖλα καὶ μετὰ τὰ κυρτά.

Σὲ ἄλλα ὑλικά, ὅπως π.χ. ἐπὶ μάρμαρο, εὐμβαίνει τὸ ἀντίθετο.



Τὸ διάγραμμα τάσεων - παραμορφώσεων γιὰ τὰ γαθινὰ ὑλικά ἔχει τὴν μορφήν τοῦ διηλανοῦ σχήματος μὲ τὰ ὅρια διαρροῆς καὶ θραύσεως εὐχχεόμενα καὶ μὲ μικρὰς συνήθως παραμορφώσεως θραύσεως.

(α) κυτοειδῆρος

(β) λίθοι

(γ) ξύλα.

Τὸ πείραμα τοῦ ἑφελκυμοῦ.

Κανονισμοὶ ποὺ διέπουν τὰς δοκιμὰς ἑφελκυμοῦ.

Γιὰ νὰ μπορεῖ εὐκόλῃ νὰ γίνῃ μιὰ ἐποπτικὴ σύγκρισις τῶν ὑλικῶν μεταξὺ τούτων, θὰ πρέπει τὰ διαγράμματα νὰ ἀναφέρονται ἐπὶ τοῦ ἴδιου τύπου δοκιμίου. Γι' αὐτὸ, ἐπὶ τὴν Ἡπειρωτικὴν Εὐρώπην ἔχουν καθορισθῇ δύο τύποι κυλινδρικῶν κανονικῶν δοκιμίων, τοὺς ὁποίους ἡ ἐσχέσις μήκους πρὸς τὴν τετραγωνικὴν ρίζα τῆς διατομῆς, παραμένει ἐσταθερῇ, γιὰ νὰ πληροῦνται ὁ νόμος τῆς ὁμοιότητος τῶν δοκιμίων.

Ὁ ἓνας τύπος δοκιμίου ἔχει ἀναλογία μήκους πρὸς διάμετρο $l:d = 10$, ὅπου l εἶναι τὸ μήκος ἐπὶ ὁποῖο γίνεταί ἡ μέτρηση τῶν παραμορφώσεων. Ἄν ἀντὶ γιὰ διάμετρο εἰσαγάγουμε τὴν τυχοῦσα διατομὴ s τοῦ δοκιμίου, ἡ ἐσχέσις αὐτὴ γίνεταί: $l = 11,28 \cdot \sqrt{s}$

Ὁ ἄλλος τύπος τοῦ δοκιμίου ἔχει ἐσχέσις $l:d = 5$ καὶ ἐπομένως $l = 5,64 \sqrt{s}$

Στὴ Σοβιετικὴ Ἑνωσὴ ἀκολουθοῦνται οἱ κανονισμοὶ τῆς Ἡπειρωτικῆς Εὐρώπης.

Στὴν Ἀμερικὴ ἰσχύει ὁ τύπος $l:d = 4$ καὶ γιὰ τυχοῦσα διατομὴ $l = 4,51 \cdot \sqrt{s}$.

Παρατηροῦμε γενικὰ ὅτι, ἂν καὶ ἐπὶ διάφορες χώρες ἔχουν ἐκλεγεῖ διάφορες διαστάσεις δοκιμίων, παρ' ὅλα αὐτὰ ἔχει γίνῃ παραδεκτὸς ἓνας βασικὸς νόμος ὁμοιότητος κυλινδρικῶν δοκιμίων.

Οἱ κανονισμοὶ ποὺ ἰσχύουν ἐπὶ τὴν Ἑλλάδα ἀκολουθοῦν τοὺς κανονισμοὺς τῆς Ἡπειρωτικῆς Εὐρώπης.

Στὴν περίπτωση τῶν δοκιμίων θλίψεως ἐπὶ ὀγκοειδῆ ὑλικά, ἔχει γίνῃ παραδεκτὴ ἡ κυλινδρικὴ μορφή δοκιμίου. Ἡ ἐσχέσις τοῦ

μήκους τοῦ δοκιμίου πρὸς τὴν διάμετρο τῆς διατομῆς πρέπει νὰ εἶναι τὸ ὀλιγώτερο 4 φορές γιὰ τὴν περίπτωση πού ἡ μέτρηση τῶν παραμορφώσεων γίνεται μέ ὀπτικά μηκυνσιόμετρα.

Ἀλλοιῶς ἡ ἐκείνη αὐτὴ μπορεῖ νὰ κατεβῇ μέχρι 2 φορές.

Περιγραφή τῆς μηχανῆς ἐφελκυομοῦ.

Σκοπὸς τοῦ πειράματος ἐφελκυομοῦ εἶναι νὰ ληφθῇ ἓνα διάγραμμα μεταβολῶν δυνάμεων - ἐνσηκύνσεων γιὰ ἓνα συσκευασμένο δοκίμιο πού ἔχει τὶς προβλεπόμενες βάσεις τῶν κανονισμῶν τῆς Ὑπερωτικῆς Εὐρώπης διαστάσεις.

Τὸ πείραμα γίνεται μέ εἰδικὴ μηχανή Ἀγγλικῆς προελεύσεως, ἡ ὁποία συνδεύεται ἀπὸ ἓναν μεγάλον ἀριθμὸν ἐξαρτημάτων καὶ βοηθητικῶν ἐργαλείων, μέ ἀποτέλεσμα νὰ μποροῦν, μέ τὸν κατάλληλον συνδυασμὸν αὐτῶν, νὰ γίνουν, πλὴν τοῦ ἐφελκυομοῦ, πολλὰ ἄλλα εἶδη πειραμάτων, ὅπως· θλίψεως, κάμψεως, διατμήσεως κ.λ.π.

Τρόπος λειτουργίας

Ἡ μηχανὴ ἀποτελεῖται βασικά ἀπὸ δύο ἀρπάγες, ἐκτὸς ὁποίας τοποθετεῖται τὸ δοκίμιο. Ἡ μία ἀπ' αὐτὰς εἶναι σταθερὴ καὶ ἡ ἄλλη κινητή.

Ἡ κινητὴ μπορεῖ νὰ εὐρεται ἐν δύο δρομῶν μέ τὴν βοήθειαν ἑνὸς ἀτέρμονα κοιλία πού συνδέεται μέ κατάλληλον σύστημα γραναζιῶν καὶ τροχαλιῶν οἱ ὁποῖες τροχαλίαι συνδέονται μέ δύο ἱμάντες καὶ παίρνουν κίνησιν ἀπὸ τὸν ἠλεκτρικόν κινητήρα.

Στὶς τροχαλίας ὑπάρχουν ἀντακώσεις πού μποροῦν νὰ συνδυασθοῦν ἔτσι, ὥστε νὰ ἐπιτυγχάνεται μείωσις τῶν ἐντροφῶν τοῦ κινητήρα ἐν διάφοροις κλίμακες γιὰ νὰ μπορεῖ ἔτσι νὰ

χρησιμοπονηθεῖ ἢ κατάλληλη σταθερή ταχύτητα ἔλξεως πού εἶναι ἀπαραίτητη γιά τό κάθε εἶδος ὑλικοῦ ἀπ' τό ὁποῖο εἶναι κατασκευασμένο τό δοκίμιο.

Ὁ κινητήρας ἔχει τήν ἱκανότητα νά διατηρεῖ σταθερές τίς εὐροφές του, ἐπιτυγχάνοντας ἔτσι μιά μέγιστη ἑλκτική δύναμη 2 τόν. καί τίθεται ἐν κίνησιν ἀπό ἕναν διακόπτη μέ τή βοήθεια τοῦ ὁποῖου, μπορεῖ νά περιστρέφεται κατά τή μία φορά (π.χ. δεξιόετροφο γιά τό στάδιο τῆς φορτίσεως), σταματᾷ, ἢ περιστρέφεται κατά τήν ἀντίθετη φορά (π.χ. ἀριστερόετροφο γιά τό στάδιο τῆς ἀποφορτίσεως).

Συννεπῶς αὐτό πού ἐπιτυγχάνει ἡ μηχανή εἶναι μιά σταθερή ἀλλά πάρα πολύ μικρή ταχύτητα ἔλξεως τοῦ δοκιμίου.

Ἄρα ἀνήκει ἐπὶ τήν κατηγορίαν τῶν μηχανῶν πού ἀκοῦν σταθερή μεταβολή ἐπιμηκύνσεως καί μετροῦν τήν ἀντίστοιχην μεταβολή δυνάμεως πού ἀσκεῖται ἐπὶ τό δοκίμιο, ἐν ἀντίθεσιν πρὸς τίς μηχανές πού ἀκοῦν σταθερή μεταβολή τῆς δυνάμεως καί μετροῦν τήν ἀντίστοιχην ἐπιμήκυνσιν πού ἐμφανίζεται ἐπὶ τό δοκίμιο.

Ἡ σταθερή ἀρπάγη συνδέεται ἀρθρωτά μέ τό μέσον μιᾶς ἀμφιέρειας μεταλλικῆς δοκοῦ, ἡ ὁποία ἐδράζεται ἐν ἀκλόνητα ἐστηρίγματα.

Μέ τή δύναμιν πού ἀσκεῖται ἐπὶ τό δοκίμιο, φορτίζεται ἡ δοκός, μέ ἀποτέλεσμα νά παρουσιάζει ἐπὶ τό μέσον τῆς κάποιο βέλος κάμψεως. Τό ἐλάχιστον αὐτό μῆκος τοῦ βέλους κάμψεως εἶναι ἐν τέλει νά πιέζει ἐν ἑνῇ ἀρκετᾷ ἀνθεκτικῇ δοχῇ μιά μᾶζα ὑδραργύρου, ὁ ὁποῖος ἐπὶ συνέχεια κινεῖται μέσα ἐν ἑνῇ γυάλινῃ λεητῇ σωλήνῳ μπροστά ἀπὸ μιά βαθμολογημένη κλίμακα, πού ἐκφράζει τό μέγεθος τῆς δυνάμεως πού

ἀσκείται στο δοκίμιο.

Ἐπειδή ἡ ἀντοχή εἰς ἐφελκυσμό εἶναι διαφορετική γιὰ τὸ κάθε ὑλικό, καί στο διάγραμμα πού θά πάρουμε μᾶς ἐνδιαφέρει νά ὑπάρχει ἓνα σημαντικό εὖρος μεταβολῶν δυνάμεων (κι αὐτό γιὰ νά εἶναι τὸ διάγραμμα κᾶπως ἐμφανές), ὑπάρχουν τρεῖς ξεχωριστοὶ δοκοὶ ὅπως ἡ παραπάνω, μέ διαφορετικό πάχος, πού ἔχουν μελετηθεῖ κατάλληλα, οὕτως ὥστε νά παρουδιάζουν, μέ τὸ ἴδιο συγκεντρωμένο φορτίο στο μέσον, τρία διαφορετικά βέλη κάμψης, ὥστε τελικά ἡ ἴδια δύναμη, νά παρουδιάζεται στο σωλήνα ὑδραργύρου μέ τρία διαφορετικά μήκη, πού ἀντιστοιχοῦν εἰς τρεῖς διαφορετικές κλίμακες τῶν δυνάμεων (2.000 t, 1.000 t, 500 t).

Πίσω ἀκριβῶς ἀπ' τή σταθερή ἀρπάγη εἶναι προσαρμοσμένος ἓνας κύλινδρος, ὁ ὁποῖος μπορεῖ νά περιστρέφεται μέ τρεῖς διαφορετικές σταθερές γωνιακές ταχύτητες πού ἀντιστοιχοῦν βασικά εἰς τρεῖς διαφορετικές κλίμακες τῶν δυνάμεων καί ἔχουν εἰς σκοπὸ νά μᾶς δώσουν τελικά ἓνα μικρὸ ἢ μεγάλο εὖρος ἐπιμηκύνσεων πού θά ταιριάζει εἰς μιὰ εἰς καὶ εὐεστέρη ἐμφάνιση τοῦ διαγράμματος.

Μέ ἓνα σύστημα ὀδοντωτῶν τροχῶν ὁ κύλινδρος παίρνει κίνηση κατ' ἐνθῆαν ἀπὸ τὸν κινητήρα καί οἱ τρεῖς διαφορετικές γωνιακές ταχύτητες πού μπορεῖ νά πετύχει, ὀφείλονται εἰς τρεῖς ὁμόκεντρες περιφέρειες ὀδόντων πού βρίσκονται εἰς μιὰ του βάση καί συμπλέκονται μέ ἓναν ὀδοντωτὸ τροχό, πού εστρέφεται μέ σταθερή γωνιακή ταχύτητα, παίρνοντας τὴ στρόφός τοῦ κινητήρα καί μειώνοντάς τη μέ κατάλληλο σύστημα μειώσεως.

Γύρω - γύρω ἀπὸ τὸν κύλινδρο τυλίγεται τώρα ἓνα κατάλληλο ἔντυπο ὅπου ὑπάρχει σχεδιασμένος ἓνας κᾶναβος.

Μετά τήν τοποθέτηση τῶν δοκιμίου εἰς ἀρπάγες καί τήν κατάλληλη θέση τοῦ κυλίνδρου ὥστε ἡ πρώτη κατακόρυφη γραμμή τοῦ κανάβου (ἄξονας τῶν δυνάμεων) νά βρίσκεται κάτω ἀπό μία ἀκίδα πού προορίζεται νά τρυπᾷ τό ἔντυπο, μέ ἕνα κατάλληλο κοχλία μηδενίζεται ἡ σταθμη τῆς ἐτήλης τοῦ ὑδραργύρου, καί ἔτσι ἡ ἀκίδα, πού μπορεῖ νά εὔρεται εἰς ἕνα δρομέα παράλληλο πρὸς τόν ἄξονα τοῦ κυλίνδρου, τίθεται ἐπὶ θέσιν. Ὁ τῆς ἐτήλης Hg καί εὐχρόνως πάνω ἀπὸ τόν πρῶτο ὀριζόντιο ἄξονα τοῦ κανάβου (ἄξονας τῶν ἐπιμηκύνσεων).

Μέ τήν ἑναρξήν τοῦ πειράματος ὁ κύλινδρος περιστρέφεται μέ σταθερή γωνιακή ταχύτητα, δηλαδή τό ἔντυπο μετατοπίζεται πρὸς τὰ ἀριστερά, ἡ ἐτήλη Hg ἀνεβαίνει πρὸς τὰ ἄνω, τήν κίνησιν αὐτήν τοῦ Hg παρακολουθεῖ ἡ ἀκίδα, καί ἔτσι, πιέζοντας διαδοχικά μέ κάποια σταθερή εὐχρότητα (π.χ. 1 sec) τήν ἀκίδα, παίρνουμε ἐπὶ ἔντυπο τὰ ἀντίστοιχα τρυπήματα πού ἀποτελοῦν εὐχρόνως καί τὰ σημεία τοῦ διαγράμματος.

Στό τέλος, παρουσιάζεται ἀνάγλυψη ἡ εἰκόνα τοῦ διαγράμματος ἐφελκυσμοῦ τοῦ δοκιμίου μέ ἄξονες ἐπιμηκύνσεων Δl (γιά τόν ἄξονα τῶν x) καί δυνάμεων P εἰς kg (γιά τόν ἄξονα τῶν y).

Μετατροπή τοῦ διαγράμματος $\Delta l - P$ εἰς διάγραμμα $\epsilon - \sigma$.

Ἐπειδή τό διάγραμμα τοῦ Hooke πού χρειαζόμαστε γιά τήν ἀναπαράστασιν τῆς ἀντοχῆς τοῦ ὑλικοῦ εἰς ἐφελκυσμό ἀναφέρεται εἰς μεταβολές τῶν μεγεθῶν τῆς ἀνηχημένης ἐπιμήκυνσης ϵ εἰς ἐνῆρξιν μέ τήν τάσιν σ ἡ ὁποία ἐπιβάλεται κάθε

MATERIAL:- Υλικό

Χαλυβας

COMPOSITION:- Σύνθεση

0,4% C

FROM:- Υπό

TREATMENT:- Μεταχείριση

Εξογκωμός μέχρι
θραύσεως

TEST PIECE:- Δοκίμιο

Μήκος: 25,25 mm Διατομή: 2
Διάμετρος: $d = 5,05 \text{ mm}$ $F_0 = 20 \text{ mm}$

RESULTS:- Άνοτε λέβητα

Όλική επιμήκυνση:

$\Delta l = 20\% l_0$

Σμίκρυνση διατομής

$\Delta F = 55\% F_0$

REMARKS:- Παρατηρήσεις

SIGNATURE:- Υπογραφή

BEAM:- δαχλύ GRIPS:- Σύνδεσμοι

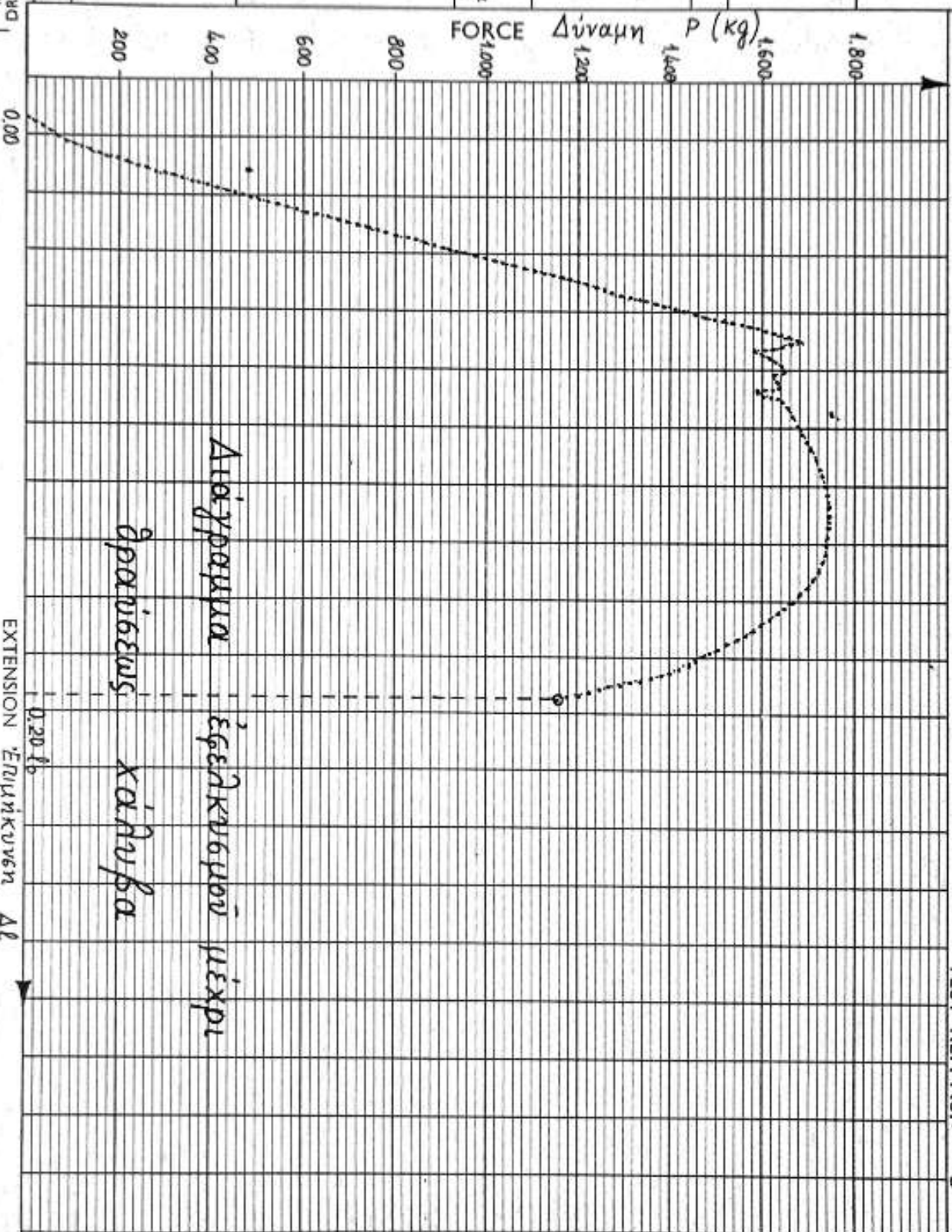
MAGNIFICATION:- 16, 8, 4, 2 to 1

DATE:- 11 Μαρτίου 1964

WROD
NI
LOTS

MONSANTO SWINDON, WILTSHIRE, ENGLAND

WHEN RE-ORDERING QUOTE A260-1



TEST REF. No.:- 9

στιγμή στο δοκίμιο, ενώ το διάγραμμα που παίρνουμε από το μηχάνημα έφελεκνυμού μας δίνει τις μεταβολές των έπιμηκύνσεων Δl σε συνάρτηση με το φορτίο P που επιβάλλεται κάθε φορά στο δοκίμιο, προκύπτει ή ανάγκη μετατροπής του διαγράμματος έπιμηκύνσεων - δυνάμεων σε αντίστοιχο διάγραμμα ανηγμένων έπιμηκύνσεων - τάσεων.

Για τή μετατροπή αυτή θα δείξουμε πώς ένα σημείο του διαγράμματος $\Delta l - P$ μεταφέρεται στο αντίστοιχό του του διαγράμματος $\epsilon - \sigma$.

Έστω ότι από το συγκεκριμένο πείραμα έφελεκνυμού που έγινε σε δοκίμιο καλνυβα (εχήμα βελ. 17) με διαστάσεις:

$$\text{Διάμετρος } d_0 = 5.05 \text{ mm}$$

$$\text{Διατομή } F_0 = \pi d_0^2 / 4 = 20 \text{ mm}^2$$

$$\text{Μήκος } l_0 = 25.25 \text{ mm}$$

πήραμε τα παρακάτω αποτελέσματα:

$$1. \text{Συνολική έπιμήκυνση: } \Delta l_{\max} = 20\% l_0 = 0.20 l_0$$

$$2. \text{Σμίκρυνση διατομής: } \Delta F = 55\% F_0$$

ως γνωστόν, ή ανηγμένη έπιμήκυνση ϵ δίνεται από τή σχέση:

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

όπου Δl ή έπιμήκυνση και l_0 τό αρχικό μήκος.

Αντίστοιχα, ή τάση σ που εφαρμόζεται στο δοκίμιο σε κάθε χρονική στιγμή του πειράματος, δίνεται από τή σχέση:

$$\sigma = \frac{P}{F_0}$$

όπου P ή δύναμη που εφαρμόζεται και F_0 ή αρχική διατομή.

Πρέπει λοιπόν, πριν αρχίσουμε τή γραφική απεικόνιση του πειράματος σε διάγραμμα $\epsilon - \sigma$ να λάβουμε υπό όψη μας δύο βασικά μεγέθη που αναφέρονται στις μέγιστες τιμές τής έπιμήκυν-

ως ἀπ' τῆς μιᾶς μεριᾶς καὶ τῆς δυνάμεως πού ἐφαρμόθηκε ἀπ' τὴν ἄλλην.

Ἔτσι ἡ μέγιστη ἐπιμήκυνση θὰ εἶναι:

$$\varepsilon_{\max} = \Delta l_{\max} / l_0 = \frac{20}{100} \cdot \frac{l_0}{l_0} = 0,20$$

ἐνῶ ἀντίστοιχα ἡ μέγιστη (ιδεατή) τάση πού ἐφαρμόθηκε, δηλ. τὸ ὄριο θραύσεως, θὰ εἶναι:

$$\sigma_{\max} = \frac{P_{\max}}{F_0} = \frac{1.750}{20} = 87,50 \text{ kg/mm}^2$$

Ἐάν τῶρα εἰς μεγέθη $\varepsilon_{\max}$ καὶ $\sigma_{\max}$ εἰς πάρουμε ὑπό κλίμακα ἔτσι ὥστε οἱ ἀριθμοὶ 0,20 καὶ 87,5 νὰ παριστάνουν ἐξ ἄξονος ε-6 μῆκη τέτοια ὥστε τὸ διάγραμμα πού θὰ προκύψει νὰ εἶναι βαφές, ἀναλυτικό καὶ εὐπαρουσίαστο, τότε δὲν ἔχουμε παρά νὰ ὑποδιαίρουμε εἰς μῆκη αὐτὰ πού διαλέξαμε εἰς $\varepsilon_{\max}$, $\sigma_{\max}$ μέ τὴν ἴδια ἀντίστοιχα κλίμακα καὶ νὰ ἀπεικονίσουμε ὅλα εἰς χαρακτηριστικά σημεία τοῦ διαγράμματος $\Delta l - P$ καὶ ὅσο τὸ δυνατὸν περιβόζερα εἰς τὸ διάγραμμα ε-6.

Ἔτσι, γιὰ τὴν τοποθέτηση π.χ. τοῦ ἀνώτερου ὁρίου διαρροῆς εἰς τὸ διάγραμμα ε-6 θὰ σκεφθοῦμε ὡς ἑξῆς:

Ἐφ' ὅσον ἡ ὅλική ἐπιμήκυνση πού μοῦ δίνεται εἰς τὸ διάγραμμα εἶναι 0,20 καὶ παρίσταται μέ μῆκος 10 cm, τὸ ἀνώτερο ὄριο διαρροῆς πού ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ διάγραμμά μου ἐξ μῆκος 3,8 cm θὰ ἔχω μιᾶς ἀνηγμένη ἐπιμήκυνση ε πού θὰ εἶναι:

$$\varepsilon = \frac{3,8}{10} \cdot 0,20 = 0,076$$

Τοποθετῶ τὴν τιμὴ 0,076 εἰς τὸν ἄξονα ε .

Ἀντίστοιχα ἡ τάση πού ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ ἀνώτερο ὄριο διαρροῆς θὰ εἶναι:

MATERIAL:- Υλικό

TEST REF. No.:- 1

Όρειχαλκος

COMPOSITION:- Σύνδεση

70% Cu + 30% Zn

FROM:- Άνθ

TREATMENT:- Μεταχρύσην

Έξεδκυσμός μέχρι
θραύσεως

TEST PIECE:- Δοκίμιο

Μήκος: $l_0 = 25,25 \text{ mm}$ Διατομή: $S_0 = 20 \text{ mm}^2$
Διάμετρος: $d_f = 5,05 \text{ mm}$

RESULTS:- Άνοτιθέματα

Όλη η ένσηκυνση
 $\Delta l = 54\% l_0$

Σήκυνση διατομής

$\Delta F = 72\% F_0$

REMARKS:- Παρατηρήσεις

Δεν έμφανίζεται η
πρωινή διαφροή λόγω
υαυρότητας του υλικού.

