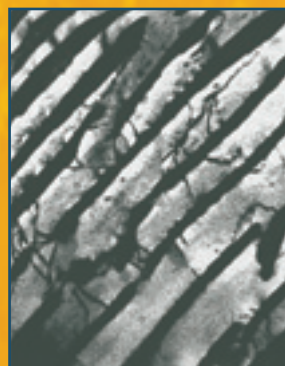
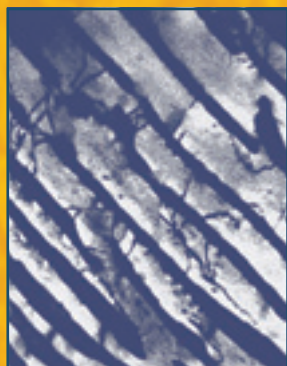
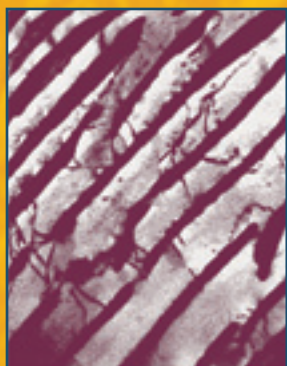


Α. Δ. ΠΑΠΑΡΓΥΡΗΣ

ΜΕΤΑΛΛΟΓΝΩΣΙΑ



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ
ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Κάθε γνήσιο αντίτυπο φέρει την υπογραφή του συγγραφέα

Φωτογραφία εξωφύλλου

Μικρογραφία ηλεκτρονικού μικροσκοπίου διέλευσης (TEM). Δομή περιλίτη από χάλυβα 0,15%C {*D.H.Shin, B.C. Kim, K-T Park & W.Y. Choo, "Microstructural changes in equal channel angular pressed low carbon steel by static annealing", Acta Materialia, 48,12, 2000, pp 3245-3252, κατόπιν αδείας του εκδ. οίκου Elsevier*}

ISBN 960-431-896-9

© Copyright, 2004, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Α. Δ. Παπαργύρης

Το παρόν έργο πνευματικής ιδιοκτησίας προστατεύεται κατά τις διατάξεις του Ελληνικού νόμου (Ν.2121/1993 όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει σήμερα) και τις διεθνείς συμβάσεις περί πνευματικής ιδιοκτησίας. Απαγορεύεται απολύτως η άνευ γραπτής άδειας του εκδότη κατά οποιοδήποτε τρόπο ή μέσο αντιγραφή, φωτοανατύπωση και εν γένει αναπαραγωγή, εκμίσθωση ή δανεισμός, μετάφραση, διασκευή, αναμετάδοση στο κοινό σε οποιαδήποτε μορφή (ηλεκτρονική, μηχανική ή άλλη) και η εν γένει εκμετάλλευση του συνόλου ή μέρους του έργου.



**Φωτοστοιχειοθεσία
Εκτύπωση**

Π. ΖΗΤΗ & Σια ΟΕ

18ο χλμ Θεσ/νίκης-Περαίας

Τ.Θ. 4171 • Περαία Θεσσαλονίκης • Τ.Κ. 570 19

Τηλ.: 2392.072.222 (3 γραμ.) - Fax: 2392.072.229

e-mail: info@ziti.gr

Βιβλιοπωλείο

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΖΗΤΗ

Αρμενοπούλου 27 • 546 35 Θεσσαλονίκη

Τηλ. 2310.203.720, Fax 2310.211.305

e-mail: sales@ziti.gr

www.ziti.gr



Πρόλογος

Σκοπός του παρόντος βιβλίου είναι η, μέσω εργαστηριακών ασκήσεων, κατανόηση των βασικών σχέσεων μεταξύ δομής, διεργασιών και ιδιοτήτων των υλικών, καθώς και των τεχνικών ελέγχου της ποιότητας των. Είναι αυτονόητο ότι στον περιορισμένο όγκο που εξ αντικειμένου έχει ένα εργαστηριακό - διδακτικό βιβλίο και στον περιορισμένο χρόνο του ενός εξαμήνου διδασκαλίας, δεν μπορεί να καλύπτονται όλα τα σχετικά θέματα και για το λόγο αυτό έχει γίνει μια επιλεκτική παρουσίαση των σχετικών θεμάτων.

Το βιβλίο απευθύνεται στους φοιτητές Τεχνολογικών και Πολυτεχνικών Σχολών και οι συγγραφείς θεωρούν ως δεδομένη τη γνώση βασικών χημικών, φυσικών και μαθηματικών εννοιών. Στο τέλος κάθε εργαστηριακής άσκησης υπάρχει ικανός αριθμός ασκήσεων και ερωτήσεων που σκοπό έχουν την εμπέδωση της ύλης καθώς και ενδεικτική βιβλιογραφία για όσους ενδιαφέρονται να εμβαθύνουν περισσότερο σε κάποια τεχνική ελέγχου.

Λόγω της περιορισμένης ελληνικής βιβλιογραφίας ορισμένοι τεχνικοί όροι μεταφράστηκαν και χρησιμοποιούνται παράλληλα με τους αγγλικούς όρους ώστε να μη δημιουργείται σύγχυση. Καταβλήθηκε κάθε δυνατή προσπάθεια αποφυγής λαθών και παροραμάτων, και σε κάθε περίπτωση υπόδειξη παραλήψεων και απαραίτητων διορθώσεων είναι ευπρόσδεκτη και εκ των προτέρων επιθυμητή.



Περιεχόμενα

Κανονισμός λειτουργίας ενός εργαστηρίου Μεταλλογνωσίας	15
Κανονισμός ασφάλειας κατά τη διεξαγωγή των ασκήσεων	16
Οδηγίες για τη γραπτή παρουσίαση των ασκήσεων	17
ΑΣΚΗΣΗ 1 Εισαγωγική. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΥΛΙΚΩΝ	19
Σκοπός	19
Μέθοδοι	19
Ερωτήσεις	23
ΑΣΚΗΣΗ 2 Εισαγωγική. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	25
A. Προσδιορισμός της Κεντρικής Τάσης Πειραματικών Τιμών	25
1. Προσδιορισμός Μέσου Όρου (Average) (μ)	25
2. Προσδιορισμός διάμεσου (Median) (Md)	26
3. Τάση (Mode)	26
B. Σχέση μεταξύ των μέτρων κεντρικής τάσης	27
Γ. Μέτρηση της Διασποράς	28
1. Εύρος τιμών R (Range)	29
2. Η μέση απόκλιση (mean deviation) M.A.	29
3. Η Διακύμανση s^2 και η τυπική αποκλιση s (standard deviation)	29
4. Ο συντελεστής μεταβλητικότητας, cv, (coefficient of variation)	29
Δ. Σχέση των μεθόδων Μέτρησης Διασποράς	30
E. Άλλες Εκφράσεις Ανάλυσης Αποτελεσμάτων	30
Ασκήσεις	31
Ειδική βιβλιογραφία	32

