



ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΤΕΧΝΙΚΟΥ
ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

ΤΟΜΟΣ Β'



1954

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
ΧΡΥΣΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ





ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Ο Ευγένιος Ευγενίδης, ο ιδρυτής και χορηγός του «Ιδρύματος Ευγενίδου», πολύ νωρίς προέβλεψε και σχημάτισε την πεποίθηση ότι η άρτια κατάρτιση των τεχνικών μας, σε συνδυασμό με την εθνική αγωγή, θα ήταν αναγκαίος και αποφασιστικός παράγων για την πρόοδο του Έθνους μας.

Την πεποίθησή του αυτή ο Ευγενίδης εκδήλωσε με τη γενναιόφρονα πράξη ευεργεσίας, να κληροδοτήσει σεβαστό ποσό για τη σύσταση Ιδρύματος, που θα είχε ως σκοπό να συμβάλλει στην τεχνική εκπαίδευση των νέων της Ελλάδας.

Έτσι, το Φεβρουάριο του 1956 συστήθηκε το «Ίδρυμα Ευγενίδου», του οποίου τη διοίκηση ανέλαβε η αδελφή του Μαρ. Σίμου, σύμφωνα με την επιθυμία του διαθέτη. Το έργο του Ιδρύματος συνεχίζει από το 1981 ο κ. Νικόλαος Βερνίκος - Ευγενίδης.

Από το 1956 έως σήμερα η συμβολή του Ιδρύματος στην τεχνική εκπαίδευση πραγματοποιείται με διάφορες δραστηριότητες. Όμως απ' αυτές η σημαντικότερη, που κρίθηκε από την αρχή ως πρώτης ανάγκης, είναι η έκδοση βιβλίων για τους μαθητές των Τεχνικών και Επαγγελματικών Σχολών και Λυκείων.

Μέχρι σήμερα, με τη συνεργασία με τα Υπουργεία Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων και Εμπορικής Ναυτιλίας, εκδόθηκαν εκατοντάδες τόμοι βιβλίων, που έχουν διατεθεί σε πολλά εκατομμύρια αντίτυπα. Τα βιβλία αυτά κάλυπταν ή καλύπτουν ανάγκες των Κατωτέρων και Μέσων Τεχνικών Σχολών του Υπ. Παιδείας, των Σχολών του Οργανισμού Απασχολήσεως Εργατικού Δυναμικού (ΟΑΕΔ), των Τεχνικών και Επαγγελματικών Λυκείων, των Τεχνικών Επαγγελματικών Σχολών καὶ των Δημοσίων Σχολών Εμπορικού Ναυτικού.

Μοναδική φροντίδα του Ιδρύματος σ' αυτή την εκδοτική του προσπάθεια ήταν και είναι η συγγραφή και έκδοση βιβλίων ποιότητας, από άποψη όχι μόνον επιστημονική, παιδαγωγική και γλωσσική, αλλά και ως προς την εμφάνιση, ώστε το βιβλίο να αγαπηθεί από τους μαθητές.

Για την επιστημονική και παιδαγωγική αρτιότητα των βιβλίων τα κείμενα υποβάλλονται σε πολλές επεξεργασίες και βελτιώνονται πριν από κάθε νέα έκδοση συμπληρούμενα καταλλήλως.

Ιδιαίτερη σημασία απέδωσε το Ίδρυμα από την αρχή στη γλωσσική διατύπωση των βιβλίων, γιατί πιστεύει ότι και τα τεχνικά βιβλία, όταν είναι γραμμένα σε γλώσσα σωστή και ομοιόμορφη αλλά και κατάλληλη για τη στάθμη των μαθητών, μπορούν να συμβάλλουν στη γλωσσική κατάρτιση των μαθητών.

Έτσι, με απόφαση που ίσχυσε ήδη από το 1956, όλα τα βιβλία της Βιβλιοθήκης του Τεχνίτη, δηλαδή τα βιβλία για τις τότε Κατώτερες Τεχνικές Σχολές, όπως αργότερα και για τις Σχολές του ΟΑΕΔ, ήταν γραμμένα σε γλώσσα δημοτική, με βάση τη γραμματική του Τριανταφυλλίδη, ενώ όλα τα άλλα τα βιβλία ήταν γραμμένα στην απλή καθαρεύουσα. Σήμερα ακολουθείται η γραμματική που διδάσκεται στα σχολεία της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσεως. Η γλωσσική επεξεργασία των βιβλίων ανατίθεται σε φιλολόγους του Ιδρύματος και έτσι εξασφαλίζεται η ενιαία σύνταξη και ορολογία κάθε κατηγορίας βιβλίων.

Η ποιότητα του χαρτιού, το είδος των τυπογραφικών στοιχείων, τα σωστά σχήματα, η καλαίσθητη σελιδοποίηση, το εξώφυλλο και το μέγεθος του βιβλίου, περιλαμβάνονται και αυτά στις φροντίδες του Ιδρύματος και συμβάλλουν στη σωστή «λειτουργικότητα» των βιβλίων.

Το Ίδρυμα θεώρησε ότι είναι υποχρέωσή του, σύμφωνα με το πνεύμα του ιδρυτή του, να θέση στη διάθεση του Κράτους όλη αυτή την πείρα του των 20 ετών, αναλαμβάνοντας το 1978 και την έκδοση των βιβλίων για τις νέες Τεχνικές Επαγγελματικές Σχολές και τα Τεχνικά και Επαγγελματικά Λύκεια, σύμφωνα πάντοτε με τα εγκεκριμένα Αναλυτικά Προγράμματα του Π.Ι. και του ΥΠΕΠΘ.

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Μιχαήλ Αγγελόπουλος, ομ. καθηγητής ΕΜΠ, Πρόεδρος.

Αλέξανδρος Σταυρόπουλος, ομ. καθηγητής Πανεπιστημίου Πειραιώς. Αντιπρόεδρος.

Ιωάννης Τεγόπουλος, καθηγητής ΕΜΠ.

Σταμάτης Παλαιοκρασάς, Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, Σύμβουλος Παιδαγωγικού Ινστιτούτου.

Χρήστος Σιγάλας, Δ/ντής Σπ. Δευτ. Εκπαίδευσεως ΥΠΕΠΘ.

Σύμβουλος εκδόσεων του Ιδρύματος **Κ. Α. Μανάφης**, καθηγ. Φιλ. Σχολής Παν/μίου Αθηνών.

Γραμματέας της Επιτροπής, **Γεώργιος Ανδρεάκος**.

Διατελέσαντα μέλη ή σύμβουλοι της Επιτροπής

Γεώργιος Κακριδής (1955-1959) Καθηγητής ΕΜΠ, Άγγελος Καλογεράς (1957-1970) Καθηγητής ΕΜΠ, Δημήτριος Νιάνιας (1957-1965) Καθηγητής ΕΜΠ, Μιχαήλ Σπετσιέρης (1956-1959), Νικόλαος Βασιώπης (1960-1967), Θεόδωρος Κουζέλης (1968-1976) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, Παναγιώτης Χατζηιωάννου (1977-1982) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, Αλέξανδρος Ι. Παππάς (1955-1983) Καθηγητής ΕΜΠ, Χρυσόστομος Καβουνίδης (1955-1984) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, Γεώργιος Ρούσσος (1970-1987) Χημ.-Μηχ. ΕΜΠ, Δρ. Θεοδόσιος Παπαθεοδοσίου (1982-1984) Δ/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσεως ΥΠΕΠΘ, Ιωάννιος Χατζηευστράτου (1985-1988) Μηχανολόγος, Δ/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσεως ΥΠΕΠΘ, Γεώργιος Σταματίου (1988-1990) Ηλεκτρολόγος ΕΜΠ, Δ/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσεως ΥΠΕΠΘ, Σωτ. Γκλαβάς (1989-1993) Φιλόλογος, Δ/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσεως ΥΠΕΠΘ.

I Δ Ρ Y M A E Y G E N I Δ O Y
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΤΕΧΝΙΚΟΥ

ΑΝΤΩΝΙΟΥ Α. ΛΕΓΑΚΙ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ - ΕΠΙΜΕΛΗΤΟΥ Ε.Μ.Π.

ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

ΤΟΜΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΣ



ΑΘΗΝΑ
1997





1954

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στο Β' τόμο του βιβλίου Δομικά Υλικά περιλαμβάνονται τα δομικά υλικά που προέρχονται από το ξύλο, τα μέταλλα, το γυαλί, τις πλαστικές ύλες, όπως και τα υλικά που προορίζονται για την αισθητική εμφάνιση και κυρίως την προστασία διαφόρων μερών των κατασκευών από τις εξωτερικές επιδράσεις. Τα τελευταία αυτά υλικά ονομάζονται συμβατικά χρώματα και βερνίκια.

Η αριθμηση των κεφαλαίων είναι συνέχεια της αριθμήσεως των κεφαλαίων του Α' τόμου. Η κατανομή της όλης ύλης σε δυο τόμους εξυπηρετεί μόνο τον εύκολο χειρισμό τους.

Και στον τόμο αυτό, όπως και στον πρώτο, καταβλήθηκε προσπάθεια αποφυγής των ξηρών περιγραφών της μορφής και των λοιπών εξωτερικών χαρακτηριστικών των υλικών. Αυτό ελάχιστα θα βοηθούσε το μαθητή και μελλοντικό τεχνικό στην κατανόηση των ιδιοτήτων των υλικών, της συμπεριφοράς τους στις διάφορες επιδράσεις και του τρόπου επιλογής του καταληλότερου από τα πολυπληθή ομοειδή υλικά, που κυκλοφορούν στο εμπόριο.

Ιδιαίτερα σήμερα, οπότε τα πλαστικά υλικά αναπτύχθηκαν αλματωδώς και τέινουν να αντικαταστήσουν σε ευρύτατα πεδία εφαρμογών τα μέχρι χθες αναντικατάστατα υλικά από ξύλο, μέταλλα και γυαλί, πρέπει να γίνει συνείδηση στους νέους τεχνικούς ότι τα εξωτερικά χαρακτηριστικά μπορεί συχνά να οδηγήσουν σε εσφαλμένες εκτιμήσεις. Προς αποφυγή των σφαλμάτων αυτών ο μόνος τρόπος είναι η τέλεια γνώση των πρώτων υλών, από τις οποίες κατασκευάζονται τα υλικά και ο συνεχής έλεγχος των προσφερομένων υλικών ή με εργοταξιακές ή με εργαστηριακές μεθόδους.

Με γνώμονα τα παραπάνω αναπτύχθηκαν αναλυτικότερα όσα αφορούν τις πρώτες ύλες, τον τρόπο κατασκευής των υλικών, τις ιδιότητες που τα υλικά αυτά έχουν, όπως και τις μεθόδους ελέγχου των ιδιοτήτων αυτών. Τα πολλά σχήματα και ει-

κόνες που υπάρχουν στο βιβλίο, θα βοηθήσουν το μαθητή να αποκτήσει αντίληψη της μορφής των βασικών υλικών, τα οποία θα χρησιμοποιήσει αργότερα.

Τέλος, οφείλω και πάλι να ευχαριστήσω την Επιτροπή Εκδόσεων του Ιδρύματος Ευγενίδου για την ανάθεση της συγγραφής του βιβλίου και τους συνεργάτες του Εκδοτικού Τμήματος του Ιδρύματος, για την πράγματι μεγάλη βοήθεια που προσέφεραν, ώστε το βιβλίο να γίνει άρτιο από κάθε άποψη.

Ο συγγραφέας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

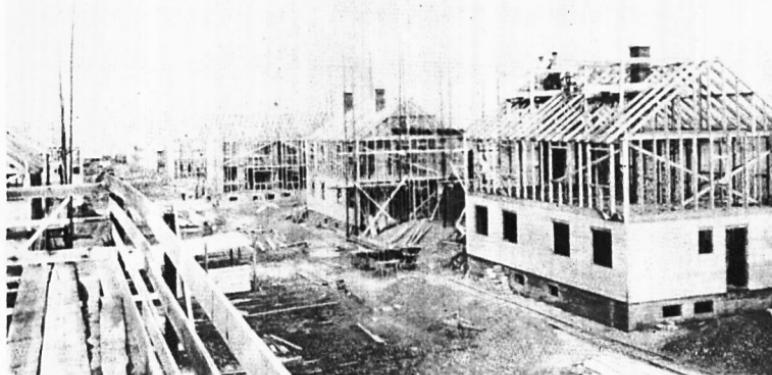
ΞΥΛΟ ΚΑΙ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΑΠΟ ΞΥΛΕΙΑ

6.1 Προέλευση και φύση του ξύλου.

1) Γενικά.

Το ξύλο και οι λίθοι μέχρι τον περασμένο αιώνα, οπότε άρχισε να χρησιμοποιείται ο σίδηρος και κατόπιν το οπλισμένο σκυρόδεμα, αποτελούσαν τα βασικά υλικά δομής.

Σε χώρες πλούσιες σε δάση οι κατασκευές ήταν καθ' ολοκληρία ξύλινες, ενώ σε άλλες, όπως η Ελλάδα, το ξύλο χρησιμοποιόταν κυρίως για την κατασκευή των πατωμάτων και των στεγών των οικιών, την κατασκευή γεφυρών και γενικά όπου χρειαζόταν από το υλικό δομής αντοχή σε καμπτικές δυνάμεις [§0.11 (1-γ)]. Σήμερα χρησιμοποιείται ακόμη ευρύτατα σε πολλές χώρες (σχ. 6.1α, 6.1β και 6.1γ).



Σχ. 6.1α.
Ξύλινες διώροφες κατοικίες στη Γερμανία.



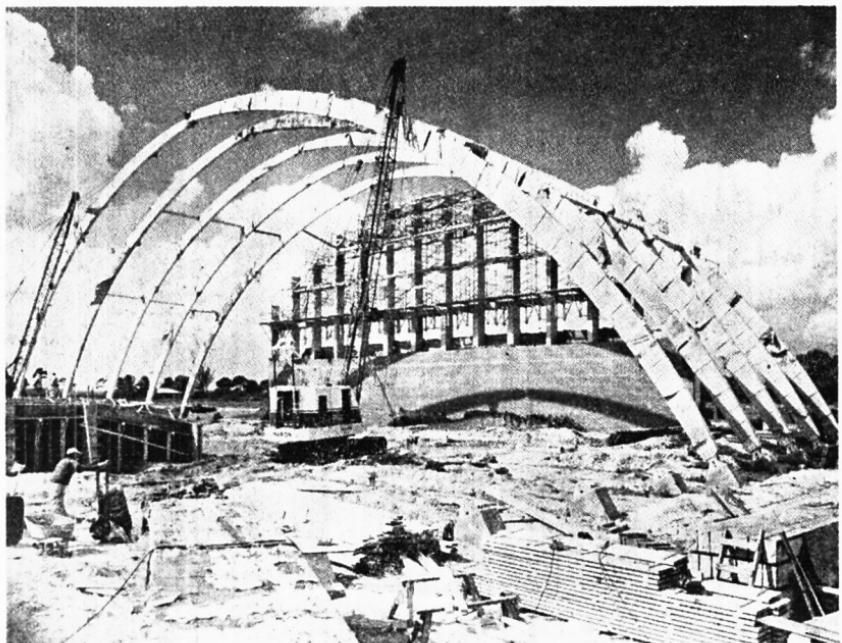
Σχ. 6.1β.

Ξύλινες κατασκευές στις Η.Π.Α.

Πάνω: Γέφυρα ανοίγματος 20 m. Κάτω: Υπόστεγο ανοίγματος 18 m.

Το ξύλο, σε αντίθεση με τα υλικά που εξετάστηκαν μέχρι τώρα, είναι οργανικό προϊόν. Προέρχεται δηλαδή από ζωντανούς οργανισμούς και συγκεκριμένα από τα φυτά. Βοτανικώς αποτελείται από ίνες κυτταρίνης συνδεμένες με λιγνίνη. Γι' αυτό τα διάφορα είδη ξύλων παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλομορφία, τόσο ως προς την εμφάνιση και το χρώμα, όσο και ως προς τις υπόλοιπες ιδιότητες. Η διάρκεια ζωής τους είναι πολύ περιορισμένη, γιατί προσβάλλονται εύκολα και καταστρέφονται από τις ατμοσφαιρικές μεταβολές και από διάφορους μικροοργανισμούς, των οποίων αποτελούν την τροφή.

Το ξύλο που χρησιμοποιείται στη δομική (αλλιώς ξυλεία), εί-



Σχ. 6.1γ.

Ξύλινα κυκλικά πλαίσια μεγάλης αιθουσας ανοίγματος 39 m. Κατασκευή στις Η.Π.Α.

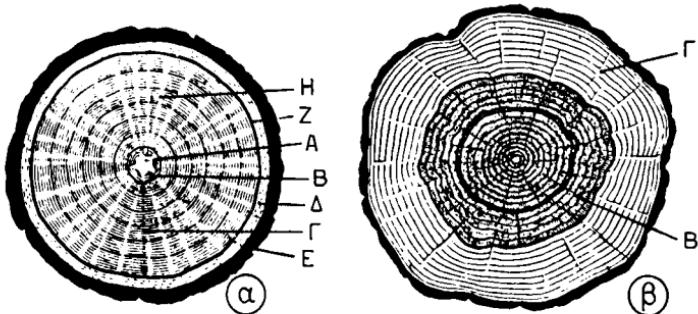
ναι μέρος του κορμού και των μεγάλων κλάδων των δένδρων και λαμβάνεται από ορισμένα τμήματά τους σε ορισμένη εποχή του έτους.

2) Ανάπτυξη του δένδρου - Μέρη του κορμού.

Για να γίνουν κατανοητές οι ιδιότητες και η εν γένει συμπεριφορά του ξύλου, πρέπει να γνωρίσουμε πώς αναπτύσσονται τα δένδρα και πώς παράγεται το ξυλώδες τμήμα τους.

Εάν κόψομε ένα κορμό δένδρου κάθετα προς τον άξονά του, θα παρατηρήσουμε ότι η τομή παρουσιάζει τα εξής χαρακτηριστικά μέρη από την άποψη χρωματισμού, σκληρότητας και υφής (σχ. 6.1δ).

- Τον κεντρικό πυρήνα (A), ο οποίος καλείται **εντεριώνη** ή **ψύχα**.
- Τους ομόκεντρους δακτυλίους (B και Γ). Αυτοί που βρίσκονται πλησιέστερα προς την εντεριώνη, είναι σκοτεινότεροι και σκληρότεροι και καλούνται **εγκάρδιο** ή **καρδία** (B), ενώ



Σχ. 6.1δ.

Εγκάρσια τομή κορμού δένδρων:

α) Νεαρό δένδρο. β) Δένδρο 25 ετών. Παρατηρούμε ότι στο νεαρό δένδρο οι ετήσιοι δακτύλιοι είναι παχύτεροι των **αντιστοίχων** του παλαιού δένδρου και ότι δεν έχουν ακόμη απονεκρωθεί οι δακτύλιοι της καρδιάς.

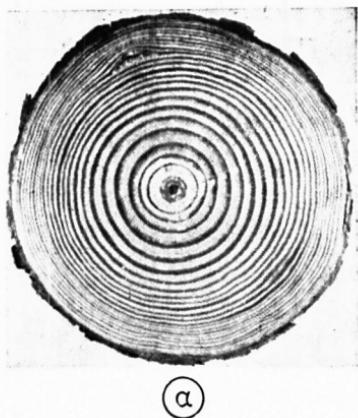
αυτοί που βρίσκονται προς το εξωτερικό είναι ανοικτότεροι και μαλακότεροι και καλούνται **σομφός** (Γ).

- Τον εξωτερικό δακτύλιο, που αποτελεί το **φλοιό** ή **φλούδα** του δέντρου. Αυτός αποτελείται από δυο τμήματα, τη **βρύλο** (Δ), που είναι το ζωντανό τμήμα του φλοιού και τον **ξηροφλοιό** (Ε), που είναι το νεκρό τμήμα του. Στα περισσότερα δένδρα ο ξηροφλοιός είναι γεμάτος από σχισμές και ραγάδες.
- Μεταξύ του φλοιού και του εξωτερικού δακτυλίου του σομφού υπάρχει ένα λεπτό μαλακό στρώμα, το οποίο καλείται **κάμβιο** (Ζ).

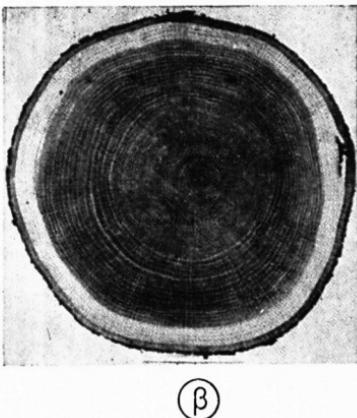
Στο κάμβιο κυκλοφορούν οι θρεπτικοί χυμοί του δένδρου, οι οποίοι διατρέφουν τα κύτταρα. Τα κύτταρα αυτά δημιουργούνται από το κάμβιο τόσο προς την πλευρά του σομφού, όσο και προς την πλευρά του φλοιού.

Η γένεση των κυττάρων και η ανάπτυξή τους δεν διαρκεί όλο το έτος. Αρχίζει την άνοιξη και τελειώνει το φθινόπωρο. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα το δέντρο πέφτει σε χειμεριά νάρκη και σταματά η κυκλοφορία των χυμών και η γένεση των κυττάρων. Κάθε δακτύλιος αντιπροσωπεύει το σύνολο των κυττάρων που γεννήθηκαν κατά μια περίοδο, και γι' αυτό οι δακτύλιοι αυτοί καλούνται **ετήσοι**, ο δε αριθμός τους δηλώνει τα έτη ζωής του δένδρου (σχ. 6.1δ).

Κάθε έτος προστίθεται ένας νέος δακτύλιος, ο οποίος αποτελείται από κύτταρα που δημιουργήθηκαν κατά την άνοιξη. Τα



(α)



(β)

Σχ. 6.1ε.

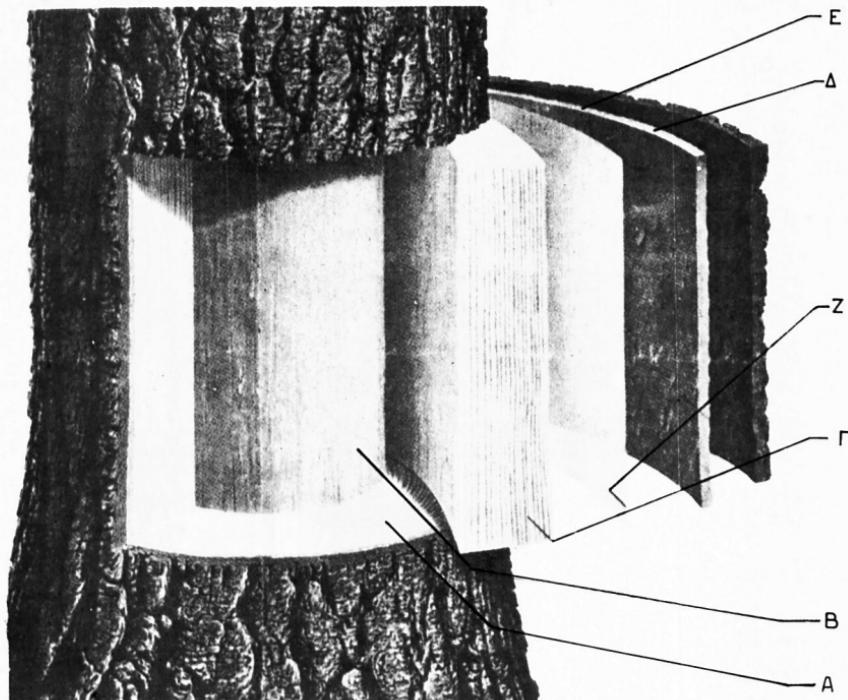
Κορμοί δύο διαφορετικού είδους δένδρων: α) Διακρίνονται καθαρά οι εαρινοί από τους θερινούς δακτύλιους. Οι τελευταίοι είναι σκουρότεροι και σκληρότεροι. β) Οι δακτύλιοι είναι δυσδιάκριτοι, αλλά το ξύλο της καρδιάς είναι σκουρότερο και συμπαγέστερο.

κύτταρα του καλοκαιριού είναι γενικά σκληρότερα και διακρίνονται καθαρά λόγω του σκοτεινότερου χρώματος που έχουν [σχ. 6.1ε(α)]. Συγχρόνως τα κύτταρα των παλαιοτέρων δακτυλίων αρχίζουν σιγά-σιγά να νεκρώνονται και η μεμβράνη τους να αποξυλώνεται.

Για το λόγο αυτό οι δακτύλιοι της καρδιάς αποτελούνται από τελείως νεκρωμένα κύτταρα και το ξύλο τους είναι σκληρότερο, περιέχει λιγότερη υγρασία και γενικά είναι καλύτερης ποιότητας από το ξύλο των δακτυλίων του σομφού. Στους δακτύλιους του τελευταίου δεν έχει επέλθει ακόμη η τέλεια νέκρωση των κυττάρων και επομένως το ξύλο είναι μαλακότερο και περιέχει ακόμη αρκετή υγρασία, ενώ συγχρόνως προσβάλλεται ευκολότερα και καταστρέφεται ταχύτερα από διάφορες ασθένειες.

Εάν εξετάσομε τον κορμό σε μια τομή κατά μήκος του άξονά του (σχ. 6.1στ), παρατηρούμε ότι εκείνα τα οποία εμφανίζονται ως δακτύλιοι στην εγκάρσια τομή είναι στην πραγματικότητα κυλινδρικοί περίπου μανδύες, οι οποίοι περιβάλλουν ο ένας τον άλλον. Κάθε μανδύας αποτελείται από συνεχείς δέσμες ινών, μήκους ίσου προς το μήκος του κορμού. Οι δέσμες συνδέονται στέρεα μεταξύ τους με συγκολλητική ουσία.

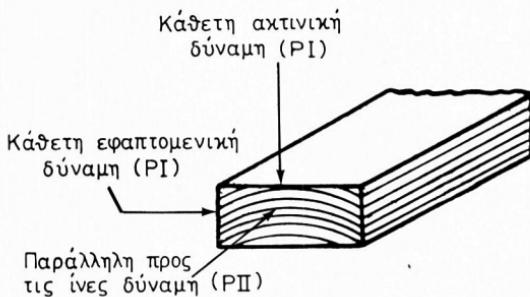
Οι ίνες αποχωρίζονται σχετικά εύκολα μεταξύ τους, ενώ αντιθέτως απαιτείται μεγάλη δύναμη (θλιπτική ή εφελκυστική) για



Σχ. 6.1στ.

Κατά μήκος τομή και ανάπτυγμα κορμού δένδρου:

- Α) Ετήσιοι δακτύλιοι. Β) Ξύλο καρδιάς. Γ) Ξύλο σομφού. Δ) Ζωνταντός φλοιός (βύβλος). Ε) Ξηρός φλοιός. Ζ) Κάμβιο.



Σχ. 6.1ζ.

Διεύθυνση θλιβουσών δυνάμεων σε σχέση με την κατεύθυνση των ινών. Το σύμβολο \perp σημαίνει δύναμη κάθετη πάνω στις ίνες και το \parallel , δύναμη παράλληλη προς αυτές.

να σπάσει μια δέσμη από αυτές. Στο λόγο αυτό ακριβώς οφείλεται η μεγάλη διαφορά της αντοχής που παρουσιάζει το ξύλο, όταν οι δυνάμεις δρουν κάθετα ή παράλληλα προς τις ίνες του.

Σε ένα δοκίμιο η απαιτούμενη δύναμη θραύσεως, εφόσον ενεργεί παράλληλα προς τις ίνες, είναι 3-5 φορές μεγαλύτερη (εξαρτάται από το είδος του ξύλου), από ό,τι θα ήταν εάν ενεργούσε κάθετα προς τη διεύθυνση των ινών (σχ. 6.1ζ).

Εκτός από τους ετήσιους δακτυλίους παρατηρούνται σε μια εγκάρσια τομή γραμμές με διεύθυνση από το κέντρο προς την περιφέρεια [σχ. 6.1δ(Η)]. Οι γραμμές αυτές καλούνται **εντεριωνικές ακτίνες** (βένες) και αποτελούνται από ξύλο σκληρότερο από το ξύλο που τις περιβάλλει.

Σε μερικά είδη δένδρων (δρυς, οξιά) οι ακτίνες αυτές είναι αρκετού πάχους και προσδίδουν ωραία εμφάνιση στην επιφάνεια του ξύλου. Είναι οι λεγόμενες **χρυσαλίδες**. Σε άλλα είδη δένδρων οι ακτίνες αυτές είναι σχεδόν αόρατες.

Το πάχος και η διάταξη των ετησίων δακτυλίων γύρω από την εντεριώνη, καθώς και οι εντεριωνικές ακτίνες ποικίλλουν στα διάφορα είδη των δένδρων.

Αλλά και στα δένδρα του ίδιου είδους παρουσιάζονται μεγάλες διαφορές, επειδή εξαρτώνται από την ηλικία του δένδρου, από την καλή ή κακή θρέψη του, από τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν και από τη θέση του δέντρου μέσα στο δάσος. Έτσι παρουσιάζονται μεταξύ των άλλων δακτύλιοι έκκεντρα τοποθετημένοι με μεταβαλλόμενο πάχος, κορμοί στρεβλοί ή στριφνοί, όπου οι ίνες δεν βαίνουν παράλληλα προς τον άξονα, αλλά ακολουθούν ελικοειδή γραμμή. Όλα αυτά, όπως θα δούμε πιο κάτω (§ 6.7), αποτελούν ελαττώματα της ξυλείας.

6.2 Είδη δένδρων δομικής ξυλείας.

Τα δένδρα, από τα οποία εξάγεται δομική ξυλεία, ανήκουν σε δύο μεγάλες οικογένειες:

- Στα βελονόφυλλα κωνοφόρα (μαλακή ξυλεία) και
- Στα πλατύφυλλα (σκληρή ξυλεία).

Η μεγαλύτερη ποσότητα της δομικής ξυλείας προέρχεται από τα βελονόφυλλα δένδρα. Η ξυλεία των πλατυφύλλων χρησιμοποιείται κυρίως για εσωτερικές κατασκευές (πατώματα, σκάλες) και για έπιπλα.

Τα είδη δένδρων που απαντώνται πιο συχνά από κάθε οικογένεια είναι τα παρακάτω:

1) Οικογένεια βελονοφύλλων.

α) Η **ελάτη** (έλατο): Υπάρχουν πολλές ποικιλίες ελάτης, αλλά οι σπουδαιότερες είναι η ελάτη η κτενοειδής και η ελάτη η πικέα ή ερυθρελάτη. Από τις δύο αυτές ποικιλίες καλύτερης ποιότητας ξύλο δίνει η ερυθρελάτη.

Η ξυλεία, που προέρχεται από όλα τα είδη της ελάτης, διακινείται στο εμπόριο με την κοινή ονομασία λευκή ή άσπρη ξυλεία.

Ο κορμός της ελάτης είναι ίσιος και ψηλός και φθάνει πολλές φορές τα 50 μ.

Το ξύλο της είναι λευκό και λίγο ωχροκίτρινο. Ο σομφός δεν διακρίνεται από το ξύλο της καρδιάς ούτε κατά το χρωματισμό ούτε κατά τη σύσταση. Είναι ξύλο μαλακό και είναι εύκολη η επεξεργασία του, αλλά γενικά δεν είναι μεγάλης αντοχής. Χρησιμοποιείται όμως ευρύτατα σε εσωτερικές ξύλινες κατασκευές γιατί προσφέρεται με μικρή τιμή.

Η ελάτη ευδοκίμει σε όλη τη βόρεια και κεντρική Ευρώπη. Στην Ελλάδα δεν απαντάται η ερυθρελάτη, σπάνια δε είναι η κτενοειδής. Υπάρχουν όμως άλλα είδη ελάτης, από τα οποία παράγεται λίγη αλλ' εκλεκτής ποιότητας λευκή ξυλεία. Κατά το 1960 παρήχθησαν στην Ελλάδα 98 000 m³ λευκής ξυλείας.

Η λευκή ξυλεία που καταναλώνεται στην Ελλάδα υπερβαίνει κατά πολύ αυτή που παράγεται και εισάγεται σχεδόν εξ ολοκλήρου από τις χώρες που αναφέρθηκαν πιο πάνω.

β) Η **πεύκη** (πεύκο): Υπάρχουν πολλές ποικιλίες πεύκης, από τις οποίες λαμβάνεται ξυλεία διαφόρων ποιοτήτων και χρήσεων.

- Η **δασική πεύκη** ή **πεύκη του βορρά**. Δίνει τη λεγόμενη σουηδική ξυλεία, επειδή παλαιότερα εισαγόταν στην Ελλάδα μόνο από τη Σουηδία.

'Εχει κορμό ίσιο που φθάνει σε ύψος τα 30 μ. Το φυλλωμα και τα κλαδιά της αρχίζουν σε μεγάλο ύψος από το έδαφος και έτσι δεν έχει ρόζους ή έχει πολύ μικρούς και αραιά διαταγμένους.

Το ξύλο της καρδιάς είναι ξανθοκόκκινο, ενώ του σομφού ωχροκίτρινο. Είναι σκληρότερο από το ξύλο της ελάτης και περιέχει μικρή ποσότητα ρητίνης. Αντέχει στις εξωτερικές επιδράσεις και χρησιμοποιείται εκτός των άλλων για εξωτερικά κουφώματα και ικριώματα.

Ευδοκιμεί κυρίως στη Σουηδία, Νορβηγία, Φινλανδία και Ρωσία. Καλύτερης ποιότητας είναι η Σουηδική, από την οποία γίνεται και η μεγαλύτερη εισαγωγή. Στην Ελλάδα δεν ευδοκιμεί αυτό το είδος πεύκης.

- Η **λαρικοειδής πεύκη** (λάρτσινο). Ευδοκιμεί σε όλη την κεντρική και νότια Ευρώπη. Στην Ελλάδα απαντάται στις περιοχές της Στερεάς και της Μακεδονίας.

Το ξύλο της έχει χρώμα ξανθοκόκκινο, ενώ ο σομφός της είναι πιό ανοικτού χρώματος. Έχει αρκετούς ρόσους που πληθαίνουν στα τμήματα που πλησιάζουν προς την κορυφή. Περιέχει περισσότερη ρητίνη από τη δασική πεύκη και είναι σκληρότερη. Γι' αυτό αντέχει περισσότερο στους εξωτερικούς παράγοντες και στις τριβές. Πρέπει όμως να χρησιμοποιείται μετά από προσεκτική επιλογή, γιατί κάποτε στρεβλώνεται και σκάζει.

Η ποσότητα που παρήχθη στην Ελλάδα κατά το 1960 ανήλθε σε 92000 m³. Η ξυλεία που παράγεται από το είδος αυτό της πεύκης καταναλώνεται εξ ολοκλήρου στις περιοχές όπου παράγεται. Για τις ανάγκες της υπόλοιπης Ελλάδας, εκτός δηλαδή Στερεάς και Μακεδονίας, γίνεται εισαγωγή από την Αυστρία και Γιουγκοσλαβία.

- Η **μαύρη πεύκη** (άροζο λάρτσινο). Μοιάζει πολύ με τη λαρικοειδή, αλλά το ξύλο της δεν έχει καθόλου ρόζους. Ο χρωματισμός της είναι κοκκινωπός και έχει πυκνές και λεπτές ίνες. Εισάγεται κυρίως από την Αυστρία.
 - Η **Αυστριακή πεύκη** (πιτσ-πάιν). Αναπτύσσεται κυρίως στις νότιες περιοχές των ΗΠΑ, από όπου και εισάγεται το ξύλο της.

Εχει χρώμα μελι ανοικτό και είναι ξυλο πολύ πυκνό και βαρύ. Χρησιμοποιείται σε κατασκευές που υφίστανται έντονη φθορά, όπως π.χ. πατώματα, κλίμακες κλπ. Δεν βάφεται και δεν συγκολλάται έγκολα.

- Η **πεύκη του 'Οριγκον** (όριγκον-πάιν). Ευδοκιμεί στις ΗΠΑ και κυρίως στην περιοχή του ποταμού 'Οριγκον. Το ύψος της μπορεί να φθάσει τα 80 m και η διάμετρος του κορμού της τα 4 m.

Το ξύλο της έχει χρώμα ανοικτότερο από το πιτσ-πάιν και περιέχει αρκετή ρητίνη. Αντέχει πολύ στις εξωτερικές επιδράσεις και δεν απορροφά εύκολα υγρασία. Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται κυρίως για την κατασκευή των ρολών των παραθύρων.

2) Οικογένεια πλατυφύλλων.

Στην οικογένεια αυτή ανήκουν τα παρακάτω είδη, από τα οποία εξάγεται δομική ξυλεία.

- a) **Δρυς.** Υπάρχουν πολλά είδη δρυός, αλλά μόνο από ορισμένα λαμβάνεται δομική ξυλεία. Φύεται σε όλη την Ευρώπη, τη Δυτική Ασία μέχρι τον Καύκασο και στη Β. Αμερική.

Το ξύλο της είναι σκληρό, βαρύ, χωρίς πολλούς πόρους και συνεπώς παρουσιάζει μεγάλη αντοχή στις εξωτερικές επιδράσεις. Μέσα στο νερό αυξάνεται η αντοχή του και μαυρίζει.

Το χρώμα του είναι κιτρινωπό και παρουσιάζει βένες ίσιες και χρυσαλλίδες ωραιότατες. Χρησιμοποιείται μόνο το ξύλο της καρδιάς, του σομφού είναι πολύ μαλακό και απορίπτεται.

Γενικά θεωρείται από τα καλύτερα ξύλα τόσο λόγω της εμφανίσεώς του, όσο και λόγω της ανθεκτικότητάς του. Χρησιμοποιείται για την κατασκευή πατωμάτων, κλιμάκων, κουφωμάτων πολυτελείας, για επενδύσεις τοίχων και σε μεγάλη κλίμακα στην επιπλοποιία και βαρελοποιία. Διακρίνεται σε πολλές ποιότητες ανάλογα με την απόχρωση, την ύπαρξη ή μη ελαττωμάτων, την πυκνότητα και τη διάταξη των χρυσαλλίδων. Η καλύτερη ποιότητα θεωρείται ότι προέρχεται από τη Σλοβενία. Η αμερικανική δρυς έχει χρώμα κοκκινωπό και θεωρείται κατώτερης ποιότητας.

Στην Ελλάδα παράγεται αρκετή ποσότητα ξύλου δρυός, η οποία καλύπτει σε μεγάλο βαθμό την εγχώρια κατανάλωση για δομικές εργασίες (κυρίως πατώματα). Από το εξωτερικό εισάγονται καλύτερες ποιότητες για την επιπλοποιία.

- b) **Οξυά.** Ευδοκιμεί στην κεντρική Ευρώπη, στη Μικρά Ασία και την Ελλάδα.

Το ξύλο της είναι μονόχρωμο με απόχρωση ωχροκόκκινη. Είναι αρκετά σκληρό και φέρει πυκνές ίνες. Στην Ελλάδα παράγεται αρκετή ποσότητα, αλλά η κύρια εξαγωγική χώρα είναι η Αυστρία. Χρησιμοποιείται κυρίως στην επιπλοποιία και λιγότερο στην οικοδομική.

- γ) **Καστανέα** (καστανιά). Ευδοκιμεί σε όλη τη μεσημβρινή Ευρώπη και την Ελλάδα.

Το ξύλο της έχει χρώμα τεφροκίτρινο ή τεφροπράσινο. Ει-

ναι αρκετά σκληρό, μαλακότερο όμως από το ξύλο της δρυός. Χρησιμοποιείται για την κατασκευή δαπέδων και επίπλων. Το ξύλο της ελληνικής καστανιάς είναι αρκετά καλής ποιότητας και παράγεται σε ποσότητες που καλύπτουν την εγχώρια ζήτηση. Η καλύτερη ποιότητα προέρχεται από τις καστανιές του Αγ. Όρους.

- δ) **Πτελέα** (φτελιά ή καταγάτσι). Έχει ξύλο πολύ σκληρό και ελαστικό, το οποίο μπορεί να διατηρηθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα. Δύσκολα υφίσταται επεξεργασία. Χρησιμοποιείται μεταξύ άλλων στην οικοδομική για καρασκευή εξωστοθυρών, για πασσάλους θεμελιώσεως, χειρολισθήρες (κουπαστές). Επίσης χρησιμοποιείται στη ναυπηγική και γενικά σε χονδροκατασκευές. Στην Ελλάδα παράγεται πολύ μικρή ποσότητα. Εισαγωγή γίνεται από τη Γιουγκοσλαβία και την Τουρκία.
- ε) **Μελιός** (δεσποτάκι). Το ξύλο του έχει λευκό χρώμα (πλησιάζει προς το χρώμα του ελεφαντόδοντου) και τα ετήσια στρώματα είναι εμφανή. Είναι σκληρό, βαρύ και γενικά πολύ ανθεκτικό, έχει μεγάλη ελαστικότητα και λυγίζει εύκολα. Χρησιμοποιείται για την κατασκευή λαβών εργαλείων, εσωτερικών δομικών στοιχείων και στην επιπλοποιία. Στην Ελλάδα παράγεται αρκετή ποσότητα, αλλά κατώτερης ποιότητας.
- στ) **Σημύδα**. Ευδοκιμεί στη βόρεια Ευρώπη κυρίως. Το ξύλο της έχει χρώμα ανοικτό τεφροκόκκινο προς το καστανό. Στην Ελλάδα εισάγεται ως κόντρα-πλακέ. Από αυτό κατασκευάζονται οι ξυλόπροκες, οι οδοντογλυφίδες, διάφορα είδη σχεδιάσεως κ.ά.
- ζ) **Κλήθρα ή άλνος** (σκλήθρο). Απαντάται σε όλη την Ευρώπη και στην Ελλάδα. Το χρώμα του ξύλου είναι πολύ ανοικτό προς το λευκό. Είναι μαλακό και σχίζεται εύκολα σε λεπτά φύλλα με περιστροφική κοπή. Χρησιμοποιείται κυρίως για την κατασκευή κόντρα-πλακέ και φθηνών επίπλων. Στην Ελλάδα παράγεται σε αρκετή ποσότητα. Από το εξωτερικό γίνεται εισαγωγή κόντρα-πλακέ.
- η) **Οκουμέ**. Αναπτύσσεται στα τροπικά κλίματα και ιδιαίτερα στην περιοχή του Γκαμπόν της Δ. Αφρικής. Το χρώμα του ξύλου είναι ωχροκόκκινο, έχει πολλούς λεπτούς πόρους, διατηρείται πολύ καλά και σχίζεται εύκολα σε λεπτά φύλλα όπως το σκλήθρο. Χρησιμοποιείται για

την κατασκευή κόντρα-πλακέ, τα οποία είναι καλύτερης ποιότητας από αυτά που κατασκευάζονται από το σκλήθρο. Στην Ελλάδα εισάγεται μόνο με τη μορφή του κόντρα πλακέ.

- θ) **Λεύκη.** Ευδοκιμεί σε όλη την Ευρώπη και τη Μικρά Ασία. Έχει ξύλο λευκό, αλλά πολύ μαλακό και γι' αυτό μικρής αντοχής.

Χρησιμοποιείται για δευτερεύουσες κατασκευές και κυρίως για την κατασκευή χαρτοπολτού. Στην Ελλάδα παράγεται σε μικρές ποσότητες και καταναλώνεται κυρίως για την κατασκευή κιβωτίων και ελάχιστα ως δομικό ξύλο.

- ι) Υπάρχουν και άλλα είδη δένδρων, από τα οποία εξάγεται ξυλεία κυρίως για την επιπλοποιία και για ειδικές εργασίες, αλλά το μεγαλύτερο ποσοστό προέρχεται από τα είδη που προαναφέρθηκαν.

Στον πίνακα 6.2.1 δίνεται η κατά κατηγορίες χρήση των διαφόρων ειδών ξύλου που παρήχθησαν στην Ελλάδα το 1960. Ως μονάδα μετρήσεως ελήφθη το m^3 . Στη στήλη «υπόλοιπες χρήσεις» περιλαμβάνονται «έπιπλα, κιβώτια, βαρέλια, γεωργικά εργαλεία κλπ.». Η παγκόσμια παραγωγή ξύλων το 1960 ανήλθε σε 1.718.000.000 m^3 από τα οποία 57% (ήτοι 980.000.000 m^3 περίπου) καταναλώθηκαν σε δομικά έργα και για την κατασκευή διαφόρων αντικειμένων και 43% (ήτοι 738.000.000 m^3) χρησιμοποιήθηκε ως καύσιμη ύλη.

Η ελληνική παραγωγή αποτελεί πολλοστημόριο της παγκόσμιας. Ανήλθε κατά το 1960 σε 331.000 m^3 τεχνικής ξυλείας και σε 2.000.000 τόνους περίπου καυσίμου. Στην τεχνική ξυλεία περιλαμβάνεται κάθε είδος ξύλου, που χρησιμοποιήθηκε σε πάσης φύσεως κατασκευές, μεταξύ των οποίων και οι δομικές κατασκευές.

6.3 Υλοτομία.

1) Γενικά - Κοπή των δένδρων.

Καλείται **υλοτομία** η εργασία κοπής των δένδρων σε ένα δάσος. Η υλοτομία γίνεται όταν έχει πάυσει η κυκλοφορία των χυμών, δηλαδή κατά τους χειμερινούς μήνες. Τότε το δένδρο έχει προσωρινά σταματήσει να αναπτύσσεται και επομένως περιέχει τη μικρότερη ποσότητα χυμών.

Πριν από την υλοτομία σημαδεύονται τα δένδρα που πρόκειται να κοπούν. Για το σκοπό αυτό λαμβάνονται υπόψη:

ΤΙΤΛΟΚΑΣ 6.2.1
Χρήση της τεχνητής ξυλείας που παρήχθη στην Ελλάδα κατά το 1960 (σε m^3)

α/α	Είδος δένδρων	Καπνογοριές χρήσεως				Υπόλοιπες χρήσεις	Σύνολο
		Οικοδομές	Ναυπηγεία	Στρωτήρες στήν/δρόμων	Τηλεγρ. στύλοι		
1	Έλατο	91.283	661	—	3	—	6.785
2	Πεύκο	74.303	2.974	64	2.095	4.468	8.021
3	Δρυς	11.190	307	2.216	—	7.204	9.550
4	Οξιά	7.759	—	3.915	—	—	46.665
5	Καστανά	8.120	212	20	276	920	3.517
6	Λεύκα	287	—	—	—	—	376
7	Υπόλοιπα είδη	11.736	6	220	1	278	26.562
Σύνολο		204.678	4.160	6.435	2.375	12.873	100.476
							330.997

- Η ηλικία: Για κάθε είδος δένδρου υπάρχει μια ορισμένη ηλικία, που δίνει το καλύτερο και περισσότερο ξύλο.
- Η υγεία: Δένδρα που προσβλήθηκαν από μύκητες (σήψη), έντομα (σαράκια), παγετό κ.ά. συνήθως δεν υλοτομούνται.
- Η μορφή του κορμού: Προτιμώνται δένδρα με ίσιους κατακόρυφους κορμούς.

Η κοπή γίνεται σε σημείο όσο το δυνατό πλησιέστερα προς το έδαφος με τσεκούρι και πριόνι [σχ. 6.3α(α)] ή ανατίναξη με εκρηκτικές ύλες [σχ. 6.3α(β)]. Μετά την πτώση του δένδρου αποκόπτονται η κορυφή και τα μικρά κλαδιά που χρησιμοποιούνται ως καυσόξυλα και κατόπιν αποχωρίζονται οι μεγάλοι κλώνοι. Αυτοί μαζί με τον κορμό θα υποστούν την απαιτούμενη προκατεργασία, για να γίνουν δομική ξυλεία.

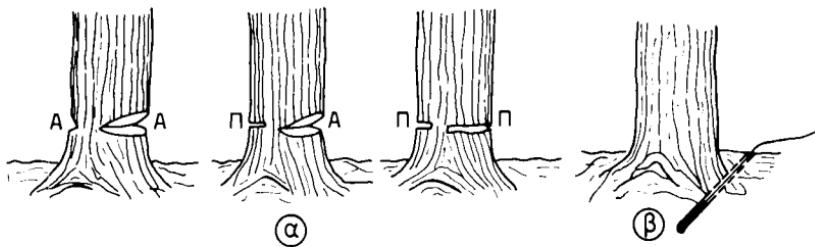
2) Προκατεργασίες του κορμού.

Η ξυλεία στην αρχική της μορφή, δηλαδή στη μορφή που προσφέρεται στο εμπόριο, διακρίνεται σε τρεις τύπους:

- Στρογγυλή.
- Πελεκητή και
- πριστή ή πριονιστή ξυλεία.

Ανάλογα με τον τύπο, στον οποίο πρόκειται να υπαχθούν, τα δένδρα που υλοτομούνται υφίστανται ιδιαίτερη προκατεργασία. 'Ετσι:

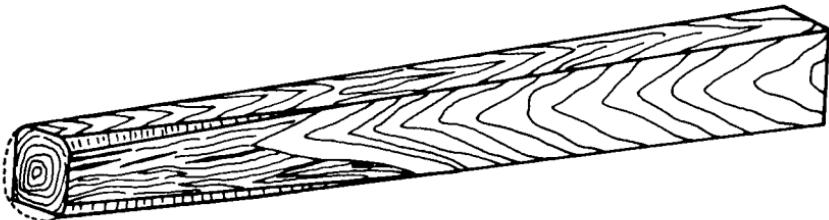
- a) Κορμοί που προορίζονται για στρογγυλή ξυλεία αποφλοιώνονται επί τόπου και πελεκώνται οι βάσεις των κλώνων και κάθε άλλο εξόγκωμα, ώστε να αποκτήσουν ομαλή επιφάνεια. Κατόπιν μεταφέρονται στα εργοστάσια για ξήρανση και περαιτέρω κατεργασία.
- β) Στην πελεκητή ξυλεία ανήκουν τα ξύλα, που προέρχονται από κορμούς ορθογωνισμένους με τσεκούρι. Είναι τα λεγόμενα **«τράβα»**. Ο ορθογωνισμός γίνεται αμέσως μετά την κοπή και την αποφλοίωση, αφού προηγουμένως χαραχθεί πάνω στις δυο κεφαλές του κορμού το σχήμα του ορθογωνίου. Αποκόπτονται με τσεκούρι τα τέσσερα εξωτερικά τμήματα (σχ. 6.3β), τα οποία καλούνται **καπάκια**.
- Σε μεγάλους κορμούς τα καπάκια αφαιρούνται με ειδικά πριόνια, όπως είναι οι καταρράκτες, τα δισκοπρίονα κ.ά. Στη συνέχεια μεταφέρονται στο εργοστάσιο για περαιτέρω κατεργασία.
- γ) Οι κορμοί που προορίζονται για πριονιστή ξυλεία, υφίστανται μόνο αποφλοίωση και στη συνέχεια μεταφέρονται



Σχ. 6.3α.

Τρόποι υλοτομίας των δένδρων:

- α) Με τσεκούρι (πέλεκυς) και πριόνι (Α = τομή με τσεκούρι, Π = τομή με πριόνι).
 β) Με εκρηκτικές ύλες.



Σχ. 6.3β.

Τρόπος κοπής κορμού για την απόκτηση πελεκτήγις ξυλείας

στα εργοστάσια για την περαιτέρω κατεργασία (§ 6.4 και 6.5).

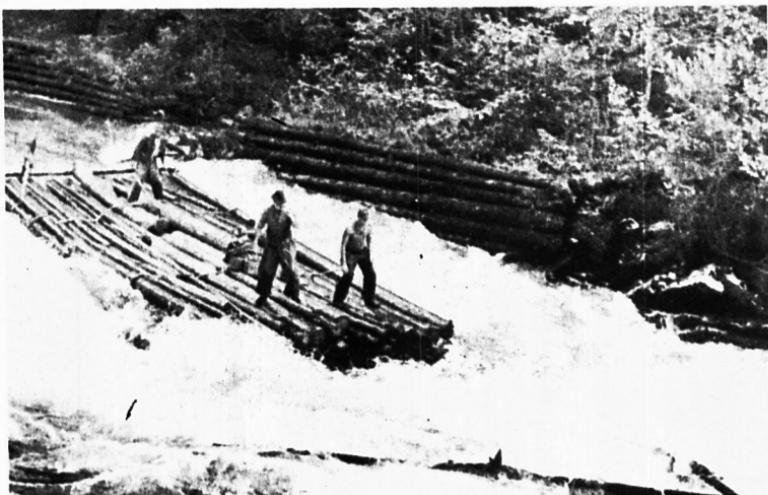
3) Μεταφορά από το δάσος.

Μετά τις προκαταρκτικές εργασίες ακολουθεί η μεταφορά των κορμών στα εργοστάσια με διάφορους τρόπους, που εξαρτώνται κυρίως από τη φύση του εδάφους, όπου βρίσκεται το δάσος. Τα εργοστάσια συνήθως βρίσκονται κοντά στα δάση.

Σε πεδινά δάση οι κορμοί σύρονται με ζώα μέχρι την πλησιέστερη οδό, όπου φορτώνονται σε αυτοκίνητα.

Εάν το έδαφος παρουσιάζει κλίση, τότε δημιουργούνται κατηφορικές οδοί, που ονομάζονται «ρίχτες», από όπου αφήνονται και γλιστρούν οι κορμοί μόνοι τους μέχρι το κατώτερο σημείο.

Εάν υπάρχουν ποτάμια, ρίχνονται οι κορμοί μέσα σε αυτά και η μεταφορά γίνεται από την κίνηση του νερού (σχ. 6.3γ). Η μέθοδος αυτή είναι καλύτερη από κάθε άλλη, γιατί, εκτός της ευθείας μεταφοράς, επιτυγχάνεται συγχρόνως και πλύσιμο του ξύλου από τους χυμούς και τις άλλες επιβλαβείς ουσίες που συντείνουν στη σήψη του.



Σχ. 6.3γ.

Μεταφορά κορμών διά των ποταμών. Ειδικευμένοι εργάτες χειρίζονται κοντάρια για να κατευθύνουν τους κορμούς.

6.4 Προκατεργασίες του ξύλου.

Το ξύλο είναι υλικό πολύ ευπαθές στους ατμοσφαιρικούς και άλλους παράγοντες [§ 6.1(1)]. Γι' αυτό πρέπει να υποβληθεί πριν από τη χρησιμοποίησή του στις κατασκευές, σε ορισμένες προληπτικές κατεργασίες. Οι προκατεργασίες αυτές, κοινές και για τους τρεις τύπους ξυλείας, την καθιστούν ικανή να αντιμετωπίσει με επιτυχία τους διάφορους επιβλαβείς παράγοντες και επιμηκύνουν το χρόνο της ζωής της. Από τις προκατεργασίες οι κυριότερες είναι η έκπλυση και η ξήρανση.

1) Έκπλυση.

Γίνεται στα εργοστάσια που παράγουν τη δομική ξυλεία.

Σκοπός της είναι η απομάκρυνση του φυσικού υγρού (του χυμού), που περιέχεται μέσα στα κύτταρα του ξύλου, ώστε να ελαττωθούν οι πιθανότητες σήψεώς του από τους μικροοργανισμούς που αναπτύσσονται στο χυμό και συγχρόνως να σκληρυνθεί και να αποκτήσει μεγαλύτερη μηχανική αντοχή.

Κατά την έκπλυση απομακρύνονται οι αμυλώδεις και οι άλλες επιβλαβείς ουσίες που περιέχονται στο χυμό. Το νερό με την είσοδό του μέσα στα κύτταρα εκδιώκει το χυμό τους, ο οποίος εί-



Σχ. 6.4α.

Κορμοί δένδρων μέσα σε δεξαμενή νερού για να επιτευχθεί η έκπλυσή τους.

ναι πυκνότερος και έτσι επιταχύνεται η ξήρανση του ξύλου, γιατί το νερό εξατμίζεται ταχύτερα από το χυμό. Η έκπλυση αυτή γίνεται μέσα σε μεγάλες δεξαμενές, όπου τα ξύλα παραμένουν περισσότερο από ένα μήνα (σχ. 6.4α). Εάν η μεταφορά τους από το δάσος έγινε με τη βοήθεια ποταμού, δεν απαιτείται συνήθως νέα εμβάπτισή τους στο νερό των δεξαμενών.

2) Ξήρανση.

Το ξύλο μετά την κοπή του δένδρου έχει περιεκτικότητα σε υγρασία περίπου 40-50%. Μετά από 2-3 χρόνια ξηράνσεως η υγρασία ελαττώνεται σε 12-18%.

Η ξήρανση αυτή επιτυγχάνεται με δύο μεθόδους:

- Φυσική ή αερική ξήρανση.
- Τεχνητή ξήρανση.

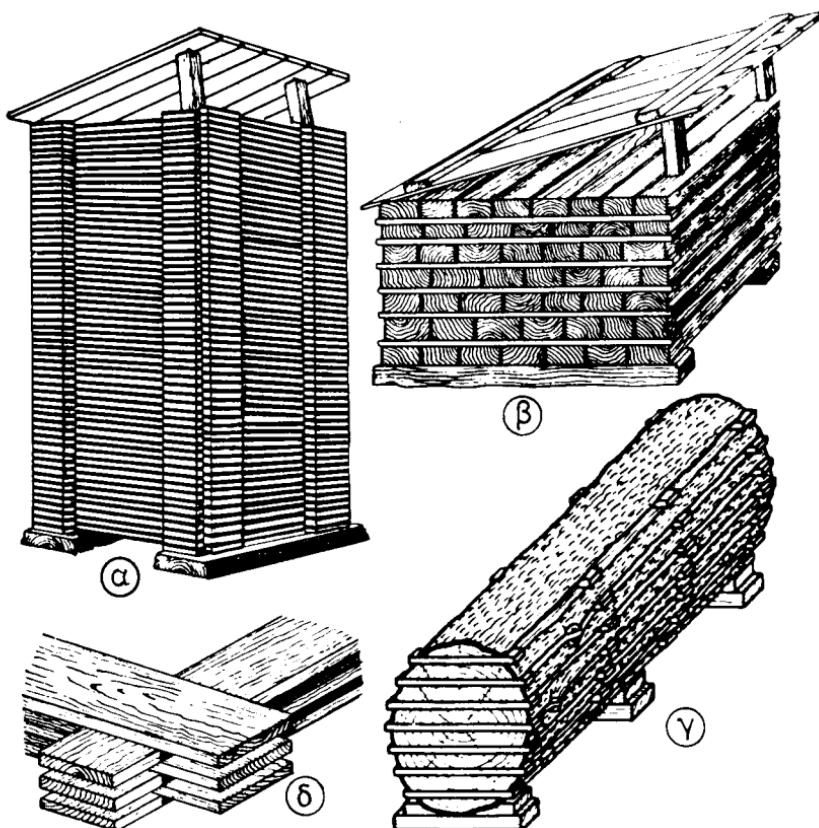
α) Φυσική ξήρανση.

Κατά την πρώτη μέθοδο τα ξύλα μετά την έκπλυση και το σχίσιμό τους τοποθετούνται σε επάλληλες στρώσεις. Μεταξύ των στρώσεων παρεμβάλλονται λεπτές πήχεις, ώστε

τα ξύλα να μην έρχονται σε επαφή μεταξύ τους. Έτσι ο αέρας κυκλοφορεί σε όλο το σωρό και παρασύρει το νερό που εξατμίζεται. Συγχρόνως απομακρύνεται ο κίνδυνος στήψεως στα σημεία επαφής.

Η πρώτη στρώση τοποθετείται πάνω σε ξύλινη σχάρα τελείως οριζόντια και επίπεδη, ώστε όλα τα ξύλα του σωρού να παραμένουν επίπεδα σε όλη τη διάρκεια της ξηράνσεως (σχ. 6.4β).

Επειδή μετά το τέλος της ξηράνσεως τα ξύλα έχουν λάβει



Σχ. 6.4β.

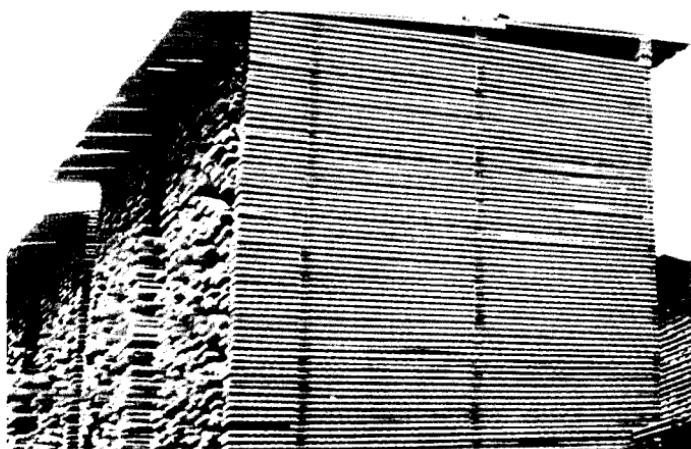
Διάφοροι τρόποι τοποθετήσεων πριστής (πριονιστής) ξυλείας κατά τη διάρκεια της φυσικής ξηράνσεως της: α) Μαλακή ξυλεία. β) Σκληρή ξυλεία. γ) Τακίμι σκληρής ξυλείας (ολόκληρος κορμός μετά το σχισμό του). δ) Λεπτομέρεια γωνίας σωρού μαλακής ξυλείας.

την οριστική τους μορφή, οποιαδήποτε στρέβλωση που οφείλεται σε κακή στίβαση παραμένει ως μόνιμο ελάττωμα και τα καθιστά χρηστά.

'Όταν συμπληρωθεί ο σωρός, τότε καλύπτεται με πρόχειρη σκεπή για να προφυλαχθεί από τις ηλιακές ακτίνες και τη βροχή (σχ. 6.4γ).

Ο χρόνος της φυσικής ξηράνσεως εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Οι κυριότεροι είναι:

- Το είδος της ξυλείας: Τα μαλακά ξύλα (πεύκο, έλατο) παρά το ότι περιέχουν περισσότερη υγρασία, ξηραίνονται ταχύτερα από τα σκληρά ξύλα (καρυδιά, δρυς κλπ.).
- Εάν έχει προηγηθεί έκπλυση ή όχι: Τα ξύλα που έχουν υποστεί έκπλυση ξηραίνονται ταχύτερα.
- Το πάχος και γενικά ο όγκος των ξύλων: Ογκώδη και μεγάλου πάχους ξύλα ξηραίνονται αργότερα από τα λεπτότερα.
- Οι κλιματικές συνθήκες: Σε θερμά και ξηρά κλίματα η ξήρανση γίνεται ταχύτερα παρά σε θερμά ή ψυχρά, αλλά υγρά κλίματα.
- Ο σκοπός για τον οποίο προορίζεται η ξυλεία: Ξυλεία για κοινές κατασκευές αφήνεται λίγο χρόνο και δεν επιδιώκεται πλήρης ξήρανση. Συνήθως, όταν η ξυλεία είναι μαλακή, αφήνεται να ξηρανθεί επί ένα έτος. Ξυλεία



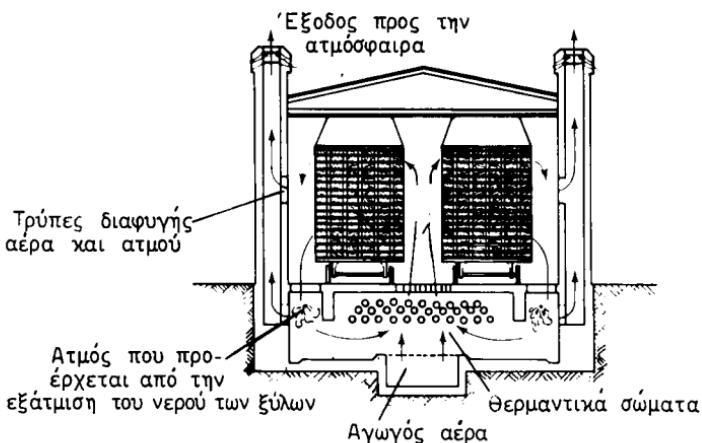
Σχ. 6.4γ.

Φωτογραφία μαλακής ξυλείας στοιβαγμένης σε οριζόντιες στρώσεις για τη φυσική ξήρανση αυτής.

για έπιπλα αφήνεται περισσότερο χρόνο (2 έτη), ενώ τέλος ξύλα που προορίζονται για ειδικές κατασκευές, όπως π.χ. μουσικά όργανα, μπορεί να παραμείνουν και 4 έτη για να ξηρανθούν τελείως.

β) Τεχνητή ξήρανση. Επειδή με τη φυσική ή αερική ξήρανση καταναλώνεται πολύς χρόνος από την κοπή του δένδρου μέχρι την παράδοση της ξυλείας έτοιμης για χρήση και συγχρόνως απαιτείται μεγάλη έκταση για την τοποθέτηση των σωρών, χρησιμοποιούνται πολλές φορές μέθοδοι τεχνητής ξηράνσεως, με τις οποίες επιτυχάνεται ταχύτατα το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα. Οι μέθοδοι αυτοί είναι:

- 1) **Ξήρανση με θερμό αέρα:** Τα ξύλα τοποθετούνται μέσα σε κλειστούς ορθογωνικούς θαλάμους και σωρεύονται όπως και στην περίπτωση της φυσικής ξηράνσεως (σχ. 6.4δ). Κατά μήκος του άξονα και πάνω στο δάπεδο του θαλάμου υπάρχουν τρύπες από τις οποίες διοχετεύεται θερμός αέρας, που κυκλοφορεί μεταξύ των ξύλων και προκαλεί έντονη εξάτμιση. Στις παράλληλες προς τον άξονα πλευρές υπάρχουν άλλες τρύπες, από τις οποίες φεύγει ο ψυχρός και γεμάτος υδρατμούς αέρας.
- 2) **Ξήρανση με ατμό:** Κατά τη μέθοδο αυτή χρησιμοποιείται θάλαμος με κεκλιμένο προς τη μια πλευρά δάπεδο και



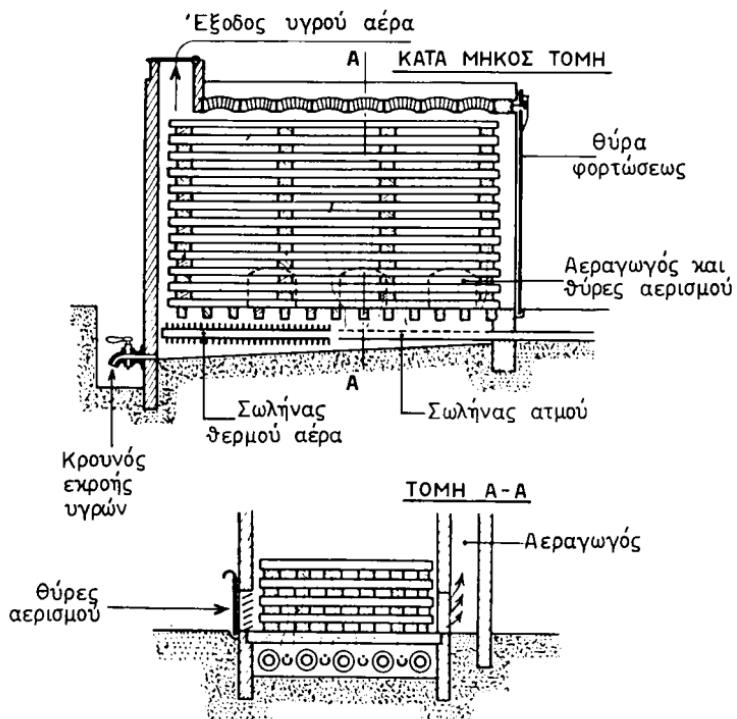
Σχ. 6.4δ.

Ξήρανση ξύλων με θερμό αέρα.

Τα ξύλα μεταφέρονται μέσα στο ξηραντήριο είτε πάνω σε φορεία (όπως στο σχήμα), είτε σωρεύονται απευθείας επάνω στο δάπεδο.

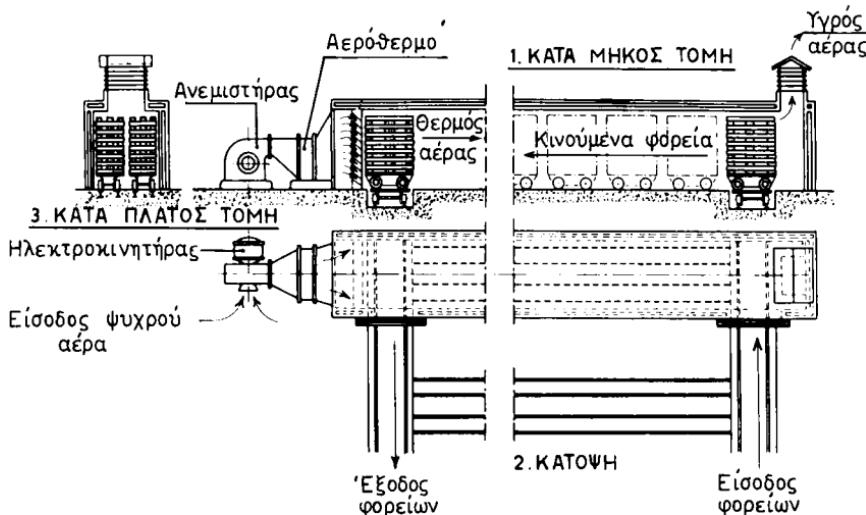
με θυρίδα στην οροφή ή στις πλευρές (σχ. 6.4ε). Τα ξύλα τοποθετούνται στο μέσο, επάνω σε οριζόντια μένη σχάρα χωρίς παρεμβολή πάχεων. Ο ατμός διοχετεύεται με διάτρητους σωλήνες που βρίσκονται σε μια πλευρά του θαλάμου ή κάτω από το δάπεδο και διέρχεται μέσω του σωρού των ξύλων. Ο ατμός αυτός διαποτίζει τα ξύλα και τα ξεπλένει από το χυμό και τις άλλες ουσίες. Γι' αυτό η μέθοδος καλείται και **στρώπλυση**.

Μετά την ψύξη του ατμού τα υγρά πέφτουν πάνω στο δάπεδο και εξέρχονται από έναν κρουνό που βρίσκεται στο χαμηλότερο σημείο του ξηραντηρίου. Όταν το νερό, που βγαίνει από τη βρύση, πάψει να περιέχει ζένες ουσίες και γίνει διαυγές, σημαίνει ότι συμπληρώθηκε η έκπλυση και ανοίγεται η θυρίδα για να στραγγίσουν τα ξύλα. Στη συνέχεια τοποθετούνται σε άλλους χώρους επί ένα έως δυο μήνες για να στεγνώσουν εντελώς.

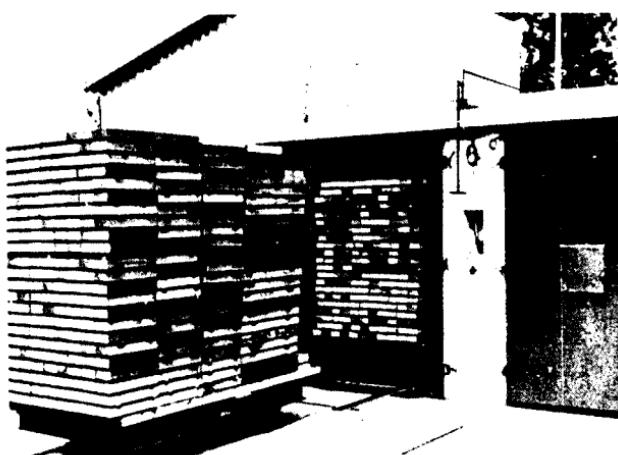


Σχ. 6.4ε.
Ξηραντήριο ξύλων, που λειτουργεί με ατμό.

- 3) **Ξήρανση με καπνό:** Εφαρμόζεται κυρίως για τα ξύλα επιπλοποίας.
- 4) **Συνεχής Ξήρανση** (σχ. 6.4στ): Κατ' αυτή τα ξύλα τοποθετούνται πάνω σε φορεία που κινούνται πάνω σε σιδηροτροχιές (σχ. 6.4ζ). Τα φορεία με μικρή ταχύτητα δια-



Σχ. 6.4στ.
Ξηραντήριο συνεχούς λειτουργίας.



Σχ. 6.4ζ.
Νωπή ξυλεία που μεταφέρεται πάνω σε φορεία σε ξηραντήριο συνεχούς λειτουργίας.

σχίζουν σε όλο το μήκος τον επιμήκη θάλαμο, που θερμαίνεται με θερμό αέρα ή με ατμό.

Από τις παραπάνω μεθόδους-ξηράνσεως, εκείνη που δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα είναι η φυσική ξήρανση, με σοβαρό όμως μειονέκτημα ότι τα ξύλα παραμένουν αχρησιμοποίητα για πολύ χρόνο. Καλά επίσης αποτελέσματα δίνει η μέθοδος του καπνίσματος, όπου τα ξύλα εμποτίζονται με τις πισσούχες ουσίες που περιέχει ο καπνός και έτσι αυξάνει η αντίστασή τους στη σήψη και σε άλλους παράγοντες. Επίσης τα ξύλα γίνονται σκληρότερα και ο χρωματισμός τους παραμένει ζωηρός. Η ξήρανση κατά τη μέθοδο αυτή επέρχεται γρήγορα. Σε δεύτερη μοίρα έρχεται η μέθοδος με θερμό αέρα και τέλος η μέθοδος με ατμό.

6.5 Κατεργασία κορμών για πριστή ξυλεία (ξυλεία για πρινισμό).

1) Γενικά.

'Οπως αναφέραμε προηγουμένως [§ 6.3(2)], από τους τρεις τύπους ξυλείας, οι δυο πρώτοι, δηλαδή η στρογγυλή και η πελεκητή ξυλεία, προέρχονται από την επί τόπου κατεργασία των κορμών και υφίστανται μόνο έκπλυση και ξήρανση, πριν παραδοθούν στην κατανάλωση.

Οι κορμοί που προορίζονται για τον τρίτο τύπο, την πριονιστή ξυλεία, μεταφέρονται σε εργοστάσια, όπου υφίστανται επί πλέον, και πριν από την έκπλυση και την ξήρανση, την πρίση (σχίσιμο ή πριόνισμα).

Τα εργοστάσια είναι κυρίως πριονιστήρια (ή πριστήρια) και διαθέτουν μηχανικά πριόνια διαφόρων τύπων.

Οι συνηθέστεροι τύποι είναι τα δισκοπρίονα (σχ. 6.5α), οι καταρράκτες (σχ. 6.5β), τα κατακόρυφα πριόνια (κ. κορδέλες) (σχ. 6.5γ) και τα οριζόντια πριόνια (σχ. 6.5δ).

Το πριόνισμα κορμού γίνεται με διάφορους τρόπους, ανάλογα με το είδος της πριονιστής ξυλείας που επιθυμούμε να αποκτήσουμε και την αξία που θα έχει το ξύλο.

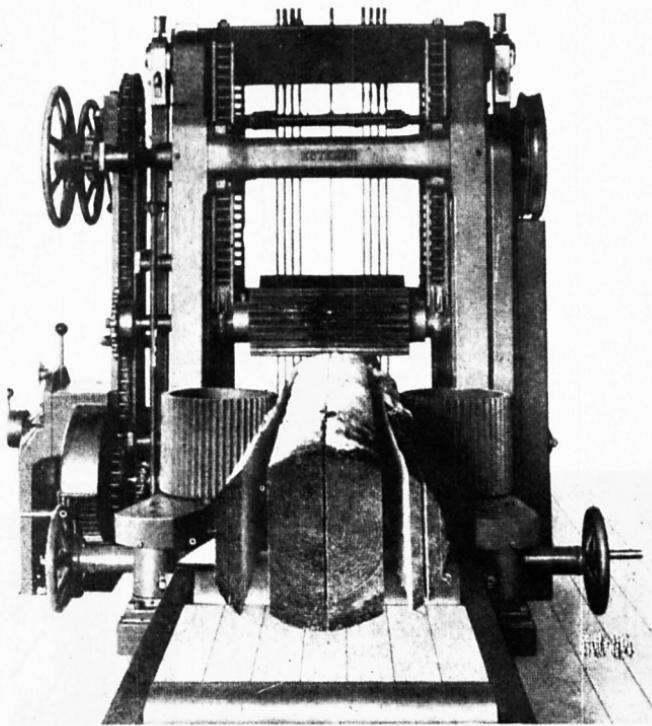
Για την κατανόηση των τρόπων αυτών αναφέρονται πιο κάτω τα βασικά είδη πριονιστής ξυλείας (σχ. 6.5ε):

- Οι δοκοί, οι οποίες έχουν ορθογωνική διατομή.
- Τα καδρόνια, όπου η διατομή είναι τετραγωνικής μορφής ή η διαφορά μεταξύ πλάτους και πάχους είναι σχετικά μικρή.
- Οι πλάκες και οι σανίδες, στις οποίες το πλάτος είναι πολύ μεγαλύτερο από το πάχος.



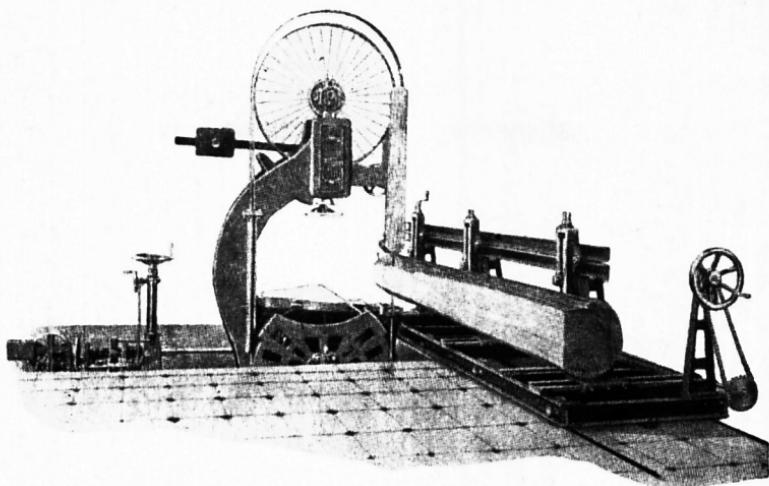
Σχ. 6.5α.

Δισκοπρίονο τοποθετημένο στο ύπαιθρο για την αρχική κοπή μεγάλων κορμών.

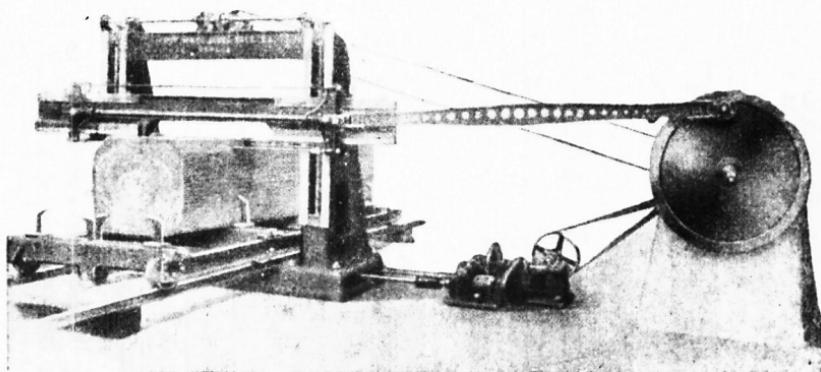


Σχ. 6.5β.

Καταρράκτης που χρησιμοποιείται για την ταυτόχρονη κοπή κορμού σε περισσότερα από ένα τεμάχια.



Σχ. 6.5γ.
Πριονοκορδέλλα κοπής κορμού σε λεπτές σανίδες.



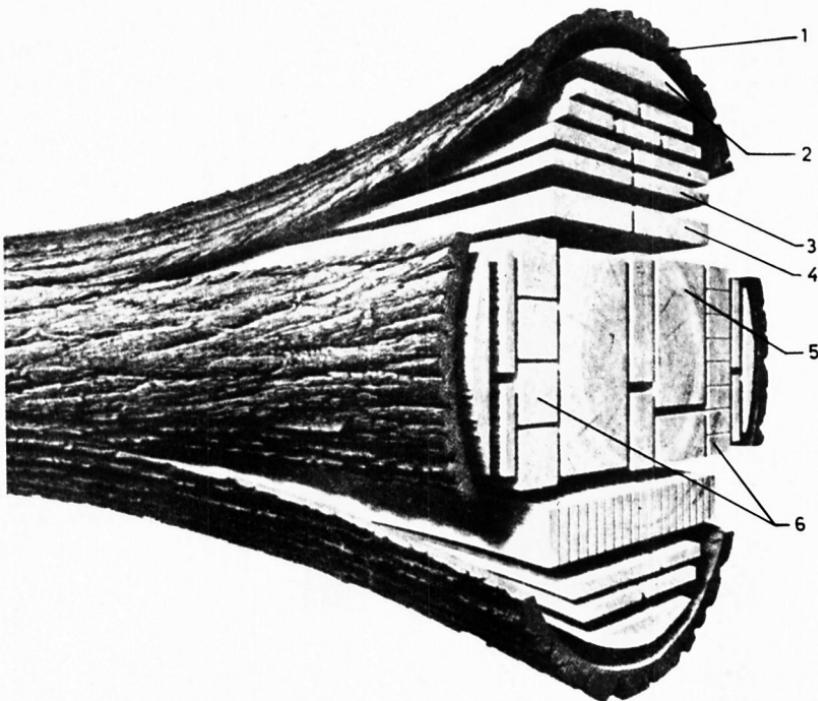
Σχ. 6.5δ.
Πριονισμός με οριζόντιες κορδέλλες.

– Οι οροφοπήχεις.

Το μήκος των τεμαχίων σε όλες τις περιπτώσεις είναι ίσο με το μήκος του κορμού ή κόβεται ίσο με ένα μήκος που καθορίζεται από τους αγοραστές ή τις προδιαγραφές των διαφόρων κρατών.

2) Δοκοί και καδρόνια.

Για να προκύψουν δοκοί ορθογωνικής διατομής, οι κορμοί



Σχ. 6.5ε.

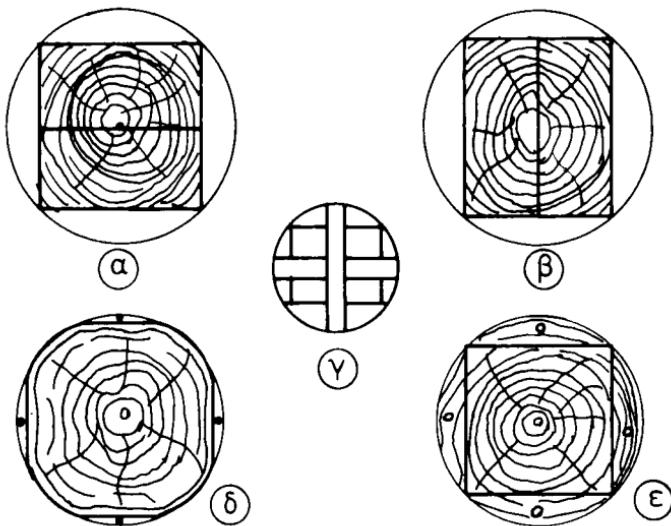
Τα διάφορα είδη πριονιστής ξυλείας, που μπορούν να προκύψουν από τον πριονισμό κορμού: 1) Φλοιός, κατάλληλος μόνο γιά καύση. 2) Καπάκια. Χρησιμοποιούνται εν μέρει για απόκτηση οροφοπήχεων και εν μέρει για βιομηχανίες, που χρησιμοποιούν ως πρώτη ύλη το ξύλο και για βιομηχανίες χαρτιού και τεχνητής ξυλείας. 3) Σανίδες. 4) Πλάκες. 5) Δοκοί. 6) Καδρόνια.

σχίζονται κατά το σχήμα 6.5στ(α) ή το σχήμα 6.5στ(β). Τα καπάκια χρησιμοποιούνται για μικρής διατομής ξυλεία ή για καυσόξυλα. Το πριόνισμα κατά το σχήμα 6.5στ(α) είναι οικονομικότερο από αυτό του σχήματος 6.5στ(β), επειδή γίνεται πλήρης εκμετάλλευση του ξύλου, αλλά οι γωνίες που έχουν αποκοπεί δυσχεραίνουν την καλή σύνδεση των διαφόρων τεμαχίων.

Για να προκύψουν καδρόνια το πριόνισμα μπορεί να γίνει κατά έναν από τους τρόπους που φαίνονται στο σχήμα 6.5στ(γ), (δ) και (ε).

3) Πλάκες και σανίδες.

Για τις πλάκες και σανίδες ακολουθείται ένας από τους ακόλουθους τρόπους πριονισμού;



Σχ. 6.5στ.

Διάφοροι τρόποι πριονισμού κορμού για την απόκτηση δοκών (α) και (β), και καδρονιών (γ), (δ) και (ε).

Πριονισμός κατά τη χορδή ή κατά την εφαπτόμενη και πριονισμός κατά την ακτίνα (σχ. 6.5ζ).