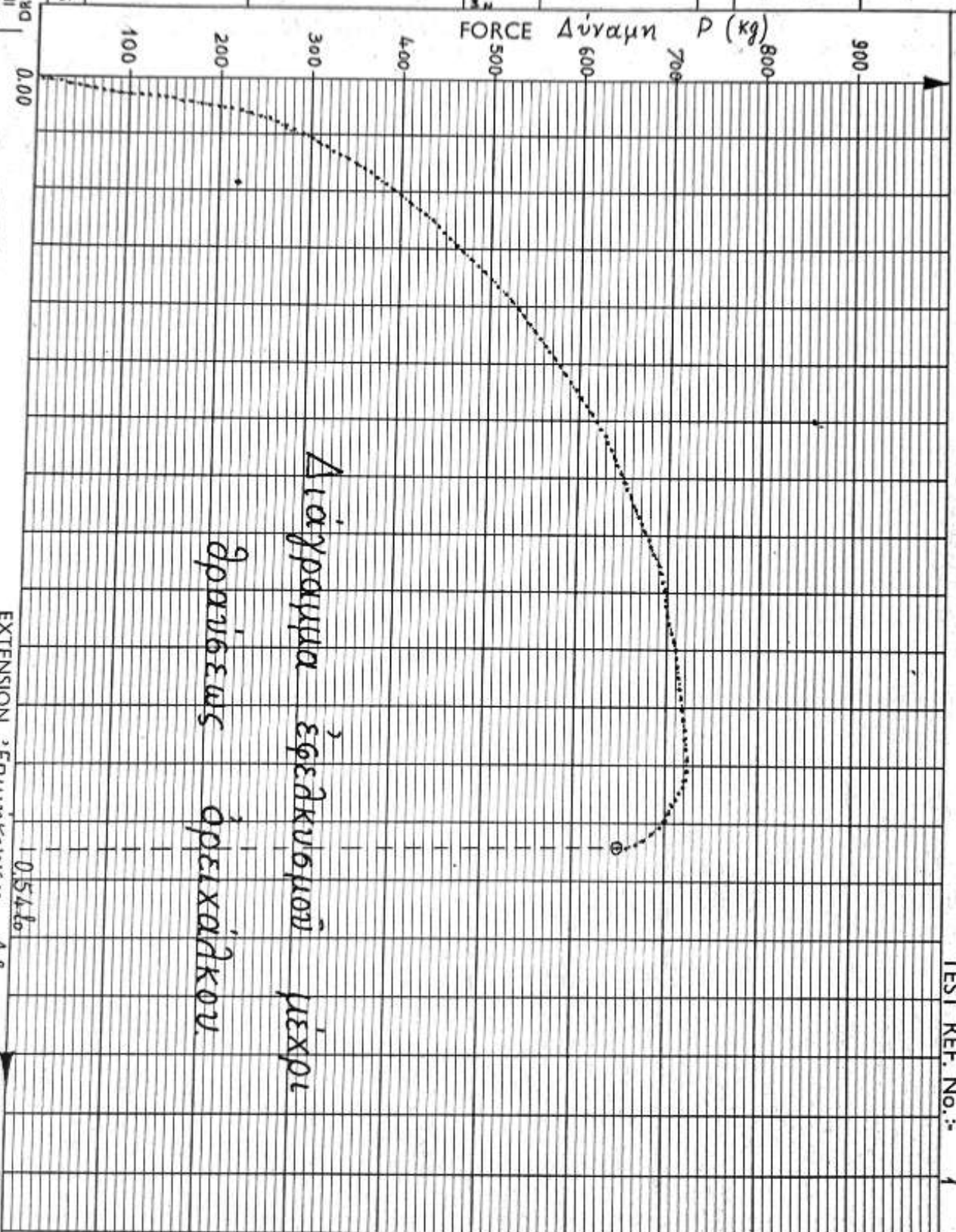
SIGNATURE:- Υπογραφή

BEAM:- Δοκός GRIPS:- Σύνδεσμος

MAGNIFICATION:- 16, 8, 4, 2 to 1

DATE:- Ημερομηνία

MINO
NI
LOTS



MONSANTO SWINDON, WILTSHIRE, ENGLAND

WHEN RE-ORDERING QUOTE A260-1

$$\sigma_{\Delta \alpha \nu} = \frac{1.690}{20} = 84,50 \text{ kg/cm}^2$$

Το ποδετώ τήν τιμή 84,50 ετών ἄξονα 6.

Ἡ τομή τῶν ἐνδειῶν πού ἄγονται ἀπ' τὰ ἐημεῖα πού τοποθετήσαμε καί εἶναι παράλληλη πρὸς τοὺς ἄξονες, μᾶς δίνει ἐξοχὸν διάγραμμα Ε-6 τὸ ἀνώτερο ὄριο διαρροῆς.

Ἡ ἴδια δουλειά ἐπαναλαμβάνεται τώρα καί γιὰ τὰ ὑπόλοιπα χαρακτηριστικά ἐημεῖα τοῦ διαγράμματος, ἀκόμη καί ἐνδιάμεσα ὅπου χρειάζονται, καί ἐπὶ τέλος ἐνώνουμε τὰ ἐημεῖα πού βρήκαμε, ὅποτε παίρνουμε τὸ διάγραμμά μας ἐξοχὸν Ε-6.

Σημείωση: Ἐπειδὴ γεωμετρικά τοῦλάχιστον τὸ διάγραμμα Ε-6 εἶναι ὅμοιο μὲ τὸ διάγραμμα Δλ-Ρ, εἶναι δυνατόν νὰ εἶναι καί ἴσο, δηλ. ἡ ἴδια ἀκριβῶς καμπύλη, ἀρκεῖ νὰ ἐκλεγεῖ βέβαια ἡ κατάλληλη κλίμακα γιὰ τοὺς δύο ἄξονες.

Βρόχος ὑστερήσεως

Ἄν 6' εἶναι πείραμα ἐφελκυσμοῦ καταγράφουμε ἕναν κύκλο καταπονήσεως μεταξὺ μηδενὸς φορτίου καί μιᾶς ὀρισμένης τιμῆς τάσεως διακρίνουμε διάφορους τύπους παραμορφώσεων πού ἀφοροῦν ἐπὶ σχετικὴ θέσιν τῆς τροχιάς ἐπὶ ἐπὶ τῆς ἀποφόρτισης ὡς πρὸς τὴν ἀντίστοιχη τροχιά ἐπὶ ἐπὶ τῆς φόρτισης.

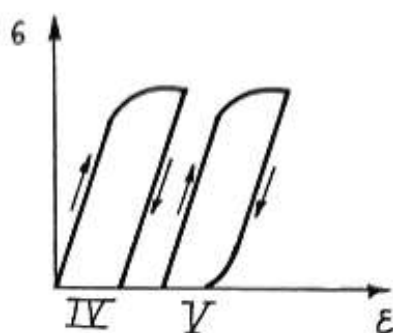
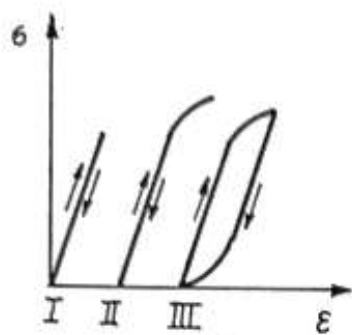
Οἱ διάφοροι αὗτοί τρόποι περιγράφονται ἐπὶ ἐπὶ τῆς ἐπομένης σελίδας.

Στὶς τρεῖς πρῶτες περιπτώσεις, ὅπου μετὰ τὴν πλήρη ἀποφόρτιση τὸ μήκος τοῦ δοκιμίου ἐπανέρχεται ἐπὶ ἀρχικό, μιλάμε γιὰ ἐλαστικές παραμορφώσεις.

Ἀπ' αὐτές, ἡ πρώτη εἶναι καθαρά ἐλαστικὴ καί γραμ-

μικρή παραμόρφωση που ακολουθεί το νόμο του Hooke.

Η δεύτερη είναι ελαστική παραμόρφωση και η τρίτη είναι ελαστική παραμόρφωση μεθ' υπερήδεως.



Οι δύο τελευταίες περιπτώσεις IV και V αφορούν σε πλαστικές παραμορφώσεις.

Απ' αυτές η πρώτη είναι καθαρά πλαστική και η δεύτερη πλαστική μεθ' υπερήδεως.

Αν ο κύκλος της αποφόρτισης και επαναφόρτισης του δοκιμίου γίνει σε στάδιο μετά απ' την αρχική πλαστική παραμόρφωση, φαίνεται καθαρά στο διάγραμμα της επόμενης σελίδας ότι δημιουργείται βρόχος υπερήδεως στο διάγραμμα δυνάμεων - επιμηκύνσεων (ή αντίστοιχα στο διάγραμμα τάσεων - ανηγμένων επιμηκύνσεων) που αντιστοιχεί σε μία επιφάνεια του διαγράμματος η οποία εκφράζει την ποσότητα της ενέργειας που χάνεται υπό μορφήν θερμότητας κατά το στάδιο της αποφόρτισης και επαναφόρτισης του δοκιμίου.

MATERIAL:- Υλικό

TEST REF. No.:- 5

Κράμα Άλουμενίου

COMPOSITION:- Σύνθεση

FROM:- Άνο

TREATMENT:- Μεταχείρηση:

Έξογκυβμός με ενανα-
ημπτεις φορτίεις - άνο-
φορτίεις μέχρι θραύεις

TEST PIECE:- Δοκίμιο

$l_0 = 25,25 \text{ mm}$ $F_0 = 20 \text{ mm}^2$
 $d_0 = 5,05 \text{ mm}$

RESULTS:- Άνοτελέματα

Όδικη έημηκυνον:

$\Delta l = 20\% l_0$

Σηκυνον διατομης

$\Delta F = 40\% F_0$

REMARKS:- Παρατηρήεις:

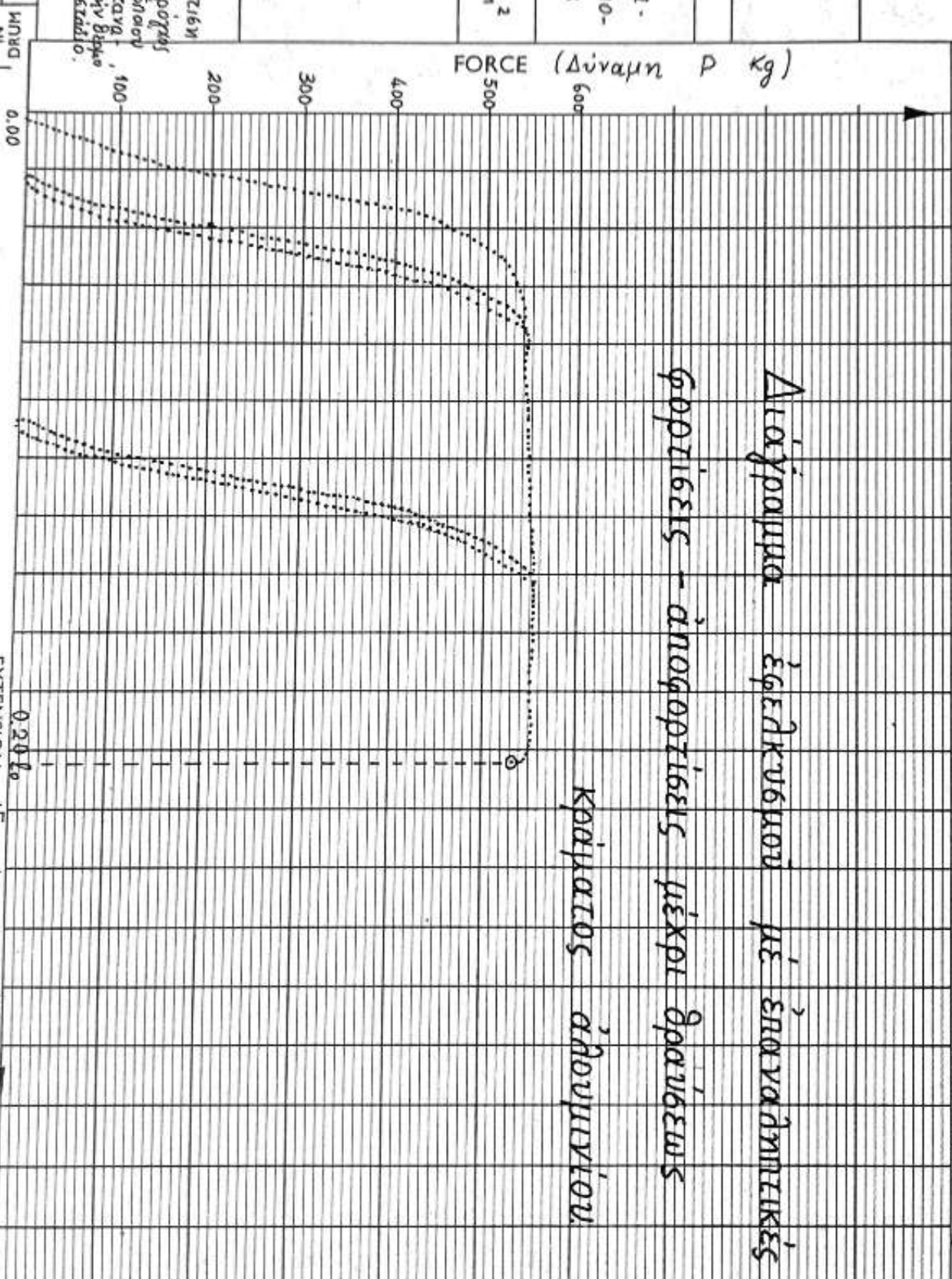
Κατα την αναφορτίειν-φορτίειν
έημινύειται ο έηγόμενος πορτος
αετύνει τα έηκον του αναον
έημινύει την έημινύει του αναον
SIGNATURE:- έημινύει έημινύει έημινύει
έημινύει έημινύει έημινύει

BEAM:-

GRIPS:-

MAGNIFICATION:- 16, 8, 4, 2 to 1

DATE:- έημινύει

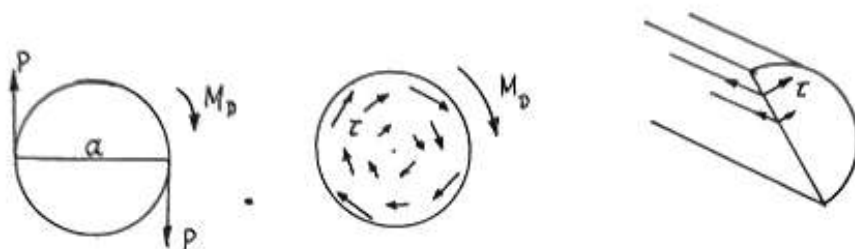


MONSANTO SWINDON, WILTSHIRE, ENGLAND

WHEN RE-ORDERING QUOTE A260-1

ΣΤΡΕΨΗ

Στρέψη ονομάζεται ή αληθή καταπόνηση που εμφανίζεται όταν σε δύο διακεκριμένες ^{εγκάρσιες} διατομές ενός ευθύγραμμου φορέα ενεργούν ζεύγη δυνάμεων, ίσα και αντίθετα, που ή ροπή τους $P \cdot a$ είναι ή ροπή στρέψως M_D .



Οι τάσεις που αναπτύσσονται σε ή στρεπτική καταπόνηση είναι διατμητικές, κι αυτό γιατί ή κάθε διατομή, λόγω τῆς στρεπτικῆς ροπῆς που αναπτύσσεται, τείνει νά ολισθήσει ὡς πρὸς τή γειτονική της. Αὐτὲς οἱ διατμητικές τάσεις κείνται σὲν ἐγκάρδια διατομή τοῦ φορέα ὅπως καί ή M_D καί δίνουν συνισταμένη ροπή ἴση πρὸς τή M_D .

Στὰ ὅρια τῆς διατομῆς οἱ τάσεις εἶναι ἐφαπτόμεναι τοῦ περιγράμματός της. Ὅσο ὅμως προχωροῦμε πρὸς τὸ κέντρο βάρους τῆς διατομῆς, οἱ τάσεις ἀλλάζουν μέγεθος καί φορέα κατὰ φῶνο πού ἐξαρτᾶται ἀπ' τή μορφή τῆς διατομῆς, ἐλαττούμεναι πάντως, μέχρι μηδενισμοῦ των. Αὐτὸ συμβαίνει σὲ κέντρο βάρους τῆς διατομῆς, πού καλεῖται καί μηδενικὸ σημεῖο.

Σε τομές πού περιέχουν τὸν ἄξονα τῆς διατομῆς πού ὑπόκειται εἰς στρέψη, αναπτύσσονται διατμητικές τάσεις, πού εἶναι, σύμφωνα μὲ τὸ νόμο του Cauchy, ἴσες μὲ τῖς ἀντίστοιχες διατμητικές τάσεις πού αναπτύσσονται εἰς κάθε θέση τῆς διατομῆς.

Οἱ διατμητικές αὐτὲς τάσεις εἶναι ἐπικίνδυνες εἰς ὑλικά πού ἔχουν μικρὴ ἀντοχή εἰς διάτμηση κατὰ τὸν ἄξονα τοῦ φορέα

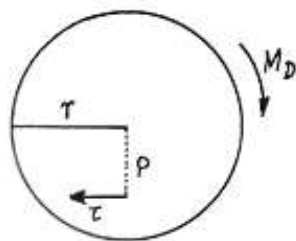
των παρά κατά διέκθωση ελαρβία πρὸς αὐτόν, ὅπως συμ-
βαίνει π.χ. μὲ ἕναν ξύλινο φορέα πού οἱ ἔναι του ἔναι πα-
ράλληλῃ πρὸς τόν ἄξονά του.

Ἡ παραμόρφωση πού προκύπτει ἀπὸ τὴ στρέψη, ἐκτίθεται ἐπὶ
εὐροφὴ μεταξὺ δύο διατομῶν πού ἀπὲχουν κάποια ἀπόσταση με-
ταξὺ τους. Εὐθὺς πού ἀρχικὰ ἦσαν παράλληλῃ πρὸς τόν ἄξο-
να τῆς δοκοῦ πού καταπονεῖται ἐκ στρέψη, μεταβάλλονται ἐκ
ἐλικοειδῶς καμπύλῃ. Εἶναι δὲ οἱ παραμορφώσεῖς αὐτὲς τόσο
μικρὲς, πού ἐκκετιζόμενῃ μὲ τὴ τάση πού ἀναπτύσσονται νὰ
ἰσχύει ὁ νόμος τοῦ Hooke γιὰ τὴν διάτμηση

$$\tau = \gamma \cdot G.$$

Τὸ πρόβλημα ὑπολογισμοῦ τοῦ μεγέθους καὶ τῆς διενδύνσεως
τῶν τάσεων στρέψεως ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴ μορφή τῆς διατομῆς
τῆς ράβδου πού ὑπόκειται ἐκ στρέψη.

Εἶναι πρόβλημα πού λύνεται εὐκόλῃ γιὰ τὴν περίπτωση κυκ-
λικῆς διατομῆς, ἀλλὰ δυσχερέστερο γιὰ κάθε ἄλλη μορφή.



Ἡ διατμητική τάση τ πού ἀναπτύσ-
σεται ἐκ ἐκμεῖο τῆς διατομῆς πού ἀπὲχει
ἀπόσταση ρ ἀπὸ τὸ κ.β. τῆς διατομῆς, ἐκ-
αρτῆται τῆς ἐξωτερικῆς ροπῆς στρέψεως M_D
καὶ τῆς πολικῆς ροπῆς ἀδρανείας J_p τῆς

διατομῆς, εἶναι:

$$\tau = \frac{M_D}{J_p} \cdot \rho \quad (1)$$

Ἄν ληφθεῖ ὑπὸ ὄψιν ὅτι ἡ πολικὴ ροπή ἀδρανείας τῆς κυκ-
λικῆς διατομῆς εἶναι:

$$J_p = \frac{\pi r^4}{2}$$

τότε ἡ (1) γράφεται: $\tau = \frac{2 M_D}{\pi r^4} \cdot \rho$

Ἡ μέγιστη διατμητική τάση στρέψεως θά ἐμφανίζεται ἐπὶ τὴν περίμετρο τῆς διατομῆς ὅπου ἡ ἀπόστασις $\rho = r$ γίνεται μέγιστη. Τότε ἡ τ γίνεται $\tau_{\max}$ καὶ εἶναι:

$$\tau_{\max} = \frac{2 M_D}{\pi r^3}$$

Ἡ ὁλική γωνία στρεφῆς τῶν ἀκραίων διατομῶν τῆς ράβδου θά εἶναι:

$$\theta = \theta_1 \cdot l$$

ὅπου θ_1 ἡ ἐδική στρεφὴ ἢ ἀνηγμένη γωνία στρεφῆς, δηλαδὴ ἡ γωνία κατὰ τὴν ὁποία στρέφεται μιά διατομή τῆς δοκοῦ ὡς πρὸς ἄλλη πού ἀπέχει ἀπ' τὴν πρώτη μοναδιαία ἀπόστασιν.

καὶ l τὸ μήκος τῆς ράβδου

$$\text{ἀλλὰ } \theta_1 = \frac{M_D}{G \cdot J_p} \quad \text{ἄρα } \theta = \frac{M_D}{G J_p} \cdot l = \frac{2 M_D}{G \cdot \pi \cdot r^4} l.$$

ὅπου G τὸ μέτρο διατμήσεως ἢ μέτρο ὀλισθήσεως τοῦ ὑλικοῦ

Τὸ πείραμα τῆς στρέψεως

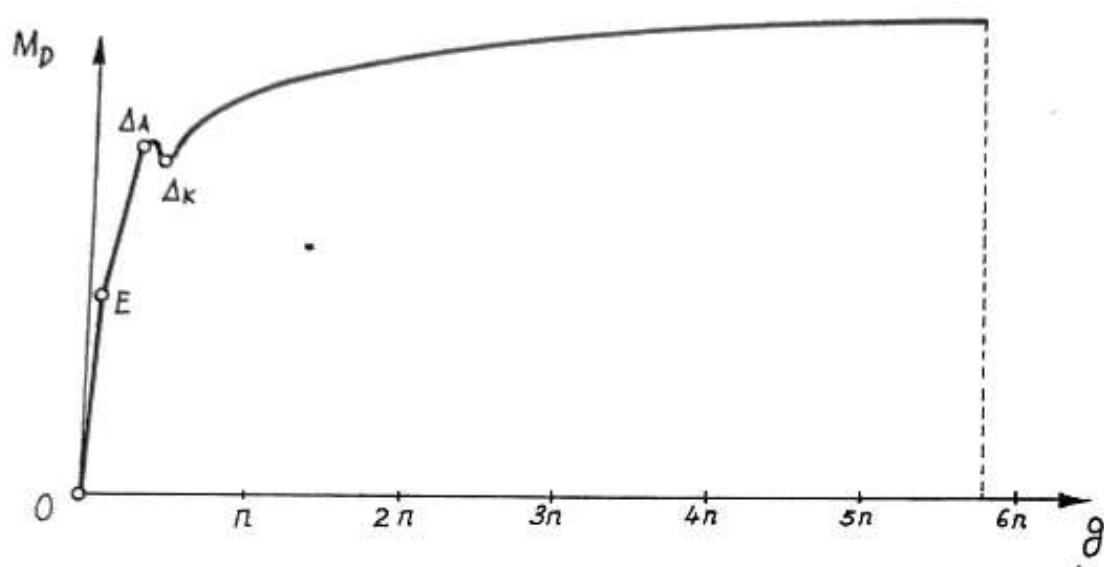
Ἄν δέ μία μηχανὴ στρέψεως καταπονήσουμε ἓνα κυλινδρικό δοκίμιο δὲ καθαρὴ στρέψη, παρατηροῦμε ἐπὶ τὴν ἀρχὴ ἀπότομῃ αὐξήσῃ τῆς ροπῆς στρέψεως χωρὶς νὰ ἀναπτυχθῇ βημαντικὴ παραμόρφωσις στρέψεως.

Ἄν ἐπὶ τὴν περίοχὴ αὐτῇ, μετὰ ἀπὸ κάποια φόρτιση ἀποφορτίσουμε μέχρι τὴν ἀρχικὴ τιμὴ πού ξεκινήσαμε, παρατηροῦμε ἐπὶ διάγραμμα ὅτι δὲν ἔχουμε καμμιά παραμένονσα παραμόρφωσις, καὶ ἐπανερχόμεσθε ἐπὶ τὴν ἀρχικὴ κατάστασιν τοῦ ὑλικοῦ.

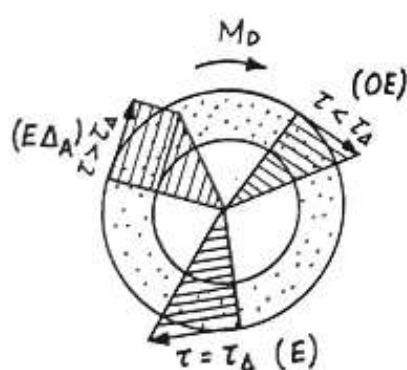
Ἡ περίοχὴ αὐτὴ εἶναι ἡ περίοχὴ ἐλαστικότητος τοῦ ὑλικοῦ.

Ἄν λάβουμε ἢ ὅτι ἡ διανομὴ τῶν τάσεων ἐπὶ

ράβδο δεν είναι ομοιόμορφη όπως στη δοκιμή έφελκυσμού, οι παραμορφώσεις που δημιουργούνται απ' τη στρέψη είναι αόημαντοι στην περιοχή αυτή, και το διάγραμμα έχει τη μορφή μετακινήσεως του καταγραφικού δείκτη σχεδόν κατά τον άξονα των τεταγμένων.



Όταν η μέγιστη τάση λάβει την τιμή της τάσης διαρροής του υλικού, τότε μικρή έξωτερική κυλινδρική στρώση απ' το υλικό αρχίζει να μπαίνει μέσα στην πλαστική περιοχή.



Με την αύξηση του φορτίου όλοένα και παχύτερες στρώσεις μπαίνουν μέσα στην πλαστική περιοχή και η κατανομή των τάσεων και παραμορφώσεων είναι διάφορη απ' την αντίστοιχη κατανομή στην ελαστική περιοχή.

Το διάγραμμα αρχίζει να δημιουργεί γόνυ, (σημείο E), αλλά η καμπύλη των ρομών στρέψεως - γωνιών παραμορφώσεως εξακολουθεί να είναι ευθεία με άλλη όμως κλίση.

Η ευθεία αυτή αντιστοιχεί στην ελαστοπλαστική περιοχή και έρμηνεύεται απ' το γεγονός ότι, με την αύξηση του φορ-

τίου, υπάρχει ανάλογη αύξηση του πάχους της πλαστικής εξωτερικής στρώσης.

Τὰ παραπάνω ισχύουν μέχρις ότου όλη ή διατομή εινέλθει μέσα στην πλαστική περιοχή όπου φθάνουμε στο χαρακτηριστικό σημείο, το όριο διαρροής του υλικού Δ_A , το οποίο στην περίπτωση των μαλακών χαλύβων παρουσιάζεται πολύ καθαρό

Όπως και στο πείραμα του έφελκυσμού για την περίπτωση μαλακών χαλύβων, παρατηρούμε και εδώ μία περιοχή όπου ή εστρεπτική ροπή πέφτει απ' το ανώτερο όριο διαρροής και δημιουργεί μία κοιλότητα στην καμπύλη, που αντιστοιχεί στο κατώτερο όριο διαρροής Δ_K .

Μετά το πέρας αη' τή ζώνη αυτή, έχουμε μεγάλη παραμόρφωση του υλικού μέ μικρή αύξηση της ροής στρέψης και τελικά, ύστερα από πολλές περιστροφές του όλκιμου δοκιμίου, τή θραύση του.

Διάγραμμα στρέψης όλκιμου υλικού (χάλυβα ST 37 I) δίνε το σχήμα της προηγούμενης σελίδας.