ΑΣΚΗΣΗ 3 Εισαγωγική. ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΡΧΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΕΝΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΜΕΤΑΛΛΟΓΝΩΣΙΑΣ	33
Σκοπός	33
Όργανα και συσκευές	33
1. Μεταλλογραφικό μικροσκόπιο	33
2. Λειαντική συσκευή	35
3. Συσκευή εφέλκυσμού	36
4. Συσκευή δυσθραυστότητας	36
5. Συσκευή προσδιορισμού ικανότητας σκλήρυνσης	37
6. Θερμική ανάλυση υλικών	37
7. Σκληρόμετρο	42
8. Αναλυτής και επεξεργαστής εικόνας (Image processing & Analysis)	42
9. Αναλυτής περίθλασης ακτίνων Χ (XRD, X-Ray Diffraction analysis)	42
10. Ηλεκτρικός ζυγός	43
11. Μεταλλογραφικά δοκίμια	43
12. Κλίβανος θερμικών κατεργασιών	43
13. Υπερηχογράφος	44
14. Ανορθωτής-μετασχηματιστής επιμεταλλώσεων	44
15. Απαγωγός αερίων	45
16. Πυριαντήριο	45
17. Συσκευές μορφοποίησης υλικών	45
Ερωτήσεις	45
Ειδική βιβλιογραφία	46
ΑΣΚΗΣΗ 4. ΜΕΤΑΛΛΟΓΡΑΦΙΚΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ	47
Σκοπός	47
Θεωρητικό μέρος	47
Μέθοδοι οπτικής μικροσκοπίας	47
Χρησιμοποίηση της οπτικής μεταλλογραφικής εξέτασης	48
Τα μέρη του μεταλλογραφικού μικροσκοπίου	52
Μεγέθυνση μικροσκοπίου	56
Τεχνικές μικροσκοπικής εξέτασης	59
Πειραματικό μέρος	60
Ερωτήσεις - Ασκήσεις	62
Ειδική βιβλιογραφία	63
ΑΣΚΗΣΗ 5. ΜΑΚΡΟ-ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΑΛΥΒΩΝ	65
Σκοπός	65
Θεωρητικό μέρος	65

Αντιδραστήρια επιφανειακής προσβολής	66
Μακροδομή συγκόλλησης χάλυβα	68
Αποκάλυψη χημικής ετερογένειας	68
Πειραματικό μέρος	69
Ερωτήσεις - Ασκήσεις	71
Ειδική βιβλιογραφία	74
ΑΣΚΗΣΗ 6. ΜΑΚΡΟ-ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ΘΡΑΥΣΗΣ	75
Σκοπός	75
Θεωρητικό μέρος	75
Μορφολογία επιφανειών θραύσης	77
Πειραματικό μέρος	79
Ερωτήσεις	79
Ειδική βιβλιογραφία	82
ΑΣΚΗΣΗ 7. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑΣ ΥΛΙΚΩΝ	83
Σκοπός	83
Θεωρητικό μέρος	83
1. Γενικά	83
2. Δοκιμές σκληρότητας	85
1. Δοκιμή Brinell	86
2. Η δοκιμή Rockwell	88
3. Η δοκιμή Vickers	93
4. Η μέθοδος Shore	94
Πειραματικό μέρος	109
Ερωτήσεις - Ασκήσεις	110
Ειδική βιβλιογραφία	113
ΑΣΚΗΣΗ 8. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΤΗΝ ΚΡΟΥΣΗ (ΔΥΣΘΡΑΥΣΤΟΤΗΤΑΣ) ΤΩΝ ΧΑΛΥΒΩΝ	115
Σκοπός	115
Θεωρητικό μέρος	115
Πειραματικό μέρος	121
Ερωτήσεις - Ασκήσεις	122
Ειδική βιβλιογραφία	125

ΑΣΚΗΣΗ 9. ΔΟΚΙΜΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΣΚΛΗΡΥΝΣΗΣ ΧΑΛΥΒΩΝ	127
Σκοπός	127
Θεωρητικό μέρος	127
Η δοκιμή ικανότητας σκλήρυνσης Jominy	128
Πειραματικό μέρος	134
Ερωτήσεις - Ασκήσεις	135
ΑΣΚΗΣΗ 10. ΒΑΦΗ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑ ΤΩΝ ΧΑΛΥΒΩΝ	137
Σκοπός	137
Θεωρητικό μέρος	137
Είδη θερμικών κατερτασιών	137
Σκλήρυνση (βαφή) χάλυβα	138
Η επαναφορά του χάλυβα	145
Πειραματικό μέρος	147
Ερωτήσεις - Ασκήσεις	152
Ειδική βιβλιογραφία	156
ΑΣΚΗΣΗ 11. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΔΟΜΗΣ ΚΑΙ ΒΑΘΟΥΣ ΒΑΦΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΠΑΓΩΓΙΚΗ ΒΑΦΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΝΑΝΘΡΑΚΩΣΗ ΤΩΝ ΧΑΛΥΒΩΝ	157
Σκοπός	157
Θεωρητικό μέρος	157
Πειραματικό μέρος	161
Ερωτήσεις - Ασκήσεις	162
Ειδική βιβλιογραφία	165
ΑΣΚΗΣΗ 12. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΡΙΣΙΜΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ (ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΧΑΛΥΒΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ) ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗΣ ΒΑΦΗΣ	167
Σκοπός	167
Θεωρητικό μέρος	167
Πειραματικό μέρος	172
Ερωτήσεις	173
Ειδική βιβλιογραφία	174
Προδιαγραφές	175

ΑΣΚΗΣΗ 13. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΕΤΕΡΟΓΕΝΕΙΑΣ (ΔΙΑΦΟΡΙΣΜΟΣ) ΚΡΑΜΑΤΩΝ	177
Σκοπός	177
Θεωρητικό μέρος	177
Πειραματικό μέρος	178
Ερωτήσεις	179
Ειδική βιβλιογραφία	180
ΑΣΚΗΣΗ 14. ΜΕΤΑΛΛΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΩΝ	
Α΄ ΜΕΡΟΣ. ΚΟΙΝΟΙ ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΟΙ	181
Σκοπός	181
Θεωρητικό μέρος	181
Σχηματική παράσταση ενδεικτικών δομών	183
Επίδραση χημικής σύστασης	183
Τύποι χυτοσιδήρων	185
Μεταλλογραφικές δομές χυτοσιδήρων	185
Πειραματικό μέρος	187
Β΄ ΜΕΡΟΣ. ΚΡΑΜΑΤΩΜΕΝΟΙ ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΟΙ	192
Σκοπός	192
Θεωρητικό μέρος	192
Η προσθήκη κραματικών στοιχείων	193
Πειραματικό μέρος	194
Ερωτήσεις	197
Ειδική βιβλιογραφία	198
ΑΣΚΗΣΗ 15. ΜΕΤΑΛΛΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΚΑΡΒΙΔΙΩΝ ΚΟΝΙΟΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΑΣ	199
Σκοπός	199
Θεωρητικό μέρος	199
Πειραματικό μέρος	201
Ερωτήσεις	203
Ειδική βιβλιογραφία	204
ΑΣΚΗΣΗ 16. ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΛΙΚΩΝ	207
Σκοπός	207
Θεωρητικό μέρος	207
Ακτίνες Χ-Αρχή λειτουργίας-Είδη ακτινών-Τεχνικές παραγωγής	209