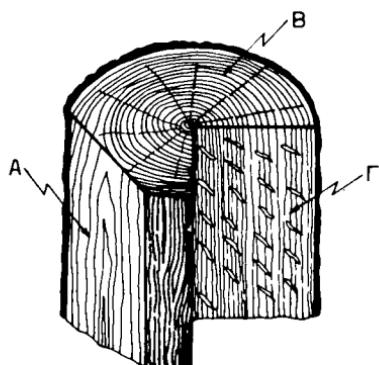
a) **Πριονισμός κατά τη χορδή:** Διακρίνονται δυο παραλλαγές της μέθοδου αυτής.

- Κατά την πρώτη σχίζεται ολόκληρος ο κορμός κατά παράλληλες γραμμές [σχ. 6.5η(α)]. Οι πλάκες που προκύπτουν καλούνται «αξεφάρδιστες», γιατί το πλάτος κάθε μιας είναι διαφορετικό. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται σε ακριβά ξύλα, κυρίως επιπλοποιίας (όπως π.χ. στην καρυδιά), επειδή δεν αφήνει άχρηστα τεμάχια. Το πάχος των πλακών κυμαίνεται από 4-12 cm.

Κατά τη δεύτερη [σχ. 6.5η(β)], αφαιρούνται δυο απέναντι καπάκια και στη συνέχεια σχίζεται ο κορμός σε κάθετες τομές. Οι πλάκες που προκύπτουν και οι σανίδες είναι «ξεφαρδισμένες», έχουν δηλαδή όλες το ίδιο πλάτος. Εφαρμόζεται σε φθηνότερα ξύλα, όπως π.χ. στο ξύλο της ελάτης.

Στον πριονισμό κατά τη χορδή παρατηρούμε ότι:

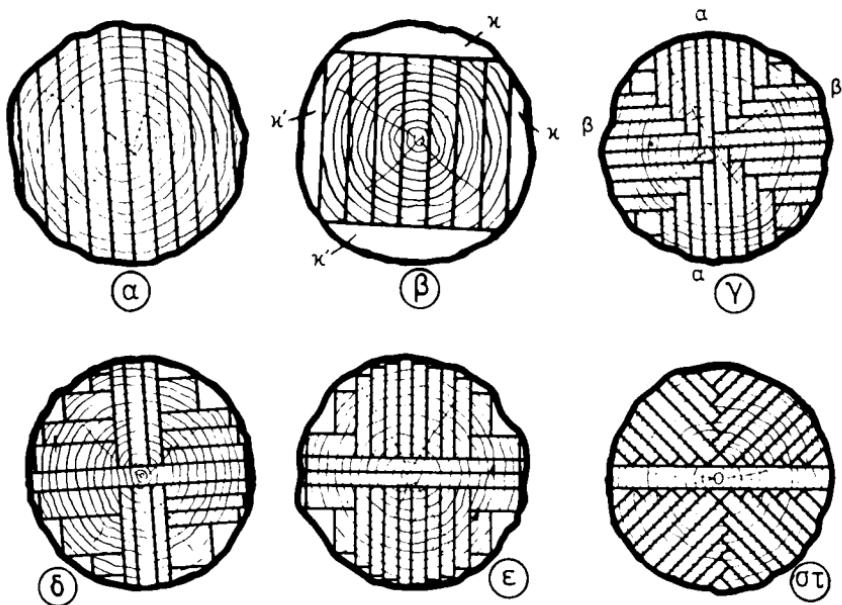
- Οι μεσαίες πλάκες είναι καλύτερης ποιότητας από τις ακραίες, γιατί περιλαμβάνουν το ξύλο της καρδιάς, που είναι το σκληρότερο τμήμα του κορμού.



Σχ. 6.5ζ.

Τρόποι κοπής κορμού:

(Α) Κοπή κατά τη χορδή ή την εφαπτόμενη. (Β) Εγκάρσια τομή. (Γ) Κοπή κατά την ακτίνα. Διακρίνεται η διαφορετική εμφάνιση των επιφανειών των τομών ανάλογα με την κατεύθυνση της κοπής.



Σχ. 6.5η.

Διάφοροι τρόποι πριονισμού κορμού για την απόκτηση πριονιστής ξυλείας.
α) και β) Πριονισμός κατά τη χορδή. γ), δ), ε) και στ) Πριονισμός κατά την ακτίνα.

- Η αντοχή της επιφάνειας των πλακών στη φθορά είναι μειωμένη, επειδή οι τομές δεν είναι κάθετες στους ετήσιους δακτύλιους.

β) Πριονισμός κατά την ακτίνα [σχ. 6.5η(γ)] Κατά τη μέθοδο αυτή ο κορμός σχίζεται κατ' αρχή σε τέσσερα τεμάχια κατά τις διαμέτρους α-α και β-β. Στη συνέχεια κάθε τεμάχιο πριονίζεται εναλλάξ σε κάθε μια από τις δυο επίπεδες επιφάνειές του και έτσι προκύπτουν σανίδες συνεχώς στενότερες. Τελικά προκύπτουν εκτός από τις σανίδες και τέσσερα καδρόνια. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε χονδρούς κορμούς δένδρων ή σε ακριβά ξύλα, τα οποία έχουν χρυσαλλίδες, όπως η δρυς. Οι σανίδες, που προκύπτουν κατά τη μέθοδο αυτή, παρουσιάζουν ωραία επιφάνεια και εμφανίζουν μεγαλύτερη αντοχή στη φθορά, γιατί οι ετήσιοι δακτύλιοι τους είναι κομμένοι σχεδόν κάθετα.

Παραπλήσιοι είναι και οι τρόποι πριονισμού κατά τα σχήματα 6.5η(δ), (ε) και (στ).

4) Λεπτά φύλλα.

Προκειμένου να παραχθούν λεπτά φύλλα, τα οποία θα χρησιμοποιηθούν στην επιπλοποία ως καπλαμάδες ή στην κατασκευή κόντρα-πλακέ, ο κορμός που πρόκειται να υποστεί επεξεργασία τίθεται μέσα σε ατμό κάτω από πίεση για να μαλακώσει και να κοπεί ευκολότερα (σχ. 6.5θ).

Η κοπή γίνεται ή κατά παράλληλα στρώματα [σχ. 6.5ι(α)] από ειδικές μηχανές με τη βοήθεια κινουμένων λεπίδων ή κατά περιφέρεια [σχ. 6.5ι(β)] με συνεχή περιστροφή του κορμού σε κατάλληλο τόρνο.

Στην πρώτη περίπτωση μπορεί να παραχθούν φύλλα πάχους από $1/4$ mm έως 4mm, αλλά το πλάτος και το μήκος τους είναι περιορισμένα και ίσα περίπου με τη διάμετρο και το μήκος του κορμού αντίστοιχα. Στη δεύτερη περίπτωση το πάχος των φύλλων μπορεί να είναι $1/2$ mm έως 8mm, αλλά το μήκος τους είναι πολύ μεγάλο, δεδομένου ότι ένας κορμός μπορεί να εκτυλιχθεί σε μονοκόμματο ομοιοπαχές φύλλο (σχ. 6.5ια). Το πλάτος τους είναι ίσο με το μήκος του κορμού.

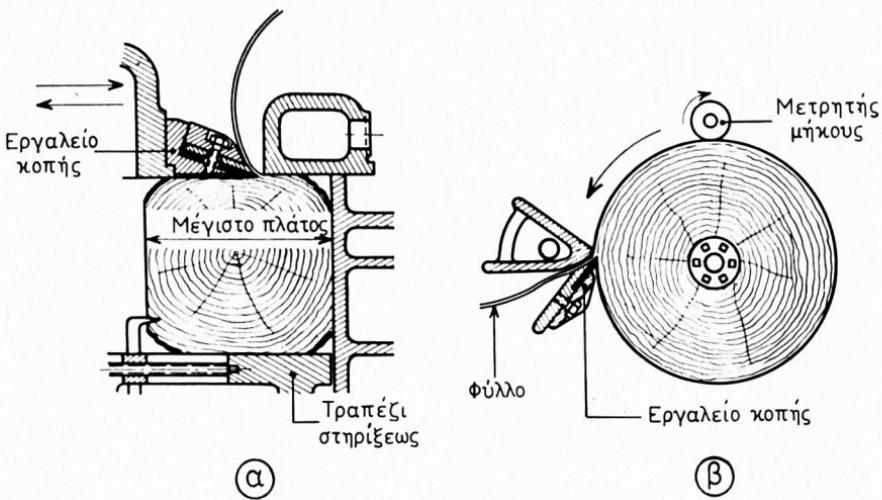
6.6 Ιδιότητες του ξύλου.

Ο βαθμός εκδηλώσεως των διαφόρων ιδιοτήτων του ξύλου ποικίλλει ευρύτατα. Οι παρουσιαζόμενες μεγάλες διαφορές δεν



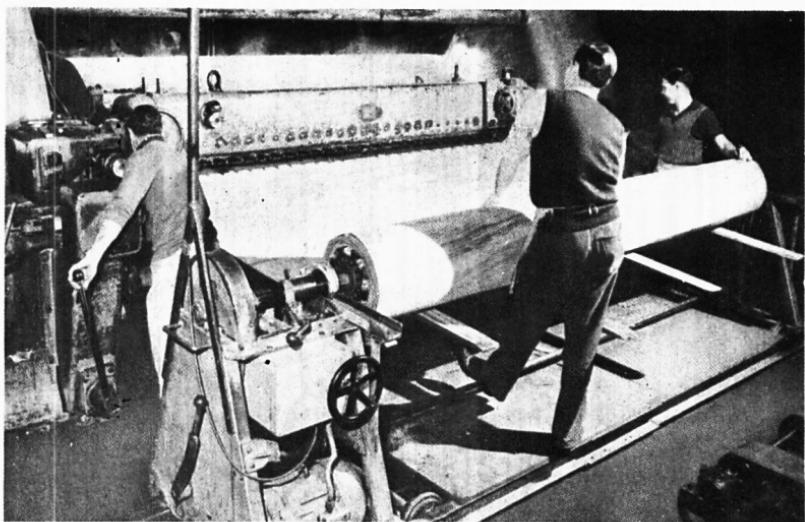
Σχ. 6.50.

Κορμοί δένδρων που προορίζονται για κοπή σε λεπτά φύλλα. Στο βάθος διακρίνεται ο χώρος, στον οποίο τοποθετούνται μέσα σε ατμό για να μαλακώσουν.



Σχ. 6.51.

Τρόποι αποκτήσεως λεπτών φύλλων. α) Κοπή σε παράλληλα φύλλα. β) Κοπή κατά την περιφέρεια.



Σχ. 6.5ια.
Μηχανή εκτυλίξεως σε λεπτό φύλλο.

συναντώνται μόνο μεταξύ ξύλων που προέρχονται από διάφορα δένδρα, αλλά και μεταξύ ξύλων από το ίδιο είδος δένδρου και ακόμη μεταξύ ξύλων που προέρχονται από τον ίδιο κορμό.

Το γεγονός αυτό οφείλεται:

- Στην προέλευση του ξύλου από ζώντες οργανισμούς (των δένδρων). Η ανάπτυξή τους και η εν γένει κατασκευή τους εξαρτάται από ποικίλους παράγοντες εδάφους, κλίματος, είδους, ηλικίας, θέσεως στο δάσος, προσανατολισμού.
- Στο ότι η μάζα του δεν είναι ομοιογενής, αλλά αποτελείται από επάλληλα στρώματα ινών, με συνέπεια να εκδηλώνονται σε διαφορετικό βαθμό ορισμένες ιδιότητές του, όταν ελέγχονται παράλληλα ή κάθετα προς τις ίνες και
- στην ύπαρξη ελαττωμάτων εμφανών ή αφανών.

Για τους λόγους αυτούς είναι πολύ δύσκολος ο προσδιορισμός ένος τεμαχίου ξύλου, έστω και αν είναι γνωστό το είδος του δένδρου από το οποίο προέρχεται. Μόνο πεπειραμένοι ειδικοί ή καλύτερα εργαστηριακή έρευνα μπορεί να δώσει αποτελέσματα ικανοποιητικά.

Οι βασικές ιδιότητες που πρέπει να εξετασθούν σε ένα ξύλο, προκειμένου να χρησιμοποιηθεί στις δομικές κατασκευές, είναι οι παρακάτω;

1) Πυκνότητα - Απόλυτο και φαινόμενο ειδικό βάρος.

α) Η πυκνότητα, δηλαδή ο όγκος της ύλης, που περιέχεται στη μονάδα του φαινόμενου όγκου στα διάφορα είδη των ξύλων, κυμαίνεται μεταξύ 0,10 και 0,80. Υπάρχουν δηλαδή ξύλα, στα οποία τα κενά καταλαμβάνουν τα 0,90 του όλου όγκου, και άλλα στα οποία καταλαμβάνουν τα 0,20. Επίσης ξύλα, που προέρχονται από τον ίδιο κορμό, παρουσιάζουν διαφορά στην πυκνότητά τους, γιατί ο σομφός είναι αραιότερος από την καρδιά.

Η πυκνότητα του ξύλου επηρεάζει σημαντικά άλλες ιδιότητές του: το ειδικό βάρος, τη σκληρότητα και την εν γένει αντοχή του. Κυρίως όμως επιδρά στην ικανότητά του να απορροφά υγρασία. 'Οσο αραιότερο (μικρής πυκνότητας) είναι το ξύλο, τόσο περισσότερο υγρασία μπορεί να απορροφήσει. Γίνεται επομένως περισσότερο ευπρόσβλητο στις δυσμενείς επιδράσεις της. Επίσης, τα ξύλα μικρής πυκνότητας ξηραίνονται πολύ δύσκολα και συγκρατούν μετά την ξήρανση περισσότερη υγρασία από ό,τι τα μεγάλης πυκνότητας.

Απαραίτητο λοιπόν είναι να χρησιμοποιούνται ξύλα με μεγάλη πυκνότητα, όταν μάλιστα πρόκειται να χρησιμοποιηθούν σε κάτασκευές, που έρχονται σε άμεση επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον.

β) Το φαινόμενο ειδικό βάρος (s), το βάρος δηλαδή της ύλης που περιέχεται στη μονάδα του όγκου, είναι ιδιότητα αντίστοιχη προς την πυκνότητα και ισχύουν, και γι' αυτό, τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω. Επειδή μάλιστα είναι ευκολότερη η μέτρηση του φαινόμενου ειδικού βάρους από τη μέτρηση της πυκνότητας, συνήθως δίνονται μόνο τα φαινόμενα βάρη των διαφόρων ξύλων.

Πρέπει όμως να διαπιστώνεται εάν τα ξύλα είναι όσο πρέπει ξηρά, διότι η υγρασία αυξάνει το φαινόμενο ειδικό βάρος.

Στον πίνακα 6.6.1 δίνονται τα φαινόμενα βάρη για διάφορα είδη ξύλων και με διάφορους βαθμούς υγρασίας. Στην πρώτη στήλη αναφέρονται τα βάρη των χλωρών ξύλων (αμέσως μετά την υλοτομία). Στη δεύτερη στήλη τα βάρη των ξύλων, από τα οποία έχει αφαιρεθεί τελείως η υγρασία και στην τρίτη τα βάρη που δίνονται από τον ελληνικό κανονισμό περί «Βαρών και φορτίσεων οικοδομικών κατασκευών» για ξύλα με φυσική υγρασία 15% και με την προϋπόθεση ότι οι κατασκευές που προέρχονται από αυτά προφυλάσσονται από την υγρασία. Σε περίπτωση που υπάρχει πιθανότητα να απορροφήσουν υγρασία, αυξάνονται κατά 50 kp/m³.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.6.1
Φαινόμενα βάροι ξύλων (σε kp/m³)

Είδος	Χλωρά	Ξηρά	Με φυσική υγρασία 15%
Δρυς	1080	810	900
Έλατο	910	470	550
Καρυδιά	920	710	—
Καστανιά	990	660	—
Λάρτσινο	950	580	650
Μαόνι	980	810	—
Μελιός	920	750	—
Οξυά	930	730	750
Πεύκο σουηδικό	880	520	550
Πιτσ-Πάιν	900	650	750
Φτελιά	970	690	—
Σημύδα	950	640	—
Σκλήθρο	820	540	—
Σφένδαμνος	940	670	—
Φλαμούρι	740	450	—

Εκτός από αυτά που αναφέρονται στον πίνακα, υπάρχουν και ξύλα βαρύτερα από το νερό με φαινόμενο ειδικό βάρος 1290 kp/m³ (σιδηρόξυλο).

Το φαινόμενο ειδικό βάρος χρησιμοποιείται κυρίως για να βρούμε το βάρος του ξύλου.

Το απόλυτο ειδικό βάρος (u) του ξύλου είναι περίπου το ίδιο για όλα τα είδη των ξύλων και είναι ίσο προς 1,6.

'Εχει μικρή πρακτική σημασία, αλλά είναι δυνατό από αυτό και το φαινόμενο ειδικό βάρος να βρεθεί η πυκνότητα ρ ενός ξύλου από τον τύπο;

$$\rho = \frac{s}{u}$$

2) Σκληρότητα.

Είναι η αντίσταση που προβάλλει το ξύλο στην είσοδο μέσα στη μάζα του ενός αιχμηρού εργαλείου ή ενός καρφιού, ή στη φθορά που υφίσταται κατά την τριβή. Η σκληρότητα εξαρτάται άμεσα από την πυκνότητα του ξύλου και από την υγρασία που περικλείει. Τα ξύλα με πυκνές ίνες και μικρή περιεκτικότητα σε υγρασία είναι σκληρότερα. Επίσης η επιφάνεια, που είναι κάθε-

τη στη διεύθυνση των ινών, παρουσιάζει μεγαλύτερη σκληρότητα από την επιφάνεια που είναι παράλληλη προς αυτή.

Τα ξύλα που προέρχονται από διάφορα είδη δένδρων ή τμήματα του ίδιου δένδρου, παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές στο βαθμό σκληρότητας. Έτσι κατατάσσονται:

- Η δρυς, η φτελιά, το δεσποτάκι, η καστανιά στα σκληρά ξύλα.
- Το λαρικοειδές πεύκο, το σκλήθρο στα ημίσκληρα.
- Το έλατο, το φλαμούρι κλπ. στα μαλακά.

Η ιδιότητα της σκληρότητας εξετάζεται σε ξύλα, που προορίζονται για πατώματα ή άλλες κατασκευές που υφίστανται τριβές, ή για κατασκευές που υφίστανται έντονες εξωτερικές δράσεις.

Πάντως γενικά η αντοχή των ξύλων στις τριβές είναι μικρή συγκρινόμενη με την αντοχή των περισσοτέρων δομικών υλικών. Στο σχήμα 6.6α εικονίζεται η φθορά πατώματος από τριβές. Χαρακτηριστικό είναι ότι οι ίνες του θερινού ξύλου καθώς και οι ρόζοι παρουσιάζουν μεγαλύτερη σκληρότητα από τις ίνες του εαρινού (ανοιξιάτικου) ξύλου.

Η μέτρηση της σκληρότητας γίνεται στα εργαστήρια δομικών υλικών με τη βοήθεια καταλλήλων μηχανών.

3) Μηχανική αντοχή.

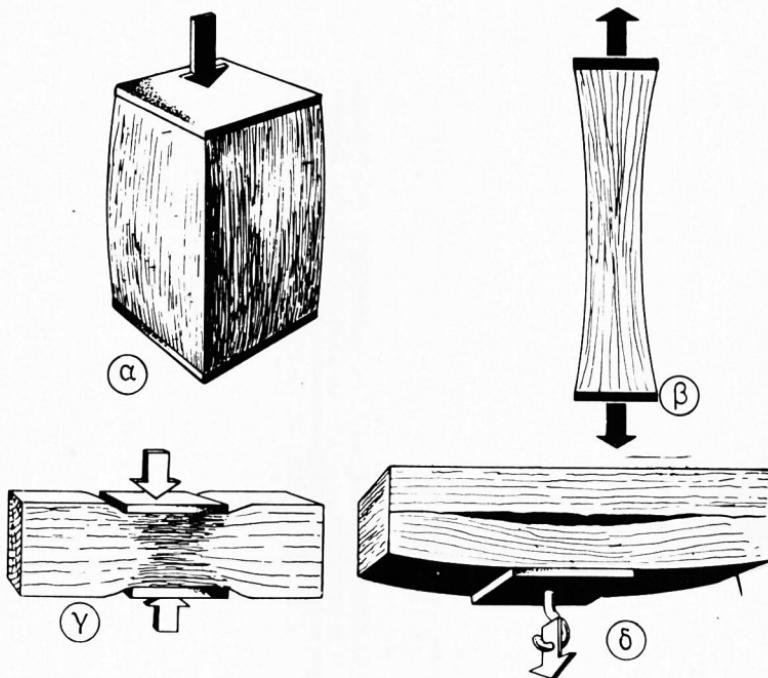
Στα ξύλα που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για δομικές κατασκευές, πρέπει να ερευνηθεί η αντοχή τους στις διαφόρων ειδών καταπονήσεις, όπως είναι η θλίψη, ο εφελκυσμός, η κάμψη και η διάτμηση.

Λόγω της ιδιάζουσας δομής του ξύλου, το οποίο αποτελείται από δέσμες λεπτών ινών, η αντοχή που παρουσιάζει, όταν οι εξωτερικές δυνάμεις δρουν αντίθετα (συμβολισμός $P \perp$) ή παράλληλα (συμβολισμός $P //$) προς τις δέσμες αυτές, είναι διαφορετική. Πράγματι, έαν μια εφελκυστική δύναμη ενεργεί παράλληλα προς τις ίνες, για να υπερνικήσει την αντοχή του ξύλου πρέπει να τις σπάσει, ενώ έαν δρα κάθετα προς αυτές αρκεί να τις διαχωρίσει για να καταστραφεί η συνοχή του υλικού. Το ίδιο συμβαίνει και για τις δυνάμεις θλίψεως (σχ. 6.6β). Επομένως η μεγαλύτερη αντοχή ενός ξύλου σε εφελκυσμό και θλίψη εμφανίζεται όταν οι εξωτερικές δυνάμεις δρουν παράλληλα προς τη διεύθυνση των ινών. Η μικρότερη αντοχή παρουσιάζεται όταν οι δυνάμεις δρουν με γωνία 45° προς τη διεύθυνση των ακραίων ινών (σχ. 6.6γ).



Σχ. 6.6α.

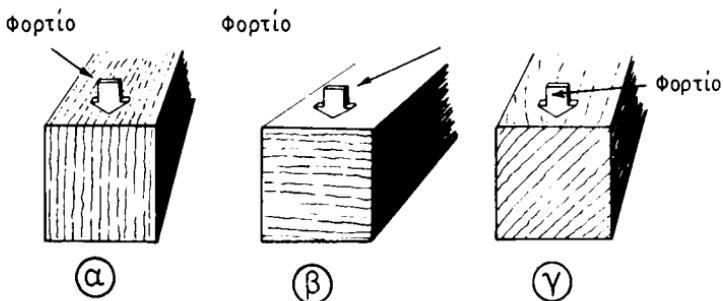
Στη μικρή σκληρότητα του ξύλου οφείλονται οι φθορές που φαίνονται στο εικονιζόμενο πάτωμα.



Σχ. 6.6β.

Τρόποι φορτίσεως ξύλων από τις εξωτερικές δυνάμεις.

α) και β) Θλίψη και εφελκυσμός παράλληλα προς τις ίνες. γ) και δ) Θλίψη και εφελκυσμός κάθετα προς τις ίνες.



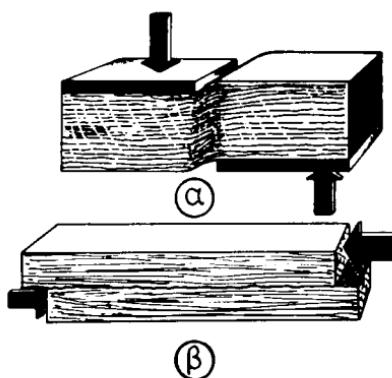
Σχ. 6.6γ.

Η αντοχή του ξύλου σε θλίψη είναι μεγαλύτερη, όταν αυτό φορτίζεται με δυνάμεις παράλληλες προς τις ίνες (α). Η αμέσως μικρότερη αντοχή εμφανίζεται όταν δρουν κάθετα (β), και η πιο ασθενής αντοχή, όταν δρουν με γωνία 45° προς τις ίνες (γ).



Σχ. 6.6δ.

Συμπεριφορά του ξύλου, όταν υφίσταται κάμψη από εξωτερικές δυνάμεις κάθετες προς τις ίνες.



Σχ. 6.6ε.

Εξωτερικές δυνάμεις που προκαλούν διάτμηση.

- α) Δυνάμεις κάθετες στις ίνες (μέγιστη αντοχή). β) Δυνάμεις παράλληλες προς τις ίνες.

Αντίθετα, για δυνάμεις που προκαλούν κάμψη, το ξύλο παρουσιάζει τη μεγαλύτερη αντοχή, όταν η διεύθυνσή τους είναι κάθετη προς τις ίνες. Αυτό συμβαίνει γιατί αναπτύσσονται στο εσωτερικό του ξύλου τάσεις εφελκυσμού στο κάτω μισό (σχ. 6.6δ) και θλίψεως στο επάνω μισό, κάθετα στις εξωτερικές δυνάμεις. Κατά συνέπεια, οι ίνες που είναι κάθετες στα εξωτερικά φορτία και παράλληλες προς τις τάσεις, μπορούν ευκολότερα να αντισταθούν στην ενέργεια των δυνάμεων αυτών.

Επίσης, η αντοχή του ξύλου σε διάτημηση είναι μεγαλύτερη όταν οι εξωτερικές δυνάμεις δρουν κάθετα στις ίνες, παρά όταν ενεργούν παράλληλα προς αυτές (σχ. 6.6ε).

Εκτός από τη διεύθυνση των εξωτερικών δυνάμεων, η αντοχή του ξύλου εξαρτάται και από το είδος του δένδρου, από το οποίο προέρχεται. Είναι παρατηρημένο ότι όσο βαρύτερο και σκληρότερο είναι ένα ξύλο, τόσο μεγαλύτερη αντοχή στις διάφορες καταπονήσεις παρουσιάζει.

Επίσης στη μηχανική αντοχή επιδρά και η ξηρότητα. Τα υγρά ή χλωρά ξύλα είναι μικρότερης μηχανικής αντοχής από τα ξηρά.

Τέλος, ουσιαστικός παράγοντας για την αντοχή των ξύλων είναι η ύπαρξη ελαττωμάτων (§ 6.7). 'Ένας ρόζος, ο οποίος δεν είναι καλά συνδεμένος με τις ίνες του ξύλου, μπορεί να ελαττώσει στο μισό ή και περισσότερο την αντοχή ενός κοματιού ξύλου. Το ίδιο μπορεί να συμβεί όταν υπάρχει ένα τμήμα που έχει αρχίσει να σπιτζεί ή όταν τα «νερά» του ξύλου αλλάζουν απότομα κατεύθυνση.

Στον πίνακα 6.6.2 αναγράφονται οι επιτρεπόμενες τάσεις διαφόρων ειδών ξύλων που έχουν ξηρανθεί με φυσικό τρόπο. Η υγρασία που περιέχουν πρέπει να είναι μικρότερη από το 20% του όγκου τους. Με τα σύμβολα // και ⊥ δείχνεται ότι οι δυνάμεις που προκαλούν την αντίστοιχη καταπόνηση είναι παράλληλες ή κάθετες στη διεύθυνση των ινών. Για ξύλα με μεγαλύτερο ποσοστό υγρασίας ή για τα τμήματα των ξύλων που είναι βυθισμένα μέσα σε νερό, οι επιτρεπόμενες τάσεις είναι πολύ μικρότερες. Μπορεί μάλιστα να μειωθούν στο μισό από αυτές που αναγράφονται στον πίνακα.

4) Ελαστικότητα και ευκαρψία.

Ελαστικότητα είναι η ικανότητα ενός σώματος να αναλαμβάνει αμέσως την αρχική του μορφή μετά την αφαίρεση της δυνάμεως, που προκάλεσε την παραμόρφωσή του. Η ιδιότητα αυτή έχει υψηλό βαθμό εκδηλώσεως στα περισσότερα είδη ξύλων.

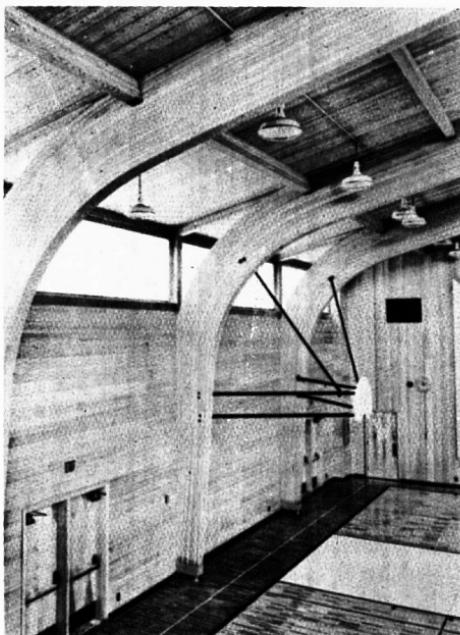
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.6.2
Επιτρεπόμενες τάσεις $\sigma_{\text{επιπ.}}$ και $\tau_{\text{επιπ.}}$ (kp/cm^2)

α/α	Είδος καταπονήσεως	Κατηγορία III		Κατηγορία II		Κατηγορία I	
		Κωνοφόρα	Δρυς Οξυά	Κωνοφόρα	Δρυς Οξυά	Κωνοφόρα	Δρυς Οξυά
1	Κάμψη $\sigma_{\text{επιπ.}}$.	70	75	100	110	130	140
2	Κάμψη σε συνεχείς δοκούς σ _b	75	80	110	120	140	155
3	Εφελκυσμός // προς διεύθυνση. Ινών σ _z	0	0	85	100	105	110
4	Θλίψη // προς διεύθυνση ινών σ _d //	60	70	85	100	110	120
5	Θλίψη ⊥ προς διεύθυνση ινών σ _d ⊥	20	30	20	30	20	30
6	Θλίψη ⊥ προς διεύθυνση ινών όταν επιτρέπονται μικρές αυμπιέσεις σ _d ⊥	25	40	25	40	25	40
7	Διάτμηση // προς διεύθυνση ινών και επιφανειών συγκολλήσεως $\tau_{\text{επιπ.}}$.	9	10	9	10	9	12

Το ξύλο λυγίζει χωρίς να σπάζει κάτω από την επίδραση εξωτερικών δυνάμεων και αποκτά πάλι το αρχικό του σχήμα πόλύ εύκολα. Αντίθετα, τα υλικά που έχομε γνωρίσει μέχρι τώρα (φυσικές πέτρες, τεχνητές πέτρες, σκυρόδεμα), στερούνται πρακτικά αυτή την ικανότητα.

Η ιδιότητα αυτή αποτελεί σπουδαίο προσόν του ξύλου σε πολλές περιπτώσεις, γιατί επιτρέπει την έγκαιρη διάγνωση επικείμενης θραύσεώς του. Σε άλλες όμως περιπτώσεις, όπου επιβάλλεται η κατασκευή να μην παραμορφώνεται, αποτελεί μειονέκτημα.

Η ελαστικότητα διαφέρει στα διάφορα είδη των ξύλων. Εξαρτάται από τη διάταξη των ινών και από τη διεύθυνση της φορτίζουσας δυνάμεως, από το είδος του ξύλου, από την υγρασία που περιέχει και από άλλους παράγοντες. Τα ξύλα με μικρό ειδικό βάρος είναι ελαστικότερα. Επίσης, τα χλωρά ή υγρά ξύλα είναι ελαστικότερα από τα ξηρά και τέλος αυτά που δεν έχουν ρητίνη είναι ελαστικότερα από τα ρητινώδη (από αυτά που έχουν).



Σχ. 6.6στ.

Καμπύλα ξύλινα πλαίσια από συγκολλημένες σανίδες, η κατασκευή των οποίων πέτυχε χάρη στην ευκαμψία που παρουσιάζει το ξύλο.

Ιδιότητα ανάλογη προς την ελαστικότητα είναι και η ευκαμψία, δηλαδή η ιδιότητα κατά την οποία το ξύλο μπορεί να φορτισθεί πέρα από ορισμένο όριο, το όριο ελαστικότητας, και να υποστεί μόνιμη παραμόρφωση, χωρίς να σπάσει. Χρήση αυτής της ιδιότητας γίνεται για την απόκτηση καμπύλων στοιχείων (σχ. 6.6στ.).

5) Υγροσκοπικότητα.

Η ικανότητα του ξύλου να προσλαμβάνει ή να αποδίδει υγρασία είναι πολύ μεγάλη. Αποτελεί σοβαρό μειονέκτημά του, γιατί, όπως θα δούμε, η υγρασία γίνεται αιτία διαφόρων βλαβών και καταστροφών.

Τα μαλακά ξύλα είναι περισσότερο υγροσκοπικά από τα σκληρά και για το λόγο αυτό πρέπει να αποφεύγεται γενικά η χρήση τους σε δομικές εργασίες.

6) Συρρίκνωση συστολή.

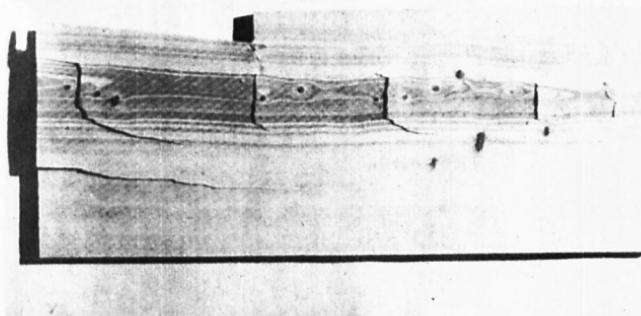
Το ξύλο έχει την ιδιότητα να συστέλλεται και να διαστέλλε-

ται ανάλογα με το βαθμό υγρασίας του μέσα σε πλατιά όρια. Η ιδιότητα αυτή αποτελεί σοβαρότατο μειονέκτημα και εξαρτάται από την υγροσκοπικότητα του ξύλου, από το είδος του δένδρου και από τη θέση του κορμού, από την οποία παίρνουμε το ξύλο. Η ολική συρρίκνωση Β ενός ξύλου καθορίζεται από τη σχέση:

$$B = \frac{V_1 - V_2}{V_2} \times 100 \quad (30)$$

όπου V_1 ο όγκος του δοκιμίου γεμάτου με υγρασία και V_2 ο όγκος του δοκιμίου εντελώς ξηρού. Η ολική συρρίκνωση ποικίλλει σε διάφορα είδη ξύλων από 5-20%.

Καταστρεπτικά αποτελέσματα της συρρικνώσεως φαίνονται στα σχήματα 6.6ζ και 6.6η.



Σχ. 6.6ζ.

Έντονες σχισμές παρουσιάζονται στο μαλακό ξύλο του σομφού λόγω ανομοιό-μορφης συρρικνώσεως του εικονιζόμενου τεμαχίου κατά την ξήρανσή του.



Σχ. 6.6η.

Καταστροφή τεμαχίου ξύλου λόγω ισχυρής συρρικνώσεως.

6.7 Ελαττώματα του ξύλου.

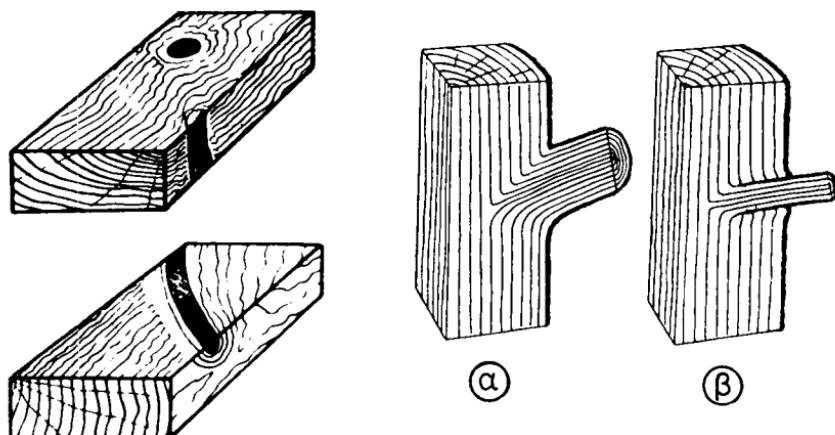
Πιο κάτω θα περιγραφούν τα κυριότερα ελαττώματα που εμφανίζονται στα διάφορα είδη ξύλων.

Αυτά, και οι ιδιότητες που εκδηλώνει κάθε είδος ξύλου, προσδιορίζουν την ποιότητα και την καταλληλότητα ή όχι της χρησιμοποίησέως του στις διάφορες κατασκευές.

1) Ρόζοι.

Οι ρόζοι είναι μικρά ή μεγάλα εγκλείσματα, τα οποία αναπτύσσονται μέσα στη μάζα του ξύλου. Είναι διαφορετικής υφής από το ξύλο που τους περιβάλλει και εμφανίζονται στην επιφάνεια ενός τεμαχίου πριονισμένου ξύλου με κυκλική, ελλειψοειδή ή σπανιότερα επιμήκη μορφή (σχ. 6.7α).

Οι ρόζοι οφείλονται στα κλαδιά που φυτρώνουν από τον κορμό του δένδρου. Η εντεριώνη των κλαδιών αποτελεί συνέχεια της εντεριώνης του κορμού, οι δε ετήσιοι δακτύλιοι του κορμού αλλάζουν διεύθυνση στη βάση του κλαδιού και δημιουργούνται έτσι οι δακτύλιοι του κλαδιού [σχ. 6.7β(a)], οι οποίοι αποτελούν συνέχεια των δακτυλίων του κορμού. Επειδή όμως η ανάπτυξη του κλαδιού δεν ακολουθεί την ανάπτυξη του κορμού, το πάχος των δακτυλίων του είναι πολύ μικρότερο από το πάχος των δακτυλίων του κορμού και το ξύλο τους είναι πολύ σκληρότερο.



Σχ. 6.7β.

Σχ. 6.7α.
Εμφάνιση ρόζων πάνω σε σανίδα.

Δημιουργία ρόζων από τα πλευρικά κλαδιά.
α) Ζωντανό κλαδί. β) Νεκρωμένο κλαδί.

Εάν το κλαδί νεκρωθεί για οποιονδήποτε λόγο, τότε παύει η δημιουργία νέων δακτυλίων γύρω από αυτό. Οι δε ετήσιοι δακτύλιοι του κορμού που δημιουργούνται στη συνέχεια περικλείονται τη βάση του κλαδιού που απομένει [σχ. 6.7β (β)], χωρίς όμως να συνδέονται με αυτή. 'Έτσι δημιουργείται με την πάροδο του χρόνου μια οπή στο κορμό, η οποία περιέχει, τη βάση του νεκρού κλαδιού. 'Οταν όμως ο κορμός πριονισθεί σε σανίδες ή καδρόνια, τότε ένα τμήμα του ξηρού κλαδιού πριονίζεται και παραμένει ως ξηρός ρόζος πάνω στο κομμένο ξύλο. Ο ρόζος αυτός πέφτει, εάν πιεσθεί ελαφρώς με το χέρι και στη θέση του παραμένει μια οπή. Εάν η βάση του νεκρού κλαδιού αρχίζει να σαπίζει, τότε υπάρχει πιθανότητα να καταστραφεί τελείως και το ξύλο του κορμού.'

Μετά από τα πιο πάνω μπορούμε να διακρίνουμε δύο είδη ρόζων:

- α) Ρόζοι που οφείλονται σε ζωντανά κλαδιά. Είναι οργανικά συνδεμένοι με το ξύλο, αλλά διακόπτουν τη συνέχεια των ινών και συγχρόνως έχουν διαφορετική υφή από αυτές.
- β) Ρόζοι που οφείλονται σε νεκρά κλαδιά. Δεν συνδέονται με το ξύλο, πέφτουν εύκολα και αφήνουν οπή. Επομένως το ξύλο, που περιέχει ρόζους αυτού του είδους, είναι άρχηστο και πρέπει να κοπεί σε τεμάχια που δεν περιέχουν τις οπές αυτές.

Ρόζους του πρώτου είδους επιτρέπεται να περιέχει ένα ξύλο, που προορίζεται για τις κατασκευές, αλλά το γεγονός αυτό υποβιβάζει την ποιότητά του. 'Οσο περισσότερους απ' αυτούς περιέχει ένα τεμάχιο, τόσο χαμηλότερης ποιότητας θεωρείται. Οι κανονισμοί για τις ξύλινες κατασκευές προσδιορίζουν σε πόση απόσταση πρέπει να βρίσκεται ο ένας ρόζος από τον άλλο για να καταταγεί το τεμάχιο του ξύλου σε μια ορισμένη ποιότητα.

Η ελαττωματικότητα του ξύλου από την ύπαρξη των ρόζων οφείλεται σε:

- Ελάττωση της αντοχής του, γιατί οι ρόζοι διακόπτουν τη συνέχεια των ινών και κατά συνέπεια εξασθενίζουν στο σημείο εκείνο το ξύλο.
- Τη δυσκολία της τελικής επεξεργασίας, γιατί, λόγω της σκληρότητάς τους, δεν επιτρέπουν το ομαλό ροκάνισμα ή πλάνισμα, ενώ συγχρόνως καταστρέφουν τα εργαλεία.
- Την εμφάνιση ραγάδων στη θέση του ρόζου, διότι κατά την ξήρανση, λόγω διαφορετικής πυκνότητας, συστέλλεται περισσότερο το ξύλο.

- Την εμφάνιση κηλίδων πάνω στις ελαιοβαφές, γιατί στους ρόζους συγκεντρώνεται περισσότερη ρητίνη, προκειμένου για ρητινώδη ξύλα.

Το τελευταίο μειονέκτημα μπορεί να εξαλειφθεί, εάν πριν από την ελαιοβαφή αφαιρεθεί ο μέρης ο ρόζος με εργαλείο ή κάψιμο (ξερόζιασμα) και γεμίσει η οπή με στόκο. Στην περίπτωση αυτή η ρητίνη καίγεται και ο στόκος εμποδίζει τυχόν υπόλειμμα αυτής να βγει στην επιφάνεια και να καταστρέψει τη βαφή.

2) «Στριμμένα νερά» (ελικοειδείς ίνες).

Πολλές φορές ο κορμός του δένδρου δεν αναπτύσσεται ομαλά, αλλά στρέφεται ελικοειδώς και δίνει την εντύπωση σχοινιού (σχ. 6.7γ). Η συστροφή αυτή εμφανίζεται έντονα στα ελαιόδενδρα, ενώ αντίθετα στο έλατο και το πεύκο εμφανίζεται μόνο όταν το έδαφος και οι κλιματικές συνθήκες δεν είναι ευνοϊκές για την ομαλή ανάπτυξη.

Λόγω αυτής της στροφής, οι ίνες του ξύλου δεν προχωρούν παράλληλα προς τον άξονα του κορμού, αλλά ακολουθούν ελικοειδή πορεία γύρω από αυτόν.



Σχ. 6.7γ.

Αριστερά, κορμός με «στριμμένες» ίνες και δεξιά κορμός με ευθύγραμμές ίνες.

Τα «στριμμένα νερά» αποτελούν σοβαρό ελάττωμα, όταν εμφανίζονται σε πριονιστά ξύλα (σανίδες ή καδρόνια). Είναι μια από τις κύριες αιτίες της στρεβλώσεώς τους (πετσικάρισμα) κατά την ξήρανσή τους. Η στρεβλωση αυτή δεν διορθώνεται με κανένα τρόπο και γι' αυτό απαγορεύεται να χρησιμοποιούνται ξύλα με «στριμμένα νερά» για κατασκευή παραθύρων, θυρών και γενικά στοιχείων, τα οποία δεν μπορούν να λειτουργήσουν λόγω στρεβλώσεώς τους.

Απεναντίας επιζητούν ξύλα με «στριμμένα νερά» προκειμένου να κατασκευασθούν καπλαμάδες επίπλων, διότι δημιουργούνται ωραία σχήματα στην επιφάνειά τους.

Τα «στριμμένα νερά» δεν αποτελούν ελάττωμα, όταν εμφανίζονται σε κορμούς, που προορίζονται για στρογγυλή ή πελκητή ξυλεία.

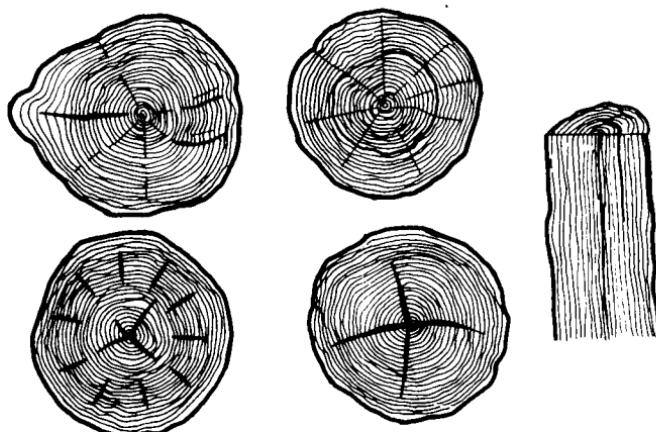
3) Ρωγμές (σκασίματα).

Στα ξύλα παρατηρούνται δύο ειδών ρωγμές:

- Οι εσωτερικές (σχ. 6.7δ) και
- οι εξωτερικές (σχ. 6.7ε).

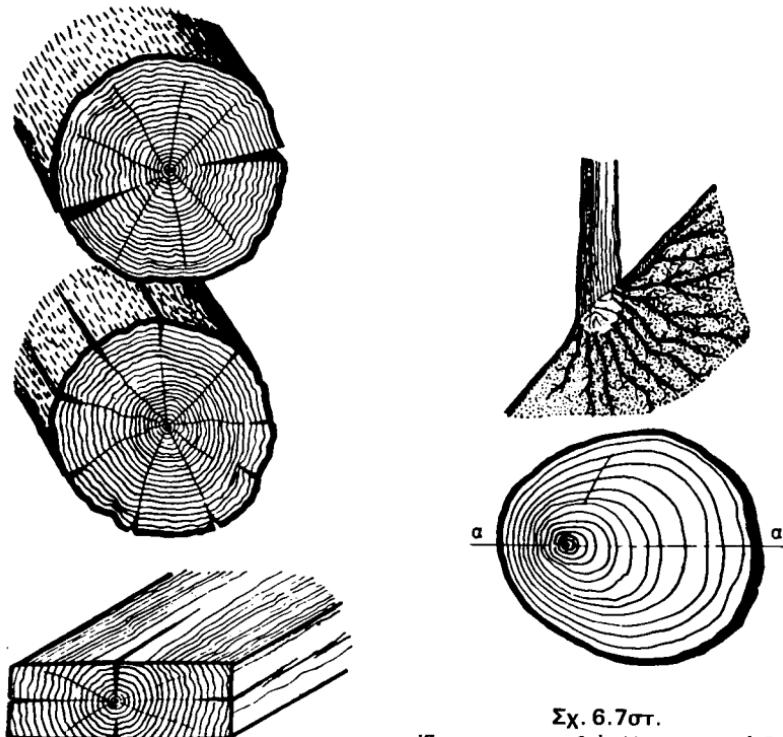
α) Οι πρώτες δημιουργούνται στο κορμό του δένδρου πριν από την κοπή του και οφείλονται:

- Στον παγετό, εξαιτίας του οποίου ο χυμός παγώνει και λόγω της διαστολής του προκαλεί ρωγμές στο ξύλο και
- στη μεγάλη του ηλικία, οπότε το ξύλο της καρδιάς



Σχ. 6.7δ.

Διαφόρων ειδών εσωτερικές ρωγμές.



Σχ. 6.7στ.

Έκκεντρη καρδιά. Η πριονιστή ξυλεία που προκύπτει, όταν ο κορμός σχισθεί κατά τη διάμετρο α-α, είναι ελαττωματική.

Σχ. 6.7ε.
Εξωτερικές ρωγμές που οφείλονται σε απότομη ξήρανση.

συρρικνώνεται (μαζεύει, φυραίνει) και ξεκολλά από το ξύλο του σομφού [σχ. 6.7δ (β)].

Οι κορμοί, που έχουν εσωτερικές ρωγμές, χρησιμοποιούνται μόνο για στρογγυλή ή πελεκητή ξυλεία και ποτέ για πριονιστή.

β) Οι εξωτερικές ρωγμές (σχ. 6.7ε) δημιουργούνται μετά την κοπή του κορμού. Οφείλονται στην απότομη ξήρανση, οπότε ο σομφός του ξύλου, ο οποίος είναι μαλακότερος από την καρδιά, μαζεύει ταχύτερα και για το λόγο αυτό σκάζει. Οι ρωγμές αυτού του είδους, όταν είναι μεγάλες και βαθιές, κάνουν το ξύλο άχρηστο, όταν όμως είναι λεπτές και αβαθείς, δεν θεωρούνται σοβαρό ελάττωμα.

Οι εξωτερικές ρωγμές εμφανίζονται κατά κανόνα στη στρογγυλή και πελεκητή ξυλεία, όταν η ξήρανσή της γίνει με τη φυσική μέθοδο και ο καιρός είναι πολύ ξηρός.

4) Έκκεντρη καρδιά.

Σε μερικές περιπτώσεις, ο δακτύλιος που δημιουργείται κάθε φορά δεν είναι ισοπαχής γύρω από την καρδιά, αλλά εμφανίζεται παχύτερος προς μια κατεύθυνση. Ήταν εμφανίζεται η εικόνα του σχήματος 6.7στ, όπου η καρδιά βρίσκεται μετατοπισμένη προς μια πλευρά του κορμού. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται κυρίως σε δένδρα που φυτρώνουν σε απότομες πλαγιές και το ριζικό τους σύστημα αναπτύσσεται με κατεύθυνση προς τα ανάντι (ανηφορικά). Το ελάττωμα αυτό δημιουργεί ασύμμετρο διάταξη των ινών, όταν ο κορμός σχισθεί κατά τη διάμετρο α-α, και κατά συνέπεια ανομοιόμορφη συρρίκωνση κατά την ξήρανση της πριονιστής ξυλείας.

5) Άλλα ελαττώματα.

Εκτός των παραπάνω ελαττωμάτων που είναι τα συνηθέστερα, υπάρχουν και άλλα, τα οποία οφείλονται είτε σε ανώμαλη ανάπτυξη του κορμού είτε σε ορισμένα έντομα. Τα τελευταία αφήνουν μέσα στο δένδρο ουσίες που προκαλούν ένα είδος αποστήματος, ή κατατρώγουν το ξύλο του, δημιουργώντας οπές και στοές (§ 6.9). Τέλος άλλα ελαττώματα οφείλονται σε τυχαία κτυπήματα και πληγές που δημιουργούνται στα δένδρα.

Τα ελαττώματα αυτά είναι δύσκολο να διαπιστωθούν αμέσως και μόνο πεπειραμένοι τεχνίτες είναι δυνατό να αντιληφθούν, και αυτό όχι πάντοτε.

6.8 Επιβλαβείς παράγοντες και μέτρα προφυλάξεως.

Το ξύλο είναι υλικό κατ' εξοχήν ευπαθές, με συνέπεια να έχει μικρή διάρκεια ζωής και να παρουσιάζει μεγάλες μεταβολές στην εκδήλωση των ιδιοτήτων του. Μόνο εάν ληφθούν εξαιρετικά μέτρα προφυλάξεως, είναι δυνατή η σταθεροποίηση των ιδιοτήτων του, οπότε όμως γίνεται αντιοικονομική η χρήση του για σοβαρές μόνιμες κατασκευές.

Οι κυριότεροι παράγοντες, που επιδρούν δυσμενώς στο ξύλο είναι:

1) Η υγρασία.

Η υγρασία του ξύλου διακρίνεται σε **ενδογενή** και **εξωγενή**.

α) Η ενδογενής οφείλεται σε παραμονή, κυρίως στο τμήμα του σομφού του ξύλου, μετά τις διάφορες κατεργασίες, μέρους του χυμού του δένδρου. Το ξύλο τότε χαρακτηρίζεται ως χλω-

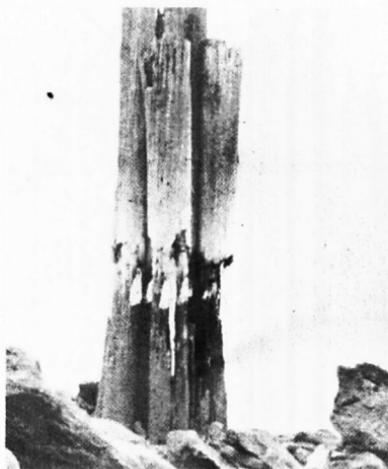
ρό και είναι ακατάλληλο για οποιαδήποτε χρήση, γιατί υφίσταται ταχύτατη σήψη λόγω της αποσυνθέσεως του χυμού που παρέμεινε και στρεβλώνεται εύκολα, αν ξηρανθεί μετά την τοποθέτησή του στο κατασκευαζόμενο έργο. Ο μόνος τρόπος αντιμετωπίσεως του παράγοντα αυτού είναι η πλήρης ξήρανση του ξύλου μετά την κοπή των κορμών.

β) Η εξωγενής υγρασία προέρχεται από την απορρόφηση νερού από το περιβάλλον. Το ξύλο είναι πορώδες υλικό και μπορεί να απορροφήσει και να συγκρατήσει για αρκετό χρόνο μεγάλη ποσότητα νερού [υγροσκοπικότητα, § 6.6(5)].

Η υγρασία, όμως αυτή αποβάλλεται ταχύτερα και ευκολότερα από την ενδογενή.

Η εξωγενής, όπως και η ενδογενής, υγρασία συντελεί στη σήψη του ξύλου λόγω της δημιουργίας ευνοϊκών συνθηκών για την ανάπτυξη σαπρομυκήτων (σχ. 6.8α).

γ) Μια άλλη συνέπεια που οφείλεται στην εναλλαγή υγρότητας και ξηρότητας του ξύλου είναι η χαλάρωση της συνοχής των ινών και η τελική καταστροφή του. Ξύλα συνεχώς βυθισμένα μέσα σε νερό, όπως π.χ. οι πάσσαλοι θεμελιώσεως, τα ύφαλα τμήματα ξυλίνων βάθρων, γεφυρών ή προβλητών δεν σαπίζουν και δεν αποσυντίθενται. Τα ίσαλα όμως τμήματα, εκεί δηλαδή όπου η στάθμη του νερού υφίσταται διακυμάνσεις, κα-



Σχ. 6.8α.

Ενέργεια θαλασσίων μικροοργανισμών πάνω στο ξύλο. Διακρίνεται το καταφαγμένο τμήμα των ξυλίνων στύλων. Το τμήμα που βρίσκεται πάνω από την ανώτατη στάθμη του νερού, είναι υγιές.

ταστρέφονται ταχύτατα και για το λόγο αυτό απαιτούν ισχυρή προστασία.

δ) Τέλος η απορρόφηση και η απόδοση υγρασίας προκαλεί στο ξύλο μόνιμες ή προσωρινές παραμορφώσεις (στρεβλώσεις), [συρρικνωση, §6.6(6)], οι οποίες προκαλούν σοβαρές καταστροφές, όταν το ξύλο έχει ήδη τοποθετηθεί στο έργο. Οι παραμορφώσεις αυτές είναι δυνατό να δημιουργηθούν κατά διάφορες διευθύνσεις. Οι σοβαρότερες συμβαίνουν κατά την εφαπτόμενη των ετησίων δακτυλίων.

Η κυριότερη αιτία των παραμορφώσεων αυτών είναι η ανομοιογένεια της μάζας του ξύλου και η αλληλοδιαδοχή στρωμάτων διαφορετικής πυκνότητας και υγροσκοπικότητας (σομφός, καρδιά). Κατά συνέπεια τα μαλακότερα στρώματα του ξύλου συστέλλονται περισσότερο κατά την αποβολή υγρασίας και διαστέλλονται περισσότερο κατά την πρόσληψή της. Έτσι, ένα τεμάχιο ξύλου, π.χ. σανίδα, μπορεί να παραμορφωθεί κατά διάφορους τρόπους (σχ. 6.8β), που εξαρτώνται από την περιοχή του κορμού από τον οποίο προήλθε το τεμάχιο αυτό (σχ. 6.8γ), δηλαδή από τη σχετική θέση των μαλακών και σκληρών στρωμάτων της σανίδας.

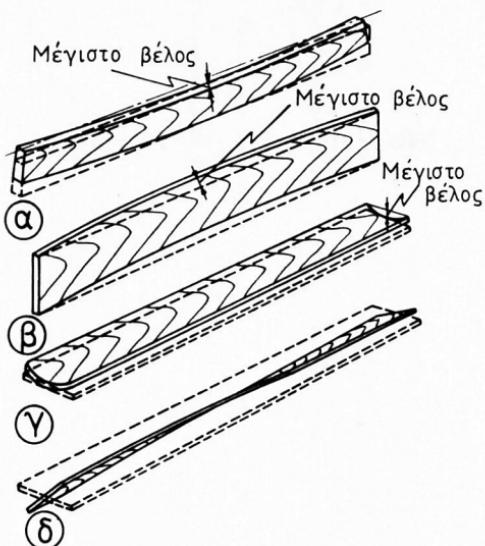
Στο σχήμα 6.8δ διακρίνονται επίσης οι ρωγμές και τα σκασίματα, που έχουν υποστεί τα άκρα (οι κεφαλές) δρύινων καδρονιών.

Προστατευτικά μέτρα για την εξωγενή υγρασία είναι:

- Ο εμποτισμός του ξύλου με λινέλαιο.
- Η βαφή της επιφάνειας με ελαιόχρωμα (λαδομπογιά). Το μέτρο αυτό πρέπει να επαναλαμβάνεται κατά κανονικά χρονικά διαστήματα, που εξαρτώνται από τη θέση της ξύλινης κατασκευής και από την ένταση της εξωτερικής υγρασίας. Π.χ. οι εσωτερικές ξύλινες θύρες πρέπει να βάφονται κάθε τριετία ή τετραετία, ενώ τα εξωτερικά παράθυρα και θύρες κάθε διετία ή σε πολύ υγρά κλίματα κάθε χρόνο.
- Η επάλειψη με πίσσα. Προστατεύει αποτελεσματικότερα από τους προηγούμενους τρόπους. Γίνεται κυρίως σε τμήματα ξυλίνων κατασκευών, όπου υφίστανται εναλλαγή ξηρότητας και υγρότητας. Περιγραφή των μεθόδων αυτών γίνεται παρακάτω [§ 6.8(6)].

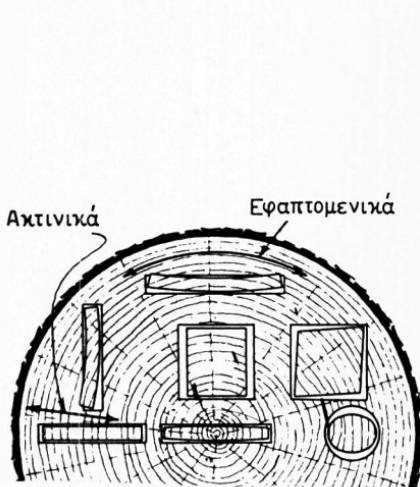
2) Βακτήρια και μύκητες.

Οι μικροοργανισμοί αυτοί προσβάλλουν το ξύλο και κυρίως



Σχ. 6.8β.

Διάφοροι τρόποι παραμορφώσεως σανίδας: α) Κάμψη κατά το κύριο επίπεδο. β) Κάμψη κατά τόξο. γ) Κοιλανση. δ) Στρέβλωση.



Σχ. 6.8γ.

Τομή κορμού, στην οποία διακρίνονται χαρακτηριστικές συρρικνώσεις και παραμορφώσεις, που οφείλονται στη διεύθυνση των κοποτομένων επησίων δακτυλίων.



Σχ. 6.8δ.

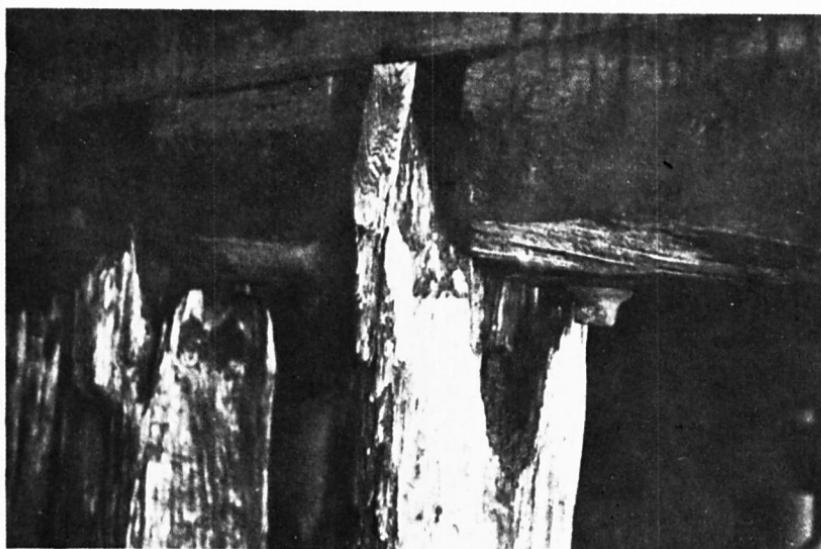
Ακραίες ρωγμές και σκασίματα πάνω σε καδρόνια σκληρής δρυός.

το σομφό του, όταν βρεθούν σε κατάλληλες συνθήκες υγρασίας, θερμοκρασίας και αερισμού. Ζουν παρασιτικά. Τρέφονται κατ' αρχήν από το χυμό του δένδρου και στη συνέχεια από το ίδιο το ξύλο. Τα είδη των παρασίτων αυτών είναι πολλά και κάθε ένα προσβάλλει ορισμένα μόνο είδη δένδρων είτε πριν την υλοτομία είτε μετά από αυτή.

Αποτέλεσμα της προσβολής των μικροοργανισμών αυτών είναι η σήψη του ξύλου (άναμμα). Η σήψη εκδηλώνεται κατ' αρχήν με αλλαγή του χρώματος, χαρακτηριστική για κάθε είδος ξύλου και κατόπιν με εμφάνιση ευρώτα (μούχλας) πάνω στην επιφάνεια που έχει προσβληθεί. Το ξύλο αναδίδει δυσάρεστη οσμή και τελικά μετατρέπεται σε σκόνη ανοικτού χρώματος ή σε σαπρή (σάπια) μάζα καστανού χρώματος (σχ. 6.8ε).

Τα περισσότερο ευπαθή σε σήψη ξύλα είναι:

- Τα μαλακά ξύλα (σουηδικό έλατο κλπ.).
- Τα χλωρά ξύλα γενικά, έστω και αν έχουν υποστεί επάλειψη με ελαιοβαφή ή άλλο υλικό.
- Τα υγρά και κακώς αεριζόμενα ξύλα και
- τα τμήματα ξυλίνων κατασκευών, τα οποία βρίσκονται σε επαφή με επιφάνειες που υγραίνονται, όπως π.χ. στύλοι



Σχ. 6.8ε.

Σήψη που δημιουργήθηκε στις κεφαλές των εικονιζομένων ξυλίνων στυλών, λόγω αναπτύξεως σαπρομυκήτων.

που έρχονται σε επαφή με το έδαφος, ξύλινες δοκοί που στηρίζονται σε τοιχοποιία ή σε προσκεφάλαια από σκυρόδεμα κ.ά.

Αναμμένα ξύλα δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται στις κατασκευές, έστω και αν δεν έχει προχωρήσει η σήψη, γιατί έχουν χάσει σημαντικό μέρος της αντοχής τους.

Για να αποφευχθεί η σήψη πρέπει να λαμβάνονται τα κατάληγα προφυλακτικά μέτρα, σπουδαιότερα των οποίων είναι:

- Τέλεια κατά το δυνατό ξήρανση της ξυλείας.
- Καλή εναποθήκευση (στοιβαγμα) της ξυλείας σε μέρη ξηρά και καλώς αεριζόμενα.
- Χρησιμοποίηση αντισηπτικών ουσιών για την παρεμπόδιση αναπτύξεως των παρασίτων. Οι αντισηπτικές ουσίες είναι συνήθως ισχυρά δηλητήρια. Τα συνηθέστερα από αυτά είναι το σωσικρεατέλαιο (κρεόζωτο), το οποίο παραγεται από την απόσταξη της πίσσας των λιθανθράκων και των ξύλων ή των ασφαλτικών υλών, τα μεταλλικά άλατα (χλωριούχος ψευδάργυρος, θειικός χαλκός) κ.ά.

Ο τρόπος εφαρμογής των μέτρων αυτών αναπτύσσεται παρακάτω [§ 6.8(6)].

3) Έντομα.

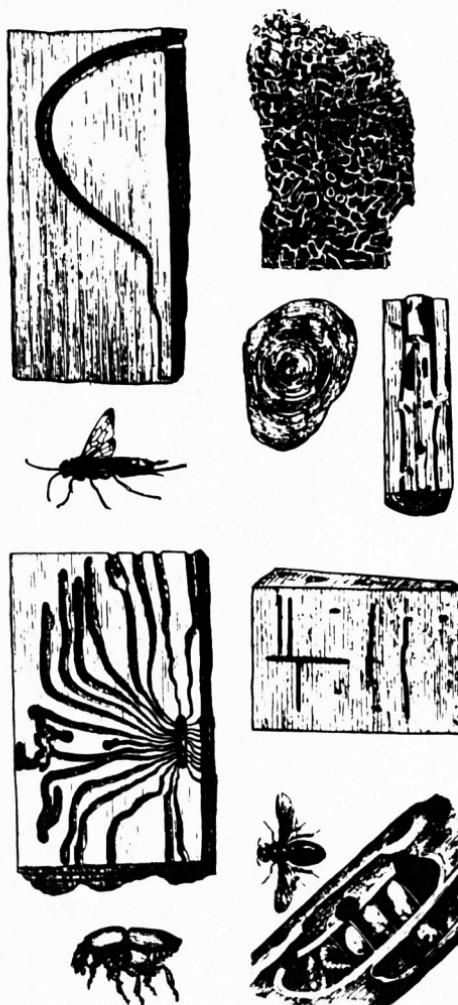
Ορισμένα έντομα προκαλούν μεγάλες καταστροφές στα ξύλα. Από αυτά δύο κυρίως είδη προσβάλλουν την ξυλεία στα εύκρατα κλίματα:

Ο Άγκος και το ανόβιο.

Κατά την εποχή της ωοτοκίας τα έντομα αυτά εναποθέτουν τα αυγά τους στις σχισμές του φλοιού και του κορμού. Οι κάμπιες που βγαίνουν από αυτά τρέφονται από το ξύλο, κυρίως του σορμού, και προχωρούν προς το εσωτερικό, δημιουργώντας ένα λαβύρινθο στοών και σπηλαίων σε όλο τον κορμό (σχ. 6.8στ). Σε λίγο σχετικά χρόνο, το ξύλο έχει μετατραπεί σε σκόνη και έχει γίνει άχρηστο για οποιαδήποτε χρήση. Οι κάμπιες αυτές καλούνται **σαράκια** έχουν μήκος 3-7 mm, και το χρώμα τους αποκλίνει προς το μαύρο. Σε ορισμένη εποχή μεταμορφώνονται σε χρυσαλλίδες και έντομα και συνεχίζεται ο κύκλος της αναπαραγωγής τους.

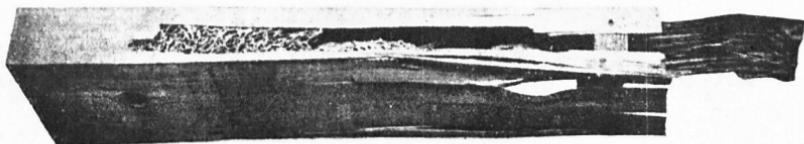
Τα σαράκια προσβάλλουν το ξύλο του δένδρου ή πριν την κοπή του ή μετά την κοπή και την επεξεργασία του (σχ. 6.8ζ).

Τα μέτρα προφυλάξεως κατά των σαρακιών συνοψίζονται



Σχ. 6.8στ.

Η καταστροφική ενέργεια διαφόρων εντόμων πάνω στο ξύλο.



Σχ. 6.8ζ.

Καταστραμμένο τμήμα ξύλινου στοιχείου από την ενέργεια εντόμων.

στα εξής: Διατήρηση της επιφάνειας των ξύλινων στοιχείων σε όσο το δυνατό καλύτερη κατάσταση για να αποφευχθεί η δημιουργία σχισμών και ραγάδων, και επάλειψη των στοιχείων αυτών με τα καλυπτικά υλικά που έχουν ήδη αναφερθεί.

Εάν το ξύλο που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί έχει προσβλόθει, τότε πρέπει να υποστεί φούρνισμα ή λουτρό σε ατμό, για να νεκρωθούν οι κάμπιες που έχουν αναπτυχθεί μέσα στο ξύλο.

4) Παγετός.

Η απότομη ψύξη, που οφείλεται σε πτώση της εξωτερικής θερμοκρασίας, προκαλεί ραγίσματα στην επιφάνεια των χλωρών ξύλων. Αυτά οφείλονται στην πήξη του χυμού των κυττάρων ή της εξωγενούς υγρασίας και σε συνέχεια στη διαστολή του δημιουργούμενου πάγου. Τα ραγίσματα μπορεί να έχουν μεγάλο βάθος σε εξαιρετικές περιπτώσεις ισχυρού παγετού, οπότε το ξύλο γίνεται άχρηστο. Συνήθως όμως είναι επιφανειακά.

Ο μόνος τρόπος αντιμετωπίσεως του κινδύνου αυτού είναι να χρησιμοποιούνται ξύλα ξηρά και στεγνά που πρέπει να προστατεύονται από την είσοδο υγρασίας και νερού με επάλειψη.

5) Φωτιά.

Το ξύλο είναι κατ' εξοχήν εύφλεκτο υλικό και επιπλέον συντελεί και στην ανάπτυξη και μετάδοση της φωτιάς.

Τρόποι προφυλάξεως από τη φωτιά είναι οι παρακάτω:

- Επάλειψη με άκαυστα υλικά, όπως π.χ. οι βαφές με χρώματα φωτιάς, τα υλικά με βάση τον αμιάντο κ.ά.
- Επένδυση των πιο εκτεθειμένων τμημάτων μιας ξύλινης κατασκευής με λεπτά μεταλλικά φύλλα.
- Εμποτισμός με διαλύσεις ορισμένων αλάτων. Τα πιο συνηθισμένα είναι το θειικό και φωσφορικό αμμώνιο. Τα τεράχια του ξύλου εμβαπτίζονται σε αραιή διάλυση και παραμένουν μέσα σε αυτή περισσότερο από ένα μήνα ή χρησιμοποιείται ειδική συσκευή, η οποία με πίεση σπρώχνει το διάλυμα μέσα στη μάζα του ξύλου. Εάν προσβληθεί από πυρκαγιά ξύλο εμποτισμένο με άλατα, τότε κάτω από την επίδραση της θερμότητας διασπώνται τα άλατα σε αέρια (άζωτο, ατμούς αμμωνίας κλπ.), τα οποία σβήνουν τη φωτιά γύρω από το ξύλο. Εάν η πυρκαγιά συνεχισθεί, το ξύλο σταδιακά απανθρακώνεται, αλλά ποτέ δεν καίγεται με φλόγα.

6) Προληπτικά μέτρα προστασίας.

Για την αντιμετώπιση των παραπάνω επιβλαβών παραγόντων τα ξύλα πρέπει να υποστούν πριν τη χρησιμοποίησή τους ορισμένες προληπτικές κατεργασίες.

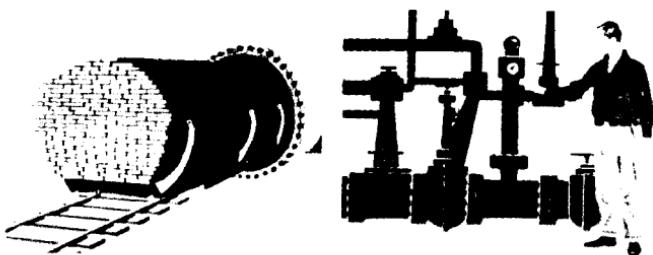
Αυτές γίνονται σε ξύλα που προορίζονται για στρωτήρες σιδηροδρόμου, τηλεγραφικούς ή ηλεκτρικούς στύλους, πασσάλους θεμελιώσεως, ξύλινες γέφυρες, στύλους υποτηρίξεως στοών μεταλλείων και γενικά για κάθε ξύλινη κατασκευή υποκείμενη στις εναλλαγές της υγρασίας, της θερμότητας και τους άλλους δυσμενείς παράγοντες.

Οι συνηθέστερες από τις προληπτικές αυτές κατεργασίες είναι η επάλειψη, η εμβάπτιση και ο εμποτισμός των ξύλων με διάφορες ουσίες.

Οι χρησιμοποιούμενες ουσίες είναι συνήθως χημικά αντισηπτικά παρασκευάσματα, όπως π.χ. ο χλωριούχος υδράργυρος, ο θειικός χαλκός (γαλαζόπετρα), ο διχλωριούχος ψευδάργυρος, το θειικό και φωσφορικό αμμώνιο, διάφορα παράγωγα της πίσσας, όπως το κρεόζωτο κ.ά.

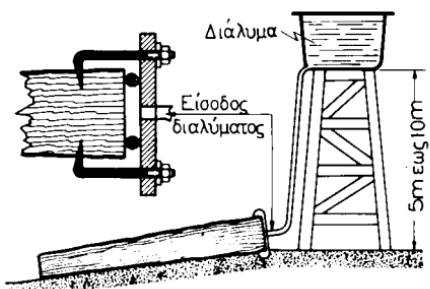
- a) Η επάλειψη γίνεται με πινέλο, αφού προηγουμένως εξακριβωθεί ότι το ξύλο είναι εντελώς ξηρό.
- β) Σε σοβαρότερες περιπτώσεις γίνεται εμβάπτιση του ξηρού ξύλου μέσα σε αραιό και θερμό διάλυμα της χρησιμοποιούμενης ουσίας. Η παραμονή του ξύλου μέσα στο θερμό διάλυμα πρέπει να διαρκέσει αρκετό χρόνο, ώστε η αντισηπτική ουσία να εισχωρήσει όσο το δυνατό βαθύτερα στη μάζα του. Η μέθοδος αυτή είναι οικονομική, διότι δεν απαιτεί ειδικές μηχανικές εγκαταστάσεις και μπορεί να εφαρμοσθεί στο εργοτάξιο.
- γ) Η μέθοδος με εμποτισμό είναι αποτελεσματικότερη από την προηγούμενη, διότι γεμίζουν όλοι οι πόροι του ξύλου με την αντισηπτική ουσία. Συγχρόνως όμως είναι περισσότερο δαπανηρή και απαιτεί εργοστασιακές εγκαταστάσεις.

Κατά τη μέθοδο αυτή το ξύλο υφίσταται κατ' αρχήν προεργασία με ατμό για να εκδιωχθεί ο αέρας που υπάρχει κλεισμένος μέσα στους πόρους του. Στη συνέχεια μπαίνει σε κλειστά δοχεία, όπου η αντισηπτική ουσία διοχετεύεται με πίεση, ώστε να διευκολυνθεί η εισχώρησή της σε όλη τη μάζα (σχ. 6.8η). Ο τρόπος αυτός εφαρμόζεται για μικρά σχετικά τεμάχια ξύλου, όπως είναι οι στρωτήρες των σιδηροδρομικών γραμμών.



Σχ. 6.8η.

Επεξεργασία ξυλείας με χημικά μέσα, για να προστατευθεί από σήψη, έντομα, μύκητες, φωτιά κλπ. Αριστερά τοποθέτηση της ξυλείας μέσα σε χαλύβδινο δοχείο. Δεξιά, το σύστημα αντλιών που διοχετεύει με πίεση το διάλυμα μέσα στο δοχείο.



Σχ. 6.8θ.

Μέθοδος εμποτισμού των ξύλων με διοχέτευση διαλύματος κάτω από πίεση μέσα στη μάζα τους με τη βοήθεια ακραίου κώδωνα.

Για μεγαλύτερα τεμάχια ή για ολόκληρους κορμούς εφαρμόζεται ο εξής τρόπος (σχ. 6.8θ): Στο ένα άκρο του κορμού εφάρμοζεται κώδωνας στην κορυφή του οποίου διοχετεύεται με πίεση μέσω σωλήνα το διάλυμα. Λόγω της πιέσεως το διάλυμα εισχωρεί προσδευτικά μέσα στη μάζα του ξύλου από το ένα άκρο ως το άλλο. Η εργασία θεωρείται τελειωμένη, όταν εμφανισθούν σταγόνες διαλύματος στο ελεύθερο άκρο του ξύλου. Η κατεργασία με εμποτισμό προστατεύει πλήρως το ξύλο τόσο απ' την υγρασία, όσο και από τους επιβλαβείς μύκητες και τη φωτιά.

7) Συντήρηση.

Κατά ορισμένα χρονικά διαστήματα πρέπει να επιθεωρούνται

οι ξύλινες κατασκευές, να επιδιορθώνονται οι τυχόν φθορές για να προλαμβάνεται η επέκτασή τους και να επαναλαμβάνονται ορισμένες εργασίες, οι οποίες θα προστατεύσουν το ξύλο από την υγρασία και την επιρροή των σαπρομυκήτων και εντόμων. Οι εργασίες αυτές συνιστούν τη συντήρηση των κατασκευών. Οι κυριότερες από τις εργασίες συντηρήσεως είναι:

- Ο ελαιοχρωματισμός, ο οποίος εκτελείται κυρίως σε θύρες, παράθυρα, ζευκτά στεγών κ.ά.
- Η επικάλυψη με βερνίκι και συνθετικές ρητίνες (σε εξωτερικά κουφώματα, ζευκτά στεγών κ.ά.).
- Η επάλειψη με κερί προκειμένου για πατώματα και
- η επάλειψη με πίσσα σε τμήματα ξυλίνων έργων, που έρχονται σε επαφή με υγρές επιφάνειες.

Η συντήρηση είναι απόλυτα επιβεβλημένη για όλες τις ξύλινες κατασκευές, γιατί χωρίς αυτή θα επέλθει γρήγορα η καταστροφή τους. Συγχρόνως όμως αποτελεί και σοβαρό μειονέκτημα, επειδή αυξάνει το κόστος των ξυλίνων κατασκευών.

6.9 Χαρακτηριστικά της ποιότητας των ξύλων.

Οι κανονισμοί των διαφόρων κρατών κατατάσσουν τα διάφορα είδη των ξύλων σε ποιότητες και προσδιορίζουν ποιά είναι η καταλληλότερη για κάθε είδος ξύλινης κατασκευής.

Γενικά ένα ξύλο καλής ποιότητας πρέπει να εμφανίζει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Να είναι ευθύινο, να έχει δηλαδή ίσια «νερά», τα οποία να προχωρούν παράλληλα προς τη μεγάλη διάστασή του.
- Τα «νερά» του να είναι πυκνά και λεπτά.
- Να μην έχει καθόλου ρόζους ή να έχει πολύ λίγους, αλλα τότε να είναι μικροί και δεμένοι με το ξύλο.
- Να μην έχει ρωγμές παράλληλες ή κάθετες προς τα «νερά».
- Το χρώμα του να είναι ζωηρό και να μην εμφανίζει κηλίδες, οι οποίες μπορεί να προέρχονται από άναμμα (σήψη).
- Η οσμή του να είναι ευχάριστη.
- Να είναι ξηρό και να παρουσιάζει ελαστικότητα, χωρίς να σπάζει.
- Να αποδίδει ξηρό ήχο, όταν κτυπηθεί με σφυρί, πράγμα που δείχνει ότι δεν προέρχεται από γερασμένο δέντρο, ότι δεν έχει εσωτερικές ρωγμές και ότι είναι εντελώς ξηρό.

6.10 Αποθήκευση.

Οι αποθήκες και γενικά οι χώροι όπου πρόκειται να παραμείνουν τα ξύλα για μικρό ή μεγάλο διάστημα, πρέπει να είναι καλά προφυλαγμένες από τις εξωτερικές επιδράσεις, ιδιαίτερα από το νερό, και να κατασκευάζονται από υλικά όσο γίνεται άφλεκτα, π.χ. οπλισμένο σκυρόδεμα. Έπισης, πρέπει να διατηρούνται ξηρές, πράγμα που επιτυγχάνεται μόνο με την εφαρμογή ενός καλού συστήματος αερισμού.

Ο τρόπος τοποθετήσεως των ξύλων στις αποθήκες ασκεί ουσιαστική επίδραση στη γενική ποιότητά τους και την καλή διατήρησή τους. Κακή τοποθέτηση είναι δυνατό να προκαλέσει μεταξύ των άλλων μόνιμες παραμορφώσεις (στρεβλώσεις, πετσικαρίσματα) και σήψη (άναμμα) λόγω κακής κυκλοφορίας του αέρα.

Συνήθως τα μαλακά ξύλα, όπως π.χ. το έλατο και το σουηδικό, τοποθετούνται όρθια με μικρή κλίση προς τον τοίχο της αποθήκης (σχ. 6.10α). Το κάτω άκρο τους δεν πρέπει να στηρίζεται απευθείας στο έδαφος, αλλά σε ξύλινα υποπόδια (τάκοι).



Σχ. 6.10α.

Αποθήκευση μαλακών ξύλων.
Τοποθετούνται όρθια με μικρή κλίση.

Τα σκληρά ξύλα τοποθετούνται σε οριζόντιες στρώσεις όχι απευθείας πάνω στο έδαφος, αλλά πάνω σε ξύλινη σχάρα (σχ. 6.10β). Σε οριζόντιες στρώσεις τοποθετούνται επίσης και τα ξύλινα τεχνητά υλικά (κόντρα-πλακέ, χάρντ-μπορντ) (σχ. 6.10γ).

Χλωρά ή βρεγμένα ξύλα δεν πρέπει να τοποθετούνται αμέσως στην αποθήκη, αλλά να παραμένουν για λίγο χρόνο σε ανοικτό στεγασμένο χώρο, έως ότου στεγνώσουν.

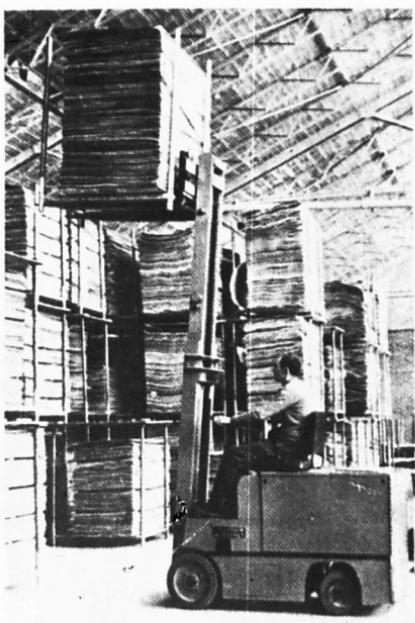
Επίσης, δεν πρέπει να τοποθετούνται σε κλειστές αποθήκες ξύλα, τα οποία έχουν ακόμη το φλοιό.

Χαρακτηριστική ένδειξη ότι τα ξύλα μιας αποθήκης βρίσκονται σε καλή κατάσταση είναι η διάχυτη ευχάριστη οσμή που αναδίδει η υγιής ξυλεία. Εάν υπάρχουν ξύλα, που έχουν αρχίσει να σαπίζουν, γίνεται αμέσως αντιληπτό από τη χαρακτηριστική οσμή τους ευρώτα (μούχλας).

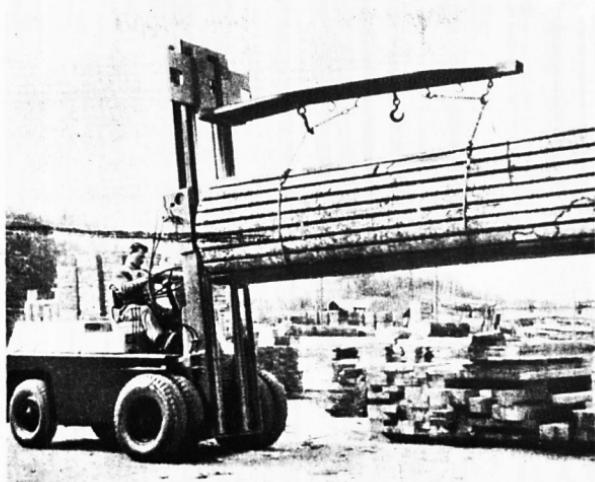
Η διακίνηση των ξύλων μέσα στις αποθήκες και τον περιβόλο τους γίνεται συνήθως με ειδικά οχήματα [περονοφόρα ή γερανοφόρα οχήματα (σχ. 6.10γ και 6.10 δ)].



Σχ. 6.10β.
Αποθήκευση σκληρών ξύλων
σε οριζόντιες στρώσεις.