Όπως φαίνεται κι απ' το διάγραμμα παρατηρούμε ότι για όμογενή υλικά, έχουμε ανάλογη αύξηση της ροής στρέψης μέ την αύξηση της γωνίας στρέψης

Επίσης, πριν απ' τή θραύση, δεν παρατηρείται καμιά πτώση του φορτίου που επιβάλλεται, όπως στο διάγραμμα έφελκυσμού λόγω δημιουργίας στενώσεως (λαιμού θράυσεως)

Κάνοντας ένα συνεχισμό των δύο διαγραμμάτων, έφελκυσμού - στρέψης, θα μπορούσαμε να αντιστοιχίσουμε την περιοχή ελαστικότητας στην στρέψη μέ την περιοχή αναλογίας στόν έφελκυσμό, ενώ αντίστοιχα την ελαστοπλαστική περιοχή στην στρέψη μέ την περιοχή ελαστικότητας στόν έφελκυσμό.

Περιγραφή καὶ τρόπος λειτουργίας τῆς μηχανῆς στρέψεως

Ἡ μηχανὴ στρέψεως, ἐξ σύγκριση μὲ τῆ μηχανὴ ἐφέλκυ-
μοῦ, παρουσιάζει μιὰ μεγάλη ἀναλογικὴ ὁμοιότητα. Κί' αὐ-
τό, λόγῳ τῆς ἀντίστοιχης ὁμοιότητος πού ὑπάρχει ἀνάμεσα
στό πείραμα ἐφέλκυμοῦ καὶ στό πείραμα στρέψεως.

Ὅπως λοιπὸν ἐπὶ τῇ μηχανῇ ἐφέλκυμοῦ ἔχουμε δὺ ἀρπάγες
(μία σταθερὴ καὶ μία κινητὴ), ἔτσι καὶ ἐπὶ τῇ μηχανῇ στρέψεως
ἔχουμε δὺ πάλι ἀρπάγες, ἀπ' τὶς ὁποῖες ἡ μιὰ εἶναι στα-
θερὴ, ἐνῶ ἡ ἄλλη μπορεῖ νὰ περιστρέφεται.

Ἡ ἐλεύθερη νὰ περιστρέφεται ἀρπάγη, εἶναι προσαρμοσμένη
ἐξ ἑνὸς κινητοῦ συγκρότημα πού μπορεῖ νὰ ὀλισθαίνει μὲ τῇ
βοήθεια ἑνὸς αὐλακωτοῦ ὁδηγοῦ ἐξ ἑνὸς χαλύβδινου βραχίονα
διαμέτρου $d = 72 \text{ mm}$.

Πάνω ε' αὐτὸ τὸ συγκρότημα ὑπάρχει μιὰ μανιβέλα, ἡ
ὁποία συνδέεται μὲ τὴν περιστρεφόμενη ἀρπάγην μέσῳ ἑνὸς
συστήματος γραναζιῶν πού ἔχουν δὲν ἐνέπεια, οἱ ἐκτροφές
τῆς κινητῆς ἀρπάγης νὰ μειώνονται ἀρκετὰ ὥς πρὸς τὴ
ἀντίστοιχες ἐκτροφές τῆς μανιβέλας, μὲ λόγῳ μειώσεως 1:60
πού σημαίνει ὅτι γιὰ νὰ περιστραφεῖ ἡ κινητὴ ἀρπάγη κα-
τὰ μιὰ πλήρη περιστροφή, δεῖ πρῆναι ἡ μανιβέλα νὰ ἔχει
περιστραφεῖ 60 φορές, ἢ, πρᾶγμα πού εἶναι τὸ ἴδιο, ὅτι
μιὰ πλήρη ἐκτροφή τῆς μανιβέλας, ἀντιστοιχεῖ ἐξ ὅλης γωνίας
περιστροφῆς τῆς κινητῆς ἀρπάγης κατὰ $360^\circ/60 = 6^\circ$.

Στὸ σύστημα αὐτὸ ὑπάρχουν ἐπίσης δὺ δίσκοι. Ἀπ' αὐ-
τούς, ὁ ἑνὺς εἶναι ὑποδιαμερίμενος ἐξ ὁμοῦ καὶ συνδέεται
κατ' ἐνδεῖαν μὲ τὴν κινητὴ ἀρπάγην, ἐνῶ ὁ ἄλλος εἶναι
ὑποδιαμερίμενος ἐξ ὁμοῦ καὶ ἀντιστοιχοῦν ἐξ ὁμοῦ ἐπὶ τὴν
περιστροφή

τῆς κινητῆς ἀρπάγης κατὰ 1°.

Αὐτά τὰ τόξα τῶν 60° ὑποδιαιροῦνται εἰς 10 ἴσα τμήματα, καὶ ἔτσι ἔχουμε τὴ δυνατότητα νὰ μετρήσουμε τὴν περιστροφή τῆς κινητῆς ἀρπάγης μὲ ἀκρίβεια ἐνὸς δεκάτου τῆς μοίρας. Βέβαια ἂν ἡ ὑποκειμενικὴ μας ἐκτίμηση εἶναι τόση πού νὰ μπορῇ νὰ ἀντιληφθῇ καὶ τὸ μεταξὺ τῶν ὑποδιαιρέσεων τῶν δεκάτων τῆς μοίρας διάστημα, τότε μπορούμε νὰ μετρήσουμε τὴ γωνία περιστροφῆς τῆς κινητῆς ἀρπάγης μὲ ἀκρίβεια ἐνὸς ἑκατοστοῦ τῆς μοίρας!

Τέλος, πάνω εἰς τὸ σύστημα αὐτὸ τῆς κινητῆς ἀρπάγης καὶ εἰς τὸ ἐπάνω του μέρος, εἶναι προσαρμοσμένος ἓνας μετρητὴς πού μετράει τὸν ἀριθμὸ ἐτροφῶν πού ἔχει κάνει ἡ μηχανίδα, δηλαδή μ' ἄλλα λόγια τὸ πλῆθος τῶν βμοιρῶν ἐτροφῶν πού ἔχει ὑποστῇ ἡ κινητὴ ἀρπάγη.

Τόσο οἱ δύο δῖσκοι ὅσο καὶ ὁ μετρητὴς ἔχουν τὴ δυνατότητα νὰ μηδενίζονται.

Ὁλο αὐτὸ τὸ κινητὸ σύστημα ἔχει τὴ δυνατότητα νὰ σταθεροποιεῖται εἰς ὁποιοδήποτε σημεῖο τοῦ βραχίονα-ὁδηγοῦ του, μὲ τὴ βοήθεια ἐνὸς κοχλίου πού βρίσκεται εἰς κατω μέρος.

Οἱ δύο ἀρπάγες ἔχουν ἐξαγωνικὴ ὑποδοχὴ γιὰ τὴν εἴσοδο τοῦ δοκιμίου - ἐξαγωνικῆς μορφῆς - μέσα ε' αὐτές.

Ἡ πλευρὰ τοῦ κανονικοῦ ἐξαγώνου τῆς ὑποδοχῆς ἔχει τὴ δυνατότητα νὰ μεταβάλλεται ὁμοιόμορφα μὲ τὴ βοήθεια ἐνὸς εφυγκτήρα, γιὰ νὰ μπορῇ ἔτσι τὸ δοκίμιο νὰ εφίξει καλὰ ετὴν ἀρπάγη.

Ἄν ἔρδουμε τώρα εἰς τὴ σταθερὴ ἀρπάγη θὰ συναντήσουμε πρῶτα τὴν ἐξαγωνικὴ ὑποδοχὴ γιὰ τὴν εἴσοδο τοῦ δοκιμίου.

Ὁ ἄξονας αὐτῆς τῆς ὑποδοχῆς (ἄξονας τοῦ δοκιμίου) καταλήγει εἰς ἓνα ἐγκάρσια ὀριζόντιο βέλεχος πού εἶναι ἐφο-

διαμεμένο με μία αεροσταθμη για να διατηρῆται πάντοτε ὀριζόντιο, ἐξασφαλίζοντας ἔτσι τὸ ἀετρεπτο τῆς σταθερῆς πλευρᾶς τοῦ δοκιμίου.

Μέσω ἐνὸς μοχλοβραχίονος μήκους 12,5 cm τὸ στέλεχος αὐτὸ συνδέεται με ἓνα δυναμόμετρο πού μας δίνει κατ' εὐθεϊαν τὶς ροπές στρέψεως τοῦ δοκιμίου ἐν $Nt \cdot m$.

Στὴν οὐδία τὸ δυναμόμετρο μετράει δύναμη, γιατί ἡ ροπή στρέψεως πού ἀσκεῖται ἐπὶ σταθερῇ ἀρπάγῃ, ἂν διαιρεθῇ με τὸ μήκος τοῦ μοχλοβραχίονα μας δίνει δύναμη.

Αὕτῃ ἡ δύναμη, λαμβανομένων ὑπ' ὄψιν ἀπὸ τὸν κατασκευαστὴ ὅλων τῶν σταθερῶν πού ὑπερέχονται ἐπὶ ὄργανο, ἐκφράζεται κατ' εὐθεϊαν ἐν $Nt \cdot m$.

Γιὰ μικρομετακινήσει ἐπὶ δέκτη τοῦ δυναμόμετρο καὶ κατὰ συνέπεια τῇ δυνατότητα μηδενισμοῦ του, ὑπάρχει ἐπὶ ἑπάνω του μέρος ἓνα μικρὸς κοχλίας.

Σ' ἓνα πλαῖδιο πάνω ἀπ' τὸ δυναμόμετρο, εὐρίσκεται ἓνας ἄλλος κοχλίας με μορφή τροχοῦ, ὁ ὁποῖος ἔχει τῇ δυνατότητα νὰ ἀνεβάζει ἢ νὰ κατεβάζει ὅλο τὸ δυναμόμετρο καλύπτοντας ἔτσι τὴν ἐπιμήκυνση τοῦ ἐλατηρίου τοῦ δυναμομέτρου καὶ διατηρῶντας τὸ στέλεχος τῆς σταθερῆς ἀρπάγης ὀριζόντιο.

Ἐκτέλεση τοῦ πειράματος

Στὴν ἀρχὴ τοποθετοῦμε τὸ δοκίμιο ἐπὶ σταθερῇ ἀρπάγῃ καὶ τὸ βρῖσκουμε με τὸν κατάλληλο βρῖγκτῆρα. Ἀφοῦ μετακινήσουμε τὸ κινητὸ συγκρότημα, τοποθετοῦμε τὴν ἄλλη ἄκρη τοῦ δοκιμίου ἐπὶ ἐξαγωνικὴ ὑποδοχὴ τῆς κινητῆς ἀρπάγης, καὶ με κατάλληλη στροφὴ αὐτῆς μέσω τῆςμανιβέλλας, τὴν φέρνουμε ἐπὶ ὥστε τῆς θέσῃ, ὅποτε τὴν βρῖσκουμε ἐπὶ ὑποδοχῇ.

Στὴ συνέχεια ἀκίνητοποιοῦμε τὸ συγκρότημα αὐτὸ ἐπὶ

μεγάλο βραχίονα (όδηγò) μέ τή βοήθεια τοῦ κάτω κοιλία καί ἀφοῦ μέ κατάλληλη ἐφορή τῆς μανιβέλας ὀριζοντιοποι-
ηθεῖ τό ἐξέλεχος τῆς σταθερῆς ἀρπάξης, μηδενίζεται τό
δυναμόμετρο, ὁ μετρητής ἐκτροφῶν μανιβέλας καί οἱ δύο δίσκοι.

Τώρα ἡ μηχανή εἶναι ἔτοιμη νά ἐκτελέσει τό πείραμα.

Γυρνῶνται προοδευτικά, ἀρχά ἐπὶν ἀρχή τῆς μανιβέλας, παίρ-
νουμε γιά τήν ἐλαστική περιοχή τοῦ διαγράμματος τίς ροπές
ἐκτρέψεως πού ἀναπτύσσονται ἐπὶ δοκίμιο συναρτήσας τῶν γω-
νιῶν ἐκτρέψεως. (Μετρήσας ἀνά 1° ἢ 2°)

Συγχρόνως φροντίζουμε ὥστε μέ τὸν κοιλία πού βρίσκεται
πάνω ἀπ' τό δυναμόμετρο νά διατηροῦμε τό ἐξέλεχος τῆς
σταθερῆς ἀρπάξης ὀριζόντιο.

Ἄν περάσουμε τήν περιοχή διαρροῆς, τότε οἱ τιμές τῶν
ροπῶν ἐκτρέψεως πού θά παίρνουμεμποροῦν νά ἀντιστοιχοῦν ἐ-
μεγαλύντερες ἢ πολὺ μεγαλύτερες γωνίες ἐκτρέψεως. Κί' αὐτό
γιατί ἐπὶν πλαστική πλέον περιοχή γιά νά πάρουμε μιά μι-
κρή μεταβολή τῆς ροπῆς ἐκτρέψεως θά χρειασθεῖ πιθανόν γωνία
περιστροφῆς ἴση πρὸς $\pi/2$, π , ἢ 2π .

Αὐτό φαίνεται ἀνάγκη ἐπὶ δοκίμιο, μέ τίς ἐλικώδεις πού
παρουσιάζονται ἐπὶν παράπλευρη ἐπιφάνειά του, ὕστερα ἀπ' τίς
ἀρχικές γραμμές πού ἔχουμε κάνει προηγουμένως παράλληλες
ἐπὶν ἄξονά του.

Ἐπεὶ, μέ συντεταγμένους $\theta - Md$, ἀντίστοιχα πρὸς τό πεί-
ραμα ἐφελκυσμοῦ, παίρνουμε τό διάγραμμα ἐκτρέψεως κυλινδρικοῦ
πάντα δοκιμίου.

Χαρακτηριστικό αὐτοῦ τοῦ διαγράμματος, ὅπως ἀναφέρθηκε ἐπὶ
θεωρία του, εἶναι ὅτι ἐπὶν πλαστική περιοχή δέν ἐμφανίζεται
ἐξένωση τῆς διατομῆς, ἢ ὅποιοδήποτε προειδοποιητικό στοιχεῖο
γιά τή θραῦση τοῦ δοκιμίου.

Άρα ή θραύση θα γίνει έντελως ξαφνικά, και τό επίπεδο θραύσης θα είναι έγκάρσιο πρὸς τόν άξονα τοῦ δοκιμίου, χωρίς ανωμαλίες ἐφ' ὅσον πρόκειται για ὀγκιμο ὑλικό.

Ἡ μέγιστη διατμητική τάση πού αναπτύσσεται ἐπὶ τήν παράπλευρη ἐπιφάνεια τοῦ δοκιμίου, θα ὑπολογισθεῖ ἀπ' τή σχέση:

$$\tau_{\max} = \frac{2M_d}{\pi r^3} = \frac{16 M_d}{\pi d^3}$$

ὅπου M_d ή ροπή στρέψης και d ή διάμετρος τοῦ δοκιμίου.

Φυσικά ή σχέση αὐτή ἰσχύει για τήν περιοχή ἐλαστικότητας μέχρι τήν ἐμφάνιση τοῦ γόνατος, ὅπου ἰσχύει ὁ νόμος τοῦ Hooke για τήν διάτμηση.

Στήν ἐλαστοπλαστική περιοχή και μετά παύει νά ἰσχύει, διότι παύει πλέον ή γραμμικότητα τῆς μεταβολῆς τῆς διατμητικῆς τάσεως ἐπὶ διατομή, λόγω τῆς προοδευτικῆς τῆς εἰσόδου ἐπὶ τήν πλαστική περιοχή.

Ἐπίσης, ἀπ' τή σχέση:

$$\theta_{\phi} = \partial_1 \cdot l = \frac{M_d}{G \cdot J_p} \cdot l = \frac{2M_d}{G \cdot \pi \cdot r^4} \cdot l = \frac{32 M_d \cdot l}{G \cdot \pi \cdot d^4} ,$$

λύνοντας ὡς πρὸς G , παίρνουμε:

$$G = \frac{32 M_d \cdot l}{\pi d^4 \cdot \theta_{\phi}}$$

ὅπου θ_{ϕ} η γωνία των ακραίων διατομών του δοκιμίου ἐπὶ τήν περιοχή ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΟΣ, ὅποτε μπορούμε νά ὑπολογίσουμε τήν τιμή τοῦ μέτρου διατμησεως ή ὀλισθήσεως τοῦ ὑλικού, και ἐπὶ συνέχεια, ἀπ' τή σχέση:

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)} \Rightarrow E = 2(1+\mu)G$$

νά ὑπολογίσουμε τό μέτρο ἐλαστικότητας τοῦ ὑλικού, ὅπου μ είναι ὁ συντελεστής έγκαρσίας ευστολῆς του.

Γιά τούς χάλυβες οἱ τιμές τοῦ μ είναι $0,25 \div 0,35$ ἐνώ ή συνηθισμένη του τιμή είναι $\mu = 0,30$.

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ

Ανάλυσις καταπονήσεως χαλυβδίνης δοκού διά τῆς χρήσεως δεικτῶν καταπονήσεως ἡλεκτρικῆς ἀντιστάσεως.

Γενικά

Στὸ κεφάλαιο αὐτό, ποὺ ἀποτελεῖ βασικά ἓνα τμήμα τῆς ὕλης τοῦ μαθήματος τῆς Εἰδικῆς Ἡλεκτροτεχνίας θὰ ἀναπτυχθῶν οἱ τρόποι μὲ τοὺς ὁποίους γίνονται οἱ μετρήσεις τῶν μηχανικῶν τάσεων ἀπὸ ἐξελκυσμό, κάμψη κ.λ.π. μὲ ἡλεκτρικὲς μεθόδους. Σκοπὸς εἶναι νὰ δοθεῖ τοῖς σπουδασταῖς ἡ εὐκαιρία νὰ γνωρίσουν μιά σημαντικὴ ἐφαρμογὴ τῆς Ἡλεκτροτεχνικῆς πράξεως ποὺ ἀφορᾷ εἰς θέματα ἀμέσου ἐνδιαφέροντος τοῦ Μηχανικοῦ.

Ὁ πειραματικὸς προσδιορισμὸς τῶν μηχανικῶν τάσεων θὰ γίνῃ μὲ τὴν λεγόμενὴν "ταινίαν ἐπιμηκύνσεως".

Γιὰ τὴν καλύτερην κατανόησιν, θὰ περιληφθῶν οἱ πρὸ ἀπαραίτηται γνώσεις ἀπὸ τῆ θεωρίας ἐλαστικότητος.

Ὡς πρὸς τὴν χρησιμοποίησιν τοῦ ὅρου "ταινία ἐπιμηκύνσεως", αὕτη δικαιολογεῖται ἐπειδὴ ἡ μεταβολὴ τῆς ἡλεκτρικῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀγωγοῦ τῆς ταινίας, μᾶς δίνει ἓνα μέτρο τῆς ἐπιμηκύνσεως στὸ δοκίμιον ποὺ ὑφίσταται τὴν καταπόνησιν.

Τὸ 1856 ὁ λόρδος Kelvin βρῆκε μιά σημαντικὴ ιδιότητα ποὺ χαρακτηρίζει τοὺς μεταλλικοὺς ἀγωγούς. Κατὰ τὴν ιδιότητα αὕτη, μιά μηχανικὴ καταπόνησις εἰς μεταλλικὸν ἀγωγόν, μετέβαλε εἰς αὐτὸν τὴν ἡλεκτρικὴν του ἀντίστασιν.

Τὸ ἐνδιαφέρον αὐτὸ ἐπαναλήφθηκε τὸ 1935 εἰς πειράματα τῶν Carlson καὶ Simmons. Τὸ 1939 ὁ Ruge στὸ Μ.Ι.Τ. (Η.Π.Α.) πραγματοποιοῖ τὴν πρώτην μορφήν τῆς ταινίας ἐπιμηκύνσεως καθὼς εἶχε τὴν ἰδέαν νὰ στεραιώσῃ ἓναν μεταλλικόν ἀγωγόν πάνω εἰς ἓνα λεπτό φύλλον χαρτιοῦ τὸ ὁποῖον θὰ ἐκολλᾶτο εἰς τὴν κατα-

πονουμένη κατασκευή.

Με τή βοήθεια τῶν ταινιῶν ἐπιμηκύνεως εἶναι δυνατόν νά μετρηθῇ μιὰ μηχανική καταπόνηση, μέ τήν ἀντίστοιχη μέτρηση τῆς μεταβολῆς τῆς ἡλεκτρικῆς ἀντιστάσεως τοῦ μεταλλικοῦ ἀγωγοῦ, ὁ ὁποῖος ὑπόκειται ἐπὶ τὴν καταπόνηση αὐτή.

Ἡ νέα τεχνική ἐπέτρεψε νά ἐπιτευχθῶν ποιοτικά ἀποτελέσματα καί νά ἐπαληθευτῇ ἕνας μεγάλος ἀριθμός νόμων τῆς ἀντοχῆς τῶν ὑλικῶν, ἐξ ὧν καταστάμεν ὅπου οἱ παλιότεραι μέθοδοι δέν ἦσαν δυνατόν νά δώσουν ἀκριβῆς ἀπαντήσεως.

Ἐπέτρεψε ἐξ ὧν πολλές περιπτώσεις νά ἐλαττωθῶν οἱ συντελεστῆς ἀσφαλείας, ἰδίως ἐξ ὧν περιπτώσεις ὅπου ἐπιδιώκεται ἡ ἐλαφρότητα τῆς κατασκευῆς (ἀεροναυπηγική, αὐτοκίνητα κ.λ.π.).

Ἡ ἀδιάκοπη τελειοποίησις ὡς πρὸς τὸν χρησιμοποιούμενον ἀγωγὸ τῆς ταινίας ἐπιμηκύνεως, τὴν κολλητικὴ οὐσία, τὸ χαρτί, καθιέρωσε τὴν μέθοδο αὐτὴν ὡς ἕνα ἀκριβὲς μέσο μετρήσεως.

Γιὰ τὴν ἀναγωγή τῆς μεταβολῆς τῆς ἡλεκτρικῆς ἀντιστάσεως ἐξ ὧν μέγεθος μηχανικῆς μεταβολῆς ἀπαιτεῖται ὁ καθορισμὸς μιᾶς $\sigma \tau \alpha \delta \epsilon \rho \acute{\alpha} \varsigma$.

Ἐπειδὴ ἡ μηχανικὴ καταπόνησις ἔχει ὡς μέτρο τὴν ἀντίστοιχὴ ἐπιμήκυνση τοῦ καταπονομένου τεμαχίου, γι' αὐτὸ δὲ ζητηθῇ μιὰ σχέσις ἀνάμεσα ἐπὶ μεταβολῇ τῆς ἡλεκτρικῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀγωγοῦ καί τῆς ἀνηχμένης ἐπιμηκύνεως.

Ἡ σχέσις αὐτὴ ὀρίζει τὴν ζητούμενη σταθερά, ἡ ὁποία δὲ ὀνομάζεται "συντελεστὴς K ", καί εἶναι: $K = \delta R / R / \delta l / l$.

Καθορισμὸς τοῦ συντελεστοῦ K

Ἡ ταινία ἐπιμηκύνεως ἐνίσταται ἀπὸ ἕνα ἐπίπεδο ἑλίσμα τοῦ ἀγωγοῦ, στρεφόμενο πᾶνω ἐξ ὧν λεπτὸ φύλλο χαρτιοῦ ἢ πλαστικοῦ. Ὁ ἀγωγὸς παρουσιάζει ἀντίστασιν R . Ἐστω l τὸ

μήκος του αγωγού και D ή διάμετρος του.

Κατά την παραμόρφωση του αγωγού ή διάμετρος του θα μειωθεί κατά $\mu \cdot \varepsilon \cdot D$ όπου μ ο ^{εγκάρσιας ευστολής} συντελεστής του Poisson και $\varepsilon = \Delta l / l$ ή ανηγμένη επιμήκυνση.

Η μεταβολή της διατομής του αγωγού θα είναι:

$$\delta S = \frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi (D - \mu \cdot \varepsilon \cdot D)^2}{4}$$

$$\eta \delta S = \frac{\pi D^2}{4} [1 - (1 - 2\mu\varepsilon + \mu^2\varepsilon^2)] = \frac{\pi D^2}{4} (2\mu\varepsilon - \mu^2\varepsilon^2)$$

Η αντίστοιχη μεταβολή στην αντίσταση R του αγωγού, η οποία προέρχεται απ' τη μεταβολή μόνον της διατομής, θα είναι:

$$\delta R_1 = R \frac{\delta S}{S} = R(2\mu\varepsilon - \mu^2\varepsilon^2)$$

Κατά τον ίδιο τρόπο, η μεταβολή της αντίστασης R , η οποία προέρχεται μόνον απ' την επιμήκυνση του αγωγού θα είναι:

$$\delta R_2 = R \frac{\delta l}{l} = R \cdot \varepsilon$$

Η ολική μεταβολή της αντίστασης R θα είναι:

$$\delta R = \delta R_1 + \delta R_2$$

$$\eta \delta R = R(2\mu\varepsilon - \mu^2\varepsilon^2) + R \cdot \varepsilon \quad \eta \quad \frac{\Delta R}{R} = \varepsilon(1 + 2\mu - \mu^2\varepsilon)$$

και αν απηθεί υπ' όγιν ότι ο συντελεστής K ισοῦται μέ

$$K = \frac{\delta R/R}{\delta l/l} = \frac{\delta R/R}{\varepsilon}$$

τότε θα είναι:

$$K = 1 + 2\mu - \mu^2\varepsilon.$$

Εάν τον ὅρο $\mu^2\varepsilon$ τον παραλείγουμε ὡς πολὺ μικρὸ ἐξέδῃ μέ τοὺς ἄλλους δύο θα ἔχουμε τελικὰ

$$K = 1 + 2\mu.$$

Ο συντελεστής K ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν λόγὸ τοῦ Poisson.

Όταν είναι γνωστός ο λόγος αυτός για τον άγωγο της ταινίας επιμηκύνσεως τότε είναι καθωρισμένος και ο συντελεστής K .

Έκλογη του άγωγού

Για την έκλογη του άγωγού της ταινίας επιμηκύνσεως λαμβάνονται υπό όγιν οι παρακάτω σημαντικοί παράγοντες.

α. Ο συντελεστής K πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μεγαλύτερος, ώστε να επιτευχθεί η μεγαλύτερη δυνατή εύαισθησία.

β. Η αντίσταση του άγωγού της ταινίας επιμηκύνσεως πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μεγαλύτερης τιμής, ώστε να ελαττώνεται η επίδραση των παρασίτων αντιστάσεων.

γ. Ο συντελεστής K της ταινίας επιμηκύνσεως πρέπει να παραμένει σταθερός για ένα εύρος μετρήσεων, όσο το δυνατόν μεγαλύτερο.

δ. Ο συντελεστής θερμοκρασίας πρέπει να είναι χαμηλός

ε. Τα αποτελέσματα από τα θερμοηλεκτρικά φαινόμενα λόγω της συγκολληθείσας του άγωγού της ταινίας και των άγωγών συνδέσεως πρέπει να είναι αμελητέα.

Όπως καθορίστηκε προηγουμένως, ο συντελεστής K εξαρτάται από το λόγο του Poisson, ο οποίος δεν είναι πολύ καλά γνωστός, ιδίως για λεπτούς άγωγούς, όπως είναι οι άγωγοί των ταινιών επιμηκύνσεως.

Η τιμή του K , για τους διαφόρους τύπους των ταινιών επιμηκύνσεως, εύρίσκεται μεταξύ των όρίων 2,0 και 3,6. Οι ανοχές αυτές, δίνονται από τους κατασκευαστές μεταξύ των όρίων $\pm 1\%$ έως $\pm 3\%$.