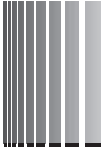
Ελαττώματα των υλικών που φαίνονται στις ακτινογραφίες	216
Πλεονεκτήματα και περιορισμοί της ακτινολογικής εξέτασης	218
Πειραματικό μέρος	219
Ερωτήσεις - Ασκήσεις	220
Ειδική βιβλιογραφία	224
ΑΣΚΗΣΗ 17. ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕ ΥΠΕΡΗΧΟΥΣ	225
Σκοπός	225
Θεωρητικό μέρος	225
Αρχή του ελέγχου ελαττωμάτων με υπέρηχους	225
Χαρακτηριστικά των υπερήχων	227
Ερευνητικές μονάδες	229
Τεχνικές υπερηχογραφήσεων	231
Ελαττώματα σε χυτά	234
Μέτρηση πάχους εξαρτημάτων με τη βοήθεια υπερήχων	235
Πειραματικό μέρος	236
Ερωτήσεις - Ασκήσεις	239
Ειδική βιβλιογραφία	242
ΑΣΚΗΣΗ 18 ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕ ΥΓΡΑ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ	243
Σκοπός	243
Θεωρητικό μέρος	243
1. Φυσικές αρχές	243
2. Περιγραφή της μεθόδου	244
3. Συστήματα διείσδυσης	246
4. Προδιαγραφές σχετικές με τον έλεγχο των υλικών με υγρά διείσδυσης	247
Πειραματικό μέρος	248
Ερωτήσεις	249
Ειδική βιβλιογραφία	250
ΑΣΚΗΣΗ 19. ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕ ΜΑΓΝΗΤΙΖΟΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ	251
Σκοπός	251
Θεωρητικό μέρος	251
1. Γενικά	251
2. Εφαρμογές	252
3. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της μεθόδου	252
4. Αρχή της μεθόδου	253
Πειραματικό μέρος	254

Ερωτήσεις	255
Ειδική βιβλιογραφία	256
ΑΣΚΗΣΗ 20. ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΟΡΦΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ	257
Σκοπός	257
Θεωρητικό μέρος	257
1. Μέθοδος μορφοποίησης	257
2. Εφαρμογές των πλαστικών	261
Πειραματικό μέρος	261
Ερωτήσεις	262
Ειδική βιβλιογραφία	262
ΑΣΚΗΣΗ 21. ΕΠΙΜΕΤΑΛΛΩΣΕΙΣ (ΕΠΙΧΡΩΜΙΩΣΗ)	263
Σκοπός	263
Θεωρητικό μέρος	264
Ταχύτητα απόθεσης	265
Απόδοση καθοδικού ρεύματος	265
Υπολογισμός χρόνου απόθεσης για ορισμένο πάχος επιμετάλλωσης	266
Διαδικασία επιχρωμίωσης στην πράξη	267
Πειραματικό μέρος	269
Ερωτήσεις - Ασκήσεις	271
Ειδική βιβλιογραφία	272
Παράρτημα	273
Σταθερές	275
Πίνακες	276
Γενική βιβλιογραφία	319
Ευρετήριο	323

Κανονισμός Λειτουργίας ενός εργαστηρίου Μεταλλογνώσας

Για την εύρυθμη εκτέλεση των εργαστηριακών ασκήσεων παρακαλούνται οι ασκούμενοι φοιτητές, να καταβάλλουν κάθε προσπάθεια για την τήρηση των παρακάτω στοιχειωδών κανόνων:

- 1 Έγκαιρη προσέλευση στο Εργαστήριο.
- 2 Απαραίτητη χρήση προστατευτικής ενδυμασίας (ποδιά εργασίας).
- 3 Συμμόρφωση προς τις οδηγίες του υπεύθυνου καθηγητή του Εργαστηρίου.
- 4 Χρησιμοποίηση κάθε είδους συσκευών και χημικών ουσιών μετά από έλεγχο από το Τεχνικό Προσωπικό του Εργαστηρίου.
- 5 Μελέτη του θεωρητικού μέρους κάθε άσκησης, πριν από την εκτέλεσή της.
- 6 Ο χαρακτηρισμός της άσκησης ως *ανεπαρκούς* υποχρεώνει τον σπουδαστή στη διόρθωση των λανθασμένων μερών της άσκησης ή τη συμπλήρωσή της.
- 7 Δεν επιτρέπονται άσκοπες μετακινήσεις, δημιουργία θορύβου και κάπνισμα μέσα στο χώρο του Εργαστηρίου.



Κανονισμός Ασφάλειας Κατά τη Διεξαγωγή των Ασκήσεων

- 1 Η χρησιμοποίηση παροχών ηλεκτρικού ρεύματος και υγραερίου να γίνεται μόνο μετά από έλεγχο από το Τεχνικό Προσωπικό του Εργαστηρίου.
- 2 Αποφεύγετε να εισπνέετε αέρια από φιάλες που δεν γνωρίζετε το περιεχόμενό τους. Κρατάτε απόσταση από τις φλόγες των λύχνων.
- 3 Σε περίπτωση επαφής με χημικές ουσίες κάθε είδους, επιβάλλεται η άμεση πλύση με άφθονο νερό.
- 4 Να αναφέρετε αμέσως κάθε ατύχημα.
- 5 Να ενημερώνετε αμέσως το προσωπικό του Εργαστηρίου σε περίπτωση πρόκλησης φθοράς συσκευών ή οργάνων του Εργαστηρίου.
- 6 Μετά το τέλος κάθε άσκησης να φροντίζετε για την καθαριότητα και την τακτοποίηση του χώρου εργασίας σας.
- 7 Μη ρίχνετε αδιάλυτα και χαρτιά στους νιπτήρες.