Σχ. 6.10γ.
Μεταφορά και αποθήκευση
κόντρα-πλακέ με περονοφόρο οχημα.



Σχ. 6.10δ.

Μεταφορά ξυλείας στον περιβόλο αποθήκης με γερανοφόρο όχημα.

6.11 Μορφές, διαστάσεις και χρήση της ξυλείας.

Ως μονάδα μετρήσεως λαμβάνεται για τα περισσότερα είδη των ξύλων το m^3 . Διεθνής μονάδα μετρήσεως όγκου είναι το 1 Standard = $4,59 m^3$ και μονάδα μήκους η ίντσα (inch). Για τα σπάνια και πολύτιμα ξύλα ως μονάδα μετρήσεως λαμβάνεται το kg.

Ο κυβισμός των ξύλων δεν γίνεται με βάση τις πραγματικές διαστάσεις των κομματιών, αλλά με βάση τις ονομαστικές διαστάσεις τους.

Οι ονομαστικές διαστάσεις προκύπτουν από τη στρογγύλευση των πραγματικών στον αμέσως ανώτερο αριθμό, ο οποίος λήγει σε 0 ή 5.

Π.χ. οι σανίδες έχουν πραγματικό πάχος 24 mm και ονομαστικό 25 mm. Επίσης οι διπλοσανίδες έχουν πραγματικό πάχος 48 mm και ονομαστικό 50 mm κ.ο.κ.

Οι τρεις τύποι της ξυλείας που προορίζονται για τις διάφορες κατασκευές, δηλαδή η στρογγυλή, η πελεκητή και η πριονιστή, κυκλοφορούν στο εμπόριο με διάφορες μορφές και διαστάσεις.

1) Στρογγυλή ξυλεία.

Η στρογγυλή ξυλεία, επειδή αποτελείται από ολόκληρους

κορμούς, έχει μορφή κολουροκωνική, δηλαδή το ένα άκρο της έχει μεγαλύτερη διάμετρο από το άλλο. Στο εμπόριο αναφέρεται με τη μέση διάμετρο.

Εάν η διάμετρος αυτή είναι μεγαλύτερη των 20 cm, τα ξύλα ονομάζονται «βουβά». Εάν είναι μικρότερη, καλούνται «στρογγυλά» (σχ. 6. 11α).

Το μήκος των ξύλων αυτού του τύπου δεν είναι σταθερό. Εξαρτάται από το ύψος του δένδρου, από το οποίο προήλθαν.

Χρησιμοποιούνται κυρίως για την κατασκευή ιστών πλοίων και τηλεγραφικών στύλων, για την υποστήριξη των στοών μεταλλείων και ορυχείων, για την κατασκευή μικρών υδραυλικών έργων και για τα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας (σχ. 6.11β).

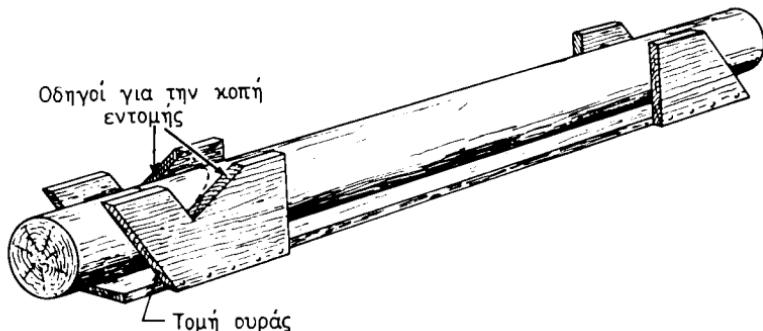
Η στρογγυλή ξυλεία προέρχεται στην Ελλάδα από πεύκο, από χονδρά κλαδιά ή από λεπτούς κορμούς δρυός και από έλατο.

2) Πελεκητή ξυλεία..

Τα πελεκητά ξύλα στο εμπόριο καλούνται **τράβα**.

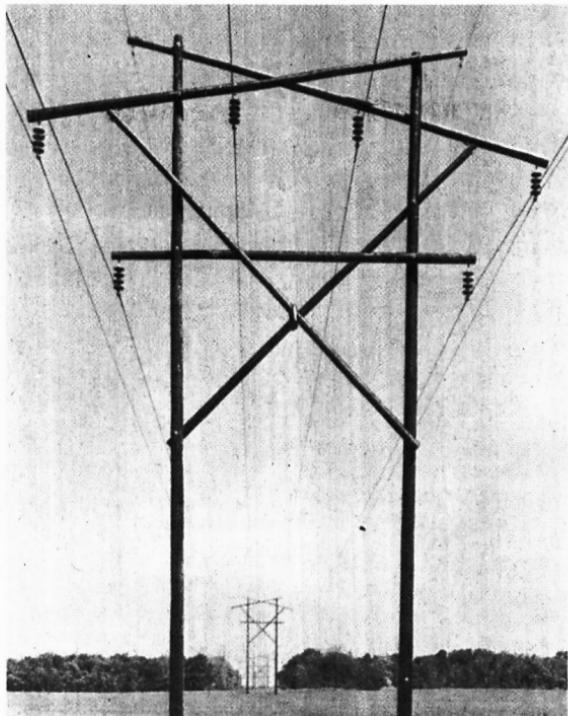
Τα ξύλα αυτά ή είναι εντελώς ορθογωνισμένα με τις τέσσερις ακμές πλήρεις ή παρουσιάζουν ακμές ατελείς, όταν τα καπάκια δεν αφαιρέθησαν κανονικά. Κυκλοφορούν στο εμπόριο με δύο μορφές: Τα **ισοκέφαλα**, δηλαδή εκείνα στα οποία τα δύο άκρα έχουν τις ίδιες διαστάσεις και τα **ανισοκέφαλα** (σχ. 6.11γ), στα οποία τα δύο άκρα δεν έχουν τις ίδιες διαστάσεις. Στη δεύτερη περίπτωση η μέτρηση γίνεται στο μέσο του ξύλου.

Η διατομή της πελεκητής ξυλείας είναι ορθογωνική ή τετρα-



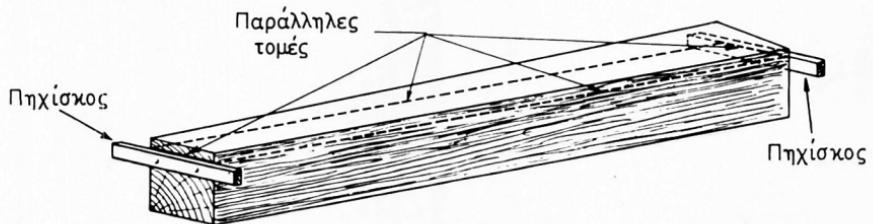
Σχ. 6.11α.
Στρογγυλή ξυλεία.

Οι εγκοπές και οι τομές δημιουργούνται για τη συναρμογή των ξύλων στην κατασκευή.



Σχ. 6.11β.

Πυλώνας μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας που κατασκευάσθηκε από στρογγυλή ξυλεία.



Σχ. 6.11γ.

Ανισοκέφαλο πελεκητό ξύλο.

Οι πηχίσκοι στις κεφαλές χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό παραλλήλων γραμμών στην περίπτωση κοπής του ξύλου.

γωνική, οι δε συνηθισμένες διαστάσεις, με τις οποίες κυκλοφορεί στο εμπόριο, παρέχονται στον πίνακα 6.11.1.

Τα μήκη των ξύλων αυτών είναι πάντοτε ακέραιος αριθμός μέτρων. Διατίθενται στο εμπόριο ξύλα με μήκη από 4 έως 13 μ.

Η πελεκητή ξυλεία προέρχεται κυρίως από άλατο και σπανιότερα από πεύκο.

Χρησιμοποιείται για την κατασκευή στεγών, ικριωμάτων, βάθρων γεφυρών και γενικά για την κατασκευή δοκών και στύλων διαφόρων έργων (σχ. 6.11δ).

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.11.1
Διαστάσεις πελεκητής ξυλείας (άλατου)

Πραγματικές σε mm	Ονομαστικές σε mm
79 x 79	8 x 8
79 x 105	8 x 10,5
105 x 105	10,5 x 10,5
105 x 132	10,5 x 13
132 x 132	13 x 13
132 x 158	13 x 16
158 x 158	13 x 16
158 x 184	16 x 19
158 x 210	16 x 21
184 x 210	19 x 21
210 x 237	21 x 24



Σχ. 6.11δ.

Πελεκητή ξυλεία, που χρησιμοποιήθηκε για την υποστήριξη καλουπιών οπλισμού σκυροδέματος.

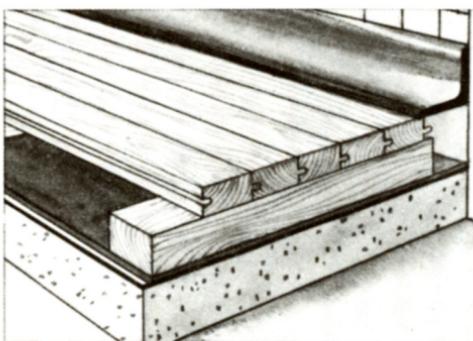
3) Πριονιστή ξυλεία.

α) Η ποικιλία των μορφών και των διαστάσεων της πριονιστής ξυλείας είναι πολύ μεγάλη. Τα εργοστάσια παραγγής πριονιστής ξυλείας σχίζουν τους κορμούς σε διαστάσεις, ανάλογα με το είδος του δένδρου και τον προορισμό των ξύλων.

Γενικά διακρίνονται τρεις βασικές μορφές.

- Τα **καδρόνια** και τα **μισοκάδρονα** είναι επιμήκη κομμάτια με ορθογωνική ή τετραγωνική διατομή.
- Οι **σανίδες** είναι επιμήκη πεπλατυσμένα ξύλα με διατομή ορθογωνική, στην οποία η μία διάσταση (το πάχος) είναι πολύ μικρότερη από την άλλη (το πλάτος) και
- οι **πλάκες**, όπου η διατομή δεν είναι σταθερή σε όλο το μήκος ή γενικά έχουν περίπου ορθογωνική μορφή με πάχος αρκετά μεγάλο.
- Εκτός από τις βασικές αυτές μορφές, τα εργοστάσια παράγουν και άλλες κατάλληλες για την εκτέλεση ειδικών κατασκευών. Έτσι παρέχουν στο εμπόριο «στενόμακρες σανίδες» (λωρίδες) διαφόρων μηκών με κατάλληλες εγκοπές για την κατασκευή πατωμάτων (σχ. 6.11ε και 6.11στ), μικρά ορθογώνια κομμάτια (παρκέτα) επίσης για πατώματα (σχ. 6.11ζ), πήχεις διαστάσεων 1,2 x 2,4 cm και μήκους 1 έως 4 m για οροφές (μπαγδατόπηχες) κ.ά.

β) Η οικοδομήσιμη ξυλεία, η προερχόμενη από πεύκο και έλατο, παράγεται συνήθως με τη μορφή καδρονιών ή σανίδων. Οι συνηθισμένες διαστάσεις των καδρονιών και των σανίδων,



Σχ. 6.11ε.

Σχηματική παράσταση ξυλίνων λωρίδων τοποθετημένων πάνω σε καδρόνια για τη δημιουργία πατώματος.



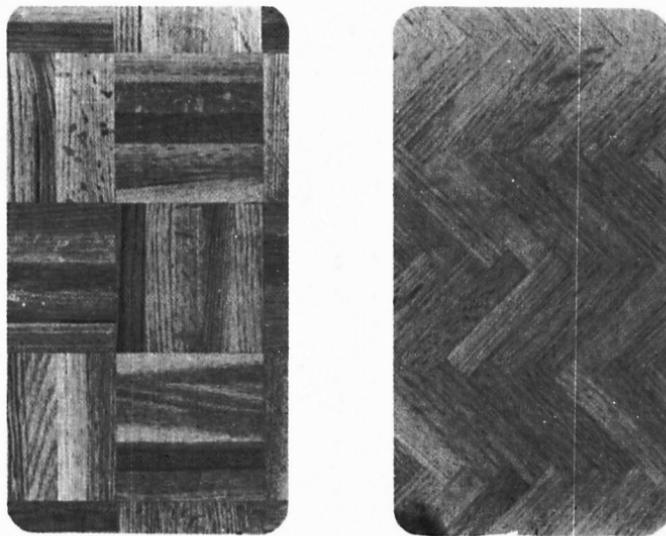
α

β

γ

Σχ. 6.11στ.**Σανιδες για ξύλινα πατώματα.**

α) Πρώτης επιλογής (άροζοι). β) Δεύτερης επιλογής (λίγοι ρόζοι). γ) Τρίτης επιλογής (πολλοί ρόζοι).



α

β

Σχ. 6.11ζ.**Παρκέτα δρυός τοποθετημένα κατά διαφορετικούς τρόπους.**

α) Κατά πλάκες. β) Ψαροκόκκαλο.

που προέρχονται από έλατο και κυκλοφορούν στην ελληνική αγορά, παρέχονται στον πίνακα 6.11.2.

γ) Οι διαστάσεις της κόκκινης ξυλείας, η οποία πωλείται στην Ελλάδα, ποικίλλουν σε μεγάλο βαθμό. Στον πίνακα 6.11.3 δίνονται οι συνηθέστερες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.11.2
Συνηθισμένες διαστάσεις κόκκινης ξυλείας (πεύκου)

Όνομασία κομματιών	Διαστάσεις διατομής		Μήκος m
	Πραγματικές mm	Όνομαστικές cm	
1) Παχοσανίδες ή μαδέρια	πλάτος: πάχος: 68	19-22-25-28-30 7	4-4, 50-5 -5, 50-6
2) Διπλοσανίδες ή πόντοι (πεντάρια)	πλάτος: πάχος: 48	10-12-17-19 5	4-5
3) Διπλοσανίδες ή πόντοι (τεσσάρια)	πλάτος: πάχος: 38	10-12-17-19 4	4
4) Διπλοσανίδες ή ποντιζέλια	πλάτος: πάχος: 28	10-12-17-19 3	4
5) Σανίδες ή τάβλες	πλάτος: πάχος: 24	10-12-17-19 2,5	4
6) Ημισανίδες ή μισόταβλες	πλάτος: πάχος: 18	10-12-17-19 1,8	4
7) Λεπτοσανίδες ή σκουρέτα	πλάτος: πάχος: 12	10-12-15-17-19 1,3	4
8) Λεπτοσανίδες ή φυλλαδέ- λες	πλάτος: πάχος: 6	10-12-15-17-19 0,70	4
9) Οροφοπήχεις	πλάτος: 24 πάχος: 12	2,4 1,2	1-1,50-2-4
10) Καδρόνια	48 x 48 56 x 56 66 x 66 76 x 76 96 x 96	5 x 5 6 x 6 7 x 7 8 x 8 10 x 10	4
11) Μισοκάδρονα	28 x 46 33 x 66 38 x 76 48 x 86 48 x 96	3 x 5 3,5 x 7 4 x 8 5 x 9 5 x 10	4

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.11.3
Συνηθισμένες διαστάσεις κόκκινης ξυλείας (πεύκου)

Διαστάσεις διατομής		Μήκος κομματιών m
Πραγματικές in (ιντσές)	Ονομαστικές cm	
1,0 x 4,0	2,6 x 10	Το μήκος όλων των κομματιών κυμαίνεται μεταξύ 6 και 22 πόδια (ft) ή 1,83 και 6,70 m.
1,0 x 5,0	2,6 x 13	
1,0 x 6,0	2,6 x 15	
1,5 x 5,0	4 x 13	
1,5 x 6,0	4 x 15	
2,0 x 5,0	5 x 13	
2,0 x 6,0	5,2 x 15	
3,0 x 3,0	8 x 8	
3,0 x 5,0	8 x 13	
3,5 x 3,5	9 x 9	
3,5 x 5,0	9 x 13	

δ) Τα υπόλοιπα είδη ξύλων διατίθενται συνήθως με τη μορφή πλακών. Έτσι:

- Οι πλάκες του όριγκον-πάιν και του πιτς-πάιν έχουν πάχη από 1,5-4 in (δηλαδή 3,80-10 cm), πλάτη 8-12 in (20-30 cm) και μήκη 8-18 ft (2,45-5,50 m).
- Οι πλάκες της δρυός έχουν πάχος 2,7-10 cm, πλάτος 25-40 cm και μήκος από 2-6 m.
- Οι πλάκες της οξυάς έχουν πάχος 1,3-12 cm, πλάτος 14-40 cm και μήκος πάνω από 2 m .

Υπό μορφή σανίδων πάχους 2,4 cm, πλάτους 8-20 cm και μήκους 1,50 m με ειδικές εντομές στη στερεότερη πλευρά διατίθενται ξύλα από δρυ, πιτς-πάιν και καστανιά που προορίζονται για την κατασκευή δαπέδων (σχ. 6.11στ). Διατίθενται επίσης ξύλα δρυός και καστανιάς της ίδιας μορφής αλλά μικρότερου μήκους (25-40 cm), «τα παρκέτα», που προορίζονται επίσης για πατώματα (σχ. 6.11ζ).

ε) Η επιλογή του καταλληλότερου ξύλου για κάθε κατηγορία έργου είναι εργασία δύσκολη και γίνεται μόνο από ειδικούς, που διαθέτουν μεγάλη πείρα. Πάντως, οι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την επιλογή, είναι δύο:

- Οι γενικές ιδιότητες κάθε είδους ξυλείας και η ποιότητα των κομματιών που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν.

– Οι βασικές απαιτήσεις, που έχει κάθε είδος κατασκευής. Παρακάτω παρατίθενται ενδεικτικά τα καταλληλότερα είδη ξυλείας για ορισμένες κατηγορίες έργων:

1) Οικοδομικά έργα.

Στέγες : Έλατο (λευκή ξυλεία)

Κουφώματα : Έλατο, πεύκο, λάρτσινο, όριγκον-πάιν, δρυς.

Δάπεδα : Πεύκο, οξυά, δρυς, καστανιά, πιτσ-πάιν.

Κλίμακες : Πεύκο, λάρτσινο, πιτσ-πάιν.

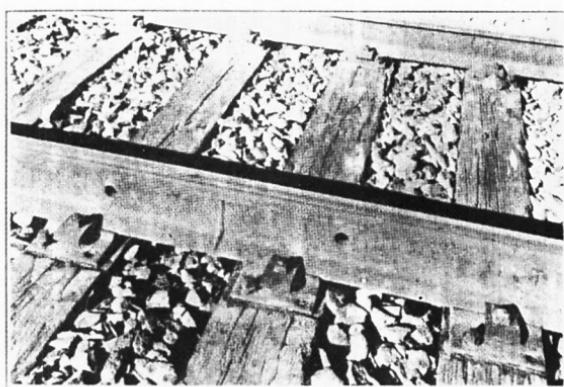
2) Συγκοινωνιακά έργα.

Ξύλινες γέφυρες : Δρυς, καραγάτσι (φτελιά), καστανιά, σουηδικό πεύκο.

Στρωτήρες σιδηροδρόμων : Λάρτσινο, οξυά, δρυς (σχ. 6.11η).

Πάσσαλοι θεμελίων : Δρυς, καστανιά, οξυά, λάρτσινο.

Προστατευτικά κιγκλιδώματα : Δρυς, καστανιά, οξυά, λάρτσινο.



Σχ. 6.11η.

Ξύλινοι στρωτήρες σιδηροδρομικών γραμμών.

3) Μεταλλευτικά έργα.

Υποστηρίξεις : Πεύκο, δρυς, καστανιά.

4) Διάφορα.

Βοηθητικά ικριώματα: Έλατο, πεύκο.

Ξυλότυποι: Έλατο.

Κιβώτια: Έλατο, πεύκο, οξυά.

Βαρέλια: Πεύκο, δρυς, οξυά, καστανιά.

6.12 Τεχνητή ξυλεία γενικά.

Εδώ θα εξετασθούν όσα δομικά υλικά κατασκευάζονται με βάση τα απορρίμματα της κατεργασίας του ξύλου ή γενικά το ξυλώδες τμήμα των φυτών.

Η τεχνητή ξυλεία παράγεται μετά από ισχυρές και ποικίλες μηχανικές ή και χημικές κατεργασίες των παραπάνω πρώτων υλών. Δεν διατηρεί κανένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του ξύλου, από το οποίο προήλθε, σε αντίθεση με τα ήδη γνωστά είδη ξύλων, τα οποία προκύπτουν με απλή κοπή και ξήρανση των κορμών των δένδρων και διατηρούν όλες τις ιδιότητες του μητρικού ξύλου.

Η τεχνητή ξυλεία κατασκευάσθηκε για να αντιμετωπισθούν τα σοβαρά ελαττώματα, που παρουσιάζει το κοινό ξύλο, δηλαδή ανομοιομορφία αντοχής, συρρίκνωση, ρόζους, αδυναμία στη φωτιά κ.ά. Επίσης, με την παραγωγή της αξιοποιούνται οι τεράστιες ποσότητες απορριμμάτων, που αφήνει η κοπή των ξύλων, καθώς και τα ξύλα κακής ποιότητας, που είναι ακατάλληλα για οποιαδήποτε χρήση.

Η τεχνητή ξυλεία παράγεται συνήθως με τη μορφή φύλλων ή πλακών πάχους από δέκατα του χιλιοστού έως λίγα εκατοστά και με υπόλοιπες διαστάσεις (πλάτος και μήκος) που εξαρτώνται κυρίως από το εργοστάσιο παραγωγής ή από τους κανονισμούς που ισχύουν στα διάφορα κράτη.

Η τεχνητή ξυλεία που έχει παραχθεί στην Ελλάδα έχει ως εξής (πίνακας 6.12.1):

Τα είδη τεχνητής ξυλείας που χρησιμοποιούνται περισσότερο στις δομικές κατασκευές, εξετάζονται στα επόμενα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.12.1
Τεχνητή ξυλεία που έχει παραχθεί στην Ελλάδα (σε χιλιάδες m^2)

Είδος	1962	1963	1964	1965	1966
1. Καπλαμάδες	1832	1428	1386	1067	1327
2. Κόντρα-πλακέ		-	179	1618	
3. Χάρντ-μπορντ		-	-	2552	3508
4. Παρασχιδοσανίδες		-	-	7561	19330

6.13 Αντικολλητά φύλλα (κόντρα-πλακέ).

Αποτελούνται από αριθμό λεπτών φύλων, το καθένα από τα οποία έχει πάχος μεταξύ 1 και 2,5 mm. Τα φύλλα αυτά συγκολλούνται μεταξύ τους, ώστε να προκύψει λεπτή πλάκα πάχους μερικών χιλιοστών (σχ. 6.13a), που ονομάζεται «κόντρα πλακέ». Τα λεπτά φύλλα προέρχονται από κορμούς δένδρων με μαλακό και χωρίς ράζους ξύλο, όπως είναι το σκλήθρο, η λεύκα, ο οκουμές, η σημύδα και μόνο για κόντρα-πλακέ πολυτελείας χρησιμοποιούνται για τις ορατές επιφάνειες φύλλα προερχόμενα από δρυς, καρυδιές κ.ά.

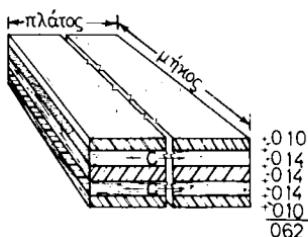
Τα φύλλα αυτά λαμβάνονται είτε με κοπή του κορμού κατά παράλληλα επίπεδα είτε με εκτύλιξη του κορμού με τη βοήθεια ειδικών εργαλείων [§ 6.5(4)].

Στη συνέχεια κάθονται σε ορισμένες διαστάσεις και τοποθετούνται το ένα πάνω στο άλλο, ώστε τα «νερά» κάθε φύλλου να προχωρούν κατά διεύθυνση κάθετη προς τα «νερά» του αμέσως προηγούμενου.

Τα δύο εξωτερικά φύλλα πρέπει να έχουν τα «νερά» προς την ίδια διεύθυνση και επομένως ο αριθμός των φύλλων που θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να είναι περιττός, δηλαδή 3, 5, 7 κλπ.

Για το κόλλημα των φύλλων χρησιμοποιούνται διαφόρων ειδών κόλλες. Το είδος της κόλλας εξαρτάται από τον προορισμό του κόντρα-πλακέ.

Για κόντρα-πλακέ εξωτερικής χρήσεως χρησιμοποιούνται ισχυρές συνθετικές κόλλες, ενώ για εσωτερικής χρήσεως κόντρα-πλακέ χρησιμοποιούνται ελαφρές κόλλες, οι οποίες είναι μικρότερης αντοχής από τις προηγούμενες και πολύ φθηνότερες.



Σχ. 6.13a.

Τοποθέτηση λεπτών φύλλων με τις ίνες κατά κάθετη διεύθυνση για την κατασκευή των κόντρα - πλακέ.

Μία από τις ελαφρές κόλλες που χρησιμοποιούνται περισσότερο είναι η καζεΐνη που κάτω από ειδικές συνθήκες και σε θερμοκρασία 120° C , ξηραίνεται απότομα. Μετά την ξήρανσή της δεν διαλύεται από το νερό και αντέχει στις υψηλές θερμοκρασίες.

Κατά τη συγκόλληση αλείφονται με την κόλλα μόνο τα εσωτερικά φύλλα, στη συνέχεια τοποθετούνται δύο στεγνά εξωτερικά φύλλα και έτσι δημιουργείται η πλάκα.

Αυτή μεταφέρεται σε ειδικά πιεστήρια (πρέσες), όπου υφίσταται πίεση μέχρι 5 ατμόσφαιρες, ενώ συγχρόνως διοχετεύεται ατμός. Με αυτόν προκαλείται ανύψωση της θερμοκρασίας και διεύρυνση των πόρων του ξύλου. Στη θερμοκρασία των 120° C πήζει η κόλλα και μετά παραμονή 10 min βγαίνουν τα φύλλα έτοιμα να χρησιμοποιηθούν (σχ. 6.13β).

Στο εμπόριο κυκλοφορούν κόντρα-πλακέ πάχους 3 mm, 4 mm και 5mm ή μεγαλύτερου, εφόσον προορίζονται για εξωτερική χρήση. Οι άλλες διαστάσεις του φύλλου είναι 0,90-1,00 m και 2,00-2,20 m. Η μεγαλύτερη ποσότητα κόντρα-πλακέ εισάγεται από τη Ρωσία, Φινλανδία και Ισραήλ. Αρκετή ποσότητα παράγεται και στην Ελλάδα. Επίσης κυκλοφορούν και κόντρα-πλακέ, των οποίων η μια πλευρά είναι καλυμμένη με λεπτό φύλλο (καπλαμάς) από ακριβότερο ξύλο.



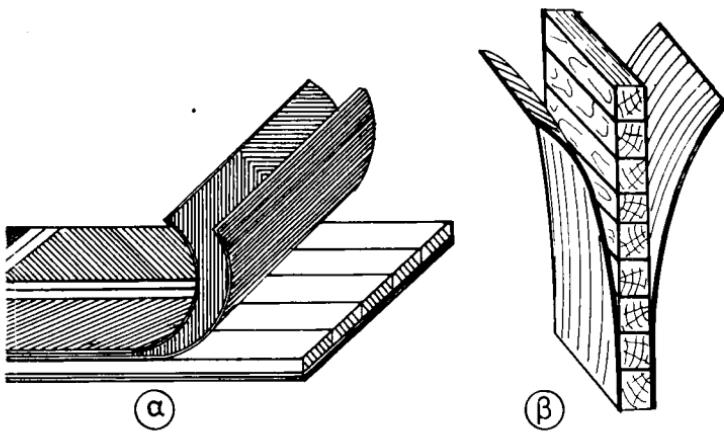
Σχ. 6.13β.

Αποθήκη κόντρα - πλακέ έτοιμων προς διάθεση.

Τα κόντρα-πλακέ επηρεάζονται από την υγρασία πολύ λιγότερο από τα υπόλοιπα ξύλα, δεν παραμορφώνονται (πετσικάρουν) εύκολα, λόγω της τοποθετήσεως των φύλλων κατά κάθετη διεύθυνση των ινών και παρουσιάζουν μεγαλύτερη μηχανική αντοχή.

Χρησιμοποιούνται ευρύτατα, κυρίως για την κατασκευή εσωτερικών θυρών, ερμαρίων (ντουλαπιών) και επίπλων, για την κατασκευή ξυλίνων επενδύσεων οροφών και χωρισμάτων, για την κατασκευή και επένδυση εσωτερικών τοιχωμάτων, στη ναυπηγική, καθώς και σε άλλες εργασίες.

Υλικά παρόμοια προς το κόντρα-πλακέ είναι πλάκες πάχους λίγων εκατοστών με πυρήνα από πήχες ή μικρά κορδόνια από μαλακό ξύλο και εξωτερινή επένδυση από δύο λεπτά φύλλα (σχ. 6.13γ).

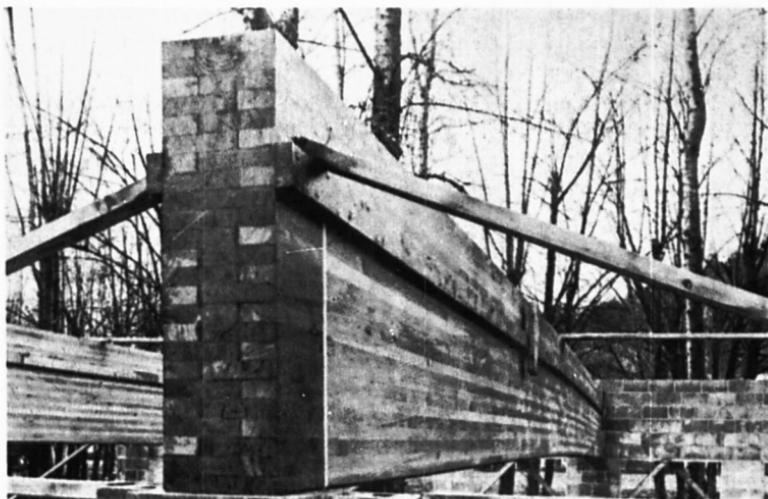


Σχ. 6.13γ.

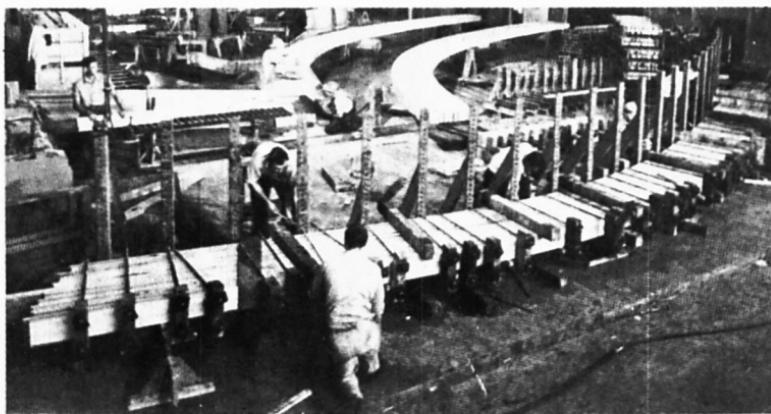
6.14 Συγκολλητή ξυλεία.

Από σανίδες κατώτερης ποιότητας κατασκευάζονται σήμερα στα εργόστασια σύνθετα φέροντα στοιχεία από ξύλο (πλάκες, δοκοί, τόξα) ευθύγραμμα ή καμπύλα (σχ. 6.14α και 6.14β) με αυξημένες πολλές από τις ιδιότητες του ξύλου και χωρίς τα ελαττώματά του.

Οι σανίδες συγκολλούνται μεταξύ τους είτε κατά την πλατιά επιφάνεια (σχ. 6.14γ), είτε κατά τη στενή επιφάνεια (σχ. 6.14δ) με ισχυρές συνθετικές κόλλες. Κατά την πρώτη μέθοδο προκύπτουν δοκοί με διαστάσεις διατομής που εξαρτώνται από



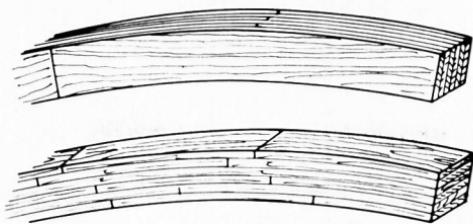
Σχ. 6.14α.
Ευθύγραμμος συγκολλητή δοκός μεγάλου μήκους.



Σχ. 6.14β.
Καμπύλα συγκολλητά τόξα υπό κατασκευή σε εργοστάσιο.

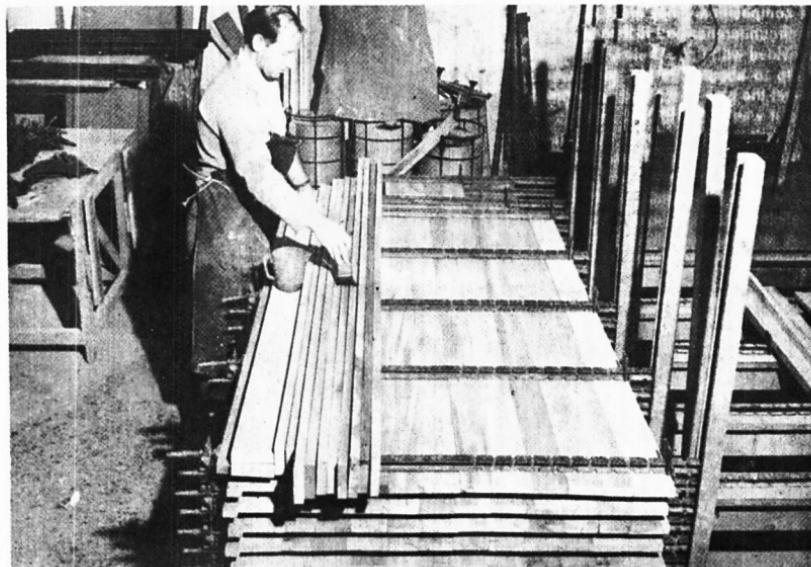
τον αριθμό και το πλάτος των σανίδων που χρησιμοποιήθηκαν. Κατά τη δεύτερη μέθοδο προκύπτουν πλάκες με διαστάσεις που εξαρτώνται από τις διαστάσεις και τον αριθμό των σανίδων.

Οι δοκοί χρησιμοποιούνται ως φέροντα στοιχεία για την κατασκευή ζευκτών, πλακών πατωμάτων και στεγών. Οι πλάκες χρησιμοποιούνται για την κατασκευή τοίχων και κατακορύφων διαχωρισμάτων και για την κατασκευή ξυλοτύπων.



Σχ. 6.14γ.

Συγκόλληση σανίδων κατά δύο τρόπους για την απόκτηση καμπύλων δοκών (τόξων).



Σχ. 6.14δ.

Επάλειψη με κόλλα των στενών επιφανειών σανίδων για την κατασκευή συγκολλητών πλακών. Στην εικόνα διακρίνονται οι πλάκες που έχουν τοποθετηθεί σε συσφιγκτήρες, έως όπου ξηρανθεί η κόλλα.

Τα πλεονεκτήματα της συγκολλητής ξυλείας απέναντι στην ατόφια είναι τα εξής:

- Κατασκευάζεται με μεγάλη ποικιλία διαστάσεων διατομής και μήκους που δεν εξαρτώνται από τις διατάξεις του κορμού από τον οποίο προήλθαν τα ξύλα.
- Μπορεί να πάρει κι άλλες μορφές εκτός από την ευθύγραμμη (τόξα, τρίγωνα κλπ.).

- Έχει μεγαλύτερη αντοχή στις θλίψεις, στον ελκυσμό και στις κάμψεις.
- Δεν στρεβλώνεται και δεν συρρικνώνεται από την απορρόφηση υγρασίας.
- Τα ελαττώματα του ξύλου δεν επηρεάζουν ουσιωδώς τις άλλες ιδιότητές της.

6.15 Πλάκες από αποϊνωμένο ξύλο (ινόπλακες).

Από τις ίνες ξύλων κατώτερης ποιότητας κατασκευάζεται σήμερα μεγάλος αριθμός ειδών τεχνητής ξυλείας που χρησιμοποιούνται ευρύτατα όχι μόνο στη δομική, αλλά και σε πολλές άλλες εφαρμογές.

Η αποϊνωση του ξύλου, δηλαδή η απελευθέρωση των ινών από τις υπόλοιπες ουσίες, που περιέχονται στο ξύλο, γίνεται με δύο μεθόδους.

- Με μηχανικά μέσα και ενδεχομένως χημική κατεργασία με αλκαλώση.
- Με χρήση ατμού και υψηλές πιέσεις (μέχρι 85 at). Με απότομη πτώση της πιέσεως και εξάτμιση επιτυγχάνεται ο αποχωρισμός των ινών.

Οι ίνες που αποχωρίσθηκαν υφίστανται περαιτέρω επεξεργασία με τη βοήθεια νερού και ατμού και με τη μορφή πολτού μεταφέρονται σε ειδικά πιεστήρια, όπου παίρνουν τη μορφή πλακών με διάφορα πάχη.

Ανάλογα με την πίεση, την οποία υφίστανται οι ίνες και τη χρησιμοποίηση ή όχι συνδετικής ουσίας (κόλλας), κατασκευάζονται πλάκες με διάφορα φαινόμενα βάρη, που κυμαίνονται από 20-1450 kp/m³.

Ανάλογα με το ειδικό βάρος τους διαιρούνται στις παρακάτω κατηγορίες.

Κατηγορία	Ειδικό φαινόμενο βάρος ρ/cm³
1η. Εύκαμπτες μονωτικές ή υπερπορώδεις πλάκες	0,02-0,15
2η. Δύσκαμπτες μονωτικές ή πορώδεις πλάκες	0,15-0,40
3η. Μέσης πυκνότητας ή ημίσκληρες πλάκες	0,40-0,80
4η. Σκληρές πλάκες	0,80-1,15
5η. Εξαιρετικά σκληρές πλάκες	1,15-1,45

Οι ιδιότητες των πλακών αυτών εξαρτώνται από το ειδικό

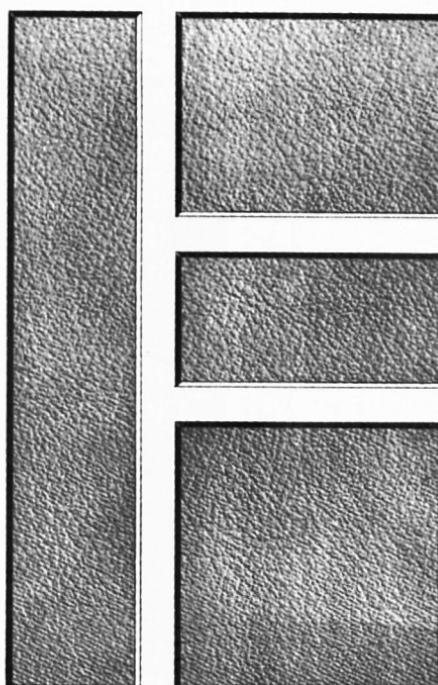
βάρος τους, την ύπαρξη συνθετικής ουσίας και το είδος της ουσίας αυτής.

α) Οι δύο πρώτες κατηγορίες των υπερπορωδών και πορωδών πλακών παρουσιάζουν εξαιρετικές ηχομονωτικές και θερμομονωτικές ιδιότητες, αλλά μηδενική ή μικρή μηχανική αντοχή.

Χρησιμοποιούνται για επενδύσεις τοίχων και οροφών αιθουσών και εργοστασίων (σχ. 6.15α και 6.15β).

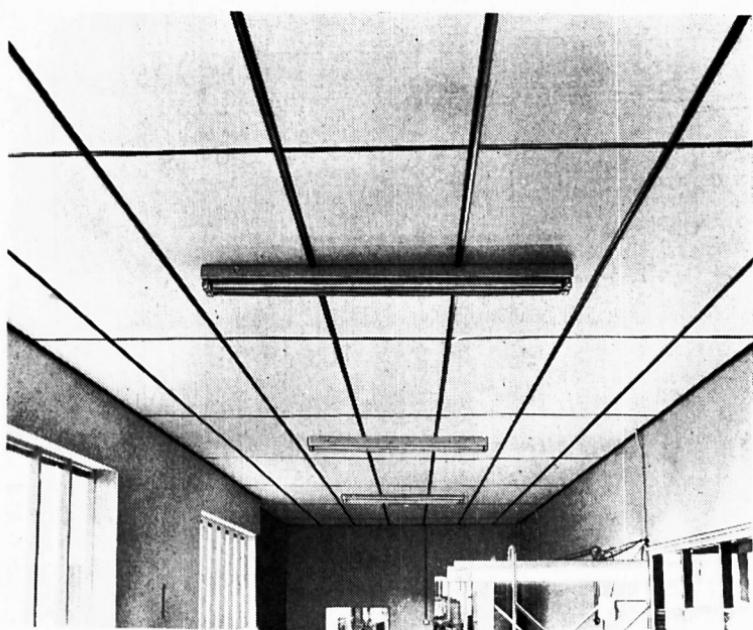
Στην Ελλάδα κυκλοφορούν πλάκες των δύο αυτών κατηγορίων με διάφορες εμπορικές ονομασίες. Οι πλάκες με ονομασία **σελοτέξ** ανήκουν στη δεύτερη κατηγορία, αλλά δεν κατασκευάζονται από ίνες ξύλου, αλλά από ίνες ζαχαροκάλαμου μετά την κατεργασία του για την εξαγωγή της ζάχαρης.

β) Οι πλάκες των δύο επομένων κατηγοριών, οι ημίσκληρες και οι σκληρές, παρουσιάζουν μεγάλη μηχανική αντοχή και αντοχή στην τριβή, πολύ μικρή υγροσκοπικότητα και σταθερότητα στις μεταβολές της θερμοκρασίας και της υγρασίας (μικρή



Σχ. 6.15α.

Πορώδεις ινόπλακες διαφόρων διαστάσεων.



Σχ. 6.15β.

Επένδυση οροφής μεγάλης αίθουσας με ηχομονωτικές πλάκες.

συστολή και διαστολή). Για την κατασκευή των πλακών αυτών χρησιμοποιούνται διάφορες συγκολλητικές ουσίες, όπως π.χ. το κολοφώνιο, ο βακελίτης και διάφορες άλλες συνθετικές ή φυσικές ρητίνες, όταν απαιτείται ισχυρότερη σύνδεση των ινών. Επίσης πολλές φορές η μία επιφάνειά τους υφίσταται ειδική επεξεργασία, όπως π.χ. λείανση, χρωματισμό, χάραξη διαφόρων σχεδίων, προκειμένου να χρησιμοποιηθούν για ειδικές εργασίες.

Χρησιμοποιούνται σε μεγάλη έκταση σε διάφορες κατασκευές, όπου και το κόντρα-πλακέ, και με την πάροδο του χρόνου τείνουν να αντικαταστήσουν το τελευταίο σε όλες τις εφαρμογές του, λόγω κυρίως των καλυτέρων ιδιοτήτων που παρουσιάζουν και της μικρότερης τιμής τους.

Στο εμπόριο κυκλοφορούν με τη γενική ονομασία Hard Board (χάρντ-μπορντ).

γ) Τέλος οι εξαιρετικά σκληρές πλάκες κατασκευάζονται όπως οι προηγούμενες, αλλά κάτω από μεγαλύτερη πίεση. Χρησιμοποιούνται κυρίως για βιομηχανικούς σκοπούς, όπως π.χ. κατασκευή μητρών, ηλεκτρικών πινάκων κ.ά.

6.16 Πλάκες από απορρίμματα ξύλου (μοριοσανίδες).

Ως πρώτες ύλες χρησιμοποιούνται ροκανίδια ή τεμαχίδια ξύλου, τα οποία προήλθαν από την κατεργασία κορμών (εκτός από πριονίδια), καθώς και λεπτά κλαδιά, καλάμια, άχυρο δημητριακών ή ρυζιού, κώνοι αραβοσίτου, ευτελή φυτικά προϊόντα και μία συνθετική ή φυσική ρητίνη που δρα ως συγκολλητική ουσία.

Τα διάφορα φυτικά απορρίμματα τεμαχίζονται σε ειδικές μηχανές, όπου παίρνουν τις διαστάσεις: μήκος 5-15 mm, πλάτος 1-8 mm και πάχος 0,3-0,8 mm.

Στη συνέχεια υφίστανται κατεργασία με νέρο και ατμό, έως ότου πάρουν τη μορφή πολτού. Ο πολτός αναμιγνύεται με τη ρητίνη σε αναλογία βάρους 6% και μεταφέρεται σε πιεστήρια όπου κάτω από υψηλές πιέσεις και θερμοκρασίες αποκτά την τελική μορφή.

Το ειδικό βάρος των πλακών αυτού του είδους εξαρτάται και εδώ όπως και στις ινόπλακες από την εξασκούμενη πίεση. Διακρίνονται από την άποψη αυτή σε τρεις κατηγορίες:

- 1) Ελαφρές πλάκες με φαινόμενο βάρος 400 kp/m³
- 2) Μέσου βάρους με φαινόμενο βάρος 400-850 kp/m³
- 3) Βαριές πλάκες με φαινόμενο βάρος 850-1100 kp/m³

Χρησιμοποιούνται οι ελαφρές για μονώσεις ήχου και θερμότητας και οι μέσου βάρους για ελαφρά χωρίσματα, επικαλύψεις μη ορατών επιφανειών επίπλων, για φύλλα ερμαρίων κ.ά. Οι βαριές πλάκες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αυτοτελείς κατασκευές αντί για το φυσικό ξύλο.

Συγκρινόμενες με τις αντίστοιχου βάρους ινόπλακες θεωρούνται κατώτερης ποιότητας, γιατί παρουσιάζουν μικρότερη θερμομονωτική και ηχομονωτική ικανότητα, καθώς επίσης και μικρότερη αντοχή.

Στην Ελλάδα κυκλοφορούν οι μέσου βάρους πλάκες με πάχο 10-20 mm και διατίθενται με την εμπορική ονομασία **νοβοπόν**.

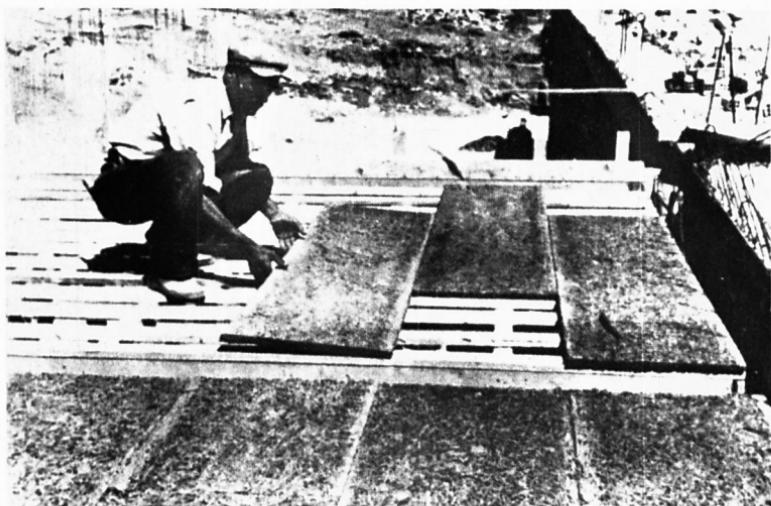
Εάν αντί μιας οποιασδήποτε ρητίνης χρησιμοποιηθεί ως συνδετική ύλη μαγνησιακή κονία, τότε οι πλάκες που παίρνουμε παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή στην υγρασία, δεν σαπίζουν και δεν καίγονται εύκολα.

Οι πλάκες αυτές χρησιμοποιούνται κυρίως για μονώσεις οροφών και τοίχων. Ο τύπος που κυκλοφορεί στην Ελλάδα διατίθεται με την ονομασία **Ερακλίτ** (Heraklith) (σχ. 6.16α και 6.16β).



Σχ. 6.16α.

Τμήμα πλάκας Heraklith. Διακρίνονται οι φυτικής προελεύσεως ίνες, οι οποίες είναι συγκολλημένες με μαγνησιακή κονία.



Σχ. 6.16β.

Τοποθέτηση πλακών Heraklith επί του ξυλοτύπου πλακός εξοπλισμένου σκυροδέματος. Οι πλάκες αυτές μπορούν να αντικαταστήσουν τις σανίδες που τοποθετούνται στον ξυλότυπο της πλάκας.

6.17 Ξυλάλευρο, ξυλοβάμβακας, ξυλόμαλλο, ξυλόλιθος.

Είναι υλικά που προέρχονται από το άλεσμα ή το ξύσιμο του ξύλου και χρησιμοποιούνται ως προσμήγματα για την κατασκευή διαφόρων άλλων υλικών ή αυτοτελώς.

Το ξυλάλευρο χρησιμοποιείται ως υλικό προσμήξεως κατά την παρασκευή μερικών πλαστικών υλικών, λόγω του μικρού ειδικού βάρους του και της ευκολίας με την οποία διαβρέχεται από τα ρητινικά προϊόντα και λόγω της χαμηλής τιμής του.

Ο ξυλοβάμβακας και το ξυλόμαλλο αποτελούνται από λεπτές σγουρές ίνες μαλακού ξύλου μήκους 25-35 cm και χρησιμοποιούνται είτε για την κατασκευή μονωτικών πλακών, είτε για την πλήρωση διακένων για θερμική ή ηχητική μόνωση,

Επίσης το ξυλάλευρο, το ξυλόμαλλο και άλλα ξυλώδη προϊόντα χρησιμοποιούνται για την κατασκευή του ξυλόλιθου. Ο ξυλόλιθος χρησιμοποιείται για την κατασκευή πλακών άριστης ποιότητας ή δαπέδων χωρίς αρμούς. Αποτελείται από λειοτριβημένο μαγνησίτη (ανθρακικό μαγνήσιο $MgCO_3$, το οποίο στην Ελλάδα λαμβάνεται από τον ορυκτό λευκόλιθο), διάλυση χλωριούχου μαγνησίου ($MgCl_2$) και ένα από τα παραπάνω προσμήγματα. Τα υλικά αυτά αναμιγνύονται σε διάφορες αναλογίες και το μίγμα απλώνεται επάνω στο δάπεδο σε δύο ή τρεις στρώσεις. Το συνολικό πάχος του δαπέδου που παρασκευάζεται έτσι είναι 2-2½ cm.

6.18 Φελός και υλικά από αυτόν.

Ο φελός προέρχεται από τον εξωτερικό φλοιό ενός δένδρου της οικογένειας των δρυών, το οποίο αναπτύσσεται κυρίως στην περιοχή της δυτικής Μεσογείου. Ενώ ο φλοιός των περισσοτέρων δένδρων είναι ινώδης, αποτελείται δηλαδή από δέσμες λεπτών ινών, αντίθετα ο φλοιός από τον οποίο προέρχεται ο φελός, αποτελείται από μικροσκοπικές κυψέλες ορατές μόνο με το μικροσκόπιο. Ένα cm^3 φελού περιέχει γύρω στα 12 εκατομμύρια κυψέλες. Μέσα στις κυψέλες βρίσκεται αποκλεισμένος αέρας που όπως είναι γνωστό, είναι το καλύτερο μονωτικό για τη θερμότητα και τον ήχο, όταν βρίσκεται σε ακινησία.

Χάρη στην κυψελωτή αυτή δομή και στον κλεισμένο αέρα, ο φελός εμφανίζει πολύ μικρή θερμική αγωγιμότητα. Δεν επιτρέπει, δηλαδή, την εύκολη διέλευση θερμότητας μέσα από τη μάζα του, κυρίως στην περιοχή των χαμηλών θερμοκρασιών.

Επίσης έχει μεγάλη ηχοαπορροφητικότητα.

Λόγω των εξαιρετικών θερμομονωτικών ιδιοτήτων του, ο φελός λαμβάνεται ως μέτρο συγκρίσεως για όλα τα χρησιμοποιούμενα θερμομονωτικά υλικά.

Ο φελός έχει και άλλες ιδιότητες που τον καθιστούν πρώτης τάξεως υλικό για διάφορες χρήσεις. Έτσι:

- Έχει μικρό φαινόμενο βάρος, που κειμένεται μεταξύ 90 και 130 kp/m³. Ποσοστό 75% περίπου του όγκου ενός κομματιού φελού καταλαμβάνεται από αέρα.
- Παρουσιάζει μικρή απορροφητικότητα στα περισσότερα υγρά λόγω ελλείψεως τριχοειδών πόρων. Για το λόγο αυτό δεν επηρεάζεται αισθητά από την υγρασία.
- Χαρακτηρίζεται από αξιοσημείωτη ελαστικότητα, επανακτώντας το αρχικό σχήμα του μετά την αφαίρεση της φορτίζουσας δυνάμεως.
- Οι πλάκες φελού δεν στρεβλώνονται δεν διογκώνονται, δεν υφίστανται συστολές και διαστολές κάτω από την επίδραση της υγρασίας ή της θερμότητας και τέλος δεν σαπίζουν και δεν προσβάλλονται από τα έντομα και τα ζωύφια που καταστρέφουν τα ξύλα.
- Ο φελός συγκαταλέγεται στα υλικά που επιβραδύνουν τη μετάδοση της φωτιάς. Δεν αναφλέγεται από σπινθήρες, αλλά μόνο από φλόγες και γεται δε αργά και μόνο το τμήμα του που βρίσκεται σε επαφή με τις φλόγες. Ο φελός δεν μεταδίδει τη φωτιά και δεν υποκαίγεται.

Ο φελός στη φυσική του κατάσταση, δηλαδή όπως λαμβάνεται από το δένδρο χωρίς καμιά επεξεργασία, χρησιμοποιείται σε πολύ περιορισμένη κλίμακα (σε πλωτήρες, σημαντήρες, στόπερ κ.ά.),

Με τη μορφή, όμως κόκκων και πλακών χρησιμοποιείται ευρύτατα.

Οι κόκκοι προέρχονται από το φυσικό φελό μετά από άλεση. Διατίθενται στο εμπόριο είτε ακοσκίνιστοι είτε κοσκινισμένοι με ορισμένες διαστάσεις. Χρησιμοποιούνται για την πλήρωση διακένων για θερμομονωτικούς σκοπούς.

Οι πλάκες κατασκευάζονται από κόκκους φυσικού φελού κανονικού σχήματος. Οι κόκκοι συμπιέζονται κάτω από υψηλή θερμοκρασία και μορφοποιούνται σε μεγάλους κύβους. Λόγω της υψηλής θερμοκρασίας απελευθερώνεται η φυσική ρητίνη τους, η οποία δρα ως συγκολλητική ουσία και συνδέει τους κόκκους μεταξύ τους.

Μετά την συμπίεση οι κύβοι αφαιρούνται από τα καλούπια και κόβονται σε πλάκες με ακριβώς προκαθορισμένα μεγέθη και πάχη.

Επίσης κατασκευάζονται και πλάκες φελού με τη χρησιμοποίηση συνδετικής υλης από άσφαλτο. Οι θερμομονωτικές πλάκες του τύπου αυτού παρουσιάζουν μικρότερη μονωτική ικανότητα από τις προηγούμενες.

Εν γένει οι πλάκες φελού διατηρούν σχεδόν αναλλοίωτες τις ιδιότητες του φυσικού φελού. Διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

- **Συνηθισμένες πλάκες.** Είναι οι προερχόμενες από το κόψιμο των κύβων και χρησιμοποιούνται χωρίς αλλη επεξεργασία. παράγονται σε διάφορες διαστάσεις και πάχη. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας είναι $\lambda = 0,033$ περίπου. Το ειδικό βάρος τους είναι περίπου 100 kp/m^3 .
- **Επενδυμένες πλάκες.** Προέρχονται από τις συνηθισμένες πλάκες με επάλειψη των επιφανειών τους με ασφαλτική μαστίχα. Χρησιμοποιούνται σε χώρες, όπου επικρατεί μεγάλη υγρασία. οι διαστάσεις και ο θερμικός συντελεστής τους είναι ο ίδιος με τις προηγούμενες πλάκες.
- **Αντιδονητικές πλάκες.** Με ισχυρή πίεση λαμβάνονται πλάκες οι οποίες παρεμβάλλονται μεταξύ των βαριών μηχανημάτων και της βάσεως τους με σκοπό την απόσβεση των δονήσεων και των κραδασμών, που προκαλούνται κατά τη λειτουργία τους. Το ειδικό βάρος τους φθάνει τα 270 kp/m^3 .
- **Πλάκες με άσφαλτο.** Χρησιμοποιείται ασφαλτικό υλικό για τη σύνδεση των κόκκων του φελού. Έχουν μεγαλύτερο βάρος (περίπου 200 kp/m^3) από τις συνηθισμένες πλάκες και συνεπώς μεγαλύτερο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (περίπου $\lambda = 0,050$ έως $0,060 \text{ kcal/m . h . g}$). Χρησιμοποιούνται για ελαφρότερες μονώσεις.

Από κόκκους φελού και με τη χρησιμοποίηση της ίδιας μεθόδου κατασκευής των πλακών, κατασκευάζονται θερμομονωτικά καλύμματα για σωλήνες, για ειδικά τεμάχια τους με τη μορφή T, S, L κ.ά., και για διάφορα εξαρτήματα των δικτύων, όπως π.χ. βαλβίδες, βάνες, φλάντζες, όπως και για διάφορες θερμικές κατασκευές.

Οι κόκκοι τοποθετούνται μέσα σε είδικούς κατά περίπτωση τύπους (καλούπια) και συμπιέζονται κάτω από υψηλή θερμοκρασία. Κατόπιν τα τεμάχια που προκύπτουν υφίστανται μηχα-

νική επεξεργασία και στη συνέχεια επαλείφεται το εσωτερικό και εξωτερικό τους με ασφαλτική μαστίχα, για να επιτευχθεί στεγανότητα στην υγρασία. Το πάχος τους εξαρτάται από το μέγεθος του σώματος που πρόκειται να καλυφθεί και από τον επιθυμητό βαθμό μονώσεως.

6.19 Χαρτί.

Είναι παράγωγο του ξύλου με περιορισμένη εφαρμογή στη δομική.

Παράγεται από την κυτταρίνη των ξύλων ή άλλων υλών που περιέχουν κυτταρίνη (βαμβακερά ή λινά κουρέλια, άχυρα κλπ.). Με κατάλληλη επεξεργασία των πρώτων υλών παράγεται η καλούμενη **χαρτόμασα**. Με περαιτέρω κατεργασίες αυτή λαμβάνει την τελική μορφή των φύλλων του χαρτιού.

Η ποιότητα του χαρτιού εξαρτάται από το είδος της χρησιμοποιούμενης πρώτης ύλης (τα κουρέλια δίνουν την καλύτερη ποιότητα), από την ακολουθούμενη μέθοδο παραγωγής και από την επιμελημένη ή όχι επεξεργασία.

Το χαρτί στο εμπόριο διακρίνεται σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με το βάρος που έχει ένα m^2 φύλλου ή με το βάρος που έχει μια δεσμίδα ορισμένου αριθμού φύλλων (π.χ. 500) και ορισμένων διαστάσεων.

Στη δομική χρησιμοποιείται είτε για την κατασκευή φύλλων στεγάσεως, όπως το **πονόχαρτο**, είτε για την κατασκευή **χαρτοπάτητων** (χαρτί ταπετσαρίας). Οι χαρτοτάπητες κυκλοφορούν στο εμπόριο σε κυλίνδρους διαφόρων διαστάσεων. Η χρήση τους στην Έλλαδα είναι εξαιρετικά περιορισμένη σήμερα.

Ένα άλλο υλικό, που κατασκευάζεται με βάση το χαρτί είναι η **φορμάικα**. Η φορμάικα είναι ένα λεπτότατο φύλλο, του οποίου η μία επιφάνεια, στιλπνή ή ματ, παρουσιάζει εξαιρετική αντοχή στην τριβή και τη χάραξη καθώς και στις μέσες θερμοκρασίες. Επίσης δεν επηρεάζεται από το νερό και από χημικές ουσίες και γι' αυτό πλένεται, χωρίς να διατρέχει κίνδυνο καταστροφής.

Χρησιμοποιείται για την κάλυψη διαφόρων ξυλίνων κατασκευών, όπως π.χ. είναι οι τράπεζες (τραπέζια), τα φύλλα των ντουλαπιών κ.ά. Λόγω των εξαιρετικών ιδιοτήτων που έχει και της ωραίας εμφανίσεως που παρουσιάζει η εξωτερική επιφάνεια, αποτελεί πρώτης τάξεως καλυπτικό υλικό, όμως το κόστος της είναι αρκετά υψηλό.

Το φύλλο της φορμάικας αποτελείται από λεπτά φύλλα χαρτιού που εμποτίζονται με μελαμίνη (συνθετική ρητίνη) και συμπιέζονται σε ισχυρές πρέσες, ώστε να αποτελέσουν συμπαγές σώμα. Από τα λεπτά αυτά φύλλα το δεύτερο, δηλαδή αυτό που περιέχει το χρωματισμό και τα σχέδια που εμφανίζει η φορμάικα, είναι διακοσμητικό. Το πρώτο είναι διαφανές και τοποθετείται για την προστασία του δεύτερου από διάφορες φθορές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΜΕΤΑΛΛΑ ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

7.1 Εισαγωγή.

1) Ιστορικό.

Είναι γνωστή η μεγάλη επίδραση που άσκησαν τα μέταλλα στη γενική εξέλιξη του ανθρώπου, καθώς και η σημασία τους για την οικονομική και κοινωνική πρόοδό του. Ο σημερινός πολιτισμός οφείλει πάρα πολλά στη χρήση των μετάλλων.

Τα πρώτα μέταλλα, που χρησιμοποιήθηκαν περίπου πριν από 3500 χρόνια, ήταν ο χαλκός και κατόπιν ο σίδηρος. Με αυτά κατασκευάζονταν όπλα, νομίσματα, εργαλεία, οικιακά σκεύη και διάφορα διακοσμητικά στοιχεία.

Η πρόοδος όμως στην αξιοποίηση των ιδιοτήτων των παραπάνω μετάλλων και των νέων που ανακαλύφθηκαν στο μεταξύ, ήταν βραδύτατη. Μόλις στις αρχές του προηγούμενου αιώνα, χάρη στην εκμετάλλευση των δυνατοτήτων του ατμού και την κατασκευή ισχυρών μηχανών, άρχισε η πραγματική κυριαρχία των μετάλλων και των κραμάτων τους.

Τεράστιες προσπάθειες καταβλήθηκαν για να γίνει οικονομική η παραγωγή τους, να βελτιωθούν οι ιδιότητές τους και να δημιουργηθούν κράματα κατάλληλα για τις πάσης φύσεως εφαρμογές. Σήμερα ακόμη χιλιάδες ειδικών εργάζονται για την ανακάλυψη νέων μεθόδων παραγωγής και κατεργασίας των μετάλλων και τη δημιουργία νέων κραμάτων ικανών να ανταπεξέλθουν επιτυχώς στις συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις της τεχνικής.

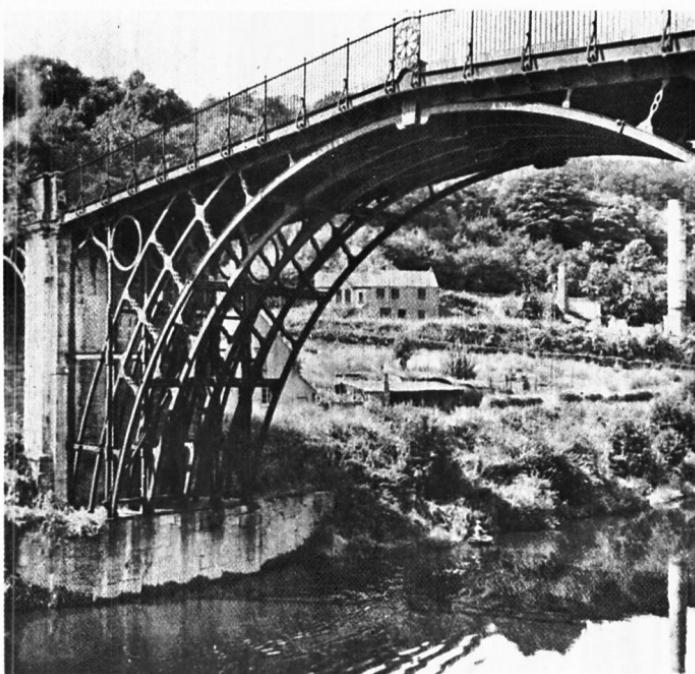
2) Τα μέταλλα στη δομική.

Στη δομική, η ευρεία χρησιμοποίηση των μετάλλων εφαρμόσθηκε κάπως αργά. Μόνο όταν δημιουργήθηκε η ανάγκη κατασκευής μεγαλυτέρων και συνθετοτέρων έργων, επιδιώχθηκε

παρασκευή νέων υλικών με κατάλληλες ιδιότητες και χαμηλές τιμές. Μεταξύ αυτών τα μέταλλα και τα πλαστικά κατέλαβαν εξέχουσα θέση.

Τα πρώτα μεταλλικά έργα κατασκευάσθηκαν από χυτοσίδηρο και ήταν οδικές και σιδηροδρομικές γέφυρες, δοκοί και στύλοι για στέγες διαφόρων κτηρίων κ.ά. Οι προσπάθειες για την κατασκευή μεταλλικών γεφυρών άρχισαν το 1775 στη Γαλλία, αλλά εγκαταλείφθηκαν λόγω του υψηλού κόστους του υλικού. Η πρώτη γέφυρα από χυτοσίδηρο κατασκευάσθηκε στην Αγγλία κατά το 1779 με άνοιγμα 30,50 m (σχ. 7.1α) και στις αρχές του προηγούμενου αιώνα κατασκευάσθηκαν, από χυτοσίδηρους δοκούς και στύλους, στέγες κτιρίων και τρούλοι εκκλησιών.

Από τότε, με τις νέες μεθόδους που μπήκαν σε εφαρμογή και με τη δημιουργία των διαφόρων κραμάτων του σιδήρου, η ποι-



Σχ. 7.1α.

Η πρώτη μεταλλική γέφυρα που κατασκευάσθηκε στην Αγγλία.

Χαρακτηριστικά: 5 ημικυκλικά παράλληλα τόξα ανοίγματος 30,50 m. Κατάστρωμα από χυτοσίδηρες πλάκες μήκους 7,5 m. Βάρος 378,50 t.

ότητα του υλικού βελτιώθηκε σημαντικά. Χαρακτηριστικό έργο, εξ ολοκλήρου χαλύβδινο, είναι ο πύργος του 'Αιφελ στο Παρίσι, ο οποίος άρχισε να κατασκευάζεται το 1887 και αποπερατώθηκε το 1889 (σχ. 7.1β).

Σήμερα κατασκευάζονται γέφυρες από χάλυβα υψηλής αντοχής με ανοίγματα που πλησιάζουν ή υπερβαίνουν τα 1200 m. Η κρεμαστή γέφυρα του Mackinac στις ΗΠΑ, που κατασκευάσθηκε το 1957 έχει συνολικό μήκος 2595 m και μέγιστο ελεύθερο άνοιγμα 1158 m. Η γέφυρα του Αγ. Φραγκίσκου στις ΗΠΑ και αυτή κρεμαστή, που κατασκευάσθηκε το 1937, έχει μέγιστο ελεύθερο άνοιγμα 1280 m (σχ. 7.1γ).

Επίσης κατασκευάζονται γέφυρες, κυρίως οδικές, από κράματα αλουμινίου. Η πρώτη οδική γέφυρα κατασκευάσθηκε στο Κεμπέκ του Καναδά το 1950 και έχει μέγιστο ελεύθερο άνοιγμα 88,50 m. Ζυγίζει μόνο 181,20 τόννους. Η πρώτη σιδηροδρο-



Σχ. 7.1β.

Ο πύργος του 'Αιφελ κατασκευάσθηκε στο χώρο της Διεθνούς Εκθέσεως των Παρισίων το 1889, ως ένδειξη των δυνατοτήτων του χάλυβα στις κατασκευές (ύψος 300 m, βάρος 9000 t.)

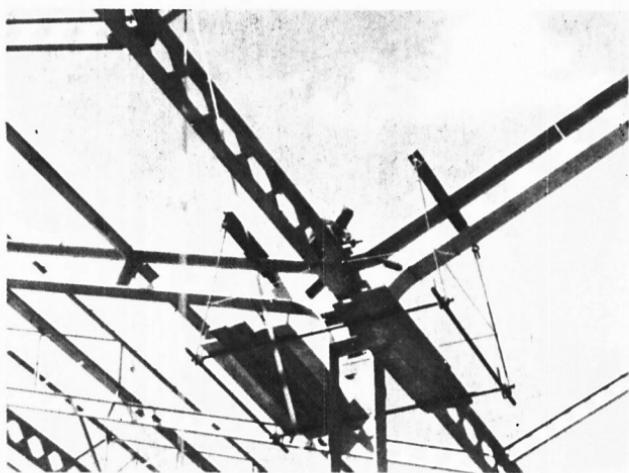


Σχ. 7.1γ.

Η κρεμαστή γέφυρα Golden Gate του Αγίου Φραγκίσκου, η δεύτερη σε μέγεθος γέφυρα του κόσμου.

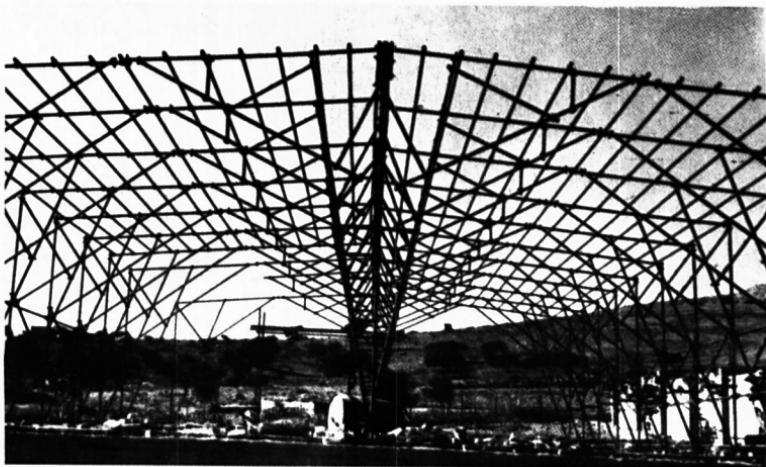
μική γέφυρα, ολόκληρη από αλουμίνιο, κατασκευάσθηκε το 1946 πάνω στον ποταμό Grasse της Νέας Υόρκης. Το άνοιγμά της είναι 30,50 m και το βάρος μόλις φθάνει τους 24 τόννους. Μια αντίστοιχη σιδερένια γέφυρα θα ζυγίζε 58 τόννους, η χυτοσιδηρή του σχήματος 7.1α ζυγίζει 378,50 τόννους.

Επίσης χρήση του σιδήρου και του αλουμίνιου γίνεται στην κατασκευή στεγών μεγάλων αιθουσών (σχ. 7.1δ και 7.1ε), υποστέγων, και γενικώς χώρων με μεγάλα ανοίγματα, οι οποίοι δεν είναι δυνατόν να καλυφθούν με άλλα υλικά σε χρήση. Κατα-



Σχ. 7.1δ.

Μεταλλική στέγη από τυποποιημένα ελάσματα.

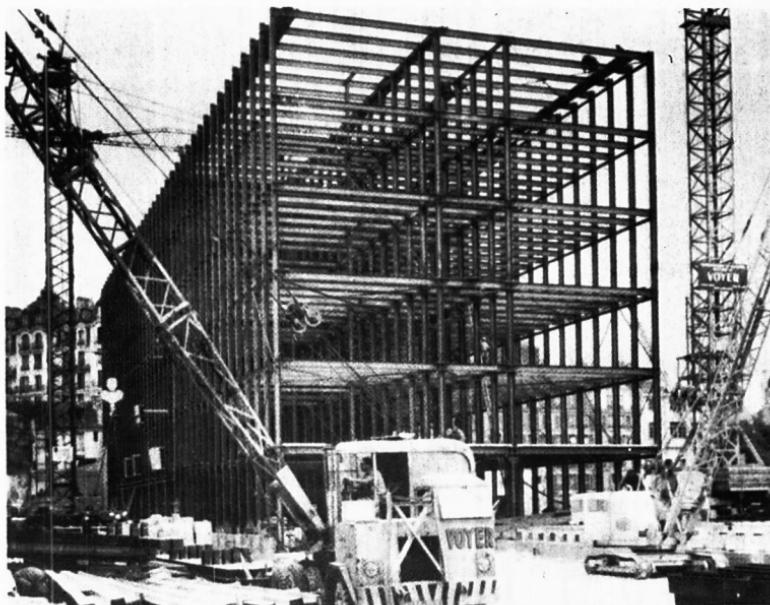


Σχ. 7.1ε.

Μεταλλική στέγη μεγάλου ανοίγματος, που κατασκευάσθηκε με σωλήνες.

σκευαζονται ακόμη πολυώροφα κτίρια, στα οποία τα κύρια υλικά είναι χάλυβας και γυαλί (σχ. 7.1στ).

Από μέταλλα κατασκευάζονται επίσης δομικά στοιχεία, τα οποία καλύπτουν διάφορες ανάγκες των κτιρίων και των άλλων τεχνικών έργων. Κατασκευάζονται παράθυρα και θύρες από



Σχ. 7.1στ.
Πολυώροφο κτήριο με μεταλλικό σκελετό.

σίδηρο και αλουμίνιο, σωλήνες από σίδηρο, αλουμίνιο, χαλκό και μόλυβδο, σύρματα μεταφοράς ενέργειας, από χαλκό και αλουμίνιο, σύρματα και συρματόσχοινα προσδέσεως από χάλυβα και πλήθος άλλα δευτερεύοντα δομικά υλικά.

Τέλος η χρήση του χάλυβα, σε συνεργασία με το σκυρόδεμα, έδωσε τεράστια ώθηση στην κατασκευή τεχνικών έργων από οπλισμένο και προεντεταμένο σκυρόδεμα.

3) Δομικά μέταλλα.

Τα χρησιμοποιούμενα για την παρασκευή δομικών υλικών μέταλλα είναι κατ' αρχήν ο σίδηρος, το αλουμίνιο, ο χαλκός, ο φευδάργυρος και ο μόλυβδος και κατά δεύτερο λόγο το νικέλιο, το χρώμιο, ο καστίτερος και το βολφράμιο. Τα τελευταία χρησιμοποιούνται σε μικρές ποσότητες, για την κατασκευή κραμάτων με τα κύρια μέταλλα.

Τα μέταλλα σπάνια χρησιμοποιούνται αμιγή και απαλλαγμένα από άλλες προσμίξεις. Αναμιγνύονται συνήθως με άλλα μέταλλα ή αμέταλλα στοιχεία, και έτσι δημιουργούνται τα κράματα. Σε αυτά ακριβώς τα κράματα, που εμφανίζουν ιδιότητες

πολύ ανώτερες από τα απλά μέταλλα, οφείλονται οι μεγάλες πρόοδοι στις μεταλλικές κατασκευές. Τα κυριότερα κράματα, που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των δομικών μεταλλικών υλικών, είναι:

- Ο **χιτοσιδήρος** και ο **χάλυβας** (κράματα σιδήρου και άνθρακα).
- Ο **νικελιούχος** και ο **χρωμιούχος χάλυβας** (κράματα σιδήρου και νικελίου ή χρωμίου).
- Τα **κράματα του αλουμινίου**.
- Ο **μπρούντζος** (κράμα χαλκού και κασσίτερου).
- Ο **ορείχαλκος** (κράμα χαλκού και ψευδάργυρου).

Λεπτομερής ανάπτυξη σχετικά με τα παραπάνω θα γίνει στις επόμενες παραγράφους.

4) Προέλευση των μετάλλων.

Λαμβάνονται από τα μεταλλεύματά τους με φρύξη μέσα σε κατάληλα καμίνια. Το σχήμα και οι διαστάσεις των καμινιών εξαρτώνται, όπως θα δούμε στις σχετικές παραγράφους, από το είδος του μεταλλεύματος που πρόκειται να εκκαμινευθεί και από τη μέθοδο, που θα εφαρμοσθεί.

Μετά την απόκτηση του μετάλλου γίνεται η ανάμιξή του με άλλα στοιχεία για τη δημιουργία των κραμάτων.

Τα κράματα, τέλος, υφίστανται ειδικές επεξεργασίες «εν Θερμώ» ή «εν ψυχρώ», ανάλογες προς τον επιδιωκόμενο σκοπό, ο οποίος καθορίζεται από τη βελτίωση μιας ή περισσοτέρων από τις ιδιότητες των κραμάτων, από τη μορφή και το σχήμα που πρόκειται να έχουν τα τελικά προϊόντα, και από τη χρήση για την οποία προορίζονται.

5) Χαρακτηριστικά και ιδιότητες των μετάλλων και των μεταλλικών υλικών.

α) Τα κύρια χαρακτηριστικά των μετάλλων και των κραμάτων είναι:

- Η μεγάλη μηχανική αντοχή που παρουσιάζουν σε οποιοδήποτε είδος καταπονήσεως (εφελκυσμό, θλίψη, κάμψη, διάτμηση, στρέψη κ.ά.).
- Η ελαστικότητα, που εμφανίζουν μέσα σε ευρεία περιοχή φορτίσεως, η οποία τους επιτρέπει να μην υφίστανται μόνιμες παραμορφώσεις.
- Η καλή θερμική και ηλεκτρική αγωγιμότητα.
- Το όλκιμο (η ικανότητά τους να μετατρέπονται με έλξη σε σύρμα).
- Το ελατό, η ικανότητά τους δηλαδή να μετατρέπονται με

έλαση ή σφυρηλάτηση σε ελάσματα και λεπτότατα φύλλα.

- Το εύτηκτο, η ικανότητά τους να λιώνουν κάτω από τη δράση υψηλών θερμοκρασιών και να επανέρχονται στη στερεά κατάσταση μετά την πτώση της θερμοκρασίας, χωρίς καμιά μεταβολή των χαρακτηριστικών τους.
- Το συγκολλητό, η ικανότητα δύο τεμαχίων του ίδιου μετάλλου ή κράματος να συνενώνονται σε ένα ομοιογενές σώμα, όταν υποστούν τα κτυπήματα σφυριού κάτω από ορισμένη για κάθε μέταλλο ή κράμα θερμοκρασία.
- Η ικανότητα αυξήσεως της επιφανειακής σκληρότητας και αντοχής τους, όταν θερμανθούν και στη συνέχεια ψυχθούν απότομα.

Τα χαρακτηριστικά αυτά δεν εμφανίζονται σε όλα τα μέταλλα και κράματα με τον ίδιο βαθμό. Πολλές φορές οι διαφορές είναι μεγάλες και η επιλογή του καταλληλότερου υλικού για κάθε συγκεκριμένη εφαρμογή γίνεται με βάση το βαθμό εκδηλώσεως των ιδιοτήτων του (χαρακτηριστικών) και τις απαιτήσεις του έργου, για το οποίο προορίζεται το υλικό.

Η μέτρηση του βαθμού αυτού γίνεται με κατάλληλες πρότυπες μεθόδους και συσκευές, που έχουν γίνει δεκτές από τα διάφορα κράτη ή και ομάδες κρατών. Ήτσι τα αποτελέσματα των μετρήσεων είναι ανεξάρτητα του τόπου και του χρόνου εκτελέσεώς τους, και γίνεται δυνατή η σύγκρισή τους με τις προδιαγραφές που επιβάλλουν οι κανονισμοί καταλληλότητας των υλικών.

Λόγω των χαρακτηριστικών που αναφέρθηκαν, τα μέταλλα και τα υλικά που προέρχονται από αυτά, παρουσιάζουν ανάλογες ιδιότητες, που γενική ανάπτυξη και μέθοδοι μετρήσεως και ελέγχου αυτών γίνονται παρακάτω.

β) Οι ιδιότητες αυτές διακρίνονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

- Φυσικές και χημικές
- Μηχανικές και
- τεχνολογικές.

Οι **φυσικές** και **χημικές** ιδιότητες αναφέρονται στο ειδικό βάρος, στις θερμοκρασίες τήξεως, στην ευχέρεια χημικής ενώσεώς τους με άλλα στοιχεία, στην ηλεκτρική και θερμική αγωγιμότητά τους.

Οι **μηχανικές** ιδιότητες αναφέρονται στη συμπεριφορά τους στην επιρροή των πάσης φύσεως εξωτερικών δυνάμεων.

Οι **τεχνολογίες**, τέλος, αναφέρονται στη συμπεριφορά τους στις διάφορες μηχανικές και θερμικές κατεργασίες.

Εδώ θα εξετασθούν μόνο οι μηχανικές και τεχνολογικές ιδιότητες των μετάλλων.

Οι φυσικές και χημικές είναι γνωστές από τη Χημεία. Τα μέτρα μερικών από αυτές αναγράφονται στον πίνακα 7.1.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.1.1

Φυσικές ιδιότητες των κυριοτέρων δομικών μετάλλων και κραμάτων

Μέταλλο ή κράμα	Ειδικό βάρος	Φαινόμενο βάρος kp/m ³	σημείο πήξεως °C	Συντελεστής γραμμικής διασπολής σ (ανά °C μέχρι τους 100 °C)	Συντελεστής θερμικής αγωγι- μόπτας λ μο cal/m.h.grd
Αλουμίνιο	2,69	2 690	650	0,000025	191,00
Αλουμινίου κράματα (ντουραλουμίνιο)	2,85	2 850	655	0,000020	104,00
Κασσίτερος	7,30	7 300	232	0,000023	—
Μαγνήσιο	1,75	1 750	650	0,000027	104,00
Μόλυβδος	11,40	11 400	327	0,000029	31,00
Μπρούντζος (μέσες τιμές)	8,00	8 000	980	0,000017	59,00
Μπρούντζος μαγγανιούχος	8,50	8 500	950	0,000017	59,00
Μονέλ	8,80	8 800	1 350	0,000014	—
Νικέλιο	8,50	8 500	1 452	0,000013	—
Ορείχαλκος	8,50	8 500	890	0,000020	103,00
Σίδηρος	7,86	7 860	1 535	0,000012	
Χαλκός	8,91	8 910	1 084	0,000017	331,00
Χάλυβας (0,12% άνθρακας)	7,86	7 860	1 550	0,000012	44,00
Χάλυβας (0,40% άνθρακας)	7,85	7 850	1 450	0,000014	44,00
Χάλυβας ανοξείδωτος	7,91	7 910	1 460	0,000018	14,00
Χυτοσίδηρος τεφρός	7,22	7 220	1 260	0,000010	40,00
Χυτοσίδηρος ειδικός	7,72	7 720	1 500	0,00012	28,00
Ψευδάργυρος	7,20	7 200	419	0,000029	95,00

7.2 Μηχανικές ιδιότητες.

1) Σκληρότητα.

Ως γνωστό [§ 0.11(5)], σκληρότητα καλείται η αντίσταση,

που προβάλλει η επιφάνεια ενός στερεού σώματος στη χάραξή του από άλλο σώμα. Στον πίνακα του Mohs [§ 0.11(5), πίνακας 0.11.2] έχουν παρατεθεί δέκα ορυκτά κατά σειρά αυξανόμενης σκληρότητας.

Τα μέταλλα κατατάσσονται από την άποψη της σκληρότητας μεταξύ των ορυκτών αυτών και συγκεκριμένα μεταξύ εκείνου, το οποίο χαράσσουν και εκείνου από το οποίο χαράσσονται. Η σκληρότητα κατά Mohs των κυριοτέρων δομικών μετάλλων δίνεται στον πίνακα 7.2.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.2.1 Σκληρότητα κατά Mohs διαφόρων μετάλλων

Αλουμίνιο	2,0 ÷ 2,9	Ορείχαλκος	3,0 ÷ 4,0
Αντιμόνιο	3,0 ÷ 3,3	Σίδηρος	4,0 ÷ 5,0
Κασσίτερος	1,5 ÷ 1,8	Χαλκός	2,4 ÷ 3,0
Μαγνήσιο	2,0	Χάλυβες	5,0 ÷ 8,5
Μόλυβδος	1,5	Ψευδάργυρος	2,5

Η μέθοδος Mohs όμως θεωρείται ακατάλληλη για τη μέτρηση της σκληρότητας των μετάλλων, γιατί δίνει πολύ χονδρικά αποτελέσματα. Κατ' ακριβέστερες μεθόδους μετριέται το ίχνος, που αφήνει πάνω στην επιφάνεια του εξεταζόμενου μετάλλου ένα σκληρό σώμα αυστηρά ορισμένων διαστάσεων και ποιότητας, όταν αυτό υποστεί ορισμένη πίεση.

Ως τέτοιο σκληρό σώμα χρησιμοποιείται σφαίρα από χάλυβα ή χαλύβδινος κώνος ή πυραμίδα από διαμάντι.