Κάθε ταινία επιμηκύνσεως μετράται ακριβώς ως προς την αντίσταση την οποία παρουσιάζει ο άγωγός της. Συνήθως προφέρονται ταινίες ωμικής αντιστάσεως 120 Ω , 300 Ω και 600 Ω .

Χαρακτηριστικά τῶν ταινιῶν ἐπιμηκύνσεως

Τὰ χαρακτηριστικά, δηλαδή οἱ ιδιότητες τῶν ταινιῶν ἐπιμηκύνσεως διαφέρουν ποσοτικά ἀπὸ ταινία εἰς ταινία.

Ἡ διαφορά αὕτη προέρχεται ἀπὸ τὸ γεγονός ὅτι ἡ μεταβολὴ τῆς ἀντιστάσεως πού προκαλεῖται ἀπὸ τὴν ἀντίστοιχη ἐπιμήκυνση, εἶναι πολλές φορές μικρὴ εἰς σχέση μετὰ τῆς μεταβολῆς τῆς ἀντιστάσεως πού προκαλεῖται ἀπὸ ἄλλη αἰτίαν, ὅπως εἶναι ἡ θερμοκρασία, ἡ ὑγρασία κ.λ.π. Ἐπίσης ἡ διαφορά αὕτη προέρχεται ἀπὸ τὶς μὴ σωστὲς συνθῆκες χρησιμοποίησεως τῶν ταινιῶν, ὅπως εἶναι ἡ τοποθέτηση, ἡ κόλληση, ἡ ξήρανση κ.λ.π.

Σήμερα καταβάλλεται σημαντικὴ προσπάθεια, ὥστε οἱ διάφοραι αἰτίαι καὶ συνθῆκες πού ἐπιφέρουν τὶς ἀνωμαλίαι καὶ διαταραχὲς ἐν τῇ μέτρηση νὰ περιορίζονται σημαντικά.

Παρ' ὅλα αὐτὰ οἱ ποσοτικὲς διαφορὲς μεταξὺ τῶν ταινιῶν ὑπάρχουν, χωρὶς νὰ ὑπάρχει ἀνάμεσά τους καμμία ταύτησις.

Μέτρηση τοῦ λόγου $\Delta R/R$

Γιὰ τὴν μέτρηση τοῦ λόγου $\Delta R/R$, δηλαδή τῆς σχετικῆς μεταβολῆς τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀγωγοῦ τῆς ταινίας ἐπιμηκύνσεως, χρησιμοποιοῦνται τέσσερα βεβαιωμένα, τὰ ὁποῖα εἶναι δυνατόν νὰ συνδυασθοῦν μετὰ ὁρισμένους τρόπους ὥστε νὰ τροφοδοτηθεῖ τὸ κύκλωμα τῶν ταινιῶν ἐπιμηκύνσεως ἀρχικὰ, καὶ τελικὰ νὰ καταγραφῇ ἡ μέτρηση εἰς ἓν ὄργανον, τὸ ὁποῖον εἶναι εἴτε γαλβανόμετρο, ἢ μιλιαμπερόμετρο, εἴτε ἓν ταλαντοκόησιον ἢ ταλαντογράφον.

α. Τὸ κύκλωμα τῶν ταινιῶν ἐπιμηκύνσεως εἶναι δυνατόν νὰ τροφοδοτηθεῖ εἴτε ἀπὸ συνεχὲς εἴτε ἀπὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα.

β. Στὸ κύκλωμα τῶν ταινιῶν ἐπιμηκύνσεως μετράται ἡ διαφορά δυναμικοῦ πού προκαλεῖται ἀπὸ τὴν μεταβολὴ τῆς

ἀντιεξάεως ὑπερὰ ἀπ' τὴν ἐπιμηκύνουσι ποὺ ἐφαρμόζεται ἐπὶ τὴν ταινία.

γ. Ταῖς μεγέθη τοῦ κυκλώματος τῶν ταινιῶν ἐπιμηκύνουσι εἰσέρχονται εἰς ἓνα κύκλωμα ἐνισχύσεως.

δ. Ταῖς μεγέθη τοῦ κυκλώματος τῶν ταινιῶν ἐπιμηκύνουσι εἰσέρχονται εἰς ἓνα κύκλωμα διαμορφωτοῦ.

Ἡ μεταβολὴ τῆς ἀντιεξάεως τῆς ταινίας ἐπιμηκύνουσι μετράται ὡς μεταβολὴ τοῦ μεγέθους τῆς τάξεως ἢ ἐντάξεως.

Ἐάν ἡ ἀποκλίση τοῦ ὀργάνου μετρήσεως τῆς μεταβολῆς αὐτῆς τῆς τάξεως ἢ ἐντάξεως μᾶς δίνει ἓνα μέτρο τῆς μεταβολῆς τῆς ἀντιεξάεως, τότε ἔχουμε τὴν μέθοδο τῆς ἀποκλίσεως.

Πολλὰς φορές ἡ ἀποκλίση αὐτὴ μᾶς δίνει καὶ τὴν τιμὴν τῆς ἀνηχημένης ἐπιμηκύνουσι ε, ἐφ' ὅσον ἐπὶ τὸ ὄργανο ἔχει ληφθεῖ ὑπ' ὄψιν ὁ συντελεστής Κ.

Ἐκτός τῆς μεθόδου τῆς ἀποκλίσεως γιὰ τὴν μέτρηση, χρησιμοποιεῖται καὶ ἡ μέθοδος τοῦ μηδενός.

Σύμφωνα μὲν τῇ μέθοδο αὐτῇ, ἡ θέσις ἰσορροπίας ἀντιεξάεως μὲν τὸ μηδέν τοῦ ὀργάνου μετρήσεως.

Μετὰ τὴν φόρτιση, τὸ ὄργανο ἀποκλίνει, ὅποτε μὲν τὴν βοήθεια τῶν μεταβλητῶν ἀντιεξάεων τῆς συσκευῆς ἐξισορροποῦμε πάλι τὴν διάταξιν τοῦ κυκλώματος, ἕως ὅτου ἐπανεέλθῃ τὸ ὄργανο ἐπὶ τὴν ἀρχικὴν τοῦ θέσις, δηλαδὴ ἐπὶ τὸ μηδέν.

Ἡ μεταβολὴ τῶν ἀντιεξάεων αὐτῶν μᾶς δίνει ἓνα μέτρο τῆς μεταβολῆς τῆς ἀντιεξάεως ἐπὶ τὴν ταινία ἐπιμηκύνουσι.

Ἡ ἀκρίβεια τῶν μετρήσεων μὲν ταινίας ἐπιμηκύνουσι δέχεται τὴν ἐπίδρασιν πολλῶν παραγόντων. Τὸ μέγιστον δυνατόν σχετικὸν σφάλμα, δίνεται ἀπ' τῆς σχέσεως:

$$F = C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 - 1$$

ὅπου :

C_1 : εφάλλα αλ' τή γέφυρα μετρήσεως, αλ' τὰ καλώδια, αλ' τή μή πλήρη αντίσταθμια τῆς θερμοκρασίας καί αλ' τήν ανάγνωσιν κατά τή μέθοδο τοῦ μηδενός.

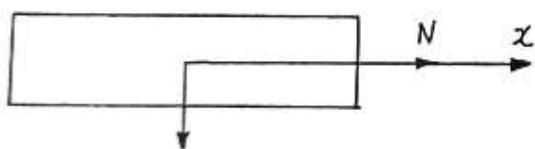
C_2 : εφάλλα ἐξαρτώμενο αλ' τὸ χρόνο, αλ' τή γήρανσιν τῶν ταινιῶν ἐπιμηκύνσεως, αλ' τήν ἐπίδρασιν τῆς ὑγρασίας.

C_3 : εφάλλα ἐξαρτώμενο αλ' τὸ χρόνο, αλ' τήν ὀλίωσιν τῶν ταινιῶν.

C_4 : εφάλλα αλ' τή μή ἀκριβῆ γνώσιν τοῦ συντελεστοῦ K , αλ' τήν ὑστέρησιν, αλ' τήν ανάγνωσιν κατά τή μέθοδο τῆς ἀποκλίσεως.

Πειραματικός προσδιορισμός τῶν μηχανικῶν τάσεων διὰ τῶν ταινιῶν ἐπιμηκύνσεως.

Ἡ γνώσιν τῶν παραμορφώσεων, δηλαδή τῶν γεωμετρικῶν μεταβολῶν τοῦ συστήματος, οἱ ὁποῖες ὀφείλονται εἰς ὑπάρχουσας μηχανικὰς τάσεις καί ἡ γνώσιν τῶν μηχανικῶν τάσεων εἰς κάθε σημεῖο τοῦ στερεοῦ σώματος μᾶς παρέχεται αλ' τή θεωρίαν τῆς ἐλαστικότητος.



Ἄς θεωρήσουμε μιὰ δοκὸν μέ ὁμοιόμορφη διατομή F , πού ὑποκειται εἰς ὀρθή δύναμιν N , ἡ

ὁποία ἐφαρμόζεται εἰς τὸ κέντρο βάρους τῆς διατομῆς.

Ἄν ἡ δύναμιν N διεκδύνεται πρὸς τὰ ἀνζανόμενα x θὰ ἔχουμε τήν περίπτωσιν τοῦ ἐφελκυσμοῦ, ἂν διεκδύνεται πρὸς τὰ μειονόμενα x θὰ ἔχουμε τήν περίπτωσιν θλίψεως.

Ὅπως εἶναι γνωστό, ἡ μηχανικὴ τάσιν θὰ ἔχει τιμή :

$$\sigma_1 = N/F$$

ἂν δέ ϵ_1 εἶναι ἡ παραμόρφωσιν πού ἀντιστοιχεῖ πρὸς τή

διεύθυνση του άξονος x , τότε:

$$\epsilon_1 = \frac{\sigma_1}{E}$$

όπου E τό μέτρο έλαστικότητας. Η παραμόρφωση κατά διεύθυνση κάθετη πρὸς τὸν άξονα τῶν x , θά είναι, ὅπως είναι γνωστό ἀπ' τῆς γενίκευσης τοῦ νόμου Hooke,

$$\epsilon_2 = -\mu \frac{\sigma_1}{E} = -\mu \epsilon_1$$

όπου μ ὁ λόγος τοῦ Poisson.

Μέ τῆς χρήσης τῶν ταινιῶν ἐπιμηκύνσεως θά προπαθήσουμε νά μετρήσουμε τήν ϵ_1 δηλ. τήν παραμόρφωση κατά τήν διαμήκη ἔννοια, καθὼς ἐπίσης καί τήν ϵ_2 , δηλ. τήν παραμόρφωση κατά τήν ἐγκάρσια ἔννοια.

Εἶναι δέ προφανές, ὅτι ἡ τιμή τῆς ϵ_1 θά δώσει καί τήν τιμή τῆς μηχανικῆς τάσεως σ_1 .

Διαδικασία μετρήσεως.

Ἀπαιτεῖται μία μέτρηση πρὸ τῆς φορτίσεως ἔτσι ὥστε νά γίνει ἡ ἐξισορρόπηση τῆς γεφύρας, καί μία μέτρηση μετὰ τήν ἐπιβολή τῆς φορτίσεως.

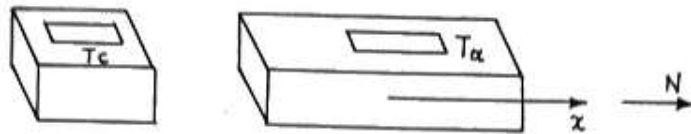
Ἡ διαφορά αὕτη δίνει τό μέτρο τῆς μεταβολῆς τῆς ἀντιστάσεως. Ὅλες οἱ ταινίες ἐπιμηκύνσεως οἱ ὁποῖες τοποθετοῦνται εἶναι τῆς ἰδίας τιμῆς. Εἶναι δυνατόν νά χρησιμοποιηθοῦν διάφοροι τρόποι συνδέσεως ἀνάλογα μέ τό εἶδος τῆς μετρήσεως, τό ὁποῖο ἐπιθυμεῖ κανείς νά πραγματοποιήσῃ, καί ἀνάλογα μέ τίς δυνατότητες πού προσφέρει τό δοκίμιο. Ὑπερὰ ἀπ' αὐτά, διακρίνουμε τίς ἑξῆς μεθόδους.

Πρώτη μέθοδος

Ὀνομάζουμε T_a τήν ἐνεργό ταινία καί T_c τήν ταινία γιά τήν θερμοκρασιακή ἀντιστάθμιση, ἢ γενικά τήν ταινία πού ἀντι-

εταδμίζε τίσ παράδτεες ἐνέργεες.

Ἡ T_c κολλιέται πάνω σέ ἕνα τεμάχιο ἀπ' τό ἴδιο ὑλικό, ἀπ' τό ὁποῖο ἀποτελεῖται τό δοκίμιο, τό ὁποῖο ὅμως δέν ὑπόκειται σέ καμμία φόρτιση.



Ἡ ὀρθή δύναμη N δίνει μιά παραμόρφωση, πού προκαλεῖ μιά μεταβολή στήν ἀντίσταση τῆς ταινίας T_a . Μέ τή βοήθεια τοῦ συντελεστοῦ K γράφουμε:

$$\frac{\Delta R}{R} = K \cdot \varepsilon_1$$

$$\text{ἢ} \quad \varepsilon_1 = \frac{1}{K} \left(\frac{\Delta R}{R} \right)$$

ὁπότε ἡ μηχανική τάση σ_1 θά εἶναι:

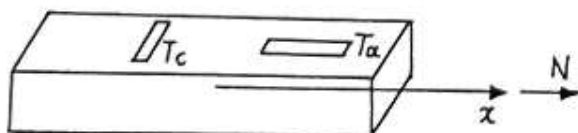
$$\sigma_1 = \varepsilon_1 \cdot E = \frac{1}{K} E \left(\frac{\Delta R}{R} \right)$$

ἡ τιμή τῆς $\Delta R/R$ μᾶς παρέχεται ἀπό τήν μέτρηση.

Δευτέρα μέθοδος

Ἡ δευτέρα ταινία ἀντισταθμίζεως χρησιμοποιεῖται γιά τήν αὐξηση τῆς εὐαισθησίας τῆς διατάξεως. Γι αὐτό κολλιέται κατά διεύθυνση κάθετη πρὸς τή διεύθυνση τῆς ἐνεργοῦ ταινίας.

Ἡ συνολική μεταβολή τῆς ἀντιστάσεως τῶν δύο ταινιῶν θά προέρχεται ἀπό τήν παραμόρφωση ε_1 κατὰ τήν διαμήκη διεύθυνση καί τήν παραμόρφωση $\varepsilon_2 = -\mu \varepsilon_1$ κατὰ τήν ἐγκάρσια διεύθυνση: ἄρα:



$$\frac{\Delta R}{R} = K \cdot \varepsilon_1 - K \cdot \varepsilon_2$$

$$\text{ἢ} \quad \frac{\Delta R}{R} = K \cdot \varepsilon_1 + K \cdot \mu \cdot \varepsilon_1$$

Άρα: $\frac{\Delta R}{R} = K \cdot \epsilon_1 (1 + \mu) \Rightarrow \epsilon_1 = \frac{1}{K(1+\mu)} \left(\frac{\Delta R}{R} \right)$

και η μηχανική τάση σ_1 , θα είναι:

$$\sigma_1 = E \frac{1}{K(1+\mu)} \left(\frac{\Delta R}{R} \right) \quad (1)$$

αν τώρα ληφθεί υπό όψιν ότι: $G = \frac{E}{2(1+\mu)}$
τότε θα είναι:

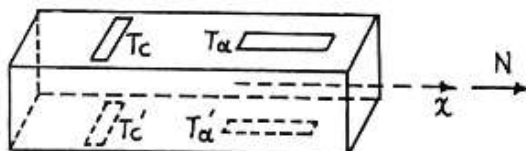
$$\sigma_1 = \frac{2}{K} G \left(\frac{\Delta R}{R} \right)$$

Όπως είναι γνωστό, η μέγιστη διατμητική τάση εμφανίζεται σε μία διατομή που σχηματίζει γωνία 45° με τη διεύθυνση σ_1 . Υστερα από αυτό θα έχουμε:

$$\tau = \frac{\sigma_1}{2} = \frac{1}{K} G \left(\frac{\Delta R}{R} \right)$$

Τρίτη μέθοδος

Χρησιμοποιούμε τέσσερις ταινίες, δύο ενεργούς και δύο αντιστάθμισης. Με τη μέθοδο αυτή απαλείφονται όλες οι παράσιτες επιδράσεις και αυξάνει εις το μέγιστο η εναισθησία της διατάξεως.



Η συνολική μεταβολή της αντίστασης θα είναι αποτέλεσμα της διαμήκους επιμηκύνσεως ϵ_1' από την T_a και της ϵ_1'' από την T_a' καθώς και της εγκάρσιας επιμηκύνσεως $\mu \epsilon_1'$ από την T_c και της $\mu \epsilon_1''$ από την T_c' . Άρα θα είναι:

$$\frac{\Delta R}{R} = K (\epsilon_1' + \epsilon_1'' + \mu \epsilon_1' + \mu \epsilon_1'')$$

Με την προϋπόθεση ότι $\epsilon_1' = \epsilon_1'' = \epsilon_1$, η προηγούμενη σχέση γράφεται:

$$\frac{\Delta R}{R} = 2 K \epsilon_1 (1 + \mu) \Rightarrow \epsilon_1 = \frac{1}{K} \cdot \frac{1}{2(1+\mu)} \left(\frac{\Delta R}{R} \right)$$

και ἄρα

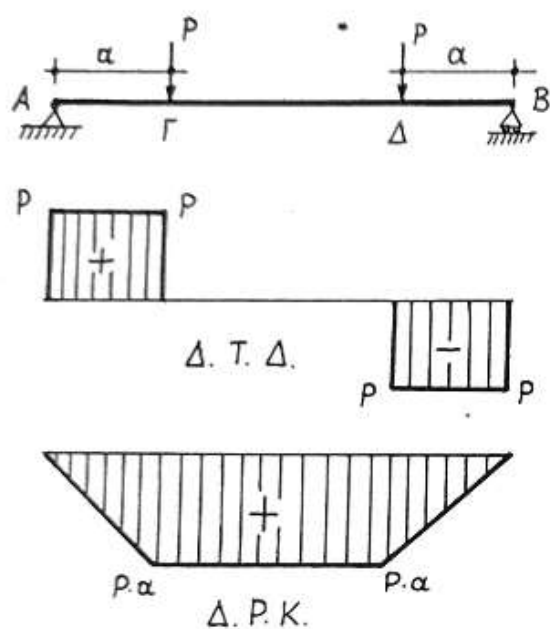
$$\sigma_1 = \frac{1}{K} \cdot \frac{E}{2(1+\mu)} \cdot \left(\frac{\Delta R}{R} \right)$$

ἢ

$$\sigma_1 = \frac{1}{K} \cdot G \cdot \left(\frac{\Delta R}{R} \right)$$

Καθαρή κάμψη

Ἄν δέ ἴσες ἀποστάσεις ἀπ' τὰ ἐνμέα ἐστηρίξεως μιᾶς ἀμφιέρεσσης δοκοῦ ἐνεργήσουν δύο ἴσα φορτία, τότε ὡς γνωστόν, τὸ μετὰ τῶν φορτίων τμήμα τῆς δοκοῦ ὑπόκειται ἐν καθαρῇ κάμψει. Πράγματι, ὅπως παρατηροῦμε ἀπ' τὸ



διάγραμμα τεμνουσῶν δυνάμεων, ἐπὶ τὸ τμήμα ΓΔ τῆς δοκοῦ, ἡ τέμνουσα δύναμη εἶναι μηδέν.

Παράλληλα ἡ ροπή κάμψης ἐπὶ ἴδιο τμήμα διατηρεῖται σταθερή.

Ἄρα τὸ τμήμα ΓΔ τῆς δοκοῦ καταπονεῖται ἐν καθαρῇ κάμψει, πρᾶγμα πού σημαίνει ὅτι μπορῶ νὰ θεωρήσω τὴν δοκὸ ΓΔ πού

ἐπὶ ἅκρα τῆς νὰ ἐφαρμόζονται τὰ ζεύγη $+M$ καὶ $-M (= P \cdot \alpha)$

Κάθε διατομή τῆς δοκοῦ παραμένει ἐπίπεδη καὶ κάθετη ἐπὶ τὴν οὐδέτερη γραμμὴ μετὰ τὴν παραμόρφωσιν, σύμφωνα μὲ τὴν παραδοχὴ τοῦ Bernoulli.

Ὑψτέρα ἀπ' αὐτὰ, ἡ τάση σ θὰ εἶναι:

$$\sigma = \frac{M}{J} \cdot y = \frac{M}{W}$$

ὅπου J ἡ ροπή ἀδρανείας τῆς διατομῆς ὡς πρὸς τὴν οὐδέτερη γραμμὴ, y ἡ ἀπόστασις τῆς τυχοῦσας ἵνας ἀπ' τὴν οὐδέτερη γραμμὴ καὶ W ἡ ροπή ἀντίστασις τῆς διατομῆς.

επίς ακρώζεται ἴνές θα ἐμφανιστοῦν οἱ μέγιστες τάσεις:

$$\sigma_o = - \frac{M}{J} \cdot e_o = - \frac{M}{W_o} \text{ καί } \sigma_u = + \frac{M}{J} e_u = + \frac{M}{W_u}$$

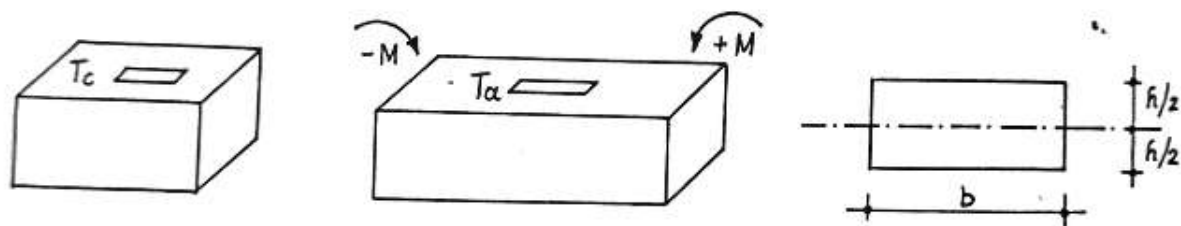
ὅπου e_o , e_u ἡ ἀπόσταση τῆς οὐδέτερης γραμμῆς ἀπ' τὴν ἀνώτατη θλιβόμενη ἢ τὴν κατώτατη ἐφελκυστική ἀντίστοιχα ἴνα.

Θὰ ζητήσουμε νὰ μετρήσουμε τὴν τάση σ μὲ τὴ βοήθεια τῶν ταινιῶν ἐπιμηκύνσεως ἐπὶ τὴν περίπτωση τῆς καθαρῆς κάμψης.

Πρώτη μέθοδος

Θὰ ζητήσουμε τὴν τάση σ ἐν μιά ἴνῃ, πού ἀπέχει ἀπ' τὴν οὐδέτερη γραμμὴ $h/2$.

Γι' αὐτὸ τοποθετοῦμε μιά ἐνεργὴ ταινία T_a ἐπὶ τὴν ἀκρώτατη ἴνα πού ἀπέχει $h/2$ ἀπ' τὴν οὐδέτερη γραμμὴ (ἐφ' ὅσον εἶναι δυνατὴ ἡ κόλλησις τῆς ταινίας ἐπὶ τὴν δέση αὐτή).



Τοποθετοῦμε καί μιά ταινία ἀντιελαστικῆς T_c ἐν ἑνῇ ἄλλῃ τεμάχιῳ ἀπ' τὸ ἴδιον ὑλικό, τὸ ὁποῖο ὅμως δὲν καταπονεῖται. Τότε ἡ τάση σ θα εἶναι:

$$\sigma = \epsilon \cdot E = \frac{1}{K} \cdot E \cdot \left(\frac{\Delta R}{R} \right)$$

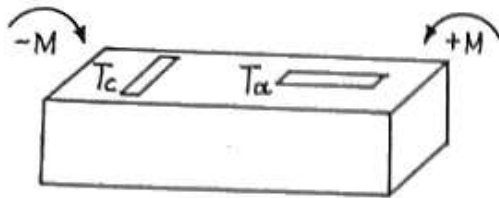
καί ἡ τιμὴ τῆς M :

$$M = \sigma \cdot \frac{J}{h/2} = \epsilon \cdot E \cdot \frac{J}{h/2} = \frac{1}{K} \cdot E \cdot \frac{J}{h/2} \cdot \left(\frac{\Delta R}{R} \right)$$

Δεύτερη μέθοδος

Αὐξάνουμε τὴν ἐναισθησία καὶ συνεπῶς τὴν τιμὴ τῆς μετρομένης μεταβολῆς τῆς ἀντιελαστικῆς ἂν τοποθετήσουμε τὴν ται-

νία αντίσταθμίδεως T_c πάνω στο τεμάχιο που καταπονείται και
 δέ δέση κάθετη πρὸς τὴν ἐνεργὸ ταινία T_a .



Τότε, μὲ σκέψεις ἀνάλογες
 τῆς δεύτερης μεθόδου ἐπὴν πε-
 ρίπτωση τοῦ ἐφελκυσμοῦ (σκέψη 1
 σελίδας 43) θὰ βροῦμε ὅτι ἡ

τιμὴ τῆς τάσης σ θὰ εἶναι:

$$\sigma = \frac{1}{K} \cdot \frac{E}{1+\mu} \left(\frac{\Delta R}{R} \right)$$

ἢ ἀντίστοιχα,

$$\sigma = \frac{2}{K} G \left(\frac{\Delta R}{R} \right)$$

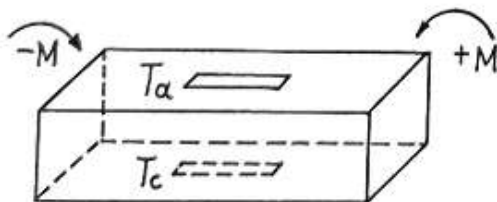
καὶ ἡ τιμὴ τῆς M :

$$M = \frac{2}{K} G \frac{J}{h/2} \left(\frac{\Delta R}{R} \right)$$

Τρίτη μέθοδος

Ἄν θελήσουμε γ' ἀντισταθμίσουμε τὶς παράσιτες ἐνέργειες, ποὶ
 προέρχονται ἀπὸ φαινόμενα ἐφελκυσμοῦ ἢ κάμψης πρὲς τὰ το-
 ποθετήσουμε τὴν ταινία ἀντισταθμίδεως T_c δέ μιὰ ἀντικείμενη
 δέση ὡς πρὸς τὴν ἐνεργὸ ταινία T_a .

Ἡ μέθοδος αὕτη ἔχει εἰς ἀποτέλεσμα ἐπίσης τὸν διπλασιασμό
 τῆς ἐναισθητικότητος ἐπὶ μέτρηση. Ὁ τρόπος αὗτος μετρήσεως χρησι-
 μοποιεῖται δέ ράβδους ποὶ παρουσιάζουν μικρὸ πάχος.