Οδηγίες για τη Γραπτή Παρουσίαση των Ασκήσεων

- 1 Κάθε άσκηση παρουσιάζεται σε φύλλα με πλαστικό κάλυμμα (μεγέθους A4) τοποθετημένα σε κατάλληλο ντοσιέ.
- 2 Στην εξωτερική επιφάνεια του ντοσιέ θα υπάρχει ετικέτα του παρακάτω τύπου:

ΤΜΗΜΑ	ΣΧΟΛΗ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ	
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ	
ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ	
ΕΤΟΣ / ΕΞΑΜΗΝΟ	

- 3 Κάθε άσκηση θα πρέπει να είναι γραμμένη *κατά προτίμηση σε Η/Υ* και να έχει την παρακάτω δομή:

ΑΣΚΗΣΗ: Νο
ΤΙΤΛΟΣ:
ΣΚΟΠΟΣ:
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ
ΑΣΚΗΣΕΙΣ-ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- Στο *ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ* θα αναγράφονται με συντομία τα βασικά στοιχεία που αποτελούν το θεωρητικό υπόβαθρο στο οποίο στηρίζεται η άσκηση.
- Στο *ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ* θα αναγράφονται οι πειραματικές μετρήσεις και παρατηρήσεις που έγιναν στο Εργαστήριο, και απαραίτητα η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, οι συσκευές που χρησιμοποιήθηκαν και τα αποτελέσματα που λήφθηκαν. Αν η πειραματική εργασία καταλήγει σε ομάδα τιμών τότε κατασκευάζεται πίνακας με τις τιμές αυτές. Επίσης όταν απαιτείται γραφική παράσταση η εργασία γίνεται σε Η/Υ με χρήση κατάλληλου λογισμικού (π.χ. Excel, Minitab, Spss κ.λπ.). Απαραίτητα μετά τις μετρήσεις, την ομαδοποίηση υπό μορφή πινάκων και τη σχεδίαση καμπυλών, θα ακολουθεί η εξαγωγή συμπερασμάτων και θα γίνεται σχολιασμός των τιμών που ελήφθησαν. Σε όσες ασκήσεις απαιτείται σχεδίαση μεταλλογραφικών δομών η σχεδίαση γίνεται με χρήση Η/Υ και κατάλληλο λογισμικό.
- Στις *ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ-ΑΣΚΗΣΕΙΣ* οι απαντήσεις που θα δίδονται θα πρέπει να είναι ολοκληρωμένες και τεκμηριωμένες. Για την απάντηση των ερωτήσεων θα συμβουλευέστε και το βιβλίο της θεωρίας της Μεταλλογνωσίας ή θα ανατρέχετε στην σχετική βιβλιογραφία (πριν από την απάντησή σας θα αναγράφετε την εκφώνηση της ερώτησης).

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ: Οποιαδήποτε παρέκκλιση από τον παραπάνω τρόπο γραφής των ασκήσεων θα πρέπει να αποφεύγεται. Η προσκόμιση προχειρογραμμένων ή κακογραμμένων και δυσανάγνωστων ασκήσεων θα επιστρέφεται με την παρατήρηση: *ΑΝΕΠΙΡΚΩΣ - ΝΑ ΞΑΝΑΓΡΑΦΕΙ Η ΑΣΚΗΣΗ*. Μη συμμόρφωση θα οδηγεί στον μηδενισμό της άσκησης.

ΑΣΚΗΣΗ 1

Εισαγωγική

ΤΙΤΛΟΣ: ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΥΛΙΚΩΝ**ΣΚΟΠΟΣ**

Η επιστήμη των υλικών χρησιμοποιεί ένα μεγάλο αριθμό μεθόδων και τεχνικών για τον έλεγχο και την ανάλυση των υλικών ώστε να μπορέσει να πάρει πολλές και αξιόπιστες πληροφορίες για τις ιδιότητές τους.

Οι χρησιμοποιούμενες μέθοδοι που μπορεί να διαφέρουν σημαντικά η μία από την άλλη, μπορούν να διακριθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες.

A Η **πρώτη κατηγορία** περιλαμβάνει μεθόδους προσδιορισμού της δομής και των δομικών μετασχηματισμών των υλικών και δίνει ποιοτικά αποτελέσματα των εξετάσεων. Η κατηγορία αυτή διαχωρίζεται σε δύο υποκατηγορίες.

- α.** Την υποκατηγορία των **άμεσων μεθόδων εξέτασης** και προσδιορισμού της δομής των υλικών. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν (ενδεικτικά):
 1. Η **μικροσκοπική ανάλυση** που επιτρέπει εξέταση της δομής των υλικών και γίνεται με τη βοήθεια μεταλλογραφικού, ηλεκτρονικού ή άλλου είδους μικροσκοπίου.
 2. Η **μακροσκοπική ανάλυση** που επιτρέπει την εξέταση της μακροδομής των υλικών και γίνεται με γυμνό μάτι ή με τη χρήση μεγέθυνσης μέχρι 30 X.
 3. Η **ανάλυση με ακτίνες X** που επιτρέπει την εξέταση του τρόπου συγκρότησης της δομής, την διεύθυνση των κρυσταλλικών επιπέδων κ.λπ. και γίνεται με ειδικές συσκευές.
- β.** Την υποκατηγορία των **έμμεσων μεθόδων εξέτασης** και προσδιορισμού της δομής, που περιλαμβάνουν (ενδεικτικά):
 1. Τη **θερμική ανάλυση** που επιτρέπει τον προσδιορισμό των σημείων τήξης και πήξης των υλικών.
 2. Τη **διαστολομετρική ανάλυση** που επιτρέπει τον προσδιορισμό των κρίσιμων σημείων αλλαγής των φάσεων των υλικών με τη μέτρηση των προκαλούμενων μικροδιαστολών που προκαλούν αυτές.

3. Τη **ρεζιστομετρική ανάλυση** που επιτρέπει τον προσδιορισμό της ειδικής αντίστασης των υλικών σε σχέση με τη σύσταση και τη θερμοκρασία και την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με δομικούς μετασχηματισμούς.
4. Τη **μαγνητική ανάλυση** που επιτρέπει τον προσδιορισμό των μαγνητικών χαρακτηριστικών των υλικών σε σχέση με τη δομή, σύσταση και θερμοκρασία αυτών.

Οι μέθοδοι αυτές μπορούν να δώσουν αξιόπιστες πληροφορίες για τους δομικούς μετασχηματισμούς που συμβαίνουν στα μέταλλα κατά την κατεργασία τους, με τη μέτρηση των μεταβολών φυσικών χαρακτηριστικών όπως η ενθαλπία (θερμική ανάλυση), γραμμική και ογκομετρική θερμική διαστολή (διαστολομετρία) κ.λπ.

B Η **δεύτερη κατηγορία** περιλαμβάνει μεθόδους προσδιορισμού χαρακτηριστικών. Οι μέθοδοι αυτές δίνουν άμεσα ποσοτικά αποτελέσματα.