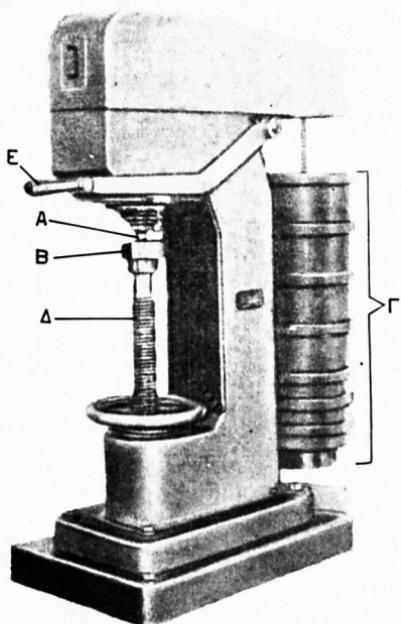
Το βάθος ή οι οριζόντιες διαστάσεις του ίχνους όταν αναχθούν σε ορισμένη κλίμακα προσδιορίζουν το βαθμό ή το μέτρο σκληρότητας.

Οι πιο γνωστές διεθνώς μέθοδοι μετρήσεως της σκληρότητας των μετάλλων είναι:

- Η μέθοδος Brinell.
- Η μέθοδος Rockwell.
- Η μέθοδος Vickers.

α) Κατά τη μέθοδο Brinell χρησιμοποιείται χαλύβδινη σφαίρα ορισμένης διαμέτρου για κάθε κατηγορία μετάλλων, η οποία πιέζεται με ορισμένη δύναμη. Το μέτρο της δυνάμεως αυτής εξαρτάται από την κατηγορία, στην οποία ανήκει το ελεγχόμενο υλικό. Η όλη εργασία εκτελείται σε ειδικές συσκευές, που καλούνται **σκληρόμετρα** (σχ.

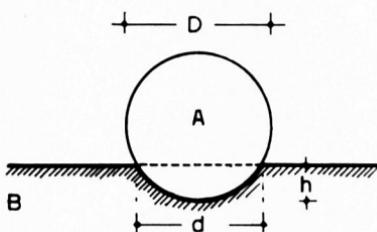
7.2α). Το ίχνος, που αφήνει η σφαίρα πάνω στην επιφάνεια του σώματος που πρόκειται να ελεγχθεί, έχει κατά μεγάλη προσέγγιση τη μορφή σφαιρικού τμήματος, του οποίου με κατάλληλα οπτικά μέσα, μετοιέται ο διάμετρος d (σχ. 7.2β).



Σχ. 7.2α.

Σκληρόμετρο για τον έλεγχο της σκληρότητας κατά Brinell.

Α) Χαλύβδινη σφαίρα. Β) Δοκίμιο του ελεγχόμενου μετάλλου. Γ) Μεταβλητό φορτίο, το οποίο θα ασκήσει την πίεση. Δ) Κινούμενο στέλεχος για τη συγκράτηση της σφαίρας και του ελεγχόμενου δοκιμίου. Ε) Μοχλός απελευθερώσεως του φορτίου.



Σχ. 7.2β.

Προσδιορισμός του αριθμού σκληρότητας κατά Brinell.

Α) Χαλύβδινη σφαίρα. Β) Τεμάχιο που πρόκειται να ελεγχθεί. D = διάμετρος της σφαίρας. d = διάμετρος του ίχνους. h = βάθος του ίχνους.

Εάν F η σφαιρική επιφάνεια του ίχνους και P η εφαρμοζόμενη πάνω στη σφαίρα δύναμη, τότε ο λόγος $\frac{P}{F}$ καλείται **αριθμός σκληρότητας** κατά Brinell και συμβολίζεται με H_{br} . Έτσι έχουμε:

$$H_{br} = \frac{P}{F}$$

και αν ληφθεί υπόψη ότι:

$$F = \pi \cdot \frac{D}{2} \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2}) \quad (32)$$

όπου D η διάμετρος της σφαίρας και d η διάμετρος του ίχνους, τότε:

$$H_{br} = \frac{P}{\frac{\pi \cdot D}{2} (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (33)$$

Ο αριθμός σκληρότητας κατά Brinell για τα περισσότερα μέταλλα σε χρήση δίνεται στον πίνακα 7.2.2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.2.2

Σκληρότητα κατά Brinell διαφόρων μετάλλων (σε kp/cm²)

Αλουμίνιο	$H_{br} = 38$	Χαλκός	$H_{br} = 45$
Κασσίτερος	$H_{br} = 14$	Χυτοσίδηρος κοινός	$H_{br} = 150-400$
Ορείχαλκος	$H_{br} = 63$	Χυτοσίδηρος φαιός	$H_{br} = 180$
Σίδηρος	$H_{br} = 100-200$	Ψευδάργυρος	$H_{br} = 46$

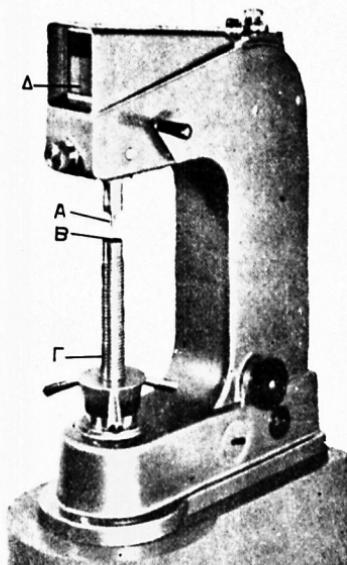
Η μέθοδος Brinell παρουσιάζει ορισμένα μειονεκτήματα, σημαντικότερα των οποίων είναι:

- Η βραδύτητα για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων.
- Η μερική καταστροφή του εξεταζόμενου αντικειμένου, λόγω του μεγάλου ίχνους που αφήνει πάνω στην επιφάνειά του η σφαίρα της συσκευής και
- η ανακρίβεια στη μέτρηση, που εμφανίζεται για τα πολὺ σκληρά μέταλλα. Το τελευταίο οφείλεται στο γεγονός ότι, λόγω της εξασκούμενης μεγάλης πιέσεως, παραμορφώνεται και η σφαίρα, με συνέπεια το ίχνος να μην έχει πλέον σφαιρική μορφή.

β) Κατά τη μέθοδο Rockwell χρησιμοποιείται παρόμοιο όργανο με το προηγούμενο (σχ. 7.2γ). Αυτό είναι εφοδιασμένο με μικρή χαλύβδινη σφαίρα διαμέτρου $1\frac{1}{16}$ " (1,59 mm), με φορτίο 100 kp. Αντί της σφαίρας μπορεί να υπάρχει κώνος από διαμάντι με φορτίο 150 kp. Κατά τη μέθοδο αυτή μετριέται το βάθος εισδύσεως της μικρής σφαίρας ή του κώνου. Έτσι, ο αριθμός της σκληρότητας διαβάζεται απευθείας σε αριθμημένη κλίμακα τοποθετημένη πάνω στο όργανο χωρίς προηγούμενους υπολογισμούς. Ο αριθμός αυτός συμβολίζεται με H_{rb} , προκειμένου για σφαίρα και H_{rc} προκειμένου για κώνο. Η μέθοδος Rockwell δεν παρουσιάζει τα μειονεκτήματα που αναφέρθηκαν για τη μέθοδο Brinelle.

γ) Τέλος, κατά τη μέθοδο Vickers χρησιμοποιείται αδαμάντινη πυραμίδα με τετραγωνική βάση και γωνία 136° . Τα εφαρμοζόμενα φορτία είναι πολύ μικρά (1, 5, 10 έως 120 kp). Με ένα μικροσκόπιο μετριέται η διαγώνιος d (σχ. 7.2δ) του ίχνους και από αυτή προσδιορίζεται η επιφάνεια F αυτού από τη σχέση:

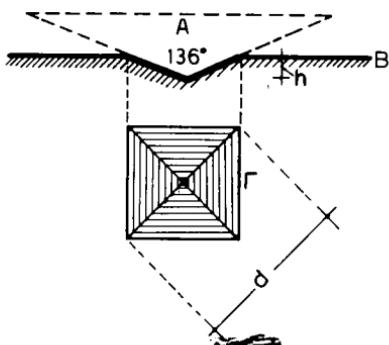
Από την επιφάνεια F και το φορτίο P προσδιορίζεται, όπως προηγουμένως ο βαθμός σκληρότητας κατά Vickers (H_V) με τον τύπο:



Σχ. 7.2γ.

Σκληρόμετρο για τον προσδιορισμό της σκληρότητας κατά Rockwell.

- Α) Κώνος από διαμάντι. Β) Θέση δοκίμου ελεγχόμενου τεμάχιου. Γ) Κινητή βίδα.
- Δ) Κλίμακα αναγνώσεως του αριθμού σκληρότητας H_{rc} .



Σχ. 7.2δ.

Προσδιορισμός του αριθμού σκληρότητας (Hv) κατά Vickers.

Α) Αδαμάντινη πυραμίδα. Β) Ελεγχόμενο δοκίμιο. Γ) Ίχνος της πυραμίδας πάνω στην επιφάνεια του δοκιμίου. h = βάθος του ίχνους. d = διαγώνιος του ίχνους.

$$F = \frac{d^2}{1,854} \quad (34)$$

$$Hv = \frac{P}{F} = 1,854 \frac{P}{d^2} \quad (35)$$

Η μονάδα μετρήσεως του μέτρου ḥ αριθμού σκληρότητας, που προσδιορίζεται κατά τις μεθόδους που αναφέρθηκαν, εξαρτάται από τις μονάδες, με τις οποίες μετρώνται η επιφάνεια του ίχνους και η δύναμη. Συνήθως ως μονάδα λαμβάνεται το kp/mm².

Στο διάγραμμα του πίνακα 7.2.3 δίνεται η αντιστοιχία του αριθμού σκληρότητας ορισμένων μετάλλων και κεραμικών, όταν μετριέται κατά τις διάφορες μεθόδους που αναφέρθηκαν.

2) Μηχανική αντοχή.

Με τον όρο αυτό καθορίζεται, ως γνωστό [§ 0.11(1)], η ικανότητα των στερεών σωμάτων να αντιστέκονται στις εξωτερικές δυνάμεις που τείνουν να τα παραμορφώσουν και να τα σπάσουν.

Το μέτρο της αντοχής προσδιορίζεται από την τιμή που παίρνουν οι τάσεις (εξωτερικές δυνάμεις) κατά τη στιγμή της θραύσεως του σώματος και συμβολίζεται με σ_{av} (τάση αντοχής) ἢ σ_{th} (τάση θραύσεως).

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.2.3

**Αντιστοιχία της σχετικής σκληρότητας διαφόρων μετάλλων και κεραμικών
στις κλίμακες μετρήσεως Brinell, Vickers και Mohs**

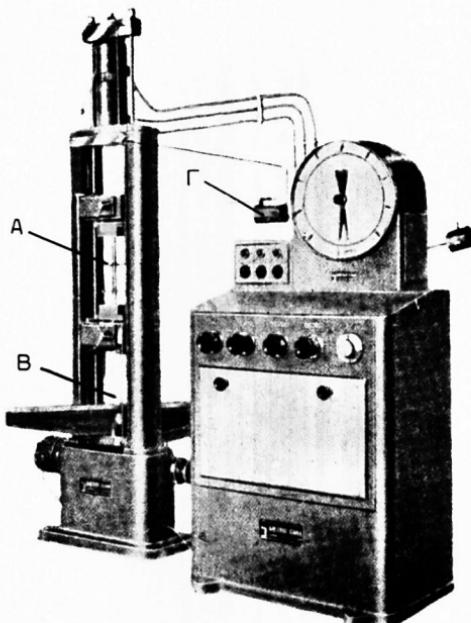
	Σκληρότητα		
	Brinell kai Vickers	Mohs	
Καρβίδιο τανταλίου	3000	10	Διαμάντι
Κεραμικά αργιλίου	2000	9	Κορούνδιο
	1000		
Κεραμικά ζιρκονίου		8	Τοπάζιο
Γυαλιά			
Μαγγανιούχος χάλυβας	500	7	Χαλαζίας
	300	6	Άστριος
	200		
Ανθρακούχοι χάλυβες		5	Απατίτης
	100	4	Φθορίτης
Αλουμίνιο		3	Ασβετίτης
	50	2	Γύψος
Μαγνήσιο		30	
	20	1	Τάλκης ή στεατίτης
Κράματα σκληρού μολύβδου	10		
Μαλακός μόλυβδος	5		
	3		
	2		

Τα μέταλλα γενικά παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή σε όλα τα είδη των επιπονήσεων (εφελκυσμός, θλίψη, κάμψη, διάτμηση, στρέψη). Είναι δε πολλές φορές ανώτερη από την αντοχή των υλικών που εξετάσθηκαν μέχρι τώρα.

Από όλα όμως τα είδη των αντοχών η πιο ενδιαφέρουσα για τις μεταλλικές κατασκευές είναι η αντοχή στον εφελκυσμό, η οποία προσδιορίζει την ποιότητα του υλικού και την καταλληλότητά του για κάθε συγκεκριμένο έργο, όπως η αντοχή σε θλίψη (πίεση) αποτελεί κριτήριο της ποιότητας των φυσικών και τεχνητών λίθων και των σκυροδεμάτων.

Ο έλεγχος της αντοχής σε εφελκυσμό ενός μεταλλικού υλικού γίνεται σε ειδικές μηχανές.

Στο σχήμα 7.2ε εικονίζεται μηχανή, στην οποία ένα μεταλλικό υλικό είναι δυνατό να υποβληθεί σε έλεγχο εφελκυσμού, θλίψεως, κάμψεως και διατμήσεως.



Σχ. 7.2ε.

Μηχανή έλεγχου δοκιμών μετάλλων σε διάφορες μορφές επιπονήσεως.

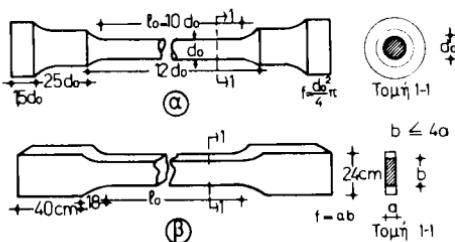
Στη θέση Α τοποθετείται το δοκίμιο για τον έλεγχο σε εφελκυσμό και θλίψη, στη θέση Β για τον έλεγχο σε κάμψη. Στον κύλινδρο Γ τυλίγεται το χαρτή, πάνω στο οποίο αποτυπώνεται το διάγραμμα τάσεων-παραμορφώσεων.

Στην περίπτωση του εφελκυσμού, το δοκίμιο τοποθετείται στη θέση Α. Σύμφωνα με τους κανονισμούς, αυτό πρέπει να έχει ορισμένες διαστάσεις και σχήμα (σχ. 7.2στ). Με κατάλληλη υδραυλική διάταξη εξασκούνται πάνω στο δοκίμιο προοδευτικά εφελκυστικές δυνάμεις μέσω δύο σαγονιών A_1 και A_2 , στα οποία έχει στερεωθεί. Κατά τη στιγμή της θραύσεως διαβάζεται η δύναμη προκάλεσε τη θραύση του δοκιμίου στον πίνακα Δ.

Η δύναμη αυτή, έστω $P_{θρ}$, διαιρείται διά της επιφάνειας F της αρχικής διατομής του δοκιμίου και το πηλίκο που προκύπτει προσδιορίζει την τάση θραύσεως $\sigma_{θρ}$ ή την αντοχή του υλικού:

$$\sigma_{θρ} = \frac{P_{θρ}}{F} \quad (36)$$

Με κατάλληλες αλλαγές των κινουμένων τμημάτων της συσκευής και με τη χρησιμοποίηση της τράπεζας Ε γίνονται οι έλεγχοι της αντοχής ενός υλικού και στα άλλα είδη των επιπονήσεων, δηλαδή σε θλίψη, κάμψη κ.ο.κ. Για κάθε περίπτωση χρησιμοποιείται δοκίμιο ειδικής μορφής.



Σχ. 7.2στ.

- Δοκίμιο μεταλλικών υλικών για τον έλεγχο της αντοχής σε εφελκυσμό.
α) Κυλινδρικό δοκίμιο (κυκλικής διατομής). β) Πλατυσμένο δοκίμιο (ορθογωνικής διατομής)

3) Ελαστικότητα και πλαστικότητα.

Από τις σπουδαιότερες ιδιότητες των μεταλλικών υλικών είναι η ελαστικότητα και η πλαστικότητά τους, δηλαδή ο τρόπος με τον οποίο παραμορφώνονται κατά τη διάρκεια της φορτίσεως τους από εξωτερικές δυνάμεις.

Στον Α' τόμο [§. 0.11(3)] αναπτύχθηκαν γενικά οι έννοιες της ελαστικότητας και πλαστικότητας των υλικών. Προκειμένου

όμως για τον έλεγχο των ιδιοτήτων αυτών στα μεταλλικά υλικά, χρησιμοποιείται το διάγραμμα τάσεων-παραμορφώσεων, το οποίο γράφεται από τη συσκευή του σχήματος 7.2ε, σε λευκό χαρτί που τοποθετείται επάνω στον κύλινδρο Γ. Ο κύλινδρος αυτός στρέφεται ομαλά γύρω από τον άξονά του, καθώς αυξάνει η δύναμη που επιβάλλεται επάνω στο δοκίμιο. Συγχρόνως κινείται οριζόντια, εφαπτόμενη στο χαρτί η ακίδα Ζ, η οποία με κατάλληλη διάταξη παρακολουθεί τις παραμορφώσεις (επιμηκύνσεις ή επιβραχύνσεις) του δοκιμίου.

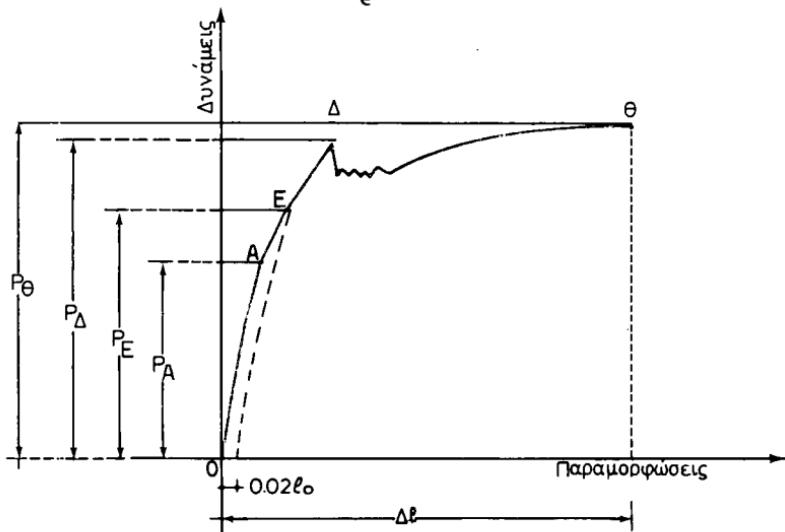
Έτσι σχηματίζεται διάγραμμα, που οι κατακόρυφες συντεταγμένες του αντιπροσωπεύουν τις επιβαλλόμενες δυνάμεις (ή τάσεις), ενώ οι οριζόντιες τις παραμορφώσεις που δημιουργούνται.

Το σχήμα 7.2ζ δείχνει το διάγραμμα δυνάμεων-παραμορφώσεων (στην προκειμένη περίπτωση επιμηκύνσεων) δοκιμίου από κοινό χάλυβα, το οποίο υπέστη εφελκυσμό μέχρι θραύσεως.

Στο διάγραμμα παρατηρούνται οι εξής περιοχές, χαρακτηριστικές των διαφόρων σταδίων, από τα οποία διέρχονται οι επιμηκύνσεις κατά τη διάρκεια της συνεχώς αυξανόμενης φορτίσεως του δοκιμίου.

— Περιοχή ΟΑ. Σε αυτή οι επιμηκύνσεις είναι ανάλογες προς τις εξασκούμενες τάσεις, και συνεπώς ισχύει η σχέση:

$$\frac{\sigma}{\epsilon} = E \quad (37)$$



Σχ. 7.2ζ.

Διάγραμμα δυνάμεων - επιμηκύνσεων κατά τον εφελκυσμό ενός δοκιμίου από κοινό χάλυβα.

Εάν διακοπεί η λειτουργία της μηχανής, δηλαδή εάν αποφορτίσθει το δοκίμιο, πριν η δύναμη υπερβεί την ακραία τιμή P_A , το δοκίμιο επανέρχεται στο αρχικό του μήκος. Επομένως, το υλικό υφίσταται καθαρά ελαστική παραμόρφωση.

Η τιμή της τάσεως, που αναπτύχθηκε μέσα στο υλικό κάτω από την ενέργεια της P_A καλείται **όριο αναλογίας** (σ_A). Δηλαδή:

$$\sigma_A = \frac{P_A}{F} \quad (38)$$

— Περιοχή ΑΕ. Οι επιμηκύνσεις εξακολουθούν να είναι ανάλογες προς τις δυνάμεις και ισχύει η σχέση της αναλογίας. Εάν όμως το δοκίμιο αποφορτίσθει, πριν η δύναμη υπερβεί μια ορισμένη τιμή, την P_E , τότε δεν ανακτά το αρχικό του μήκος. Θα παραμείνει μία μόνιμη παραμόρφωση πάνω σε αυτό ίση προς το $0,02 I_0$ όπου I_0 το αρχικό μήκος του δοκιμίου.

Η τιμή της τάσεως που αντιστοιχεί στη δύναμη P_E καλείται **όριο ελαστικότητας** (σ_E). Δηλαδή:

$$\sigma_E = \frac{P_E}{F} \quad (39)$$

— Περιοχή ΕΔ. Και στην περιοχή αυτή οι επιμηκύνσεις είναι ανάλογες των δυνάμεων. Οι παραμορφώσεις όμως που παραμένουν (πλαστικές παραμορφώσεις) μετά την αποφόρτιση είναι αρκετά σημαντικές.

Αξιοσημείωτο είναι ότι, όταν η φορτίζουσα δύναμη λάβει μία μέγιστη τιμή, την P_Δ , τότε το δοκίμιο εξακολουθεί να επιμηκύνεται και μάλιστα κάτω από την επιρροή δυνάμεως μικρότερης της P_Δ . Το υλικό φαίνεται σαν να έπαψε να προβάλλει αντίσταση.

Η τιμή της τάσεως στο σημείο Δ καλείται **όριο διαρροής** (σ_Δ) και είναι:

$$\sigma_\Delta = \frac{P_\Delta}{F} \quad (40)$$

— Περιοχή ΔΘ. Μετά τη διαρροή που υπέστη λόγω της δυνάμεως P_Δ , το υλικό προβάλλει πάλι μικρή αντίσταση. Η φορτίζουσα δύναμη αυξάνεται λίγο, αλλά οι επιμηκύνσεις είναι πολύ μεγάλες. Εάν αποφορτίσθει το δοκίμιο, όλη η επιμήκυνση που έχει επέλθει μέχρι εκείνη τη στιγμή παραμένει. Είναι η περιοχή των τελείως πλαστικών παραμορφώσεων.

Όταν η δύναμη φθάσει σε μια τιμή P_θ , το δοκίμιο σπάζει.

Η τάση που αντιστοιχεί στη δύναμη αυτή καλείται, ως γνωστό, **όριο θραύσεως ή αντοχή του υλικού** (σ_θ):

$$\sigma_{\theta p} = \frac{P_\theta}{F} \quad (41)$$

Σημειώνεται ότι σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις η αναγωγή της δυνάμεως για τον προσδιορισμό των τάσεων γίνεται πάντοτε ως προς την αρχική διατομή F του δοκιμίου.

Όταν το δοκίμιο από κοινό χάλυβα υποστεί θλίψη, παρατηρούμε ότι σχηματίζεται ένα αντίστοιχο προς το προηγούμενο διάγραμμα τάσεων — παραμορφώσεων. Αυτό δείχνει ότι η συμπεριφορά του χάλυβα και η αντοχή του είναι οι ίδιες είτε πρόκειται για εφελκυστικές είτε για θλιπτικές δυνάμεις.

Επίσης, ανάλογα διαγράμματα παίρνομε, όταν ελέγχονται τα άλλα μέταλλα με μικρές ή μεγάλες διαφορές, κυρίως στις περιοχές της διαρροής και των πλαστικών παραμορφώσεων.

Από τη μελέτη του διαγράμματος του σχήματος 7.2ζ προκύπτει ότι οι τάσεις, που θα αναπτυχθούν σε κάθε στοιχείο ενός μεταλλικού έργου, π.χ. στις δοκούς μιας γέφυρας ή στις ράβδους ενός ζευκτού στέγης, δεν θα πρέπει για οποιοδήποτε λόγο να υπερβούν το όριο διαρροής σ_D του υλικού, από το οποίο είναι κατασκευασμένο το στοιχείο αυτό. Σε αντίθετη περίπτωση, οι μεγάλες και μόνιμες παραμορφώσεις που δημιουργούνται θα προκαλέσουν μεταβολές του γεωμετρικού σχήματος του έργου και συνεπώς σοβαρές καταστροφές σε αυτό.

Για μεγαλύτερη ασφάλεια, οι κανονισμοί προβλέπουν ότι η μέγιστη τάση που επιτρέπεται να αναπτυχθεί σε ένα στοιχείο, πρέπει να είναι μικρότερη από το όριο διαρροής. Η τάση αυτή καλείται **επιτρεπόμενη τάση** (σ_{ep}) και λαμβάνεται ίση με κλάσμα του ορίου διαρροής. Είναι:

$$\sigma_{ep} = \frac{\sigma_D}{v} \quad (42)$$

Ο παρονομαστής ν καλείται **συντελεστής ασφάλειας**. Για τις μεταλλικές κατασκευές κυμαίνεται μεταξύ 1,3 και 2 ανάλογα με το είδος του μετάλλου, τη μορφή και τη θέση του υπολογιζόμενου στοιχείου, τον τρόπο κατασκευής, το είδος της φορτίσεως και ορισμένους άλλους παράγοντες (τόμος Α', §. 0.12).

Έτσι, για ράβδο δικτυώματος από κοινό χάλυβα, που το όριο διαρροής βρέθηκε πειραματικά (από το διάγραμμα τάσεων-παραμορφώσεων) ίσο με $\sigma_D = 2400 \text{ kp/cm}^2$, η επιτρεπόμενη τάση σε εφελκυσμό ή θλίψη θα είναι:

$\sigma_{\text{επ}} = 1500 \text{ kp/cm}^2$, εάν ληφθεί συντελεστής ασφάλειας $v = 1,6$.

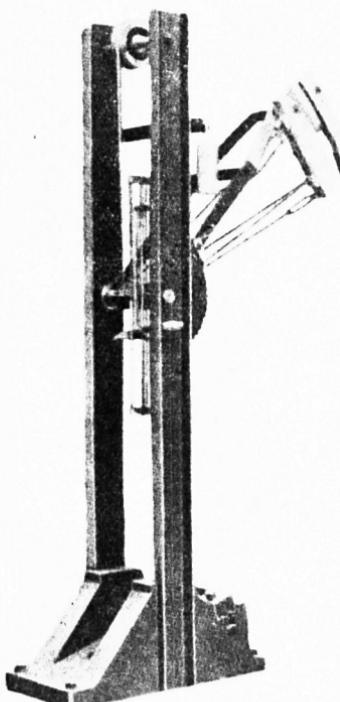
Αν η υπόψη ράβδος φορτίζεται με εφελκυστική δύναμη $P = 36000 \text{ kp}$, η απαιτούμενη διατομή της θα είναι:

$$F = \frac{P}{\sigma_{\text{επ}}} = \frac{36000}{1500} = 24 \text{ cm}^2$$

4) Το εύθραυστο (η αντοχή στην κρούση).

Η ιδιότητα αυτή αναπτύχθηκε στην εισαγωγή [τόμος A', §. 0.11(4)], όπου και έγινε περιγραφή του τρόπου ελέγχου της. Στο σχήμα 7.2η εικονίζεται η συσκευή του Charpy για τον έλεγχο της αντοχής σε κρούση.

Τα μέταλλα γενικά παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή στις κρούσεις. Όταν όμως πρόκειται να χρησιμοποιηθούν σε δομικές



Σχ. 7.2η.

Μηχανή του Charpy δυναμικότητας 30 kp·m.

κατασκευές, τότε η ιδιότητά τους αυτή δεν εξετάζεται γιατί οι κατασκευές αυτές σπάνια και μόνο σε ειδικές περιπτώσεις (π.χ. σιδηροδρομικές γέφυρες) υφίστανται κρουστικές δύναμεις. Αντίθετα, προκειμένου να χρησιμοποιηθούν σε μηχανολογικές κατασκευές, ο έλεγχος της αντοχής τους σε κρούση πρέπει να είναι προσεκτικός.

5) Αντοχή σε δυναμικές φορτίσεις (αντοχή σε κόπωση).

Το είδος αυτό αντοχής έχει εξετασθεί στον Α' τόμο [§ 0.11(2)].

Τα μέταλλα γενικά παρουσιάζουν υψηλή αντοχή στις δυναμικές φορτίσεις. Ο έλεγχος της αντοχής τους σε κόπωση γίνεται με ειδικές μηχανές, όπου το δοκίμιο υφίσταται την επίδραση δυνάμεων εναλλασσόμενης φοράς.

6) Οι τιμές των ιδιοτήτων των διαφόρων μετάλλων και κραμάτων.

Αυτές δίνονται στον πίνακα 7.2.4.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.2.4
Τιμές χαρακτηριστικών μηχανικών μεγεθών των μετάλλων

Μέταλλο ή Κράμα	Ελαστικές σταθερές			Τάσης διαρροΐς kp/cm ²	Αντοχή σε εφελκυσμό ² kp/cm ²	Επιμήκυνση %
	E kp/cm ²	G kp/cm ⁸	μ			
Αλουμίνιο	700000	260000	0,33	170	770	25
Αλουμίνιου κράματα	740000	280000	0,33	3080	4200	12
Μαγνητίσιο κράματα	455000	170000	0,35	1760	2700	8
Μόλυβδος	140000	49000	0,43	140	175	50
Μπρούντζος φωσφορούχος	1120000	420000	—	4550	6400	8
Νικέλιο	2100000	770000	—	1400	4900	40
Ορείχαλκος κίτρινος, σκληρός	1050000	390000	0,35	4200	5180	10
Χαλκός	1180000	450000	0,33	700	2590	45
Χάλυβας 0,2% C θερμής ελάσεως	2100000	840000	0,27	2800	4900	35
Χάλυβας 0,2% C ψυχρής ελάσεως	2100000	840000	0,27	4550	5600	20
Χάλυβας 1,0% C θερμής ελάσεως	2100000	840000	0,27	5880	10000	8
Χάλυβας 1,0% C ψυχρής ελάσεως	2100000	840000	0,27	9450	14000	12
Χάλυβας ειδικής κατεργασίας	2020000	770000	0,30	13300	14100	15
Χάλυβας ανοξείδωτος	2020000	740000	0,30	7020	9800	30
Χυτοσιδήρος τεφρός	910000	390000	0,20	—	8400	—
Χυτοσιδήρος ειδικός	1750000	650000	—	4760	6300	7

* Η αντοχή που αναφέρεται στον τεφρό χυτοσιδήρο είναι θλιπτική.

7.3 Τεχνολογικές ιδιότητες.

1) Ελαστότητα.

Έτσι καλείται η ικανότητα ενός μετάλλου να αλλάζει σχήμα και μορφή κάτω από την ενέργεια εξωτερικών δυνάμεων, χωρίς να επηρεάζονται οι φυσικές και μηχανικές ιδιότητές του και χωρίς να υφίσταται ρήγματα ή θραύση. Είναι δηλαδή ιδιότητα ανάλογη προς την πλαστικότητα του αργίλου.

Η αλλαγή του σχήματος μπορεί να επιτευχθεί «εν ψυχρώ» ή «εν θερμώ». Ανάλογα δηλαδή με την περίπτωση, το υλικό μπορεί να λάβει τη νέα μορφή είτε όταν βρίσκεται στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, είστε στη θερμοκρασία της ερυθροπυρώσεως.

Χάρη στην ικανότητα αυτή ένα μεταλλικό τεμάχιο είναι δυνατό να υποστεί τις παρακάτω κατεργασίες:

- **Έλαση ψυχρή** ή **θερμή**. Με την κατεργασία αυτή μετατρέπεται σε λεπτά φύλλα (λαμαρίνες), ράβδους κανονικής διατομής, ράβδους τυποποιημένης διατομής (γωνιακά, ταυ κλπ.), σωλήνες (τραβηγχτοί σωλήνες), καθώς και σε άλλα υλικά ποικίλης μορφής.
- **Εξέλαση**. Με αυτή μετατρέπονται λεπτά επίπεδα φύλλα σε κοίλα ή κυρτά αντικείμενα διαφόρων μορφών (τμήματα αμαξωμάτων, περιβλήματα συσκευών και μηχανών κ.ά.).
- **Εξέλκυση**. Κατ' αυτή είναι δυνατό να παραχθούν ελάσματα τυποποιημένης μορφής με διέλευση του υλικού μέσω ειδικών τύπων (καλουπιών).
- **Σφυρηλάτηση «εν ψυχρώ» ή «εν θερμώ»**. Κατ' αυτή με τη βοήθεια σφυριών ή πρεσών καμινεύσεως το υλικό μπορεί να λάβει διάφορες μορφές και
- **τύπωση** (στάμπωμα) **«εν θερμώ» ή «εν ψυχρώ»**. Με αυτή αποτυπώνονται πάνω στο υλικό με πίεση μέσα σε ειδικά καλούπια διάφορα σχήματα.

Τα μέταλλα παρουσιάζουν διαφορετικό βαθμό ελατότητας. Το περισσότερο ελατό είναι ο χρυσός, που μπορεί να μετατραπεί σε φύλλα πάχους 1μ [1μ (μικρό) = 1 χιλιοστό του χιλιοστού του μέτρου].

Παρακάτω παραθέτομε τα συνηθέστερα δομικά μέταλλα κατά τάξη (σειρά) ικανότητας ελάσεως. Πρώτο έρχεται το αργίλιο με τη μεγαλύτερη ικανότητα ελάσεως και τελευταίο το νικέλιο με τη μικρότερη:

- Αργίλιο (αλουμίνιο).
- Χαλκός.

- Κασσίτερος.
- Μόλυβδος.
- Ψευδάργυρος.
- Σίδηρος.
- Νικέλιο.

Ο έλεγχος του βαθμού ελατότητας γίνεται με τη δοκιμή της αναδιπλώσεως.

Κατ' αυτή, ένα δοκίμιο του εξεταζόμενου μετάλλου, συνήθως τεμάχιο λαμαρίνας ή ράβδος ορθογωνικής ή κυκλικής διατομής, αναδιπλώνεται αργά, έως ότου εμφανισθούν οι πρώτες ρωγμές στην κυρτή επιφάνειά του (σχ. 7.3α). Από τη διάσταση α του δοκιμίου (πάχος λαμαρίνας ή διάμετρος ράβδου) και την ακτίνα ρ, στην οποία λύγισε αυτό, προσδιορίζεται ένας αριθμός E_λ με βάση τον τύπο:

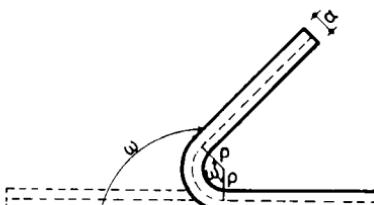
$$E_\lambda = 100 \frac{\alpha}{2\rho} (\%) = \frac{50\alpha}{\rho} (\%) \quad (43)$$

Ο αριθμός αυτός χαρακτηρίζει την ελατότητα του εξεταζόμενου μετάλλου και είναι ανεξάρτητος από τη γωνία ω της καμπυλότητας.

Οι κανονισμοί ελέγχου των δομικών μετάλλων καθορίζουν τις διαστάσεις του δοκιμίου και τη γωνία καμπυλότητας (ή τον αριθμό E_λ). Συνήθως $\omega = 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ$ και 180° , ανάλογα με το είδος του εξεταζόμενου μετάλλου.

Επίσης καθορίζεται και η ακτίνα καμπυλότητας ρ, η οποία πρέπει να επιτευχθεί, χωρίς να παρουσιασθούν ρήγματα πάνω στην κυρτή επιφάνεια, για να θεωρηθεί κατάλληλο το εξεταζόμενο υλικό.

Στο σχήμα 7.3β φαίνονται δοκίμια που καταστράφηκαν λόγω υπερβάσεως της ακτίνας ρ κατά τη δοκιμή αναδιπλώσεως.



Σχ. 7.3α.

Δοκιμή αναδιπλώσεως για τον έλεγχο της ελατότητας ενός μετάλλου.
 α = πάχος ελάσματος ή διάμετρος διατομής ράβδου. ρ = ακτίνα καμπυλότητας του άξονα του δοκιμίου. ω = γωνία καμπυλότητας.



Σχ. 7.3β.

Δοκίμια χυτοσιδήρου, που καταστράφηκαν κατά τον έλεγχο αναδιπλώσεως.

2) Ολκιμότητα.

Τα μέταλλα έχουν την ικανότητα να παίρνουν τη μορφή σύρματος, εάν υποστούν εφελκυστικές δυνάμεις μέσω κατάλληλης συσκευής, γνωστής με το όνομα **συρματοσύρτης**.

Η ικανότητα αυτή καλείται **ολκιμότητα** και ποικίλλει σε μεγάλο βαθμό στα διάφορα μέταλλα. Το περισσότερο όλκιμο μέταλλο είναι ο χρυσός. Από ένα γραμμάριο χρυσού είναι δυνατό να κατασκευασθεί συνεχές σύρμα μήκους 3000 m. Ακολουθούν από τα δομικά μέταλλα με πολύ μικρότερη ολκιμότητα, τα:

- Αλουμίνιο
- Νικέλιο
- Σίδηρος
- Χαλκός
- Ψευδάργυρος
- Κασσίτερος
- Μόλυβδος

Ο έλεγχος της ολκιμότητας γίνεται με μέτρηση του μήκους του σύρματος που είναι δυνατό να κατασκευασθεί από ένα κυλινδρικό δοκίμιο ορισμένου βάρους του συγκεκριμένου μετάλλου.

3) Το εύχυτο.

Είναι η ικανότητα των μετάλλων να παίρνουν οποιοδήποτε σχήμα, εάν μετά την τήξη τους χυθούν μέσα σε κατάλληλα καλούπια. Η εργασία αυτή καλείται **χύτευση** και τα αντικείμενα που προκύπτουν ονομάζονται **χυτά**. Τα χυτευθέντα αντικείμενα διατηρούν γενικά τις φυσικές και μηχανικές ιδιότητες του μετάλλου.

Πρακτικά όμως τα χυτά ορισμένων μετάλλων δεν είναι κατάλληλα για να χρησιμοποιηθούν, γιατί είναι πορώδη και με μικρή αντοχή. Αυτό οφείλεται στη φύση των μετάλλων και στο παχύρρευστο ή μη του τήγματος και όχι στο σημείο τήξεώς τους.

Έτσι π.χ. ενώ ο χαλκός έχει σημείο τήξεως σχετικά χαμηλό (1084° C), σε σύγκριση με το σημείο τήξεως του χυτοσίδηρου (1260° C περίπου) και του χάλυβα (1450° C περίπου), τα χυτά αντικείμενα που προέρχονται από αυτόν είναι πορώδη και ασθενή και δεν αποτυπώνουν πλήρως τις λεπτομέρειες της μήτρας. Αντίθετα τα χυτά από χυτοσίδηρο και χάλυβα προκύπτουν συμπαγή, ανθεκτικά και ανταποκρίνονται πλήρως προς τις μήτρες.

Στον πίνακα 7.1.1 σημειώνεται η θερμοκρασία τήξεως σε βαθμούς κελσίου των κυριοτέρων μετάλλων και κραμάτων.

4) Το συγκολλητό.

Καλείται η ιδιότητα, την οποία έχουν δύο τεμάχια του ίδιου μεταλλικού υλικού να συγκολλούνται μεταξύ τους και να αποτελούν ενιαίο σύνολο, χωρίς να παρουσιάζεται στη διατομή συγκολλήσεως ελάττωση των φυσικών ή μηχανικών ιδιοτήτων τους.

Για να πραγματοποιηθεί η συγκόλληση αυτή, ανυψώνεται η θερμοκρασία των τεμαχίων μέχρι ορισμένο βαθμό, που εξαρτάται από το είδος του μετάλλου. Κατόπιν τα άκρα των τεμαχίων που πρόκειται να συγκολληθούν τοποθετούνται το ένα πάνω στο άλλο και σφυρηλατούνται ισχυρά. Κατ' άλλον τρόπο λιώνουν τα άκρα των τεμαχίων με τη βοήθεια φλόγας ή ηλεκτρικού τόξου, οπότε, μετά τη στερεοποίηση του λιωμένου υλικού, επέρχεται πλήρης συνένωση των τεμαχίων (αυτογενής συγκόλληση).

Ο βαθμός του συγκολλητού ενός μετάλλου προσδιορίζεται από την αντοχή σε εφελκυσμό, που παρουσιάζει η περιοχή της ενώσεως.

Χάρη στην ιδιότητα αυτή και την ανάπτυξη, που έλαβε κατά τη διάρκεια του Β' παγκοσμίου πολέμου η αυτογενής συγκόλληση, οι μεταλλικές κατασκευές έλαβαν νέα ώθηση.

Η παλαιά μέθοδος συνδέσεως των μεταλλικών στοιχείων ενός έργου με κάρφωμα (καρφωτές κατασκευές) εγκαταλείπεται με την πάροδο του χρόνου.

7.4 Ο σίδηρος και τα κράματά του.

1) Προέλευση.

Ο καθαρός σίδηρος είναι ένα από τα βασικά στοιχεία της ύλης και ανήκει στην κατηγορία των μετάλλων.

Το χρώμα του είναι αργυρωπό και χαράζεται από τη λεπίδα μαχαιριού.

Στη φύση σπάνια βρίσκεται ελεύθερος (στους μετεωρίτες). Συνήθως είναι ενωμένος με διάφορα άλλα στοιχεία, συνηθέστερα των οποίων είναι το οξυγόνο, το υδρογόνο, ο άνθρακας και το θείο. Οι ενώσεις αυτές του σιδήρου, οι οποίες συγκροτούν τα ορυκτά του, βρίσκονται μέσα στο έδαφος αυτούσιες ή αναμιγμένες με άλλες ουσίες.

Το έδαφικό αυτό υλικό, που περιέχει τις ενώσεις του σιδήρου, θεωρείται κατάλληλο ως πρώτη ύλη, μόνο όταν η περιεκτικότητά του σε σίδηρο είναι αρκετά μεγάλη και η εξαγωγή του σιδήρου από αυτό είναι εύκολη και οικονομική. Στην περίπτωση αυτή καλείται **σιδηρομετάλλευμα**.

Τα μεταλλεύματα του σιδήρου διακρίνονται σε τέσσαρα είδη, ανάλογα με το ορυκτό που περιέχουν σε μεγαλύτερο ποσοστό. Έτσι έχουμε μεταλλεύματα:

- Αιματίτη (Fe_2O_3 , τριοξείδιο του σιδήρου). Περιέχουν 60-70% σίδηρο και βρίσκονται σε αφθονία στην Ελλάδα, όπου και αποτελούν την πρώτη ύλη παραγωγής σιδήρου. Εξάγονται επίσης μεγάλες ποσότητες αιματίτη στο εξωτερικό.
- Μαγνησίτη (Fe_3O_4). Είναι το πλούσιότερο σιδηρομετάλλευμα με περιεκτικότητα πάνω από 70% σε σίδηρο. Στην Ελλάδα εξορύσσονται μικρές ποσότητες.
- Λειμωνίτη ($2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$, υδροξείδιο του σιδήρου) με περιεκτικότητα σε σίδηρο μέχρι 60%.
- Σιδηρίτη ($FeCO_3$, ανθρακικός σίδηρος) με περιεκτικότητα μέχρι 50% σε σίδηρο.

2) Κράματα σιδήρου.

Ο καθαρός σίδηρος σπάνια χρησιμοποιείται στις εφαρμογές, γιατί είναι πολύ μαλακός και η εξαγωγή του από τα σιδηρομεταλλεύματα είναι πολύπλοκη και πολυδάπανη.

Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται πάντοτε αναμιγμένος με άνθρακα σε διάφορες αναλογίες ή σε ειδικές περιπτώσεις με διάφορα μέταλλα, όπως π.χ. νικέλιο, χρώμιο, μαγγάνιο. Το μίγμα σιδήρου με άλλα στοιχεία καλείται **κράμα**.

Τα κράματα από σίδηρο διακρίνονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

- a) **Χυτοσιδήρος** (μαντέμι). Είναι κράμα σιδήρου-άνθρακα με περιεκτικότητα σε άνθρακα από 1,7-6% (πρακτικά 3-4,5%). Λαμβάνεται από τα σιδηρομεταλλεύματα με μια

από τις μεθόδου που αναφέρονται παρακάτω.

β) **Χάλυβας** (σίδερο). Είναι και αυτός κράμα σιδήρου-άνθρακα, αλλά με περιεκτικότητα σε άνθρακα που δεν υπερβαίνει το 1,7%. Λαμβάνεται από το χυτοσίδηρο με αφαίρεση μέρους του άνθρακα με τη βοήθεια ειδικών μεθόδων.

γ) **Ειδικός χάλυβας** (ατσάλι). Έτσι καλείται κράμα χάλυβα και διαφόρων μετάλλων, τα οποία αυξάνουν ορισμένες από τις ιδιότητες του χάλυβα. Επίσης ως ειδικός χάλυβας είναι γνωστός και ο σίδηρος με περιεκτικότητα άνθρακα πάνω από 0,6%.

Τα χρησιμοποιούμενα μέταλλα για τη σύνθεση του κράματος αυτού είναι συνήθως το νικέλιο, το χρώμιο, το μαγγάνιο και ο χαλκός.

3) Μεταλλουργία.

Η διαδικασία της εξαγωγής ενός μετάλλου από τα μεταλλεύματά του και της παραγωγής των διαφόρων μεταλλικών προϊόντων καλείται **μεταλλουργία**. Σε γενικές γραμμές η μεταλλουργία περιλαμβάνει τρία στάδια:

1ο στάδιο: Προπαρασκευή του μεταλλεύματος. Συνίσταται στην κονιοποίησή του, τον πιθανό εμπλούτισμό του (σε περίπτωση πτωχών μεταλλευμάτων αυξάνεται η περιεκτικότητά τους σε μέταλλο με διάφορες μεθόδους) και την ανάμιξή του με ουσίες που βοηθούν την περαιτέρω εργασία.

2ο στάδιο: Εκκαμίνευση του μεταλλεύματος που προπαρασκευάσθηκε, με την οποία επιτυγχάνεται η λήψη του μετάλλου σε καθαρή σχεδόν κατάσταση.

3ο στάδιο: Θερμική και μηχανική επεξεργασία του μετάλλου που παίρνομε από τα καμίνια, η οποία αφορά τον καθαρισμό του, τη δημιουργία κραμάτων και τη μορφοποίηση του τελικού προϊόντος ανάλογα με τη χρήση για την οποία προορίζεται.

Στη συνέχεια εξετάζονται λεπτομερέστερα όσα αφορούν την κάθε κατηγορία των προϊόντων από σίδηρο.

7.5 Χυτοσίδηρος.

Όπως ήδη είπαμε, ο χυτοσίδηρος είναι υλικό που λαμβάνεται από την εκκαμίνευση των σιδηρομεταλλευμάτων. Διακρίνομε το χυτοσίδηρο σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- **Κονός χυτοσίδηρος**, ο οποίος αποτελεί την πρώτη ύλη για παρασκευή των ειδικών χυτοσιδήρων, των χάλυβων και των άλλων κραμάτων (ειδικοί χάλυβες).
- **Ειδικός χυτοσίδηρος**.

Το κύριο χαρακτηριστικό του χυτοσίδηρου είναι η σχετικά μεγάλη περιεκτικότητά του σε άνθρακα, πράγμα που επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό τις ιδιότητες του υλικού, όπως θα δούμε παρακάτω.

7.6 Κοινός χυτοσίδηρος.

1) Πρώτες ύλες.

Για την παρασκευή του κοινού χυτοσίδηρου χρησιμοποιείται η υψηλόκαμινος (ειδικό κατακόρυφο καμίνι). Χρησιμοποιούνται οι εξής πρώτες ύλες:

- Ένα από τα σιδηρομεταλλεύματα που αναφέρθηκαν στην παραγράφο 7.4(1).
- Άνθρακας, με τη μορφή μέταλλουργικού κωκ, που προέρχεται από την ξηρή απόσταξη των λιθανθράκων.
- Διάφορες ασβεστούχες, πυριτικές και ασβεστοπυριτικές ουσίες που ονομάζονται **συλλιπάσματα**. Το είδος των συλλιπάσμάτων εξαρτάται από τη φύση των ξένων προσμίξεων, που περιέχονται στο χρησιμοποιούμενο μετάλλευμα. Τα συλλιπάσματα υποβοηθούν στην απομάκρυνση των ξένων αυτών προσμίξεων και σχηματίζουν τις σκουριές των υψηλαμίνων.

Οι μέσες αναλογίες, με τις οποίες τα τρία αυτά υλικά μπαίνουν στην υψηλάμινο, προκειμένου για σιδηρομετάλλευμα μέσης περιεκτικότητας σε σίδηρο είναι:

Σιδηρομετάλλευμα 1 t, μεταλλουργικό κωκ $1/2$ t και συλλίπασμα $1/4$ t.

Από την ποσότητα αυτή, λαμβάνεται:

Χυτοσίδηρος $1/2$ t, σκουριά $1/4$ t και περίπου 2000 m³ αέρια προϊόντα (αέριο υψηλαμίνου).

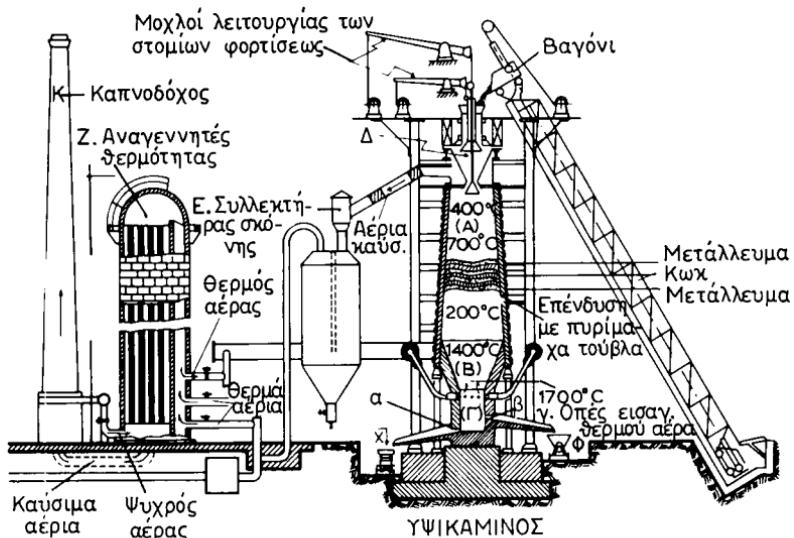
2) Εκκαμίνευση.

Οι υψηλάμινοι είναι κατακόρυφα καμίνια κυκλικής διατομής με μέγιστη διάμετρο 5-7 m και συνολικό ύψος 20-30 m (σχ. 7.6a).

Κατασκευάζονται από τούβλα και εσωτερικά φέρουν επένδυση από πυρίμαχα τούβλα (Η).

Εξωτερικά καλύπτονται με ισχυρό σιδερένιο μανδύα και σιδερένιο ικρίωμα, πάνω στο οποίο στηρίζονται διάφορες κατασκευές, βοηθητικές της λειτουργίας τους, και μηχανήματα, όπως π.χ. κεκλιμένο επίπεδο για την κίνηση του βαγονιού που μεταφέρει στην κορυφή τις πρώτες ύλες κ.ά. Στην κορυφή τοποθετούνται διάφορα μηχανήματα για το άνοιγμα και κλείσιμο του στομίου του καμινιού.

Η υψηλάμινος αποτελείται από τρία τμήματα: Δύο κόλουρους κώνους Α και Β ενωμένους κατά τις δύο μενάλες βάσεις τους και ένα



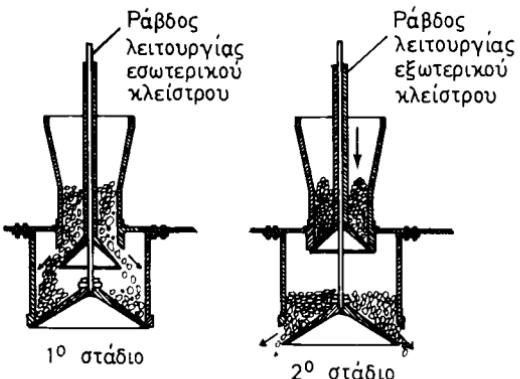
Σχ. 7.6α.

Σχηματική παράσταση λειτουργίας συγκροτήματος υψικαμίνου για την παραγωγή χυτοσιδήρου.

κύλινδρο Γ , που βρίσκεται κάτω από το χαμηλότερο (ανεστραμμένο) κόλουρο κώνου.

Αν εξετάσομε τα διάφορα τμήματα της υψικαμίνου (σχ. 7.6α) παρατηρούμε ότι:

- α) Επάνω στο κυλινδρικό τμήμα Γ , που ονομάζεται **χωνευτήριο** βρίσκονται:
 - Το στόμιο εκροής α του ρευστού χυτοσιδήρου, από το οποίο μέσω ενός καναλιού διοχετεύεται ο χυτοσιδήρος στα καλούπια.
 - Το στόμιο εκροής β της σκουριάς λίγο πάνω από το στόμιο α , από όπου οι σκουριές οδηγούνται σε βαγόνια Φ για την απομάκρυνσή τους.
 - Οι οπές γ , από τις οποίες εισάγεται θερμός αέρας με πίεση μέσα στο καμίνι. Αυτές βρίσκονται πάνω σε περιφέρεια στο επάνω τμήμα του χωνευτηρίου.
- β) Στα δύο κολουροκανικά τμήματα A και B , όπου γίνεται η κύρια αντίδραση και η απελευθέρωση του σιδήρου, βρίσκονται:
 - Στην κορυφή το στόμιο πληρώσεως Δ του καμινιού. Το στόμιο αυτό είναι διπλό (σχ. 7.6α) και το σύστημα λειτουργίας του δεν αφήνει τα αέρια της καύσεως να φεύγουν στην ατμόσφαιρα κατά τη στιγμή της φορτίσεως της υψικαμίνου (σχ. 7.6β). Τα θερμά αυτά αέρια οδηγούνται σε άλλα τμήματα E και



Σχ. 7.6β.

Λειτουργία των στομίων φορτίσεως της υψικαμίνου.

Κατακόρυφη τομή. 1ο στάδιο: Το εξωτερικό στόμιο ανοικτό, το εσωτερικό κλειστό. Γέμισμα της εσωτερικής χοάνης. 2ο στάδιο: Το εξωτερικό στόμιο κλειστό, το εσωτερικό ανοικτό. Φόρτιση της υψικαμίνου και σύγχρονο γέμισμα της εξωτερικής χοάνης

Z (σχ. 7.6α) του συγκροτήματος της υψικαμίνου, μέσω των οποίων καθαρίζονται κυρίως από τη σκόνη και θερμαίνονται τα αέρα, που εισάγεται στην υψικάμινο. Κατ' αυτὸν τὸν τρόπο επιτυχάνεται πλήρης εκμετάλλευση της θερμότητας και γίνεται οικονομικότερη η εξαγωγή του σιδήρου.

γ) Το τμήμα E, στο οποίο γίνεται ο καθαρισμός, καλείται **συλλεκτήρας κόνιων**, ενώ το συγκρότημα Z αποτελείται από δύο ή τέσσερις μονάδες, που καλούνται **αναγεννητές θερμότητας** και χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση του αέρα που διοχετεύεται στην κάμινο. Μετά τους αναγεννητές, τα αέρια ψυχρά πλεόν εξέρχονται στην ατμόσφαιρα από την καπνοδόχο K, ή, για να μη μολύνουν την ατμόσφαιρα, καίγονται σε ειδική συσκευή. Το τελευταίο συμβαίνει στην υψικάμινο που λειτουργεί στην Ελλάδα.

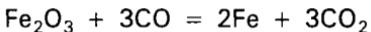
Η λειτουργία της υψικαμίνου είναι απλή:

Από το στόμιο φορτίσεως ρίχνεται εναλλάξ ποσότητα μεταλλουργικού κωκ και ανάλογη ποσότητα σιδηρομεταλλεύματος που έχει αναμιχθεί με τα συλλιπάσματα.

Τα χαμηλότερα στρώματα του κωκ, που βρίσκονται κοντά στο χωνευτήριο, καίγονται. Η καύση διατηρείται με τη βοήθεια του θερμού αέρα που εισάγεται από τις οπές. Από την καύση του κωκ παράγεται διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) που, κατά την άνοδό του μέσα στο καμίνι, συναντά άλλα στρώματα άνθρακα και μετατρέπεται σε μονοξείδιο του άνθρακα:



Το μονοξείδιο αυτό καθώς διέρχεται μέσω των διαπύρων στρωμάτων του σιδηρομεταλλεύματος, που βρίσκονται σε επαφή με το καιόμενο κωκ, απελευθερώνει το σίδηρο κατά τη χημική αντίδραση:



εφόσον το μετάλλευμα αποτελείται από αιματίτη.

Ο σίδηρος αυτός σε ρευστή κατάσταση ρέει προς τα κάτω και παρασύρει άνθρακα ο οποίος δεν έχει ακόμα καεί. Μέρος του άνθρακα αυτού ενώνεται χημικά με το σίδηρο, ενώ το υπόλοιπο απλά αναμιγνύεται με αυτόν. Το κράμα σιδήρου και άνθρακα που σχηματίζεται έτσι βγαίνει από την οπή α και χύνεται μέσα σε καλούπια, όπου ψύχεται και μεταφέρεται στη συνέχεια για περαιτέρω επεξεργασία.

Οι σκουριές, οι οποίες σχηματίζονται από την ένωση του συλλιπάσματος και των άλλων ουσιών του μεταλλεύματος, βρίσκονται και αυτές σε ρευστή κατάσταση και ως ελαφρότερες από το ρευστό χυτοσίδηρο επιπλέουν και βγαίνουν από την οπή β. Από τις σκουριές αυτές κατασκευάζονται [§9(7)] υδραυλικές κονίες (σιδηρά τσιμέντα).

Η λειτουργία της καμίνου είναι συνεχής για 5 περίπου χρόνια, όσος είναι ο χρόνος αντοχής του εσωτερικού μανδύα από πυρίμαχα υλικά. Η λειτουργία διακόπτεται μόνο για το χρονικό διάστημα, που απαιτείται για την εκ νέου κατασκευή του μανδύα αυτού.

Η μέγιστη αναπτυσσόμενη θερμότητα ανέρχεται σε 1700°C και εμφανίζεται στην περιοχή, που βρίσκεται η ρευστή σκουριά. Η θερμοκρασία τήξεως του μεταλλεύματος στην περιοχή του χαμηλότερου κώνου ανέρχεται σε $1200-1500^{\circ}\text{C}$.

Η 24ωρη παραγωγή μιας υψηλαμίνου είναι 200-800 t χυτοσίδηρου, ανάλογα με τις διαστάσεις της.

Στο σχήμα 7.6γ φαίνονται σχηματικά οι πρώτες ύλες, με τις οποίες τροφοδοτείται η υψηλαμίνος και τα προϊόντα, τα οποία άμεσα ή έμμεσα προέρχονται από αυτή.

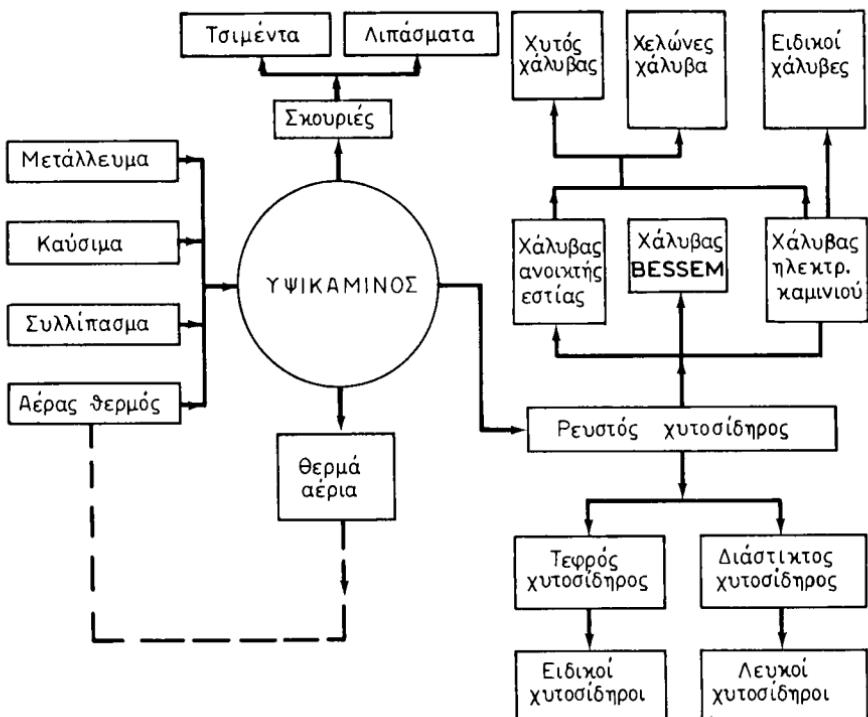
Στην Ελλάδα λειτουργεί μία υψηλαμίνος στην Ελευσίνα (σχ. 7.6δ) και σύντομα πρόκειται να λειτουργήσουν και άλλες σε άλλες περιοχές.

3/ Ιδιότητες του κοινού χυτοσίδηρου.

Ο χυτοσίδηρος, εκτός από άνθρακα περιέχει και άλλα στοιχεία, τα κυριότερα από τα οποία είναι:

Πυρίτιο (Si) σε αναλογία 1,5-3,5%, μαγγάνιο (Mn) 0,5-1%, φώσφορος (P) 0,05-0,7% και θείο (S) 0,05-0,15%.

Η παρουσία των στοιχείων αυτών επηρεάζει κατά περίπτωση ευνοϊκά ή δυσμενώς τις ιδιότητες του χυτοσίδηρου. Έτσι, αύξηση του άνθρακα κατεβάζει το σημείο τήξεως και κάνει το χυτοσίδηρο περισσότερο ρευστό. Η ύπαρξη του θείου και του φωσφόρου θεωρείται γενικά επιβλαβής, γιατί αυξάνει τη σκλη-



Σχ. 7.6γ.

Σχηματική παράσταση των χρησιμοποιουμένων πρώτων υλών και των προϊόντων υψικαρίνου.

ρότητα, καθιστά το υλικό περισσότερο εύθραυστο και ελαττώνει την αντοχή του. Σε άλλες περιπτώσεις όμως επιδιώκεται η παρουσία τους, επειδή κάνουν το χυτοσίδηρο λεπτόρρευστο και επομένως καταλληλότερο για χύτευση πολυπλόκων σχημάτων.

Η σκληρότητα του κοινού χυτοσίδηρου είναι αρκετά υψηλή και κυμαίνεται μεταξύ 150 και 400 kp/mm² κατά Brinell (πίνακας 7.2.2), ανάλογα με την ποιότητά του.

Η αντοχή του σε εφελκυσμό (τάση θραύσεως) είναι σχετικά χαμηλή ($\sigma_{θρ} = 1500-2600$ kp/cm²), ενώ αντίθετα η αντοχή του σε θλιψη είναι εξαιρετικά υψηλή ($\sigma_{θρ} = 8400$ kp/cm²).

Η ελαστικότητά του είναι πολύ μικρή (μικρή ελαστική παραμόρφωση), καθώς επίσης μικρή είναι και η αντοχή του σε κρούση. Συνεπώς είναι πολύ εύθραυστος.



Σχ. 7.6δ.
Η υψηλάμινος στην Ελευσίνα.

Ως προς τις τεχνολογικές ιδιότητές του ο χυτοσίδηρος υστερεί γενικά. Δεν είναι ελατός, ούτε όλκιμος και συγκολλάται με μεγάλη δυσκολία και μόνο με ειδικά μέσα και μεθόδους. Χυτεύεται όμως εύκολα και οι περισσότερες εφαρμογές του βασίζονται στην ιδιότητα αυτή.

4) Είδη κοινού χυτοσίδηρου.

Διακρίνονται τρία είδη:

- Ο **τεφρός** (γκρίζος) χυτοσίδηρος, στον οποίο ο περισσότερος άνθρακας βρίσκεται ελεύθερος με τη μορφή φυλλιδίων γραφίτη. Η παρασκευή του επιτυγχάνεται, εάν χρησιμοποιηθεί περισσότερος άνθρακας και πλουσιότερο σε πυρίτιο συλλίπασμα στην υψηλάμινο. Έχει μικρή σκληρότητα, αλλά χυτεύεται εύκολα. Το χρώμα του είναι γκρίζο ανοικτό έως σκούρο, ανάλογα με την περιεκτικότητα σε άνθρακα.

- Ο **Λευκός** χυτοσίδηρος. Ο περισσότερος άνθρακας είναι χημικά ενωμένος με το σίδηρο (Fe_3C). Παρασκευάζεται με χρησιμοποίηση λιγότερου άνθρακα και πλουσιότερου σε μαγγάνιο συλλιπάσματος.

Χυτεύεται δυσκολότερα από τον τεφρό χυτοσίδηρο, αλλά έχει μεγαλύτερη σκληρότητα και αντοχή σε θλίψη. Χρησιμοποιείται στη μεταλλουργία κυρίως για την παρασκευή του χάλυβα.

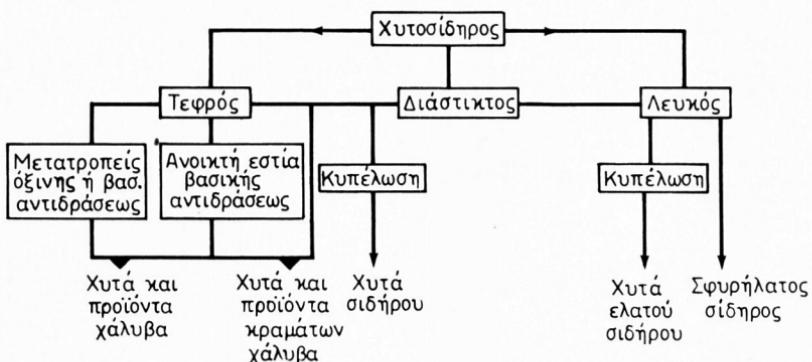
- **Διάστικτος** χυτοσίδηρος. Περιέχει τον άνθρακα κατά το ήμισυ ελεύθερο και κατά το ήμισυ χημικά ενωμένο (σχ. 7.6ε).

Γι' αυτό παρουσιάζει ιδιότητες μεταξύ του τεφρού και του λευκού χυτοσίδηρου.

Στο διάγραμμα του σχήματος 7.6 στ φαίνονται τα τρία βασικά είδη του χυτοσίδηρου, που προέρχονται από τον κοινό



Σχ. 7.6ε.
Θραυσιγενής επιφάνεια διάστικτου χυτοσίδηρου.



Σχ. 7.6στ.
Τα είδη χυτοσίδηρου που προέρχονται από το ρευστό χυτοσίδηρο της υψηλαμινού και οι βελτιωμένοι χυτοσίδηροι που παράγονται από αυτούς.

ή ρευστό χυτοσίδηρο της υψηλαμένων χυτοσιδήρων και χαλύβων που παράγονται από αυτά.

5) Χρήσεις του κοινού χυτοσίδηρου.

Ο κοινός χυτοσίδηρος χρησιμοποιείται ως δομικό υλικό μόνο για την κατασκευή στοιχείων, τα οποία υφίστανται θλιπτικές δυνάμεις, δεδομένου ότι παρουσιάζει μικρή αντοχή σε εφελκυσμό και κάμψη και είναι εύθραυστος. Έτσι κατασκευάζονται χυτοί στύλοι και βάσεις υποστυλωμάτων, έδρανα γεφυρών, σωλήνες αποχετεύσεων, σωλήνες αερίων και υγρών [§ 2.8(5)], λουτήρες και, παλαιότερα, θερμαντικά σώματα. Τα υλικά αυτά κατασκευάζονται με χύτευση του χυτοσίδηρου μέσα σε ειδικά καλούπια.

Αντίθετα, στις μηχανολογικές κατασκευές έχει ευρύτατη εφαρμογή και πλήθος μηχανών και εξαρτημάτων τους κατασκευάζονται από κοινό χυτοσίδηρο.

6) Ειδικός χυτοσίδηρος.

Επειδή ο κοινός χυτοσίδηρος είναι υλικό ανομοιογενές και οι ιδιότητές του δεν είναι ικανοποιητικές, εκτός από την αντοχή του σε θλίψη και το εύχυτο, καταβλήθηκε προσπάθεια βελτιώσεώς του.

Με ανάτηξη του κοινού χυτοσίδηρου μέσα σε μικρά καρμίνια και με προσθήκη τεμαχίων σιδήρου ή άλλων μετάλλων (νικελίου ή χρωμίου) επιτεύχθηκε η παραγωγή ειδικών χυτοσιδήρων άριστης ποιότητας.

Ανάλογα με τη μέθοδο που ακολουθείται και το είδος υλών που προστίθενται κατασκευάζονται σήμερα ειδικοί χυτοσίδηροι που διακρίνονται σε τέσσερις ομάδες:

- Χυτοσίδηρος με βελτιωμένες μηχανικές ιδιότητες.
- Χυτοσίδηρος ανθεκτικός σε μεγάλες θερμοκρασίες.
- Οξύμαχος χυτοσίδηρος (ανθεκτικός στα οξέα) και
- χυτοσίδηρος ανθεκτικός στις πιέσεις υγρών και αερίων.

Οι ειδικοί χυτοσίδηροι χρησιμοποιούνται κυρίως στις μηχανολογικές κατασκευές.

7.7 Χάλυβες.

1) Μέθοδοι παρασκευής τους.

Οι χάλυβες, όπως αναφέρθηκε ήδη, είναι κράματα σιδήρου και άνθρακα με περιεκτικότητα σε άνθρακα κάτω του 1,7%. Εκτός από τον άνθρακα περιέχουν και άλλα στοιχεία, όπως και ο χυτοσίδηρος, αλλά σε πολύ μικρότερες αναλογίες.

Λαμβάνονται από τον κοινό χυτοσίδηρο με αφαίρεση του μεγαλύτερου μέρους του άνθρακα που περιέχεται σε αυτόν, καθώς και των υπολοίπων προσμίξεών του.

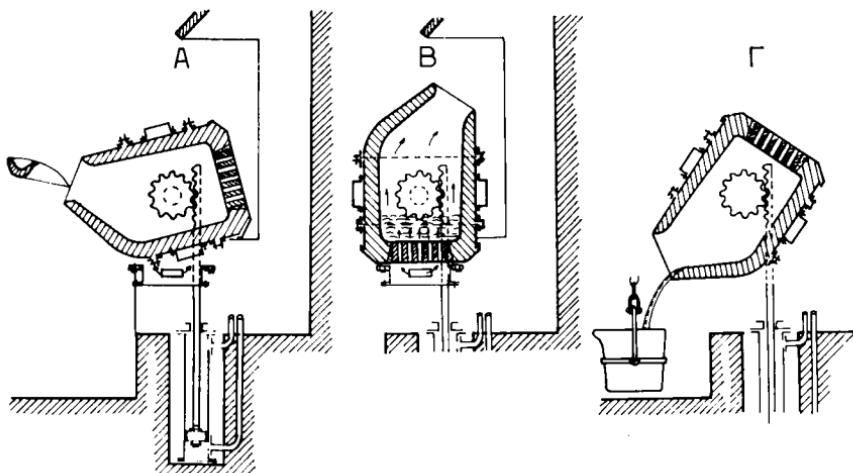
Για την εργασία αυτή έχουν εφαρμοσθεί πολλές μέθοδοι κατά την τελευταία εκατονταετία. Η πρώτη, γνωστή ως μέθοδος του Bessemer, εφαρμόσθηκε το 1855. Καταβάλλονται όμως ακόμη μεγάλες προσπάθειες και διατίθενται μεγάλα χρηματικά ποσά για τη βελτίωση των μεθόδων αυτών ή την ανακάλυψη νέων, ώστε να παράγεται χάλυβας καλύτερης ποιότητας σε μεγαλύτερες ποσότητες και με μικρότερο κόστος.

Οι κυριότερες μέθοδοι παρασκευής χάλυβα, που εφαρμόζονται σήμερα είναι:

- Η μέθοδος Bessemer και Thomas.
- Η μέθοδος Siemens-Martin.
- Η μέθοδος με την ηλεκτρική κάμινο.
- Η μέθοδος των χωνευτηρίων.

Πιο κάτω εξετάζονται λεπτομερώς οι μέθοδοι αυτές:

a) **Μέθοδος Bessemer και Thomas:** Η μέθοδος του Bessemer είναι η αρχαιότερη από όλες και εφαρμόσθηκε κατά το 1855, όταν για πρώτη φορά κατασκευάσθηκε χάλυβας. Κατ' αυτή χρησιμοποιείται μεγάλο κυλινδρικό περίπου δοχείο από χαλύβδινα ελάσματα, επενδυμένο εσωτερικά με πυρίμαχους πλίνθους (σχ. 7.7α). Στο πάνω



Σχ. 7.7α.

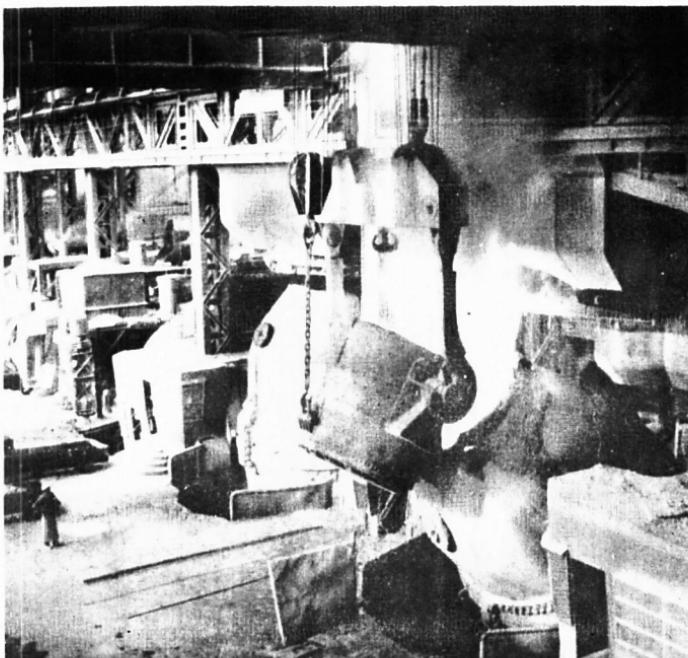
Σχηματική παράσταση μετατροπέα του Bessemer στις διάφορες φάσεις της λειτουργίας του: A) Θέση φορτώσεως για το χυτοσίδηρο. B) Θέση καύσεως άνθρακα και σκουριάς. Γ) Θέση εκφορτίσεως.

μέρος ο κύλινδρος στενεύει και δημιουργείται το στόμιο φορτίσεως και εκφορτίσεως, ενώ στον πυθμένα έχει οπές, από τις οποίες διοχετεύεται αέρας με πίεση. Ο κύλινδρος μπορεί να στραφεί γύρω από οριζόντιο άξονα με τη βοήθεια υδραυλικής εγκαταστάσεως.

Η συσκευή αυτή καλείται μετατροπέας του Bessemer, γιατί μετατρέπει το χυτοσίδηρο σε χάλυβα. Είναι γνωστό επίσης και ως άπιο (αχλάδι) του Bessemer λόγω του σχήματός της.

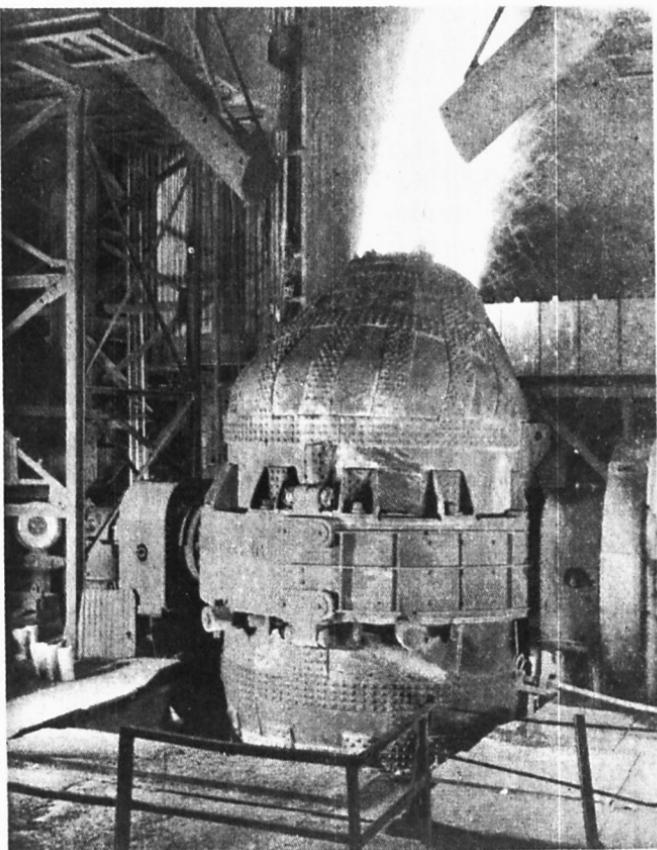
Η διαδικασία της παρασκευής του χάλυβα είναι η εξής:

Στη θέση Α (σχ. 7.7α) ο μετατροπέας φορτίζεται με τη βοήθεια κάδου (σχ. 7.7β) με το διάπυρο ρευστό χυτοσίδηρο, που προέρχεται από την υψηλάμινο, σε ποσότητα 15-20t. Μετά περιστρέφεται και καταλαμβάνει τη θέση Β, όπου πραγματοποιείται η απομάκρυνση του άνθρακα, του πυριτίου και του μαγγανίου με την καύση τους (σχ. 7.7γ). Η καύση γίνεται με τη βοήθεια του οξυγόνου του αέρα που εισάγεται από τις οπές του πυθμένα. Η εργασία αυτή διαρκεί 20-30min. Τα αέρια της καύσεως διοχετεύονται μέσω καπνοδόχου στην ατμόσφαιρα. Το τέλος της καύσεως διαπιστώνεται από την πτώση των φλογών, που βγαίνουν από το στόμιο. Μετά από αυτό η συσκευή μεταφέρεται στη θέση Γ (σχ. 7.7α), όπου γίνεται η εκκένωση του



Σχ. 7.7β.

Φόρτιση μετατροπέα του Bessemer με λιωμένο χυτοσίδηρο.



Σχ. 7.7γ.

Φωτογραφία μετατροπέα του Bessemer κατά το χρόνο λειτουργίας του.

έτοιμου χάλυβα σε κάδους. Μέσα σε αυτούς ο χάλυβας μεταφέρεται για την περαιτέρω κατεργασία.

Κατά μία παραλλαγή της μεθόδου Bessemer, που εφαρμόζεται σήμερα, το οξυγόνο δεν εισάγεται από τον πυθμένα, αλλά από το στόμιο του απίου με τη βοήθεια κατάλληλης διατάξεως.

Επειδή ο έλεγχος της περιεκτικότητας σε άνθρακα είναι δύσκολος με τη μέθοδο αυτή, γίνεται κατ' αρχήν τέλεια αφαίρεση του άνθρακα και μετά προστίθεται χυτοσίδηρος γνωστής περιεκτικότητας ή τεμάχια παλαιού χάλυβα.

Κατά τη μέθοδο του Thomas χρησιμοποιείται η ίδια συσκευή, το άπιο δηλαδή του Bessemer.

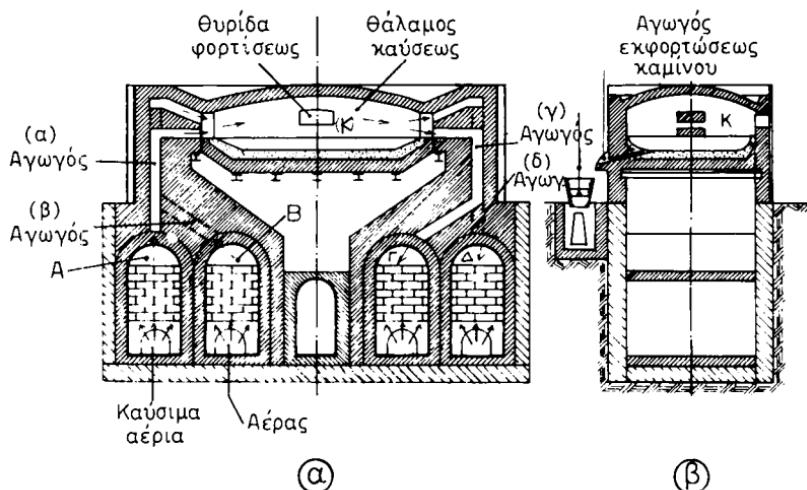
Διαφορά μεταξύ μεθόδου Thomas και μεθόδου Bessemer υπάρχει μόνο όσον αφορά το είδος της πυρίμαχης επενδύσεως.

Έτσι, στην πρώτη μέθοδο χρησιμοποιούνται πυρίμαχα τούβλα οξινού χαρακτήρα (χαλαζίας) κατάλληλοι για χυτοσίδηρο πτωχό σε φώσφορο, ενώ στη δεύτερη μέθοδο, που εφαρμόσθηκε αργότερα (1878), χρησιμοποιούνται πυρίμαχα τούβλα βασικού χαρακτήρα (οξείδιο του μαγνησίου ή δολομίτης) κατάλληλοι για χυτοσίδηρο πλούσιο σε φώσφορο.

β) Μέθοδος Siemens-Martin ή μέθοδος με κάμινο ανοικτής εστίας: Κατ' αυτήν χρησιμοποιείται ειδική κάμινος (σχ. 7.7δ) στην οποία αναπτύσσονται πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Αυτό επιτυγχάνεται με ειδική διάταξη προθερμάνσεως του εισαγόμενου μίγματος αέρα-καυσίμου. Η μέθοδος αυτή επινοήθηκε από τον Martin κατά το 1867, ενώ η κάμινος κατασκευάσθηκε από τον Siemens.

Οι αναπτυσσόμενες υψηλές θερμοκρασίες μπορούν να προκαλέσουν την τήξη σιδήρου πτωχού σε άνθρακα, όπως π.χ. είναι ο χάλυβας. Επομένως με την ανάμιξη ρευστού ή στερεού χυτοσίδηρου, γνωστής περιεκτικότητας σε άνθρακα, με άχρηστα τεμάχια χάλυβα, τα οποία προέρχονται από την κατεργασία της σιδηροβιομηχανίας, είναι δυνατή η παραγωγή προϊόντος με καθορισμένη εκ των προτέρων αναλογία σε άνθρακα.

Η μέθοδος αυτή διαφέρει, βασικά από τις προηγούμενες (Bessemer



Σχ. 7.7δ.

Κάμινος Siemens-Martin ή κάμινος ανοικτής εστίας.
α) Τομή κατά μήκος. β) Τομή κατά πλάτος.

και Thomas). Σε εκείνες ο χάλυβας προερχεται από ρευστό χυτοσίδηρο με καύση μέρους του άνθρακα, ενώ σε αυτή ο χάλυβας παράγεται με τη δημιουργία μίγματος χυτοσίδηρου και πτωχού σε άνθρακα παλαιού χάλυβα.

Έτσι γίνεται δυνατή η παραγωγή χάλυβα με σύντηξη παλαιών σιδήρων και χελωνών χυτοσίδηρου και σε τόπους, όπου δεν λειτουργούν υψηλά μεταλλουργικές βιομηχανίες χάλυβα στην Ελλάδα λειτουργούν με κάμινο Siemens-Martin.

Η χρησιμοποιούμενη κάμινος, σε γενικές γραμμές, αποτελείται από το θάλαμο καύσεως K (σχ. 7.7δ), όπου γίνεται η σύντηξη των πρώτων υλών και από τους τέσσερις θαλάμους A, B, Γ και Δ, που επικοινωνούν με τον K μέσω τεσσάρων αγωγών α, β, γ, δ. Οι θάλαμοι αυτοί λέγονται **αναγεννητές θερμότητας** και είναι γεμάτοι από πυρίμαχα τούβλα τοποθετημένα έτσι, ώστε να είναι δυνατή η μεταξύ των τούβλων κυκλοφορία των αερίων. Ως καύσιμη ύλη χρησιμοποιείται ένα οποιοδήποτε αέριο.