Ἡ τάση σ θὰ εἶναι:

$$\sigma = \frac{1}{K} \cdot \frac{E}{2} \left(\frac{\Delta R}{R} \right)$$

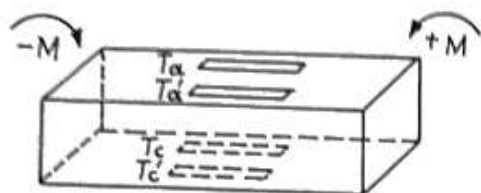
$$\text{καὶ ἡ } M = \frac{1}{K} \cdot \frac{J}{h} E \left(\frac{\Delta R}{R} \right)$$

Τετάρτη μέθοδος

Τελικὰ εἶναι δυνατό νὰ τετραπλασιάσουμε τὴν ἐναισθητικότητα ἂν

χρησιμοποιήσουμε τέσσερις ταινίες έπιμηκύνσεως οι οποίες θα τοποθετηθούν ανά δύο στις θέσεις των ακροτάτων ίνών.

Στην περίπτωση αυτή, με εκέγυμ ανάλογες προς την προηγούμενη μέθοδο, η τιμή της τάσης σ θα είναι:



$$\sigma = \frac{1}{K} \cdot \frac{E}{4} \cdot \left(\frac{\Delta R}{R} \right)$$

$$\text{και της } M = \frac{1}{K} \cdot \frac{J}{2h} \cdot E \cdot \left(\frac{\Delta R}{R} \right)$$

Πείραμα υπολογισμού όρθων τάσεων μέ ταινίες έπιμηκύνσεως.

Περιγραφή συσκευής

Για την μέτρηση των όρθων τάσεων που αναπτύσσονται σε μια αμφιέριστη δοκό που υπόκειται σε καθαρή κάμψη διατίθενται στο Έργαστήριο Άντοχής Υλικών:

- α. Μία γέφυρα εξισορροπήσεως ηλεκτρικής αντίστασεως
- β. Δύο δοκίμια - δοκοί όρθογωνικής διατομής διαστάσεων $b/h = 25/3 \text{ mm}$.

Η γέφυρα αποτελείται από τα εξής μέρη:

1. Ένα διακόπτη που τροφοδοτεί τη συσκευή με εναλλασσόμενο ρεύμα για τη λειτουργία της. Όταν η συσκευή είναι σε λειτουργία ανάβει ένα κόκκινο λαμπάκι που φωτίζει τον διακόπτη.

2. Ένα μιλλιαμπερόμετρο εφοδιασμένο με δείκτη, ή απόκλιση του οποίου παριστάνει την μεταβολή της έντασεως του ρεύματος που είναι συνέπεια της μεταβολής της αντίστασεως που παρουσιάζεται στις ταινίες έπιμηκύνσεως λόγω καταπονήσεως του δοκιμίου.

3. Δύο κουμπιά για τόν μηδενισμό του μιλλιαμπερομέτρου, ένα για μεγάλες μετακινήσεις του δείκτη και ένα για μικρές, έτσι ώστε ο μηδενισμός να είναι απόλυτος.

4. Ένα βαθμολογημένο ροοστάθμη, οι υποδιαίρέσεις του οποίου πολλαπλασιάζονται με τόν κατάλληλο συντελεστή K , παριστάνουν τήν άνηχμένη επιμήκυνση των ταινιών επιμηκύνσεως σε $\mu\text{m}/\text{m}$. Ο υπολογισμός του K γίνεται ως εξής: Η γέφυρα εξισορροπήσεως είναι κατασκευασμένη με σταθερά $K_0 = 2$. Αν οι ταινίες επιμηκύνσεως που δίνονται απ' τόν κατασκευαστή είναι υπολογισμένες π.χ. με σταθερά $K_1 = 2,15$, τότε η σταθερά του συστήματος γίνεται $K = 2,00 \times \frac{2,00}{2,15} = 1,86$

5. Ένα μικρό κουμπάκι που υπάρχει κάτω απ' τό μιλλιαμπερόμετρο πρέπει να πατιέται συνέχεια όταν θέλουμε να πετύχουμε τόν μηδενισμό του μιλλιαμπερόμετρου, είτε αυτός γίνεται με τά δύο κουμπιά μηδενισμού του (πρίν απ' τή φόρτιση), είτε με τό ροοστάθμη (μετά τή φόρτιση).

6. Ο ροοστάθης συνοδεύεται από ένα εύρη ο οποίος ακινητοποιεί τόν βαθμολογημένο δείκτη για να μή μεταβληθεί από κατά λάθος εκκόντημα ή ένδειξη που θα πάρουμε.

7. Ένας διακόπτης με μορφή δείκτη κάτω απ' τό ροοστάθμη καθορίζει τή λειτουργία τής γέφυρας ανάλογα με τήν απαίτηση του πελάματος για θλίψη ή έφελκυσμό.

8. Τέλος υπάρχουν οι κατάλληλες υποδοχές για τούς άκροδέκτες των ταινιών επιμηκύνσεως, τόσο για τήν ένερχό ταινία όσο και για τήν ταινία αντίσταθμίσεως.

Απ' τίς δύο δοκούς που υπόκεινται σε καταπόνηση καθαρώς κάμψης, ή μία είναι από χάλυβα με μέτρο ελαστικότητας $E_x = 2.100.000 \text{ κρ}/\text{cm}^2$ και ή άλλη από αλουμίνιο με μέτρο ελαστικότητας $E_a = 725.000 \text{ κρ}/\text{cm}^2$

Καί οί δύο ἔχουν τίς ἐξῆς διαστάσεις:

μήκος $l = 60 \text{ cm}$, πλάτος $b = 2,5 \text{ cm}$ καί ὕψος $h = 0,3 \text{ cm}$.

Οἱ ταινίες ἐπιμηκύνσεως πού εἶναι κολλημένες πάνω σ' αὐτές ἔχουν ἀντίστοιχα τὰ ἐξῆς χαρακτηριστικά.

		Χάλυβας	Ἀλουμίνιο.
1. Μήκος ἐπιμηκύνσεως	l_0	10 mm	10 mm
2. Ἀντίσταση (ἡλεκτρική)	R	119,8 Ω	119,9 Ω
3. Σταθερά	K	2,12	2,12

Ἐκτέλεση τοῦ πειράματος

Ἔστω ὅτι θέλουμε νά ὑπολογίσουμε τίς ὀρθές τάξεις πού ἀναπτύσσονται στίς κάτω ἑνές μιᾶς ἀμφιέριετης δοκοῦ ἀπό χάλυβα πού ὑπόκειται σέ καθαρή κάμψη.

Ἡ σειρά τῶν ἐργασιῶν πού ἀκολουθοῦν, εἶναι ἡ ἐξῆς.

1. Συνδέουμε τοὺς ἀκροδέκτες (μαύρους) τῆς ἐνεργοῦ δοκοῦ καί τῆς δοκοῦ ἀντισταθμίσεως στίς ἀντίστοιχες ὑποδοχές τῆς γεφύρας.

2. Τροφοδοτοῦμε τή συσκευή μέ ρεύμα πατώντας τόν διακόπτη (1)

3. Ἀφοῦ ἐλέγχουμε τόν μηδενισμό τοῦ ροοστάτη, πιέζουμε τό κουμπάκι (5) καί συγχρόνως μέ τή βοήθεια τῶν κουμπιῶν (3) μηδενίζουμε τό μιλλιαμπερόμετρο.

4. Θέτουμε τὰ ἴσα φορτία τῶν $P = 1.325 \text{ gr}$ πάνω στήν ἐνεργό δοκό σέ ἴση ἀποστάσει ($a = 15 \text{ cm}$) ἀπό τίς στήριξεις.

Ἐφ' ὅσον οἱ ἀκροδέκτες ἀνήκουν στήν ἐφελκνόμενη περιοχή τῆς ἐνεργοῦ δοκοῦ ὁ δείκτης τοῦ μιλλιαμπερόμετρο θά κινεῖται στήν δεξιά περιοχή καί γιά τήν ἐξισορρόπηση του θά πρέπει ὁ διακόπτης μέ τή μορφή δείκτη κάτω ἀπ' τό ροοστάτη νά βρίσκεται στή θέση DRUCK (θλίψη).

5. Πιέζοντας τώρα τό κουμπάκι (5), παρατηρούμε ότι ο δείκτης του μιλλιαμπερόμετρου μετακινήθηκε στη δεξιά περιοχή. Με τη βοήθεια μόνον του ροοστάτη μηδενίζουμε πάλι τό αμπερόμετρο.

6. Διαβάζουμε τέλος την ένδειξη του ροοστάτη που είναι 132.

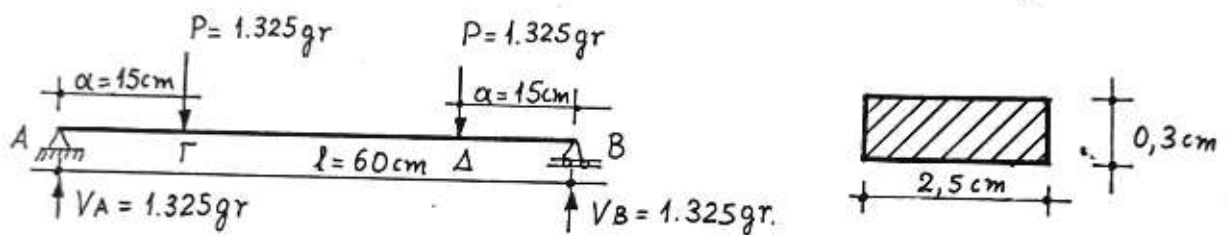
Τώρα ακολουθούμε την εξής σειρά υπολογισμών:

Ανηγμένη έπιμήκυνση κάτω ίνας

$$\varepsilon = 132 \times 2,0 \times \frac{2,00}{2,12} \times 10^{-6} = 250 \times 10^{-6}$$

ὀρθή τάση κάτω ίνας:

$$\sigma = \varepsilon \cdot E = 250 \times 10^{-6} \times 2,1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2 = 525 \text{ kg/cm}^2$$



Αν θέλαμε να υπολογίσουμε την ὀρθή τάση με την θεωρητική μέθοδο υπολογισμού χωρίς τη βοήθεια της συσκευής, θα είχαμε απ' την επίλυση του φορέα,

$$V_A = V_B = 1.325 \text{ gr.}$$

Άρα: $M_\Gamma = M_\Delta = M_{\Gamma\Delta} = 1.325 \times 15 = 19.875 \text{ gr.cm} = 19,875 \text{ kp.cm.}$

Η ροπή αντίστασης της διατομής του φορέα είναι:

$$W = \frac{J}{h/2} = \frac{bh^3/12}{h/2} = \frac{bh^2}{6} = \frac{2,5 \times 0,3^2}{6} = 0,0375 \text{ cm}^3$$

Άρα η ὀρθή τάση που αναπτύσσεται στην κάτω έφελκόμενη ίνα ($y = \frac{h}{2}$) είναι:

$$\sigma = \frac{M}{W} \left(\frac{\text{kp.cm}}{\text{cm}^3} \right) = \frac{19,875}{0,0375} = 530 \text{ kp/cm}^2$$

ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ

Ἡ ἔννοια τῆς σκληρότητας δέν εἶναι αὐστηρά καθωρισμένη. Κατά τόν Η. Hertz σκληρότητα εἶναι ἡ ὀρθή τάση πού ἀναπτύσσεται ἐν τῷ κέντρῳ τῆς κυκλικῆς ἐπιφάνειας ἐπαφῆς δύο συνδεδεμένων ^{ἰσῶν} σφαιρῶν ^{ἀπ' τοῦ ἰδίου, ὑλικῆς} τῇ στιγμή πού ἀρχίζει νά ἐμφανίζεται πλαστική παραμόρφωση. Ἡ χρησιμοποίησις αὐτοῦ τοῦ ὀρίσμου γιά τόν καθορισμό τῆς σκληρότητας τῶν ὑλικῶν εἶναι μᾶλλον ἀνέφικτη.

Γιά τόν πειραματικό ἔλεγχον τῆς σκληρότητας τῶν ὑλικῶν παραδεχόμεστε ὅτι σκληρότητα εἶναι ἡ ἀντίσταση πού προβάλλεται ἀπό κάποιο σῶμα ἐπὶ διείδυση ἄλλου μέσα εἰς αὐτό.

Τό σῶμα πού διειδύει θά πρέπει νά εἶναι σκληρότερον ἀπ' τὸ δοκιμαζόμενο.

Γιά τὴν μέτρησιν τῆς σκληρότητας προσδιορίζουμε μόνο τὴν πλαστικὴ παραμόρφωσιν ἀπ' τὴ διείδυση τοῦ σκληρότερου σώματος μέσα ἐν τῷ δοκίμιῳ. Ἐπεὶ, γιά τὰ διάφορα ὑλικά πού παρουσιάζουν διάφορες χαρακτηριζτικές ιδιότητες ἐπὶ ἐλαστικὴν περιοχὴν, ἔχουμε διάφορες συνθήκας μετρήσεως τῆς σκληρότητας.

Οἱ μέθοδοι γιά τὴν μέτρησιν τῆς σκληρότητας εἶναι πολλές καὶ τὰ ἀποτελέσματα τῶν μετρήσεων δέν δίνουν μέτρο ἀπόλυτον, ἀλλὰ συγκριτικόν· γι' αὐτὸ θά πρέπει κάθε ἐνδειξὴ τῆς σκληρότητας νά συνοδεύεται καὶ ἀπὸ τὰ χαρακτηριζτικά τῆς δοκιμῆς.

Σύμφωνα μὲν τίς μεθόδους αὗται χρησιμοποιοῦνται ἢ διείδυση ἑνὸς σκληροῦ σώματος ἐν τῷ δοκίμιῳ πού ἐξετάζουμε.

Ἐπεὶ εἰς εἰδικὰ συσκευές, σκληρὸ ἔμβολον, εἴτε ἀπὸ εἰδικὸν χάλυβα, εἴτε ἀδαμάντινον, πιέζεται μέσα ἐν τῷ δοκίμιῳ μὲ καθωρισμένη δύναμιν καὶ προσδιορίζεται, εἴτε τὸ βάθος πού προκαλεῖται μὲ καθωρισμένη δύναμιν, ἢ οἱ διαστάσεις τῆς οὐλῆς ἢ χαραγῆς πού σχηματίζεται ἀπ' τὴν πλαστικὴν παραμόρφωσιν τοῦ δοκιμίου, εἴτε ἀκόμα τὸ φορτίον πού ἀπαιτεῖται γιά τὴν δημιουργίαν οὐλῆς

ἢ χαραγῆς καθορισμένων διαστάσεων ἢ βάρους.

Ἐκτός ἀπ' τῆς στατικές μεθόδου δοκιμῶν ἐκληρότητας τῶν ὑλικῶν ὑπάρχουν καί οἱ δυναμικές μέθοδοι μετρήσεως τῆς ἐκληρότητας κατὰ τῆς ὁποίης μετρίεται ἡ περιοχή τοῦ δοκιμίου πού παραμορφώνεται πλαστικά ἀπ' τὴν ἐπιβολή κάποιου δυναμικοῦ φορτίου.

Σύμφωνα μ' αὐτές, ὁ διειδυτής, πού εἶναι βφαῖρα ἢ ὁποιαδήποτε αἰχμή πού ἔχει καθορισμένη κινητική ἐνέργεια, διειδύει μέσα εἰς τὸ ἐκληρομετρούμενο ὧμα καί μετρίεται ἡ πλαστική παραμόρφωση ἀπ' τὴ διείδυση.

Στὴν πράξιν· χρησιμοποιοῦνται συνήθως οἱ στατικές μέθοδοι δοκιμῆς καί μάλιστα ἀπ' αὐτές ὁ πρῶτος τρόπος τοῦ σταθεροῦ φορτίου.

Παρακάτω θὰ περιοριστοῦμε εἰς τὴν περιγραφή τῶν χαρακτηριστικῶν ἀπ' τῆς κυριώτερης μεθόδου στατικῆς δοκιμῆς, τῆς δοκιμῆς τοῦ L. Brinell καί τοῦ Rockwell, τὰ ἀντίστοιχα μηχανήματα τῶν ὁποίων ὑπάρχουν εἰς τὸ Ἐργαστήριον Ἀντοχῆς Ὑλικῶν.

Μέθοδος Brinell.

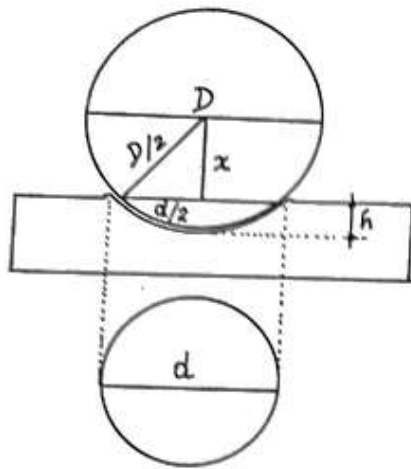
Ἡ στατική μέθοδος πού χρησιμοποιεῖται πρὸ πολὺ σήμερα γιὰ τὴ μέτρηση ἐκληρότητας εἶναι ἡ μέθοδος τοῦ Brinell πού ἔχθηκε γιὰ πρώτη φορά τὸ 1900.

Σύμφωνα μ' αὐτή, μικρὴ βφαῖρα ἀπὸ πολὺ ἐκληρὸ χάλυβα πιέζεται μέ στατικό φορτίο πάνω εἰς τὴν ἐπιφάνεια τοῦ δοκιμίου πού ἔχει λειανθεῖ κατάλληλα.

Σὰν μέτρο ἐκληρότητας λαμβάνεται τὸ ἀνά μονάδα ἐπιφανείας τῆς βφαιρικῆς οὐλῆς F_0 ἀνηχμένο φορτίο καί παρίσταται μέ BHN ἢ HB. (Hardness Brinell)

Σύμφωνα μέ τὴ γεωμετρία τοῦ σχήματος εἰς τὴν ἐπόμενη βελίδα, τὸ ἐμβαδὸν βφαιρικῆς ἐπιφανείας ὕψους h , πού ἀνήκει

βέ βφαίρα διαμέτρου D , είναι $F_0 = \pi \cdot D \cdot h$



Τό ύγος αυτό τῆς βφαϊρικῆς ἐπιφάνειας εἶναι συγχρόνως τό βάθος τῆς οὐλῆς.

Ἐπειδή ὁμῶς αὐτό εἶναι πολύ δύσκολο νά μετρηθεῖ προδιορίζεται ἀπό τά μεγέθη D καί d πού μετροῦνται εὐκόλῃ.

Πράγματι, ἀν' τό ὀρθογώνιο τρίγωνο, εἶναι:

$$x = \sqrt{\frac{D^2}{4} - \frac{d^2}{4}} = \frac{1}{2} \sqrt{D^2 - d^2}$$

$$\text{ἄρα } h = \frac{D}{2} - x = \frac{1}{2} (D - \sqrt{D^2 - d^2})$$

Ἐπομένως ὁ χαρακτηριστικός ἀριθμός ἐκληρότητας ἐπὶ μέθοδο αὕτῃ ἐκφράζεται μέ τόν τύπο:

$$HB = \frac{P}{F_0} = \frac{P}{\pi \cdot D \cdot h} = \frac{2P}{\pi \cdot D (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \text{ Kg/mm}^2 (1)$$

ὅπου D ἡ διάμετρος τοῦ διεδντοῦ καί d ἡ διάμετρος τῆς οὐλῆς.

Ὁ ἀριθμός αὐτός ἐκφράζεται βέ Kg/mm^2 .

Γιά τήν σωστή ἐκτέλεση τοῦ πειράματος θά πρέπει νά τηροῦνται αὐτεπρά οἱ παρακάτω κανόνες.

α. Ἡ ἐκληρομετρομένη ἐπιφάνεια νά εἶναι κάθετη πρὸς τήν διεύθυνση τοῦ φορτίου καί ἡ ἐπιφάνεια αὕτῃ νά ἔχει λειανθεῖ καλά μέ βμύριδα.

β. Τό φορτίο πού ἐπιβάλλεται νά εἶναι συνεχές, ὁμαλό καί χωρίς κρούσεις.

γ. Ὁ χρόνος πού ἐπιβάλλεται τό φορτίο ἐπιδρά ἀρκετά βγά ἀποτελέσματα. Θά πρέπει νά εἶναι ἀρκετός, ὥστε ἡ παραμόρφωση πού δημιουργεῖται ἀν' τήν ἐπιβολή τοῦ φορτίου νά ἔχει τερματισθεῖ.

Γιά χάλυβες καί δίδηρο ἡ διαρροή αὕτῃ ἐπέρχεται γρήγορα

καί πρακτικά τὸ ὑλικὸ μετὰ ἀπὸ 10" βρίσκεται ἐν ἡρεμίᾳ.

Γιὰ τὴ δημιουργία κανονικῶν οὐλῶν μὲ μικρὰ βάρη καὶ μικρὲς ὑπερχειλίσεις πού δὲν ἐμποδίζουν τὸν ἀκριβῆ καθορισμὸ τῶν διαμέτρων τῆς οὐλῆς, χρησιμοποιοῦνται ἀφ' ἑνὸς μὲν εἰς διαφόρων διαμέτρων, ἀφ' ἑτέρου δὲ τὰ ἐπιβαλλόμενα στατικά φορτία ποικίλλουν ἀναλόγως τοῦ πάχους καὶ τῆς ἐκτετατικότητος τοῦ ἐκτετατομένου δοκιμίου.

Ὑπάρχουν τρεῖς διαφοροὶ διεδοῦνται διαμέτρων δέκα, πέντε, καὶ 2,5 χιλιοστῶν.

Τὸ φορτίο P ἐκλέγεται ὥστε ἡ διάμετρος τῆς οὐλῆς νὰ κυμαίνεται μεταξὺ τῶν ὁρίων πού δίνονται ἀπ' τὴ σχέση:

$$d = (0,2 \div 0,7) D \quad (1)$$

ὁπότε τὸ βάθος τῆς οὐλῆς δα εἶναι:

$$h = (0,01 \div 0,15) D$$

Κατὰ τὴ δοκιμὴ Brinell ὑπάρχουν τρεῖς βαθμίδες φορτίσεως.

Σύμφωνα μ' αὐτὲς καθορίζεται τὸ φορτίο P ἀπ' τὴ χρησιμοποιούμενη διάμετρο μὲ μία ἀπ' τῶν σχέσεων:

$$P_1 = 30 D^2, \quad P_2 = 10 D^2, \quad P_3 = 5 D^2$$

ὅπου ἡ διάμετρος D λαμβάνεται ἐν mm καὶ τὸ P ἐν kg.

Ἐπεὶ μὲ τῶν τρεῶν βαθμίδων φορτίσεως καὶ τῶν τρεῶν διαμέτρων, πετυχαίνουμε ἐννιά συνδυασμοὺς φορτίων P - διαμέτρων D , πού εἶναι ἱκανοὶ γιὰ τὴν τήρηση τῆς συνθήκης (1) καὶ καὶ τὴν ἱκανοποιητικὴν ἐκτέλεσιν τοῦ πειράματος.

Γιὰ χαλύβειν λαμβάνεται σχεδὸν πάντα ἡ μεγαλύτερη βαθμίδα $P = 30 D^2$, γιὰ ἄλλα μέταλλα ἡ βαθμίδα $P = 10 D^2$, καὶ τέλος γιὰ μαλακὰ ὑλικά ἡ βαθμίδα $P = 5 D^2$.

Ἀπὸ πειράματα ἔχει ἀποδειχθεῖ ὅτι σύγκρισιμα εἶναι τὰ ἀποτελέσματα μετρήσεων σταθερῆς βαθμίδας φορτίσεως μὲ διεδοῦνταις διαφόρων διαμέτρων, ἐνῶ ἡ ἴδια εἰσφορά γιὰ διάφορες

βαθμίδες φορτίσεως δίνει διάφορες τιμές εκληρότητας.

Γι' αυτό, μετά τον χαρακτηριστικό αριθμό εκληρότητας, θα πρέπει να αναγράφονται οι συνθήκες κάτω από τις οποίες έγινε το πείραμα. Οι συνθήκες αυτές είναι:

α. Η εχέση φορτίου - διαμέτρου (βαθμίδα φορτίσεως), π.χ. 30

β. Η διάμετρος του διεδντου, π.χ. 10 mm

γ. Ο χρόνος επίβολής του φορτίου π.χ. 15 sec.

Έτσι, συμβολίζουμε π.χ. HB 300 (30/10/15)

Για την ικανοποιητική απόδοση του πειράματος πρέπει το φορτίο P και η διάμετρος του διεδντου να εκλεγούν κατά τέτοιο τρόπο ώστε η περιοχή πλαστικής παραμορφώσεως, που αναπτύσσεται στη γειτονιά της ούλης, να μην επηρεάζεται από γειτονικές ασυνέχειες κάθε φύσεως. Εάν ασυνέχειες θεωρούμε είτε την κάτω επιφάνεια του δοκιμίου, είτε τα παράπλευρα όρια του δοκιμίου, είτε τέλος τα όρια γειτονικής ούλης.

Αν πάρουμε σαν δεδομένο ότι κατά την δοκιμασία με σφαίρα έχουμε ούλες μεγάλων διαστάσεων, έπεται ότι η μέθοδος Brinell είναι κατάλληλη μάλλον για παχιά δοκίμια.

Εξ' άλλου, επειδή ο διεδντής είναι σφαίρα από εκληρό χαλβα εκληρότητας περίπου 450 kg/mm^2 , έπεται ότι με τη μέθοδο αυτή δεν μπορούμε να εκληρομετρήσουμε υλικά που είναι εκληρότερα από την παραπάνω αναφερομένη εκληρότητα.

Απεναντίας θα πρέπει να περιοριζόμαστε σε τιμές εκληρότητας πολύ χαμηλότερες από αυτή, ώστε να είμαστε βέβαιοι ότι δεν θα παραμορφωθεί πλαστικά ο διεδντής.

Έτσι, με τη μέθοδο Brinell μπορούμε να μετρήσουμε εκληρότητα μέχρι 400 kg/mm^2

Κατά τη δοκιμή Brinell η απόσταση μεταξύ των ούλων θα πρέπει να είναι τέτοια, ώστε γύρω από κάθε ούλη, το υλικό

νά μὴν ἔχει ὑποθεῖ προηγούμενη πλαστική παραμόρφωση

Ἡ ἐλάχιστη αὐτὴ ἀπόσταση μεταξύ τῶν οὐλῶν, θά πρέπει νά εἶναι διπλάσια ἀπ' τὴ διάμετρο τῆς οὐλῆς.

Ἡ διάμετρος τῆς οὐλῆς μετρίεται μέ κατάλληλη δίοπτρα μέ ἀκρίβεια 10μ. κατὰ δύο κάθετες μεταξύ τους διευθύνσεις καί λαμβάνεται ὁ μέσος ὅρος τῶν μετρήσεων αὐτῶν εἰς διάμετρος οὐλῆς.

Σάν χαρακτηριστικός ἀριθμὸς ἐκληρότητας τοῦ δοκιμίου, λαμβάνεται ὁ μέσος ὅρος τοῦλάχιστον δύο μετρήσεων.