Η κατηγορία αυτή διακρίνεται σε δύο υποκατηγορίες:

- α. Την υποκατηγορία των μεθόδων προσδιορισμού των μηχανικών χαρακτηριστικών. Η υποκατηγορία αυτή περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων:
 1. Την **αντοχή σε εφελκυσμό**, που δείχνει τη μέγιστη τάση που μπορεί να εφαρμοσθεί σ' ένα υλικό χωρίς να προκαλέσει θραύση.
 2. Τη **σκληρότητα** που αποτελεί μέτρο της ικανότητας πλαστικής παραμόρφωσης των υλικών.
 3. Τη **δυσθραυστότητα**, που δείχνει το ποσό της απορροφουμένης ενέργειας κατά την κρούση των υλικών.
 4. Την **αντοχή σε ερπυσμό**, που δείχνει την συμπεριφορά ενός υλικού σε υψηλές θερμοκρασίες υπό φόρτιση.
 5. Την **αντοχή σε κόπωση**, που δείχνει τη μέγιστη επιτρεπόμενη τάση που μπορεί να εφαρμόζεται σ' ένα υλικό που υφίσταται επαναλαμβανόμενες φορτίσεις χωρίς να καταστραφεί.
- β. Την υποκατηγορία των μεθόδων προσδιορισμού **χημικών χαρακτηριστικών**. Η υποκατηγορία αυτή περιλαμβάνει μεταξύ άλλων:
 1. Την **ποιοτική και ποσοτική ανάλυση** της χημικής σύστασης των υλικών.
 2. Την **αντοχή στα οξέα και τις βάσεις**
 3. Την **αντοχή στη διάβρωση**
 4. Την **αντοχή στην υγρασία**.
- γ. Την υποκατηγορία των μεθόδων προσδιορισμού **φυσικών χαρακτηριστικών**. Η υποκατηγορία αυτή περιλαμβάνει μεταξύ άλλων:
 1. Τον προσδιορισμό του **ειδικού βάρους**.

2. Τον προσδιορισμό της *ειδικής αντίστασης*.
3. Τον προσδιορισμό της *μαγνητικής διαπερατότητας*.

Οι δομικές μέθοδοι ανάλυσης και κυρίως οι μέθοδοι μικροσκοπικής ανάλυσης χρησιμοποιούνται πολύ στη μελέτη των μετάλλων και των κραμάτων. Το κύριο πλεονέκτημα αυτών είναι ότι η δομή ενός μετάλλου και οι ιδιότητες του, συνδέονται με αξιόπιστη ποιοτική σχέση. Έτσι γίνεται δυνατή, με τη χρησιμοποίηση των αποτελεσμάτων της μικρο-ανάλυσης αλλά και της μακρο-ανάλυσης, η πρόβλεψη των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων των υλικών. Ακόμη, τα αποτελέσματα των μεθόδων αυτών μπορούν να χρησιμεύσουν στην υπόδειξη των πλέον αποτελεσματικών μεθόδων βελτίωσης της δομής και των ιδιοτήτων των υλικών και στην πρόβλεψη της αξιοπιστίας τους στην πράξη.

Για παράδειγμα, η αντίσταση στην ψαθυρή θραύση των χαλύβων κατασκευών και εργαλείων, μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά με τη βελτίωση της δομής, δηλαδή με το σχηματισμό λεπτότερων κόκκων. Η επιβεβαίωση της δομής γίνεται με μικροσκοπική ανάλυση. Οι ιδιότητες αντοχής των χαλύβων, μπορούν να βελτιωθούν με το σχηματισμό ορισμένων ενώσεων, όπως τα καρβίδια ή οι ενδομεταλλικές ενώσεις. Από την άλλη, ο σχηματισμός μεγάλων σωματιδίων νέας φάσης π.χ. καρβίδια στους χάλυβες, που εύκολα προσδιορίζονται με μικροσκοπική ανάλυση, μπορεί να μειώσει την πλαστικότητα και να ευνοήσει την ψαθυρή θραύση.

Οι φυσικές και χημικές μέθοδοι που δίνουν έμμεσες πληροφορίες για τους μετασχηματισμούς που συμβαίνουν στα μέταλλα και κράματα, μπορούν να βοηθήσουν σημαντικά τα αποτελέσματα της ανάλυσης δομής. Οι μέθοδοι αυτές μπορούν να προσδιορίσουν αλλαγές που είναι μη-προσδιορίσιμες με τις μεθόδους ανάλυσης δομής (ιδιαίτερα όταν οι μετασχηματισμοί προκαλούν μεταβολή της ηλεκτρονικής κατάστασης των ατόμων του μετάλλου). Με τη μέτρηση της ηλεκτρικής αντίστασης των υλικών είναι δυνατό να διαπιστωθεί πολλές φορές η φύση μιας νέας φάσης αυτών.

Εξάλλου οι μέθοδοι αυτές, μπορούν να δώσουν τα απαιτούμενα δεδομένα για την κατασκευή των διαγραμμάτων φάσεων των μεταλλικών κραμάτων, που είναι απαραίτητα για το χαρακτηρισμό των φάσεων, της σύστασης και της δομής. Όπως είναι γνωστό, πολλές περιοχές του διαγράμματος φάσεων του συστήματος σιδήρου-άνθρακα, προσδιορίζονται με τις μεθόδους θερμικής και μικροσκοπικής ανάλυσης. Τέλος οι μέθοδοι αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αυτόματη συνεχή καταγραφή των μεταβολών στην κατάσταση των υλικών υπό συνθήκες ταχείας θέρμανσης ή ψύξης ή σε υψηλές ή χαμηλές πιέσεις.

Θα πρέπει πάντως να γίνει κατανοητό, ότι οι μέθοδοι ανάλυσης της δομής, μπορούν να δώσουν **μόνο ποιοτικά** αποτελέσματα, ενώ αποτυγχάνουν να δώσουν ποσοτικά αποτελέσματα για τις ιδιότητες, όπως απαιτείται για τους τεχνικο-μηχανι-

κούς υπολογισμούς ή για την ανάπτυξη νέων κραμάτων με βελτιωμένες ιδιότητες.

Για το λόγο αυτό απαιτούνται οι άμεσοι προσδιορισμοί των ιδιοτήτων των μετάλλων και κραμάτων γενικά. Οι μέθοδοι αυτές περιλαμβάνουν, μεθόδους προσδιορισμού μηχανικών ιδιοτήτων και σε μερικά υλικά επίσης άμεσους προσδιορισμούς των φυσικών ιδιοτήτων (π.χ. θερμική διαστολή, πυκνότητα, συνεκτική δύναμη χαρακτηριστικών (σύσταση, ηλεκτροχημικό δυναμικό, αντίσταση στη διάβρωση κ.λπ.).

Οι προσδιορισμοί των *φυσικο-χημικο-μηχανικών* χαρακτηριστικών πλεονεκτούν κατά το ότι παρέχουν ποσοτικά αποτελέσματα που απαιτούνται στην εκλογή των υλικών. Χωρίς τις μελέτες δομής που αναφέρθηκαν προηγουμένα, οι προσδιορισμοί αυτοί θα ήταν βέβαια ανεπαρκείς για το χαρακτηρισμό των υλικών ή την ανάπτυξη νέων σύνθετων υλικών.