Η κάμινος που περιγράψαμε λειτουργεί ως εξής: Μέσα στο θάλαμο καύσεως K τοποθετούνται από τις θυρίδες φορτίσεως ο χυτοσίδηρος σε στερεά ή ρευστή κατάσταση και τα τεμάχια του παλαιού χάλυβα. Η μεταξύ τους αναλογία εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε άνθρακα που έχει προκαθορισθεί για το τελικό προϊόν. Από τους θαλάμους A και B διοχετεύονται στο θάλαμο καύσεως μέσω των αγωγών α και β το καύσιμο και ο αέρας. Εκεί το καύσιμο αναφλέγεται και προκαλεί την τήξη των πρώτων υλών. Τα αέρια προϊόντα της καύσεως κατεβαίνουν από τους αγωγούς γ και δ στους θαλάμους Γ και Δ και θερμαίνουν τα πυρίμαχα τούβλα.

Μετά την πάραδο 30 τιν περίπου αντιστρέφεται η πορεία τροφοδοτήσεως με κατάλληλο χειρισμό ορισμένων βαλβίδων. Το καύσιμο και ο αέρας διοχετεύονται τώρα από τους θαλάμους Γ και Δ στο θάλαμο K κάτω από την υψηλή θερμοκρασία που απόκτησαν λόγω της επαφής τους με τα πυρίμαχα τούβλα. Τα αέρια της καύσεως κατεβαίνουν στους θαλάμους A και B, όπου και θερμαίνουν τα πυρίμαχα τούβλα που βρίσκονται εκεί.

Έτσι επιτυγχάνεται μεγάλη οικονομία καυσίμου και διατήρηση της θερμοκρασίας στο θάλαμο καύσεως σε πολύ υψηλά επίπεδα (πάνω από τους 1600°C).

Μετά την περάτωση της πλήρους συντήξεως των πρώτων υλών, η οποία διαρκεί περίπου 6-7ώρες, ο ρευστός χάλυβας διοχετεύεται από τον αγωγό Ο μέσα σε κάδους και στη συνέχεια χύνεται σε τύπους μορφής κόλουρης πυραμίδας. Τα στερεά που παίρνομε έτσι μεταφέρονται για περαιτέρω κατεργασία στα χαλυβουργεία.

Η δυναμικότητα της καμίνου ανέρχεται σε επεξεργασία πρώτων υλών βάρους μεταξύ 12-100 t, ανάλογα με το μέγεθός της.

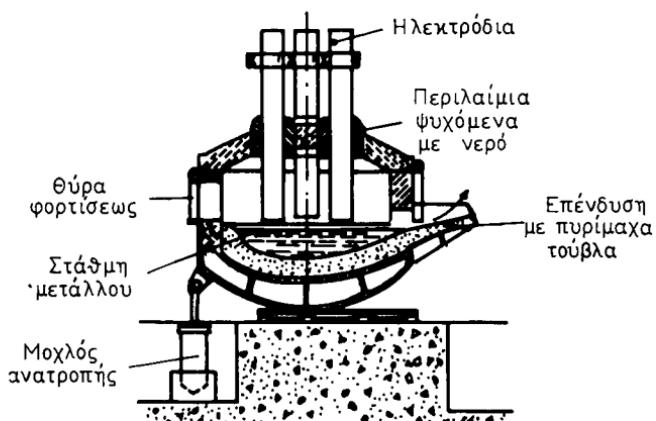
Το κόστος παραγωγής χάλυβα με την κάμινο Siemens-Martin είναι μεγαλύτερο από αυτό που επιτυγχάνεται με το μετατροπέα του

Bessemer, η ποιότητα όμως του παραγόμενου χάλυβα είναι πολύ καλύτερη, γιατί επιτυγχάνεται μεγαλύτερη ομοιογένεια στο κράμα σιδήρου-άνθρακα και ελέγχεται ευχερέστερα η περιεκτικότητα σε άνθρακα.

γ) **Μέθοδος με την ηλεκτρική κάμινο:** Σύμφωνα με αυτή χρησιμοποιούνται ειδικής μορφής κάμινοι, όπου οι υψηλές θερμοκρασίες επιτυγχάνονται είτε με ηλεκτρικό τόξο με τη βοήθεια ηλεκτροδίων από γραφίτη (σχ. 7.7ε), είτε με ρεύμα από επαγγηλή. Οι θερμοκρασίες που επιτυγχάνονται φθάνουν τους 2000°C . Οι ηλεκτρικές κάμινοι είναι σχετικά μικρής χωρητικότητας (περίπου 10 t), η διάρκεια της λειτουργίας τους είναι 3-4 ώρες και φορτίζονται συνήθως με χάλυβα προερχόμενο από μετατροπέα του Bessemer. Σκοπός είναι η παραγωγή χάλυβα εξαιρετικής ποιότητας ή ειδικών χαλύβων με την προσθήκη νικελίου και χρωμίου. Για την εκφόρτιση της καμίνου ανεβαίνουν τα ηλεκτρόδια και μπαίνει σε λειτουργία ο μοχλός ανατροπής, που αναγκάζει την κάμινο να περιστραφεί πάνω στο οριζόντιο επίπεδο, επάνω στο οποίο στηρίζεται. Κάμινος αυτού του είδους χρησιμοποιείται στη Λάρυμνα για την παρασκευή νικελιούχου χάλυβα υψηλής περιεκτικότητας σε νικέλιο.

δ) **Μέθοδος των χωνευτηρίων:** Τα χωνευτήρια είναι δοχεία σχήματος «κούπας». Κατασκευάζονται από ισχυρά πυρίμαχα υλικά και τοποθετούνται πάνω σε απλές ή πολλαπλές έστιες φωτιάς. Χρησιμοποιούνται για:

- Την παραγωγή χάλυβα με σύντηξη χυτοσιδήρου και τεμαχίων χάλυβα.
- Την ανάτηξη του χάλυβα Bessemer και Martin.
- Την παραγωγή ειδικών χαλύβων.



Σχ. 7.7ε.
Τομή ηλεκτρικής καμίνου.

Η περιεκτικότητα των δοχείων αυτών είναι πολύ μικρή (50 kg) και το κόστος του παραγόμενου χάλυβα είναι πολύ ψηλό. Με τη μέθοδο όμως αυτή παράγεται χάλυβας εξαιρετικής ποιότητας, που χρησιμοποιείται κυρίως για την κατασκευή κοπτικών εργαλείων.

2) Παράγοντες που επηρεάζουν τους χάλυβες.

α) Ο χάλυβας είναι κράμα σιδήρου, άνθρακα και άλλων στοιχείων, όπως το μαγγάνιο, το πυρίτιο, το θείο, ο φώσφορος. Τα στοιχεία αυτά περιέχονται σε διάφορες κάθε φορά αναλογίες μέσα στη μάζα του. Επομένως ο χάλυβας δεν έχει σταθερή χημική σύσταση, ούτε σταθερή εκατοστιαία σύνθεση και γι' αυτό το λόγο οι διάφοροι χάλυβες που παράγονται παρουσιάζουν διαφορετικό βαθμό εκδηλώσεως των ιδιοτήτων τους.

Το στοιχείο που επηρεάζει περισσότερο τις ιδιότητες του χάλυβα είναι ο άνθρακας. Υψηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα (πάντως κάτω του 1,7%), προκαλεί ελάττωση της ελατότητας, της ολκιμότητας και του συγκολλητού και αύξηση του εύχυτου. Διευκολύνει τις θερμικές κατεργασίες και, όσον αφορά τις μηχανικές ιδιότητες, αυξάνει την αντοχή σε εφελκυσμό, τη σκληρότητα, ενώ ελαττώνει την ελαστικότητα και την αντοχή του χάλυβα σε κρούση.

Στον πίνακα 7.7.1 φαίνεται η επιρροή του άνθρακα και των άλλων συστατικών του χάλυβα στις ιδιότητές του.

Άλλοι παράγοντες, που επηρεάζουν αισθητά τις **μηχανικές ιδιότητες** του χάλυβα, είναι:

β) Η **«ψυχρώ» κατεργασία**. Αυτή αυξάνει εξαιρετικά την αντοχή του χάλυβα. Εάν χαλύβδινη ράβδος με γνωστό όριο αντοχής υποστεί εφελκυσμό μέχρι ορισμένο βαθμό, κάτω όμως από το όριο αναλογίας, και αμέσως μετά αποφορτισθεί, παρουσιάζει μικρή αύξηση του μήκους της, αλλά συγχρόνως και αύξηση της αντοχής της. Η αύξηση αυτή μπορεί να φθάσει τα 60% της αρχικής αντοχής.

Με την «ψυχρώ» κατεργασία και χωρίς αλλαγή της συστάσεως του χάλυβα κατασκευάζονται ράβδοι με πολύ υψηλή αντοχή, που χρησιμοποιούνται κυρίως στο προεντεταμένο σκυρόδεμα.

γ) **Η θερμοκρασία**. Ο κοινός χάλυβας σε θερμοκρασίες πάνω από τους 450°C χάνει μεγάλο μέρος της αντοχής του και υφίσταται σοβαρές επιμηκύνσεις λόγω του μεγάλου συντελεστή θερμικής διαστολής που έχει. Στα δύο αυτά αίτια οφείλεται η μικρή αντοχή των κατασκευών από χάλυβα στις πυρκαγιές.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.7.1
Επροή των συστατικών του χάλυβα στης ιδιότητές του

Συστατικά κραμάτων												
Ιδιότητες	Ανθρακας C	Πυρίνιο Si	Μαγνάνιο Mn	Νικέλιο Ni	Χρώμιο Cr	Βολφράμιο W	Βανάδιο V	Μολυβδανίο Mo	Κοβαλτιο Co	Τιτάνιο Ti	Φώσφορος P	Θείο S
Αντοχή σε εφεκτικασμό	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	x
Αντοχή σε κρύωση		+	x	+	+	+	+	+	+	---	x	x
Σκληρότητα		+	+	+	+	+	+	+	+	---	+	x
Ελαστότητα		-	x	+	+	+	+	+	x	+	-	-
Ελαστικότητα		+	+	+	x	+	x	+	x	x	x	x
Σφυρηλάτηση		x	x	+	x	x	+	+	+	+	x	-
Ικανότητα συγκαλλίσεως		-	-	+	x	x	+	+	x	x	x	-
Επεξεργασία		-	-	-	x	-	x	+	x	x	+	+
Αντοχή στη φωτιά		x	-	-	+	+	x	+	x	x	+	x
Μανυπομάρσις		x	-	x	-	+	+	x	x	+	x	x

Σημειώσεις: x: Καμάτη επρορρή + : Σημαντική βελτίωση της ιδιότητας
 + : Βελτίωση της διότητας - : Μείωση της διότητας

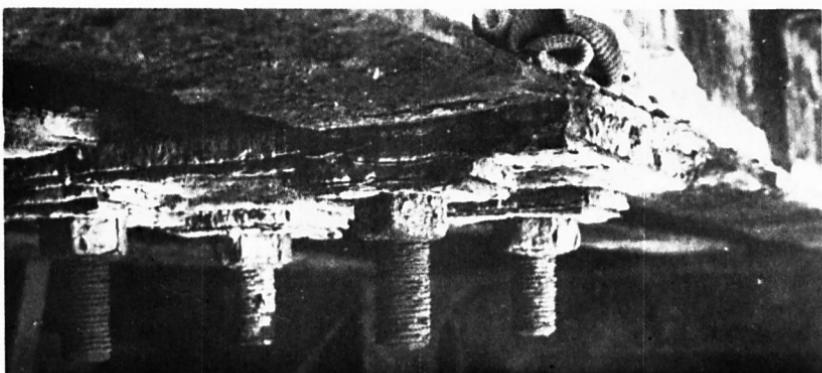
δ) **Η υγρασία.** Ο χάλυβας είναι ιδιαίτερα ευπαθής στο νερό και την υγρασία και αυτό αποτελεί και το πιο σοβαρό μειονέκτημά του.

Το νερό (H_2O) με το ανθρακικό οξύ (H_2CO_3) και το οξυγόνο (+ O) προσβάλλουν το σίδηρο και σχηματίζουν νέα ένωση, τη σκουριά. Αυτή, επειδή παρουσιάζει μικρή αντοχή και συνοχή, πέφτει εύκολα από την επιφάνεια του αντικειμένου και έτσι σχηματίζεται νέα σκουριά μέχρι την ολοκληρωτική καταστροφή του (σχ. 7.7στ.).

Επίσης κατά το σχηματισμό της σκουριάς επέρχεται διόγκωση του χάλυβα, εξαιτίας της οποίας ασκούνται ισχυρές πιέσεις πάνω στο υλικό, που τυχόν περιβάλλει τον χάλυβα. Π.χ. σε κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα [§ 4.15(7)] είναι δυνατή η καταστροφή του σκυροδέματος, εάν εισχωρήσει νερό μέσα στη μάζα του και προκαλέσει σκουριά στο σιδερένιο οπλισμό (Α' τόμος, σχ.4.15ιζ και 4.15η) (σχ. 7.7ζ).

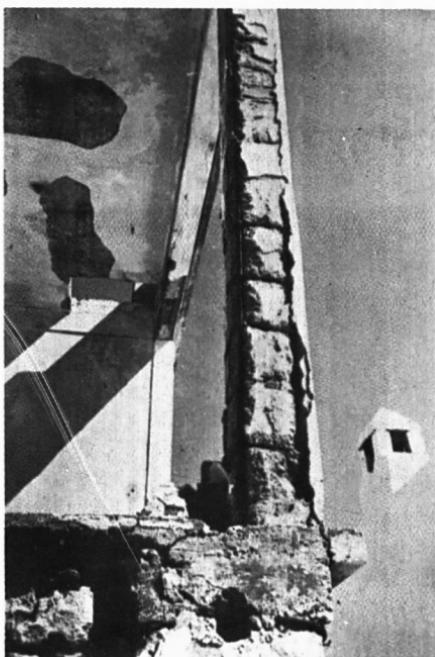
Υπάρχουν πολλοί τρόποι προστασίας των σιδερένιων κατασκευών από το σκούριασμα. Κυριότεροι είναι:

- Η χρησιμοποίηση νικελιούχου ή χρωμιούχου χάλυβα (§ 7.9 - ειδικοί χάλυβες), ο οποίος δεν προσβάλλεται από το νερό. Υπερβολικά δαπανηρός τρόπος αντιμετωπίσεως του σκουριάσματος για τα δομικά υλικά.
- Η επιμετάλλωση του σιδήρου με χαλκό, αλουμίνιο, χρώμιο ή άλλα μέταλλα, δηλαδή η δημιουργία μανδύα από μέταλλο που δεν προσβάλλεται από την υγρασία. Και ο τρόπος αυτός είναι δαπανηρός και χρησιμοποιείται σε μικρή κλίμακα και μόνο σε υλικά μικρού μεγέθους, όπως π.χ. σε σωλήνες γαλβανιζέ, φύλλα λαμαρίνας γαλβανισμένης κ.ά.
- Η επάλειψη των σιδηρών επιφανειών με ελαιόχρωμα (λαδομπογιά), βερνίκια ή με ασφαλτικά υλικά. Είναι η μέθοδος που χρησι-



Σχ. 7.7στ.

Τυπικό δείγμα διαβρώσεως (σκούριασμα) χαλυβδίνων στοιχείων.
Διαβρώθηκαν οι βίδες και οι πλάκες που στηρίζουν τη δέστρα των πλοιών.



Σχ. 7.7ζ.

Καταστροφή στύλου σκυροδέματος.

Η διόγκωση του σιδερένιου οπλισμού οφείλεται στο σκούριασμά του.

μοποιείται περισσότερο, αλλά πρέπει να επαναλαμβάνεται κατά ορισμένα χρονικά διαστήματα, γιατί οι επαλείψεις αυτές δεν αντέχουν για πολύ χρόνο στις εξωτερικές επιδράσεις και τέλος – η επίχρηση του σιδερένιου τεμαχίου με λεπτό τσιμεντοκονίαμα, το οποίο σχηματίζει λεπτό στρώμα αδιαπέραστο από το νερό. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε μεγάλες κατασκευές όπως π.χ. γέφυρες, καθώς και στα καλώδια του προεντεταμένου σκυροδέματος.

3) Ιδιότητες των χάλυβων.

α) Στους χάλυβες η πιο ενδιαφέρουσα ιδιότητα είναι η μηχανική αντοχή τους.

Η αντοχή σε εφελκυσμό είναι ίση με την αντοχή σε θλίψη, πράγμα που δεν παρατηρείται στα δομικά υλικά που γνωρίσαμε μέχρι τώρα. Η αντοχή σε εφελκυσμό αποτελεί το κύριο χαρακτηριστικό της ποιότητας του υλικού και με βάση αυτή και την επιμήκυνση από αναγωγή κατατάσσονται οι χάλυβες, κυρίως οι προοριζόμενοι για τις δομικές κατασκευές, σε διάφορες κατηγορίες.

Έτσι με το σύμβολο:

St 37 · 12 ή x 37 · 12

υποδηλώνομε ότι πρόκειται για χάλυβα (St από τη γερμανική λέξη Stahl που σημαίνει χάλυβας) με αντοχή (όριο φορτίου θραύσεως) 37 kp/mm² ή 3700 kp/cm² και με επιμήκυνση από αναγωγή 12%.

Ο προσδιορισμός της αντοχής και της επιμήκυνσεως από αναγωγή γίνεται με τις γνωστές μηχανές ελέγχου στα εργαστήρια αντοχής υλικών. Στον πίνακα 7.2.4 αναφέρονται οι τιμές διαφόρων μελετών των μηχανικών ιδιοτήτων σε διάφορους τύπους χάλυβα.

β) Οι υπόλοιπες ιδιότητες των χαλύβων (ειδικό βάρος, σκληρότητα, τεχνολογικές ιδιότητες κλπ.) αναφέρθηκαν με λίγα λόγια στις παραγράφους 7.1, 7.2 και 7.3 αυτού του κεφαλαίου.

4) Κατάταξη χαλύβων.

Ανάλογα με τον τρόπο παρασκευής τους, διαιρούνται σε δύο μεγάλες ομάδες:

- Χάλυβες κοινοί και
- χάλυβες επεξεργασμένοι.

α) Οι **κοινοί χάλυβες** δεν έχουν ορισμένη χημική σύσταση, ούτε επακριβώς καθορισμένες χημικές ιδιότητες. Διατίθενται στο εμπόριο με τη μορφή ελασμάτων ή σπανιότερα –οι καλύτερες ποιότητες– με τη μορφή τυποποιημένων ράβδων.

Μετά τη μορφοποίησή τους στο χαλυβρουργείο (§ 7.8) δεν υφίσταται άλλη επεξεργασία.

Διακρίνονται επί μέρους σε τρεις κατηγορίες:

- **Χάλυβες εμπορίου.** Αποτελούν τους χάλυβες κατώτερης ποιότητας. Δεν απαιτείται να έχουν καθορισμένο όριο αντοχής σε εφελκυσμό. Χρησιμοποιούνται για εργασίες συνηθισμένης φύσεως.
- **Χάλυβες συνήθεις.** Πρέπει να έχουν όριο αντοχής μεταξύ 34 και 50 kp/mm².
- **Χάλυβες ποιότητας.** Έχουν καλύτερη χημική σύσταση από τους συνηθισμένους χάλυβες και ειδικά ως προς την περιεκτικότητά τους σε φώσφορο και πυρίτιο, τα οποία μαζί δεν πρέπει να υπερβαίνουν το 0,10%.

Η αντοχή των χαλύβων αυτών βρίσκεται στα ίδια όρια με την προγούμενη κατηγορία.

Οι χάλυβες των δύο τελευταίων κατηγοριών χρησιμοποιούνται κυρίως για την κατασκευή των δομικών υλικών από χάλυβα.

β) Οι **επεξεργασμένοι χάλυβες** πρέπει να έχουν δεδομένη χημική σύσταση και ορισμένα μηχανικά χαρακτηριστικά.

Υφίστανται πριν από τη χρησιμοποίησή τους κατεργασία «εν θερμώ» ή «εν ψυχρώ» για τη βελτίωση ορισμένων ιδιοτήτων τους.

Χρησιμοποιούνται κυρίως για την κατασκευή μηχανών και εξαρτη-

μάτων, καθώς και για τα δομικά υλικά, από τα οποία απαιτούνται υψηλές αντοχές, όπως π.χ. ράβδοι για προεντεταμένο σκυρόδεμα, ράβδοι αναρτήσεως κρεμαστών γεφυρών κ.ά.

Στον πίνακα 7.7.2 κατατάσσονται οι επεξεργασμένοι χάλυβες κυρίως ανάλογα με την περιεκτικότητά τους σε άνθρακα και δίνονται οι τιμές ορισμένων μηχανικών ιδιοτήτων τους. Πρέπει να παρατηρήσουμε ότι όσο λιγότερο άνθρακα περιέχουν, τόσο μαλακότεροι είναι και τόσο μεγαλύτερη επιμήκυνση παρουσιάζουν.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.7.2 **Κατηγορίες επεξεργασμένων χαλύβων**

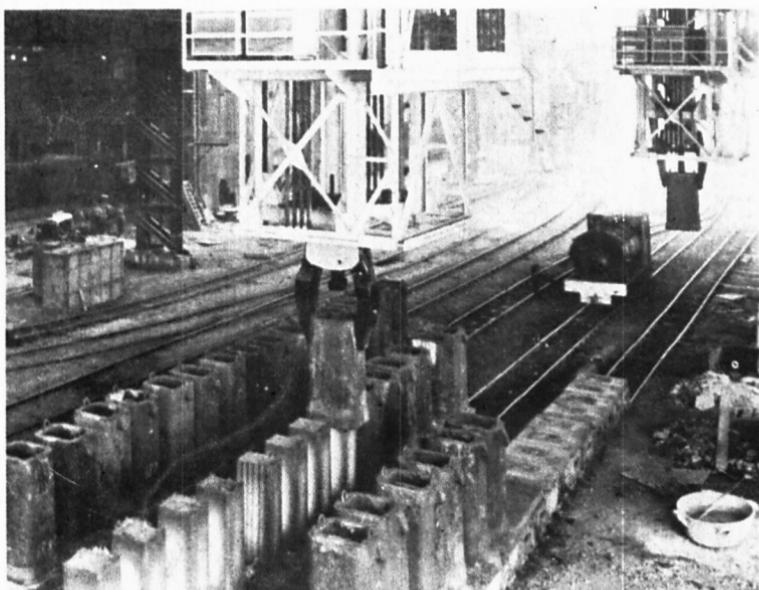
Τύπος	Χημική σύσταση			Μηχανικές ιδιότητες		
	Ανθρακας %	P + s %	Mn %	Αντοχή σε εφελ- κυσμό ¹ kp/mm ²	Επιμή- κυνση με ανα- γωγή %	Σκληρό- τητα κατά Brinell %
1) Εξαιρετικά μαλακοί	0,08	0,06	0,40	33 - 38	32	-
2) Πολύ μαλακοί	0,10 - 0,20	0,06	0,40	40 - 60	10 - 30	-
3) Μαλακοί	0,20 - 0,30	0,06	0,40	45 - 70	27 - 20	180
4) Ημιμαλακοί	0,30 - 0,40	0,09	0,40	50 - 80	23 - 16	195
5) Ημισκληροί	0,40 - 0,50	0,09	0,50	60 - 90	19 - 13	225
6) Σκληροί	0,50 - 0,60	0,09	0,60	70 - 100	15 - 10	238
7) Πολύ σκληροί	0,60 - 0,70	0,09	0,70	85 - 105	10 - 8	251
8) Εξαιρετικά σκληροί	0,70 - 0,85	0,09	0,80	90 - 140	8 - 1	270
9) Εργαλείων κοπής	0,85 - 1,10				Σκληρότητα κατά Rockwell 63-65	

7.8 Μορφοποίηση των προϊόντων του σιδήρου.

1) Μέθοδοι μορφοποίησεως.

Μέχρι τώρα γνωρίσαμε με ποιούς τρόπους παράγονται τα διάφορα είδη του σιδήρου και ποιές κατεργασίες πραγματοποιούνται στις μεταλλουργικές βιομηχανίες, για να αποκτήσουν τα είδη αυτά την επιθυμητή χημική σύσταση και τις απαιτούμενες φυσικές και μηχανικές ιδιότητες.

Το σχήμα όμως που δίνεται στο υλικό μετά την έξοδό του από τις διάφορες καμίνους και που οφείλεται στο σχήμα των καλουπιών, μέσα στα οποία χύνεται το λιωμένο μέταλλο (σχ. 7.8a), είναι συνήθως πρισματικό ή κόλουρη πυραμίδα (χελώνα). Με τη μορφή όμως αυτή είναι τελείως ακατάλληλο για τις διάφορες βιομηχανικές και δομικές χρήσεις και για το λόγο αυτό πρέπει η μορφή αυτή να αλλάξει.



Σχ. 7.8α.

Τύποι (καλούπια) ρευστοπαγούς χάλυβα που διακινούνται με γερανογέφυρες. Στη μεσαία σειρά διακρίνονται οι χελώνες του μετάλλου μετά την αφαίρεση των καλουπιών.

Πρέπει να πάρει το σχήμα εκείνο, που έχει καθορίσει η εμπειρία και κυρίως η επιστημονική έρευνα, ως το πιο κατάλληλο για τα ποικίλα έργα, στα οποία θα χρησιμοποιηθούν τα υλικά από σίδηρο.

Η μετατροπή αυτή του σχήματος γίνεται στις χαλυβουργικές βιομηχανίες με μηχανικές μεθόδους που βασίζονται στις γνωστές τεχνολογικές ιδιότητες του σιδήρου (§ 7.3) και ειδικά στο εύχυτο, την ελατότητα και την ολκιμότητά του.

Διακρίνονται πέντε βασικές μέθοδοι μορφοποιήσεως:

- Χύτευση.
- Σφυρηλάτηση.
- Τύπωση.
- Κυλίνδρωση ή έλαση.
- 'Ελξη (τράβηγμα).

2) Χύτευση, σφυρηλάτηση, τύπωση.

Η χύτευση, που εφαρμόζεται κυρίως στο χυτοσίδηρο, και η σφυρηλάτηση, χρησιμοποιούνται κατά κανόνα για την παραγωγή μηχανολογικών εξαρτημάτων και υλικών, και κατά δεύτερο για την παραγωγή δομικών υλικών.

Τα δομικά υλικά που κατασκευάζονται με τις δύο αυτές μεθόδους είναι εξαρτήματα σωληνωτών δικτύων, σωλήνες αποχετεύσεων από χυτοσίδηρο και τα ειδικά τεμάχια τους (καμπύλες, ταυ, γωνίες), λουτήρες και λεκάνες καταιονητήρων, καλύμματα ανθρωποθυρίδων, σχάρες φρεατίων συγκεντρώσεως ομβρίων υδάτων, βάσεις στύλων από χυτοσίδηρο, εφέδρανα γεφυρών και γενικώς υλικά που προορίζονται για εντελώς ειδικές χρήσεις (§ 7.9). Επίσης η τύπωση σπανιότατα χρησιμοποιείται για την παραγωγή δομικών υλικών.

3) Κυλίνδρωση ή έλαση.

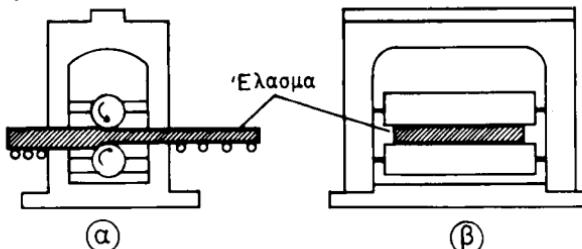
Η κυλίνδρωση ή έλαση είναι η κύρια μέθοδος παραγωγής των δομικών από σίδηρο. Βασίζεται στην ιδιότητα της ελατότητας του χάλυβα.

α) Μηχανές ελάσεως. Η έλαση εκτελείται σε ειδικές μηχανές, που καλούνται **έλαστρα**.

- **Αντιστρεπτά έλαστρα.** Το απλούστερο έλαστρο αποτελείται από δύο κυλίνδρους τοποθετημένους οριζόντια μέσα σε σιδερένιο πλαίσιο (σχ. 7.8β). Οι κύλινδροι περιστρέφονται κατ' αντίθετες φορές και η φορά περιστροφής τους μπορεί να αντιστραφεί (αντιστρεπτά έλαστρα). Η επιφάνεια των κυλίνδρων αυτών είναι λεία προκειμένου να κατασκευασθούν επίπεδα φύλλα. Εάν πρόκειται να κατασκευασθούν ράβδοι διαφόρων μορφών, π.χ. στρογγυλές, τετράγωνες ή άλλων σχημάτων, τότε η επιφάνεια φέρει σειρά ραβδώσεων και αυλακίων, των οποίων το μέγεθος ελαττώνεται διαδοχικά και το σχήμα τους μεταβάλλεται από το απλό ορθογώνιο ή τετράγωνο του αρχικού σιδερένιου τεμαχίου στο σύνθετο του τελικού προϊόντος (σχ. 7.8γ, 7.8δ, 7.8ε).

Η λειτουργία των αντιστρεπτών έλαστρων γίνεται ως εξής: Το αρχικό τεμάχιο, που προέρχεται από τη μεταλλοβιομηχανία, είναι, όπως είπαμε, ορθογώνιο πρίσμα μικρού μήκους.

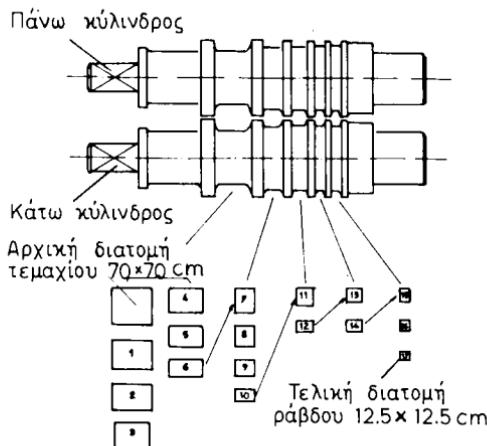
Το πρίσμα αυτό θερμαίνεται μέχρι λευκοπυρώσεως, τοποθετείται επάνω σε κατάλληλο μεταφορικό μηχανισμό (συνήθως



Σχ. 7.8β.

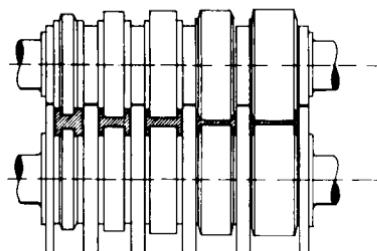
Σχηματική παράσταση απλού έλαστρου με δύο κυλίνδρους για επίπεδα φύλλα.

α) Τομή. β) Όψη.



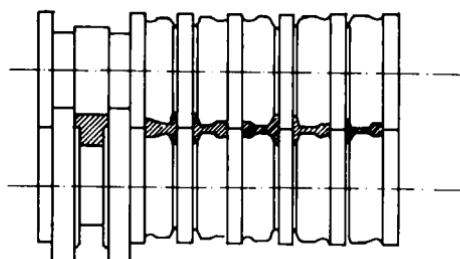
Σχ. 7.8γ.

Κύλινδροι αντιστρεπτού ελάστρου για την κατασκευή ράβδων τετραγωνικής διατομής. Διακρίνονται οι διαδοχικές μορφές, που παίρνει το αρχικό τεμάχιο (χελώνα) του χάλυβα, καθώς περνά από τις διάφορες θέσεις ελαττούμενης διατομής των κυλίνδρων. Διατομή αρχικού τεμαχίου περίπου $12,54 \times 12,5$ cm.



Σχ. 7.8δ.

Αντιστρεπτό έλαστρο για την κατασκευή ράβδων διατομής Ι



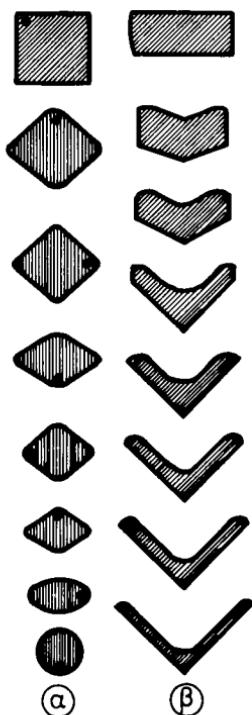
Σχ. 7.8ε.

Έλαστρο για την κατασκευή σιδηροτροχιών.

κύλινδροι που περιστρέφονται ελεύθερα) και ωθείται στην πρώτη κοιλότητα του ελάστρου. Οι διαστάσεις της κοιλότητας είναι λίγο μικρότερες από τις διαστάσεις της διατομής του τεμαχίου. Το τεμάχιο βγαίνει με μικρότερη διατομή, αλλά μεγαλύτερο μήκος. Κατόπιν οδηγείται στη δεύτερη κοιλότητα, αφού αντιστραφεί η φορά περιστροφής των κυλίνδρων κ.ο.κ. Κατ' αυτὸν τὸν τρόπο ελαττώνεται σταδιακά η διατομὴ του τεμαχίου και παίρνει το επιθυμητό σχήμα, ενώ συγχρόνως επιμηκύνεται (σχ. 7.8στ).

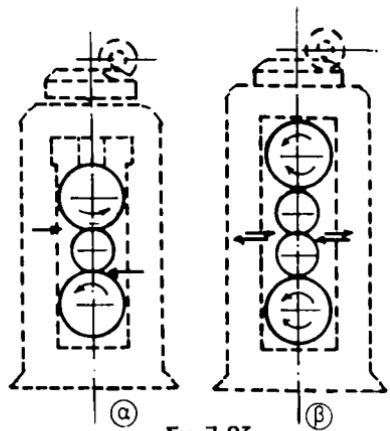
Σύνθετα έλαστρα. Εκτός από τα αντιστρεπτά έλαστρα, χρησιμοποιούνται στις σιδηροβιομηχανίες και συνθετότερα έλαστρα, με σκοπό την ταχύτερη εκτέλεση της εργασίας και την αποφυγή της αντιστροφής της κινήσεώς τους.

Τα έλαστρα αυτὰ μπορεί να έχουν τρεις κυλίνδρους [σχ. 7.8ζ(α) και 7.8η], όπου το τεμάχιο (κομμάτι) που πρόκειται να



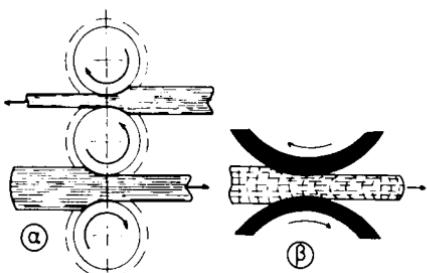
Σχ. 7.8στ.

Διαδοχικές μορφές, που παίρνει πρίσμα από χάλυβα κατά την έλαση, μέχρις ότου αποκτήσει το τελικό σχήμα: α) Ράβδος κυκλικής διατομής. β) Ράβδος διατομής ισοσκελούς τριγώνου.



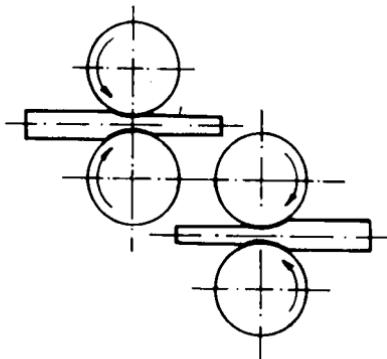
Σχ. 7.8ζ.

Σχηματική παράσταση συνθέτων ελάστρων.
α) Με τρεις κυλίνδρους.
β) Με δύο ζεύγη κυλίνδρων.

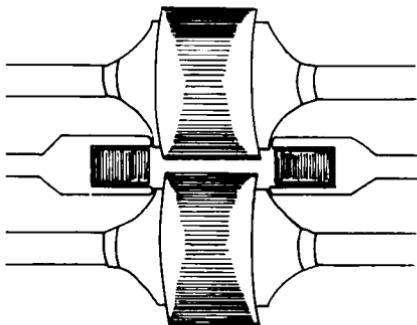


Σχ. 7.8η.

Έλαστρο με τρεις κυλίνδρους για παραγωγή ράβδων τετραγωνικής διατομής.
α) Διεύθυνση ελάσεως. β) Οι πλαστικές παραμορφώσεις κατά την έλαση.



Σχ. 7.8θ.
Διάταξη σύνθετου ελάστρου με δύο ζεύγη κυλίνδρων.

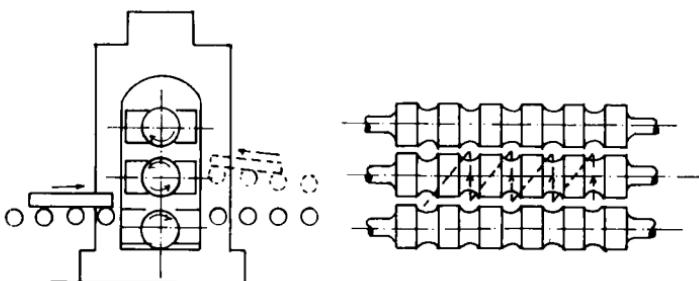


Σχ. 7.8ι.

Έλαστρο γενικής χρήσεως με δύο οριζόντιους και δύο κατακόρυφους κυλίνδρους.

σφυρηλατηθεί περνά πρώτα μεταξύ κατώτερου και μεσαίου κυλίνδρου και κατόπιν μεταξύ του ανώτερου και μεσαίου κυλίνδρου, τέσσερις κυλίνδρους [σχ. 7.8ζ(β)] ή ακόμη 2 ζεύγη κυλίνδρων (σχ. 7.8θ).

Επίσης χρησιμοποιούνται έλαστρα με τέσσερις κυλίνδρους, διαφορετικά από τα προηγούμενα, από τους οποίους οι δύο είναι κατακόρυφοι και οι δύο οριζόντιοι (σχ. 7.8ι). Σε αυτά τα παραγωγή είναι ταχύτερη και οικονομικότερη, αλλά γενικά η ποιότητα του υλικού είναι κατώτερη.



Σχ. 7.8ια.

Αντιστρεπτό προπαρασκευαστικό έλαστρο, για την επεξεργασία τεμαχίου χάλυβα βάρους μέχρι 5 t.

β) Στάδιο ελάσεως. Συνήθως η έλαση πραγματοποιείται σε δύο στάδια και σε ειδικές περιπτώσεις σε τρία. Κατά το πρώτο στάδιο γίνεται η προπαρασκευαστική έλαση, δηλαδή μόνο ελάττωση της διατομής του αρχικού τεμαχίου. Η εργασία αυτή γίνεται στα έλαστρα που ονομάζονται προπαρασκευαστικά (σχ. 7.8ια).

Κατά το δεύτερο στάδιο γίνεται η τελική έλαση, όπου το τεμάχιο παίρνει την οριστική του μορφή σε έλαστρα τελικής ελάσεως.

Τέλος, κατά το τρίτο στάδιο γίνεται, εάν αυτό απαιτείται, λει-ανση της επιφάνειας του υλικού ή αποτυπώνονται διάφορα σχήματα πάνω στην επιφάνεια (ραβδωτές λαμαρίνες).

Στα σχήματα 7.8ιβ, 7.8ιγ και 7.8ιδ φαίνονται έλαστρα διαφόρων τύπων σε λειτουργία. Στο σχήμα 7.8ιε απεικονίζονται τυπικές διατομές χαλύβδινων ράβδων που έχουν επιτευχθεί με τη βοήθεια των ελάστρων.

4) Έλξη ή εξέλκυση.

Η μέθοδος μορφοποίησεως με έλξη βασίζεται στην ολκιμότητα του σιδήρου. Κατά την ιδιότητα αυτή το υλικό μπορεί να επιμηκυνθεί με την ενέργεια εφελκυστικής δυνάμεως και να μετατραπεί σε λεπτή ράβδο ή σύρμα [§ 7.3(2)].

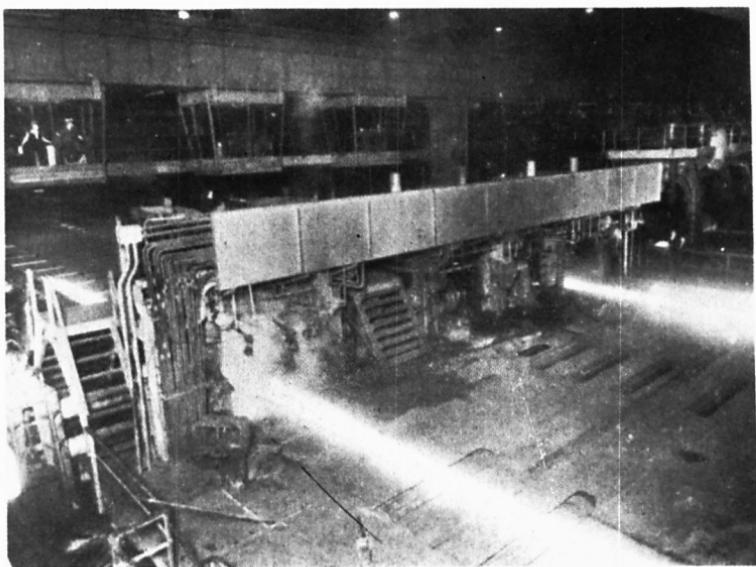
Η μέθοδος εφαρμόζεται κυρίως σε ράβδους τετραγωνικής, ορθογωνικής, πολυγωνικής ή κυκλικής διατομής και σε λωρίδες μικρού πλάτους, οι οποίες έχουν παραχθεί με την προηγούμενη μέθοδο ελάσεως. Η ράβδος ή η ταινία τοποθετείται «εν ψυχρώ» σε ειδική μηχανή, όπου έλκεται και περνά μέσα από οπή ή σχισμή (σχ. 7.8ιστ). Η οπή ή η σχισμή έχουν μικρότερη διατομή από τη ράβδο. Ο λόγος των δύο διατομών (επιφάνεια ράβδου F_1 προς επιφά-

νεια οπής F_2), είναι συνήθως $\frac{F_1}{F_2} = \frac{10}{9}$ ή και μεγαλύτερος. Με διαδοχικές διελεύσεις της ράβδου μέσα από οπές ή σχισμές που



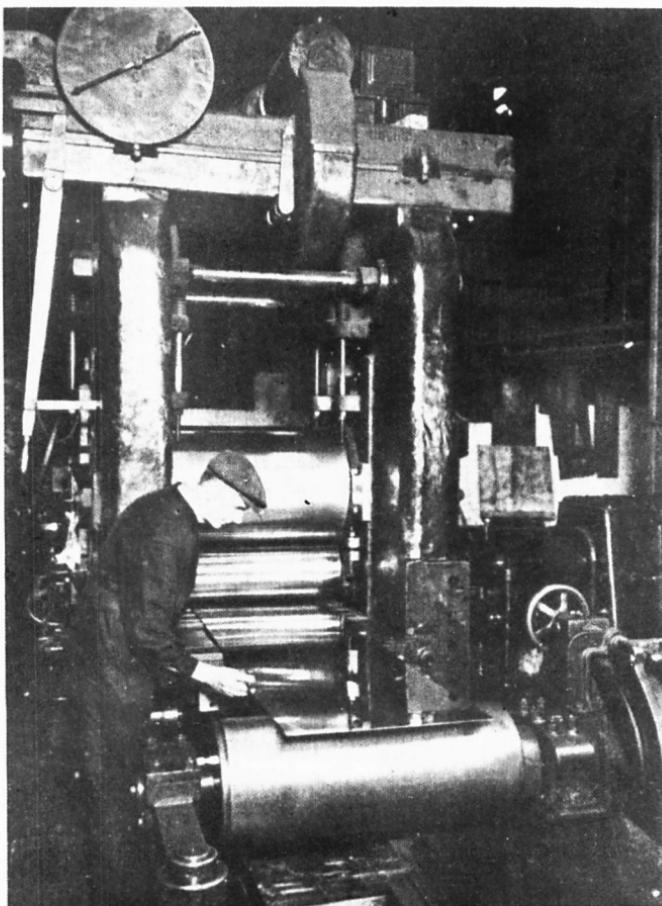
Σχ. 7.8ιβ.

Χαλύβδινη πλάκα μετά την έξοδό της από τα προπαρασκευαστικά έλαστρα. Διακρίνεται η ανυψωμένη λεπίδα με την οποία η πλάκα κόβεται σε ορισμένα μήκη, για να επακολουθήσει η τελική έλαση.



Σχ. 7.8ιγ.

Σειρά ελάστρων τελικής ελάσεως ράβδων τυπικής διατομής (προφίλ). Αριστερά το πρώτο στάδιο. Δεξιά το τελικό στάδιο της επεξεργασίας.

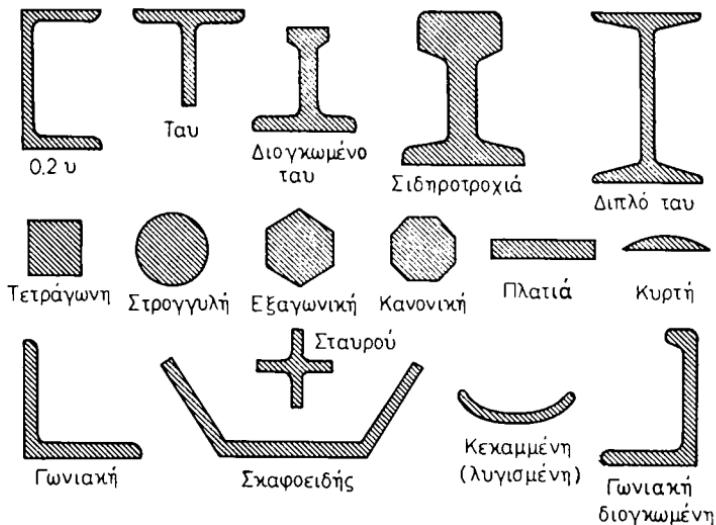


Σχ. 7.8ιδ.

Έλαστρο με τρεις κυλίνδρους για την «εν ψυχρώ» τελική επεξεργασία και το φινίρισμα φύλλων από χρωμονικελιούχο χάλυβα.

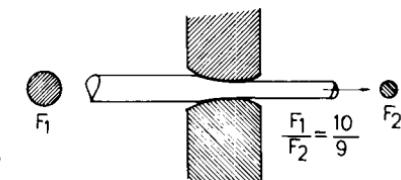
μικραίνουν σταδιακά επιτυγχάνονται η επιδιωκόμενη μορφή και οι διαστάσεις της διατομής που έχουν προκαθορισθεί.

Η χρησιμοποιούμενη μηχανή αποτελείται από επιμήκη σιδερένια τράπεζα, στο ένα άκρο της οποίας τοποθετείται κάθετα ισχυρή χαλύβδινη πλάκα. Πάνω σε αυτή υπάρχουν οι οπές, επάνω στις οποίες τοποθετείται η μήτρα με το κατάλληλο σχήμα, από όπου θα περάσει η ράβδος (σχ. 7.8ιζ). Πίσω από την πλάκα βρίσκεται ο μηχανισμός της έλξεως (σχ. 7.8ιη). Μια αρπάγη Α συλλαμβάνει το άκρο της ράβδου πίσω από την οπή Β. Η αρπάγη αγκυρώνεται σε επίπεδη αλυσίδα που εμπλέκεται στους οδοντωτούς τροχούς περι-



Σχ. 7.8ιε.

Διατομές χαλυβδίνων ράβδων, που προέκυψαν με τη μέθοδο της ελάσεως.



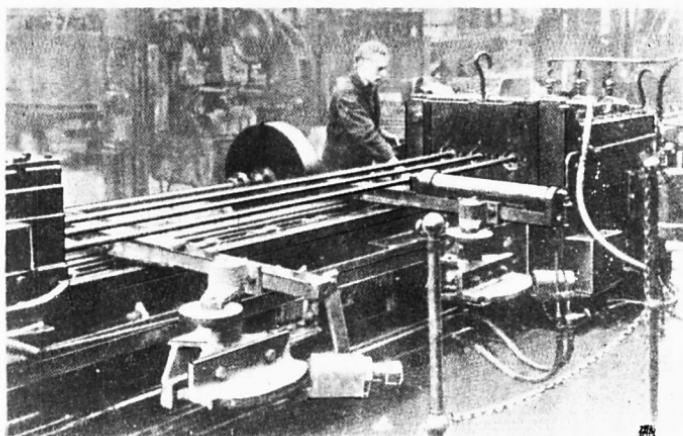
Σχ. 7.8ιστ.

Σχηματική παράσταση της επεξεργασίας χαλυβδίνων ράβδων με τη μέθοδο της έλξεως.

στρεφόμενου τυμπάνου Γ. Κατ' αυτόν τον τρόπο ο ράβδος σύρεται μέσω της μήτρας και παίρνει τη μορφή και τις διαστάσεις της. Επειδή τα τοιχώματα της μήτρας υφίστανται μεγάλες τριβές, οι μήτρες κατασκευάζονται από ανθεκτικά στις τριβές υλικά, π.χ. από χυτοσίδηρο ή διάφορα καρβίδια και μερικές φορές από διαμάντι για την περίπτωση λεπτών συρμάτων κ.ά. Οι μήτρες αντικαθίστανται με ευχέρεια, όταν υποστούν λόγω παρατεταμένης χρήσεως παραμόρφωση της διατομής τους.

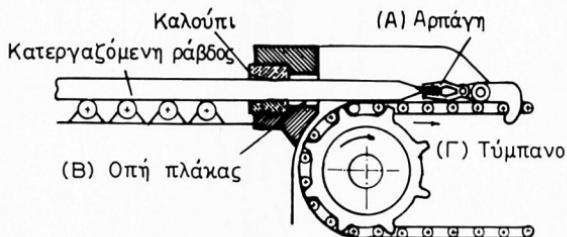
Η ράβδος πριν από την τοποθέτησή της στη μηχανή πρέπει να καθαρισθεί επιμελώς από το λεπτό στρώμα των λεπιών και της σκουριάς που έχουν δημιουργηθεί επάνω στην επιφάνειά της μετά την κατεργασία της «εν θερμώ» στα έλαστρα. Ο καθαρισμός γίνεται με εμβάπτισή της μέσα σε λουτρό ελαφρών οξεών.

Η μέθοδος με έλξη χρησιμοποιείται:



Σχ. 7.8ιζ.

Μηχανή μορφοποιήσεως χάλυβα με τη μέθοδο της έλξεως.



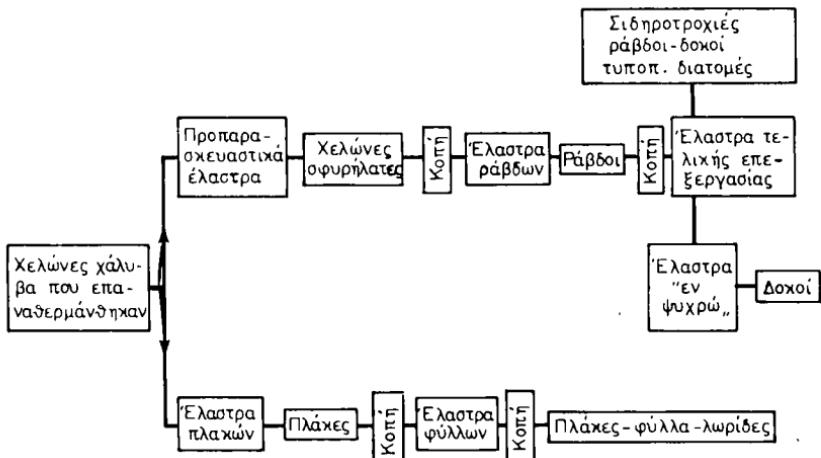
Σχ. 7.8ιη.

Μήτρα (καλούπι) και σύστημα έλξεως ράβδου στη μηχανή μορφοποιήσεως με έλξη.

- a) 'Όταν επιζητείται να έχουν τα τελικά προϊόντα καθαρή και λεια επιφάνεια χωρίς λέπια και σκουριές, προκειμένου να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή αξόνων μηχανών, κοχλιών (μπουλόνια), περικοχλίων, καρφιών, βελονών κ.ά.
- β) 'Όταν απαιτούνται ακριβείς διαστάσεις και κανονικά σχήματα των διατομών. Πράγματι, με τη μέθοδο αυτή επιτυγχάνονται διαστάσεις με πολύ μικρές ανοχές, πράγμα που είναι αδύνατο να επιτευχθεί με τη μέθοδο της ελάσεως.
- γ) 'Όταν πρόκειται να παραχθούν σύρματα οποιαδήποτε διαμέτρου.
- δ) 'Όταν πρόκειται να κατασκευασθούν σωλήνες χωρίς ραφή (Mannesman).

5) Ανακεφαλαίωση.

Στο διάγραμμα του σχήματος 7.8ιθ παριστάνονται οι διάφορες



Σχ. 7.8ιθ.

Παραγωγική διαδικασία κατασκευής μορφοποιημένων υλικών από χάλυβα.

κατεργασίες που υφίστανται οι χελώνες του χάλυβα των καμινιών και η σειρά της διαδικασίας παραγωγής των τελικών προϊόντων της σιδηροβιομηχανίας.

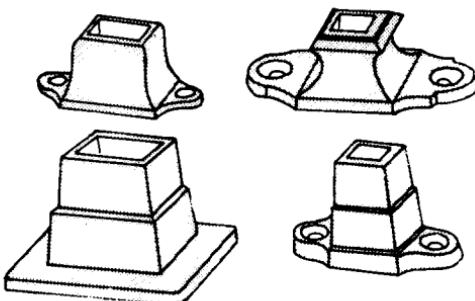
7.9 Δομικά προϊόντα των χυτηρίων.

Με τη μέθοδο της χυτεύσεως που εφαρμόζεται στους χυτοσιδήρους και τους χυτοχάλυβες, κατασκευάζονται τριών κατηγοριών δομικά υλικά:

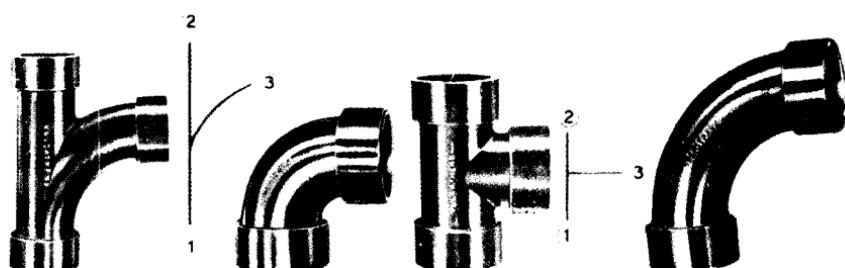
α) Υλικά, που μετά την ενσωμάτωσή τους στο έργο, υφίστανται θλιπτικές μόνο δυνάμεις, διότι όπως ειπώθηκε, ο χυτοσίδηρος ενώ παρουσιάζει υψηλή αντοχή στην πίεση, έχει πολύ μικρή ελαστικότητα και γι' αυτό το λόγο δεν θεωρείται κατάλληλος για παραλαβή εφελκυστικών και καμπτικών τάσεων. Υλικά αυτής της κατηγορίας είναι οι βάσεις στύλων (σχ. 7.9α), τα εφέδρανα γεφυρών, οι φανοστάτες κ.ά.

β) Υλικά δικτύων μεταφοράς υγρών. Ο χυτοσίδηρος αντέχει περισσότερο από το χάλυβα στις διαβρωτικές επιδράσεις του περιβάλλοντος και συγχρόνως έχει μικρότερη τιμή. Γι' αυτό προτιμάται για την κατασκευή σωλήνων αποχετεύσεως οικιακών λημάτων και των ειδικών τεμαχίων τους, διακοπτών και συρταρωτών δικλείδων (βάνες) δικτύων

υδρεύσεως και μεταφοράς πετρελαίου ή άλλων υγρών, που δεν προσβάλλουν το σίδηρο (σχ. 7.9β). Κατασκευάζονται επίσης λουτήρες (σχ. 7.9γ) και λεκάνες καταιονητήρων (ντους), καλύμματα ανθρωποθυρίδων (σχ. 7.9δ,



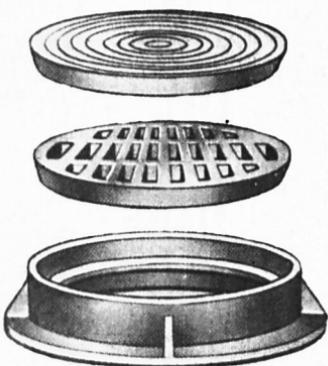
Σχ. 7.9α.
Βάσεις στύλων από χυτοσίδηρο.



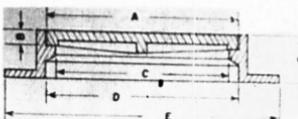
Σχ. 7.9β.
Εξαρτήματα σωληνώσεων αποχευτευτικού δικτύου από χυτοσίδηρο.



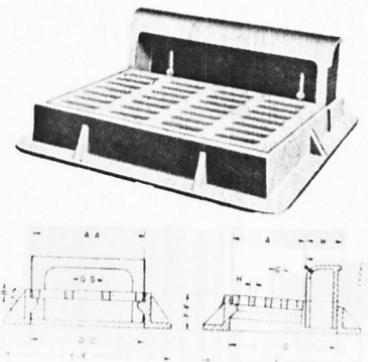
Σχ. 7.9γ.
Λουτήρας από χυτοσίδηρο επενδυμένος μόνο εσωτερικά με υάλωμα (εμαγιέ).



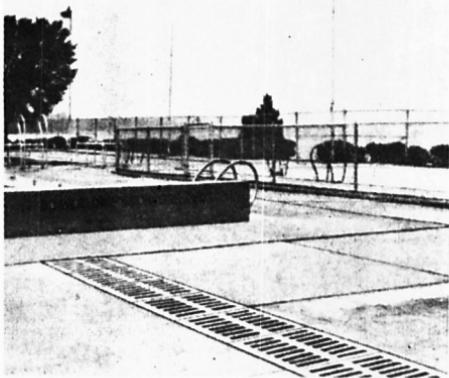
Σχ. 7.9δ.
Κάλυμμα ανθρωποθυρίδας
κυκλικού τύπου.



Σχ. 7.9ε.
Κάλυμμα ανθρωποθυρίδας
ορθογωνικού τύπου.

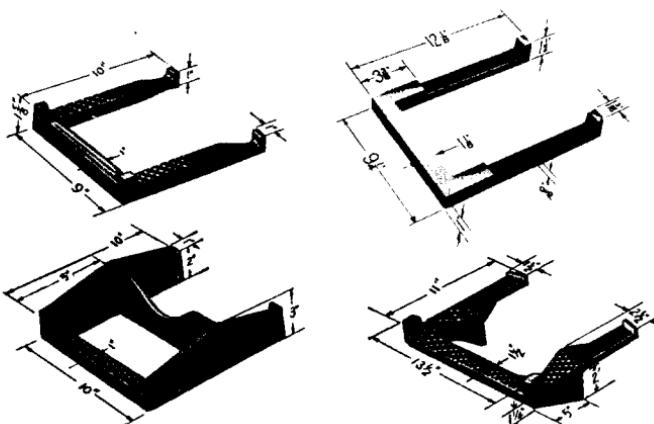


Σχ. 7.9στ.
Σχάρες φρεατίων συλλογής
των νερών της βροχής.



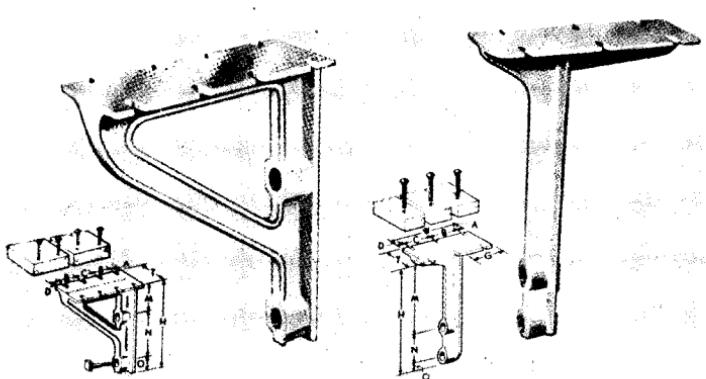
Σχ. 7.9ζ.
Σχάρες συλλογής νερού
που τοποθετούνται εγκάρσια στην οδό.

7.9ε), σχάρες διαφόρων τύπων και μεγεθών που καλύπτουν τα φρεάτια συλλογής των νερών της βροχής στις οδούς (σχ. 7.9στ, 7.9ζ), βαθμίδες που ενσωματώνονται σε κατακόρυφες επιφάνειες (σχ. 7.9η) στηρίγματα (φουρούσια) (σχ. 7.9θ).



Σχ. 7.9η.

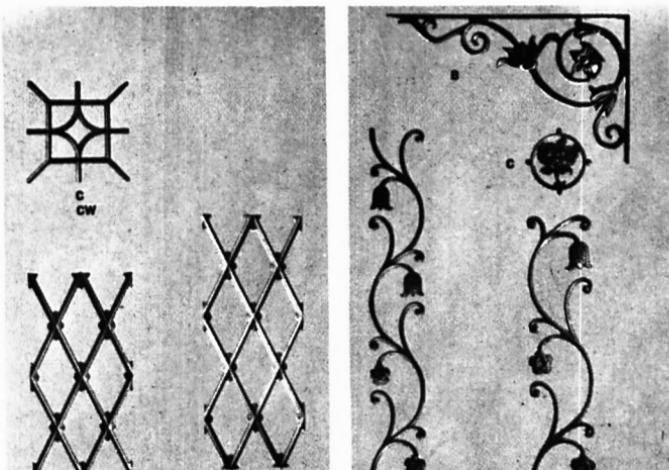
Βαθμίδες (σκαλιά) από χυτοσίδηρο που τοποθετούνται σε κατακόρυφες επιφάνειες (τοίχοι φρεάτων, κρηπιδώματα λιμανιών κλπ.).



Σχ. 7.9θ.

Στηρίγματα διαφόρων τύπων από χυτοσίδηρο.

- γ) Διακοσμητικά υλικά. Λόγω της ευκολίας χυτεύσεως του χυτοσίδηρου, κατασκευάζεται μεγάλο πλήθος δομικών στοιχείων με διακοσμητικά μοτίβα πάνω σε αυτά. Τέτοια υλικά είναι κιγκλιδώματα κλιμάκων και εξωστών, καφαστώτα παραθύρων, ελαφρά χωρίσματα βεραντών κ.ά. (σχ. 7.9ι).



Σχ. 7.9i.

Διακοσμητικά στοιχεία από χυτοσίδηρο για κιγκλιδώματα, καφασωτά κλπ.

7.10 Δομικά υλικά της στδηροβιομηχανίας.

Με τη μέθοδο της ελάσεως παράγονται τα παρακάτω δομικά υλικά:

1) Ράβδοι.

Οι ράβδοι είναι επιμήκη σώματα με ευθύγραμμο άξονα και διαστάσεις διατομής πάντοτε πολύ μικρές σε σύγκριση με το μήκος τους. Διακρίνονται σε τέσσερα είδη:

- Ράβδοι τετραγωνικές.
- Ράβδοι ορθογωνικές.
- Ράβδοι πολυγωνικές (συνήθως εξαγωνικές και οκταγωνικές) και
- Ράβδοι κυλινδρικές (με κυκλική διατομή).

α) Ράβδοι τετραγωνικές. Οι τετραγωνικές ράβδοι διατίθενται στο εμπόριο με διαστάσεις πλευράς από 8-100 mm και μήκος 3-15 m για τις λεπτές (με πλευρά μικρότερη από 60 mm) και 3-8 m για τις μεγαλύτερης διατομής ράβδους. Οι ράβδοι αυτές παριστάνονται με το σύμβολο □ 18. Ο αριθμός δίπλα στο τετραγωνίδιο υποδηλώνει τη διάσταση της πλευράς σε mm.

Στον πίνακα 7.10.1 δίνονται οι διαστάσεις α (α = μήκος πλευράς σε mm) που χρησιμοποιούνται συνήθως, η επιφάνεια F

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.10.1
Τετραγωνικές ράβδοι

d mm	F cm ²	G kg/m	a mm	F cm ²	G kg/m
8	0,64	0,500	30	9,00	7,07
10	1,00	0,785	35	15,25	9,62
12	1,44	1,130	40	16,00	12,00
14	1,96	1,540	50	25,00	19,60
16	2,56	2,010	60	36,00	28,30
18	3,24	2,540	70	49,00	38,50
20	4,00	3,140	80	64,00	50,20
22	4,84	3,800	90	81,00	63,60
25	6,25	4,910	100	100,00	78,50

της διατομής σε cm² και το βάρος G σε kg ανά m μήκους των τετραγωνικών ράβδων.

β) Ράβδοι ορθογωνικές. Οι διαστάσεις των ορθογωνικών ράβδων ποικίλλουν σε μεγάλο βαθμό. Αυτές που συνήθως χρησιμοποιούνται για δομικούς σκοπούς παρέχονται στον πίνακα 7.10.2, όπου d το πάχος σε mm, b το πλάτος σε mm και G το βάρος σε kg ανά m. Σύμβολο □ 14/2, όπου οι αριθμοί υπο-

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.10.2
Ορθογωνικές ράβδοι

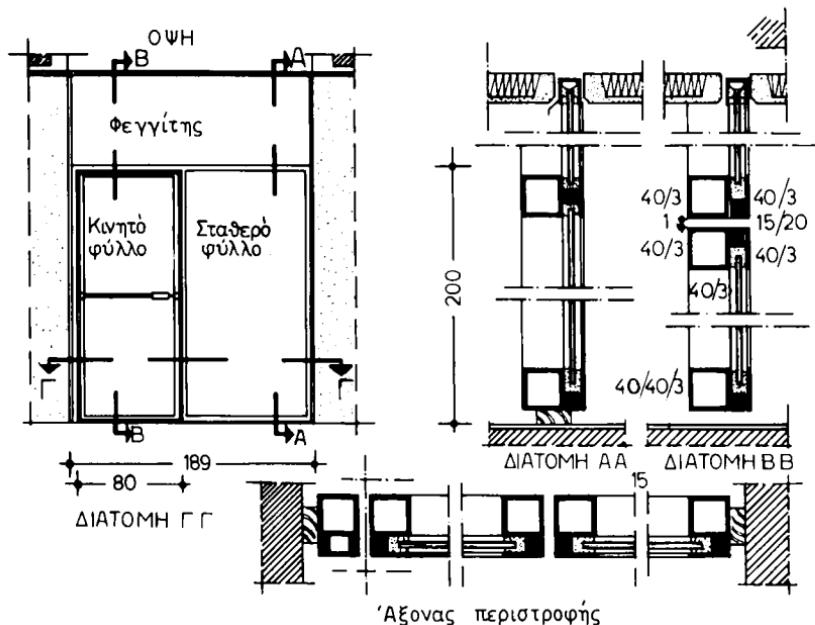
d mm b mm	0,50	0,75	1,00	1,5	2	2,5	4
G (kg/m)							
10	0,039	0,059	0,078	0,118	0,157	0,196	0,314
12	0,047	0,710	0,094	0,141	0,188	0,236	0,377
14	0,055	0,820	0,110	0,165	0,220	0,275	0,440
16	0,063	0,940	0,126	0,188	0,251	0,314	0,502
18	0,071	0,106	0,141	0,212	0,283	0,356	0,565
20	0,078	0,118	0,157	0,236	0,314	0,393	0,628
22	0,086	0,130	0,173	0,259	0,345	0,432	0,691
25	0,098	0,147	0,196	0,294	0,393	0,491	0,785

δηλώνουν το πλάτος b και το πάχος d .

Οι τετραγωνικές και ορθογωνικές ράβδοι χρησιμοποιούνται στη δομική, κυρίως για την κατασκευή κιγκλιδωμάτων, διαχωρισμάτων, διακοσμητικών στοιχείων και σιδερένιων θυρών και παραθύρων. Για την κατασκευή των τελευταίων δημιουργούνται σύνθετες διατομές με το συνδυασμό τετραγωνικών και ορθογωνικών ράβδων όπως και κοίλων ράβδων, ώστε να επιτυγχάνεται η κατάλληλη μορφή τόσο των τετραξύλων (κασών), όσο και των πλαισίων των υαλοστασίων (σχ. 7.10a).

γ) Κυλινδρικές ράβδοι. Οι κυκλικής διατομής ράβδοι κατασκευάζονται με διαμέτρους από 5-180 mm. Στη δομική χρησιμοποιούνται οι των μικρών διαμέτρων, κυρίως ως οπλισμός των κατασκευών.

Στον πίνακα 7.10.3 αναφέρονται οι διάμετροι που χρησιμοποιούνται στα συνήθη έργα (χρησιμοποιούνται πάντοτε διατομές με διάμετρο άρτια) με την αντίστοιχη επιφάνεια F_e της διατομής και το βάρος G ανά m. Το σύμβολο των ράβδων αυτών είναι $\varnothing 12$, όπου ο αριθμός δηλώνει τη διάμετρο d .



Σχ. 7.10a.

Υαλόθυρα και σταθερό φύλλο κατασκευασμένα από τετραγωνικές και ορθογωνικές ράβδους.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.10.3
Ράβδοι κυκλικής διατομής

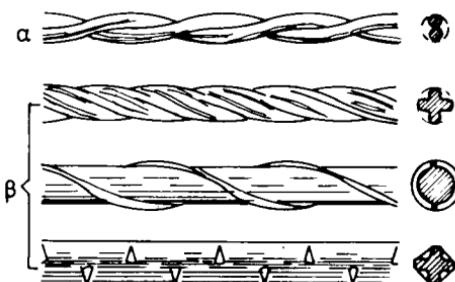
d mm	F_e cm ²	G kg/m	d mm	F_e cm ²	G kg/m
6	0,28	0,222	20	3,14	2,47
8	0,50	0,395	22	3,80	2,98
10	0,79	1,617	24	4,52	3,55
12	1,13	1,888	26	5,31	4,17
14	1,54	1,21	28	6,16	4,83
16	2,01	1,58	30	7,07	5,55
18	2,54	2,00			

Εκτός από τις ράβδους που αναφέρονται στον πίνακα 7.10.3, των οποίων η επιφάνεια είναι λεία, κατασκευάζονται και ράβδοι των ιδίων διαμέτρων, αλλά με επιφάνεια που φέρει ραβδώσεις ή εγκοπές (σχ. 7.10β).

Με τις ράβδους αυτού του είδους επιτυγχάνεται η αύξηση της προσφύσεως του οπλισμού με το σκυρόδεμα και η αποφυγή κατασκευής αγκίστρων (γάντζων) στα άκρα τους.

Στο εμπόριο οι ειδικές αυτές ράβδοι διατίθενται με διάφορες ονομασίες.

Η ποιότητα των σιδερένιων ράβδων οπλισμού σκυροδέματος χαρακτηρίζεται από το όριο διαρροής και την αντοχή τους σε



Σχ. 7.10β.

α) Ράβδοι κυκλικής διατομής οπλισμένου σκυροδέματος ελικοειδούς μορφής. β) ράβδοι που φέρουν ραβδώσεις διαφόρων μορφών, για την αύξηση της προφύσεως τους με το σκυρόδεμα.

εφελκυσμό. Αυτά προσδιορίζονται και ελέγχονται από τα εργαστήρια αντοχής υλικών με τις γνωστές μηχανές.

Κατά τον ελληνικό κανονισμό έργων από οπλισμένο σκυρόδεμα, ο σιδερένιος οπλισμός διαιρείται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες ανάλογα με τις μηχανικές του ιδιότητες.

Στον πίνακα 7.10.4 αναγράφονται οι κατηγορίες αυτές με μερικά από τα χαρακτηριστικά τους, καθώς και οι επιτρεπόμενες διάμετροι για κάθε κατηγορία.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.10.4
Κατηγορίες ράβδων από χάλυβα
που χρησιμοποιούνται στο οπλισμένο σκυρόδεμα

Κατηγορία	Ονομασία	Διάμετρος d σε mm	Ελάχιστο όριο διαρροής σε kp/cm ²	Αντοχή σε εφελκυσμό σε kp/cm ²	Ελάχιστη επιμήκυνση θραύσεως %
I	Κοινός χάλυβας	≤50	2200	3400-5000	18
II	Χάλυβας IIα (φυσικά σκληρός)	{ ≤18 >18	3600 3400	5000-6200 5000-6400	20 18
	Ειδικός χάλυβας IIβ (κατεργασμένος «εν ψυχρώ»)	{ ≤18 >18	3600 3400	{ ≥5000	14
III	Χάλυβας IIIα (φυσικά σκληρός)	{ ≤18 >18	4200 4000	{ ≥5000	18
	Ειδικός χάλυβας IIIβ (κατεργασμένος «εν ψυχρώ»)	{ ≤18 >18	4200 3400	{ ≥5000	8
IV	Χάλυβας IVα (φυσικά σκληρός)		5000		16
	Ειδικός χάλυβας IVβ (κατεργασμένος «εν ψυχρώ»)		5000		8

Για το προεντεταμένο σκυρόδεμα χρησιμοποιούνται ράβδοι ή σύρματα με πολύ μεγαλύτερα όρια διαρροής και αντοχής.

Διακρίνομε τους χάλυβες αυτούς σε:

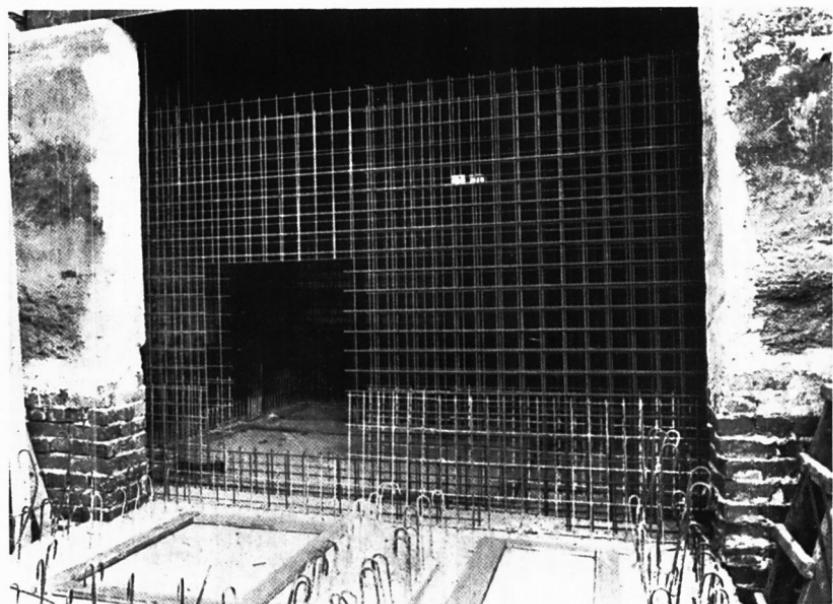
- Φυσικά ανθεκτικούς, με όριο διαρροής μέχρι 7500 kp/cm² και όριο αντοχής μέχρι 10500 kp/cm².

- Βαμμένους και κατεργασμένους «εν ψυχρώ» με αντίστοιχα όρια για τους απλούς 14000 kp/cm^2 και 15000 kp/cm^2 , ενώ γι' αυτούς που έχουν υποστεί πρόσθετη επαναφορά (ξαναβάψιμο) 16000 kp/cm^2 και 18000 kp/cm^2 .
- Βελτιωμένους θερμικά με αντίστοιχα όρια 18000 kp/cm^2 και 20000 kp/cm^2 .

Τέλος, όταν χρησιμοποιούνται σκυροδέματα μέσης και υψηλής αντοχής στην κατασκευή πλακών, τοιχωμάτων και γενικά επιπέδων στοιχείων, τοποθετούνται σχάρες κατασκευαζόμενες από λεπτές σιδερένιες ράβδους υψηλής αντοχής, οι οποίες ενώνονται με ηλεκτροσυγκόλληση (σχ. 7.10γ). Το υλικό αυτό καλείται **δομικό πλέγμα**, απλοποιεί πολύ την εργασία συνθέσεως και τοποθετήσεως του σιδηρού οπλισμού και υποβιβάζει το κόστος της κατασκευής.

2) Τυποποιημένες δοκοί (προφίλ) και ελάσματα.

Τα είδη αυτά έχουν ευθύγραμμο άξονα, και διατομή σχήματος **L** (γωνιακό), **T** (ταυ), **I** (διπλό ταυ), **□** (ου) κ.ά.



Σχ. 7.10γ.

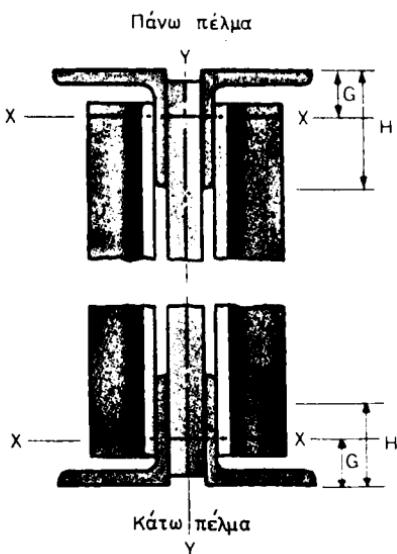
Δομικό πλέγμα χρησιμοποιούμενο ως οπλισμός επιπέδων στοιχείων από σκυρόδεμα.

Το σχήμα και οι διαστάσεις της διατομής καθορίζονται από τους κανονισμούς σιδηρών κατασκευών και διαφόρων κρατών (πίνακας 7.10.5). Η κατασκευή τους είναι πολύ δυσκολότερη από ό,τι των ράβδων, γιατί το αρχικό τεμάχιο (χελώνα) πρέπει να περάσει από πολλά έλαστρα, έως ότου πάρει την τελική του μορφή [§ 7.8 (3)].

Τα υλικά αυτά κατασκευάζονται συνήθως από κοινούς μαλακούς χάλυβες, των οποίων το όριο αντοχής κυμαίνεται μεταξύ 3300 kp/cm^2 και 3700 kp/cm^2 .

Οι σιδηροδοκοί και τα ελάσματα αποτελούν υλικό κατασκευής των σιδηρών γεφυρών, στεγών, ικριωμάτων και λοιπών σιδηρών έργων. Σπάνια όμως, και μόνο για μικρά έργα, χρησιμοποιούνται μεμονωμένες δοκοί. Συνήθως διαμορφώνονται σύνθετες διατομές με τη χρησιμοποίηση περισσοτέρων διαφορετικής διατομής δοκών και ελασμάτων (σχ. 7.10δ).

Στον πίνακα 7.10.5 αναφέρονται οι πιο συνηθισμένες μορφές δοκών και ελασμάτων, με την ονομασία τους, το σύμβολό τους και τα όρια, μεταξύ των οποίων κυμαίνονται οι διαστάσεις της διατομής τους. Περισσότερα στοιχεία για κάθε είδος περιέχονται σε πίνακες ειδικών βιβλίων για το σκοπό αυτό.



Σχ. 7.10δ.

Ράβδοι σύνθετης διατομής που αποτελούνται από απλές ράβδους (προφίλ) και ελάσματα.

ΠΛΙΝΑΚΑΣ 7.10.5
Τυποποιημένες ράβδοι και ελάσματα (προφίλ)

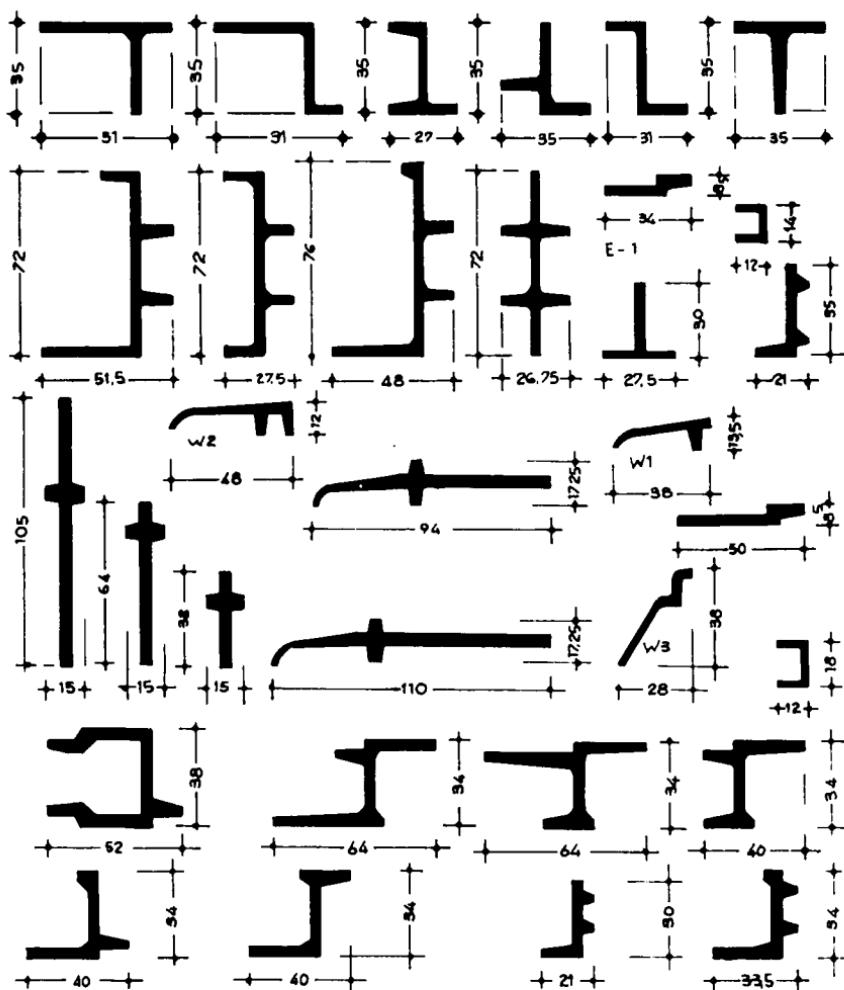
	Ονομασία υλικού	Σύμβολο	Σχήμα διατομής	Διαστάσεις διατομής σε mm
1 21,6	Δοκός διπλού «ταυ» υψικορμος	INPh		ύψος h = 80-600 πλάτος b = 42-215 πάχος s = 3,
2	Δοκός διπλού «ταυ» ισοσκελής	IPBh		h = 100-1000 b = 1000-300 s = 6,5-19
3	Δοκός «ου» ή «πι»	Uh		h = 30-400 b = 15-110 s = 4-14
4	Δοκός απλού «ταυ»	Th		h = 20-140 b = 20-120 s = 3-15
5	Ελάσματα απλού «ταυ»	TPSh		h = 20-40 b = 20-40 s = 3-5
6	Ελάσματα γωνιακά ανισοσκελή	Lhbs		h = 30-250 b = 20-90 s = 3-16
7	Ελάσματα γωνιακά ισοσκελή	Lhs		h = b = 20-200 s = 3-28
8	Ελάσματα «ζήτα»	Zh		h = 30-60 b = 38-45 s = 4-5
9	Σιδηροτροχιές*	Αριθ...		Διαφόρων διαστάσεων
10	Τροχ. τροχ/δρόμων*	Αριθ...		όπως πιο πάνω

*Το σύμβολό τους είναι ένας αριθμός, που αντιπροσωπεύει το βάρος της τροχιάς ανά τη μήκους.

Εκτός από τα αναφερόμενα στον πιο πάνω πίνακα κατασκευάζονται και ειδικά ελάσματα με διατομές που ανταποκρίνονται στη συγκεκριμένη χρήση, για την οποία προορίζονται.

Ἐτσι διατίθενται.

- Ειδικά ελάσματα παραθύρων, με τα οποία κατασκευάζονται τα τετράξυλα (κάσες) και τα υαλοστάσια των σιδηρών παραθύρων (σχ. 7.10€).
 - Ειδικά ελάσματα για την κάλυψη αρμών (αρμοκάλυπτρα)



$\Sigma x. 7.10\epsilon.$

Ειδικές μορφές σιδηρών ελασμάτων για την κατασκευή παραθύρων, βιτρινών.

για τη διαμόρφωση κορνίζων και γενικά την κατασκευή διαφόρων ελαφρών διακοσμητικών στοιχείων.

3) Χαλυβδόφυλλα (λαμαρίνες)

Είναι σιδερένια φύλλα με πάχος πολύ μικρό σε σύγκριση με το μήκος και το πλάτος τους.

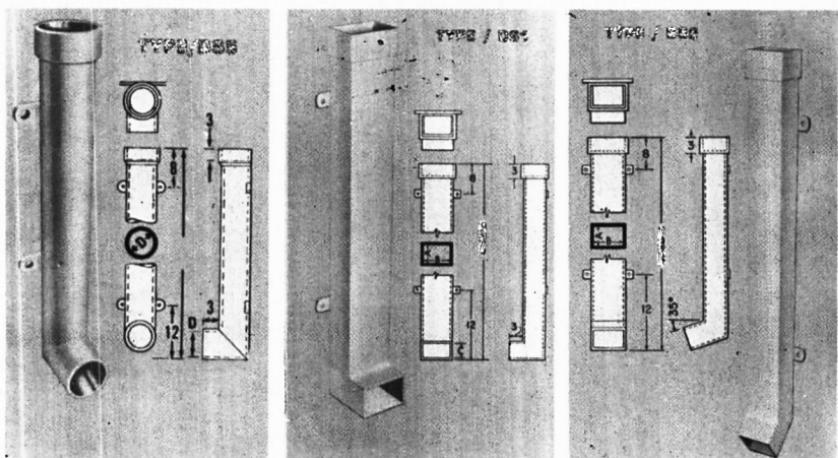
Εάν το πάχος τους ξεπερνά τα 5 mm, καλούνται **πλάκες** εάν είναι μικρότερο, καλούνται **φύλλα**. Το πάχος των πλακών για δομικές χρήσεις φθάνει μέχρι 30 mm, ενώ των φύλλων μπορεί να κατέβει στα 0,25 mm.