Ἄν λάβουμε ὑπὸ ὄψιν ὅτι κατὰ τὴν ἐκληρομέτρηση δημιουργεῖται ἐπὶ τὴν συμπιεζόμενη περιοχή τριαξονικὴ ἐνταστικὴ κατάσταση, ἥ ὁποία συνδέεται στεθερά μέ τὴν ἀντοχή τοῦ ὑλικοῦ ἐπὶ μονοαξονικὴ ἐνταστικὴ κατάσταση, γι' αὐτό μέ τὴ δοκιμὴ Brinell εἶναι δυνατόν νά καθοριθεῖ μέ μεγάλη προεγγίστην ^{πραγματικὴ τάση} [†] δραστικῆς βέ ἐφέλκυμό τῶν ὑλικῶν καί μάλιστα τῶν χαλύβων.

Ἡ σχέση πού συνδέει ^{πραγματικὴ τάση} τὴν [†] δραστικῆς βέ ἐφέλκυμό καί καί τὴν ἐκληρότητα κατὰ Brinell (μέ βαθμίδα φορτίσεως $P=30D^2$) εἶναι τῆς μορφῆς:

$$\sigma_{Br} = K \cdot HB(30)$$

ὅπου ὁ συντελεστής K ἐξαρτᾶται ἀπ' τὰ χαρακτηριστικά τοῦ ὑλικοῦ βέ ἐφέλκυμό, καθὼς καί ἀπ' τὸν λόγον τῆς τάσεως διαρροῆς σ_d πρὸς τὴν τάση δραστικῆς βέ τοῦ ὑλικοῦ.

Ἡ τιμὴ τοῦ K κυμαίνεται ἀπὸ 0,30 ἕως 0,40 ἀλλὰ γιὰ τὶς πρὶν συνηθισμέναι περιπτώσεις τῶν χαλύβων εἶναι $K=0,35$.

Ἡ δυνατότητα καθορισμοῦ τῆς ἀντοχῆς βέ ἐφέλκυμό μέ τὴν βοήθεια τῆς ἐκληρότητας εἶναι πάρα πολὺ μεγάλης σημασίας γιατί μέ τὴ βοήθεια τῆς ἐκληρομετρήσεως μπορεῖ ὁ κατασκευαστὴς γρήγορα, μέ ἀσφάλεια καί πρό παντός χωρὶς νά καταστρέψῃ τὸ δοκίμιο, νά ὑπολογίσῃ προεγγιστικά τὴν ἀντοχή τοῦ τεμαχίου πού ἔχει ἤδη κατασκευάσει.

Πείραμα εκληρομετρήσεως κατά Brinell.

Περιγραφή τῆς μηχανῆς

Ἡ ὑπάρχουσα ἐν τῷ Ἐργαστήριῳ Ἀντοχῆς Ὑλικῶν μηχανή εκληρομετρήσεως κατά Brinell διαθέτει διειδυτή ἀπὸ χάλυβα διαμέτρου $D = 10 \text{ mm}$. Τὸ μέγιστο φορτίο πού μπορεῖ νὰ ἐπιβάλλῃ εἶναι 3000 kg . Ἐπομένως ἐργάζεται μέ βαθμίδα φορτίσεως $P = 30 D^2$.

Ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο βάσεις. Ἡ κάτω εἶναι σταθερή καὶ ὀριζόντια, ἐνῶ ἡ ἐπάνω, πού φέρει καὶ τὸν διειδυτή, εἶναι κινητή.

Πάνω ἐν αὐτῇ τὴν κινητὴ βάση, ὑπάρχουν ἐκτὸς ἀπ' τὸν διειδυτή, μία ἀντλία ἐλαίου καὶ ἓνα μανόμετρο.

Ἡ ἀντλία λειτουργεῖ μέ τὴ βοήθεια ἑνὸς μοχλοῦ πού μέ κίνησι ἀνω - κάτω βεβλῇ μέ πίεσι τὸ λάδι, γιὰ νὰ ἐφαρμόσῃ, ἐν κατακόρυφα κινούμενο ἔμβολο πού φέρει τὸν διειδυτή, τὴν ἀπαιτούμενη δύναμι P . Συγχρόνως ἀπὸ τὴν ὑπάρχουσα ἐν τῷ ἔμβολο πίεσι τοῦ λαδιοῦ, τὸ μανόμετρο μᾶς δείχνει κατ' εὐθείαν τὴ δύναμι πού ἐφαρμόζουμε ἐν δοκίμιον ἐν kg .

Ὅταν ἐφαρμοδῇ ἐν τῷ δοκίμιον ἡ δύναμι πού χρειάζεται γιὰ τὸν ἐκρηματισμὸ τῆς οὐλῆς, τότε γιὰ τὴν ἀποφόρτισι τοῦ δοκιμίου χρησιμοποιεῖται μιὰ βαλβίδα πού ὑπάρχει μπροστὰ ἐν μανόμετρο, τὸ ἀνοιγμα τῆς ὁποίας ἀφαιρεῖ ὅλη τὴν πίεσι τοῦ λαδιοῦ, ἐπομένως τὸ μανόμετρο μηδενίζεται καὶ τὸ δοκίμιον ἔχει ἀποφορτισθῇ.

Ὅλο αὐτὸ τὸ κινητὸ συγκρότημα ἔχει τὴ δυνατότητα νὰ κινεῖται κατακόρυφα μέ τὴ βοήθεια μιᾶς μανιβέλλας καὶ ὀδοντωτῶν τροχῶν πού προσαρμόζονται κατάλληλα ἐν δύο μεγάλους κατακόρυφους κοιλίης - ὁδηγοῦς.

Εκτέλεση του πειράματος

Παίρνουμε τὸ δοκίμιο καὶ φροντίζουμε ὥστε νὰ ἔχει τὴ μορφή ὀρθογωνίου παραλληλεπιπέδου μὲ τὴν ἐπιφάνεια ὅπου θὰ σχηματισθεῖ ἡ οὐλὴ ὀριζόντια καὶ λεῖα.

Τὸ τοποθετοῦμε στὴν κάτω σταθερὴ βάση καὶ μὲ τὴ βοήθεια τῆςμανιβέλας κατεβάζουμε ὅλο τὸ κινητὸ σύστημα πρὸς τὰ κάτω μέχρις ὅτου ὁ διεδοντής ἔρθε εἰς ἐπαφὴ μὲ τὴν εκληρομετρομένη ἐπιφάνεια τοῦ δοκιμίου.

Στὴ συνέχεια, ἀφοῦ ἐλέγχουμε τὴ βαλβίδα ἐλαίου ἂν εἶναι κλειστή, μὲ διαδοχικὲς κινήσεις τοῦ μοχλοῦ πάνω-κάτω, ἐφαρμόζουμε τὴν πίεση τοῦ λαδίου στὸν διεδοντή διαβάζοντας παράλληλα στὸ μανόμετρο τὴ δύναμη ποὺ ἐφαρμόζουμε στὸ δοκίμιο.

Ὅταν αὕτὴ ἡ δύναμη φθάσει μιὰ τιμὴ, ἔστω 2.500 kg ἀφίνομε τὸ φορτίο περίπου 10" νὰ ἡρεμήσει καὶ διαβάζουμε τὴν τελικὴ τιμὴ τοῦ φορτίου ποὺ δείχνει τὸ μανόμετρο, ἔστω 2.200 kg.

Ἀνοίγουμε ἔπειτα τὴ βαλβίδα ἐλαίου, ὅποτε τὸ δοκίμιο ἀποφορτίζεται.

Μὲ τὴ βοήθεια τῆςμανιβέλας ἀνεβάζουμε ὅλο τὸ κινητὸ σύστημα πρὸς τὰ πάνω, ἀπελευθερώνοντας ἔτσι τὸ δοκίμιο.

Τώρα, ἔχει πιά σχηματισθεῖ στὴν ἐπιφάνεια τοῦ δοκιμίου ἡ οὐλὴ, τὴ διάμετρο τῆς ὁποίας μετροῦμε μὲ ὅση ἀκρίβεια μπορούμε μὲ τὴ βοήθεια ἑνὸς μεγεθυντικοῦ φακοῦ.

Ἄν ὑποδέσσουμε ὅτι ἡ διάμετρος τῆς οὐλῆς εἶναι $d = 4,2 \text{ mm}$ ἐλέγχουμε ἂν ἡ τιμὴ αὕτη βρίσκεται στα ἐπιτρεπόμενα ὅρια καλῆς ἐκτελέσεως τοῦ πειράματος

Μετά τὴ διαπίστωση ὅτι ἡ σχέση $d = (0,2 \div 0,7) D$ ἰσχύει, προβαίνουμε στὸν ὑπολογισμό τῆς εκληρότητας, σύμφωνα μὲ τὸν τύπο (1) τῆς σελίδας 53. Ἔτσι θὰ εἶναι:

$$H.B = \frac{2 \cdot 2.200}{3,14 \cdot 10 (10 - \sqrt{10^2 - 4,2^2})} = 151,45 \text{ kg/mm}^2$$

Για τόν ταχύτερο υπολογισμό τῆς εκληρότητας, ὑπάρχουν πίνακες οἱ ὁποῖοι γιὰ μιὰ ὠρισμένη τιμὴ διαμέτρου τοῦ διεδ-
δυτοῦ καὶ ὀρισμένο φορτίο, δίνουν, ἀπ' τὴ διάμετρο τῆς οὐλῆς,
κατ' εὐθείαν τὴν εκληρότητα.

Ἄν τώρα θελήσουμε νὰ συνχετίσουμε τὴν εκληρότητα τοῦ
δοκιμίου μέ τὴν ἀντοχή του δέ ἐφελκυμό, γιὰ τόν καθορισμό
τῆς ^{πραγματικῆς} ταβέως δραύεως χρησιμοποιοῦμε τὴν σχέση:

$$\sigma_{\rho_{np}} = k \cdot HB(30)$$

$$\eta \quad \sigma_{\rho_{np}} = 0,35 \cdot 151,45 = 53,01 \text{ kg/mm}^2 \text{ περίπου.}$$

Μέθοδος Rockwell.

Γιὰ τὴ γρήγορη ἐκτέλεση εκληρομετρήσεων πού παρουσιάζον-
ται ἢ μία μετὰ τὴν ἄλλη, ἡ μέθοδος πού περιγράφηκε πα-
ραπάνω εἶναι ἀκατάλληλη λόγω τοῦ μεγάλου χρόνου πού ἀ-
παιτεῖται γιὰ τὴν προεταμαδία τοῦ δοκιμίου.

Γιὰ νὰ ἀποφύγουμε τὴν ἐπίπονη λείανση ἐπὶς ἐπιφανείες
τῶν δοκιμίων πού πρόκειται νὰ εκληρομετρήσουμε, χρησιμοποιοῦμε
τὴν μέθοδο Rockwell.

Σύμφωνα μέ τὴν μέθοδο αὐτή, ὁ διεδδυτής εἶναι εἴτε κῶ-
νος εἴτε βραῖρα. Στὴν πρώτη περίπτωση ἡ μέθοδος ἀναφέρε-
ται ὡς Rockwell C καὶ ἐπὶ δεύτερη ὡς Rockwell B.

Ὁ διεδδυτής πιέζεται ἐπὶ δοκίμιο δέ δυνὸ διαδοχικὲς φα-
weis μέ δυνὸ διάφορα φορτία καὶ μετρίεται ἡ διείδδυση e
πού ἀπομένει μετὰ τὴν ἀφαίρεση τοῦ δευτέρου φορτίου πού
ἐπιβλήθηκε. Ἀπ' τὴ διείδδυση αὐτὴ συνάχεται ἡ εκληρότητα
κατὰ Rockwell.

Επομένως στη μέθοδο αυτή, τα φορτία που επιβάλλονται είναι σταθερά, διάφορα για τις δύο περιπτώσεις και η εκληρότητα είναι συνάρτηση του βάθους e του διειδντού, που έχει μετρηθεί με μονάδα μετρήσεως τα $2\mu (= 0,002\text{ mm})$

Ο κωνικός διειδντής είναι αδαμάντινος και έχει γωνία 120° .

Το αρχικό φορτίο P_0 είναι 10 κρ και το τελικό $P_1 = 140\text{ κρ}$.
 Ως τε το συνολικό φορτίο $P_{\Sigma} = 150\text{ κρ}$

Με κατάλληλο δείκτη μετρείται η διείδνση που απομένει μετά την αφαίρεση του φορτίου P_1 , και η διαφορά αυτής απ' την αρχική διείδνση λόγω του φορτίου P_0 δίνει τον αριθμό e .

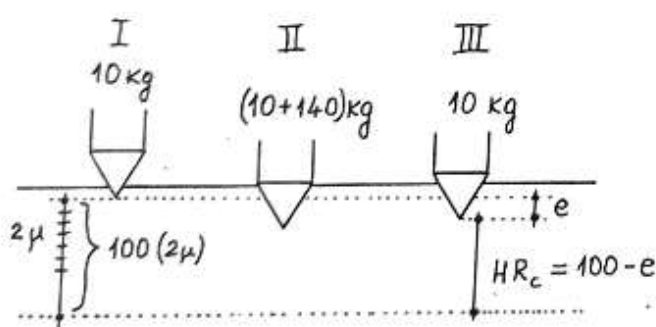
Ο χαρακτηριστικός αριθμός εκληρότητας κατά Rockwell

$$HR_c = (100 - e)$$

στην περίπτωση που χρησιμοποιείται βάν διειδντής κώνος, είναι:

Τα φορτία στην περίπτωση αυτή είναι αντίστοιχα $P_0 = 10\text{ κρ}$,
 $P_1 = 90\text{ κρ}$ και $P_{\Sigma} = 100\text{ κρ}$.

Η εκληρότητα κατά Rockwell B (HR_B) εκφράζεται από



την διαφορά e της αρχικής διειδνσεως με φορτίο P_0 και της διειδνσεως που απομένει μετά την αφαίρεση του P_1 όταν η διαφορά αυτή εκφρα-

θεί σε μονάδες $0,002\text{ mm}$.

Ο χαρακτηριστικός αριθμός εκληρότητας κατά Rockwell B στην περίπτωση που χρησιμοποιείται βάν διειδντής βραϊρα, είναι:

$$HR_B = 130 - e$$

Για την εκληρόμετρηση στη συσκευή Rockwell φέρνουμε

τὸ δοκίμιο κάθετα πρὸς τὸν διεκδυντὴ καὶ ἐ' ἐπαφὴ μ' αὐτὸν.

Ἐπιβάλλεται τότε τὸ φορτίο P_0 καὶ ἡ κλίμακα τοῦ εὑρητοῦ κυκλικοῦ δίσκου πού φέρει ἡ συσκευή τοποθετεῖται ἐπὶ 0. (μηδέν).

Μὲ ἔταν μοχλὸ προστίθεται τὸ φορτίο P_1 καὶ μετρίεται ἡ ἀπομένονσα διεκδυνη ἢ κατ' εὐθείαν ἡ ἐκληρότητα Rockwell ἐπὶς ἀντίστοιχες κλίμακες τοῦ ὀργάνου γιὰ κάθε τύπο δοκιμῆς.

Καὶ γιὰ τὴ δοκιμὴ αὐτὴ ἰσχύουν οἱ ἴδιαι παρατηρήσεις ὡς πρὸς τὴν προετοιμασίαν τοῦ δοκιμίου καὶ τὴν ἐκτέλεσιν τῆς δοκιμῆς ὅπως αὐτὴν προηγουμένη μέθοδο, ἐκτὸς ἀπὸ τὴν κατεργασία τῆς ἐπιφανείας τοῦ δοκιμίου.

Ὅσον ἀφορᾷ τὸ ἐλάχιστο πάχος τῶν δοκιμίων, αὐτὸ δα' πρέπει νὰ εἶναι:

$$h \geq 10 \cdot e$$

κάθε δὲ ἐκληρομέτρηση δα' πρέπει νὰ γίνεταί τοῦλάχιστον μὲ δύο οὐλές.

Οἱ σχέσεις πού συνδέουν τοὺς ἀριθμοὺς $HB(30)$ καὶ HR_C ἢ HR_B εἶναι:

$$HB(30) \cong \frac{7300}{130 - HR_B} \quad (1)$$

$$\text{καὶ} \quad HR_C \cong \frac{1}{10} HB(30) \quad (2)$$

Μὲ τὴ βοήθεια τῶν σχέσεων αὐτῶν μᾶς εἶναι εὐκόλο νὰ βγάλουμε πάλι συμπεράσματα γιὰ τὴν ^{πραγματικὴ} τάσιν θραύσεως ἐνὸς υἷλικου. Πράγματι ἀπ' τὴ σχέση (2) ἔχουμε:

$$HB(30) \cong 10 \cdot HR_C$$

Ἄρα ἡ σχέση:

$$6\sigma_{\rho_{hp}} = K \cdot HB(30) \quad \text{μὲ} \quad K = 0,35, \quad \text{γίνεται:}$$

$$6\sigma_{\rho_{hp}} = 0,35 \cdot 10 \cdot HR_C \quad \text{ἢ} \quad 6\sigma_{\rho_{hp}} = 3,5 \cdot HR_C.$$

Πείραμα εκληρομετρήσεως κατά Rockwell.

Περιγραφή μηχανής - Έκτέλεση πειράματος.

Ἡ μηχανή εκληρομετρήσεως κατά Rockwell πού ὑπάρχει στό Ἐργαστήριο Ἀντοχής Ὑλικῶν διαθέτει δύο εἰδῶν διειδυτές.

1. Ἀπό ἀδάμαντα μέ σφαιροκωνική μορφή γωνίας 120°
2. Ἀπό εἰδικό χάλυβα μέ σφαιρική μορφή διαμέτρου $1/16"$.

Ἡ κάτω ὀριζόντια βάση ὅπου τοποθετεῖται τό δοκίμιο μπορεῖ νά κινεῖται κατακόρυφα μέ τή βοήθεια ἑνός μεγάλου ἀκτινωτοῦ κοιλία· πού βρίσκεται στό κάτω μέρος τῆς μηχανῆς. Στό ἐπάνω μέρος τῆς μηχανῆς πού εἶναι σταθερό, προσαρμόζεται ὁ διειδυτής.

Στό μπροστινὸ πάνω τμήμα τῆς μηχανῆς βρίσκεται ἕνας μετρητής πού ὁ περιστρεφόμενος δίσκος του εἶναι βαθμολογημένος σέ δύο σειρές ὑποδιαίρέσεων (μαῦρες- κόκκινες) μέ βαθμούς εκληρότητας κατά Rockwell. Ὄταν χρησιμοποιοῦμε σάν διειδυτή τόν ἀδαμάντινο κῶνο, τότε διαβάζουμε τίς μαῦρες ὑποδιαίρεσεις, ἐνῶ ὅταν χρησιμοποιοῦμε σάν διειδυτή τήν χαλύβδινη σφαῖρα διαβάζουμε τίς κόκκινες ὑποδιαίρεσεις.

Στόν μετρητή ὑπάρχουν δύο δείκτες. Ἕνας μεγάλος καί ἕνας πολύ μικρός.

Στόν πίσω ἐσωτερικό χῶρο τῆς μηχανῆς εἶναι κρεμασμένη μιὰ μεταλλική βέργα πάνω στήν ὁποία τοποθετοῦνται σταθμά τῶν 60, 40 καί 50 kg, ἔτσι ὥστε νά εἶναι δυνατοί συνδυασμοί φορτίσεων τῆς τάξεως τῶν 90, 100 ἢ 150 kg.

Ἡ μεταλλική αὕτη βέργα ἀποτελεῖ τό ἕνα ἄκρο ἑνός ζυγοῦ, τό ἄλλο ἄκρο τοῦ ὁποίου συνδέεται, μέσω ἑνός περιστρεφόμενου ἐξωτερικοῦ μοχλοῦ, μέ τόν διειδυτή γιά νά τόν φορτίσει μέ τό τελικό φορτίο πού ἀπαιτεῖ τό πείραμα.

Γιά τήν έπιβολή τοῦ ἀρχικοῦ φορτίου τῶν 10 kg ἐπὶ δοκίμιο πού τοποθετήθηκε ἐπὶ βάση κάθετα πρὸς τὸν διειδυγμὸν ἀκολουθεῖται ἡ παρακάτω ἐργασία.

Ὅταν ὁ περιστρεφόμενος δίσκος τοῦ μετρητοῦ τοποθετηθεῖ ἐπὶν ἐνδείξη μηδέν, τότε, μέ ὑπερύψωση τοῦ δοκιμίου μέσῳ τοῦ μεγάλου ἀκτινωτοῦ κοχλίου, μετὰ τήν ἐπαφή τοῦ δοκιμίου μέ τὸν διειδυγμὸν, ὁ μέγας δείκτης θά ἐκτελέσει 2,7 πλήρεις δεξιότροφες ἐπιδρομές τοποθετούμενος ἐπὶ θέσιν 0, ἐνῶ παράλληλα ὁ μικρὸς δείκτης ἔρχεται ἀριστερότροφα ἀκριβῶς ἐπὶν ἀκίδα πού τὸν συνοδεύει.

Ἄν ἐπὶ συνέχεια περιστραφεῖ δεξιότροφα ὁ ἐξωτερικὸς κοχλίας, τότε ἐπιβάλλεται ὁμαλὰ μέσῳ ὑδραυλικοῦ συστήματος τὸ συνολικὸ φορτίο πού προβλέπεται γιὰ τὴν ἐκληρομέτρηση. Συγχρόνως ὁ μέγας δείκτης τοῦ μετρητοῦ περιστρέφεται ἀριστερότροφα, καί παίρνει μιὰ καινούργια θέση.

Τώρα ἔχει τοποθετηθεῖ ἐπὶ δοκίμιο τὸ συνολικὸ του φορτίο (π.χ. 150 kg).

Μετὰ ἀπὸ 5 ÷ 6 δευτερόλεπτα ἐπαναφέρουμε ἀριστερότροφα τὸν κοχλίο ἐπὶν ἀρχικὴν του θέσιν, ὅποτε ἐπὶ δοκίμιο παρέμεινε μόνο τὸ φορτίο τῶν 10 kg, ἐνῶ ὁ μέγας δείκτης. πῆρε τώρα μιὰ καινούργια θέση, διάφορη τῆς προηγούμενης πού εἶχε ἐπὶ φορτίο τῶν 10 kg.

Ἡ τελικὴ αὕτη θέση τοῦ δείκτη, μᾶς δίνει, διαβάζοντας ἐπὶς κατάλληλῳ ὑποδιαίρεσιν, τὸν ἀριθμὸ 100 - e, ὅπου τὸ e παρίσταται ἐν μονάδῳ 0,002 mm τὴν διαφορά τῆς παραμόρφωσης πού παρέμεινε μετὰ τὴν ἀφαίρεσιν τοῦ φορτίου τῶν 140 kg καί τῆς ἀρχικῆς τῶν 10 kg.

Μᾶς δίνει ἐπομένως κατ' ἐὺθειαν τὴν ἐκληρότητα τοῦ ὑλικοῦ κατὰ Rockwell.

ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΣΕ ΚΡΟΥΣΗ ΚΑΤΑ CHARPY.

Κάθε τυπική έρευνα βέ κρούση, γίνεται βέ δοκίμια πού έχουν έγκοπές και καταπονούνται βέ κάμψη.

Άν και οί δοκιμές αυτές δέν δίνουν καμμία πληροφορία για τή σχέση τάσεων - παραμορφώσεων, πού θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί αμέσως στις κατασκευές, έν τούτοις όμως ή ενέργεια πού απορροφάται κατά τήν δραυση ενός κανονικού δοκιμίου βέ κρούση είναι μια πολύ εύαίεθητη ένδεξη της μεταλλουργικής καταστάσεως του υλικού.

Οί συμβατικοί τύποι δοκιμών πού υπάρχουν σήμερα είναι δύο. Ή δοκιμή Charpy και ή δοκιμή Izod.

Και στις δύο περιπτώσεσ τό δοκίμιο κρούεται μέ βούρα πού αιώρεται και προοδιορίζεται ή ενέργεια κατά τήν δραυση. Παρακάτω θα περιοριστούμε στην περιγραφή της δοκιμής κατά Charpy γιατί ή συσκευή αυτή υπάρχει στο εργαστήριο.

Στή δοκιμή αυτή ή ταχύτητα κρούσεσ είναι μικρή, δηλ. 5,75 m/sec. Ή ταχύτητα αυτή είναι πολύ μικρή βέ σύγκριση μέ τις μεγάλεσ ταχύτητεσ κρούσεσ βλημάτων βέ θώρακεσ.

Τό δοκίμιο, πού φέρε έγκοπή, τοποθετείται ανάμεσα βέ δύο στηρίγματα πού ίσαπέχουν απ' τήν έγκοπή και κρούεται μέ ένα εκκρεμές στο μέσον, και στην αντίθετη επιφάνεια από εκείνη πού φέρε τήν έγκοπή.

Οί έγκοπές στα δοκίμια Charpy είναι, είτε σχήματος γωνίας διαφόρων ανοιγμάτων, κυρίως όμως 45°, είτε σχήματος πού αποτελείται από κύλινδρο πού ένώνεται μέ πρισματική σχισμή πού τό πλάτος της είναι μικρότερο της διαμέτρου του κυλίνδρου, δίνοντασ έτσι τήν εικόνα κλειδαρότρυνας.

Ἡ ὑπαρξὴ τῶν ἐγκοπῶν ἔχει εἰς σκοπὸν τὴν δημιουργίαν συγκεντρώσεως τάσεων ἐπὶ βάθος τῆς ἐγκοπῆς καὶ ἐπομένως τὴν ἀνάπτυξιν ρωγμῆς θραύσεως εἰς προκαθορισμένο σημεῖο.

Γι' αὐτὸ πάντοτε οἱ ἐγκοπὲς τοποθετοῦνται ἐπὶ ἐξελκνόμενο τμήμα τοῦ καμπτομένου δοκιμίου.

Τὸ εἰδικὸ σχῆμα κυλινδρικῆς ἐγκοπῆς μετὰ σχισμῆς, τὸ ἀποκαλούμενον σχῆμα "ὀπῆς κλείδρου", ἔχει τὸ πλεονέκτημα, ὥς πρὸς τὴν ἐγκοπὴν μὲ γωνία, ὅτι δίνει σταθερώτερη τιμὴν συγκεντρώσεως τάσεων ἐπὶ βάθος τῆς ἐγκοπῆς ὅπου ὑπάρχει ἡ κυλινδρικὴ ὀπή. Ἀλλωστὲ ἡ συγκεντρώσις τάσεων εἰς ἐγκοπὴν μὲ γωνία ἐξαρτᾶται κατὰ ἓνα σημαντικὸ μέρος ἀπὸ τὸν τρόπο τελικῆς κατεργασίας τῆς κορυφῆς τῆς γωνίας.

Μία ἀπ' τὰς πρὸ βουδαϊῆς ἐφαρμογὰς τῆς δοκιμῆς αὐτῆς τῶν δοκιμίων μὲ ἐγκοπὲς, εἶναι ἡ δυνατότητα ἀποδείξεως τῆς τάσεως γαδυροποιήσεως ὀγκίμων χαλύβων πού· ἐμφανίζεται ὅταν ἡ θερμοκρασία δοκιμασίας κατέβῃ κάτω ἀπὸ τὴν θερμοκρασίαν περιβάλλοντος.

Μὲ τὴν κάθοδον τῆς θερμοκρασίας τῶν ὀγκίμων χαλύβων παρατηρεῖται ἀπότομη πτώσις τῆς ἱκανότητάς των γιὰ ἀπορρόφησιν ἐνέργειας, καὶ εἰς μικρὴν περιοχὴ μεταβολῆς τῆς θερμοκρασίας αὐτῆς, ἡ πτώσις αὕτη τῆς ἱκανότητάς εἶναι σημαντικὴ, ὅπως φαίνεται ἐνδεκτικὰ ἐπὶ σχῆμα.