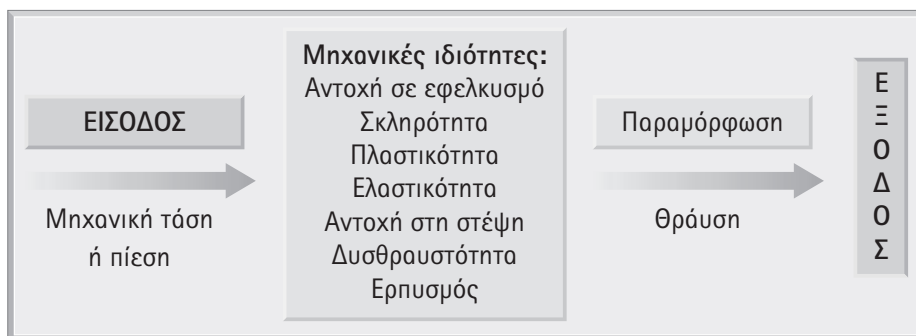
Οι προσδιορισμοί αυτοί αποτυγχάνουν επίσης στον προσδιορισμό των μεθόδων με τις οποίες κατασκευάζονται τα υλικά. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η επιστήμη των υλικών, στηρίζεται σε σύνθετες μεθόδους που δίνουν λεπτομερείς και πλήρεις πληροφορίες για τη δομή, τους μετασχηματισμούς φάσεων και τις ιδιότητες των υλικών.

Τελικά, για την επιτυχή χρησιμοποίηση των υλικών σε διάφορες κατασκευές, στοιχεία μηχανών, εργαλεία, κυκλώματα κ.λπ., είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός των τεχνολογικών ιδιοτήτων τους. Ο πίνακας των μεθόδων ανάλυσης των υλικών δίδεται παρακάτω:

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΥΛΙΚΩΝ			
ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΔΟΜΗΣ-ΔΟΜΙΚΩΝ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ		ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ	
ΠΟΣΟΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ		ΠΟΣΟΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	
1	ΑΜΕΣΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ Μικροσκοπική ανάλυση Μακροσκοπική ανάλυση	2	ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
2	ΕΜΜΕΣΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ Θερμική ανάλυση Διαστολομετρική ανάλυση Ρεζιστομετρική ανάλυση Μαγνητική ανάλυση	2	ΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ Ποιοτική ανάλυση Ποσοτική ανάλυση Αντοχή στη διάβρωση Αντοχή στα οξέα-βάσεις
		3	ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ Ειδικό βάρος

Ερωτήσεις

1. Σε πόσες κατηγορίες διακρίνονται οι μέθοδοι ελέγχου υλικών;
2. Ποιες μεθόδους περιλαμβάνουν οι λεγόμενες δομικές μέθοδοι ανάλυσης των υλικών;
3. Ποιες πληροφορίες λαμβάνονται με τις έμμεσες μεθόδους ανάλυσης των υλικών;
4. Ποιο είναι το κύριο πλεονέκτημα των μεθόδων ανάλυσης δομής;
5. Πώς είναι δυνατό να υποδεχθούν μέτρα βελτίωσης της δομής και των ιδιοτήτων των υλικών.; Παράδειγμα.
6. Πού πλεονεκτούν και πού μειονεκτούν οι φυσικές-χημικές και μηχανικές μέθοδοι ελέγχου των υλικών;
7. Ποιες μέθοδοι, κατά την γνώμη σας είναι οι πλέον απαραίτητες για μια ταχεία εξέταση ενός υλικού;
8. Γιατί είναι απαραίτητη η χρήση πολλών μεθόδων ανάλυσης;
9. Τι πληροφορίες δίνουν: η διαστολομετρική ανάλυση, η μακροσκοπική ανάλυση, η δυσθραυστότητα;
10. Εξηγήστε το παρακάτω διάγραμμα



ΑΣΚΗΣΗ 2

Εισαγωγική

ΤΙΤΛΟΣ: ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

A Προσδιορισμός της Κεντρικής Τάσης Πειραματικών Τιμών

Υπάρχουν 3 κύριες εκφράσεις της κεντρικής τάσης τιμών:

- α. Ο **αριθμητικός μέσος**, (arithmetic mean) (ο γνωστός μέσος όρος),
- β. Ο **μέσος ή διάμεσος** (median) δηλαδή η μεσαία τιμή μετά την κατάταξη του συνόλου των τιμών κατά σειρά, και
- γ. Η **τάση** (mode) (δηλαδή η τιμή που επαναλαμβάνεται περισσότερο συχνά).

1. Προσδιορισμός Μέσου Όρου (Average) (μ)

Ο μέσος αριθμητικός όρος είναι πηλίκο του αθροίσματος σειράς τιμών διά του πλήθους των τιμών και δίδεται από τη σχέση:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i)}{n} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

όπου n =ο αριθμός των τιμών, X_i =οι διαδοχικές τιμές, Σ =σύμβολο άθροισης.

Παράδειγμα

Ο μέσος όρος των τιμών 4, 6, 8, 10, 12, 14 είναι:

$$\frac{4+6+8+10+12+14}{6} = 9$$

Ο Μ.Ο έχει τις παρακάτω ιδιότητες:

- α. Αν προστεθεί ή αφαιρεθεί μια τιμή ψ σε ή από κάθε μεταβλητή χ , τότε και ο Μ.Ο. αυξάνεται ή μειώνεται κατά την τιμή αυτή.
- β. Αν πολλαπλασιασθεί με μια τιμή ψ κάθε μεταβλητή χ τότε και ο Μ.Ο. θα πολλαπλασιασθεί με την τιμή ψ .
- γ. Το άθροισμα που προκύπτει από την πρόσθεση των διαφορών του Μ.Ο. από κάθε τιμή χ , είναι μηδέν δηλαδή $\sum (\chi - \text{Μ.Ο.}) = 0$.

2. Προσδιορισμός διάμεσου (Median) (Md)

Ο διάμεσος είναι επίσης μια έκφραση της κεντρικής τάσης. Ο διάμεσος είναι η τιμή εκείνη που βρίσκεται στη μέση των τιμών μιας σειράς μετρήσεων, έτσι ώστε όσες τιμές είναι μεγαλύτερες από αυτήν άλλες τόσες να είναι μικρότερες από αυτήν. Δηλαδή το 50% του συνόλου των τιμών είναι μεγαλύτερο και το άλλο 50% μικρότερο από τον διάμεσο.

Η σειρά ενεργειών που ακολουθείται για τον προσδιορισμό του διαμέσου είναι:

- α. Ταξινόμηση δεδομένων σε σειρά.
- β. Εύρεση της τιμής που βρίσκεται στο μέσο των τιμών δηλαδή ο αριθμός των δεδομένων που έχουν μεγαλύτερες τιμές είναι ίσος με εκείνο των μικρότερων.