Οι πλάκες έχουν μικρή χρήση στη δομική, ενώ τα φύλλα έχουν ευρύτατη εφαρμογή, όπως θα δούμε στη μεταλλουργική βιομηχανία.

Τα χαλυβδόφυλλα ανάλογα με τη μορφή τους διακρίνονται στις εξής τρεις κατηγορίες:

a) Επιπέδα φύλλα με ομαλή επιφάνεια. Στο εμπόριο διατίθενται ή με επικαλυμμένες τις δύο επιφάνειές τους με ψευδάργυρο για να προστατεύονται από τη σκουριά (γαλβανισμένες λαμαρίνες) ή χωρίς αυτή την επικάλυψη (μαύρες λαμαρίνες).

Τα επιψευδαργυρωμένα φύλλα χρησιμοποιούνται στη δομική για την κατασκευή διαφόρων στοιχείων των εγκαταστάσεων αερισμού, αποχετεύσεως, υδρεύσεως κλπ. Έτσι κατασκευάζονται υδροροροές (ντερέδες) ορθογωνικής, κυκλικής ή ημικυκλικής διατομής (σχ. 7.10 στ), αεραγωγοί ορθογωνικοί ή κυκλικοί,



Σχ. 7.10στ.

Υδροροές ορθογωνικής και κυκλικής διατομής από γαλβανισμένη λαμαρίνα.

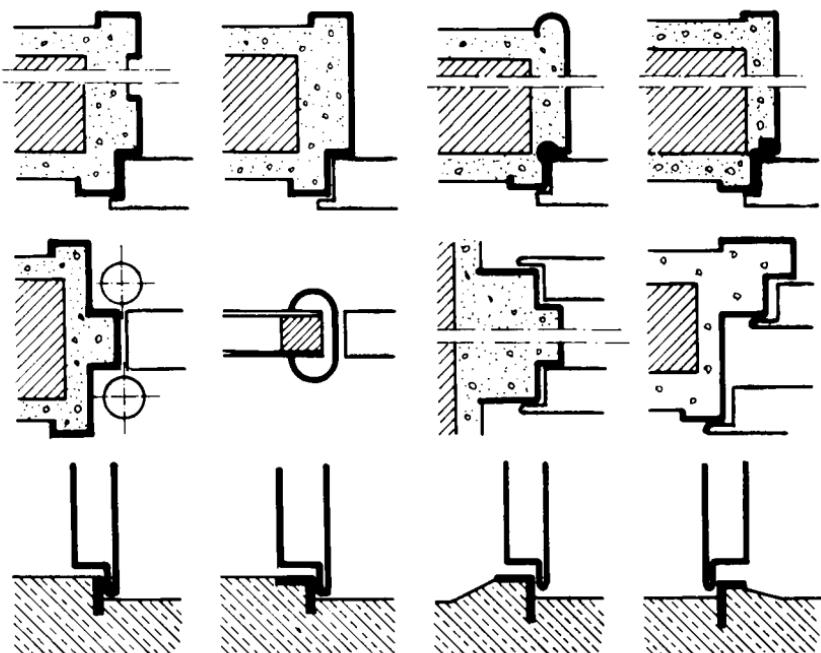
μικρά ή μεγάλα δοχεία αποθηκεύσεως νερού κλπ.

Από «μαύρες λαμαρίνες» κατασκευάζονται επίσης δεξαμενές αποθηκεύσεως πετρελαίου — το πετρέλαιο δεν προσβάλλει το σίδηρο — αεραγωγοί και καπναγωγοί.

Από λωρίδες μαύρη λαμαρίνας κατασκευάζονται με κατάλληλη επεξεργασία (στραντζάρισμα) ελάσματα ποικίλων διατομών για την κατασκευή προθηκών, σιδηρών εξωθυρών, παραθύρων κλπ. Είναι τα λεγόμενα **στραντζαριστά ελάσματα** (σχ. 7.10ζ).

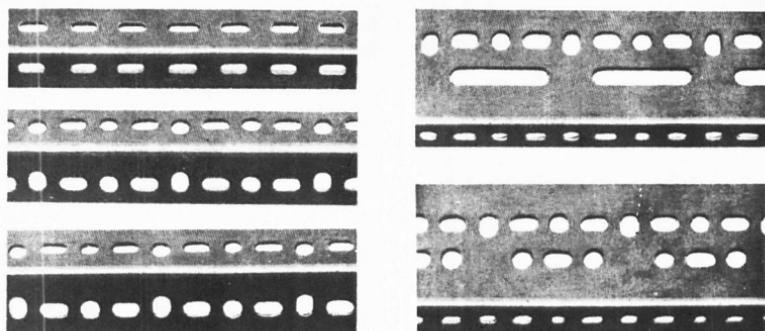
Με άλλη μέθοδο κατασκευάζονται διάτρητα γωνιακά τύπου Dexion (σχ. 7.10η), για ελαφρές λυόμενες στέγες (σχ. 7.10θ), λυόμενους οικίσκους κλπ.

Τέλος κατασκευάζονται από χαλυβδόφυλλα με κατάλληλη κοπή του φύλλου διάφορα πλέγματα γνωστά ως «μετάλ ντε-πλουαγιέ» (σχ. 7.10ι).



Σχ. 7.10ζ.

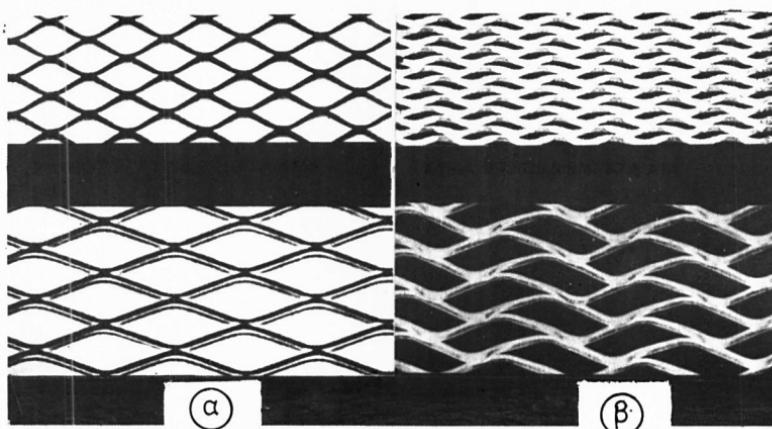
Ελάσματα από στραντζαριστή λαμαρίνα για την κατασκευή κασών και φύλλων παραθύρων και θυρών.



Σχ. 7.10η.
Διάτρητα γωνιακά διαφόρων τύπων και διαστάσεων.



Σχ. 7.10θ.
Υπόστεγο κατασκευασμένο με διάτρητα γωνιακά τύπου Dexion.

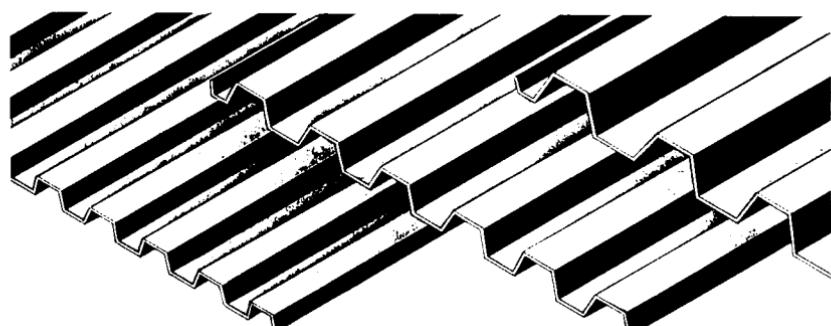


Σχ. 7.10ι.
Μορφές πλεγμάτων από μαύρα ή γαλβανισμένα χαλυβδόφυλλα.
α) Ρομβοειδή. β) Κυματοειδή.

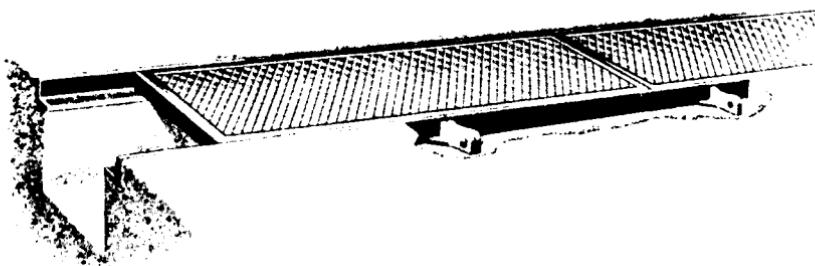
β) Κυματοειδή φύλλα (αυλακωτές λαμαρίνες). Είναι γαλβανισμένα φύλλα, τα οποία με πίεση πήραν κυματοειδή μορφή (σχ. 7.10ια). Χρησιμοποιούνται για την επικάλυψη στεγών, υποστέγων, αγροτικών κατασκευών και μικρών οικοδομών.

γ) Ραβδωτά ή ανάγλυφα φύλλα (μπακλαβαδωτές λαμαρίνες). Είναι επίπεδα φύλλα, που επάνω στη μια επιφάνεια φέρουν μικρές διασταυρωμένες ραβδώσεις ή άλλες προεξοχές. Χρησιμοποιούνται κυρίως ως δάπεδα κυκλοφορίας ανθρώπων ή μικρών οχημάτων σε εργοστάσια, ως πεζοδρόμια μεταλλικών γεφυρών και ως καλύμματα φρεατίων και τάφρων (σχ. 7.10ιβ).

δ) Φύλλα ψυχρής εξελάσεως (λαμαρίνες ντεκαπέ - D.K.P.). Είναι επίπεδα φύλλα με λείες και στιλβωμένες επιφάνειες. Η στιλβωση επιτυγχάνεται με τη διέλευση του φύλλου «εν ψυχρώ» μέσα από ειδικά έλαστρα. Χρησιμοποιούνται σε μικρή έκταση για δομικούς σκοπούς.



Σχ. 7.10ια.
Κυματοειδή χαλυβδόφυλλα (αυλακωτές λαμαρίνες).

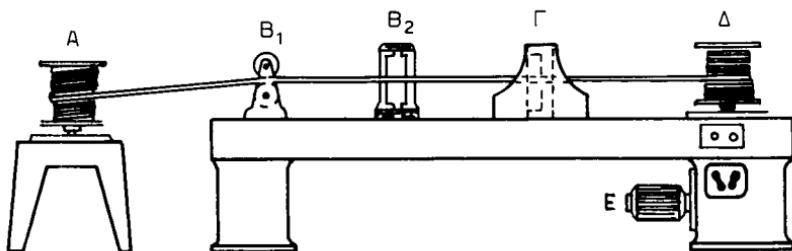


Σχ. 7.10ιβ.
Ραβδωτά ή ανάγλυφα χαλυβδόφυλλα (μπακλαβαδωτές λαμαρίνες).

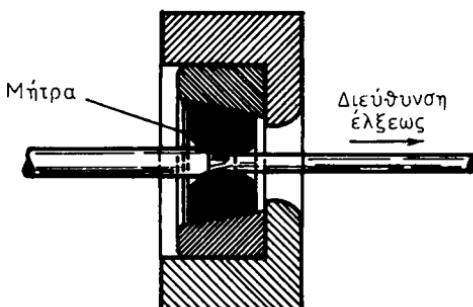
4) Σύρματα από χάλυβα.

Ως υλικά αυτού του είδους χαρακτηρίζουν λεπτές ράβδοι μεγάλου μήκους με διάμετρο μικρότερη από 5 mm. Η ελάχιστη διάμετρος, που μπορεί να επιτευχθεί στις ράβδους αυτές, είναι λίγα εκατοστά του mm.

Για την κατασκευή των συρμάτων αυτών χρησιμοποιείται η γνωστή μέθοδος της έλξεως [§ 7.8(4)]. Σύμφωνα με αυτή η ράβδος που πρόκειται να μετατραπεί σε σύρμα και η οποία έχει διάμετρο μεγαλύτερη από 5 mm, αφού καθαρισθεί επιμελώς από τα λέπια και τις σκουριές, τυλίγεται σε τύμπανο Α (σχ. 7.10ιγ) και θερμαίνεται σε ειδικούς κλιβάνους σε θερμοκρασία 150 - 200° C. Μετά τη θέρμανση οδηγείται μέσω οδηγών B_1 και B_2 που τοποθετούνται πάνω στην τράπεζα του μηχανήματος στη μεγαλύτερη τρύπα της χαλύβδινης πλάκας Γ (σχ. 7.10ιγ και σχ. 7.10ιδ) και στη συνέχεια προσδένεται σε δεύτερο τύμπανο Δ . Το τύμπανο αυτό περιστρέφεται με τη βοήθεια ηλεκτρικού κινητήρα E και τραβά τη ράβδο, η οποία τυλίγεται σε αυτό. Στη συνέ-



Σχ. 7.10ιγ.
Σχηματική παράσταση κατασκευής συρμάτων.



Σχ. 7.10ιδ.
Λεπτομέρεια της πλάκας Γ του σχήματος 7.10ιγ. Διακρίνεται η μήτρα από σκληρότατο μεταλλικό κράμα μέσα από την οποία περνά η ράβδος.

χεια το τύμπανο Δ μεταφέρεται στη θέση του Α και επαναλαμβάνεται η ελάττωση της διατομής με τη διέλευση της ράβδου από τη δεύτερη σε μέγεθος τρύπα της πλάκας Γ. Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται, μέχρι να επιτευχθεί η επιζητούμενη διάμετρος του σύρματος.

Κάθε δύο ή τρεις διελεύσεις από τις διαδοχικές τρύπες της πλάκας, το σύρμα πρέπει να θερμαίνεται πάλι για να μαλακώσει. Για το σκοπό αυτό το τύμπανο Δ τοποθετείται μέσα σε κλειστό σιδερένιο δοχείο, που οδηγείται στον ειδικό κλίβανο. Εκεί παραμένει όσο απαιτείται για να μαλακώσει όλη η μάζα του σύρματος και μετά τοποθετείται στη θέση Α και συνεχίζεται η κατεργασία.

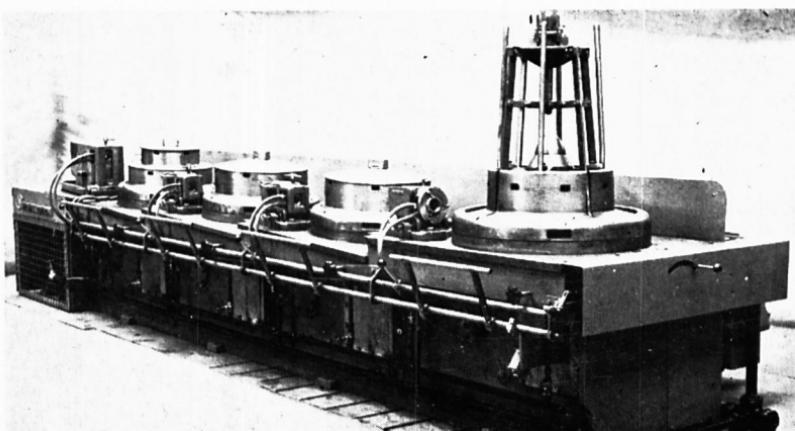
Η ταχύτητα λειτουργίας των μηχανών αυτών κυμαίνεται από 100-300 m ανά min και εξαρτάται από τη διάμετρο του σύρματος. Σε νεότατου τύπου μηχανές και για διαμέτρους 2-3 mm η ταχύτητα αυτή φθάνει τα 700 m/min (σχ. 7.10ie).

Τα σύρματα αυτού του είδους στο εμπόριο διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- **Μαλακά**, όταν μετά το τέλος της κατεργασίας θερμανθούν και πάλι στον κλίβανο.
- **Σκληρά**, όταν δεν υφίστανται την τελική αυτή θερμική κατεργασία.

Οι εφαρμογές των χαλυβδίνων συρμάτων στη δομική είναι ποικίλες.

Από μαλακό σύρμα κατασκευάζονται διάφοροι τύποι συρματοπλεγμάτων περιφράξεως (όπως π.χ. ακιδωτό σύρμα), τύποι πλεγμάτων για άλλες χρήσεις (π.χ. προστατευτικά διαφράγματα



Σχ. 7.10ie.

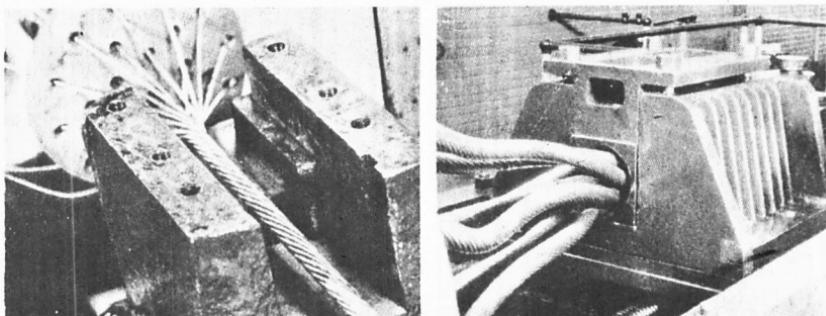
Νεότατου τύπου συρματοποιητική μηχανή.

Κατασκευάζει σύρματα διαμέτρου μέχρι 2,5 mm με ταχύτητα 680 m/min.

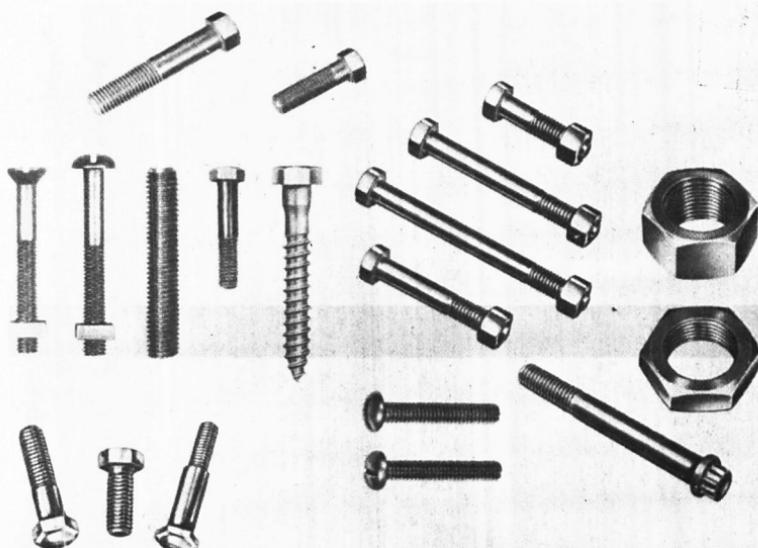
και πλέγματα συγκρατήσεως κονιαμάτων) και τέλος υλικά προσδέσεως, όπως π.χ. σύρμα προσδέσεως του σιδηρού οπλισμού στις κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Από σκληρό σύρμα κατασκευάζονται συρματόσχοινα διαφόρων τύπων (σχ. 7.10ιστ) για ανάρτηση βαρών, για αγκυρώσεις τεχνικών έργων, για τα καλώδια των κρεμαστών γεφυρών κ.ά.

Κατασκευάζονται επίσης καρφιά, ξυλόβιδες, κοχλίες (μπουλόνια), καρφοβελόνες και πλήθος άλλων μικροϋλικών για διάφορες χρήσεις (σχ. 7.10ιζ).



Σχ. 7.10ιστ.
Τρόποι κατασκευής συρματοσχοίνων.



Σχ. 7.10ιζ.
Καρφιά, ξυλόβιδες, κοχλίες κατασκευασμένοι από σκληρό σύρμα.

Τέλος από ειδικά θερμικά επεξεργασμένα (βαμμένα) σύρματα κατασκευάζονται υψηλής αντοχής καλώδια για προεντεταμένο σκυρόδεμα, σιδερένιες γέφυρες κλπ.

5) Σωλήνες.

Ο σίδηρος και τα κράματά του χρησιμοποιούνται ευρέως στην κατασκευή σωλήνων. Η διάμετρός τους κυμαίνεται από λίγα χιλιοστά του εκατοστού έως μερικά μέτρα.

Στις κατασκευές οι σιδηροσωλήνες χρησιμοποιούνται;

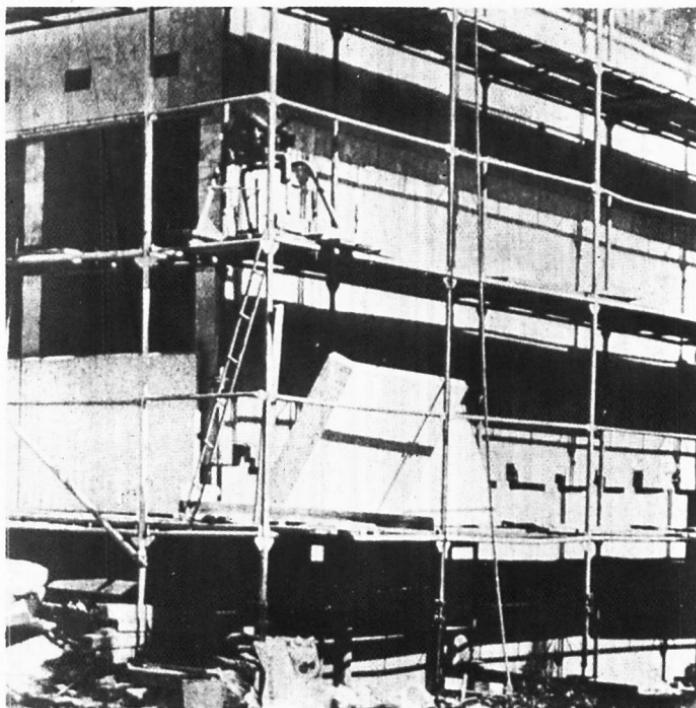
- Για τη μεταφορά του νερού από τις πηγές και τις δεξαμενές και τη διανομή του μέσα στις κατοικίες.
- Για τη διανομή του θερμού νερού των βραστήρων (μπόιλερ) ή θερμοσιφώνων και την κυκλοφορία του νερού των κεντρικών θερμάνσεων.
- Για την αποχέτευση των ακαθάρτων υγρών, κυρίως στα κατακόρυφα τμήματα του αποχετευτικού δικτύου.
- Για την κατασκευή οχετών κάτω από οδούς ή άλλα τεχνικά έργα (σχ. 7.10η).



Σχ. 7.10η.

Δίδυμοι σωληνωτοί αγωγοί κάτω από γέφυρα για την απορροή των νερών της βροχής.

- Για την προστασία ηλεκτρικών καλωδίων από μηχανικές επιρροές και
- για την κατασκευή φερόντων στοιχείων βοηθητικών ή κύριων κατασκευών, όπως είναι τα σωληνωτά ικριώματα (σωληνώτες σκαλωσιές) (σχ. 7.10ιθ και 7.10κ) και οι σωληνώτες στέγες (σχ. 7.10κα). Οι στέγες αυτού του είδους



Σχ. 7.10ιθ.
Σωληνωτά ικριώματα.

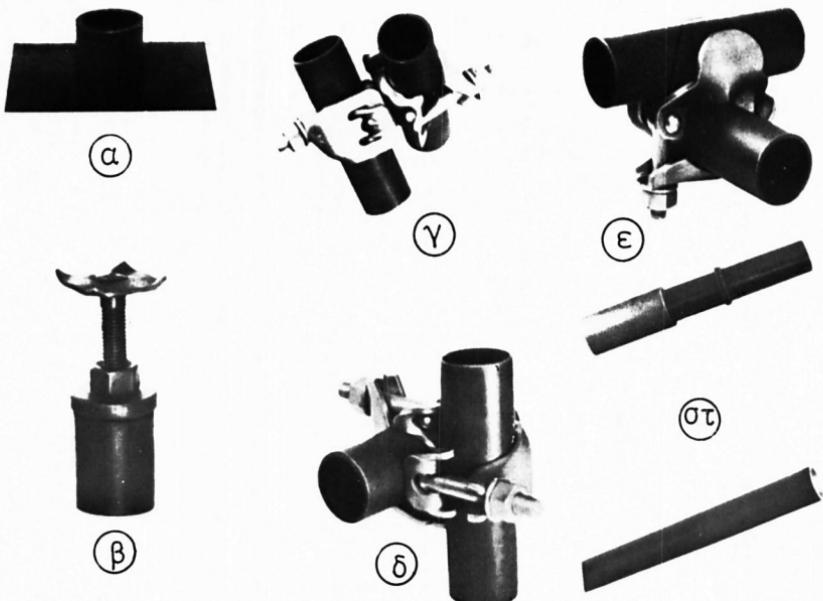
χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο κυρίως σε εργοστάσια. Στα ζευκτά των στεγών αυτών και σε άλλα φέροντα στοιχεία χρησιμοποιούνται σωλήνες αντί των γωνιακών και των άλλων τυποποιημένων ελασμάτων που χρησιμοποιούνταν μέχρι τώρα.

Από την άποψη του υλικού κατασκευής τους οι σωλήνες διακρίνονται σε δύο κατηγορίες;

- Χυτοσιδηροί σωλήνες.
- Σιδηροσωλήνες ή χαλυβδοσωλήνες.

a) Οι χυτοσιδηροί σωλήνες (§ 7.9) κατασκευάζονται από κοινό χυτοσίδηρο με χύτευσή του μέσα σε κατάλληλους τύπους. Στο ένα άκρο έχουν μεγαλύτερη διάμετρο, ώστε να είναι δυνατή η σύνδεση μεταξύ των τεμαχίων και η στεγανοποίηση του αρμού συνδέσεως.

Χρησιμοποιούνται αποκλειστικά στα κατακόρυφα εναέρια τμήματα των αποχετευτικών δικτύων. Υπέρτερούν των



Σχ. 7.10κ.

Ειδικά εξαρτήματα και σύνδεσμοι σωληνωτών ικριωμάτων.

- α) Σταθερή βάση. β) Γρύλος. γ) Σύνδεσμος σε λοξή γωνία. δ) Σύνδεσμος σε ορθή γωνία. ε) Στήριξη οριζόντιου σωλήνα. στ) Σύνδεσμοι προεκτάσεως.



Σχ. 7.10κα.
Σωληνωτή στέγη.

πηλοσωλήνων ἡ τσιμεντοσωλήνων, γιατί παρέχουν μεγαλύτερη ασφάλεια στις μηχανικές επιβαρύνσεις, δεν σπάζουν δηλαδή εύκολα, και των σιδηροσωλήνων ίσης διάμετρου, γιατί είναι πολὺ φθηνότεροι. Εξωτερικά πρέπει να βάφονται με ελαιόχρωμα (λαδομπογιά) για να προστατεύονται από τη σκωριάση. Στο εμπόριο διατίθενται με εσωτερικές διαμέτρους 8, 10, 12, 14 και 16 cm. Το μήκος κάθε τεμαχίου είναι 1 m.

β) Οι σιδηροσωλήνες γενικά κατασκευάζονται από χάλυβες διαφόρων ποιοτήτων, ανάλογα με το σκοπό για τον οποίο προορίζονται. Αυτοί που χρησιμοποιούνται στη δομική κατασκευάζονται από μαλακό χάλυβα.

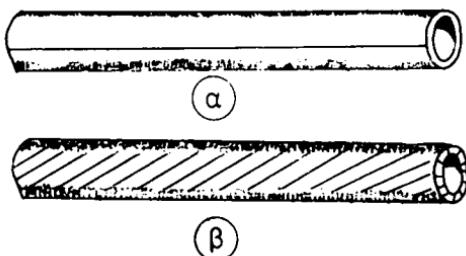
Οι μέθοδοι κατασκευής τους εξαρτώνται και αυτοί από το είδος του σωλήνα. Βασικά κατασκευάζονται με έλαση και συμπληρωματικά με έλξη, ποτέ όμως χυτοί.

Διακρίνονται ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής τους δύο τύποι;

- Σωλήνες με ραφή (συγκολλητοί) και
- σωλήνες χωρίς ραφή δηλαδή χωρίς συγκόλληση (τούμπα).

Οι χωρίς ραφή υπερτερούν των συγκολλητών, γιατί αντέχουν σε μεγαλύτερες πιέσεις, έχουν κανονικότερο σχήμα και η εσωτερική διάμετρος είναι η ίδια σε όλο το μήκος του σωλήνα. Είναι όμως ακριβότεροι.

1) **Οι σωλήνες με ραφή** κατασκευάζονται από στενές λωρίδες, που έχουν παραχθεί κατά τα γνωστά [§ 7.8(3)]. Το πλάτος των λωρίδων είναι ανάλογο προς την επιζητούμενη διάμετρο του σωλήνα. Η ραφή μπορεί να είναι ευθύγραμμη ἢ ελικοειδής (σχ. 7.10κβ).

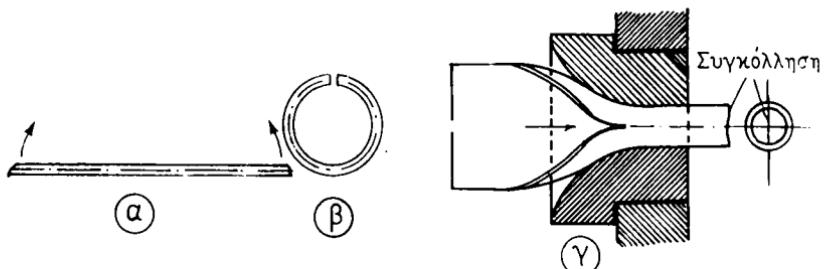


Σχ. 7.10κβ.

Τύποι ραφών σε χαλυβοσωλήνες: α) Ευθύγραμμη. β) Ελικοειδής.

Η κατασκευή των σωλήνων αυτών ακολουθεί τα εξής στάδια;

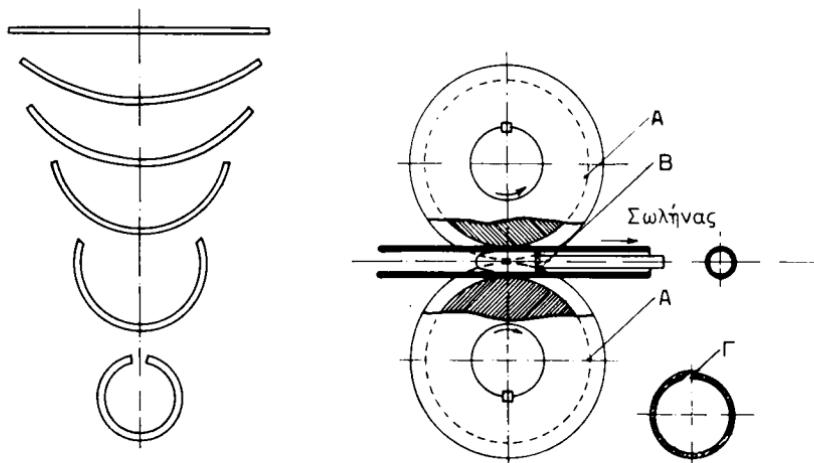
- Η λωρίδα παίρνει το κυλινδρικό σχήμα, αφού περάσει μέσα από κωνική τρύπα (σχ. 7.10κγ), προκειμένου για σωλήνες μικρής διαμέτρου και μικρού πάχους τοιχώματος. 'Όταν πρόκειται να παραχθούν σωλήνες μεγάλες διαμέτρου, τότε γίνεται διαδοχική έλαση μέσα από σειρά ελάστρων κατάλληλου σχήματος (σχ. 7.10κδ).
- Ο ανοικτός σωλήνας θερμαίνεται στη θερμοκρασία συγκολλήσεως και στη συνέχεια μεταφέρεται σε ειδική μηχανή (σχ. 7.10κε),



Σχ. 7.10κγ.

Κατασκευή σωλήνων μικρής διαμέτρου.

- α) Λωρίδα χαλύβδινη. β) Μορφή του σωλήνα μετά τη διέλευση της λωρίδας από την τρύπα πριν τη συγκόλληση. γ) Πώς παίρνει η λωρίδα το κυλινδρικό σχήμα, καθώς περνά μέσα από την τρύπα.



Σχ. 7.10κδ.

Διαδοχικές μορφές, που παίρνει η λωρίδα κατά τη διέλευσή της από σειρά ελάστρων, για την κατασκευή σωλήνων μεγάλης διαμέτρου.

Σχ. 7.10κε.

Μηχανή συγκολλήσεως σωλήνων.

Α) Κύλινδροι μηχανής. Β) Σφήνα που εμποδίζει την υποχώρηση των τοιχώματων του σωλήνα. Γ) Μορφή των χειλέων της ενώσεως πριν τη συγκόλληση.

όπου επέρχεται η ένωση των δύο πλευρών με αυτογενή συγκόλληση. Στο εσωτερικό του σωλήνα εισάγεται σφήνα, που εμποδίζει την υποχώρηση των τοιχωμάτων του σωλήνα, η οποία μπορεί να συμβεί λόγω της πιέσεως που επιφέρουν οι κύλινδροι της μηχανής, και διατηρεί την εσωτερική διάμετρο σταθερή. Σε νεότερες εγκαταστάσεις η συγκόλληση μπορεί να μην είναι αυτογενής, αλλά με ηλεκτρική αντίσταση. Με τον τρόπο αυτό προκύπτουν προϊόντα ανώτερης ποιότητας.

– Μετά τη συγκόλληση ο σωλήνας υφίσταται νέα κατεργασία με ειδικά εργαλεία και έλαστρα, για να εξαλειφθεί η μικρή διόγκωση, που δημιουργήθηκε κατά μήκος της ραφής και να διορθωθούν ανομοιομορφίες της διαμέτρου και του πάχους των τοιχώματος.

– Σε ειδικές περιπτώσεις εκτελείται και τελική επεξεργασία με τη μέθοδο της έλξεως (τράβηγμα). Οι σωλήνες τότε παρουσιάζουν λείες και καθαρές επιφάνειες και ανταποκρίνονται ακριβέστατα στις διαστάσεις της διαμέτρου και του πάχους των τοιχωμάτων, που καθορίσθηκαν εκ των προτέρων. Τέλος σε άλλες περιπτώσεις (σωλήνες υδρεύσεως κλπ.) για να προστατευθούν από τη σκωριάση υφίστανται γαλβανισμός ή άλλες επιμεταλλώσεις.

Οι σωλήνες με ραφή ανάλογα με τη τελική επεξεργασία τους διακρίνονται στο εμπόριο σε **μαύρους** ή **γαλβανισμένους** και σε **τραβηγμένους**.

Τα είδη αυτά χρησιμοποιούνται ανάλογα με τις απαιτήσεις του έργου.

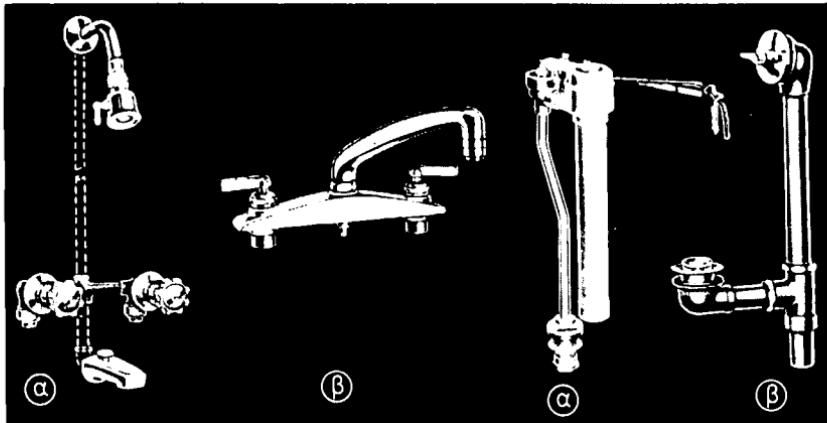
- 2) **Οι σωλήνες χωρίς ραφή** (τούμπα) χρησιμοποιούνται σπάνια στη δομική. Είναι σωλήνες βιομηχανικής χρήσεως, επειδή αντέχουν σε υψηλές πιέσεις υγρών και αερίων και δεν υφίστανται κίνδυνο διαρροής, γεγονός που είναι δυνατό να συμβεί στους σωλήνες με ραφή από πιθανό ελάττωμα της συγκολλήσεως.

Για την κατασκευή τους λαμβάνεται συμπαγής επιμήκης κύλινδρος από χάλυβα, που, αφού θερμανθεί στη θερμοκρασία λευκοπυρώσεως, υφίσταται κατεργασία με διατρητικά εργαλεία και έλαστρα ειδικής μορφής, για να λάβει τη μορφή σωλήνα. Οι μέθοδοι που εφαρμόζονται είναι βασικά η μέθοδος Mannesmann (γερμανική) και η μέθοδος Stiefel (αμερικανική).

Μετά το πρώτο αυτό στάδιο επακολουθούν άλλα στάδια όμοια με αυτά που αναφέρθηκαν στους σωλήνες με ραφή, μέχρι ο σωλήνας να γίνει κατάλληλος για τη χρήση που προορίζεται.

6) Ειδικά προϊόντα από χάλυβα.

Εκτός από τα βασικά υλικά που αναφέρθηκαν κατασκευάζονται από χάλυβα και πλήθος προϊόντα για τη συμπλήρωση και λειτουργία των πάσης φύσεως τεχνικών έργων. Τα κυριότερα είδη τους είναι:

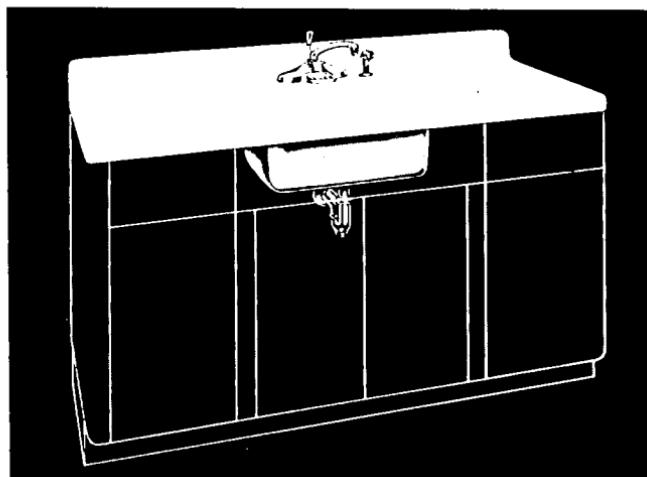


Σχ. 7.10κστ.

α) Βρύση απλή. Διακόπτες καταιονητήρα. Καταιονητήρας (ντους) σταθερός. β) Αναμικτήρας θερμού και ψυχρού νερού (μπαταρία) με κινητή βρύση. Το σύνολο (α) χρησιμοποιείται κυρίως για λουτήρες, ενώ ο αναμικτήρας (β) για νιπτήρες.

Σχ. 7.10κζ.

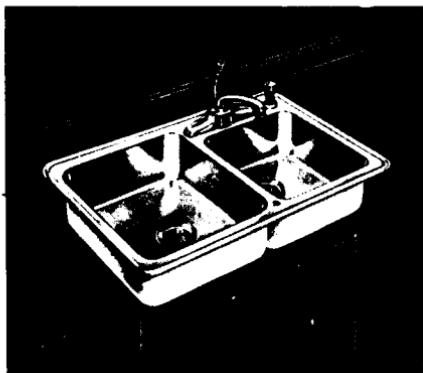
α) Μηχανισμός δοχείου πλύσεως χαμηλής πίεσεως. β) Εκχυλιστής υδραυλικών υποδοχέων.



Σχ. 7.10κη.

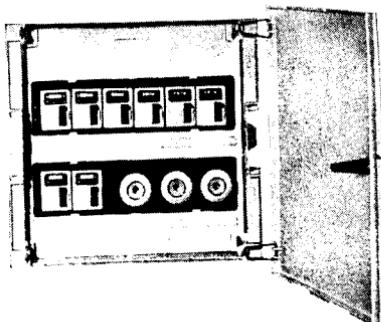
Νεροχύτης με διπλούς πάγκους και από τις δύο πλευρές τις λεκάνης.

- α) Λεκάνες καταιονητήρων και διάφορα εξαρτήματα των εγκαταστάσεων παροχής ύδατος (σχ. 7.10κστ).
- β) Μηχανισμοί δοχείου χαμηλής πιέσεως (καζανάκι) για λεκάνη αποχωρητηρίου και εξαρτήματα αποχετεύσεως (σχ. 7.10κζ).
- γ) Νιπτήρες, νεροχύτες (σχ. 7.10κη και σχ. 7.10κθ) από ανοξείδωτο χάλυβα και άλλοι παρεμφερείς υδραυλικοί υποδοχείς.
- δ) Ειδη ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, όπως π.χ. πίνακες δικτύων (σχ. 7.10λ), ανακλαστήρες, σωλήνες διελεύσεως καλωδίων κ.ά.
- ε) Εξαρτήματα αναρτήσεως και λειτουργίας θυρών και παραθύρων (σχ. 7.10λα).



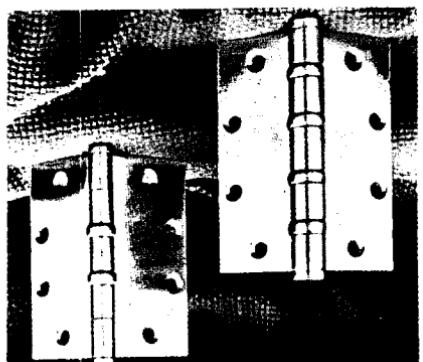
Σχ. 7.10κθ.

Διπλός νεροχύτης από
νικελιούχο (ανοξείδωτο) χάλυβα.



Σχ. 7.10λ.

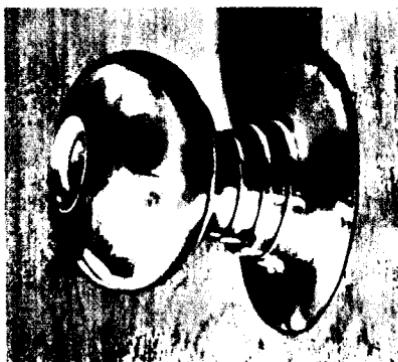
Μεταλλικός πίνακας ηλεκτρικού
δικτύου.



Σχ. 7.10λα.

Εξαρτήματα θυρών από ανοξείδωτο χάλυβα.

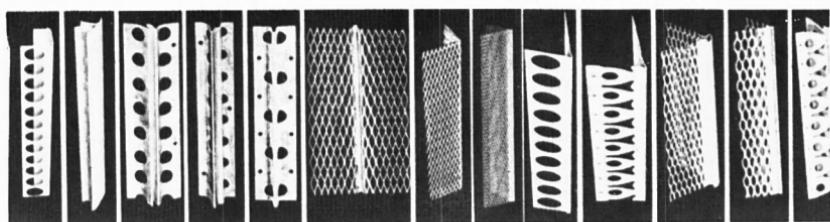
α) Χειρολαβή (πόμολο). β) Στροφείς (γαλλικά σίδερα).





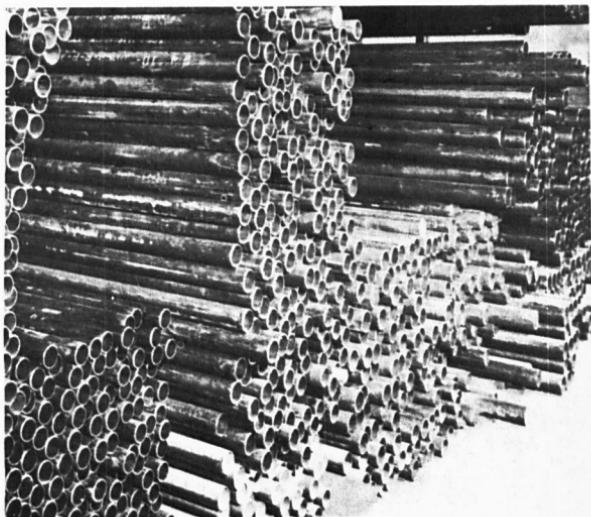
Σχ. 7.10λβ.

Στρωτήρες σιδηροδρομικών γραμμών από χάλυβα



Σχ. 7.10λγ.

Γωνιακά ελάσματα (γωνιόκρανα) προστασίας των ακμών των τοίχων.



Σχ. 7.10λδ.

Σωλήνες ειδικών χρήσεων.

- στ) Στρωτήρες σιδηροδρομικών γραμμών (σχ. 7.10λβ).
- ζ) Γωνιακά ελάσματα διαφόρων τύπων προστασίας ακμών τοίχων (σχ. 7.10λγ).
- η) Σωλήνες ειδικών χρήσεων (σχ. 7.10λδ).

7.11 Το αλουμίνιο.

1) Προέλευση και ιδιότητές του.

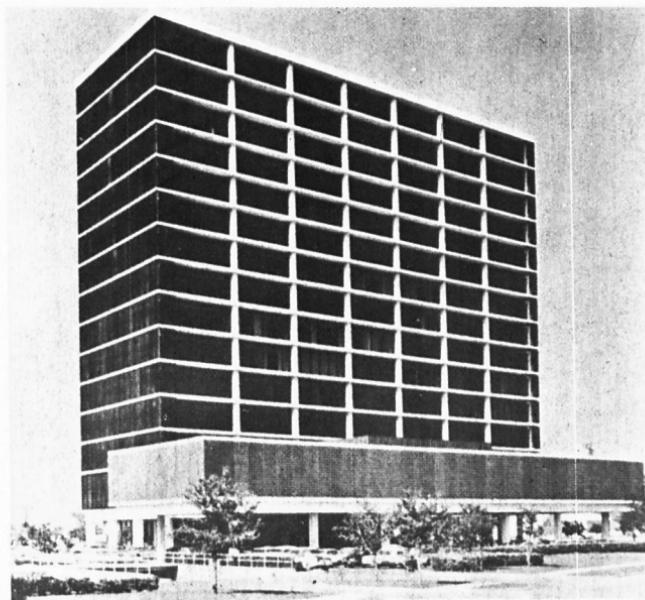
Το καθαρό αλουμίνιο, επιστημονικώς αργίλιο (Al) είναι στοιχείο της κατηγορίας των μετάλλων. Στη φύση βρίσκεται πάντοτε ενωμένο με άλλα στοιχεία. Οι ενώσεις του με το οξυγόνο είναι οι περισσότερο συνηθισμένες. Από τις ενώσεις με το οξυγόνο, οι οποίες συγκροτούν τα ορυκτά του αργιλίου, εξάγεται το αλουμίνιο με διάφορες μεθόδους.

Το αλουμίνιο είναι σχετικά νέο μέταλλο, μόλις πριν από 100 περίπου χρόνια ανακαλύφθηκε μέθοδος παραγωγής του σε βιομηχανική κλίμακα και μετά από λίγα χρόνια άρχισε η χρησιμοποίησή του για την κατασκευή αντικειμένων και υλικών. Τα κράματα του αλουμινίου μπορούν να αντικαταστήσουν επιτυχώς το σίδηρο, το χάλυβα, το χαλκό και τον ψευδάργυρο σε πολλές εφαρμογές, χάρη στις εξαιρετικές φυσικές και τεχνολογικές ιδιότητες που παρουσιάζουν (σχ. 7.11α, 7.11β και 7.11γ).

Το αλουμίνιο υπερτερεί του σιδήρου και του χάλυβα στην αντοχή στη διάβρωση, επειδή οξειδώνεται ελάχιστα στις συνθησιμένες θερμοκρασίες. Το δημιουργόμενο μάλιστα οξείδιο σαν λεπτότατη μεμβράνη περιβάλλει προστατευτικά το αλουμίνιο και εμποδίζει την περαιτέρω φθορά του. Συνεπώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί καθαρό αλουμίνιο ως προστατευτικό δέρμα άλλων υλικών. Αντίθετα, στις υψηλές θερμοκρασίες οξειδώνεται ταχύτατα, πράγμα που επιφέρει σοβαρές δυσχέρειες για την εν θερμώ συγκόλλησή του.

Το αλουμίνιο και τα κράματά του είναι πολύ ελαφρά. Έχουν ειδικό βάρος $2,7-2,9 \text{ kp/dm}^3$, ενώ ο σίδηρος και ο χάλυβας $7-7,9 \text{ kp/dm}^3$.

Επειδή αυτό και τα κράματά του παρουσιάζουν αρκετά υψηλή μηχανική αντοχή, αποτελούν πρώτης τάξεως δομικό υλικό, γιατί και το νεκρό φορτίο της κατασκευής (το δικό της βάρος) είναι ασθητά μικρό και οι επιβαρύνσεις των θεμελίων είναι κατ' αναλογία μικρές.



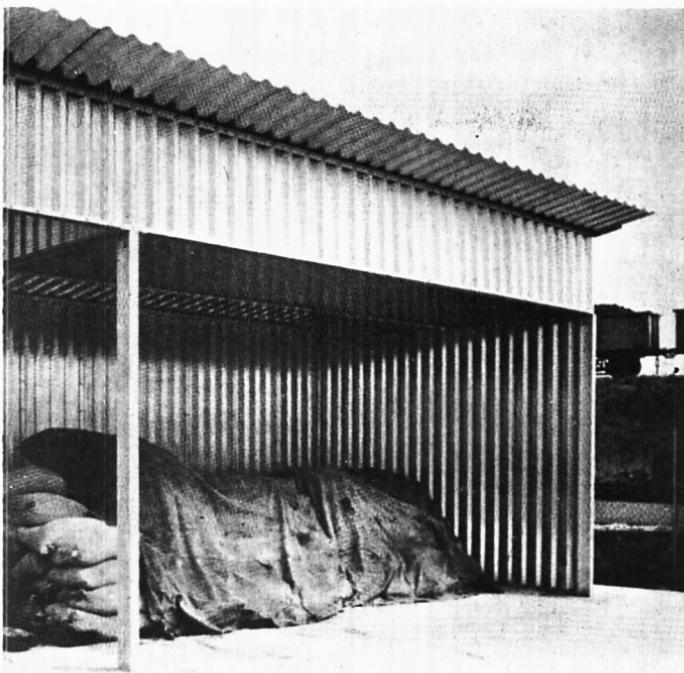
Σχ. 7.11α.

Πολυώροφο κτήριο με σκελετό από αλουμίνιο.



Σχ. 7.11β.

Κάλυψη μεγάλου χώρου εργοστασίου με φύλλα αλουμινίου.
Στην αιθουσα αυτή υφίστανται έντονες διαβρωτικές συνθήκες, στις οποίες το αλουμίνιο αντιδρά με επιτυχία.



Σχ. 7.11γ.

Ανοικτό υπόστεγο κατασκευασμένο εξ ολοκλήρου από αυλακωτά φύλλα αλουμινίου.

Λόγω της ελαφρότητάς του και των άλλων ιδιοτήτων του, το αλουμίνιο άσκησε ουσιώδη επιρροή στην εξέλιξη της αεροπορίας και άλλων τεχνικών επιτεύξεων.

Πλεονεκτεί επίσης του χάλυβα, γιατί παρουσιάζει αυξημένες τεχνολογικές ιδιότητες. Είναι το περισσότερο ελατό [§ 7.3(1)] και όλκιμο [§ 7.3(2)] από τα δομικά μέταλλα (κατασκευάζονται φύλλα πάχους μέχρι $1/100$ του χιλιοστού). Είναι περισσότερο εύχυτο από το χυτοσίδηρο, γιατί λιώνει στους 650°C ενώ ο χυτοσίδηρος στους 1260°C . Γενικά εκτελούνται ανετότερα και με λιγότερη δαπάνη, οι διάφορες μηχανικές κατεργασίες, που πρέπει να υποστεί, μέχρι να λάβει την απαιτούμενη μορφή.

Υστερεί του σιδήρου και του χάλυβα, γιατί:

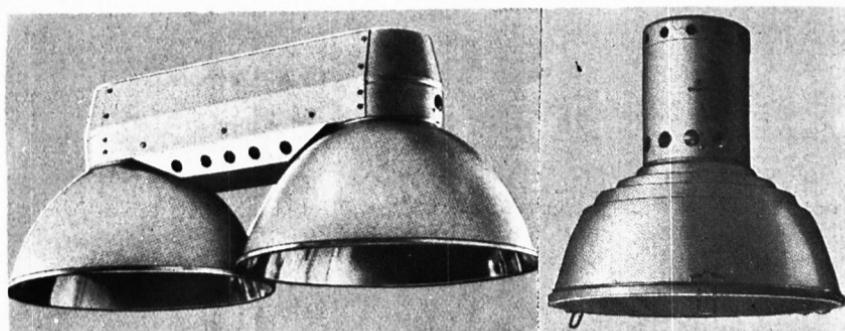
- Είναι πολύ δύσκολη η συγκόλλησή του (καταστρέφεται γρήγορα σε υψηλές θερμοκρασίες).
- Παρουσιάζει μικρότερη αντοχή σε εφελκυσμό και πίεση. Η τάση θραύσεως του αλουμινίου είναι $\sigma_{θρ} = 800$ έως

1400 kp/cm² και των διαφόρων κραμάτων του 2500 - 3500 kp/cm², ενώ των διαφόρων χαλύβων 3700 - 18000 kp/cm², και

- είναι λιγότερο σκληρό. Ο αριθμός σκληρότητας του αλουμινίου και των κραμάτων του σύμφωνα με τη μέθοδο Brinell κυμαίνεται μεταξύ 38 και 70, ενώ του χάλυβα μεταξύ 100 και 200. Πάντως το μειονέκτημα της μικρότερης αντοχής εξουδετερώνεται κατά μεγάλο μέρος από την ελαφρότητα του υλικού.

Το αλουμίνιο υπέρτερεί απέναντι στο χαλκό στην κατασκευή ηλεκτρικών καλωδίων. Αυτό συμβαίνει γιατί, αν και η ηλεκτρική αγωγιμότητά του είναι ίση με τα 0,60 της αγωγιμότητας του χαλκού, το μικρό ειδικό βάρος του το κάνει οικονομικότερο (ειδικό βάρος χαλκού 8,80) κυρίως στις εναέριες γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος. Για την αύξηση της αντοχής τους τα καλώδια από αλουμίνιο κατασκευάζονται με πυρήνα (ψυχή) από χαλύβδινο σύρμα υψηλής αντοχής.

Τέλος η λεία και απαστράπτουσα επιφάνεια του αλουμινίου παρουσιάζει εξαιρετικές ανακλαστικές ιδιότητες της θερμότητας και του φωτός. Γι' αυτό χρησιμοποιείται ευρύταρα για την κατασκευή ανακλαστήρων προβολέων ή και απλών φωτιστικών σωμάτων (σχ. 7.11δ), καθώς και για την κάλυψη βραστήρων, βυτιοφόρων οχημάτων μεταφοράς καυσίμων κλπ. Πολλά χημικά εργοστάσια ή εργοστάσια τροφίμων καλύπτονται με στέγη από λεπτά φύλλα χάλυβα ή κραμάτων του, τα οποία είναι επενδυμένα από τη μια ή από τις δύο πλευρές με φύλλα καθαρού αλουμινίου.



Σχ. 7.11δ.

Ανακλαστήρες απλών φωτιστικών σωμάτων από αλουμίνιο.

2) Παρασκευή του αλουμινίου.

Το αλουμίνιο λαμβάνεται από τα μεταλλεύματά του, κυριότερα των οποίων είναι ο βωξίτης και ορισμένοι άργιλοι. Ο βωξίτης αποτελείται από ένυδρο οξείδιο του αργίλου ($Al_2O_3 \cdot 2H_2O$) και από διάφορες άλλες προσμίξεις, όπως π.χ. οξείδια του σιδήρου, πυριτίου, τιτανίου. Κοιτάσματα βωξίτη υπάρχουν σε πολλές χώρες, και με μεγάλη έκταση στην Ελλάδα. Τα πρώτα κοιτάσματα ανακαλύφθηκαν στην πόλη Les Beaux της Γαλλίας, από την οποία έλαβε και το όνομα.

Η πρώτη μέθοδος εξαγωγής αλουμινίου ανακαλύφθηκε ταυτοχρόνως κατά το 1886 από τους Hall (ΗΠΑ) και Heroult (Γερμανία) και αποτελεί τη βάση και της μεθόδου που εφαρμόζεται σήμερα, η οποία είναι γνωστή ως μέθοδος Hall-Heroult.

Σύμφωνα με αυτή ο βωξίτης λειοτρίβεται, ξηραίνεται και με κατάληλη θερμική και χημική επεξεργασία απομακρύνονται οι διάφορες προσμίξεις και απομονώνεται το καθαρό οξείδιο του αργίλου (Al_2O_3), το οποίο στην τεχνική ορολογία καλείται **αλουμίνια**.

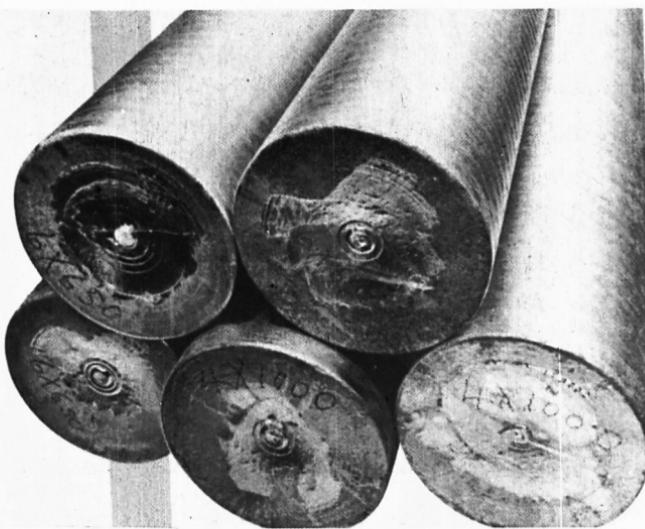
Σε επόμενο στάδιο η αλουμίνια λιώνει σε ειδικής μορφής ανοικτούς κλιβάνους (μοιάζουν με ανοικτές ορθογώνιες δεξαμενές και καλούνται κελλιά) μαζί με ποσότητα κρυόλιθου. Το διάλυμα που λαμβάνεται υφίσταται στη συνέχεια μέσα στις δεξαμενές αυτές ηλεκτρόλυση με τη βοήθεια ηλεκτροδίων από άνθρακα και έτσι επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός του αλουμινίου από το οξυγόνο.

Το ρευστό αλουμίνιο οδηγείται σε ειδικούς τύπους και μετά την ψύξη, τα στερεά πλέον τεμάχια (χελώνες) (σχ. 7.11ε και 7.11στ)

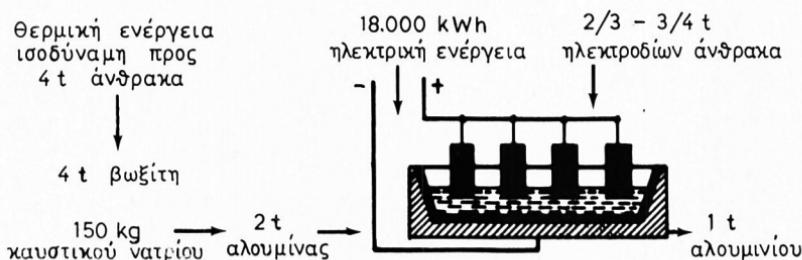


Σχ. 7.11ε.

Πρισματική μορφή χελώνων καθαρού αλουμινίου.



Σχ. 7.11στ.
Κυλινδρική μορφή χελωνών καθαρού αλουμινίου.



Σχ. 7.11ζ.
Σχηματική παράσταση των βασικών σταδίων παραγωγής αλουμίνιας και αλουμινίου με την ηλεκτρολυτική μέθοδο.

μεταφέρονται στις βιομηχανίες αλουμινίου για περαιτέρω επεξεργασία και μορφοποίηση.

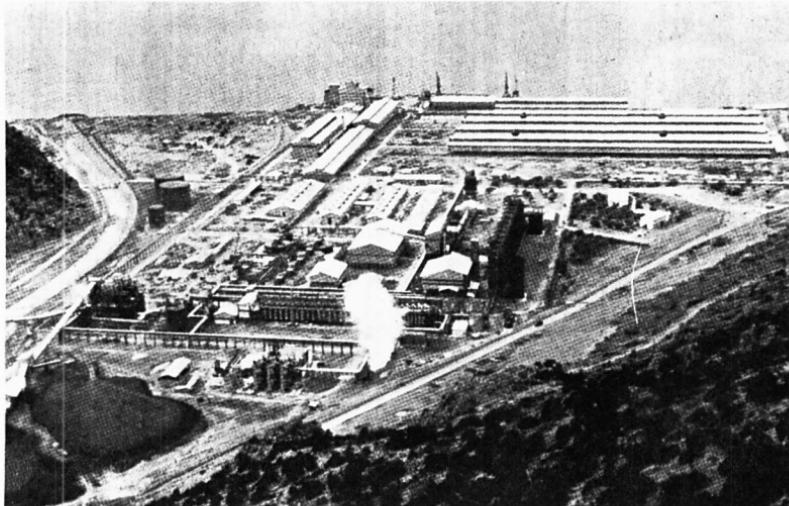
Το αλουμίνιο που λαμβάνομε με τη μέθοδο αυτή έχει καθαρότητα 99% έως 99,8%. Στην περίπτωση που απαιτείται μεγαλύτερη καθαρότητα, επαναλαμβάνεται η ηλεκτρόλυση.

Στο σχήμα 7.11ζ δίνεται διάγραμμα της παραγωγικής διαδικασίας και των απαιτουμένων ποσοτήτων διαφόρων υλών, για να παραχθεί 1 τόννος καθαρού αλουμινίου. Παρατηρούμε ότι με 4 t βωξίτη και 150 kg καυστικού νατρίου παράγονται 2 t αλουμίνιας με τη βοήθεια θερμικής ενέργειας ισοδύναμης προς 4 t άνθρακα. Στη συνέχεια 1 t καθα-

ρού αλουμινίου παράγεται με την ανάλωση 18000 - 20000 kWh και 700 περίπου kg άνθρακα ηλεκτροδίων.

Η μέθοδος αυτή είναι πολύπλοκη και δαπανηρή, κυρίως γιατί απαιτούνται πολύ μεγάλες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας. Γι' αυτό η εγκατάσταση μεταλλουργίας αλουμινίου πρέπει να βρίσκεται κοντά σε υδροηλεκτρικούς σταθμούς παραγωγής ρεύματος, οι οποίοι παρέχουν φθηνή και άφθονη ηλεκτρική ενέργεια.

Στην Ελλάδα λειτουργεί εργοστάσιο παραγωγής αλουμίνιου (σχ. 7.11η), που εξάγει στο εξωτερικό σημαντικές ποσότητες αλουμίνιας, όπως και καθαρού αλουμινίου.



Σχ. 7.11η.

Το εργοστάσιο παραγωγής αλουμινίου από βωξίτες που λειτουργεί στην Ελλάδα.

7.12 Κράματα αλουμινίου.

Το καθαρό αλουμίνιο έχει λίγες μόνο εφαρμογές στη δομική λόγω κυρίως της μικρής μηχανικής αντοχής του. Για να αυξηθεί τόσο η μηχανική αντοχή όσο και οι άλλες ιδιότητές του, έχουν κατασκευασθεί πολλά κράματα με την προσθήκη άλλων μετάλλων, όπως χάλυβα, χαλκού, μαγνησίου ή άλλων στοιχείων, όπως πυρίτιο κλπ. Τα σπουδαιότερα από τα κράματα αυτά είναι:

1) Το ντουραλουμίνιο (dural).

Περιέχει αλουμίνιο 94%, χαλκό 4%, καθώς επίσης και μαγνήσιο, μαγγάνιο, σίδηρο και πυρίτιο, αλλά σε μικρές ποσότητες. Είναι το σπουδαιότερο των κραμάτων του αλουμινίου, γιατί παρουσιάζει τη μεγαλύτερη αντοχή σε εφελκυσμό (σθρ = 3500 kp/cm²).

Χρησιμοποιείται ευρύτατα στην τεχνική. Επειδή η αντοχή του στην οξείδωση είναι πολύ μικρή, ορισμένα υλικά που κατασκευάζονται από ντουραλουμίνιο καλύπτονται με λεπτά φύλλα καθαρού αλουμινίου.

Με ντουραλουμίνιο κατασκευάζονται ράβδοι διαφόρων διατομών, πρότυπα ελάσματα, σωλήνες και φύλλα διαφόρων τύπων.

2) Το χιντουμίνιο (Hiduminium).

Η τυπική σύνθεσή του είναι αλουμίνιο 93% έως 97%, χαλκός 2%, σίδηρος 1,4%, νικέλιο 1% και μαγνήσιο, πυρίτιο και τιτάνιο σε μικρότερες ποσότητες. Έχει μικρότερη αντοχή από το ντουραλουμίνιο αλλά μικρότερο ειδικό βάρος. Χρησιμοποιείται ευρέως στην αεροναυτική, αλλά και στην κατασκευή ράβδων, ελασμάτων, σωλήνων και φύλλων.

Διατίθενται επίσης στο εμπόριο πλήθος άλλων κραμάτων, που έχουν κατασκευασθεί για να καλύπτουν εντελώς ειδικές απαιτήσεις μηχανολογικών και ηλεκτρολογικών κυρίως εξαρτημάτων και συσκευών.

7.13 Υλικά από αλουμίνιο.

Το αλουμίνιο και τα κράματά του μπορούν να υποστούν τις ίδιες κατεργασίες με το σίδηρο, για να λάβουν την επιθυμητή μορφή και τις απαιτούμενες διαστάσεις, ώστε να γίνουν κατάλληλα για τις εφαρμογές που προορίζονται.

Η χύτευση, η σφυρηλάτηση, η έλαση και η έλξη (τράβηγμα) είναι οι συνηθισμένες μέθοδοι μορφοποιήσεως του αλουμινίου και των κραμάτων του.

Οι αρχές πάνω στις οποίες βασίζονται οι μέθοδοι αυτές και η ακολουθούμενη πορεία για την εφαρμογή τους, αναπτύχθηκαν λεπτομερώς στην παράγραφο για το σίδηρο.

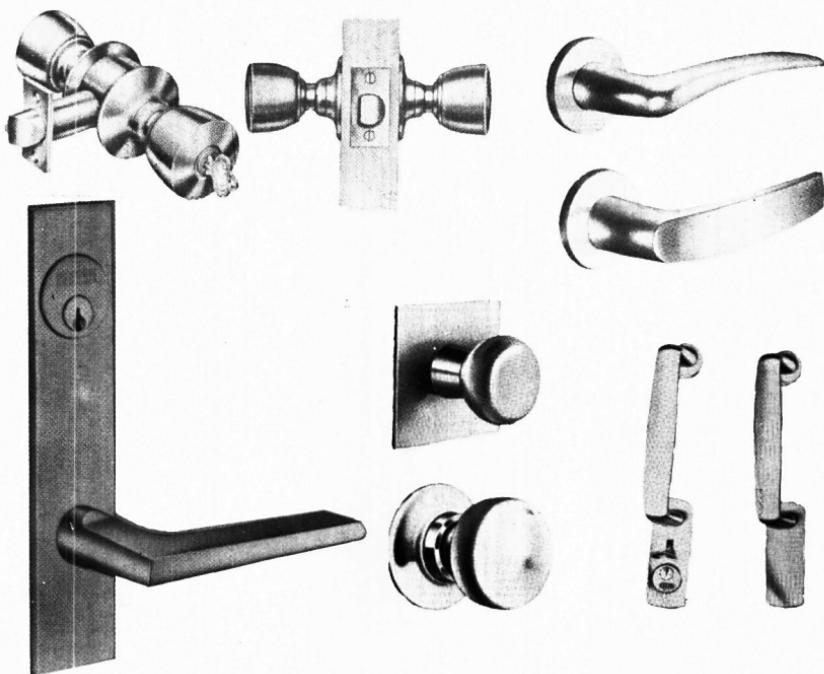
Βεβαίως λόγω της μεγαλύτερης ελατότητας και ολκιμότητας του αλουμινίου, οι απαιτούμενες εγκαταστάσεις είναι πολύ ελαφρότερες και η ενέργεια που καταναλώνεται πολύ μικρότερη.

α) Χυτά υλικά από αλουμίνιο που χρησιμοποιούνται στη

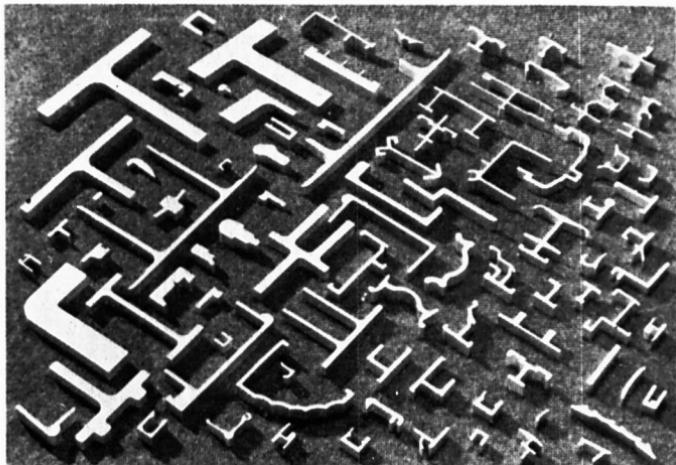
δομική είναι οι χειρολαβές θυρών και παραθύρων, πόμολα συρταριών και διάφορα μικροαντικείμενα διακοσμητικού κυρίως χαρακτήρα (σχ. 7.13α).

- β) Με την έλαση και την έλξη κατασκευάζονται ράβδοι διαφόρων διατομών, ελάσματα τυποποιημένα [σχήματος T, Ι, L, Γ κλπ. (σχ. 7.13β)] κατάλληλα για τη μόρφωση ζευκτών και άλλων φερόντων στοιχείων, ελάσματά ειδικής μορφής, καθώς και κοίλα ελάσματα (σχ. 7.13γ). Οι δυο τελευταίες κατηγορίες χρησιμοποιούνται ευρύτατα για την κατασκευή παραθύρων, εξωτερικών θυρών και προθηκών.
- γ) Επίσης κατασκευάζονται φύλλα διαφόρων παχών σε δύο τύπους: Επίπεδα και κυματοειδή (αυλακωτά).

Τα κυματοειδή, που χρησιμοποιούνται για την κάλυψη στεγών εργοστασίων και υποστέγων, είναι ελαφρά και επιπλέον έχουν το πλεονέκτημα ότι αντανακλούν τη θερμότητα (σχ. 7.13δ και 7.13ε).

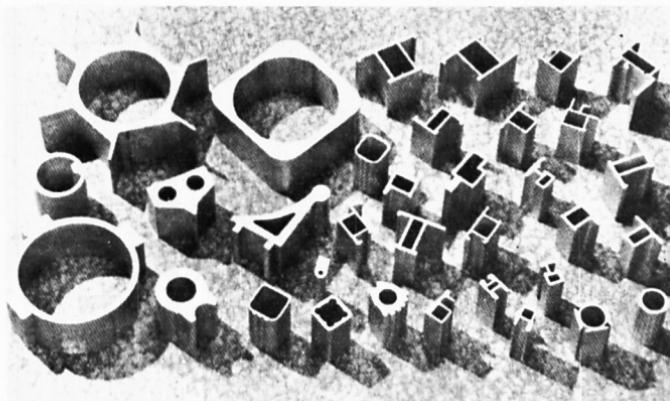


Σχ. 7.13α.
Διάφορα χυτά είδη από αλουμίνιο.



Σχ. 7.13β.

Διατομές τυποποιημένων ελασμάτων (προφίλ) και ειδικών τεμαχίων κατασκευασμένων από αλουμίνιο με τη μέθοδο της έλξεως.



Σχ. 7.13γ.

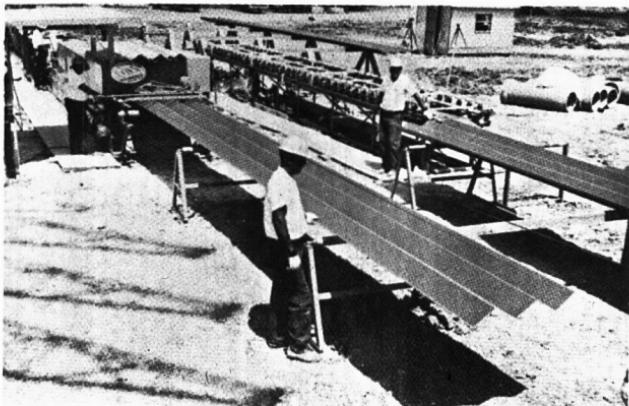
Διατομές κοίλων ράβδων κατασκευασμένων από αλουμίνιο με τη μέθοδο της έλξεως.

Τα επίπεδα (σχ. 7.13στ) δεν χρησιμοποιούνται στη δομική παρά μόνο ως προστατευτικά ή διακοσμητικά καλύμματα άλλων υλικών, όπως π.χ. είναι ο χάλυβας, το ξύλο, τα πλαστικά. Η τεχνική αυτή έχει αναπτυχθεί πρόσφατα σε μεγάλο βαθμό και κατασκευάζονται πλήθος υλικών με βάση κυρίως το χάλυβα και το ξύλο, τα οποία επικαλύπτο-



Σχ. 7.13δ.

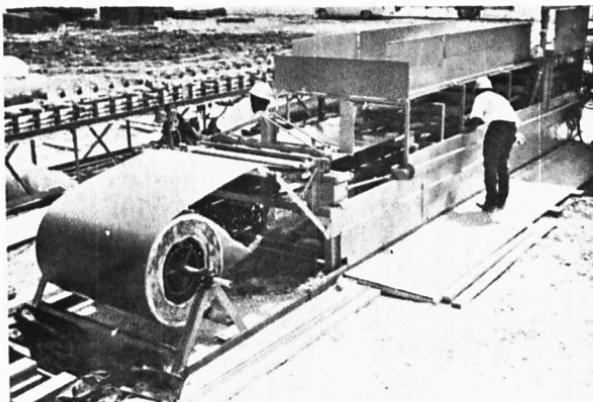
Αυλακωτά φύλλα από αλουμίνιο για επικάλυψη στεγών.



Σχ. 7.13ε.

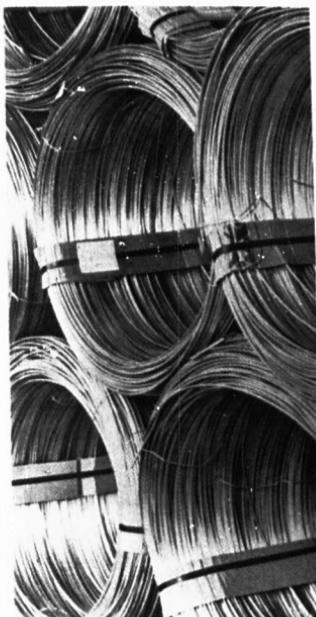
Κατασκευή αυλακωτών φύλλων από αλουμίνιο.

νται από λεπτά φύλλα καθαρού αλουμινίου. Επίσης, χρησιμοποιούνται φύλλα αλουμινίου σε συνδυασμό με άσφαλτο στην κατασκευή ασφαλτοφύλλων για επίτευξη υδατοστεγανότητας.



Σχ. 7.13στ.

Κατασκευή επιπέδων φύλλων από αλουμίνιο.



Σχ. 7.13ζ.

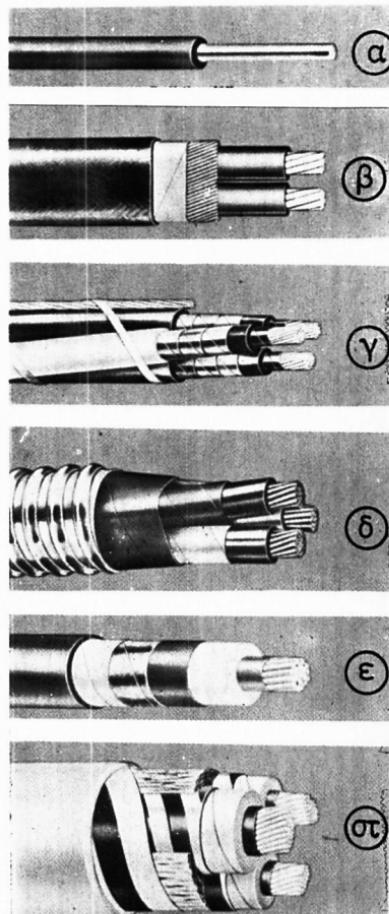
Σύρματα από αλουμίνιο.

- δ) Από αλουμίνιο κατασκευάζονται σύρματα (σχ. 7.13ζ) διαφόρων διαμέτρων, τα οποία χρησιμοποιούνται ως ηλεκτρικοί αγωγοί αντί του χαλκού, που είναι ακριβότερος. Από τα σύρματα αυτά κατασκευάζονται πολύκλωνοι αγωγοί

που περιβάλλονται από ισχυρά μονωτικά περιβλήματα, εφόσον πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για υπόγεια ηλεκτρικά δίκτυα (σχ. 7.13η). Τα σύρματα που χρησιμοποιούνται για εναέριες γραμμές, ενισχύονται όπως ήδη αναφέρθηκε, με πυρήνα από χάλυβα υψηλής αντοχής, για να αυξηθεί η αντοχή τους στον εφελκυσμό.

ε) Από ράβδους διαφόρων διατομών κατασκευάζονται κιγκλιδώματα εξωστών και κλιμάκων (σχ. 7.13θ).

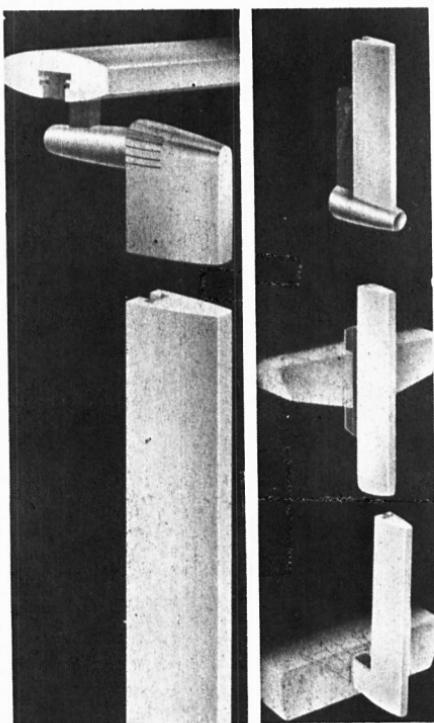
Από λεπτές ράβδους και σύρματα κατασκευάζονται φυτευτοί κοχλίες, απλοί κοχλίες και περικόχλια, ξυλόβιδες,



Σχ. 7.13η.

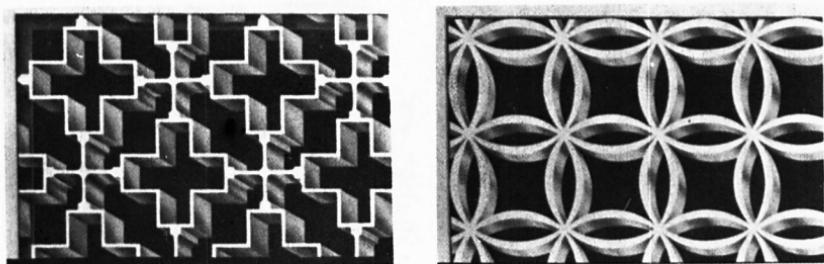
Διάφοροι τύποι καλώδιων μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος.

α) Απλό καλώδιο για οικοδομές. β) Πολλαπλό για τη σύνδεση του δίκτυου οικοδομών με το δίκτυο της πόλεως. γ) Εναέριο. δ) Ελαφρά οπλισμένο. ε) Μονωμένο. στ) Ισχυρά μονωμένο με χάρτη και φύλλο μολύβδου.



Σχ. 7.13θ.

Κιγκλίδωμα από αλουμίνιο με κουπαστή από το ίδιο υλικό ή από ξύλο.

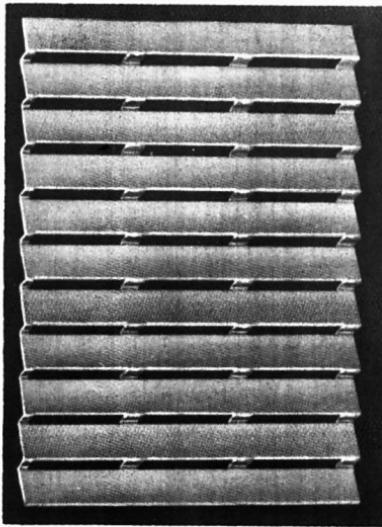


Σχ. 7.13ι.

Ελαφρά διαχωρίσματα (γρίλιες) με διάφορα σχέδια.

καρφιά, βελόνες κλπ.

Επίσης, κατασκευάζονται ελαφρά διαχωρίσματα (σχ. 7.13ι) και αντιηλιακές σκιάδες (βενίσιαν μπλάιντ) (σχ. 7.13ια).



Σχ. 7.13ια.
Σκιάδα από λεπτά φύλλα αλουμινίου.

Τέλος, το αλουμίνιο υπό μορφή σκόνης χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη για την κατασκευή χρωμάτων (χρώματα αλουμινίου).

7.14 Ο χαλκός.

1) Γενικά - Προέλευση.

Ο χαλκός είναι το πρώτο μέταλλο που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος και μια ολόκληρη περίοδος του πολιτισμού του χαρακτηρίσθηκε ως η **εποχή του χαλκού**. Σήμερα χρησιμοποιείται ευρύτατα είτε καθαρός, είτε αναμιγμένος με άλλα μέταλλα,

Είναι το περισσότερο αγώγιμο (από θερμική και ηλεκτρική άποψη) μέταλλο μετά τον άργυρο και γι' αυτό χρησιμοποιείται για την κατασκευή ηλεκτρικών αγωγών, αγωγών αλεξικεραύνων και δοχείων βρασμού.

Μειονεκτεί σε σχέση με τα άλλα μέταλλα, επειδή έχει μεγάλο ειδικό βάρος (8,8 έναντι 7,8 του σιδήρου και 2,7 του αλουμινίου).

Δεν προσβάλλεται σε βάθος από τη σκουριά, γιατί σχηματίζεται πάνω στην επιφάνειά του στρώση οξειδίου, χρώματος

πράσινου (η γνωστή πατίνα) που εμποδίζει την περαιτέρω προσβολή.

Τα οξέα προσβάλλουν αργά το χαλκό και τα δημιουργούμενα άλατα είναι πολύ δηλητηριώδη. Τα χάλκινα μαγειρικά σκεύη, που χρησιμοποιούνταν παλαιότερα, υφίσταντο τακτικά επικαστιτέρωση για να αποφευχθεί ο κίνδυνος αυτός.

Οι τεχνολογικές του ιδιότητες είναι εξαιρετικές. Δεν χυτεύεται όμως, γιατί κατά την τήξη του γίνεται πολύ παχύρρευστος και δεν αποτυπώνει τις λεπτομέρειες του τύπου. Χάρη όμως στη μεγάλη του ελατότητα και ολκιμότητα μορφοποιείται εύκολα είτε «εν ψυχρώ» είτε «εν θερμώ» σε λεπτά φύλλα, μικρής διαμέτρου σύρματα, ράβδους και σωλήνες.

Ως προς τις μηχανικές του ιδιότητες, υπολείπεται του σιδήρου και υπερτερεί ελαφρώς του αλουμινίου (τάση θραύσεως $\sigma_{θρ} = 2100 \text{ kp/cm}^2$ έως 2400 kp/cm^2 , σκληρότητα κατά Brinell: $H_{br} = 45$

2) Εξαγωγή του χαλκού.

Τα μεταλλεύματα του χαλκού διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες: **οξείδια, θεούχα** και **ανθρακούχα**.

Στην Ελλάδα εξάγονται θεούχα μεταλλεύματα: Ο **χαλκοπιρίτης** και ο **χαλκούχος σιδηροπυρίτης**.

Οι μέθοδοι μεταλλουργίας εξαρτώνται από την κατηγορία, στην οποία ανήκει το μετάλλευμα.

Γενικώς χρησιμοποιούνται κάμινοι οριζόντιου ή κατακόρυφου τύπου (υψικάμινοι), στις οποίες γίνεται η τήξη του μεταλλεύματος με τη βοήθεια άνθρακα και ορισμένων συλλιπασμάτων. Με διαδοχικές εκκαμινεύσεις απομακρύνονται οι προσμίξεις και εμπλουτίζεται το υλικό σε χαλκό. Στο τελικό στάδιο της διαδικασίας αυτής αποκτάται ο πρωτογενής ή φλυκταίνωδης χαλκός με καθαρότητα 90% έως 96%.