Μετά τὴ μεταβατικὴ αὕτη περιοχὴ θερμοκρασίας, ἡ ἐνέργεια πού ἀπορροφᾶται κατὰ τὴ θραύσιν παραμένει σχετικὰ σταθερὴ καὶ ἀποτελεῖ μικρὸ μόνο κλάσμα τῆς ἐνέργειας πού ἀπορροφᾶται εἰς ὑψηλότερες θερμοκρασίας.

Έτσι, ἐνῶ δέ ὑψηλές θερμοκρασίες ἢ θραύση εἶναι ὀλκιμῆς μορφῆς, γιὰ χαμηλότερη θερμοκρασίες μεταβάλλεται εἰς θραύση γαδρῆς μορφῆς.

Γιὰ τοὺς ὀλκιμοὺς κάλυβες μπορούμε νὰ πετύχουμε καλύτερες κρουστικές τιμές εἰς χαμηλές θερμοκρασίες, δηλαδή νὰ πετύχουμε μεγαλύτερη ἱκανότητα γιὰ ἀπορρόφηση ἐνέργειας, ἂν:

1. Ὁ κάλυβας εἶναι λεπτόκοκκος
2. βαφεῖ εἰς ὁλοκληρωτικὴ βαφή καὶ ὑποθεῖ ἐπὶ συνέχεια κατάλληλη ἀναγέννηση

3. πρόκειται γιὰ κάλυβα χαμηλῆς περιεκτικότητος εἰς C καὶ

4. περιέχει εἰδικές προβιμίες ὅπως εἶναι τὸ Νικέλιο κ. ἄ.

Ἡ δοκιμὴ Charpy προτιμᾶται γιὰ τὸ λόγο ὅτι εἰς χαμηλές θερμοκρασίες εἶναι πιό εὐκόλη ἢ ἐκτέλεσθαι τῆς.

Ὅπως ἀναφέρθηκε πιό πάνω, ἡ δοκιμὴ αὕτη εἶναι ἐντελῶς αὐθαίρετη καὶ δὲν μπορεί νὰ συνδεθῇ μὲ ἄλλας δοκιμὲς οὔτε καὶ νὰ ἐκφράσῃ τὴ συμπεριφορὰ τοῦ ὑλικοῦ εἰς διαφορὰς κρούσεως ποὺ ἐμφανίζονται ἐπὶ καθημερινή πρᾶξιν.

Ἐπὶ πλεον μικρὴ μεταβολὴ εἰς διαστάσεις τῶν ἐγκοπῶν μεταβάλλει εἰς μεγάλον βαθμὸν τὰ ἀποτελέσματα.

Γι' αὐτό ἡ κύρια χρησιμοποίησίς τῆς εἶναι νὰ δείχνει εἰς αὐθαίρετη κλίμακα, τὴν ἐπίδρασιν ὀρισμένων μεταλλουργικῶν συνθηκῶν πάνω ἐπὶ τὴν ἀπορρόφηση ἐνέργειας ἀπὸ τὸ ὑλικό, ὑπὸ τελείως καθορισμένῃ καὶ εἰδικῇ συνθήκῃ παραμορφώσεων.

Ὅμως, ἔχει ἀποδειχθῇ πρό ἑτῶν, ὅτι, ἐνῶ τὸ πείραμα αὐτό δὲν μπορεί νὰ συνδεθῇ κατ' εὐθείαν μὲ στατικά πειράματα ἐφελκυσμοῦ, ἐν τούτοις ὅμως ἂν ὁ ὄγκος ποὺ ἔχει παραμορφωθῇ προδeterminizet καὶ διαιρεθῇ μὲ τὴν ὀλικὴν ἐνέργεια παραμορφώσεως, ἡ δέσιν αὕτη ποὺ δᾶ προκύψει εἶναι περίπου ἡ ἴδια, εἴτε ὑπολογισθῇ μὲ δοκίμιον Charpy

βέ κρουση, εἶτε ὑπολογιζεῖ ἀπὸ διάγραμμα πραγματικῶν τάσεων - πραγματικῶν παραμορφώσεων βέ δοκιμή ἐφελκυσμοῦ κυλινδρικοῦ δοκιμίου μέ τὴν ἴδια ἐγκοπή, ὅπως ἢ ἐγκοπή τοῦ δοκιμίου Charpy.

Τὸ χαρακτηριστικὸ μέγεθος ποὺ καθορίζεται ἀπὸ τὰ δοκίμια κρούσεως εἶναι ὁ λόγος τῆς ἐνέργειας ποὺ ἀπορροφᾶται κατὰ τὴν κρούση - ἢ ὁποῖα δίνεται κατ' εὐθείαν μέ τὸν δείκτη τοῦ ὀργάνου βέ κρ.μ ἢ Joules ($1 \text{ κρ.μ} = 10 \text{ Joules}$) - πρὸς τὴν διατομή τῆς ἐγκοπῆς τοῦ δοκιμίου.

Τὸ μέγεθος αὐτό ἔχει διαστάσει $\text{κρ.μ}/\text{cm}^2$.

Πείραμα δοκιμασίας βέ κρουση.

Περιγραφή μηχανῆς - ἐκτέλεση πειράματος

Σκοπὸς τοῦ πειράματος δοκιμασίας βέ κρουση εἶναι ἂν ἑνὸς μὲν νὰ ἐρευνηθῇ ἡ ἀντοχή τοῦ ὑλικοῦ βέ κρουση, ἂν ἑτέρου δέ νὰ ἐξετασθῇ ἡ συμπεριφορὰ του βέ θερμὸ περιβάλλον καὶ χαμηλὴ θερμοκρασία.

Ἡ συσκευή ποὺ διατίθεται στὸ ἐργαστήριον ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓνα βτεραιό ἐκκρεμές ποὺ ἔχει τὴ δυνατότητα νὰ αἰωρεῖται μέ ἐλάχιστες τριβές. Στὸ κ.β. τοῦ ἐκκρεμοῦς ὑπάρχει ὁ κρουστήρας μέ ἐπιμήκη κυλινδρική μορφή.

Ἡ ἀνάρτηση τοῦ ἐκκρεμοῦς γίνεται ἀπὸ ἓναν ὀριζόντιον ἄξονα ποὺ στηρίζεται βέ δύο κατακόρυφες κολῶνες.

Στὴ θέση ἰσορροπίας τοῦ ἐκκρεμοῦς καὶ στὸ ὕψος τοῦ κρουστήρα ὑπάρχουν δύο σημεῖα γιὰ τὴν τοποθέτηση τοῦ δοκιμίου. Τὰ σημεῖα αὐτὰ μποροῦν νὰ μετακινηθοῦν ἔτσι ὥστε τὸ ἐλεύθερο μῆκος ἐδράσεως τοῦ δοκιμίου νὰ αὐξομειώ-νεται κατὰ βούληση.

Στὸν ὀριζόντιο ἄξονα ἀπ' ὅπου ἀναρτᾶται τὸ ἐκκρεμές ὑπάρχει ἓνα κατακόρυφος δίσκος, βαθμολογημένος ἐν μοῖραις μὲ 0° ἐπὶ κατώτατο σημεῖο καὶ 180° ἐπὶ ἀνώτατο. Ἡ βαθμολογία γίνεται καὶ ἀπὸ τὰς δύο πλευρὰς.

Ὁ δίσκος συνοδεύεται καὶ ἀπὸ ἓνα δείκτη πού ἀκολουθεῖ τὴν διεύθυνση τοῦ ἐκκρεμοῦς μόνον κατὰ τὴν μία φορά (ἀριστερόστροφη).

Τὸ δεξιὸ ἡμικύκλιον τοῦ δίσκου φέρει καὶ ἄλλη μία σειρά ὑποδιαίρέσεων πού δείχνουν κατ' εὐθείαν τὴν ἐνέργεια πού ἀπορροφήθηκε κατὰ τὴν θραύση τοῦ δοκιμίου ἐν Joules.

($1 \text{ κρ.μ} = 10 \text{ Joules}$).

Ἄν θέλαμε νὰ παρακολουθήσουμε μαθηματικὰ τὴν ἐνέργεια αὕτη πού ἀπορροφήθηκε, θὰ κάναμε τοὺς παρακάτω ὑπολογισμοὺς.

Ἐστω L_R ἡ ἀπόστασις τοῦ κ.β. τοῦ ἐκκρεμοῦς ἀπ' τὸ σημεῖο ἀναρτήσεως, F τὸ βάρος τοῦ ἐκκρεμοῦς, α_1 ἡ γωνία

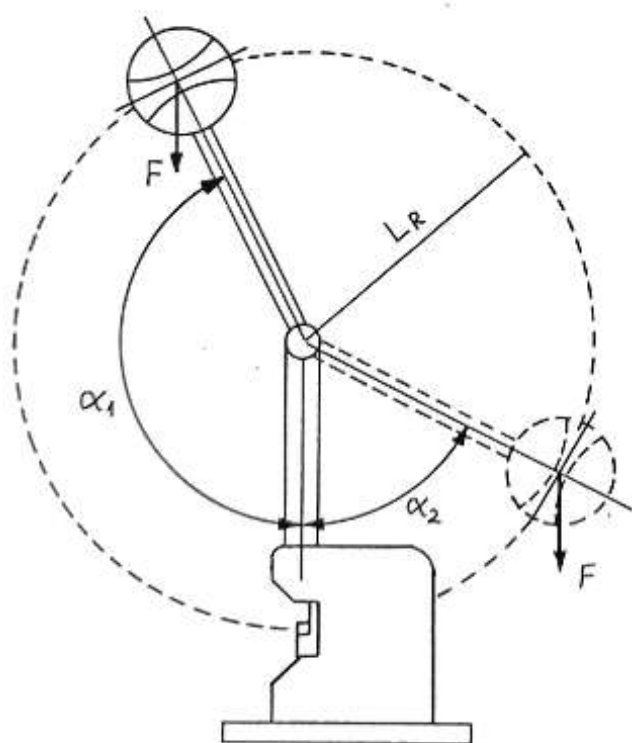
πὺν εἶχε περιστραφεῖ πρὶν ἀπὸ τὴν πτώση του καὶ α_2 ἡ γωνία πὺν ἔχει περιστραφεῖ μετὰ τὴν κρούση.

Ἡ γωνία α_1 εἶναι ἀπ' τὸν κατασκευαστὴν ἔστι ὑπολογισμένη ὥστε νὰ ἀντιστοιχῇ ἐν δυναμικῇ ἐνέργεια K τοῦ ἐκκρεμοῦς ἴση μὲ $1,5 \text{ κρ.μ} (= 15 \text{ Joules})$.

Αὕτη ἡ ἐνέργεια μπορεῖ νὰ γραφεῖ:

$$K = F \cdot L_R [1 + \eta \mu(\alpha_1 - 90^\circ)].$$

Μετὰ τὴ θραύση τοῦ δοκιμίου, ἡ ἐνέργεια T πὺν ἔχει



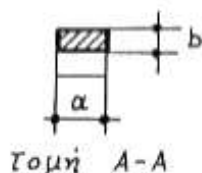
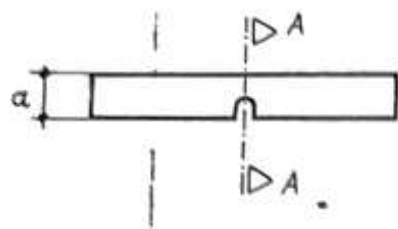
ἀπομένει στο έκκρεμές, είναι:

$$T = F \cdot L_R (1 - \sin \alpha_s)$$

Έτσι, η ενέργεια που χρησιμοποιήθηκε για τη θράυση, είναι:

$$E = K - T \text{ (κρ.μ)}$$

Αυτή η ενέργεια διαβάζεται κατ' εὐθείαν στην ἐξωτερική βαθμολογημένη κλίμακα του δίσκου.



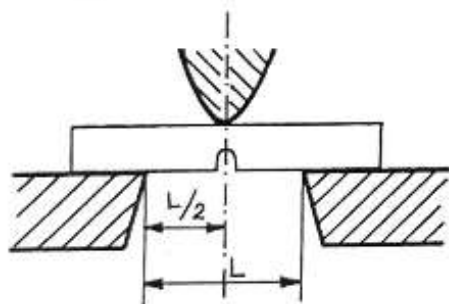
Έτσι, αν $A = a \cdot b$ είναι το ἔμβαδόν της διατομῆς θραύσεως του ὑλικού,

τότε η ἀντοχή του ὑλικού ἐθράυση (κcu), είναι:

$$K_{CU} = E/A \text{ κρ.μ/cm}^2$$

Για τὴν ἐκτέλεση του πειράματος, θέτουμε τις στηρίξεις του δοκιμίου ἐπ' ἀπόσταση 30 mm ἔτσι ὥστε τὸ μέσον αὐτῆς τῆς ἀποστάσεως νὰ συμπίπτει μὲ τὴν τροχιά του κρουετῆρα του ἐκκρεμούς.

Θέτουμε τὸν δείκτη του δίσκου ἐπὶ θέση 1,5 κρ.μ (15 Joules).



Κάνουμε μιὰ δοκιμή του ἐκκρεμούς χωρίς δοκίμιο γιὰ νὰ ἐλέγχουμε τὸν μηδενισμό του δείκτη (θα πρέπει χωρίς δοκίμιο $\alpha_1 = \alpha_2$). ἂν εἶναι

ἀπαραίτητο, ρυθμίζουμε τὴ θέση του δείκτη μὲ ἕναν κατάλληλο μικρὸ κοχλῖα.

Θέτουμε τὸ δοκίμιο ἐπὶς στηρίξεις μὲ τὴν ἐγκοπή ἐπὶ τὴν ἐφελκυσμένη ἐπιφάνεια, ἔτσι ὥστε ἡ τροχιά του κρουετῆρα του ἐκκρεμούς νὰ συμπίπτει μὲ τὴν ἐγκοπή του δοκιμίου.

Υγώνουμε τὸ ἐκκρεμές ἐπὶ ἀρχικὴ του θέση ($K=1,5 \text{ κρ.μ}$).

Ἀπελευθερώνουμε τέλος τὸ ἐκκρεμές ὥστε μὲ τὴν πτώση του νὰ ἐπάγει τὸ δοκίμιο, καὶ διαβάζουμε κατ' εὐθείαν τὴν ἀπορροφηθεῖσα ἐνέργεια.

ΑΝΑΔΙΠΛΩΣΗ

Ἡ δοκιμασία ἀναδίπλωσης ἀποσκοπεῖ στὸν καθορισμὸ τοῦ βαθμοῦ ὀλκιμότητος τοῦ ὑλικοῦ πού πρόκειται νὰ ἐξεταστέῃ καὶ ἀνήκει στὶς καλούμενες τεχνολογικὲς δοκιμές. Εἶναι δοκιμασία οὐδιώδους σημασίας καὶ προβλέπεται σὰν βασικὸ στοιχεῖο τῆς ποιότητος τοῦ μετάλλου, ἰσάζιο πρὸς τὴν ἀντοχή σὲ ἐφελκυσμὸ καὶ τὴν ἀνηγμένη ἐπιμήκυνση θραύσεως. Τὰ δοκίμια ἐπὶ δοκιμασία αὕτη μποροῦν νὰ ἔχουν μορφή εἴτε ἐπιπέδων λωρίδων γιὰ τὴ δοκιμὴ μεταλλικῶν ἐλασμάτων ἢ κυλινδρική, ὅταν πρόκειται γιὰ δοκιμὲς ράβδων σιδήρου.

Ἡ δοκιμὴ συνίσταται ἐπὶν κάμψη τοῦ δοκιμίου "ἐν γυ-
χρῶ" καὶ ἐπὶ μέσον του, γίνεταί δέ εἴτε μέχρι θραύσεως τοῦ δοκιμίου εἴτε μέχρι πού τὰ δύο ὅκλη του ἔρθουν σὲ ἐπαφή.

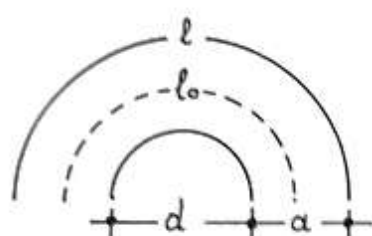
Κατὰ τὴ δοκιμὴ αὕτη ἡ ἐφελκυσόμενη ἐξωτερικὴ ἵνα τοῦ δοκιμίου ὑφίσταται ἰσχυρὴ ἐπιμήκυνση. Ἐπεὶ ἂν τὸ ὅριο ὀλκιμότητος ὑπερβληθεῖ, θὰ σχηματιστοῦν ἐπὶν ἐφελκυσόμενη ζώνη ρωγμῆς κάθετες πρὸς τὸν διαμήκη ἄξονα τοῦ δοκιμίου.

Σὰν μέτρο ἀντοχῆς σὲ ἀναδίπλωση λαμβάνεται ἡ γωνία κάμψης α κατὰ τὴν ὁποία παράγεται ἡ πρώτη ρωγμὴ.

Γιὰ νὰ εἶναι τὰ διάφορα ἀποτελέσματα τῶν πειραμά-

των μας σύγκριση, χρησιμοποιούμε τον λεγόμενο συντελεστή Tetmayer (Bg). Αυτός καθορίζεται ως εξής:

Για πάχος δοκιμίου a , διάμετρο στελέχους (διαγώνως) d , και l_0 και l ^{μήκος} της μέσης και ακρότατης έφελκνόμενης ίνας θα έχουμε:



$$\frac{l}{l_0} = \frac{\frac{1}{2} \pi (d+2a)}{\frac{1}{2} \pi (d+2\frac{a}{2})} = \frac{d+2a}{d+a}$$

και η ανηγμένη επιμήκυνση της έφελκνόμενης ίνας είναι:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{l - l_0}{l_0} = \frac{d+2a}{d+a} - 1 = \frac{a}{d+a}$$

Η ε εκφραζόμενη επί τοις εκατό δίνει τον συντελεστή Tetmayer που οι τιμές του κυμαίνονται μεταξύ 0 και 100.

Για την σύγκριση της δακτιμότητας μιας σειράς δοκιμίων από διάφορα υλικά, θα πρέπει να φροντίσουμε, ώστε για όλα τα δοκίμια να έχουμε τον ίδιο συντελεστή Tetmayer.

Ο κανονισμός όριζει εάν γωνία αναδιπλώσεως την γωνία 180° , ταυτόχρονα δέ, για τα διάφορα υλικά, καθορίζει την σχέση που πρέπει να υπάρχει μεταξύ των d και a . Έτσι για χαλυβδόφυλλα π.χ. ST 37 I καθορίζει ότι πρέπει να υπάρχει η σχέση $d = 0,5 a$, όποτε ο συντελεστής Tetmayer θα έχει την τιμή 66,67 % και επομένως ένα δοκίμιο απ' το υλικό αυτό θα θεωρούμε ότι αντέχει ικανοποιητικά στη δοκιμή αναδίπλωσης, εφ' όσον για την παραπάνω τιμή του συντελεστή Tetmayer και γωνία αναδι-

πλώσης 180° , δέν παρουσιάζει ετήν ἐπιστάνειά του καμμία ρωγμή.

Ο κανονισμός ὁρίζει ἐπίσης ὅτι γιὰ χαλυβδόφυλλα ST 37 II θά πρέπει $d = 0,5a \div 2a$ ἢ $d = a \div 3a$, γιὰ ὁ-
πλιωμό εκυροδέματος $d = 2a$ κ.ο.κ.

Οἱ τιμές τοῦ συντελεστῆ B_g πού ἀντιστοιχοῦν εἰς διάφορες τιμές τῆς διαμέτρου d εὐρίσκονται εὐκόλῃ ἀπ' τόν τύπο:

$$B_g = 100 \cdot \varepsilon = 100 \frac{a}{d+a}$$

Ἐνδεικτικά εἶναι:

$d =$	0	0,5a	a	1,5a	2a	2,5a	3a
$B_g =$	100	66,67	50	40	33,3	28,6	25

Ἐκτός ἀπὸ τῆ δοκιμῆ αὐτῆ τῆς ἀναδίπλωσης ὑπάρχει καί ἡ δοκιμῆ τῆς ἐπαναληπτικῆς ἀναδίπλωσης, ἡ συσκευὴ τῆς ὁποίας διατίθεται ἐπὶ Ἐργαστήριον Ἀντοχῆς Ὑλικῶν. Ἡ χρῆση τῆς ἐπαναληπτικῆς ἀναδίπλωσης περιορίζεται βα-
ρικό ἐπὶ τὴν δοκιμῆ τῆς ὀλκιμότητος τῶν καλωδίων.

Κατ' αὐτὴν τὰ δοκίμια ἀπὸ καλώδια ἢ βύρματα ὑφί-
στανται ἐπαναληπτικὴ ἐναλλακτικὴ κάμψη δέ εἰδικὸ μηχανή-
ημα πού ρυθμίζεται ἀνάλογα μὲ τὴν διάμετρο τοῦ καλω-
δίου καί τοῦ ἀριθμοῦ τῶν κλώνων του. Μετὰ μετρεῖ-
ται ὁ ἀριθμός τῶν ἐπαναληπτικῶν ἀναδίπλώσεων μέχρι
τῆ θράσυν τοῦ καλωδίου ὁ ὁποῖος καί χαρακτηρίζει τὴν
ὀλκιμότητά του. Ἐνδεικτικά ἀναφέρεται ὅτι σύμφωνα μὲ τίς
προδιαγραφές λειτουργίας τῆς συσκευῆς πού δίνονται ἐν πίνα-
κα πού ἀκολουθεῖ, ὁ συντελεστῆς Tetmayer πού ἀντιστοιχεῖ
εἶναι 14,29, χωρὶς βέβαια νὰ εἶναι καθοριστικός γιὰ κάθε
πείραμα, πού γίνεται ἀνάλογα μὲ τὸ ὑλικὸ καί τὸν κανονισμό.

Περιγραφή τῆς μηχανῆς.

Ἡ συσκευή ἐκτελεῖ ἐπαναληπτικές κάμψεις ἐν δοκίμια ἀπὸ εὐρματα, στὸ ἴδιο πάντα ἐπίπεδο, ἐξετάζοντας ἔτσι τὴν εὐπάθεια ἢ τὴν ἀντίστασιν πού προβάλλει τὸ ὑλικὸ μέχρι τῆ θραύσιν του.

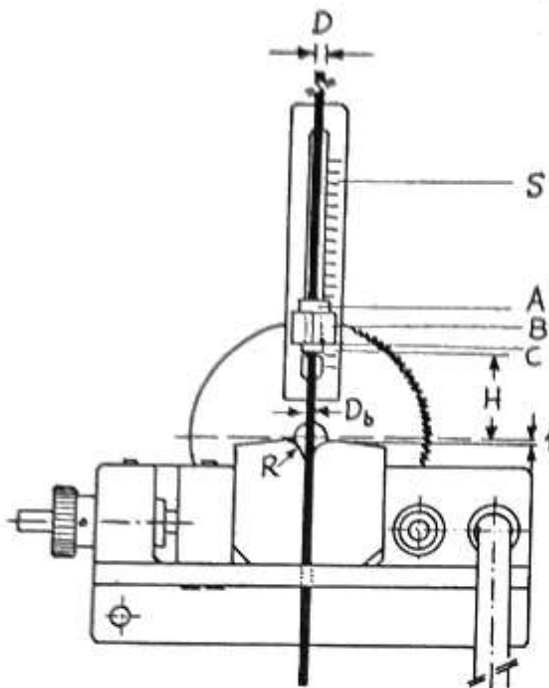
Ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓναν μεγάλον ὀδοντωτὸ τροχὸ ὁ ὁποῖος μπορεῖ νὰ περιστρέφεται κατὰ 180° ἐν κατακόρυφον ἐπίπεδο. Κατὰ μῆκος τῆς κατακόρυφης ἀκτίνας του εἶναι προσαρμοσμένο ἓνα στέλεχος S μὲ κλίμακα ἀποστάσεων ἀπὸ τὸ κέντρο κάμψης, ἐπὶ βάσιν B τοῦ ὁποῖου μπορεῖ νὰ τοποθετεῖται κοχλιωτὰ ἓνας ὀδηγὸς A μὲ κατάλληλη ὀπὴ διαμέτρου D_b ἀνάλογα μὲ τὴν ὀνομαστικὴν διάμετρο D τοῦ εὐρματος (δοκιμίου).

Στὴ βάσιν τῆς συσκευῆς ἀκριβῶς κάτω ἀπ' τὸν ὀδηγὸ τοποθετεῖται ἓνα ζευγάρι διαγόνων πού ἐφίγγει τὸ δοκίμιον μὲ τὴ βοήθειαν ἑνὸς ἐφυκτῆρα. Οἱ διαγόνες καταλήγουν ἐν καμπύλῳ τμήματι. Ἡ ἀκτὶς καμπυλότητος τῶν τμημάτων αὐτῶν καθορίζεται σύμφωνα μὲ τὸ DIN 51.211 ἀνάλογα μὲ τὴν διάμετρο τοῦ εὐρματος.

Ἡ περιστροφή τοῦ ὀδοντωτοῦ τροχοῦ γίνεται μὲ χειροκίνητη μανιβέλλα καὶ μὲ συχνότητα ἓνα δευτερόλεπτον γιὰ κάθε ἡμιπεριστροφή τοῦ δοκιμίου περίπου. Γιὰ νὰ εἶναι ἡ συχνότητα αὕτῃ ἐφικτὴ ἐν ἐκδήρῳ ἢ μαλακὰ δοκίμια, ὑπάρχουν δύο ὑποδοχῆς γιὰ τὴν τοποθέτησιν τῆς μανιβέλλας πού δίνουν διαφορετικὴ γωνιακὴ ταχύτητα περιστροφῆς τοῦ τροχοῦ.

Οἱ διάμετροι τῶν εὐρμάτων πού μποροῦν νὰ ἐξε-

τασθούν σε αναδίπλωση με τη συσκευή αυτή μπορούν να ποικίλουν από 1,5 έως 12 mm.



Προϋπόθεση για την εκτέλεση ενός πειράματος σε αναδίπλωση ενός ευμάτινου δοκίμιου είναι να μη έχει υποστεί τούτο προηγουμένως καμμία καμπτική καταπόνηση και όπωσδήποτε να είναι ευθύγραμμιζμένο.

Σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα, ανάλογα με την διάμετρο του εύματος καθορίζονται και τα υπόλοιπα στοιχεία

και εξαρτήματα της συσκευής για τη δωστή εκτέλεση του πειράματος.

D (mm)	S (mm)	D _b (mm)	R (mm)	H (mm)
1,5 - 2	60	2,5	5	20
2 - 3	60	3,5	7,5	25
3 - 4	60	4,5	10	35
4 - 6	60	7	15	50
6 - 8	80	9	20	75
8 - 10	100	11	25	95
10 - 12	120	13	30	115

Οι ετήδες του πίνακα αναφέρονται στα παρακάτω στοιχεία:

D : ονομαστική διάμετρος του εύματος.