Αν ο αριθμός των N τιμών είναι περιττός τότε $Md = N + 1/2 =$ άρτιος αριθμός και συγκεκριμένη τιμή διαμέσου. Αν ο αριθμός των N τιμών είναι άρτιος τότε $Md = N + 1/2 =$ περιττός αριθμός οπότε ο διάμεσος βρίσκεται μεταξύ δύο συγκεκριμένων τιμών.

Παράδειγμα

Δίδεται η σειρά τιμών 81, 69, 88, 67, 90, 78. Τοποθετείται στην παρακάτω αξιολογική σειρά τιμών:

67, 69, 78, 81, 85, 88, 90 (περιττός αριθμός τιμών)

Άρα διάμεσος Md θα είναι η τέταρτη τιμή δηλαδή το 81.

Αν στην παραπάνω σειρά υπήρχαν μόνο οι τιμές:

67, 69, 78, 81, 85, 88

τότε ο Md θα ήταν ο μέσος όρος των τιμών 78-81 δηλαδή το 79,5.

3. Τάση (Mode)

Η τάση είναι η ομάδα τιμών με τη μεγαλύτερη συχνότητα. Είναι πιθανό η τάση να μην εκφράζεται καθόλου ή να εκφράζεται από περισσότερες από μια τιμή.

Παράδειγμα

1. Ποια η τάση στη σειρά των τιμών: 3, 3, 5, 5, 5, 5, 6, 6, 6, 8, 8;
 Η τάση είναι η τιμή 5, διότι επαναλαμβάνεται 4 φορές.
2. Ποια η τάση στη σειρά των τιμών 28, 29, 32, 34, 37;
 Δεν υπάρχει τάση διότι όλες οι τιμές εμφανίζονται μόνο μια φορά.
3. Ποια η τάση στη σειρά των τιμών 34, 35, 35, 35, 37, 38, 38, 38, 43, 43;
 Υπάρχουν δύο τάσεις αριθμών: η τιμή 35 (εμφανίζεται 3 φορές) και η τιμή 38 (εμφανίζεται επίσης 3 φορές).

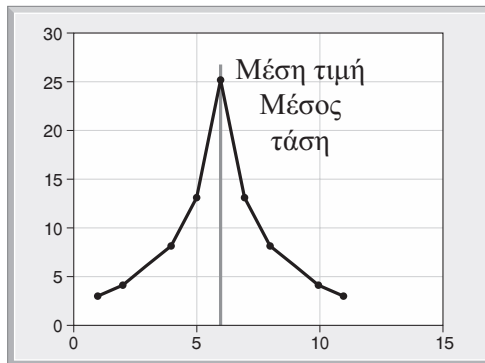
Όταν υπάρχει μια τάση η σειρά των τιμών θεωρείται ως μονοτασική, (unimodal), όταν έχει δύο τάσεις η σειρά θεωρείται ως διτασική (bimodal) και όταν έχει περισσότερες τάσεις η σειρά θεωρείται πολυτασική (multimodal).

Όταν τα δεδομένα σχηματίζουν μια κατανομή συχνότητας, το μέσο της υποομάδας με τη μεγαλύτερη συχνότητα αποτελεί την τάση, λόγω του ότι αποτελεί το μέσο της μεγαλύτερης συχνότητας (υψηλότερο σημείο ιστογράμματος).

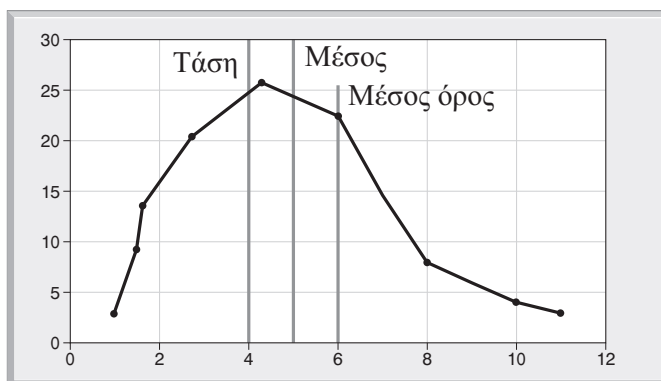
B Σχέση μεταξύ των μέτρων κεντρικής τάσης

Στην περίπτωση των συμμετρικών κατανομών ο μέσος όρος, ο μέσος και η τάση συμπίπτουν. Στην περίπτωση θετικά μετατοπισμένων κατανομών (καμπύλη λοξή αριστερά) η σειρά των μέτρων από αριστερά προς τα δεξιά είναι τάση, μέσος, μέσος όρος.

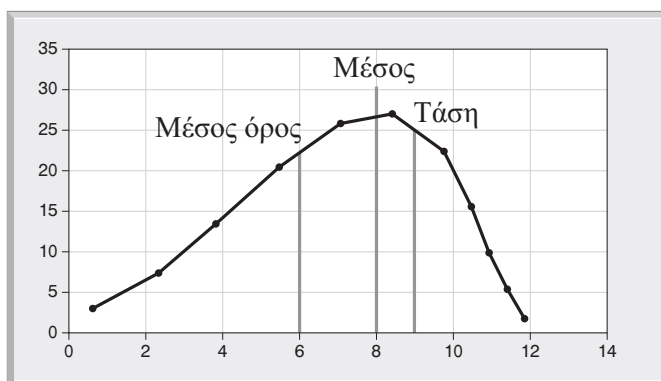
Στις αρνητικά μετατοπισμένες κατανομές (καμπύλη λοξή δεξιά) η σειρά των μέτρων από δεξιά είναι μέσος όρος, μέσος, τάση. Γραφική παράσταση για καλύτερη κατανόηση της σχέσης των μέτρων κεντρικής τάσης δίδεται παρακάτω (σχήματα 2.1-2.3):



Σχήμα. 2.1 Συμμετρική Καμπύλη Συχνότητας



Σχήμα 2.2 Θετικά μετατοπισμένη καμπύλη (ουρά προς τα δεξιά)



Σχήμα 2.3 Αρνητικά μετατοπισμένη καμπύλη (ουρά προς τα αριστερά)

Γ Μέτρηση της Διασποράς

Αν υποθέσουμε ότι δύο ομάδες δεδομένων έχουν τον ίδιο μέσο όρο και τον ίδιο διάμεσο, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένας άλλος στατιστικός δείκτης για την ποιοτική διάκριση των δεδομένων. Αυτό επιτυγχάνεται με τη **μέτρηση της διασποράς** (dispersion).

Η μέτρηση της διασποράς γίνεται με την εύρεση του **εύρους**, της **μέσης απόκλισης**, της **διακύμανσης**, της **τυπικής απόκλισης**, και του **συντελεστή μεταβλητικότητας**.

1. Εύρος τιμών R (Range)

Είναι το πλέον απλό μέτρο διασποράς και υπολογίζεται από τη σχέση:

$$R = X_H - X_L$$

όπου X_H =μέγιστη τιμή, X_L =ελάχιστη τιμή

2. Η μέση απόκλιση (mean deviation) M.A.