Ο χαλκός αυτός είναι πολύ εύθραυστος και συνεπώς ακατάλληλος για οποιαδήποτε χρήση. Γι' αυτό ακολουθεί νέο στάδιο καθαρισμού του μετάλλου. Κατ' αυτό γίνεται ανάτηξη των χελωνών του πρωτογενούς χαλκού μέσα σε ειδικούς κλιβάνους επενδυμένους με στρώμα άνθρακα και επιτυγχάνεται η ελάττωση του οξυγόνου από το οξείδιο του χαλκού που περιέχεται στο μέταλλο.

Μεγαλύτερη καθαρότητα, που φθάνει τα 99,9%, επιτυγχάνεται με την ηλεκτρολυτική μέθοδο, όπου ο καθαρός χαλκός συγκεντρώνεται στην κάθοδο. Ο ηλεκτρολυτικός χαλκός χρησιμοποιείται σε ειδικές περιπτώσεις, όπου απαιτείται υψηλή θερμική ή ηλεκτρική αγωγιμότητα.

7.15 Κράματα χαλκού.

Ο χαλκός δίνει δύο από τα πρώτα κράματα, που χρησιμοποιήσε ο άνθρωπος, τον **ορείχαλκο** και τον **μπρούντζο** ή **κρατέρωμα**.

1) Ορείχαλκος.

Κατασκευάζεται από χαλκό, ψευδάργυρο (τσίγκο) και κασσίτερο, μόλυβδο, φώσφορο, μαγγάνιο και αλουμίνιο (σε μικρές ποσότητες).

Οι αναλογίες των δύο κύριων μετάλλων ποικίλλουν και πλήθος ορειχάλκων παράγονται για να αντιμετωπισθούν ειδικές απαιτήσεις αντοχής, σκληρότητας, χυτεύσεως, αντοχής στην οξειδωση κλπ.

Ανάλογα με την περιεκτικότητα σε ψευδάργυρο διακρίνονται στο εμπόριο τρεις τύποι ορειχάλκου:

- Ωχροκίτρινος ορείχαλκος:
(περιεκτικότητα 65-80% Cu, 35-20% Zn).
- Κιτρινοκόκκινος ορείχαλκος:
(περιεκτικότητα 80-85% Cu, 20-15% Zn).
- Κόκκινος ορείχαλκος:
(περιεκτικότητα 86-90% Cu, 14-10% Zn).

Γενικώς ο οποιουδήποτε τύπου ορείχαλκος είναι ελαφρότερος και σκληρότερος από το χαλκό. Χυτεύεται εύκολα, χάρη στην παρουσία του ψευδαργύρου, παρουσιάζει όμως πολύ χαμηλή θερμική και ηλεκτρική αγωγιμότητα.

Εκτός από τους κοινούς ορειχάλκους παρασκευάζονται και **ειδικοί ορείχαλκοι** με εξαιρετικά υψηλή μηχανική αντοχή ($\sigma_{θρ} = 5000 \text{ kp/cm}^2$ έως 5500 kp/cm^2), μεγαλύτερη από του κοινού χάλυβα και με μεγάλη αντοχή στη διάβρωση που προκαλείται από το θαλάσσιο νερό. Λόγω της τελευταίας αυτής ιδιότητας θεωρούνται κατάλληλοι για εξαρτήματα πλοίων. Οι ορείχαλκοι αυτοί παρουσιάζουν επίσης ισχυρή ηλεκτρική αντίσταση.

2) Μπρούντζος.

Είναι κράμα χαλκού και κασσιτέρου και ορισμένων άλλων μετάλλων αλλά σε μικρές αναλογίες. Τυπική σύσταση κοινού μπρούντζου είναι: 85-90% χαλκός και 15-10% κασσιτέρος.

Χαρακτηριστική ιδιότητα είναι η μεγάλη αντοχή του στη φθορά.

Η χρήση του είναι μάλλον περιορισμένη. Χρησιμοποιείται κυρίως ως μέταλλο αντιτριβής (δακτύλιοι κουζινέτων) καθώς και

για την κατασκευή σωλήνων και δικλείδων για ορισμένες βιομηχανίες. Οι καμπάνες και μερικά αγάλματα κατασκευάζονται από μπρούντζο.

7.16 Χρήσεις του χαλκού και των κραμάτων του στη δομική.

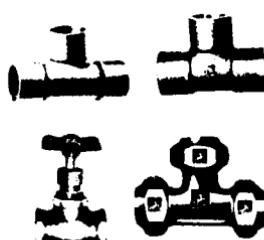
α) Ο καθαρός χαλκός χρησιμοποιείται για την κατασκευή:

- Συρμάτων διαμέτρου από 0,3-10 mm για τα ηλεκτρικά δίκτυα. Μεγαλύτερης διατομής καλώδια κατασκευάζονται με τη συνένωση περισσοτέρων συρμάτων (οι λεγόμενοι πολύκλωνοι αγωγοί), ή με τη συνένωση δύο ή περισσοτέρων πολυκλώνων αγωγών. Όταν οι αγωγοί τοποθετούνται μέσα στο έδαφος ή στους πυθμένες θαλασσών και λιμνών, προστατεύονται ισχυρά από την επιρροή της υγρασίας με ισχυρά μονωτικά περιβλήματα. Οι αγωγοί αυτοί καλούνται **οπλισμένοι**.
- Φύλλων επιστεγάσεως: το πάχος τους κυμαίνεται μεταξύ 0,3-0,4 mm. Χρησιμοποιούνται για την κάλυψη στεγών μνημειακών κτισμάτων, όπως π.χ. εκκλησιών, δημοσίων κτηρίων.
- Λωρίδων πάχους 0,5 mm για την κάλυψη εσωτερικά ή εξωτερικά αρμών διαστολής.
- Σωλήνων μικρής διαμέτρου: οι σωλήνες αυτοί χρησιμοποιούνται κυρίως σε εγκαταστάσεις αποχετεύσεων.

β) Από ορείχαλκο κατασκευάζονται συνήθως χυτά υλικά, όπως π.χ. κρουνοί ύδατος (σχ. 7.16α), εξαρτήματα σωληνώσεων ύδατος (ρακόρ, μούφες, διακόπτες κοινοί, συρταρωτές δικλείδες κλπ.) (σχ. 7.16β), χειρολαβές, πόμολα και στροφείς διαφόρων τύπων για ξύλινες κατασκευές και διάφορα μικροϋλικά διακοσμητικού χαρακτήρα. Τα υλικά αυτά



Σχ. 7.16α.
Τύποι κρουνών νερού
από ορείχαλκο.



Σχ. 7.16β.
Εξαρτήματα σωληνώσεως
από ορείχαλκο.

υφίστανται κατά κανόνα επιμεταλλώσεις με χρώμιο, νικέλιο και αλουμίνιο.

7.17 Ψευδάργυρος.

1) Γενικά.

Είναι μέταλλο γνωστό από την αρχαιότητα. Χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή του ορειχάλκου. Η παραγωγή καθαρού ψευδαργύρου άρχισε πολύ αργότερα – μόλις το 18ο αιώνα – λόγω των δυσκολιών που παρουσιάζει η κατεργασία των μεταλλευμάτων του.

Έχει χρώμα λευκό υποκυανίζοντας και κρυσταλλική υφή. Στη συνήθη θερμοκρασία και σε ξηρό περιβάλλον δεν αλλοιώνεται. Σε υγρό αέρα ο ψευδάργυρος οξειδώνεται και επικαλύπτεται από λεπτό στρώμα άλατος ανθρακικού ψευδαργύρου, που τον προφυλάσσει από περαιτέρω καταστροφή. Στην ιδιότητα αυτή οφείλεται η χρήση του ως προστατευτικού δέρματος άλλων μετάλλων, η γαλβανισμένη λαμαρίνα (επιψευδαργυρωμένος σίδηρος) είναι τυπικό παράδειγμα.

Δεν προσβάλλεται επίσης από τις οργανικές ουσίες (λίπη, έλαια, οινόπνευμα) και γι' αυτό χρησιμοποιείται στην κατασκευή δοχείων συσκευασίας τροφίμων. Επηρεάζεται όμως από το υδροξείδιο του ασβεστίου, που περιέχεται στα νωπά ασβεστοκονιάματα. Δεν πρέπει επομένως να έρχονται σε επαφή με τα κονιάματα υλικά από ψευδάργυρο, όπως π.χ. υδρορροές. Στις επιφάνειες επαφής πρέπει να παρεμβάλλονται μονωτικά υλικά, π.χ. άσφαλτος, πλάκες από μόλυβδο κ.ά.

Οι τεχνολογικές του ιδιότητες είναι περιορισμένες. Ελατός γίνεται μόνο σε θερμοκρασία $100\text{--}150^\circ\text{ C}$, οπότε είναι δυνατό να παραχθούν φύλλα και σωλήνες. Κάτω των 100° C και άνω των 150° C δεν παρουσιάζει ελατότητα ή ολκιμότητα και μετατρέπεται σε σκόνη, εάν σφυρηλατηθεί.

Επίσης οι μηχανικές του ιδιότητες είναι πολύ περιορισμένες. Είναι λίγο σκληρότερος από το αλουμίνιο και το χαλκό, αλλά αντίθετα είναι εξαιρετικά εύθραυστος.

2) Παρασκευή ψευδαργύρου.

Ο ψευδάργυρος εξάγεται από μεταλλεύματα γνωστά με το βιομηχανικό όνομα **καλαμίνα** (ανθρακικά και πυριτικά ορυκτά) και **μπλέντα** (θειούχο ορυκτό). Στην Ελλάδα υπάρχουν λίγα μεταλλεύματα ψευδαργύρου κυρίως στο Λαύριο και τη Θάσο. Σήμερα δεν εξορύσσονται, επειδή η εκμετάλλευσή τους είναι ασύμφορη.

Οι χρησιμοποιούμενες μέθοδοι εξαγωγής του μετάλλου εξαρτώνται από το είδος του μεταλλεύματος. Γενικά όμως επιδιώκεται αρχικά η δημιουργία οξειδίων του ψευδαργύρου με πύρωση των μεταλλευμάτων. Σε δεύτερο στάδιο ξαναπυρώνονται τα οξειδία σε κλειστές καμίνους, επενδυμένες με πηλό, μέχρι 1300° C. Στη θερμοκρασία αυτή ο ψευδάργυρος εξαερώνεται, γιατί έχει χαμηλό σημείο βρασμού (906° C) και διερχόμενος από ψυκτικό θάλαμο επανέρχεται σε στερεά κατάσταση. Τέλος επακολουθεί καθαρισμός του μετάλλου είτε με ανάτηξη και νέα απόσταξη, είτε με ηλεκτρόλυση.

3) Χρήσεις του ψευδαργύρου.

Χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον στην κατασκευή του ορειχάλκου (κράμα χαλκού και ψευδαργύρου) και στο γαλβανισμό σιδηρών φύλλων και ελασμάτων.

Μικρές ποσότητες καταναλίσκονται για την κατασκευή φύλλων για την επικάλυψη στεγών και το σχηματισμό αγωγών αποχετεύσεως του νερού της βροχής, λ.χ. υδρορροές, αν και οι τελευταίες σήμερα κατασκευάζονται συνήθως από γαλβανισμένη λαμαρίνα για λόγους οικονομικούς.

Τα φύλλα ψευδαργύρου που κυκλοφορούν στο εμπόριο φέρουν το χαρακτηρισμό No 10, 11, 12, 15 και 20 με αντίστοιχα πάχη και βάροι ανά m^2 ως εξής:

No 10πάχος	0,5 mm,	βάρος	3,5 kg/ m^2
No 11	» 0,58	»	4,06 »
No 12	» 0,66	»	4,62 »
No 15	» 0,95	»	6,65 »
No 20	» 1,60	»	11,20 »

Το οξείδιο του ψευδαργύρου (ZnO) χρησιμοποιείται στη χρωματουργία ως λευκό χρώμα. Είναι το χρώμα που καλείται **λευκό του τοίγκου**. Και είναι σταθερότερο από το λευκό του μολύβδου, γνωστό ως **στουπέτο**, γιατί δεν μαυρίζει από τη υδρόθειο της ατμόσφαιρας.

Τέλος, διάφορα διαλύματα αλάτων του ψευδαργύρου, όπως π.χ. χλωριούχος και θειικός ψευδάργυρος, χρησιμοποιούνται για την διαπότιση ξυλίνων στοιχείων (π.χ. δοκών, σανίδων) με σκοπό την προφύλαξή τους από τη σήψη.

7.18 Κασσίτερος.

Γνωστό από αρχαιοτάτων χρόνων μέταλλο, αργυρόχρωμο, με έντονη λάμψη.

Δεν προσβάλλεται από την υγρασία και το νερό στη συνήθη θερμοκρασία και αντέχει στην επίδραση των οργανικών οξέων. Είναι ελατός στους 100° C και μετατρέπεται εύκολα σε πολύ λεπτά φύλλα. Είναι πολύ μαλακός και η αντοχή του στον εφελκυσμό είναι αμελητέα ($\sigma_{\theta\rho} = 400 \text{ kp/cm}^2$).

Εξάγεται από το μετάλλευμα που καλείται **κασσιτέριτζς**. Στην Ελλάδα δεν υπάρχει μετάλλευμα αυτού του είδους. Η μεταλλουργία του γίνεται με πύρωση του κασσιτέριτζ με άνθρακα και στη συνέχεια με ανάτηξη του προϊόντος, οπότε λαμβάνεται ο καθαρός κασσίτερος.

Επειδή είναι ανοξείδωτος, χρησιμοποιείται σε μεγάλη κλίμακα για επικαστιτερώσεις αντικειμένων και υλικών από σίδηρο και χαλκό.

Αναφέρομε π.χ. τα μαγειρικά σκεύη από χαλκό, όπου λεπτή επίστρωση κασσιτέρου (το λεγόμενο **γάνωμα**) καλύπτει το χαλκό, για την αποφυγή αναμίξεως των δηλητηριωδών αλάτων του χαλκού με τις τροφές. Λεπτά φύλλα από σίδηρο επικαστιτερώνονται και κατασκευάζεται ο καλούμενος **λευκοσίδηρος** (τενεκές). Ο λευκοσίδηρος χρησιμοποιείται κυρίως για την κατασκευή δοχείων διαφυλάξεως τροφών (κονσέρβες).

Επίσης ο κασσίτερος χρησιμοποιείται ευρύτατα για την παρασκευή διαφόρων κραμάτων, κυριότερα των οποίων είναι ο **μπρούντζος** (με χαλκό) και το συγκολλητικό κράμα ή **καλάι** (με μόλυβδο).

Τέλος από κασσίτερο κατασκευάζονται λεπτά φύλλα κατάλληλα για την περιτύλιξη τροφών και άλλων ειδών, όπως π.χ. σοκολάτες, τσιγάρα κλπ.

7.19 Μόλυβδος.

Είναι μέταλλο με σκούρο κυανόλευκο χρώμα, γνωστό στους περισσότερους αρχαίους λαούς.

Εξάγεται εύκολα από τα μεταλλεύματά του. Είναι πολύ μαλακός και εύκαμπτος και κατά συνέπεια υφίσταται εύκολα επεξεργασία. Έχει όμως μεγάλο ειδικό βάρος (11,35).

Παρουσιάζει μεγάλη αντοχή στα οξέα και κυρίως στο θειικό οξύ. Γι' αυτό χρησιμοποιείται για την επένδυση των τοιχωμάτων των θαλάμων παρασκευής, καθώς και των δοχείων μεταφοράς του θειικού οξέος. Στον ξηρό αέρα δεν οξειδώνεται, αλλά στον υγρό υφίσταται επιφανειακή οξείδωση. Το στρώμα του οξειδίου δεν επιτρέπει τη σε βάθος καταστροφή του μετάλλου.

Το πόσιμο νερό προσβάλλει ελαφρά το μόλυβδο και επειδή ορισμένα από τα δημιουργούμενα άλατα είναι δηλητηριώδη, δεν επιτρέπεται η χρησιμοποίησή του στα δίκτυα υδρεύσεως.

Είναι εξαιρετικά ελατός και όλκιμος, χυτεύεται εύκολα και γενικά οι τεχνολογικές του ιδιότητες τον καθιστούν από τα πλέον ευκατέργαστα μέταλλα.

Αντίθετα, παρουσιάζει πολύ μειωμένες μηχανικές ιδιότητας. Η σκληρότητά του είναι αμελητέα, χαράσσεται με το νύχι και η αντοχή του στον εφελκυσμό μόλις φθάνει τα 300 kp/cm^2 . Η αντοχή του όμως σε πίεση είναι μεγαλύτερη και ο μόλυβδος δεν καταστρέφεται μετά την υπέρβασή της, γιατί είναι εξαιρετικά πλαστικός.

Ο μόλυβδος εξάγεται από το γαληνίτη (PbS), τα μεταλλεύματα του οποίου είναι τα μόνα κατάλληλα για τη μεταλλουργία του μολύβδου.

Στην Ελλάδα εκμεταλλεύσιμα μεταλλεύματα γαληνίτη υπήρχαν από αρχαιοτάτων χρόνων στο Λαύριο, αλλά σήμερα έχουν εξαντληθεί.

Το μετάλλευμα του γαληνίτη πυρώνεται, οπότε μέρος του θειούχου μολύβδου μετατρέπεται σε οξείδιο του μολύβδου (PbO). Το οξείδιο αυτό με ανύψωση της θερμοκρασίας μετατρέπεται σε μόλυβδο και διοξείδιο του θείου (SO_2) με τη βοήθεια του παραμένοντος γαληνίτη. Ο λαμβανόμενος μόλυβδος καθαρίζεται με τήξη του εντός φλοιοβόλων καμίνων μαζί με ισχυρό ρεύμα αέρα, που οξειδώνει τα λοιπά μέταλλα.

Ο μόλυβδος στη δομική χρησιμοποιείται κυρίως για την κατασκευή σωλήνων για την αποχέτευση ακαθάρτων υδάτων, μικρών σιφωνίων δαπέδων και γενικά για μικροκατασκευές του αποχετευτικού δικτύου (σχ. 7.19a) και του δικτύου ομβρίων υδάτων. Επίσης από μόλυβδο κατασκευάζονται σωλήνες για την παροχή φωταερίου.

Στο εμπόριο κυκλοφορεί σε φύλλα πάχους $0,05\text{-}12 \text{ mm}$ ή με



Σχ. 7.19a.

Σιφώνια από μόλυβδο για την αποχέτευση ακαθάρτων νερών.

τη μορφή σωλήνων διαμέτρου 3-300 mm με πάχος τοιχώματος ανάλογο προς τη διάμετρό τους.

Μεγάλη εφαρμογή βρίσκουν διάφορες ενώσεις του μολύβδου στη χρωματουργία. Απαιτείται όμως ιδιαίτερη προσοχή κατά την χρησιμοποίησή τους, γιατί οι περισσότερες είναι ισχυρά δηλητήρια.

Το περισσότερο γνωστό χρώμα που προέρχεται από το μόλυβδο, είναι το **μίνιο** (Pb_3O_4 - τεταρτοξείδιο του μολύβδου), που έχει πορτοκαλί χρώμα και φέρεται στο εμπόριο ως σκόνη, η οποία διαλύεται στο λινέλαιο και παρέχει μεγάλη προστασία στα μέταλλα έναντι της οξειδώσεώς τους.

'Άλλο χρώμα είναι ο **λιθόρυγωρος** (PbO - οξείδιο του μολύβδου), κίτρινη σκόνη που διαλύεται και αυτή στο λινέλαιο.

Τέλος ο **ανθρακικός μόλυβδος** ($PbCO_3$) φέρεται ως λευκό χρώμα, το **σπουπέτον**, με μεγάλη καλυπτική ικανότητα. Άλλοι ώνται όμως υπό την επίδραση του υδροθείου της ατμόσφαιρας και μαυρίζει.

Επίσης σοβαρά ποσά καταναλίσκονται για την κατασκευή κραμάτων. Τα κυριότερα από αυτά είναι το **καλάι** (καστίτερος μόλυβδος) και το κράμα που χρησιμοποιούσαν για την παραγωγή των τυπογραφικών στοιχείων (μόλυβδος-αντιμόνιο).

Ο μόλυβδος χρησιμοποιείται στις ηλεκτρικές εφαρμογές για την κατασκευή των πλακών των συσσωρευτών.

Τέλος μεγάλη χρήση του γίνεται για την προστασία από τις υπεριώδεις ακτίνες κα τις ακτίνες X.

7.20 Νικέλιο και χρώμιο.

Τα δύο αυτά μέταλλα έγιναν γνωστά μόλις τον προηγούμενο αιώνα και η ευρεία χρήση τους στην τεχνική άρχισε περίπου πριν από 80 χρόνια. Παρουσιάζουν πολλά κοινά χαρακτηριστικά και χρησιμοποιούνται κατά τον ίδιο τρόπο στις εφαρμογές. Γι' αυτό εξετάζονται εδώ μαζί.

Το χρώμα του νικελίου είναι αργυρόλευκο και του χρωμίου κυανόλευκο.

Παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή στις οξειδωτικές και λοιπές επιδράσεις της ατμόσφαιρας, του νερού, των οξέων και των αλκαλίων.

Ως εκ τούτου χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα για την κατασκευή κραμάτων. Επίσης, όταν ειδικές απαιτήσεις επιβάλλουν τη χρησιμοποίηση ανοξειδώτων μετάλλων, τότε αυτά

καλύπτονται με λεπτό στρώμα νικελίου ή χρωμίου (επινικέλωση, επιχρωμίωση).

Έχουν μεγάλη θερμική αντοχή. Το σημείο τήξεως του νικελίου είναι 1450° C και του χρωμίου 1830° C. Αυξάνουν τις μηχανικές ιδιότητες του σιδήρου, δηλαδή την αντοχή του στον εφελκυσμό, τη σκληρότητά του κλπ. Οι νικελιοχάλυβες και χρωμιοχάλυβες θεωρούνται από τα πλέον ανθεκτικά υλικά.

Εξάγονται από διάφορα μεταλλεύματα, στα οποία περιέχονται με τη μορφή οξειδίων ή άλλων ενώσεων. Οι μέθοδοι μεταλλουργίας τους είναι αρκετά πολύπλοκες και ο τελικός καθαρισμός γίνεται ηλεκτρολυτικά.

Οι μεγαλύτερες ποσότητες νικελίου και χρωμίου καταναλίσκονται για την κατασκευή διαφόρων κραμάτων με το σίδηρο (νικελιοχάλυβες και χρωμιοχάλυβες) με χαλκό (νικελιούχος μπρούντζος, μέταλλο τονελ) και μεταξύ τους (inconel).

Επίσης το νικέλιο και το χρώμιο χρησιμοποιούνται ευρέως στην επικάλυψη με προστατευτικό δέρμα, υλικών κατασκευασμένων από άλλα μέταλλα (π.χ. σίδηρο, ορείχαλκο). Οι επικαλύψεις αυτές γίνονται είτε με εμβάπτιση, είτε με γαλβανισμό. Εφαρμογές αυτού του είδους στη δομική γίνονται κυρίως σε διάφορα εξαρτήματα του υδραυλικού δικτύου (π.χ. επινικελωμένοι ή επιχρωμιωμένοι κρουνοί, σύνδεσμοι και διαστολές σωλήνων, σιφώνια κ.ά.).

Οι νικελιοχάλυβες και οι χρωμιοχάλυβες χρησιμοποιούνται για την κατασκευή καλωδίων σιδηρών γεφυρών, οπλισμού προεντεταμένου σκυροδέματος κλπ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΤΟ ΓΥΑΛΙ

8.1 Εισαγωγή.

Η ύαλος (γυαλί) είναι το αρχαιότερο, όπως και η οπτόπλινθος (τούβλο) τεχνητό υλικό που κατασκεύασε ο άνθρωπος.

Πρώτοι κατά την παράδοση οι Φοίνικες και στη συνέχεια οι Αιγύπτιοι κατασκεύασαν αντικείμενα, κυρίως κοσμήματα και μικρά αγάλματα από γυαλί.

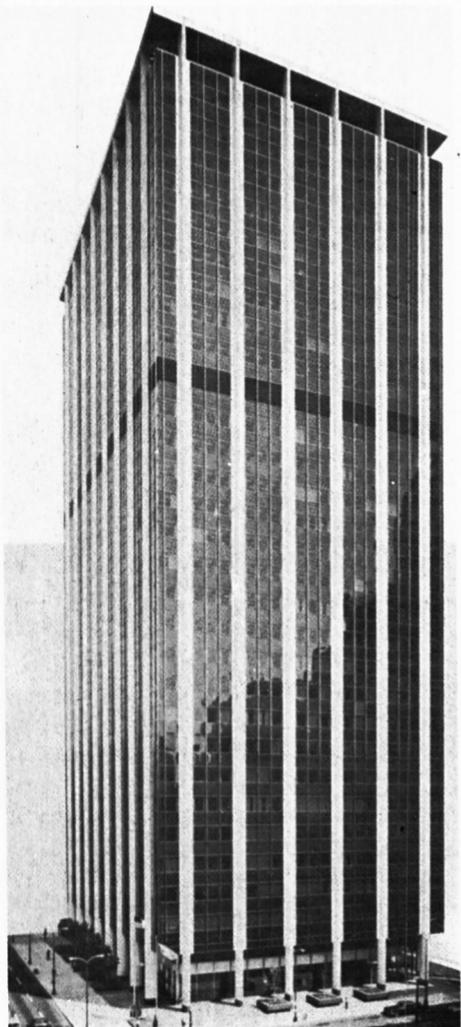
Οι αρχαίοι Έλληνες και οι Ρωμαίοι ασχολήθηκαν επίσης με την υαλουργία, αλλά οι Βυζαντινοί έδωσαν τη μεγάλη ώθηση στην τέχνη αυτή. κατασκεύασαν πλήθος αντικειμένων ακόμη και υαλοπίνακες διαφανείς και έγχρωμους για τα παράθυρα των εκκλησιών και των ανακτόρων. Βυζαντινοί τεχνίτες κατά το 10ο αιώνα μετέφεραν τις γνώσεις τους στην Ιταλία, όπου αναπτύχθηκε σε εξαιρετικό βαθμό η κατεργασία του γυαλιού, κυρίως στα περίφημα εργαστήρια Murano της Βενετίας. Από εκεί διαδόθηκε στη Βοημία και στην Αγγλία το 16ο και 17ο αιώνα.

Μέχρι το 18ο αιώνα η υαλουργία εθεωρείτο μια από τις καλές τέχνες και τα αντικείμενα που κατασκευάζονταν από γυαλί ήταν πολύτιμα είδη τέχνης. Αρκεί να σημειωθεί ότι τα παράθυρα των ιδιωτικών οικιών καλύπτονταν με λαδόχαρτο και εθεωρείτο μεγάλη πολυτέλεια η χρήση υαλοπινάκων.

Τον προηγούμενο όμως αιώνα, οπότε οι μέθοδοι παραγωγής και κατεργασίας του γυαλιού βελτιώθηκαν και μειώθηκε το κόστος του, άρχισαν να κατασκευάζονται από γυαλί χρήσιμα αντικείμενα, όπως π.χ. επιτραπέζια σκεύη, φιάλες, υαλοπίνακες κλπ. Η τέχνη της υαλουργίας μετατράπηκε κατά το μεγαλύτερο μέρος της σε βιομηχανία.

Η επιστημονική έρευνα έφερε την υαλουργία σε μεγάλο βαθμό προόδου, ώστε να μπορούν σήμερα να ικανοποιούνται και οι πλέον ανόμοιες τεχνολογικές απαιτήσεις: από υαλόπλινθους, μέχρι ίνες και υδρύαλο.

Ως δομικό υλικό το γυαλί έχει μάλλον περιορισμένη χρήση παρ' όλο που, όπως θα δούμε στη συνέχεια, έχει εξαιρετικές ιδιότητες και σε ορισμένες περιπτώσεις θεωρείται αναντικαταστατο. Ο σοβαρότερος λόγος αυτού του περιορισμού είναι το υψηλό κόστος παραγωγής του έναντι άλλων υλικών που προορίζονται για την ίδια χρήση, αλλά κατώτερης ποιότητας. Πάντως σε άλλες χώρες κατασκευάζονται μεγάλα έργα με βασικά υλικά το γυαλί και το χάλυβα (σχ. 8.1α και 8.1β).



Σχ. 8.1α.
Κτίριο κατασκευασμένο
από γυαλί και χάλυβα.



Σχ. 8.1β.

Στέγη μεγάλου εργοστασίου από σιδερένιο σκελετό και υαλότουβλα.

8.2 Προέλευση και σύσταση του γυαλιού.

Το γυαλί προέρχεται από τη σύντηξη διαφόρων ουσιών. Οι ουσίες αυτές λαμβάνονται κατά ορισμένες αναλογίες για κάθε είδος γυαλιού. Μετά τη σύντηξη αφήνεται η μάζα (καλούμενη υαλομάζα) να ψυχθεί βραδέως και έτσι λαμβάνεται υλικό στερεό, πολύ σκληρό και με μεγάλη ή μικρή διαφάνεια, ανάλογα με τη σύνθεσή της.

Βασικό συστατικό όλων των ειδών του γυαλιού είναι το διοξείδιο του πυριτίου (SiO_2), που βρίσκεται σε αφθονία στη φύση με διάφορες μορφές.

'Άλλο συστατικό είναι το οξείδιο του ασβεστίου (CaO), που βρίσκεται στους ασβεστόλιθους. Συστατικό του γυαλιού είναι και το οξείδιο του νατρίου (Na_2O), που περιέχεται στο ανθρακικό νάτριο (σόδα) ή στο θειικό νάτριο.

Τα τρία αυτά συστατικά λαμβανόμενα με αναλογία περίπου 70%, 14% και 16% αντίστοιχα, δημιουργούν το κοινό γυαλί: το γυαλί των υαλοπινάκων.

Με σκοπό την κατασκευή ειδικών γυαλιών, με αυξημένες ορισμένες ιδιότητες και προοριζομένων να καλύψουν ιδιαίτερες απαιτήσεις, προστίθενται στην υαλομάζα και άλλα συστατικά ή αντικαθίστανται μερικά ή συνολικά τα οξείδια του ασβεστίου και του νατρίου με άλλες ουσίες.

'Ετσι για τα **κρύσταλλα**, το οξείδιο του νατρίου (Na_2O) αντικαθίστανται από το οξείδιο του καλίου (K_2O) και μέρος του ασβεστίου (CaO) αντικαθίστανται από το οξείδιο του μολύβδου (PbO).

Για τα **βοριούχα** γυαλιά προστίθενται οξείδια του βορίου (B_2O_3), του ψευδαργύρου (ZnO), του αργιλίου (Al_2O_3) κλπ.

Για την κατασκευή εγχρώμων γυαλιών προστίθενται σε μικρά ποσοστά διάφορα μέταλλα και ενώσεις τους. Τα οξείδια του σιδήρου, του χαλκού και του χρωμίου δίνουν πράσινη απόχρωση, ο χρυσός και το υποξείδιο του χαλκού δίνουν ερυθρό χρώμα, το υποξείδιο του σιδήρου δίνει κίτρινο κ.ο.κ. Γενικά είναι δυνατό να κατασκευασθούν γυαλιά οποιασδήποτε αποχρώσεως.

Τέλος, με την προσθήκη διαφόρων άλλων ουσιών επιτυγχάνεται η κατασκευή αδιαφανών (ματ) ή γαλακτώδους εμφανίσεως γυαλιών.

8.3 Παρασκευή του γυαλιού.

1) Πρώτες ύλες.

Ως πρώτες ύλες χρησιμοποιούνται φυσικά η βιομηχανικά υλικά, που περιέχουν τα αναφερθέντα ήδη συστατικά των διαφόρων ειδών γυαλιού (§ 8.2).

α) Η πυριτία (SiO_2) λαμβάνεται από πυριτική ή χαλαζιακή άμμο. Η άμμος αυτή πρέπει να είναι πολύ λεπτή και πολύ καθαρή, ώστε να γίνονται γρήγορα οι απαιτούμενες χημικές αντιδράσεις. Εάν περιέχονται ξένες ουσίες και κυρίως ενώσεις σιδήρου, τότε το γυαλί που θα παραχθεί θα είναι χρώματος πράσινου ή κίτρινου. Στην περίπτωση που πρόκειται να κατασκευασθεί άχρωμο (λευκό) γυαλί, χρησιμοποιείται μικρή ποσότητα οξειδίου του μαγγανίου (MnO_2), το οποίο προσδίδει ιώδη χρωματισμό συμπληρωματικό του κίτρινου.

β) Η άσβεστος (CaO) λαμβάνεται από καθαρούς ασβεστόλιθους, μάρμαρο ή δολομίτες (§ 1.7 και § 1.8). Τα υλικά αυτά λειοτριβούνται επιμελώς πριν την ανάμεξή τους με τις άλλες ύλες.

γ) Τα οξείδια του νατρίου (Na_2O) ή του καλίου (K_2O), για ορισμένα γυαλιά, λαμβάνονται από ανθρακικό νάτριο (σόδα) και ανθρακικό κάλιο (ποτάσα) ή θειικό νάτριο, τα οποία είναι βιομηχανικά προϊόντα.

δ) Το οξείδιο του μολύβδου (PbO) λαμβάνεται από λιθάργυρο (PbO) ή από μίνιο (Pb_3O_4).

ε) Τα υπόλοιπα συστατικά των ειδικών γυαλιών λαμβάνονται από διάφορες κατάλληλες ενώσεις.

2) Τήξη πρώτων υλών.

Οι πρώτες ύλες αφού κονιοποιηθούν και αναμιχθούν καλώς, σε ορισμένες πάντοτε για κάθε είδος γυαλιού αναλογίες, ρίχνονται στην υαλουργική κάμινο. Εκεί υπό την ενέργεια υψηλής θερμοκρασίας υφίστανται σύντηξη και πραγματοποιούνται οι διάφορες χημικές αντιδράσεις, που τις μετατρέπουν σε γυαλί. Οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στην κάμινο, είναι της τάξεως των $1600^{\circ}C$ περίπου, εξαρτώμενες πάντως από τη σύνθεση του μίγματος των πρώτων υλών.

Κατά τη διάρκεια της τήξεως ρίχνονται οι διάφορες δευτερεύουσες ύλες, που όπως αναφέραμε προηγουμένως, είναι απαραίτητες για να αποχρωματίσουν ή να χρωματίσουν το γυαλί ανάλογα με τις απαιτήσεις.

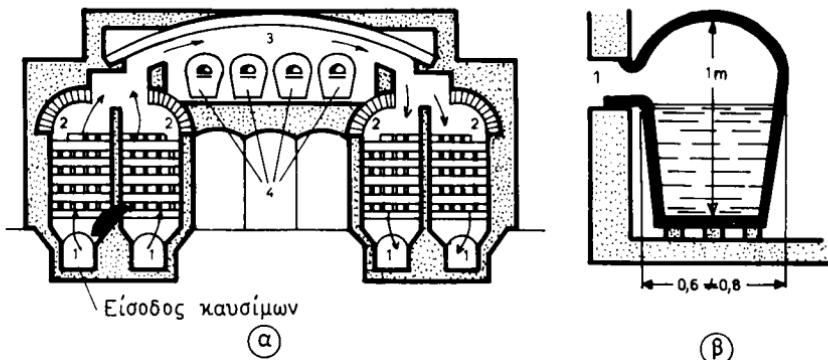
'Όταν τελειώσει η τήξη, που διαρκεί συνήθως 24 ώρες, λαμβάνεται παχύρρευστη διαυγής μάζα, η λεγόμενη **υαλοράζα** ή **υαλοζύμη**. Αυτή, με διάφορες μεθόδους, ανάλογα με το είδος και την ποσότητα των αντικειμένων που πρόκειται να κατασκευασθούν, μορφοποιείται.

Οι συνηθισμένοι τρόποι μορφοποίησεως είναι η εμφύσηση, η έγχυση, η κυλίνδρωση και η έλξη. Μετά τη μορφοποίηση τα αντικείμενα αφήνονται να ψυχθούν βραδέως. Απότομη ψύξη προκαλεί θραύση [§ 8.3(4)].

Τέλος, σε ορισμένα έτοιμα προϊόντα γίνεται μια τελευταία μηχανική επεξεργασία, που αφορά τη λείανση και στίλβωση της επιφάνειάς τους.

Οι χρησιμοποιούμενες κάμινοι για την τήξη των πρώτων υλών είναι διαφόρων τύπων. Οι υαλουργικές βιομηχανίες είναι εξοπλισμένες με τον Α ή Β τύπο, ανάλογα με το είδος και την ποσότητα του γυαλιού που παράγουν.

α) Για την παραγωγή εκλεκτής ποιότητας εγχρώμου ή ειδικού γυαλιού χρησιμοποιούνται κάμινοι με χωνευτήρια. Είναι κυκλικής ή ορθογωνικής μορφής (σχ. 8.3a) με τοξωτή οροφή. Σε ορισμένα σημεία φέρουν διόδους, από τις οποίες εισέρχονται τα θερμά αέρια, αφού προηγουμένως περάσουν από τους **αναγεννητές θερμότητας**. Πάνω στον περιμετρικό τοίχο υπάρχουν σε ορισμένες αποστάσεις θυρίδες. Αυτές αντιστοιχούν σε ειδικού σχήματος δοχεία, που τοποθετούνται κατά μήκος του περιμετρικού τοίχου. Τα δοχεία αυτά καλούνται **χωνευτήρια** [σχ. 8.3a(β)] και είναι κατασκευασμένα από πυρίμαχα υλικά σε σχήμα ανοικτού ή πλαγιόστομου δοχείου. Η χωρητικότητά τους είναι περίπου 100 λίτρα και η φόρτισή τους γίνεται με πτύα (φτυάρια) μέσω των θυρίδων της καμίνου. Επίσης μέσω των θυρίδων γίνεται, μετά το πέρας της τήξεως, λήψη κατά μικρές ποσότητες της



Σχ. 8.3α.

α) Κάμινος με χωνευτήρια. 1) Είσοδος και έξοδος καυσίμων. 2) Αναγεννητές θερμότητας. 3) Θάλαμος χωνευτηρίων. 4) Χωνευτήρια. β) Τομή χωνευτηρίου.
1) Θυρίδα φορτίσεως και εκφορτίσεως του.

υαλοζύμης με τη βοήθεια ειδικών επιμήκων σωλήνων. Οι σωλήνες αυτοί χρησιμοποιούνται από πεπειραμένους τεχνίτες για τη μορφοποίηση των αντικειμένων με εμφύσηση [§ 8.3(3)].

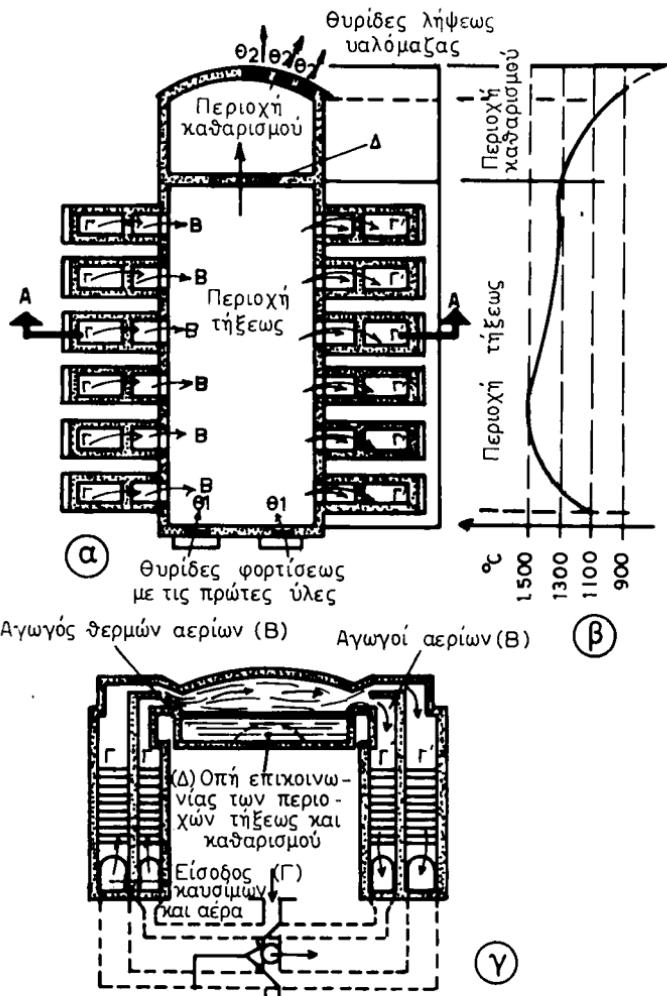
Οι κάμινοι αυτές είναι συνεχούς λειτουργίας, αλλά μικρής γενικώς παραγωγικής ικανότητας..

β) Σε βιομηχανίες με μεγάλη παραγωγή κοινού γυαλιού για φιάλες, υαλοπίνακες κλπ., χρησιμοποιούνται κάμινοι συνεχούς λειτουργίας ορθογωνικής επιμήκους μορφής. Καλούνται **κάμινοι μετά σκάφης** ή, όταν είναι περισσότερο επιμήκεις, **σπραγγοειδείς κάμινοι**. Στο σχήμα 8.3β φαίνεται σε κατά πλάτος τομή και σε κάτωψη σκαφοειδής κάμινος. Η σκάφη δημιουργείται από τον πυθμένα και τα κατακόρυφα τοιχώματα, τα οποία επενδύονται με ισχυρά πυρίμαχα τούβλα. Από ειδικές θυρίδες Θ₁, που βρίσκονται στη μία από τις στενές πλευρές, γίνεται η τροφοδότηση της καμίνου με τις πρώτες ύλες και από οπές Β των μεγάλων πλευρών γίνεται η είσοδος των θερμών αερίων, τα οποία έχουν προηγουμένως διέλθει από τους αναγεννητές Γ και Γ'. Στην άλλη στενή πλευρά βρίσκονται οι θυρίδες λήψεως Θ₂ της υαλοζύμης. Το μήκος της καμίνου είναι τόσο, ώστε να ολοκληρώνεται η τήξη κατά την κίνηση των υλικών από το ένα άκρο στο άλλο.

Ως καύσιμα χρησιμοποιούνται ο κονιοποιημένος άνθρακας, το πετρέλαιο και τα καύσιμα αέρια. Τα τελευταία θεωρούνται τα πλέον κατάλληλα για τις καμίνους αυτές, διότι, επειδή δεν αφήνουν στάκτη, δεν ρυπαίνουν την υαλοζύμη.

3) Μορφοποίηση.

Η κατεργασία της υαλοζύμης και η μορφοποίησή της γίνεται με διάφορες μεθόδους. Ειδικά για την κατασκευή δομικών υλικών ακολουθούνται οι εξής μέθοδοι:

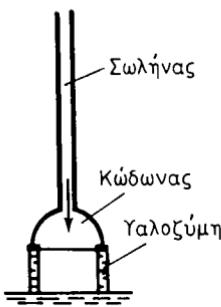


Σχ. 8.3β.

Σκαφειδής κάμινος.

α) Κάτοψη της καμίνου. β) Κατανομή των θερμοκρασιών μέσα σ' αυτή. γ) Κατά πλάτος τομή Α-Α της καμίνου.

α) Η εμφύσηση (το φύσημα). Είναι η παλαιότερη μέθοδος, η οποία χρησιμοποιούταν στους αρχαιότατους ήδη χρόνους. Κατ' αυτή λαμβάνεται μια μικρή ποσότητα υαλοζύμης με επιμήκη σωλήνα, του οποίου το ένα άκρο είναι κατάλληλα διαμορφωμένο, ανάλογα με το αντικείμενο που πρόκειται να κατασκευασθεί. Π.χ. για την κατασκευή υαλοπινάκων έχει σχήμα κώδωνα (σχ. 8.3γ). Η υαλοζύμη προσκολλάται στα χείλη του κώδωνος και έχει αρχικά τη μορφή επιμήκους σφαίρας.



Σχ. 8.3γ.

Κατασκευή υαλοπινάκων με τη μέθοδο της εμφυσήσεως.
Το άκρο του σωλήνα είναι διαμορφωμένο σε κώδωνα.

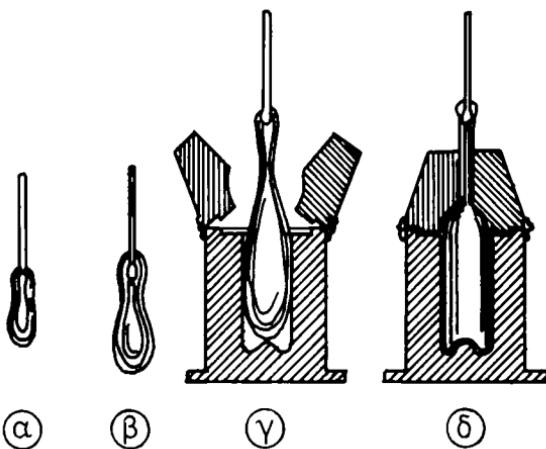
Με εμφύσηση του αέρα από τεχνίτη παλαιότερα, με ειδικές συσκευές σήμερα, και με κατάλληλους χειρισμούς, η μάζα λαμβάνει τη μορφή κλειστού κυλίνδρου, με πάχος τοιχώματος ίσο προς το πάχος του υαλοπίνακα. Στη συνέχεια αποκόπτονται τα δύο κυρτά άκρα, κόπτεται ο κύλινδρος κατά μία γενέτειρα και ισοπεδούται, όσο είναι ακόμη θερμός, επάνω σε τράπεζα.

Ο τρόπος αυτός μορφοποιήσεως είναι πολύ δαπανηρός και εφαρμόζεται μόνο για κατασκευή αντικειμένων με ιδιαίτερες απαιτήσεις, π.χ. διαφόρων κομψοτεχνημάτων. Συνδυασμός της εμφυσήσεως με ειδικά καλούπια για τη διαμόρφωση της εξωτερικής επιφάνειας, είναι αποδοτικότερος. Στο σχήμα 8.3δ φαίνεται η κατασκευή φιάλης με χρήση ειδικών καλουπιών από χυτοσίδηρο.

Β) Η χύτευση και η **συμπίεση**. Χυτοί υαλοπίνακες κατασκευάζονται με διάστρωση της υαλοζύμης επάνω σε οριζόντιες σιδερένιες τράπεζες. Το φύλλο που διαμορφώνεται συμπιέζεται με κύλινδρους, που κινούνται πάνω σε οδηγούς τοποθετημένους κατά μήκος των δύο πλευρών της τράπεζας. Το ύψος των οδηγών είναι λίγο μεγαλύτερο του προκαθορισμένου πάχους του υαλοπίνακα. Οι χυτοί υαλοπίνακες είναι κατώτερης ποιότητας από τους φυσητούς.

Με συνδυασμό χυτεύσεως και συμπίεσεως κατασκευάζονται ταχύτερα και οικονομικότερα διάφορα δομικά υλικά από γυαλί, όπως π.χ. υαλόλιθοι, υαλόπλακες φωταγωγών και πεζοδρομίων, μονωτικά υλικά κλπ. Στο σχήμα 8.3ε φαίνεται διαγραμματικά η κατασκευή αντικειμένου με την παραπάνω μέθοδο.

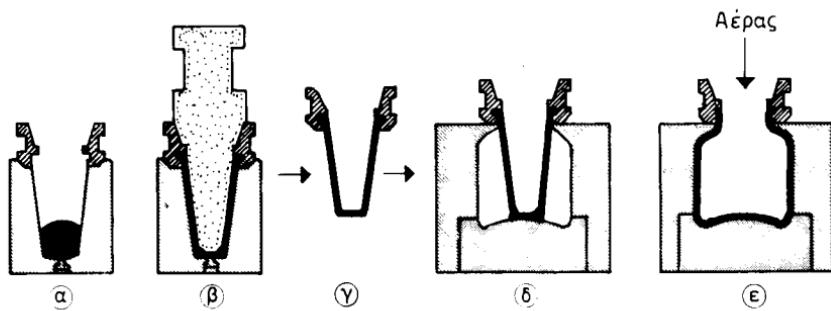
γ) Η κυλίνδρωση. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε όλες τις σύγχρονες εγκαταστάσεις παραγωγής υαλοπινάκων. Είναι ταχύτερη από τις δύο προηγούμενες και έτσι επιτυγχάνεται κόστος πολύ χαμηλότερο. Επίσης, με τον τρόπο αυτό είναι δυνατό να κατασκευασθούν υαλοπίνακες πολύ μεγαλύτερου μήκους. Υστερεί όμως κατά το ότι εμφανίζονται στην επιφάνεια του υαλοπίνακα κυματώσεις, που παρα-



Σχ. 8.3δ.

Κατασκευή φιάλης με εμφύσηση και χρήση καλουπιού.

- α) Υαλοζύμη προσκολλημένη στο άκρο του σωλήνα. β) Αρχίζει η διαμόρφωση με εμφύσηση αέρα. γ) Τοποθέτηση σε κατάλληλο καλούπι. δ) Τελική μορφοποίηση.

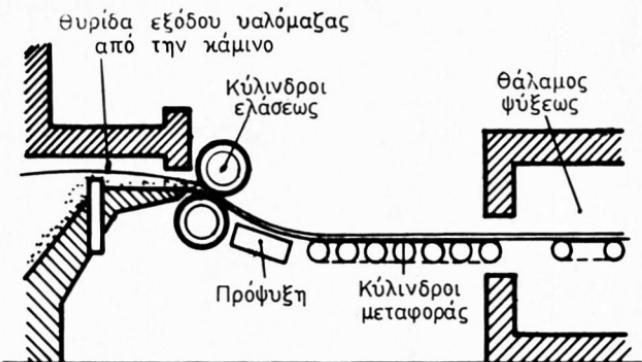


Σχ. 8.3ε.

- Διαδοχικές φάσεις κατασκευής αντικειμένου με τη μέθοδο της χυτεύσεως και συμπίεσεως: α) Υαλοζύμη μέσα σε καλούπι προκαταρκτικής μορφοποίησεως. β) Συμπίεση με έμβολο σχήματος αντίστοιχου προς το καλούπι. γ) και δ) Μεταφορά αντικειμένου που διαμορφώθηκε προσωρινά υπό υψηλή θερμοκρασία και τοποθέτησή του στο τελικό καλούπι. ε) Τελική μορφοποίηση με πεπιεσμένο αέρα.

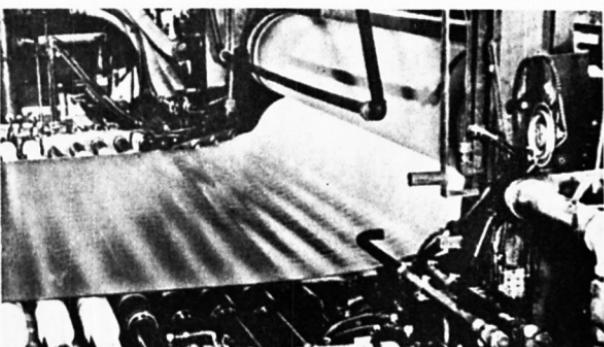
μορφώνουν τα αντικείμενα. Οι κυματώσεις αυτές διακρίνονται ευκρινώς, όταν παρατηρεί κανείς πλαγίως τον υαλοπίνακα. Με την κατάλληλη λείανση όμως των επιφανειών είναι δυνατό να εξαλειφθούν.

Κατά τη μέθοδο αυτή (σχ. 8.3στ) η ρευστή μάζα του γυαλιού χύνεται πάνω σε τραπέζι όπου υπάρχουν δύο κύλινδροι. Το γυαλί διέρχεται μέσω των κυλίνδρων, των οποίων η απόσταση καθορίζει το πάχος του υαλοπίνακα. Το πλάτος του υαλοπίνακα καθορίζεται από το μήκος



Σχ. 8.3στ.

Κατασκευή υαλοπινάκων με τη μέθοδο της κυλινδρώσεως.

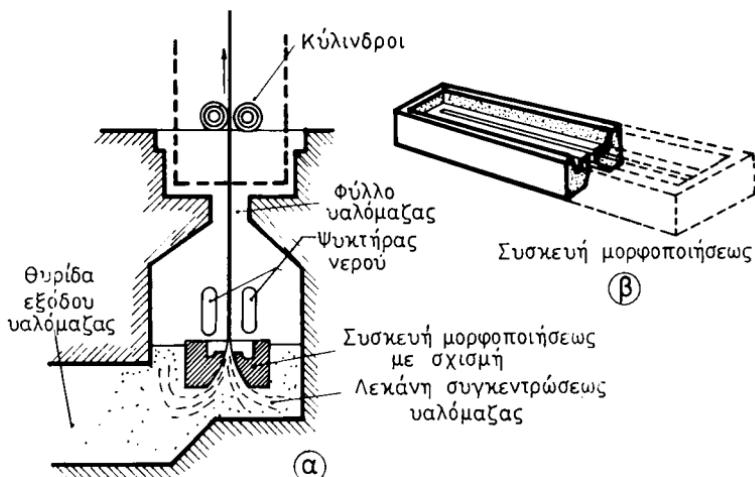


Σχ. 8.3ζ.

Το φύλλο της υαλοζύμης μετά τη διέλευσή του από τους κυλίνδρους, βρίσκεται σε ημιστερεά κατάσταση και κινείται πάνω σε χαλύβδινους κυλίνδρους προς το θάλαμο ψύξεως.

των κυλίνδρων, ενώ μήκος του διαμορφώνεται κατά βούληση (σχ. 8.3ζ). Το πάχος των υαλοπινάκων, που κατασκευάζονται κατά τη μέθοδο αυτή, κυμαίνεται από 3-25 mm (χιλιοστά) και το πλάτος τους από 2-3 m (μέτρα).

δ) Η έλξη. Κατά το σύστημα αυτό παραγωγής υαλοπινάκων (σχ. 8.3η) η υαλοζύμη μετά το πέρας της τήξεως προωθείται βραδέως σε αβαθή λεκάνη που βρίσκεται στη θυρίδα εξόδου της καμίνου. Επάνω στην επιφάνεια της υαλοζύμης τοποθετείται ειδικής μορφής συσκευή από πυρίμαχο υλικό, μήκους 2,00 m και πλάτους 0,50 m [σχ. 8.3η(β)], η οποία στο μέσο φέρει επιμήκη σχισμή. Λόγω της πιέσεως που εξασκείται, η υαλοζύμη ανέρχεται μέχρι τη σχισμή και έτσι δημιουργείται φύλλο πυκνόρρευστου υλικού, το οποίο προσκολλάται κατ' αρχήν πάνω σε σιδερένια ράβδο. Αυτή τοποθετείται κατά την έναρξη της



Σχ. 8.3η.

Μέθοδος κατασκευής υαλοπινάκων με έλξη (μέθοδος Fourcault).

α) Διάταξη της θυρίδας εξόδου της υαλοζύμης. β) Συσκευή μορφοποιήσεως της υαλοζύμης σε φύλλο.

διαδικασίας επάνω στη σχισμή. Η ράβδος ανυψώνεται με κατάλληλη συσκευή και παρασύρει το φύλλο προς τα επάνω. Το φύλλο κινείται μέσω ζεύγους αντιθέτως περιστρεφομένων κυλίνδρων και διαμορφώνεται σε υαλοπίνακες πλάτους 2,00 περίπου μέτρων (όσο το μήκος της σχισμής) και μήκους θεωρητικά απεριόριστου, γιατί είναι συνεχής η κίνηση του φύλλου. Το πάχος του φύλλου εξαρτάται κυρίως από την ταχύτητα έλξεως και δευτερευόντως από το ιξώδες της υαλοζύμης. Στον πίνακα 8.3.1 δίνονται τα πάχη του φύλλου σε συνάρτηση με την ταχύτητα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.3.1

Πάχος του φύλλου υαλοπινάκων σε συνάρτηση με την ταχύτητα έλξεως

Πάχος (σε mm)	Ταχύτητα έλξεως (σε m/h)
1	156-180
2	75-85
3	40-50
4	30-35
5	20-25
6	15-18
7	12-13

Μία παραλλαγή του συστήματος αυτού φαίνεται στο σχήμα 8.3θ, όπου το φύλλο της υαλοζύμης μετά την έξοδό του από τη σχισμή στρέφεται κατά 90° ή 180° και μέσω ιμάντων από αμιάντο και κυλίνδρους οδηγείται προς το θάλαμο ψύξεως (σχ. 8.3ι) και από εκεί προς κοπή και κατεργασία.

ε) Η μέθοδος της επιπλέουσας υαλοζύμης είναι η πιο πρόσφατη μέθοδος μορφοποιήσεως της υαλοζύμης σε υαλοπίνακες.

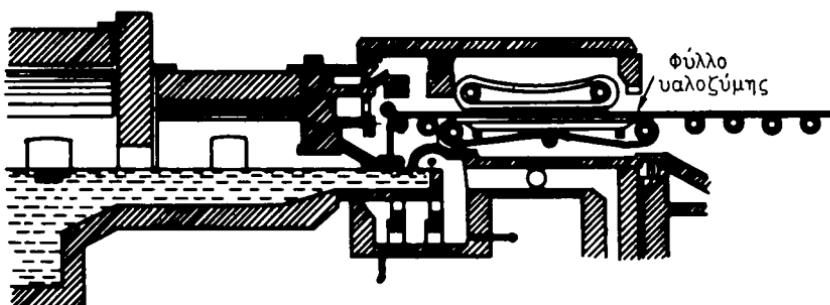
Κατ' αυτήν το φύλλο της υαλοζύμης μετά τη δίοδό του από έλαστρο (σχ. 8.13ια), οδηγείται σε λουτρό λιωμένου κασσιτέρου και κινείται πάνω στην επιφάνεια του μετάλλου. Κατ' αυτόν τον τρόπο η επιφάνεια του υαλοφύλλου που βρίσκεται σε επαφή με το λιωμένο μέταλλο γίνεται απολύτως επίπεδη και λεία.

4) Ψύξη των προϊόντων από γυαλί.

Μετά τη μορφοποίηση ακολουθεί ένα άλλο στάδιο. Η ψύξη των προϊόντων.

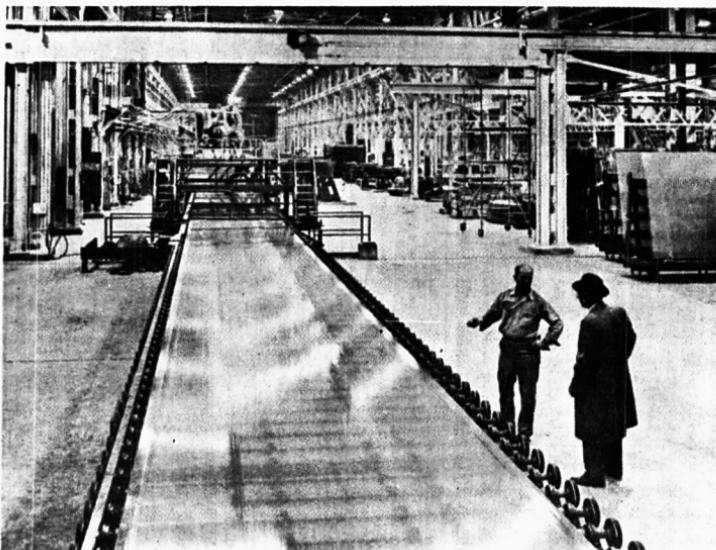
'Όπως ήδη αναφέρθηκε, απότομη ψύξη προκαλεί σοβαρές καταστροφές στα γυάλινα προϊόντα, διότι ψύχονται τα εξωτερικά στρώματα, ενώ το εσωτερικό της μάζας τους διατηρεί την υψηλή του θερμοκρασία. Συνέπεια τούτου είναι η ανάπτυξη ισχυρών εσωτερικών τάσεων, που προκαλούν τη θραύση του αντικειμένου. Είναι φανερό ότι όσο παχύτερο και ογκωδέστερο είναι το αντικείμενο, τόσο ο κίνδυνος θραύσεως είναι μεγαλύτερος. Ο κίνδυνος αυτός αντιμετωπίζεται με τη βραδεία ψύξη. Εφαρμόζονται στην προκειμένη περίπτωση δύο μέθοδοι:

α) Κατά την πρώτη, τα αντικείμενα τοποθετούνται μέσα σε κατάλ-



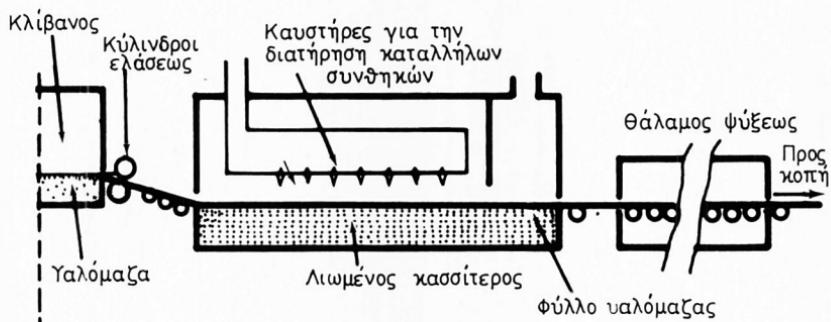
Σχ. 8.3θ.

Γενική διάταξη της περιοχής εξόδου της υαλοζύμης από την κάμινο και διαμόρφωσή της για τη στροφή ρευστού φύλλου κατά 90° .



Σχ. 8.3ι.

Το υαλόφυλλο σε ημιστερεά κατάσταση κινείται πάνω σε σειρά κυλίνδρων προς τους χώρους ψύξεως και επεξεργασίας. Το μήκος της διαδρομής μπορεί να φθάσει τα 200 m.



Σχ. 8.3ια.

Διαγραμματική απεικόνιση κατασκευής υαλοπινάκων με τη μέθοδο «επιπλέουσα ύαλος».

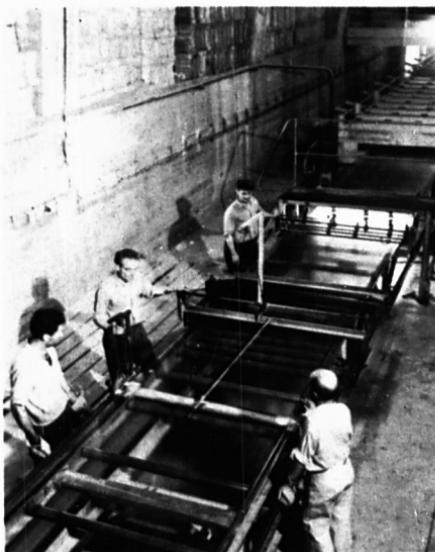
ληλο θάλαμο σε θερμοκρασία $400\text{--}500^{\circ}\text{C}$, όπου αφήνονται επί διάστημα 3 έως 4 ημερών να ψυχθούν. Η μέθοδος αυτή δεν εφαρμόζεται σε εργοστάσια μαζικής παραγωγής, γιατί και χώρος μεγάλος απαιτείται για το θάλαμο και πολύς χρόνος. Γι' αυτό ακολουθείται συνήθως η δεύτερη μέθοδος.

β) Κατασκευάζεται μεγάλη σήραγγα μήκους συχνά 80 m, μέσα στην οποία κινείται βραδύτατα μεταφορική ταινία. Στην είσοδο της σήραγγας επικρατεί η υψηλή θερμοκρασία που έχουν τα υλικά αμέσως μετά τη μορφοποίησή τους. Η θερμοκρασία διαρκώς ελαττώνεται προς το εσωτερικό, για να φθάσει κοντά στην έξοδο στο επίπεδο της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Τα διάφορα υλικά τοποθετούνται πάνω στην κινούμενη ταινία και έτσι μετά την παρέλευση λίγου σχετικά χρόνου (4-12 ώρες) έχουν ψυχθεί τελείως (σχ. 8.3ιβ). Η ταχύτητα διελεύσεως μέσω της σήραγγας είναι ανάλογη προς το είδος και τον όγκο των προς ψύξη αντικειμένων.

5) Μηχανικές επεξεργασίες.

Σε πολλές περιπτώσεις, κυρίως στους υαλοπίνακες, επακολουθεί μετά την ψύξη μηχανική κατεργασία των δύο επιφανειών τους, ώστε να γίνουν εντελώς επίπεδοι και παράλληλοι μεταξύ τους και να εξαλειφθούν τα συνήθη ελαττώματα, που οφείλονται στις κυματώσεις και άλλες παραμορφώσεις. Η κατεργασία αυτή γίνεται είτε στη μία επιφάνεια (υαλοπίνακες απλής λειάνσεως) είτε και στις δύο (υαλοπίνακες διπλής λειάνσεως). Όταν οι υαλοπίνακες προορίζονται για καθρέπτες ή κρύσταλλα βιτρινών, γίνεται συχνά λοξοτόμηση των άκρων (κοινώς μπιζουτάρισμα).

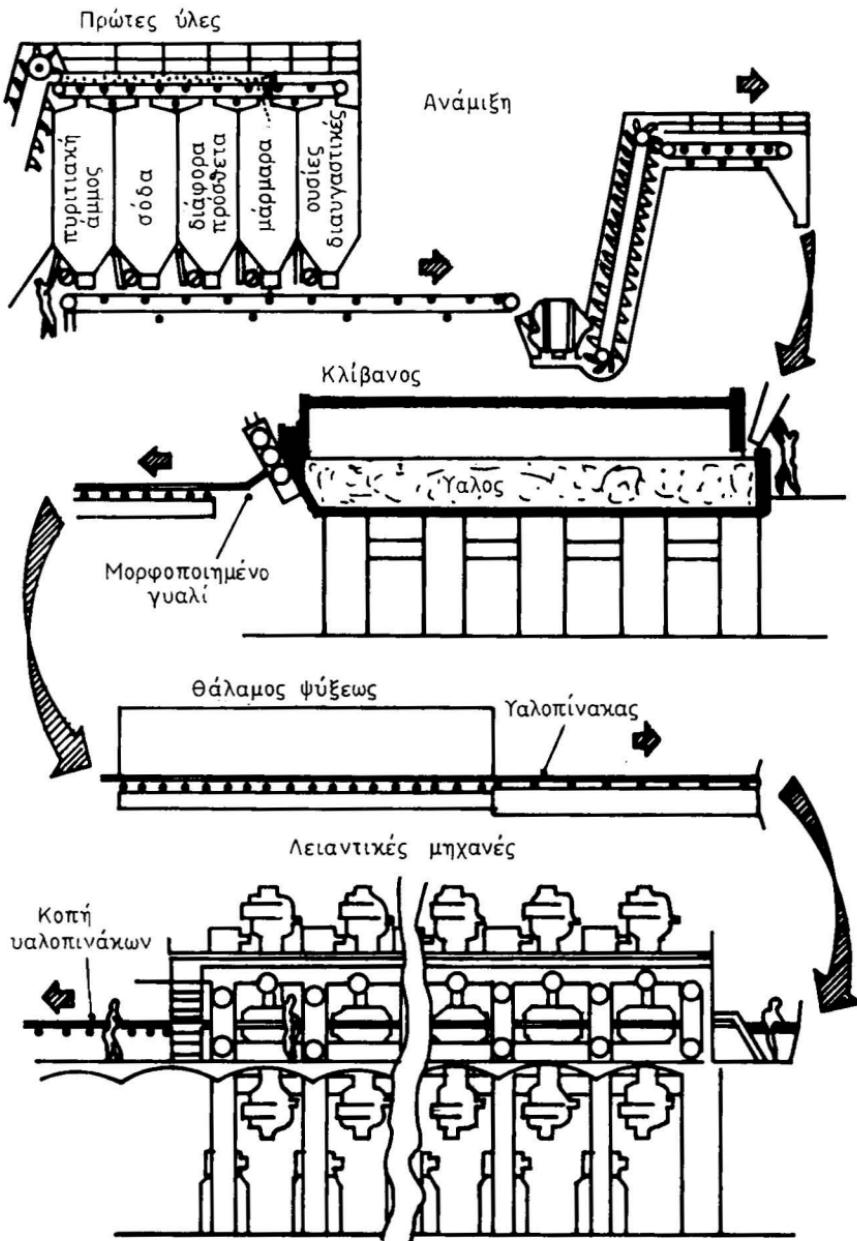
Η λείανση και η στίλβωση των επιφανειών γίνεται με διάφορα λεια-



Σχ. 8.3ιβ.

Συνεχές φύλλο υαλοπίνακα.

Μετά την έξοδό του από το θάλαμο ψύξεως κόβεται σε ορισμένα μεγέθη.



Σχ. 8.3ιγ.

Σχηματικό διάγραμμα της παραγωγικής διαδικασίας για την κατασκευή υαλοπινάκων.

ντικά μέσα (χαλαζιακή άμμος, σμυριδόσκονη, διάφορα πιλήματα) με τη βοήθεια ειδικού τρίφτη από χυτοσίδηρο.

Όταν επιζητείται αδιαφάνεια στους υαλοπίνακες, χρησιμοποιείται η μέθοδος της αμμορριπής. Κατ' αυτήν με εμφύσηση χαλαζιακής άμμου πάνω στην επιφάνεια, καθίσταται αυτή αδρή και κοκκώδης. Έτσι, το φως διασχέται στην επιφάνεια και τα αντικείμενα που είναι πίσω από την επιφάνεια γίνονται δυσδιάκριτα (υαλοπίνακες ματ).

Στο διάγραμμα του σχήματος 8.3ι γίνονται τα μέχρι τώρα λεχθέντα και εμφαίνεται η σειρά της παραγωγικής διαδικασίας που ακολουθείται για την κατασκευή των υαλοπινάκων.

8.4 Κατηγορίες γυαλιών.

Τα γυαλιά διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες είτε από τη άποψη της συνθέσεως είτε από την άποψη των τεχνικών εφαρμογών.

α) Από την άποψη της συνθέσεως διακρίνονται στις εξής κατηγορίες (πίνακας 8.4.1).

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.4.1

Εκατοστιαία αναλογία των συστατικών σε γυαλιά βασικών κατηγοριών

Κατηγορία	SiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	PbO	B ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
Ασβεστονατριούχα	70-75	12-18		13-17			
Μολυβδούχα	12-60				33-38		
Χωρίς αλκάλια ή βοριούχα	60		3-12				
Πυριτικό γυαλί	99,8					3	16

Ο πίνακας παρέχει επίσης την αντίστοιχη περιεκτικότητα κατά κατηγορία των διαφόρων συστατικών σε εκατοστιαίες αναλογίες.

β) Από τεχνική άποψη διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

– **Γυαλί κοινό ή λευκό.** Ανήκει στα ασβεστονατριούχα.

Όταν τα συστατικά του είναι πολύ καθαρά, παρουσιάζει μεγάλη διαφάνεια και είναι άχρωμο.

Είδη υαλοπινάκων από το γυαλί αυτό με εντελώς επίπεδες και λείες επιφάνειες και χωρίς ελαττώματα καλούνται

ημικρύσταλλα. Όταν το πάχος των ημικρυστάλλων είναι αρκετά μεγάλο (πάνω από 5 mm) και οι επιφάνειές του έχουν υποστεί μηχανική επεξεργασία και λείανση, καλούνται **υαλοκρύσταλλα** ή απλώς **κρύσταλλα**. Τα υαλοκρύσταλλα δεν πρέπει να συγχέονται με τα πραγματικά κρύσταλλα, για τα οποία γίνεται λόγος παρακάτω.

- **Γυαλί φιαλών.** Είναι λίγο ή πολύ έγχρωμο, επειδή τα κύρια συστατικά του δεν έχουν καθαρισθεί επιμελώς πριν την ανάμιξή τους. Εκτός των αναφερθέντων στην παράγραφο 8.2 τριών κύριων συστατικών, περιέχει και οξείδια του αργιλίου, του καλίου κ.ά.
- **Κρύσταλλο.** Είναι μολυβδούχο γυαλί, αλλά σε ορισμένα είδη περιέχονται και μικρά ποσοστά άλλων συστατικών. Θεωρείται το καλύτερο είδος γυαλιού και χρησιμοποιείται κυρίως για την κατασκευή καλλιτεχνικών αντικειμένων. Διακρίνεται σε καθαρό κρύσταλλο, βοημικό κρύσταλλο, σκληρό ή πολύ σκληρό κρύσταλλο και σε πολλές άλλες κατηγορίες.
- **Οπτικό γυαλί.** Κατάλληλο για κατασκευή φακών κλπ.
- **Εγχρωμό γυαλί** και
- **ειδικά γυαλιά** κατάλληλα για χημικά εργοστάσια (ουδέτερο γυαλί), γυαλί για θερμόμετρα, γυαλί Jena, γυαλί Pyrex κλπ.

Στον πίνακα 8.4.2 αναφέρονται οι αναλογίες των διαφόρων συστατικών ορισμένων κατηγοριών γυαλιού.

8.5 Ιδιότητες του γυαλιού.

Το γυαλί παρουσιάζει αναπτυγμένες σε μεγάλο βαθμό ορισμένες ιδιότητες, που το καθιστούν πρώτης τάξεως δομικό υλικό. Οι πλέον ενδιαφέρουσες από δομική άποψη είναι:

1) Φυσικές ιδιότητες.

α) Διαφάνεια. Από της φυσικές ιδιότητες, βασικής σημασίας είναι η διαφάνεια. Κανένα άλλο δομικό υλικό εκτός από ορισμένα πλαστικά δεν έχει αυτή την ιδιότητα. Η διαφάνεια εξαρτάται από την καθαρότητα και το είδος των πρώτων υλών που χρησιμοποιήθηκαν και από την επιμέλεια και προσοχή που καταβλήθηκε κατά την κατασκευή του γυαλιού, κυρίως κατά την ψύξη της υαλομάζας. Το κοινό γυαλί είναι διαπερατό από τις ορατές ακτίνες του ηλιακού φάσματος, αλλά αδιαπέραστο από τις υπέρυθρες και υπεριώδεις. Κατασκευάζονται όμως τελευταία

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.4.2
Επαναποτίσια αναλογία των συστατικών διαφόρων καπηλορούν γυαλιού

		SiO ₂	CaO	Na ₂ O	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	B ₂ O ₃	ZnO
A) Κοντά γυαλιά									
1	Πράσινο φιαλών	60-65	13-20	7-15	2-7	1,4 'Ιχνη			
2	Λευκό φιαλών	71-76	5-15	12-18	1-4	0,1			
3	Καθρεπτών	70-73	13-15	10-15	0,5				
4	Υαλοπινάκων I	71-74	10-15	13-17	0,5	0,2			
5	Υαλοπινάκων II	72-75	10-12	12-15	0-1	'Ιχνη			
6	Υαλοπινάκων III	72-74	10-12	12-18	1-2	'Ιχνη			
7	Ηυικρυστάλλων	70-72	14-15	12-15	0-0,4	'Ιχνη			
B) Είδος γυαλιά									
1	Βοημίας	72-76	8-10	0-3	1	-	12-15	-	-
2	Ιένας	70-72	1-2	10-12	5	-	-	12	-
3	Pyrex	74,5	-	4,5	8,2	-	-	12	0,8
4	Durax	75,0	-	3,5	5,5	-	1	15	-

γυαλιά διαπερατά και από τις υπεριώδεις ακτίνες, τα οποία χρησιμοποιούνται σε ειδικές περιπτώσεις.

β) Ειδικό βάρος. Το ειδικό βάρος του κοινού γυαλιού είναι περίπου 2,5, ενώ των καθαρών κρυστάλλων 3,30 και στα πολύ βαριά κρύσταλλα μπορεί να φθάσει την τιμή 6,0. Στο γυαλί, το φαινόμενο και απόλυτο ειδικό βάρος συμπίπτουν, γιατί πρακτικά η μάζα του δεν έχει κενά. Επομένως το φαινόμενο βάρος των γυαλιών που αναφέρθηκαν είναι 2500 kp/m^3 , 3300 kp/m^3 και 6000 kp/m^3 αντίστοιχα.

γ) Αντοχή στη γήρανση και τις χημικές επιδράσεις. Το γυαλί δεν επηρεάζεται από τους ατμοσφαιρικούς παράγοντες και το νερό, επομένως η αντοχή του στη γήρανση είναι πολύ μεγάλη. Μόνο κακής ποιότητας γυαλί που περιέχει μεγάλες ποσότητες αλκαλίων είναι δυνατό να αλλοιωθεί και να θαμπώσει (θολώσει) με την πάροδο του χρόνου (ψώριασμα).

Επίσης δεν καταστρέφεται από τις δραστικές χημικές ενώσεις, δηλαδή τα οξέα και τις βάσεις, ιδιότητα πολύ χρήσιμη σε εφαρμογές βιομηχανικών εγκαταστάσεων.

Εξαίρεση αποτελεί το υδροφθόριο, το οποίο ταχύτατα αποσυνθέτει το γυαλί. Η ενέργεια αυτή του υδροφθορίου χρησιμοποιείται για την κατασκευή υαλοπινάκων ή άλλων γυάλινων αντικειμένων με καλλιτεχνικές παραστάσεις επάνω σ' αυτά. Η επιφάνεια αλείφεται με παραφίνη και πάνω σ' αυτή χαράσσεται το σχέδιο. Ρίχνεται στη συνέχεια διάλυμα υδροφθορίου, το οποίο προσβάλλει μόνο τα τμήματα της επιφάνειας που δεν έχουν καλυφθεί με παραφίνη.

δ) Αγωγιμότητα. Η ηλεκτρική και θερμική αγωγιμότητα του γυαλιού είναι πολύ χαμηλή. Γι' αυτό χρησιμοποιείται για την κατασκευή ηλεκτρομονωτικών και θερμομονωτικών υλικών.

ε) Πορώδες. Είναι μηδενικό για τα αέρια και τα υγρά, δεδομένου ότι το γυαλί στερείται πόρων. Παρατηρείται όμως μικρή διαπερατότητα για ορισμένα διαλύματα πετρελαίου.

2) Μηχανικές ιδιότητες.

α) Αντοχή. Η αντοχή στη θλίψη των συνηθισμένων γυαλιών φθάνει τα 2000 kp/cm^2 και σε ελκυσμό τα 100 kp/cm^2 . Κατασκευάζονται ωστόσο γυαλιά πολύ πιο ισχυρά, με αντοχή σε θλίψη $5000-10000 \text{ kp/cm}^2$ και αντοχή σε εφελκυσμό $500-1000 \text{ kp/cm}^2$.

Η μικρή όμως αντοχή στην κρούση και η απουσία περιοχής διαρροής και πλαστικότητας προκαλούν μεγάλη συγκέντρωση

τάσεων σε επιφανειακές ρωγμές του υλικού με συνέπεια να θραύεται το (από γυαλί) δοκίμιο προτού εξαντληθεί η αντοχή του. Χαρακτηριστικό είναι ότι σε πολύ λεπτές ίνες γυαλιού έχει μετρηθεί αντοχή σε εφελκυσμό ίση με 14000 kp/cm^2 και σε καλώδια από τις ίνες αυτές μετρήθηκε αντοχή ίση με 10500 kp/cm^2 . Λόγω της υψηλής αυτής αντοχής, η οποία πλησιάζει την αντοχή των καλυτέρων χαλύβων, γίνονται προσπάθειες αντικαταστάσεως των χαλυβδίνων καλωδίων με γυάλινα στις κατασκευές από προεντεταμένο σκυρόδεμα.

β) Ελαστικότητα. Το γυαλί είναι σχεδόν απολύτως ελαστικό (όπως το νερό) και δεν παρουσιάζει μόνιμες παραμορφώσεις κατά την επιβολή των εξωτερικών δυνάμεων. Η περιοχή όμως των ελαστικών παραμορφώσεων είναι πολύ μικρή και γι' αυτό τα αντικείμενα από γυαλί παρουσιάζουν πολύ μικρή ευκαμψία. Ωστόσο τελευταία κατορθώθηκε η κατασκευή λεπτών γυάλινων ταινιών εξαιρετικά ευκάμπτων.

γ) Σκληρότητα. Η σκληρότητα του γυαλιού είναι αρκετά μεγάλη. Στην κλίμακα Mohs έχει αριθμό 5. Χαράσσεται από τους πολύ σκληρούς χάλυβες και από το διαμάντι (Mohs 10).

3) Τεχνολογικές ιδιότητες.

Είναι αρκετά αναπτυγμένες και επιτρέπουν εύκολους χειρισμούς και διαμόρφωση της υαλοζύμης σε αντικείμενα οποιουδήποτε σχήματος και διαστάσεων. Αυτό επιτυγχάνεται σε θερμοκρασία 1100° C , όπου το γυαλί βρίσκεται σε κατάσταση εύπλαστης ζύμης. Η υαλοζύμη αυτή χύνεται σε τύπους και με τη βοήθεια πιέσεως μορφοποιείται ή διέρχεται με έλαστρα και λαμβάνει μορφή πλακών και φύλλων. Τέλος με εμφύσηση αέρα μέσα σε ποσότητα υαλοζύμης είναι δυνατό να δημιουργηθούν κοίλα αντικείμενα (π.χ. φιάλες, βάζα). Αξιοσημείωτο είναι ότι το γυαλί παραμένει στην κατάσταση του πολτού για αρκετό χρόνο και εντός μεγάλων θερμοκρασιακών ορίων. Έτσι δεν απαιτείται συχνή αναθέρμανση κατά τη μορφοποίηση της υαλοζύμης.

Στην κανονική θερμοκρασία, το γυαλί δεν είναι ούτε όλκιμο ούτε ελατό και γενικώς δεν είναι δυνατή οποιαδήποτε κατεργασία εκτός από τη λείανση και τη στίλβωση.

8.6 Δομικές εφαρμογές και υλικά από γυαλί.

Το γυαλί λόγω των ιδιοτήτων του που αναφέρθηκαν έχει επιβληθεί ως πρώτης τάξεως υλικό σε πλήθος εφαρμογών.

Έτσι κατασκευάζονται μεταξύ των άλλων μαγειρικά σκεύη

από το ειδικό γυαλί Pyrex, λεπτότατα όργανα των χημικών εργαστηρίων και εξαρτήματα οπτικών οργάνων, οι κοινοί υαλοπίνακες, κρύσταλλα των τηλεσκοπίων και πλήθος διαφόρων χρήσιμων υλικών.

Ειδικότερα ως δομικό υλικό το γυαλί έχει τρία συγκεκριμένα πεδία εφαρμογής:

- Διαχωρίσματα κατακόρυφα ή οριζόντια όπως π.χ. παράθυρα, ημιδιαφανείς τοίχοι, φωταγωγοί, όπου απαιτείται μεν αποκλεισμός του χώρου από τις ατμοσφαιρικές επιρροές, αλλά συγχρόνως επιζητείται η ελεύθερη διέλευση του φυσικού φωτός και η ορατότητα προς το εξωτερικό.
- Διάφορα εξαρτήματα των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων (π.χ. λαμπτήρες, φωτιστικά σώματα, καλύμματα διακοπτών, πρίζων).
- Μονώσεις (θερμικές, ακουστικές, στεγανωτικές κλπ.), προστατευτικές επικαλύψεις και λοιπές εφαρμογές παρόμοιας κατηγορίας.

Παρακάτω εξετάζονται τα κατασκευαζόμενα από γυαλί κυριότερα δομικά υλικά κατά κατηγορίες.

1) Υλικά διαχωρισμάτων.

α) Κοινοί Υαλοπίνακες. Είναι το φθηνότερο είδος υαλοπινάκων. Το πάχος τους είναι 2 mm. Εμφανίζουν οπτικές κυματώσεις (νερά) και χρησιμοποιούνται για συνήθη παράθυρα με μέγιστη διάσταση του πλαισίου κάτω από 0,80 m. Εάν η διάσταση αυτή υπερβαίνει τα 0,80 m, ο κοινός υαλοπίνακας υπάρχει κίνδυνος να σπάσει.

- **Υαλοπίνακες απλής ή διπλής λειάνσεως** με πάχος 3 - 5 mm (ημικρύσταλλα). Δεν παρουσιάζουν οπτικά ελαττώματα. Έχουν μεγαλύτερη διαφάνεια και μεγαλύτερη μηχανική αντοχή. Χρησιμοποιούνται σε παράθυρα οικιών με μεγάλες διαστάσεις πλαισίου ή σε βιτρίνες καταστημάτων (σχ. 8.6α).

- **Υαλοπίνακες με ειδική κατεργασία** άνω των 5 mm, τα λεγόμενα **υαλοκρύσταλλα**. Χρησιμοποιούνται σε βιτρίνες και σε εξωτερικές θύρες πολυτελών οικοδομών.

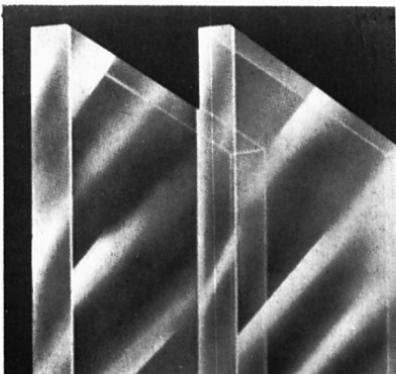
- **Κρύσταλλα από μαλιβδούχο γυαλί** (ή **μαλιβδοκρύσταλλα**). Πολυτελές υλικό χρησιμοποιούμενο για κατασκευή καθρεπτών και σε εξαιρετικές περιπτώσεις για βιτρίνες επίπλων και καταστημάτων (σχ. 8.6β).