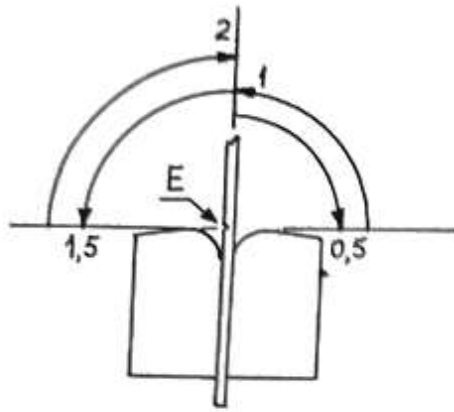
S : απόσταση του κάτω μέρους της βάσης B από

τὸ πάνω μέρος τῶν διαγόνων.

D_b : διάμετρος τῆς ὀπῆς τοῦ ὀδηγοῦ Α.

R : ἀκτίνα καμπυλότητας τῶν διαγόνων

H : ἀπόσταση τοῦ κάτω μέρους τοῦ ὀδηγοῦ Α ἀπὸ τὸ πάνω μέρος τῶν διαγόνων.

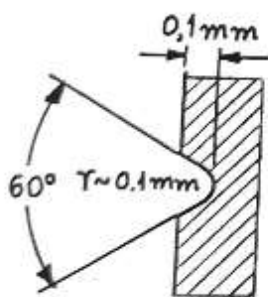


Ἐνας μετρητής (κοντέρ) πού βρίσκεται πίσω ἀπὸ τὸν ὀδοντωτὸ τροχὸ μετράει τὸ πλῆθος τῶν ἀναδιπλώσεων (ἡμιπεριστροφῶν) πού ὑφίσταται τὸ εὖρμα.

Ἡ ἀρίθμηση γίνεται ὅπως φαίνεται ἐπὶ διπλανό σκαρίφημα. Μὲ ἓνα περιστροφικὸ κουμπὶ πού βρίσκεται δίπλα

εἰς τὴν ἔνδειξιν ὁ μετρητής μπορεῖ νὰ μηδενιστεῖ.

Εἶναι δυνατόν τὸ πείραμα τῆς ἀναδίπλωσης νὰ γίνῃ ἀφοῦ προηγουμένως ἐπὶ εὐρμάτινο δοκίμιο χαραχθεῖ μιά ἐγκοπή, ἔτσι ὥστε ἐπὶ σημεῖο ἐκεῖνο νὰ ἔχουμε σταθερώτερη συγκέντρωση τάσεων. Τὸ δοκίμιο καράβεται ἐγκάρεια



μέ τῇ βοήθεια ἑνὸς χαρακτικοῦ ἐργαλείου πού ἐπιτρέπει τὴν δημιουργία χαραχῆς μεγιστοῦ βάρους $0,3 \text{ mm}$ (ἐπιτρεπόμενο βάρους $0,1 \text{ mm}$), ὅπως φαίνεται ἐπὶ διπλανό σκαρίφημα. Γιά τὸ σκοπὸ αὐτὸ ἀγκυρώνουμε τὸ

εὖρμα ἐν μιά μέγγενη καί, ἔχοντας τὴν ἀκίδα τοῦ κοπτικοῦ ἐργαλείου ἐγκάρεια ἐπὶ τὴν ἐπιθυμητὴ θέση, καράβουμε τὸ δοκίμιο μέ ἓνα σταθερὸ εὖρσιμο.

Ὁμοιόμορφες ἐγκοπές εἶναι δυνατόν νὰ γίνουν ἀφοῦ κρεμάσουμε ἐπὶ χαρακτικὸ ἐργαλεῖο ἓνα βάρος 10 kg .

Ἡ θέση τῆς ἐγκοπῆς Ε ἐν συνεχείᾳ μέ τις διαγόν-

νες τῆς μηχανῆς γαίνεται ἐπὶ πρῶτο ἐκαρίφημα τῆς προηγούμενης βελίδας

Σύρματα πού ἔχουν μεγάλη εὐαισθησία εἰς ἐγκοπές ευχρὰ σπάζουν πρὶν ἀπὸ τὴν πρώτη ἢ δεύτερη κάμψη. Στὴν περίπτωσιν αὕτη εἶναι ἀπαραίτητο νὰ σημειώνεται ἡ γωνία τῆς κάμψης γιὰ τὴν ὁποία συμβαίνει ἡ θραύσις.

Ἐκτέλεσις τοῦ πειράματος.

Ἀφοῦ ἐλέγχουμε τὸ δοκίμιο:

- 1) ἂν εἶναι εὐθύγραμμισμένο
 - 2) ἂν προηγουμένως ἔχει ὑποστῇ καμπτική παραμόρφωσιν
 - 3) ἂν ἔχει μῆκος τούλάχιστον 30 cm,
- μετροῦμε τὴν ὀνομαστική του διάμετρο.

Στὴ συνέχεια μέ βάση τὸν πίνακα τῆς ἐκδ. 74, ἢ τὸν συντελεστή Tetmayer πού μᾶς ἔχει δοθεῖ ἢ μᾶς δίνεται ἀπ' τὸν κανονισμό ἀνάλογα μέ τὸ ὑλικό τοῦ δοκιμίου, καθορίζουμε τὰ ὑπόλοιπα στοιχεία καὶ ἐξαρτήματα τῆς συσκευῆς γιὰ τὴ σωστή ἐκτέλεσιν τοῦ πειράματος μέ ἢ χωρὶς ἐγκοπῆς.

Φέρνουμε τὸ ἐτέλεχος τοῦ ὀδοντωτοῦ τροχοῦ κατακόρυφα.

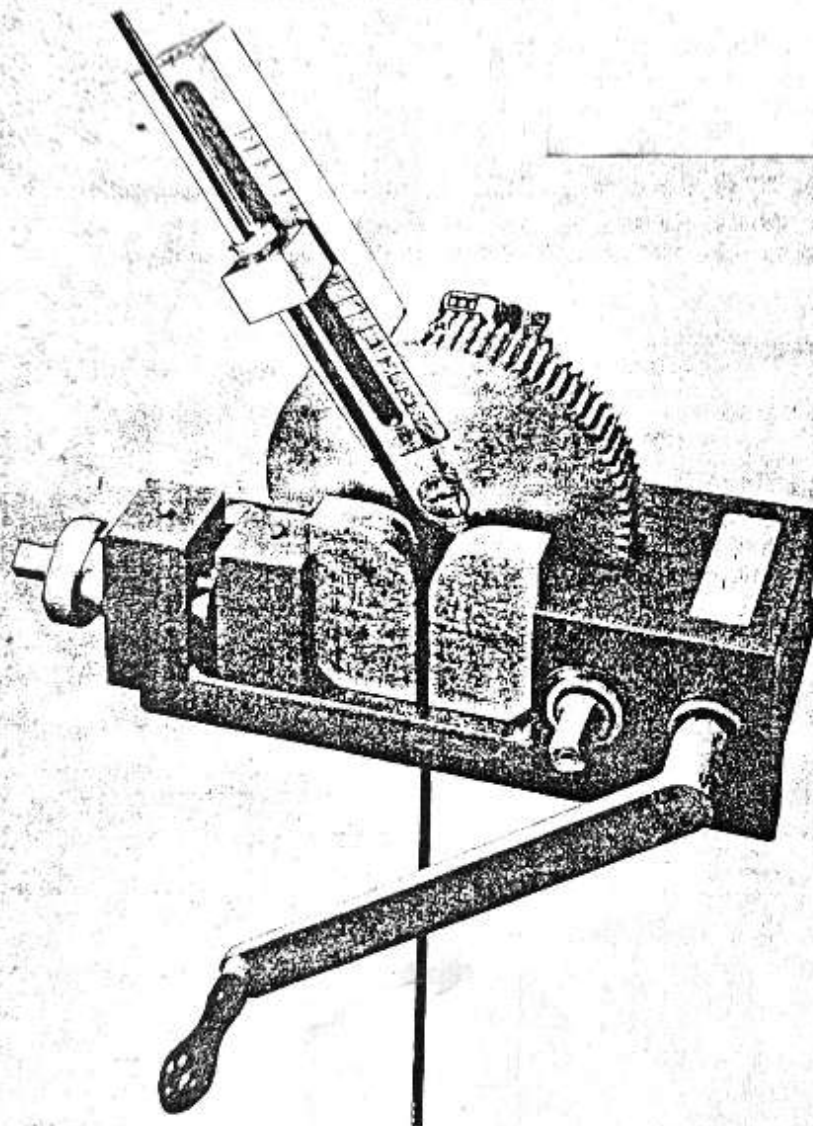
Τοποθετοῦμε τὴν βάση Β ἐπὶ τὴν κατάλληλην θέσιν καὶ βιδώνουμε πάνω της τὸν κατάλληλον ὀδηγὸ Α.

Περνάμε τὸ σύρμα μέσα ἀπ' τὸν ὀδηγὸ καὶ τὸ ἐφίγουμε μέ τίς διαγόνες πού ἔχουμε ἤδη ἐκλέξει. Ἄν ἔχουμε ἐγκοπὴν φροντίζουμε ὥστε ἡ θέσις της νὰ εἶναι ἐπὶ τὴν πάνω ἐπιφάνειαν τῶν διαγόνων.

Μηδενίζουμε τὸν μετρητὴ καὶ μέ τὴ βοήθειαν τῆς μα-

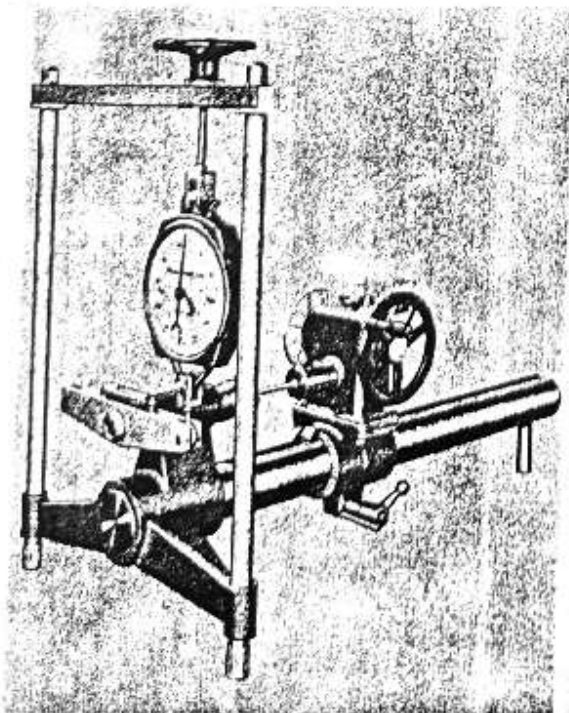
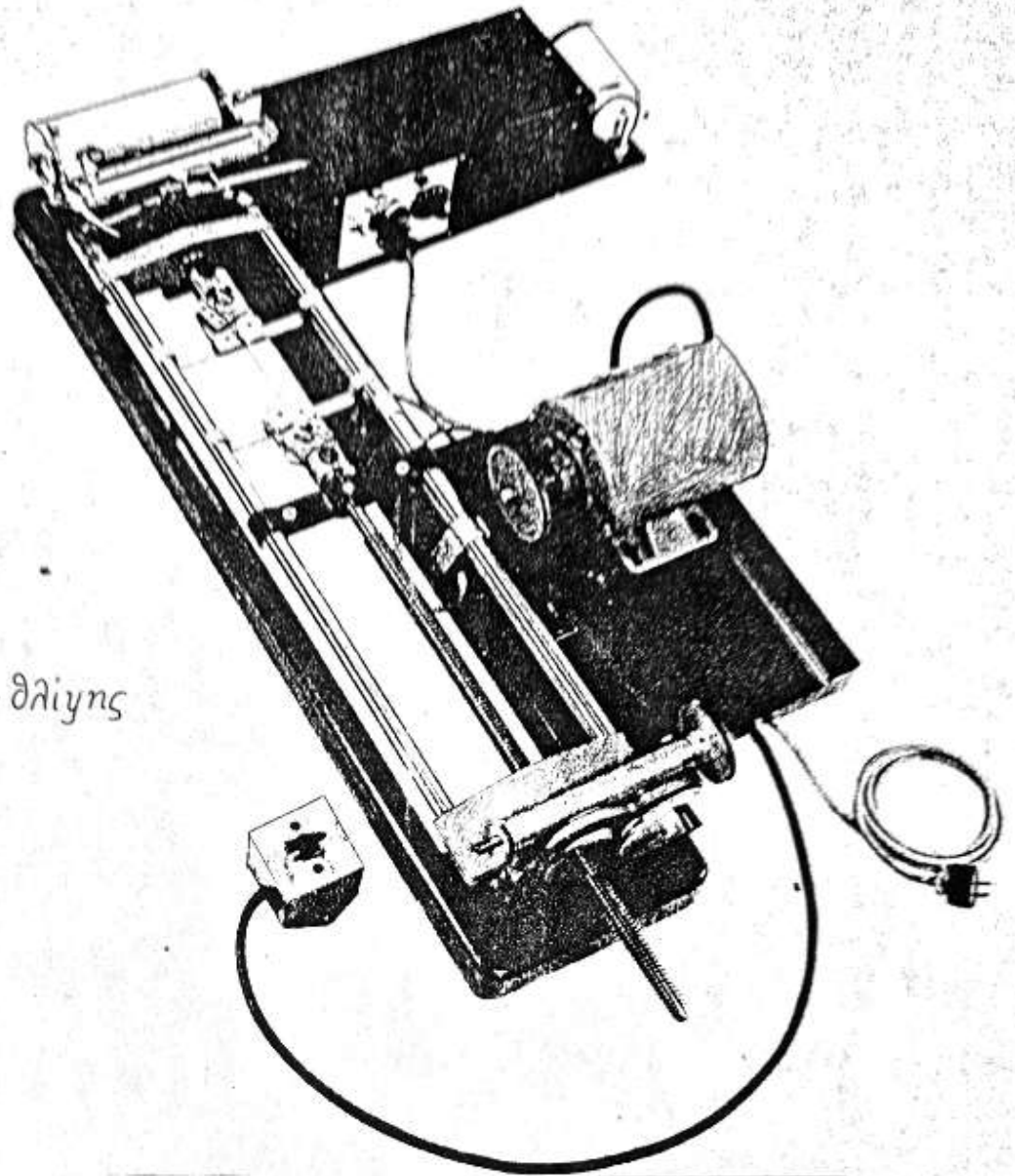
νιβέλας ετήν κατάλληλην ὑποδοχή της ἡμιπεριστρέφουμ
τὸ δοκίμιο μὲ συχνότητα περίπου 1 sec/ἡμιπεριστροφή.

Ὁ ἀριθμὸς τῶν ἡμιπεριστροφῶν μέχρι τῆ θραύσεως
τοῦ δοκιμίου ἢ ἡ γωνία θραύσεως κατὰ τὴν πρώτην
ἡμιπεριστροφή χαρακτηρίζουν τὴν ὁλκιμότητα τοῦ ὑλικοῦ
τοῦ δοκιμίου.

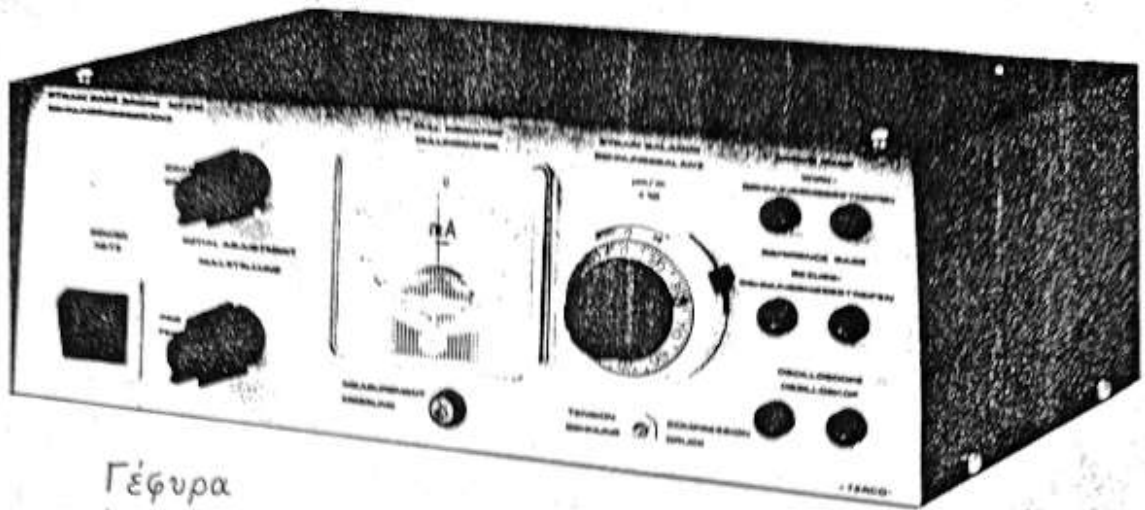


Συσκευή Ἀναδίπλωσης.

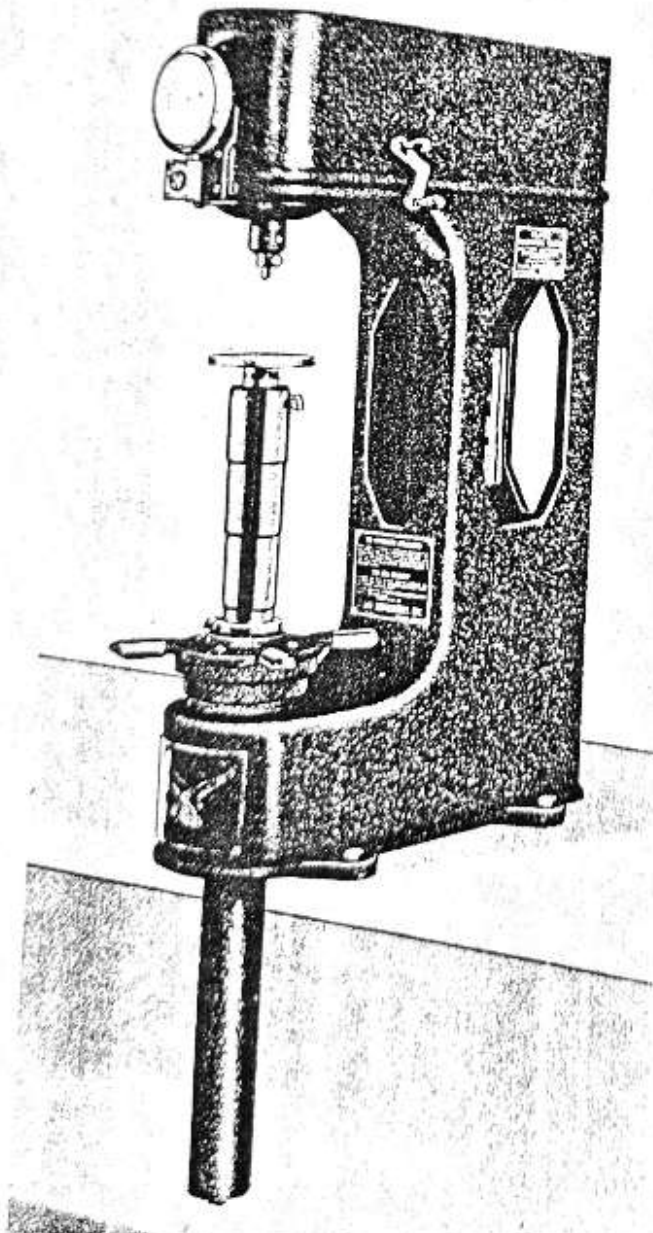
Μηχανή
Έφεδκου - θλίψης



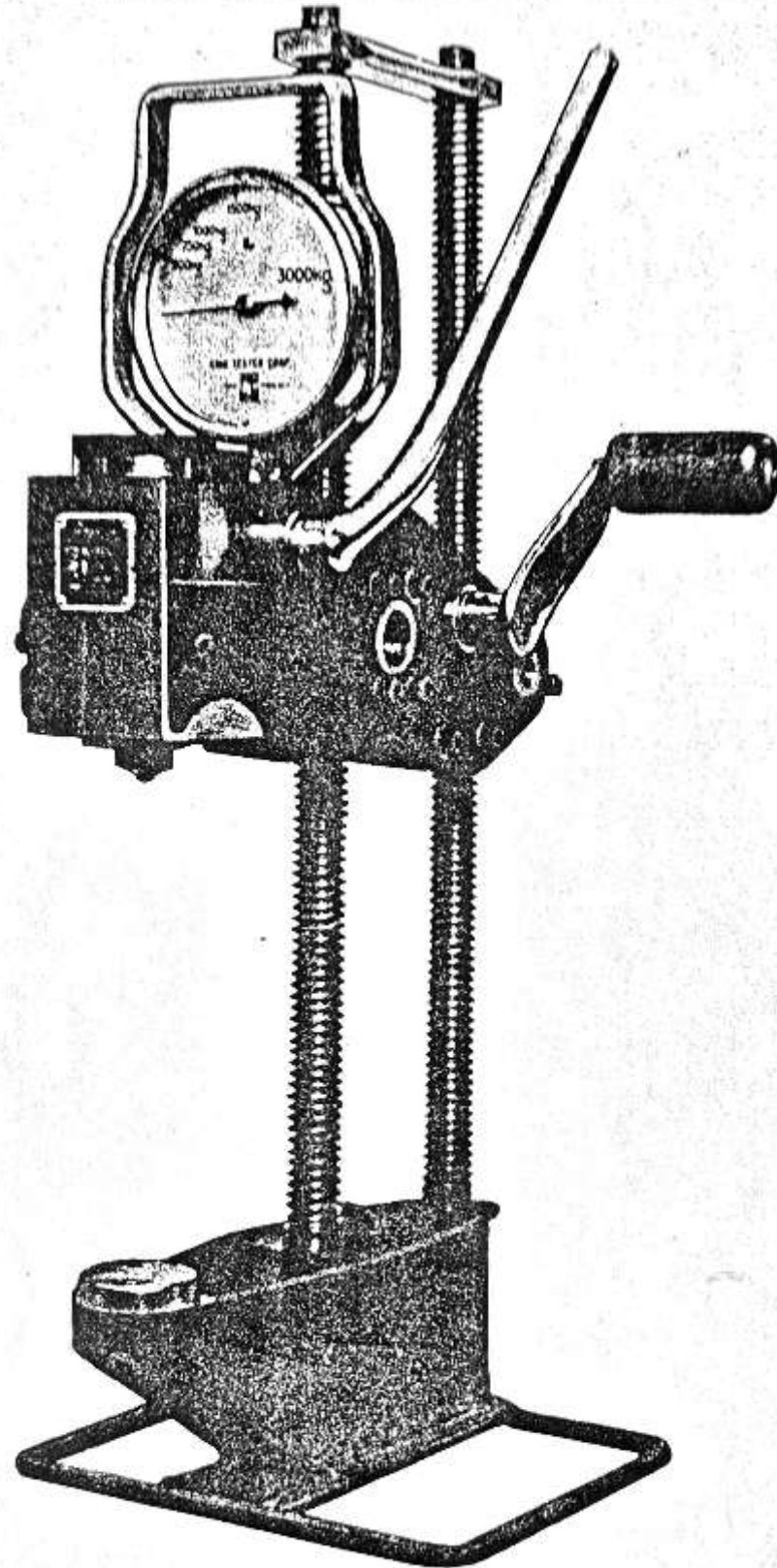
Μηχανή
Στρέψης



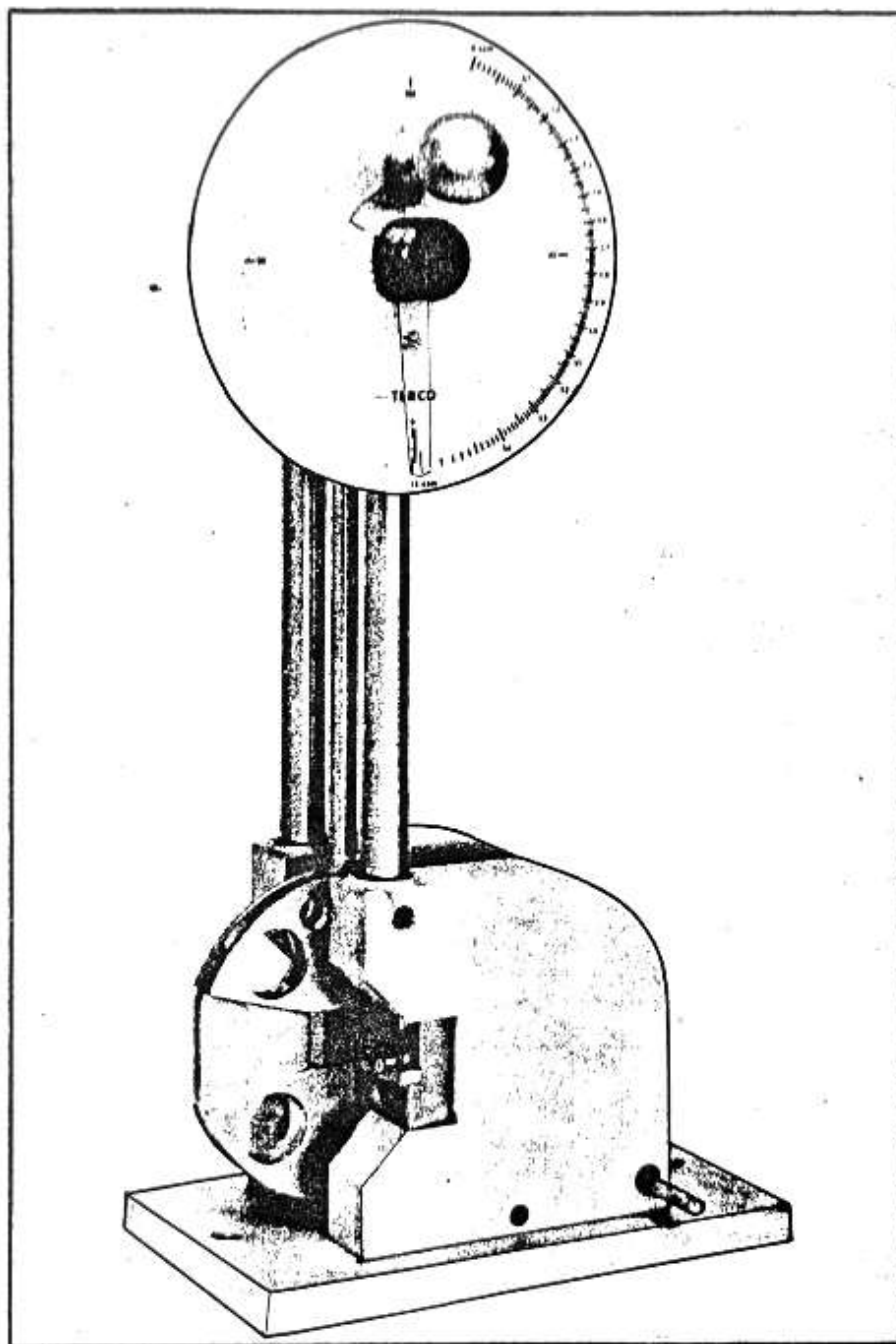
Γέφυρα
έξιτοροποίησεως ηλεκτρικής αντίστασεως



Τυπική συσκευή
εκληρομετρήσεως
κατά
ROCKWELL



Συσκευή εκληρομετρήσεως κατά
BRINNEL



Συσκευή δοκιμίας βε κρούση
κατά CHARPY.