Είναι ο μέσος αριθμητικός των απόλυτων διαφορών των τιμών μιας μεταβλητής από το μέσο αριθμητικό της:

$$M.A. = \frac{\sum |x_i - \mu|}{n}$$

όπου $\mu = \frac{\sum x_i}{n}$ (μ =αριθμητικός μέσος).

3. Η Διακύμανση s^2 και η τυπική απόκλιση s (standard deviation):

$$s = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left[\sum_{i=1}^n x_i \right]^2}{n(n-1)}} \quad \text{ή} \quad s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [x_i - \bar{x}]^2}{n-1}}$$

Υψηλές τιμές τυπικής απόκλισης, δείχνουν ότι υπάρχει μεγάλη απόκλιση στις τιμές. Αν $x_1=x_2=x_3\dots$ τότε $s^2=0$. Αν σε όλες οι τιμές μιας μεταβλητής προστεθεί ή αφαιρεθεί μια σταθερή ποσότητα τότε s^2 και s παραμένουν αμετάβλητες.

Αν όλες οι τιμές μιας μεταβλητής πολλαπλασιασθούν (ή διαιρεθούν) με σταθερή ποσότητα k τότε η s^2 πολλαπλασιάζεται (ή διαιρείται) με k^2 , και η s πολλαπλασιάζεται (ή διαιρείται) αντίστοιχα με k .

4. Ο συντελεστής μεταβλητικότητας, cv, (coefficient of variation)

Είναι ο λόγος της τυπικής απόκλισης s διά του μέσου αριθμητικού μ , και εκφράζεται συνήθως %.

$$cv = \frac{s}{\mu} 100\%$$

Δ. Σχέση των μεθόδων Μέτρησης Διασποράς

Στον βιομηχανικό ποιοτικό έλεγχο το εύρος είναι ένα πολύ κοινό μέτρο της διασποράς. Χρησιμοποιείται κύρια στα διαγράμματα ελέγχου. Τα κύρια πλεονεκτήματα του εύρους είναι ότι, (α) δείχνει όλη την εικόνα των δεδομένων, και (β) χρησιμοποιείται ακόμη και για λίγα δεδομένα ή όταν τα δεδομένα έχουν μεγάλη διασπορά και δεν φαίνεται η κεντρική τάση των τιμών. Ως μειονεκτήματα θεωρούνται ότι,

- α. δεν δείχνει την κεντρική τάση τιμών, και
- β. όταν αυξάνονται οι παρατηρήσεις η ακρίβεια του εύρους μειώνεται διότι αυξάνεται η πιθανότητα πολύ μικρών ή μεγάλων τιμών. Συνιστάται η χρήση του εύρους όταν οι μετρήσεις δεν υπερβαίνουν τις 10.

Η τυπική απόκλιση χρησιμοποιείται όταν απαιτείται μεγαλύτερη ακρίβεια και δείχνει την κεντρική τάση τιμών.

Ε. Άλλες Εκφράσεις Ανάλυσης Αποτελεσμάτων

Ασυμμετρία (Skewness), συντελεστής ασυμμετρίας α_3 (χρησιμοποιείται διά $n > 100$). Η ασυμμετρία εκφράζεται με τον τύπο:

$$\alpha_3 = \frac{\sum_{i=1}^n [x_i - \mu]^3}{ns^3}$$

όπου s η τυπική απόκλιση των τιμών.

Οι κύριες ιδιότητες του συντελεστή ασυμμετρίας είναι:

Ο συντελεστής ασυμμετρίας λαμβάνει τιμές μεταξύ -1 , 0 , $+1$ και δείχνει την απόκλιση από την συμμετρία. Όταν είναι κοντά στο μηδέν τα δεδομένα είναι συμμετρικά. Όταν είναι κοντά στο -1 τα δεδομένα είναι ασύμμετρα προς τα αριστερά (δηλαδή είναι συγκεντρωμένα προς τα δεξιά). Όταν είναι κοντά στο $+1$ τα δεδομένα είναι ασύμμετρα προς τα δεξιά δηλαδή είναι συγκεντρωμένα προς τα αριστερά.

Κύρτωση (kurtosis), συντελεστής κύρτωσης α_4 (χρησιμοποιείται διά $n > 100$)

$$\alpha_4 = \frac{\sum_{i=1}^n [x_i - \mu]^4}{ns^4}$$

Ο *συντελεστής κύρτωσης* χρησιμοποιείται σαν μέτρο του ύψους της κορυφής της κατανομής. Απουσία δεδομένων με συγκεντρωμένες υψηλές τιμές οδηγεί στη *λεπτοκύρτωση* (*leptokurtic*) με τιμές $\alpha_4 > 3$ ενώ το αντίθετο οδηγεί στην *πλατοκύρτωση* (*platykurtic*) με τιμές $\alpha_4 < 3$. Ως *μεσοκύρτωση* (*mesocurtic*) χαρακτηρίζεται η κανονική καμπύλη με τιμή $\alpha_4 = 3$.

Ασκήσεις

- Κατά τη μέτρηση της αντοχής σε εφελκυσμό 10 δοκιμίων από κράμα χαλκού-αλουμινίου λαμβάνονται τα παρακάτω αποτελέσματα

A/A Δοκιμίου	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Αντοχή, MPa	130	124	132	119	120	124	116	132	128	128	130	132	124	124	130

Να προσδιορισθεί ο Μ.Ο., ο διάμεσος, η τυπική απόκλιση και η τάση των τιμών.

- Κατά τον προσδιορισμό της χημικής σύστασης δοκιμίων κατασκευαστικού μη κραματωμένου χάλυβα με συσκευή XRF λαμβάνονται οι παρακάτω πίνακες για την περιεκτικότητα σε θείο και μαγγάνιο. Να προσδιορισθούν: R, μ , σ , α_3 , α_4 για κάθε στοιχείο.

A/A	S %	A/A	Mn %
1	0,0353	11	0,393
2	0,0332	12	0,498
3	0,0319	13	0,432
4	0,0351	14	0,426
5	0,0362	15	0,451
6	0,0395	16	0,412
7	0,0398	17	0,436
8	0,0311	18	0,428
9	0,0332	19	0,435
10	0,0352	20	0,413

ΕΙΔΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ι. Κουτρουβέλης, Πιθανότητες και Στατιστική, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα, 1999.
2. Montgomery D. C., *Introduction to Statistical Quality Control*, 2nd ed., N. York, J. Wiley & Sons, 1991.
3. Juran J. M. (ed.), *Quality Control Handbook*, 3rd ed., N. York, McGraw Hill Book Company, 1988
4. Duncan A. J., *Quality Control and Industrial Statistics*, 5th ed., Illinois, Irwin, Homewood, 1986.