- **Υαλοπίνακες ειδικών εφαρμογών.** Οι σπουδαιότεροι από αυτούς είναι:



Σχ. 8.6α.

Υαλοπίνακες 3-5 mm (ημικρύσταλλα) για παράθυρα και εξωστόθυρες μεγάλων σχετικά διαστάσεων.



Σχ. 8.6β.

Κρύσταλλα πάχους $\frac{3}{16}$ " (4,5 mm) και $\frac{1}{32}$ " (5,3 mm).

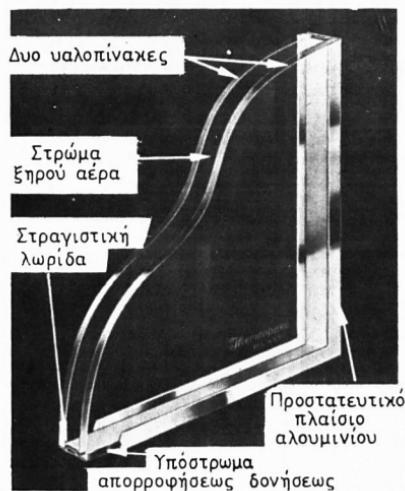
Υαλοπίνακες με ειδική κατεργασία, που επιτρέπουν την είσοδο του φωτός, αλλά εμποδίζουν την ορατότητα απ' έξω.

Υαλοπίνακες που απορροφούν το μεγαλύτερο μέρος της υπέρυθρης ακτινοβολίας του ηλίου, ενώ επιτρέπουν τη δίοδο του φωτός. Είναι κατάλληλοι για εργοστάσια εκτεθειμένα στις ηλιακές ακτίνες επί μεγάλο χρονικό διάστημα.

Διπλοί ή πολλαπλοί υαλοπίνακες με κενό αέρα μεταξύ τους. Ελαττώνουν την θερμική ακτινοβολία κατά 50% έναντι των κοινών υαλοπινάκων και παρουσιάζουν άριστη ηχομόνωση (σχ. 8.6γ).

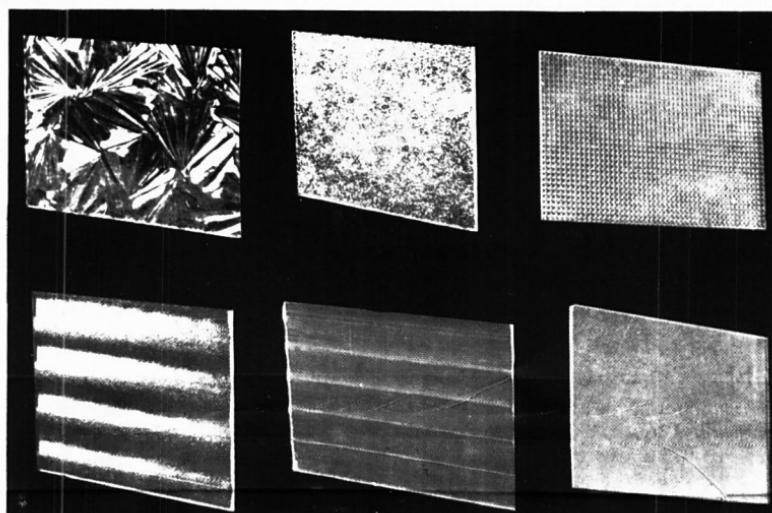
- **Υαλοπίνακες θαυμοί** (ματ). Έχουν πάχος πάνω των 2,5 mm. Η θόλωση επιτυγχάνεται με τη βοήθεια υδροφθορικού οξέος ή αμμορριπής. Η επεξεργασία αυτή γίνεται πάνω στη μια ή και στις δυο επιφάνειες του υαλοπινακα. Χρησιμοποιούνται σε χώρους, που επιζητείται η μείωση της ορατότητας από τα έξω προς τα μέσα και αντιθέτως.

- **Υαλοπίνακες ανάγλυφοι ή διαμαντέ.** Το πάχος τους είναι 3 - 6 mm. Η μια επιφάνειά τους φέρει ανάγλυφα διάφορα γεωμετρικά ή άλλα σχέδια (σχ. 8.6δ και 8.6ε), τα οποία αποτυπώθηκαν πάνω σ' αυτή με τύπωση (στάμπωμα) κατά την πρώτη φάση της κατασκευής και ενώ ακόμη το υαλόφυλλο ήταν μαλακό.



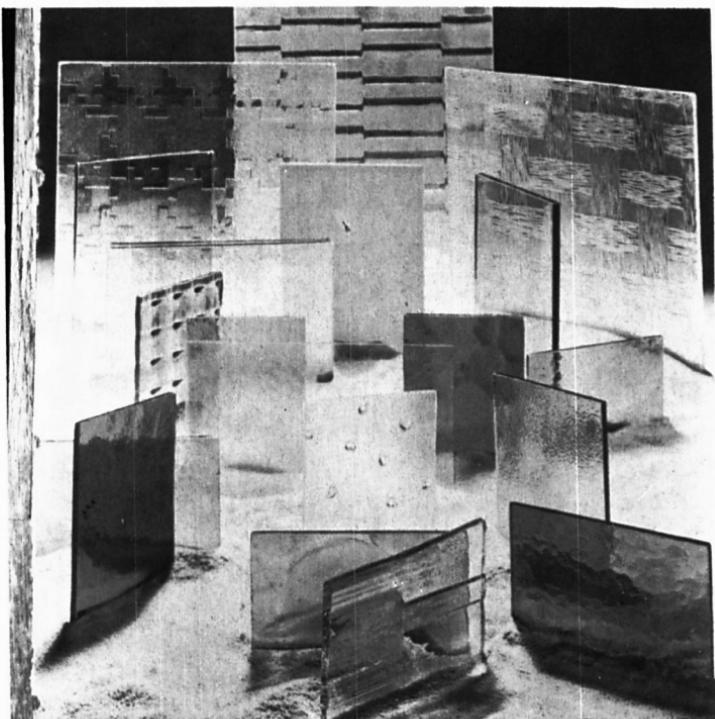
Σχ. 8.6γ.

Διπλοί υαλοπίνακες, όπου το μεταξύ των δύο πινάκων κενό, γεμάτο ξηρό αέρα, αποτελεί άριστο μονωτικό ήχου.



Σχ. 8.6δ.

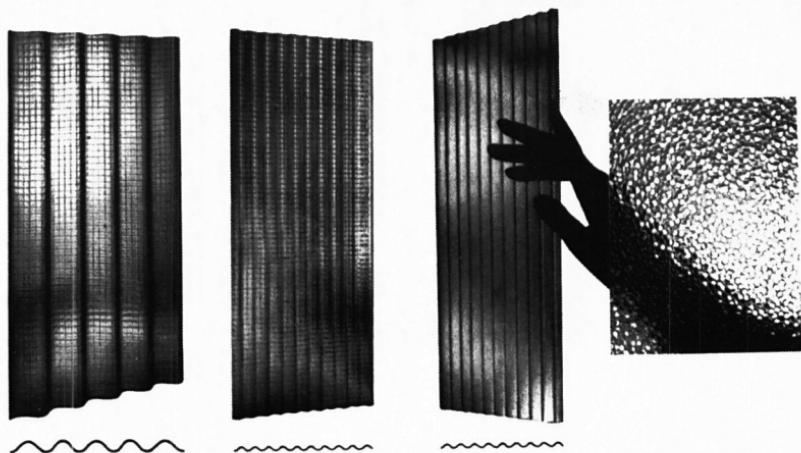
Διάφοροι τύποι υαλοπινάκων διαμαντέ.



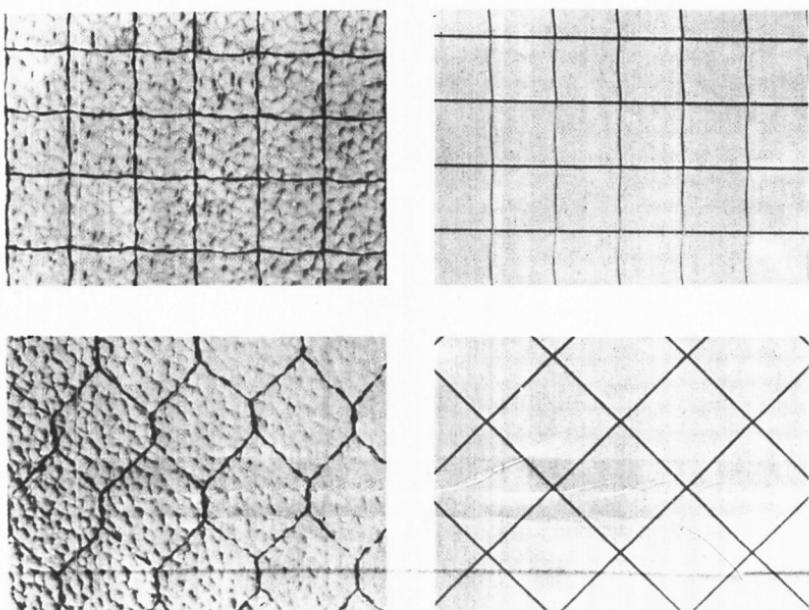
Σχ. 8.6ε.

Υαλοπίνακες με διάφορα ανάγλυφα σχέδια.

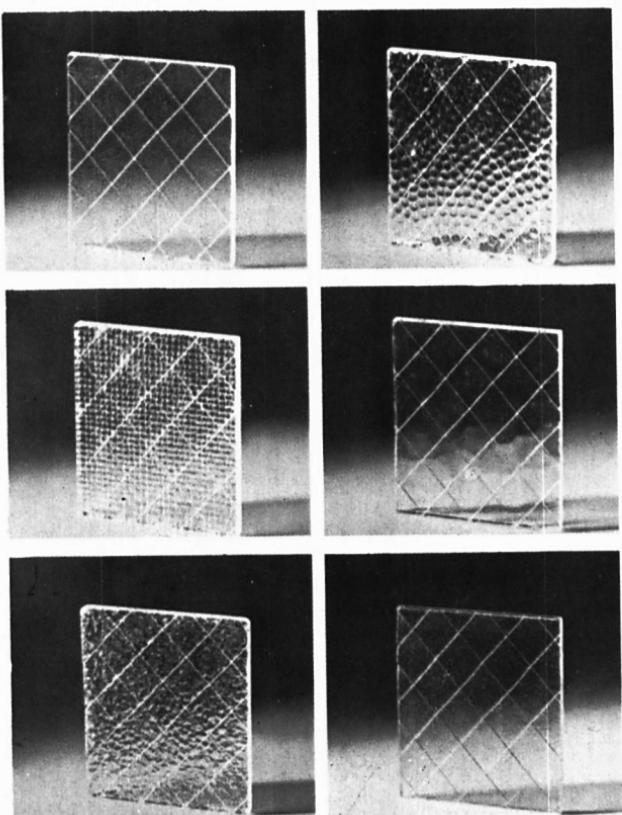
- **Υαλοπίνακες αυλακωτοί** (σχ. 8.6στ). Και οι δύο τους επιφάνειες είναι αυλακωτές.
- **Υαλοπίνακες οπλισμένοι.** (σχ. 8.6ζ και 8.6η). Στο μέσο του πάχους τους φέρουν πλέγμα από χαλύβδινα σύρματα που ενσωματώνεται στην υαλομάζα κατά τη διάρκεια της μορφοποιήσεώς της. Επειδή ο συντελεστής γραμμικής διαστολής του γυαλιού και του χάλυβα είναι περίπου ο ίδιος, οι υαλοπίνακες αυτοί χρησιμοποιούνται ευρύτατα σε **αντιπυρικά** διαχωρίσματα, γιατί αντέχουν ικανοποιητικά σε μεγάλης διάρκειας πυρκαγιές. Πρόσθιο πλεονέκτημα των υαλοπινάκων αυτών είναι ότι δεν θραύσονται εύκολα από κρουστικές δυνάμεις και δεν θρυμματίζονται.
- **Σύνθετοι υαλοπίνακες.** Αποτελούνται από δύο λεπτά φύλλα γυαλιού, που με συμπίεση ενσωματώνονται σε



Σχ. 8.6στ.
Αυλακωτοί υαλοπίνακες.
Σύγκρισή τους με υαλοπίνακα διαμαντέ (άκρο δεξιά).



Σχ. 8.6ζ.
Τύποι οπλισμένων υαλοπινάκων.



Σχ. 8.6η.

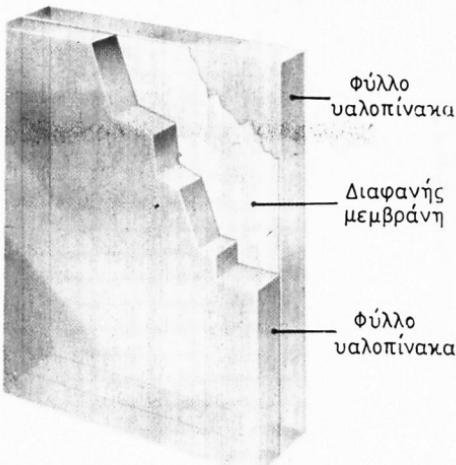
Απλοί και διαμαντέ υαλοπίνακες οπλισμένοι με λεπτά σύρματα.

ένα, αφού τεθεί προηγουμένως μεταξύ τους λεπτότατο φύλλο φωτοδιαφανούς ύλης (π.χ. plexiglass). Οι υαλοπίνακες αυτοί δεν θρυμματίζονται, όταν υποστούν κρούση. Απλώς χαράσσονται (ραγίζουν) (σχ. 8.6θ).

- Εγχρωμοί υαλοπίνακες. Κατασκευάζονται όπως οι κοινοί ή οι ημικρυσταλλικοί, αλλά στην υαλοζύμη προστίθεται μια ένωση μετάλλου, ανάλογα με το επιζητούμενο χρώμα.

Από αυτούς κατασκευάζονται υαλοπίνακες με απεικονήσεις (vitraux) κυρίως για εκκλησίες και πολυτελείς οικοδομές (σχ. 8.6ι).

- Τέλος κατασκευάζονται ύστερα από ειδική θερμική κατεργασία υαλοπίνακες με μεγάλη αντοχή στις κρού-

**Σχ. 8.6θ.**

Σύνθετοι υαλοπίνακες.

Διακρίνεται η διαφανής μεμβράνη, που παρεμβάλλεται μεταξύ των δύο φύλλων.

**Σχ. 8.6ι.**

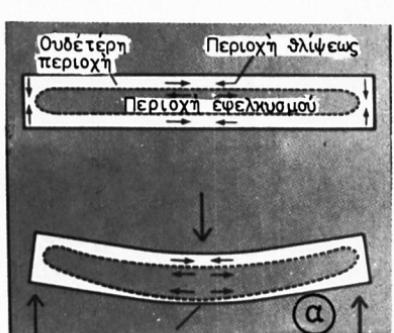
Απεικονίσεις επάνω σε παράθυρα με έγχρωμα τεμάχια γυαλιού.

σεις και τις άλλες επιπονήσεις. Σε περίπτωση εξαιρετικά ισχυρών κρούσεων δεν θραύονται σε μεγάλα τεμάχια, αλλά μετατρέπονται σε μικρά σφαιρικής μορφής θραύσματα (σχ. 8.6ια). Χρησιμοποιούνται εκεί, που υφίσταται κίνδυνος τραυματισμού προσώπων από τη θραύση των υαλοπινάκων.

β) Υαλόπλακες και υαλόπινθοι (υαλότουβλα). Εκτός από

τους πάστης φύσεως υαλοπινάκες, που αναφέραμε παραπάνω, κατασκευάζονται και άλλα υλικά διαχωρισμάτων, κατ' απομίμηση των ήδη γνωστών τεχνητών λίθων. Η εφαρμογή τους όμως είναι πολύ περιορισμένη, γιατί παρουσιάζουν σχετικά μικρή αντοχή σε κρούσεις και μικρή ικανότητα προσφύσεως με τα κονιάματα. Επίσης έχουν υψηλότερο κόστος από τους τεχνητούς λίθους. Τα σπουδαιότερα, κατά σειρά χρήσεως, από τα υλικά αυτά είναι:

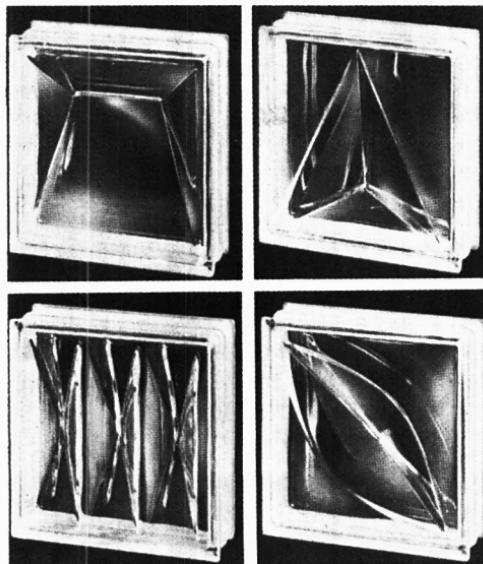
– **Υαλόπλακες** (σχ. 8.6ιβ) και **υαλόπινθοι** (σχ. 8.6ιγ). Έχουν τετραγωνική κάτοψη με εγκοπές και προεξοχές στην άνω επιφάνεια. Τοποθετούνται πάνω σε σιδερένιο σκελετό ή ενσωματώνονται σε πλάκες από σκυρόδεμα. Χρησιμοποιούνται σε πεζοδρόμια για τον φωτισμό υπογείων χώρων που βρίσκονται κάτω από αυτά, σε κατα-



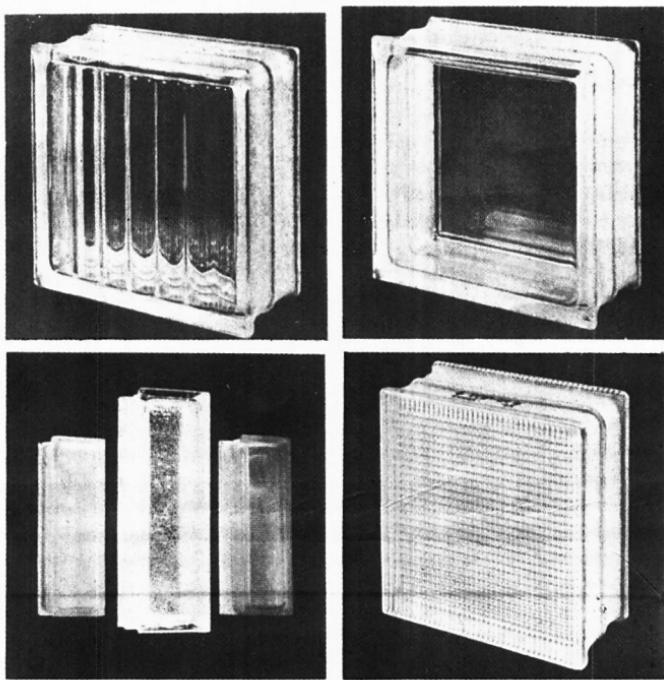
Σχ. 8.6ια.

Υαλοπινάκες ασφαλείας ειδικής επεξεργασίας:

- Στο μέσο του υαλοπινάκα δημιουργείται μια υπό τάση (εφελκυσμού) περιοχή, ενώ σε έπαφή προς αυτήν αναπτύσσονται τάσεις θλίψεως. Έτσι κατά την κάμψη οι κάτω ίνες εφελκύονται και αναπτύσσονται τάσεις εφελκυσμού, οι οποίες όμως σχεδόν μηδενίζονται λόγω της προϋπάρχεως τάσεων θλίψεως. β) Εάν ο υαλοπινάκας σπάσει, μετατρέπεται στα εικονιζόμενα μικρά θραύσματα, τα οποία δεν μπορούν να τραυματίσουν πρόσωπα, που τυχόν βρίσκονται γκοντά.



Σχ. 8.6ιβ.
Διάφοροι τύποι υαλοπλακών.



Σχ. 8.6ιγ.
Διάφοροι τύποι υαλολίθων.

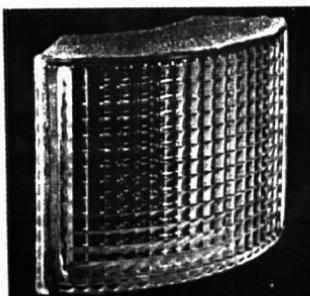
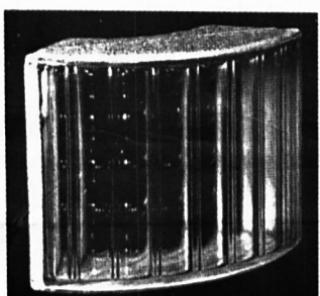
κόρυφους διαχωριστικούς τοίχους ή σε οριζόντιες πλάκες.

- **Κύβοι και κύλινδροι από γυαλί** (σχ. 8.6ιδ). Έχουν μορφή πρίσματος ή κυλίνδρου και είναι εσωτερικά κοίλοι. Διαστάσεις κατόψεως 10×10 cm ή 15×15 cm ή διάμετρος $d = 10-15$ cm. Τοποθετούνται και αυτοί πάνω σε σιδερένιο σκελετό ή συνδυάζονται με το σκυρόδεμα και χρησιμοποιούνται όπως οι υαλοπίνακες.
- **Κέραμοι από γυαλί.** Έχουν τη μορφή και τις διαστάσεις των παρομοίων υλικών που προέρχονται από άργιλο. Η χρήση τους όμως είναι πολύ περιορισμένη.
- **Πλακίδια από γυαλί.** Πάχος 2-3 cm και διαστάσεις επιφάνειάς τους 20×20 cm ή 30×30 cm. Κατασκευάζονται σε διάφορους χρωματισμούς και χρησιμοποιούνται για επενδύσεις τοίχων.

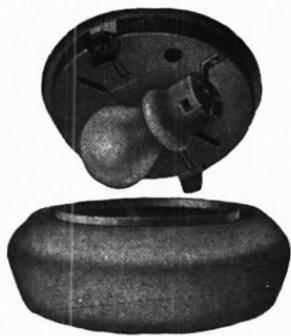
2) Υλικά ηλεκτρικών δικτύων.

Το δεύτερο πεδίο εφαρμογής αναπτύχθηκε χάρη στη μεγάλη ηλεκτρομονωτική ικανότητα και τις διηλεκτρικές ιδιότητες του γυαλιού. Για τις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις κατασκευάζονται τα παρακάτω υλικά:

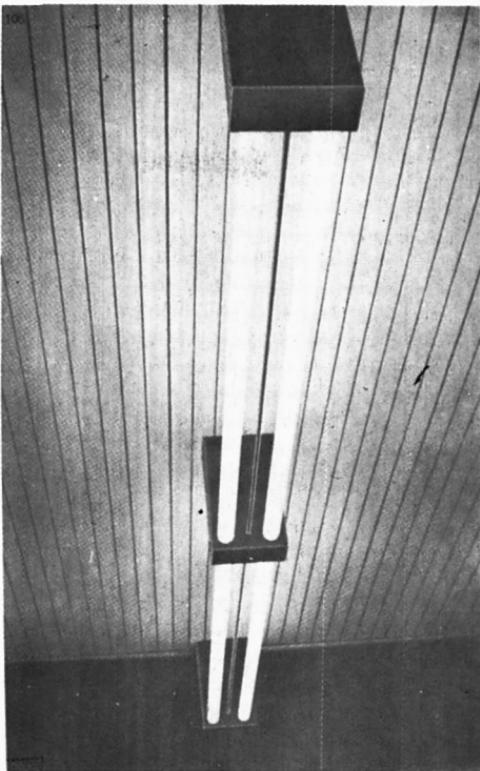
- α) Λαμπτήρες.** Κοινοί, σχήματος σφαιρικού, διαφανείς ή έγχρωμοι (σχ. 8.6ιε) και σωληνωτοί φθορισμού, διαφανείς ή γαλακτώδεις (σχ. 8.6ιστ).
- β) Ανακλαστήρες φωτός.** Αντανακλούν το φως και το συγκεντρώνουν σε ορισμένη επιφάνεια.
- γ) Καλύπτρες** φωτιστικών σωμάτων από γαλακτώδες γυαλί τοποθετούμενες πάνω σε τοίχους ή σε οροφές ή αναρτημένες. Τα σχήματα και οι ποιότητές τους ποικίλλουν (σχ.



Σχ. 8.6ιδ.
Υαλόλιθοι κυκλικού τομέα.



Σχ. 8.6ιε.
Κοινός λαμπτήρας με την καλύπτρα του.



Σχ. 8.6ιστ.
Σωληνωτοί λαμπτήρες.

8.6ιζ και 8.6ιη). Σκοπός της χρησιμοποιήσεως των καλυπτρών είναι η διάχυση και η ομοιογενής κατανομή του φωτός στο φωτιζόμενο χώρο.

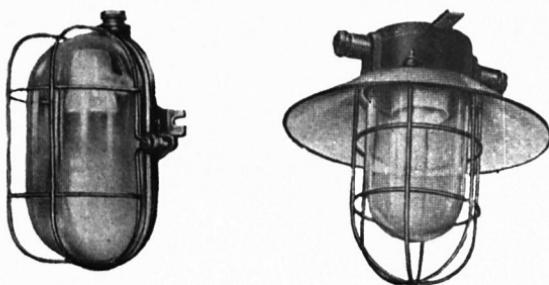
δ) *Καλύμματα διακοπών*, σημείων λήψεως ρεύματος (πρίζες), πλάκες ηλεκτρικών πινάκων κλπ. και

ε) πλήθος εξαρτημάτων, πυκνωτών, ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών κυκλωμάτων κλπ.

3) Μονωτικά υλικά από γυαλί.

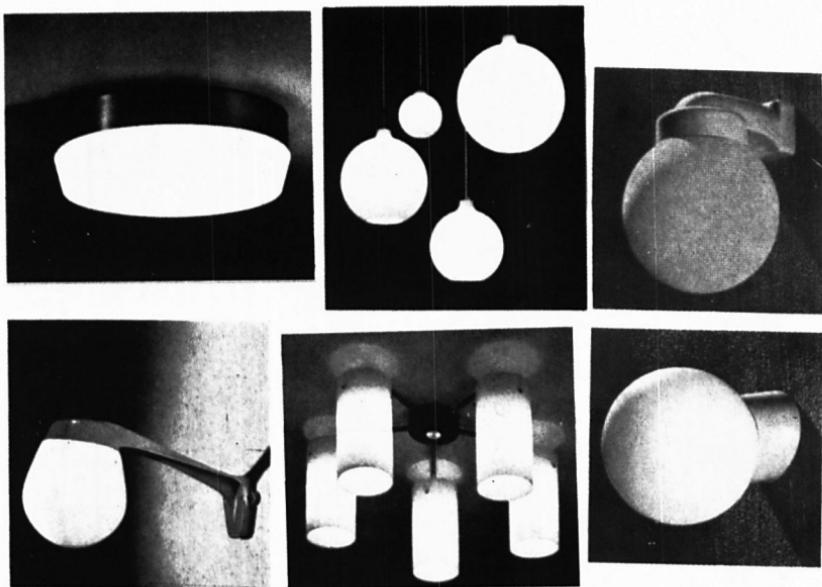
Στο τρίτο πεδίο εφαρμογής περιλαμβάνονται υλικά από γυαλί, που με διάφορες μορφές χρησιμοποιούνται για μονώσεις, προστατευτικές επικαλύψεις κλπ.

α) Για θερμική ή ακουστική μόνωση έναντι υψηλών ή χαμηλών θερμοκρασιών χρησιμοποιείται το γυαλί υπό δύο μορφές:



Σχ. 8.6ιζ.

Καλύπτρες προστατευόμενες από μεταλλικό πλέγμα.



Σχ. 8.6ιη.

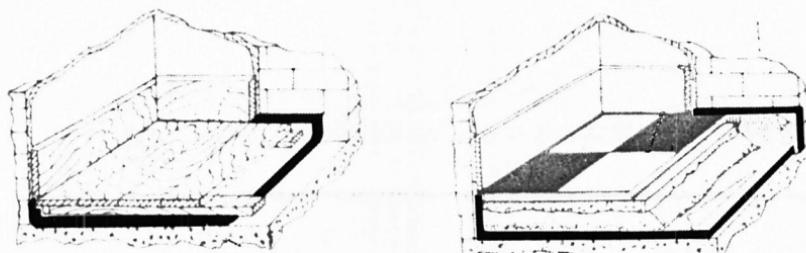
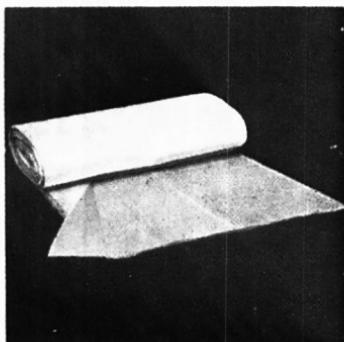
Καλύπτρες φωτιστικών σωμάτων διαφόρων τύπων.

- Ινάδες γυαλί (ο γνωστός υαλοβάμβακας ή υαλόμαλλο). Οι ίνες του γυαλιού κατασκευάζονται ως εξής: Διοχετεύεται η ρευστή υαλοζύμη σε ταχέως περιστρεφόμενους δίσκους και λόγω της φυγόκεντρης δυνάμεως, διασκορπίζεται σε λεπτές ίνες διαμέτρου 0,03-0,008 mm. Οι ίνες με μικρή πίεση μετατρέπονται σε ελαφρές πλάκες και ταινίες διαφόρων παχών. Στο εμπόριο φέρονται

ως υαλοπίλημα με πάχος μέχρι 1 cm, υαλοπάπλωμα με πάχος 2-4 cm, συγκολλημένα υαλοκαλύμματα σωλήνων διαφόρων διαμέτρων κλπ. (σχ. 8.6ιθ, 8.6κ, 8.6κα). Το φαινόμενο βάρος των υλικών αυτών κυμαίνεται ανάλογα με την πίεση που έχουν υποστεί από 30-150 kp/m³.

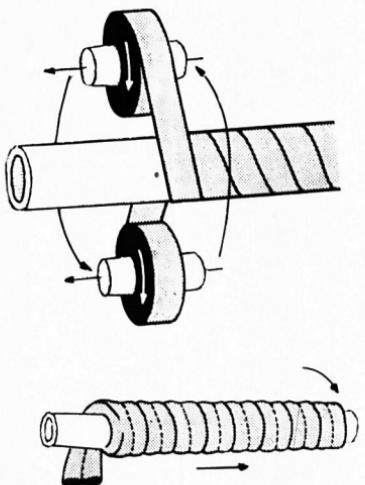
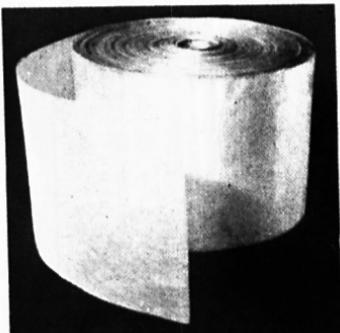
Ο συντελεστής θερμοαγωγιμότητας των υλικών αυτών είναι εξαιρετικά χαμηλός.

Είναι άκαυστα όπως ο αμιάντος και δεν χάνουν την μονωτική τους ικανότητα στις υψηλές θερμοκρασίες, όπως συμβαίνει με τα περισσότερα από τα άλλα μονωτικά υλικά. Αντέχουν στις χημικές επιδράσεις και δεν απορροφούν υγρασία (μη υγροσκοπικά υλικά). Χρησιμοποιούνται ως έκ τούτου ευρύτατα για θερμικές μονώσεις οικοδομών, ψυκτικών χώρων, λεβήτων και των



Σχ. 8.6ιθ.

Υαλοπίλημα που χρησιμοποιούνται για θερμική και ακουστική μόνωση πατωμάτων.



Σχ. 8.6κ.

Λωρίδες από ίνες γυαλιού που χρησιμοποιούνται για τη θερμική μόνωση σωλήνων μεταφοράς ζεστού νερού ή άλλων υγρών.



Σχ. 8.6κα.

Υαλοπάπλωμα που τοποθετείται στο εσωτερικό αεροπλάνου για θερμική και ηχητική μόνωση.

σωληνώσεων μεταφοράς θερμού ύδατος. Επίσης μικρού πάχους υαλοπίλημα χρησιμοποιείται, όπως θα δούμε παρακάτω για την παρασκευή ενισχυμένων πλαστικών υλικών που εφαρμόζονται σε επικαλύψεις με μονωτικές επενδύσεις.

- ***Κυψελωτό γυαλί.*** Περιέχει στη μάζα του μεγάλο αριθμό κυψελών γεμάτων από αέρα, οι οποίες διαχωρίζονται μεταξύ τους από λεπτό διάφραγμα γυαλιού. Κατασκευάζεται σε μεγάλα τεμάχια που κόβονται συνήθως με σιδηροπρίονο στις επιθυμητές διαστάσεις. Το φαινόμενο βάρος του υλικού αυτού είναι 140 kp/m^3 περίπου. Χρησιμοποιείται για θερμομονωτικές επενδύσεις, κυρίως ταρατσών.

β) Για την προστασία δοχείων και δεξαμενών από χάλυβα ή χυτοχάλυβα έναντι της επιρροής των χημικών ουσιών, το γυαλί χρησιμοποιείται υπό μορφή προστατευτικού δέρματος. Δημιουργείται δηλαδή με κατάλληλες μεθόδους επάνω στην προς προστασία επιφάνεια υαλώδες σμάλτο, το οποίο ανάλογα με το πάχος του, τις τυχόν κακοτεχνίες και το είδος της χημικής ουσίας, προστατεύει μερικώς έως πλήρως το μέταλλο από τη διάβρωση.

γ) Μια άλλη μορφή γυαλιού που έχει διάφορες δομικές χρήσεις, είναι η ***υδρύαλος***. Σε υγρή μορφή το γυαλί είναι γνωστό ως υδρύαλος ή ρευστό γυαλί. Παρασκευάζεται όπως το γυαλί από χαλαζιακή άμμο και ανθρακικό κάλιο (ποτάσα) ή νάτριο με αντίστοιχες αναλογίες 55-56% και 45-35%. Σε θερμοκρασία περίπου 1500°C οι ύλες αυτές έχουν τακεί προς ομοιογενές διαφανές υλικό, που σβήνεται σε νερό και καθίσταται διαλυτό σε αυτό. Αυτό ονομάζεται ***διάλυμα της υδρυάλου***, καθίσταται δε περισσότερο πυκνό και λαμβάνει ελαιώδη σύσταση μετά την εξάτμιση του νερού. Τα διαλύματα της υδρυάλου που κυκλοφορούν στο εμπόριο περιέχουν συνήθως 30-40% υδρύαλο. Η βασική ιδιότητα της υδρυάλου, στην οποία στηρίζονται οι κυριότερες εφαρμογές της είναι η διάσπαση και η στερεοποίηση που υφίσταται, όταν έρθει σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα. Δημιουργείται τότε υαλώδες υπόστημα με συγκολλητικές ιδιότητες που στερεοποιείται με το χρόνο.

Εκτός των βιομηχανικών χρήσεών της, όπως π.χ. στη σαπουνοποιία, χαρτοποιία, βιομηχανία μαστίχας, η υδρύα-

λος έχει και δομικές εφαρμογές. Έτσι χρησιμοποιείται γιά:

- Την αύξηση της σκληρότητας, στεγανότητας και αντοχής στις τριβές διαφόρων κονιαμάτων και φυσικών ή τεχνητών λίθων.
- Την παρασκευή λιθόκολλας. Μίγμα ασβεστολιθικής σκόνης με υδρύαλο αποτελεί πρώτης τάξεως κόλλα για φυσικούς ή τεχνητούς λίθους.
- Την ενίσχυση των οδοστρωμάτων και την ελάττωση της σκόνης που παράγεται από την τριβή.
- Την παρασκευή ειδικών χρωμάτων που προορίζονται κυρίως για βαφή επιφανειών από τσιμεντοκονιάματα και
- την προστασία των ξύλων από την καταστρεπτική ενέργεια διαφόρων μυκήτων και βακτηριδίων.

8.7 Έλεγχος της ποιότητας του γυαλιού και προστασία του.

Πιο κάτω περιγράφεται μόνο ο έλεγχος της ποιότητας των υαλοπινάκων, επειδή αυτοί αποτελούν την κυριότερη δομική εφαρμογή του γυαλιού. Οι υαλοπίνακες πρέπει πριν από την τοποθέτησή τους να ελέγχονται τόσο από ποιοτική άποψη, όσο και από άποψη διαστάσεων. Ιδιαίτέρως πρέπει να ελέγχεται το πάχος τους.

Καλής ποιότητας υαλοπίνακες δεν πρέπει να έχουν φυσαλίδες, στίγματα οφειλόμενα σε κόκκους ενσωματωμένους στη μάζα τους, εξογκώματα πάνω στην επιφάνειά τους και αρυχές από τριβή με σκληρά υλικά. Δεν πρέπει να παρουσιάζουν έντονες κυματώσεις, που παραμορφώνουν τη θέα των αντικειμένων που βρίσκονται από πίσω. Σε περίπτωση υπάρξεως κυματώσεων οι υαλοπίνακες πρέπει να τοποθετούνται έτσι, ώστε οι κυματώσεις να είναι κάθετες και όχι οριζόντιες.

Το πάχος τους ελέγχεται με τη μέτρηση δέκα υαλοπινάκων που τοποθετούνται ο ένας πάνω στον άλλο και με εξαγωγή του μέσου όρου του πάχους. Σε υαλοπίνακα που έχει τοποθετηθεί, ο προσδιορισμός του πάχους γίνεται πρακτικά με υπολογισμό της αποστάσεως μεταξύ των δύο ειδώλων, που σχηματίζει ένα αντικείμενο (φύλλο χαρτιού ή ένα μολύβι) πάνω στις δύο επιφάνειες του υαλοπίνακα.

Όσον αφορά την προστασία των υαλοπινάκων, πρέπει να ληφθεί υπόψη η μικρή αντοχή τους στις κρούσεις, πράγμα που επιβάλλει τη μετακίνηση και τοποθέτησή τους με προσοχή. Επίσης πρέπει να αποφεύγεται η τριβή με σκληρά υλικά, γιατί δημι-

ουργούνται επιφανειακές ρωγμές που ελαττώνουν τη διαφάνεια.

Ως προς τη συντήρηση, απλώς απαιτείται συχνός καθαρισμός από τη σκόνη και τις άλλες ουσίες, που συνήθως περιέχονται στην ατμόσφαιρα και μάλιστα βιομηχανικών περιοχών.

Η χρήση οπλισμένων υαλοπινάκων είναι ατυχής εάν δεν ληφθεί πρόνοια απομονώσεως του μεταλλικού πλέγματος του οπλισμού στα ελεύθερα άκρα του υαλοπίνακα. Αυτό, γιατί ο ατμοσφαιρικός αέρας προκαλεί σκουριά του σιδήρου, οπότε αυξάνεται ο όγκος του, με αποτέλεσμα τη θραύση του γυαλιού που τον περιβάλλει.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

ΤΑ ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

9.1 Εισαγωγή.

1) Γενικά.

Σ' αυτή την κατηγορία ανήκει πλήθος υλικών, που το μόνο κοινό χαρακτηριστικό τους είναι η ιδιάζουσα δομή των μορίων των βασικών πρώτων υλών, από τις οποίες κατασκευάζονται. Τα χαρακτηριστικά τους και οι ιδιότητές τους διαφέρουν τόσο πολύ μεταξύ τους, ώστε εκ πρώτης όψεως φαίνεται περίεργο, γιατί κατατάσσονται στην ίδια κατηγορία.

Το πρώτο βασικό υλικό, που χρησιμοποιήθηκε στις τεχνικές εφαρμογές, είναι ο **βακελίτης** (1909). Από τότε παρήχθη πλήθος άλλων πλαστικών υλικών και βελτιώθηκε σημαντικά η ποιότητά τους. Τα τελευταία 50 χρόνια κατάκτησαν πρωτεύουσα θέση σε πολλά πεδία εφαρμογών και παραμέρισαν υλικά, που χρησιμοποιούνταν από πολύ παλιά. Σήμερα υπάρχουν προοπτικές για ευρύτερες εφαρμογές, δεδομένου ότι νέα πλαστικά υλικά με αυξημένο βαθμό εκδηλώσεως ορισμένων ιδιοτήτων προσφέρονται διαρκώς.

2) Προέλευση και πρώτες ύλες.

Τα πλαστικά είναι καθαρά βιομηχανικά υλικά που συνίστανται:

- Από **φυσικές** ή **συνθετικές ρητίνες**, οι οποίες δίνουν στο πλαστικό υλικό τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του, και
- από μια ή περισσότερες **συμπληρωματικές** ουσίες (οργανικές ή ανόργανες), που αυξάνουν ή ελαττώνουν το βαθμό εκδηλώσεως των διαφόρων ιδιοτήτων των υλικών αυτών.

- a)** Οι ρητίνες, φυσικές ή συνθετικές, ανήκουν σε μια μεγάλη κατηγορία χημικών ενώσεων και έχουν την ιδιότητα να σκληρύνονται, όταν υποστούν την επίδραση διαφόρων εξωτερικών παραγόντων. Η αύξηση ή ελάττωση της θερ-

μότητας, η πίεση, το φως, ο αέρας, είναι μερικοί από τους παράγοντες αυτούς.

- 8)** Οι συμπληρωματικές ουσίες χρησιμοποιούνται για να τροποποιήσουν ή να βελτιώσουν τις ιδιότητες της ρητίνης ή και απλώς να υποβοηθήσουν την ενεργοποίηση και πλήρη ανάπτυξη των ιδιαιτέρων χαρακτηριστικών της. Διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

– **Πλαστικοποιητικές.**

– **Καταλύτες.**

– **Χρωστικές.**

– **Προσμίξεις και ενισχυτικά υλικά** διαφόρων ειδών.

Η επιρροή κάθε μιας από τις παραπάνω ουσίες επί του τελικού προϊόντος είναι διαφορετικής φύσεως. Πρέπει μάλιστα από τώρα να διευκρινισθεί ότι δεν είναι απαραίτητο να συμμετέχουν όλες αυτές οι ουσίες στην παρασκευή ενός πλαστικού υλικού. Υπάρχουν πολλά πλαστικά, που αποτελούνται μόνο από μια ή περισσότερες ρητίνες, άλλα που αποτελούνται από ρητίνες και πλαστικοποιητικές ουσίες και άλλα που απαιτούν ουσίες από όλες τις κατηγορίες. Εκείνο που καθορίζει τη χρησιμοποίηση ή μη των ουσιών αυτών, είναι οι ιδιότητες της χρησιμοποιούμενης ρητίνης, η χρήση για την οποία προορίζεται το υπό κατασκευή πλαστικό υλικό και οι ιδιαιτέρες ιδιότητες, που επιθυμούμε να έχει αυτό.

1) Οι πλαστικοποιητικές ουσίες χρησιμοποιούνται για να προσδώσουν πλαστικότητα, σε όσες ρητίνες δεν έχουν την ιδιότητα αυτή ή την έχουν σε πολύ περιορισμένο βαθμό, οπότε δεν είναι δυνατή η κατασκευή χυτών αντικειμένων.

2) Οι καταλύτες είναι χημικές ενώσεις, που αναμιγνύονται με τις ρητίνες και τις καθιστούν ικανές να εκδηλώσουν ορισμένες ιδιότητες. Δυνατό επίσης να χρησιμοποιούνται μόνο για να επιταχυνθεί ή να επιβραδυνθεί η σκλήρυνση των ρητινών.

3) Οι χρωστικές είναι διάφορα οργανικά ή ανόργανα χρώματα, που χρησιμοποιούνται όταν απαιτείται χρωματισμός του τελικού προϊόντος.

4) Οι διάφορες προσμίξεις και τα **ενισχυτικά** σώματα είναι πάσης φύσεως ουσίες ή υλικά. Χρησιμοποιούνται για τη μεταβολή ή τη βελτίωση των ιδιοτήτων των ρητινών. Επίσης χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με τις ρητίνες για την κατασκευή αντικειμένων και υλικών οποιασδήποτε

μορφής και σχήματος. Τέλος χρησιμεύουν στην κατασκευή υλικών που προορίζονται για εντελώς ειδικές χρήσεις. Σε πολλές περιπτώσεις συμβάλλουν στην ελάττωση του κόστους του προϊόντος, χάρη στην πολύ μικρότερη έναντι των ρητινών τιμή τους.

Οι προσμίξεις μπορεί να χρησιμοποιηθούν υπό μορφή σκόνης ή μικρών κόκκων (π.χ. ξυλάλευρο, ροκανίδια, χαρτοπολτός, σκόνη μετάλλων, φελός, σκόνη αμιάντου ή άλλων πετρωμάτων και ορυκτών), υπό μορφή ινών (π.χ. υφάνσιμες ίνες, ίνες αμιάντου, υαλοβάμβακας, βαμβάκι), υπό μορφή λεπτών φύλλων (π.χ. χάρτης, διάφορα υφάνσιμα, καπλαμάδες από ξύλο, μεταλλικά φύλλα), υπό μορφή συρμάτων και πλεγμάτων από διάφορα μέταλλα και υπό ποικίλες άλλες μορφές.

9.2 Χαρακτηριστικά των πλαστικών.

Τα υλικά της κατηγορίας των πλαστικών παρουσιάζουν μεταξύ τους τεράστιες διαφορές ως προς την κατάσταση (στερεά ή υγρή) και τη μορφή, με τις οποίες χρησιμοποιούνται, όσο και ως προς τις ιδιότητες που εκδηλώνουν.

Κατασκευάζονται υφάνσιμες ίνες, βερνίκια, χρώματα, συνδετικά υλικά (κόλλες), υλικά διαποτισμού άλλων σωμάτων (κυρίως ξύλου και χαρτιού), καουτσούκ, μονωτικά έναντι του ήχου, της υγρασίας, της θερμότητας, του ηλεκτρισμού, στερεά σώματα με διαφάνεια πολύ μεγαλύτερη από το γυαλί και στερεά σώματα τελείως αδιαφανή, υλικά με αυξημένες μηχανικές ιδιότητες (μεγάλη αντοχή στον εφελκυσμό και τη θλίψη, μεγάλη σκληρότητα και πλήθος άλλων υλικών).

Όλα αυτά τα υλικά φαίνονται τόσο διαφορετικά μεταξύ τους, ώστε δύσκολα είναι δυνατό να τα κατατάξουμε στην ίδια κατηγορία. Εντούτοις, έχουν μερικά κοινά χαρακτηριστικά μη διακρινόμενα εκ πρώτης όψεως, τα οποία αποτελούν το κριτήριο της υπαγωγής των υλικών αυτών στην κατηγορίαν των πλαστικών. Τα κυριότερα των χαρακτηριστικών αυτών είναι δύο:

a) Η φυσικοχημική σύνθεση των βασικών συστατικών τους, δηλαδή των ρητινών.

Το μόριο των ρητινών (το στοιχειώδες δηλαδή ποσό της ύλης, που έχει τις ίδιες ιδιότητες με το τελικό υλικό) αποτελείται από πολλά μικρότερα μόρια μιας άλλης τελείως διαφορετικής ουσίας. Ο αριθμός των επί μέρους αυτών μορίων μπορεί να φθάσει τις εκατοντάδες χιλιά-

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.2.1
Μοριακό βάρος μερικών πλαστικών ουσιών (ρητίνων)

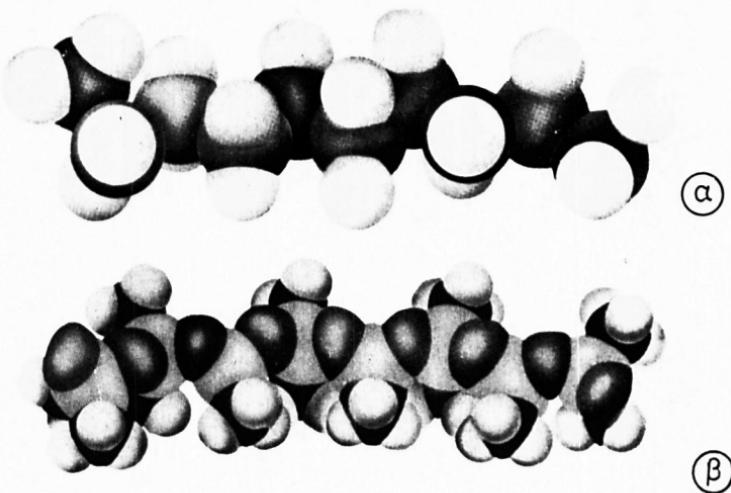
a/a	Ρητίνη	Μοριακό βάρος
1	Οξεική κυτταρίνη εμπορίου	45 000 - 100 000
2	Νιτρική κυτταρίνη επικαλύψεων	40 000 - 100 000
3	Νιτρική κυτταρίνη για χυτά υλικά	300 000 - 800 000
4	Αιθυλική κυτταρίνη	43 000 - 109 000
5	Φυσικό ελαστικό	150 000 - 220 000
6	Βιομηχανοποιημένο ελαστικό	50 000 - 80 000
7	Φυσική κυτταρίνη ξύλου	300 000 - 500 000
8	Καθαρή κυτταρίνη ξύλου	100 000 - 200 000
9	Αναγεννημένη κυτταρίνη	70 000 - 100 000
10	Πολυαμίδες (νάιλον)	15 000 - 30 000
11	Πολυστυρένιο	80 000 - 400 000

δες (πίνακας 9.2.1). Τα μικρά αυτά μόρια συνδέονται μεταξύ τους κατά διάφορους τρόπους και σχηματίζουν ένα μεγαλομόριο ή μακρυμόριο (σχ. 9.2a), το οποίο είναι το μόριο της ρητίνης. Σε αντίθεση με τα παραπάνω, το μόριο των υλικών που έχουν μελετηθεί ως τώρα, αποτελείται από ένα ή το πολύ μερικές δεκάδες μορίων της αυτής όμως φυσικοχημικής συστάσεως με το τελικό υλικό (σχ. 9.2β).

Η νέα ύλη, δηλαδή η ρητίνη που αποτελείται από μεγαλομόρια, καλείται **πολυμερές** και είναι τελείως διαφορετική από την ύλη, την οποία αντιπροσωπεύουν τα αρχικά απλά μόρια και η οποία καλείται **μονομερές**. Και όχι μόνο αυτό, αλλά είναι δυνατό να κατασκευασθούν με απλά μόρια της ίδιας ουσίας περισσότερα από ένα διαφορετικά μεγαλομόρια, των οποίων οι ιδιότητες εξαρτώνται από τον αριθμό των απλών μορίων και τον τρόπο, που αυτά θα συνδεθούν μεταξύ τους. Π.χ. από απλά μόρια αιθυλενίου, που είναι αέριο, κατασκευάζονται μεγαλομόρια πολυαιθυλενίου, το οποίο, όπως θα δούμε παρακάτω, μπορεί να είναι υγρό διαβροχής ή στερεό σώμα. Επίσης από μόρια ισοπρενίου, που είναι υγρό, κατασκευάζονται μεγαλομόρια, που αποτελούν το συνθετικό καουτσούκ.

Η κυτταρίνη, η μετάξι (μετάξι) και το καουτσούκ συνίστανται από φυσικά μεγαλομόρια. Η ινώδης κατασκευή του ξύλου οφείλεται στα μακρυμόρια της κυτταρίνης. Τα υλικά αυτά αποτέλεσαν την αφετηρία και τα πρότυπα για την κατασκευή με χημικές μεθόδους των συνθετικών μεγαλομορίων και κατ' επέκταση των πλαστικών υλικών.

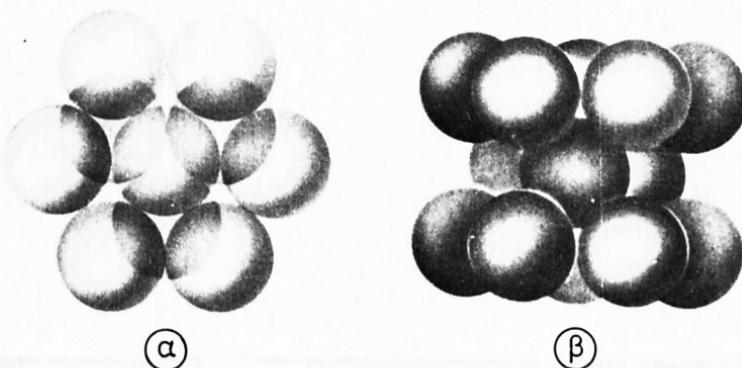
β) Σε ένα στάδιο της παρασκευής τους τα υλικά αυτά έχουν



Σχ. 9.2α.

Στερεομετρική παράσταση τμήματος μεγαλομορίου.

- α) Το μεγαλομόριο αυτό ανήκει στη συνθετική ρητίνη πολυαιθυλένιο και αποτελείται από μόρια αιθυλενίου (αερίου της σειράς των ακορέστων υδρογονανθράκων). Το μόριο του αιθυλενίου έχει δύο άτομα άνθρακα (σκούρες σφαίρες) και τέσσερα άτομα υδρογόνου (λευκές σφαίρες), συνδεμένα ανά δύο με κάθε άτομο άνθρακα ($H_2C = HC_2$). β) Το μόριο αυτό ανήκει στη συνθετική ρητίνη σιλικόνη. Αποτελείται από μόρια, το καθένα από τα οποία έχει ένα άτομο πυριτίου (γκρι χρώμα), ένα άτομο οξυγόνου (σκούρο χρώμα), δύο άτομα άνθρακα (μαύρο χρώμα) και έχι ατόμα υδρογόνου (λευκό χρώμα).



Σχ. 9.2β.

Σχηματική παράσταση μορίου κρυσταλλικού σώματος.

Εκδηλώνει τις ίδιες ιδιότητες με τα μόρια (σφαίρες στο σχήμα), από τα οποία αποτελείται: α) Κάτοψη. β) Πλάγια άψη.

το κοινό χαρακτηριστικό ότι μεταπίπτουν υπό την ενέργεια θερμότητας ή πιέσεως ή και των δύο συγχρόνως, σε κατάσταση πλαστικότητας. Στην κατάσταση αυτή είναι δυνατή η μορφοποίησή τους με χύτευση ή πίεση μέσα σε τύπους.

Από την ιδιότητα αυτή έλαβαν τα εξεταζόμενα υλικά την ονομασία **πλαστικά**, αν και πολλά από αυτά χρησιμοποιούνται προτού φθάσουν στην κατάσταση της πλαστικότητας, όπως π.χ. τα συνδετικά (κόλλες), τα χρώματα, τα υλικά διαβροχής κ.ά.

Από τα δύο αναφερθέντα βασικά χαρακτηριστικά μπορούμε να ορίσουμε ότι: **Πλαστικά καλούνται τα υλικά, που έχουν κύριο συστατικό μια φυσική ή συνθετική ρητίνη, και που είναι δυνατόν, υπό κατάλληλες συνθήκες πιέσεως και θερμοκρασίας, να μορφοποιηθούν, χωρίς να χάσουν το σχήμα τους, όταν παύσουν να υφίστανται οι πιο πάνω συνθήκες.**

9.3 Εξέλιξη των πλαστικών υλικών.

Στην περιοχή της εφαρμοσμένης Χημείας γίνονταν για πολύ καιρό προσπάθειες για την ανακάλυψη νέων ουσιών, που να πληρούν ορισμένες προϋποθέσεις και να έχουν ιδιότητες κατάλληλες, ώστε να μπορούν να καλύψουν εντελώς ειδικές απαιτήσεις των διαφόρων δραστηριοτήτων του ανθρώπου. Οι ερευνητές επεδίωκαν κυρίως την απομόνωση των φυσικών μεγαλομορίων και στη συνέχεια την παρασκευή συνθετικών μεγαλομορίων.

Οι πρώτες ανακαλύψεις των χημικών στην περιοχή των ρητίνων ήταν κατά κανόνα συμπτωματικές. Δεν έγιναν όμως εξαρχής αντιληπτές οι εξαιρετικές ιδιότητες των υλικών αυτών. Μέχρι το τέλος του προηγούμενου αιώνα ανακαλύφθηκαν αρκετές ενώσεις με μεγαλομόρια, χωρίς όμως πρακτική εφαρμογή.

Για πρώτη φορά στις ΗΠΑ άρχισε η βιομηχανική παραγωγή **σελλουλοΐτη**, μιας πλαστικής ύλης με βάση την κυτταρίνη. Στη συνέχεια βγήκε η καζεΐνη από το γάλα και το 1909 παρήχθη βιομηχανικώς, πάλι στη Β. Αμερική, το πρώτο καθαρά συνθετικό πλαστικό υλικό, ο **βακελίτης**, με την αντίδραση φαινόλης και φορμαλδεΰδης υπό κατάλληλες συνθήκες πιέσεως και θερμοκρασίας. Το όνομα **βακελίτης** ελήφθη από τον παρασκευαστή του, αμερικανό χημικό L.H. Baekeland.

Από τότε σημειώθηκε εκπληκτική πράγματι εξέλιξη. Ήδη πριν από τον πρώτο παγκόσμιο πόλεμο νέα πλαστικά υλικά

προστέθηκαν στα ήδη υπάρχοντα, όπως το συνθετικό ελαστικό, τα πλαστικά της οξεικής κυτταρίνης, των ακρυλικών εστέρων κλπ. Παρασκευάζονται στη συνέχεια οι ρητίνες της ουρο-φορμαλδεϋδης, το συνθετικό υλικό του οξεικού πολυβινυλίου, τα συνθετικά ελαστικά με βάση το βουταδιένιο και το ισοπρένιο, διάφορα υλικά υπό μορφή φύλλων, ράβδων, ταινιών κλπ. του χλωριούχου πολυβινυλίου. Το 1942 παράγεται το πολυαιθυλένιο και το επόμενο έτος οι σιλικόνες. Το 1962 παρήχθησαν οι εποξικές ρητίνες, το πολυπροπυλένιο και οι φαινοξικές ρητίνες.

Επίσης από το 1889 άρχισαν να παράγονται τεχνητές ίνες με κατάλληλη επεξεργασία της κυτταρίνης του ξύλου (ραιγιόν ή τεχνητή μέταξα). Το 1935 παράγεται το τεχνητό έριο (λανιτάλ) από την καζεΐνη και το 1940 το νάιλον, που θεωρείται ένα από τα πλέον επιτυχημένα συνθετικά πλαστικά.

Αλλά οι προσπάθειες των βιομηχανιών παραγωγής πλαστικών δεν σταματούν εδώ. Συνεχώς διοχετεύονται στην αγορά νέα είδη με καλύτερες ιδιότητες και είναι πολύ δύσκολο να προβλέψει κανείς ποιο θα είναι το τέλος αυτής της προσπάθειας, αφού οι δυνατότητες των συνθετικών πολυμερών είναι απεριόριστες.

Στον πίνακα 9.3.1 αναφέρονται οι κυριότερες πλαστικές ύλες, το έτος ενάρξεως της βιομηχανικής παραγωγής τους και μερικές από τις συνηθέστερες χρήσεις τους.

Τα πλαστικά ως δομικό γενικά υλικό μόλις τα τελευταία πενήντα έτη άρχισαν να καταλαμβάνουν προέχουσα θέση μεταξύ των άλλων δομικών υλικών.

Κατ' αρχήν χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή διαφόρων ηλεκτρικών συσκευών και εξαρτημάτων (βακελίτης), ως και για την προστασία και μόνωση των ηλεκτρικών αγωγών στις εσωτερικές εγκαταστάσεις. Ακολούθως εισήχθησαν στη βιομηχανία του ξύλου, όπου χρησιμοποιήθηκαν και χρησιμοποιούνται είτε ως συγκολλητικά (στο κόντρα-πλακέ), είτε ως πρώτη ύλη για την κατασκευή τεχνητής ξυλείας, και τέλος στη βιομηχανία των χρωμάτων και των βερνικιών. Οι πρόσφατες εφαρμογές τους αναφέρονται σε υλικά μονώσεως κατά του ήχου και της θερμότητας, υλικά επιστρώσεως δαπέδων και τοίχων, υλικά διακοσμητικών στοιχείων και υλικά διαφόρων χρήσεων, που προέρχονται από συνδυασμό πλαστικών με λεπτά φύλλα μετάλλου ή ξύλου. Τέλος κατάκτησαν την πρώτη θέση στο πεδίο της προστασίας των κατασκευών από τις πάσης φύσεως χημικές επι-

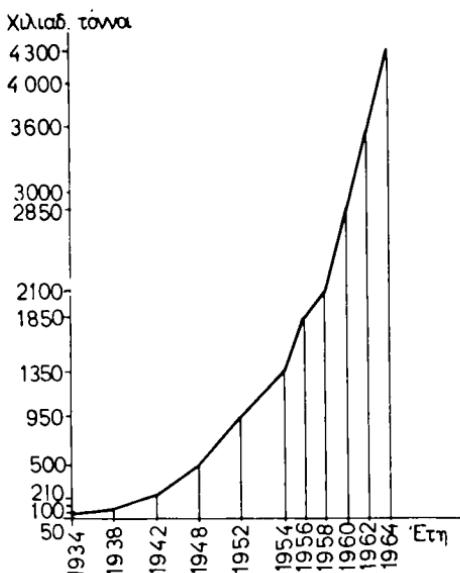
ΠΙΝΑΚΑΣ 9.3.1

Ιστορική εξέλιξη της παρασκευής πλαστικών ουσιών (ρητίνων) και κυριότερες εφαρμογές στην παρασκευή πλαστικών υλικών

Πλαστικές ουσίες	1860 1870 1890 1900 1910 1920 1930 1940 1950 1960 1970	Εφαρμογές
α) Παράγωγα κυτταρίνης		Σκελετοί γυαλιών-Διαφανή και αδιαφανή φύλλα - Τεχνητά δέρματα Οργάνα σχεδιάσεως - Γυαλιά ασφάλειας - Χτένια - Παιχνίδια Ηλεκτρικές μονώσεις - Σελοφάν - Τημῆτα αυτοκινήτων Σωλήνες αρδεύσεων Αυτόματες πένες και μολύβια
1. Νιτρική κυτταρίνη (σελουλούιτης)		
2. Οξεική κυτταρίνη		
3. Αλκαλικυτταρίνη ή αιεψιλή κυτταρίνη		
4. Οξειβουτυρική κυτταρίνη		
5. Προπινοκυτταρίνη		
β) Παράγωγα πρωτεΐνων		Κόλλες - Τεχνητό μαλλί
6. Καζεΐνη (γαλάτιθος)		
γ) Παράγωγα χημικών ουσιώσεων		Βακελίτης - Ηλεκτρικές συσκευές - βερνίκια Υαλώματα - χρώματα - διακόπτες Ηλεκτρικές συσκευές Οικιακά σκεύη - Φυλλόμορφα υλικά (φορμάκια) Ισχυρές κόλλες Εσωτερικά χωρίσματα - καρότσες αυτοκινήτου
7. Φαινολοφορμαλδεύδη		
8. Αλκυδία		
9. Ουροφορμαλδεύδη		
10. Μελαμίνη-φορμαλδεύδη		
11. Εποξικές ρητίνες		
12. Πολυυεστέρες		
δ) Συνθετικές ρητίνες		Ηλεκτρικές μονώσεις- καλυπτικά επιφανειών - πλακίδια μειοπτώσεων Κόλλες - Μονωτικά θερμότητας Υγρά διαβροχής - καλυπτικά επιφανειών - δίσκοι μουσικής - μονωτικά Οικιακά σκεύη - ηλεκτρικές εφαρμογές
13. Χλωριούχο πολυβινύλιο		
14. Οξεικό πολυβινύλιο		
15. Χλωριοξικό πολυβινύλιο		
16. Πολυυστυρένιο		
17. Ακεταλικό πολυβινύλιο		
18. Ακρυλικές ρητίνες		
19. Πολυαιθυλένιο		
20. Πολυαμίδες (νάλον)		
21. Σιλικόνες		
22. Φθοριούχος άνθρακας		
23. Πολυουρεθάνη		
24. Ρητίνες ακετάλης		
25. Πολυπροπυλένιο		
26. Πολυανθρακικές ρητίνες		
27. Χλωριούχος πολυαιθέρεας		
28. Φαινοξικές ρητίνες		

δράσεις και διαβρώσεις, όπου λόγω της χημικής αδράνειάς τους αποδείχθηκαν αναντικατάστατα.

Η μεγάλη σημασία που δίνεται στα πλαστικά για τις πάσης φύσεως ανάγκες του ανθρώπου, εμφαίνεται στο διάγραμμα του σχήματος 9.3α. Το διάγραμμα αυτό απεικονίζει την εξέλιξη της παραγωγής πλαστικών ουσιών στις ΗΠΑ, που είναι η μεγαλύτερη χώρα παραγωγής του κόσμου. Εντός 30ετίας η παραγωγή αυξήθηκε από 45 000 t σε 4 300 000 t. Η παγκόσμια παραγωγή εντός 8ετίας αυξήθηκε από 3 600 000 t (1956) σε 12 200 000 t (1964).



Σχ. 9.3α.

Διάγραμμα της εξελίξεως της παραγωγής πλαστικών υλικών μεταξύ των ετών 1934 και 1964 στις ΗΠΑ.

9.4 Κατάταξη και διαίρεση των πλαστικών.

Λόγω της μεγάλης ποικιλίας των χρησιμοποιουμένων πρώτων υλών, της πολυμορφίας τους, της χημικής ανομοιογένειας, των πολλαπλών ιδιοτήτων που εκδηλώνουν και της ευρύτητας των εφαρμογών τους, τα πλαστικά υλικά είναι δύσκολο να ταξινομηθούν βάσει ενιαίου συστήματος.

Ανάλογα με τη σκοπιά, από την οποία τα εξετάζει κανείς,

είναι δυνατό να γίνει κάποια ταξινόμηση, η οποία θα υποβοηθήσει τη μελέτη τους.

1) Κατάση με βάση την προέλευση.

Με βάση την προέλευσή τους, δηλαδή το είδος των πρώτων υλών, από τις οποίες παράγονται, διαιρούνται στις παρακάτω κατηγορίες:

α) Φυσικά πλαστικά. Βρίσκονται ελεύθερα στη φύση και χρησιμοποιούνται, αφού προηγουμένως υποβληθούν σε ελαφρά επεξεργασία. Πλαστικά αυτού του είδους είναι:

- Το φυσικό ελαστικό, που προέρχεται από τη ρητίνη ορισμένου είδους δένδρων.
- Οι φυσικές ή ορυκτές γόμες (γιούτα, ρητίνες κ.ά.).
- Οι φυσικές άσφαλτοι.
- Το ορυκτό καουτσούκ.
- Τα κέρατα, τα όστρακα, το ελεφαντοστό κλπ.

β) Πλαστικά από μεταποίηση. Κατασκευάζονται από φυσικά μεγαλομόρια ή από παράγωγα διαφόρων φυσικών ουσιών, οι οποίες υφίστανται ορισμένες χημικές κατεργασίες. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται:

- Προϊόντα επεξεργασίας διαφόρων πρωτεΐνων, όπως π.χ. της καζεΐνης του γάλακτος και της σόγιας, τα οποία φέρονται υπό το γενικό όνομα «τεχνητά κέρατα».
- Διάφορα παράγωγα της κυτταρίνης του ξύλου και του βαμβακιού, όπως π.χ. ο σελλουλοϊτης (νιτρική κυτταρίνη που πλαστικοποιήθηκε με καμφορά), το σελόν (τριοδική κυτταρίνη), η ιβορίνη, το γυαλί της κυτταρίνης, το σελοφάν, η βισκόζη και οι υφάνσιμες ύλες.
- Πλαστικά παρασκευαζόμενα από παράγωγα των ελαίων, των λιθανθράκων, των λιγνίτων και του αργού πετρελαίου, όπως π.χ. τα πλαστικά της φαινόλης-φορμαλδεΰδης (χρώματα, βερνίκια, σκόνη διαμορφώσεως, φύλλα, σωλήνες κ.ά.), της ουρίας-φορμαλδεΰδης, της μελαμίνης, του φθαλικού οξέος-γλυκερίνης κ.ά.

γ) Συνθετικά πλαστικά. Η νεότερη και σπουδαιότερη κατηγορία των πλαστικών. Σ' αυτήν υπάγονται τα συνθετικά πολυμερή, ενώσεις δηλαδή με μεγάλα μόρια που προέκυψαν από απλές μονομερείς ουσίες. Ειδικότερα εδώ περιλαμβάνονται:

- Τα παράγωγα του βινυλίου, όπως π.χ. το χλωριούχο πολυβινύλιο, το οξεικό πολυβινύλιο, το βινυλοβενζόλιο

(στυρόλιο), οι εστέρες του ακρυλικού οξέος (όπως το πλεξιγκλάς).

- Τα συνθετικά ελαστικά, των οποίων μια σπουδαία κατηγορία σχηματίζεται από τα πολυμερή του βουταδιένιου.
- Οι σιλικόνες, ενώσεις οργανοπυριτικές, που χρησιμοποιούνται υπό ποικίλες μορφές (υγρά, λίπη, ρητίνες, ελαστικά).
- Οι εποξικές ρητίνες.

Εκτός των ανωτέρω, υπάρχουν και πλήθος άλλων συνθετικών πλαστικών μικρότερης σημασίας.

Η ανωτέρω κατάταξη παρουσιάζει σοβαρά μειονεκτήματα από την καθαρά τεχνική άποψη. Δεν υποβοθεί καθόλου στην κατανόηση του τρόπου παρασκευής των βασικών συστατικών και των μεθόδων διαμορφώσεως του τελικού προϊόντος. Εκτός αυτού η κατά προέλευση κατάταξη δεν συντελεί στον καθορισμό της χρήσεως των πλαστικών, δεδομένου ότι σε κάθε μια από τις κατηγορίες που αναφέρθηκαν υπάγονται υλικά με όμοιες ή σχεδόν όμοιες ιδιότητες και χρήσεις.

2) Κατάταξη με βάση τη χρήση.

Από την άποψη της μορφής και του τρόπου εφαρμογής τους τα πλαστικά κατατάσσονται στις επόμενες κατηγορίες:

α) Πλαστικά γενικής χρήσεως. Εδώ περιλαμβάνονται τα υλικά, που χρησιμοποιούνται υπό μορφή στερεά (π.χ. σωλήνες, φύλλα, πρίσματα, αντικείμενα οποιασδήποτε μορφής και σχήματος, μονωτικά σπογγώδη υλικά κ.ά.).

β) Πλαστικά επικαλύψεων. Χρησιμοποιούνται για την παρασκευή χρωμάτων, βερνικιών, λακών, καθώς επίσης και υλικών καταλλήλων για τη προστασία επιφανειών από χημικές και λοιπές διαβρωτικές επιδράσεις.

γ) Πλαστικά συγκόλλησεων. Είναι οι συνθετικές κόλλες, που εφαρμόζονται ευρύτατα για τη συγκόλληση κυρίως ξύλων και παρεμφερών υλικών (κόντρα-πλακέ, καπλαμάδες, χαρτόνια), και δευτερευόντως άλλων υλικών (μέταλλα, σκυρόδεμα κ.ά.).

δ) Πλαστικά για υφάνσιμες ύνες. Τεχνητή μέταξα (ραιγιόν), τεχνητό μαλλί (λατινάλ), νάιλον.

ε) Πλαστικά ελαστικά. Φυσικό και συνθετικό καουτσούκ.

3) Κατάταξη πλαστικών γενικής χρήσεως.

Οι δύο τελευταίες κατηγορίες δεν ενδιαφέρουν άμεσα τον τεχνικό των κατασκευών, ενώ τα πλαστικά επικαλύψεων και

συγκολλήσεων θα εξετασθούν λεπτομερέστερα στο επόμενο κεφάλαιο. Στο παρόν κεφάλαιο θα ασχοληθούμε λεπτομερέστερα με τα πλαστικά γενικής χρήσεως.

α) Αυτά επικράτησε αρχικά να διακρίνονται σε δύο μεγάλες ομάδες, με κριτήριο τη συμπεριφορά της ρητίνης κατά την τελική φάση της μορφοποίησεώς της.

-- **Θερμοπλαστικά υλικά.** Η πρώτη ομάδα περιλαμβάνει τα υλικά εκείνα, που υπό την επίδραση θερμότητας μπορούν να μαλακώσουν και να υποστούν αλλαγές στο σχήμα τους, μετά δε την πτώση της θερμοκρασίας να σκληρυνθούν πάλι. Η διαδικασία αυτή (μαλάκωμα - σκλήρυνση) μπορεί να επαναληφθεί απεριόριστα, χωρίς οι ιδιότητες του υλικού να υποστούν την οποιαδήποτε μεταβολή.

Γνωστά μας υλικά με την ίδια συμπεριφορά, αλλά που δεν ανήκουν στην κατηγορία των πλαστικών, είναι η **παραφίνη** και ο **κηρός**.

Στην ομάδα των θερμοπλαστικών ανήκουν όσα κατασκευάζονται με βάση τις παρακάτω ρητίνες:

Πολυαιθυλένιο.

Πολυστυρένιο.

Πολυυπροπυλένιο.

Χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC).

Οξεικό πολυβινύλιο.

Τα παράγωγα της κυτταρίνης (οξεική, νιτρική, αιθυλική κλπ.).

Πολυαμίδες (Nylon).

Ακρυλικές ρητίνες.

-- **Θερμοσκληρυνόμενα υλικά.** Η δεύτερη ομάδα περιλαμβάνει τα θερμοσκληρυνόμενα πλαστικά, που με την επίδραση της θερμότητας σκληρύνονται και διατηρούν το σχήμα τους και μετά την παύση ή διακοπή της επιδράσεως. Τα υλικά αυτά δεν μπορούν να μαλακώσουν και να μορφοποιηθούν εκ νέου όπως τα θερμοπλαστικά, διότι κατά τη σκλήρυνση υπέστησαν ορισμένες χημικές αλλοιώσεις, οι οποίες δεν είναι αντιστρεπτές. Αναφέρομε τις κυριότερες ρητίνες της κατηγορίας αυτής:

Φαινολο-φορμαλδεΰδη (καφέ ή μαύρος βακελίτης).

Καζεΐνη.

Ουροφορμαλδεΰδη.

Μελαμινοφορμαλδεΰδη (καλύτερος βακελίτης, πολύ

σκληρός).

Πολυεστέρες.

Εποξικές ρητίνες.

Πυριτικές ρητίνες (σιλικόνες).

- β)** Μια δεύτερη κατάταξη των πλαστικών υλικών γενικής χρήσεως, που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές, γίνεται με βάση τη μέθοδο μορφοποιήσεως και την τελική μορφή των υλικών. 'Ετσι διακρίνονται σε:

- **Χυτά** ή **πεστά** υλικά από καθαρή ρητίνη ή ρητίνη με πλαστικοποιητικές ή άλλες ουσίες. Τέτοια υλικά είναι οι διακόπτες και άλλα ηλεκτρικά εξαρτήματα από βακελίτη.
- **Ενισχυμένα** πλαστικά υλικά. Αποτελούνται από ένα ενισχυτικό μέσο, όπως οι ίνες κυτταρίνης, γυαλιού, αμιάντου, εμποτισμένο με μια ρητίνη.
- **Λεπιδωτά** ή **φυλλόμορφα** πλαστικά. Αποτελούνται από επάλληλα λεπτά φύλλα ομοειδή ή ανομοιογενή. Τα λεπτά φύλλα παρασκευάζονται με διαποτισμό υφάσματος, υαλοπιλήματος ή χαρτιού με μια ρητίνη. Παράδειγμα η φορμάϊκα. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν και μεταλλικά φύλλα πάνω στα οποία διαστρώνεται λεπτή μεμβράνη ρητίνης.
- **Σπογγώδη** πλαστικά υλικά ή αλλιώς στερεά αφρώδη πλαστικά, όπως είναι η διογκωμένη πολυυστερίνη.
- Υλικά τύπου **σύντοιχος** και τέλος
- **υδαρή** πλαστικά.

Σε κάθε μια από τις κατηγορίες αυτές χρησιμοποιούνται οι αναφερθείσες [§ 9.4(3)] θερμοπλαστικές ή θερμοσκληρυνόμενες ρητίνες. Για κάθε κατηγορία όμως χρησιμοποιούνται μόνο εκείνες οι ρητίνες που μπορούν να δώσουν το καλύτερο αποτέλεσμα.

9.5 Κατασκευή πλαστικών υλικών.

1) Γενικά.

Για να κατασκευασθεί ένα πλαστικό υλικό και να αποκτήσει τήν τελική μορφή του, καθώς και τις ιδιότητες που θα το καταστήσουν ικανό να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις της τεχνικής, πρέπει να γίνουν αρκετές επεξεργασίες.

Το είδος και ο αριθμός των επεξεργασιών αυτών εξαρτάται από τις πρώτες ύλες που θα χρησιμοποιηθούν και κυρίως από το τελικό προϊόν, που έχει προγραμματισθεί να κατασκευασθεί.

Γενικά διακρίνομε δύο στάδια κατά την παρασκευή των πλαστικών:

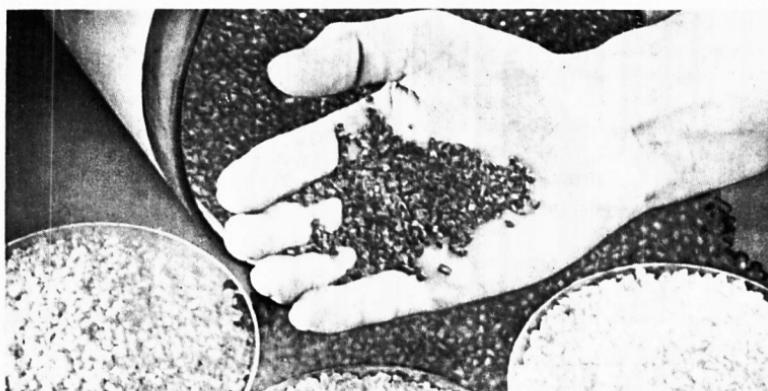
α) Το πρώτο στάδιο αφορά την παρασκευή της ρητίνης, είτε πρόκειται να ληφθεί από φυσικές ουσίες, είτε να κατασκευασθεί συνθετικά, και την ανάμεξη της με τις πλαστικοποιητικές ουσίες και τους καταλύτες. Είναι καθαρά χημική εργασία, που για να εκτελεσθεί επιτυχώς απαιτεί σοβαρές βιομηχανικές εγκαταστάσεις με πεπειραμένο προσωπικό και ειδικούς επιστήμονες.

β) Κατά το δεύτερο στάδιο χρησιμοποιούνται ως πρώτες ύλες τα προϊόντα του πρώτου σταδίου, που παρέχονται είτε υπό μορφή σκόνης, κόκκων ή φυλλιδίων (σκόνη διαμορφώσεως) (σχ. 9.5α), είτε σε υγρή κατάσταση. Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει τις εργασίες αναμίξεως των ρητινών με τις διάφορες προσμίξεις ή τα ενισχυτικά μέσα και τη μορφοποίηση αυτών. Επίσης εδώ ανήκουν οι εργασίες, που δίνουν στο προϊόν την τελική εμφάνισή του (λείανση, χρωματισμός), πριν την παράδοσή του στον καταναλωτή.

Οι εργασίες αυτές είναι μηχανικής φύσεως και δεν απαιτούν σοβαρές εγκαταστάσεις. Π.χ. μια μόνο πρέσα μπορεί να παραγάγει πλήθος αντικειμένων αναλόγως του καλουπιού (μήτρας) που θα χρησιμοποιηθεί.

Στην Ελλάδα υπάρχουν εγκαταστάσεις μόνο του δεύτερου σταδίου με χαρακτήρα, πολλές φορές, βιοτεχνικό.

Οι μέθοδοι, που ακολουθούνται κατά το πρώτο στάδιο, δηλαδή κατά το στάδιο της παρασκευής των ρητινών (ή πλαστικών ουσιών), είναι εξαιρετικά πολύπλοκες και απαιτούν ειδικές γνώσεις χημείας και



Σχ. 9.5α.

Σκόνη διαμορφώσεως πλαστικών υλικών.

Οι κόκκοι παράγονται κατά το πρώτο στάδιο και αποτελούνται από μια ρητίνη και διάφορα προσμίγματα. Με πίεση και θέρμανση μορφοποιούνται και παράγονται αντικείμενα ποικίλων μορφών.

χημικής τεχνολογίας για να γίνουν καταληπτές. Επίσης ο αριθμός τους είναι τόσο μεγάλος, όσος είναι σχεδόν και ο αριθμός των πλαστικών, που έχουν παρασκευασθεί. Γι' αυτό θα αναφερθούν σε πολύ γενικές γραμμές λίγα για την παρασκευή και τις πρώτες ύλες, που απαιτούνται για την παραγωγή των κυριοτέρων ρητινών.

2) Παρασκευή και χρήσεις πλαστικών από μεταποίηση.

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι παρακάτω ρητίνες.

α) Παράγωγα κυτταρίνης (σελουλόζη). Η κυτταρίνη αποτελείται από φυσικά μεγαλομόρια και εκδηλώνει έντονα πλαστικές και συνδετικές ιδιότητες, όταν υποστεί κατεργασία με διάφορες χημικές ουσίες. Βρίσκεται υπό καθαρή μορφή στις ίνες του βαμβακιού και ενωμένη με τη λιγνίνη στο ξύλο. Αυτά τα δύο υλικά αποτελούν τις πρώτες ύλες. Αφού με διάφορες μεθόδους αποκτηθεί η κυτταρίνη από τα απορρίμματα του ξύλου ή του βαμβακιού, υποβάλλεται σε ειδικές κατεργασίες με χημικές ουσίες, το είδος των οποίων καθορίζει και τις τελικές ιδιότητες του παραγόμενου προϊόντος. 'Ετσι:

- **Η νιτρική κυτταρίνη** παράγεται με την επενέργεια μίγματος νιτρικού και θειικού οξέος. Είναι ινώδους μορφής και έχει την ίδια εμφάνιση με το βαμβάκι. Για να πλαστικοποιηθεί αναμιγνύεται με καμφορά μέσα σε ειδικούς αναμικτήρες.

Η πλαστική ουσία που προκύπτει μετατρέπεται με πίεση και θερμότητα στο γνωστό πλαστικό υλικό το **σελλούλοζη**. Ως γνωστό (§ 9.3), ο σελλουλοϊτης είναι το πρώτο πλαστικό υλικό, που παρήχθη και εξακολουθεί και σήμερα να έχει μεγάλες εφαρμογές. Είναι θερμοπλαστικό υλικό και στο εμπόριο κυκλοφορεί υπό μορφή διαφανών ή αδιαφανών φύλλων, αχρώμων και εγχρώμων, ράβδων ή σωλήνων, σκόνης διαμορφώσεως κλπ. Είναι εξαιρετικά εύφλεκτη, γεγονός που αποτελεί σοβαρό μειονέκτημα. 'Εχει μεγάλη σκληρότητα, μικρό ειδικό βάρος (περίπου 1,3) και μικρή υδροαπορροφητική ικανότητα.

Η νιτρική κυτταρίνη πλαστικοποιείται επίσης με καμφορέλαιο, οπότε, με τη διαπότιση υφάσματος με τον πολτό αυτό, παράγεται ένα είδος τεχνητού δέρματος.

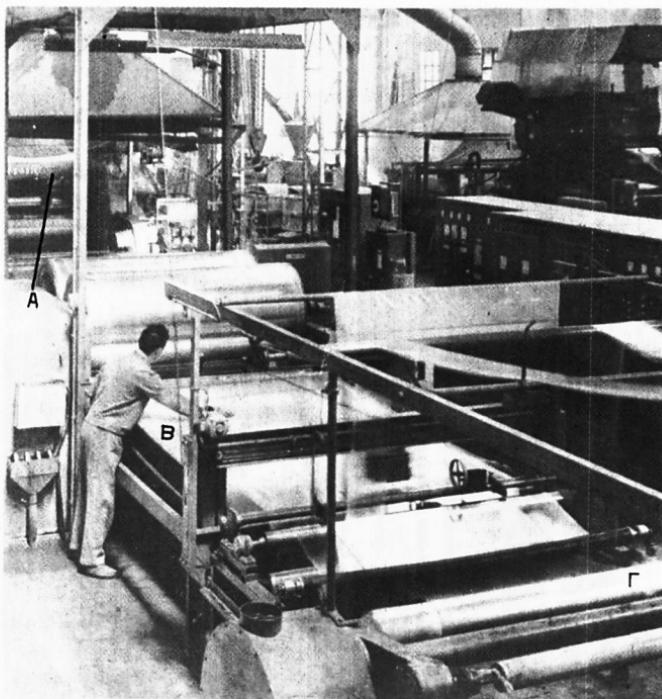
Τέλος η νιτρική κυτταρίνη αποτελεί τη βάση παρασκευής χρωμάτων και βερνικών με διαλυτικές και πλαστικοποιητικές ουσίες την ακετόνη, το οξεικό αιθύλιο, το φθαλικό μεθύλιο, διάφορα έλαια κλπ.

- Η **οξεική κυτταρίνη** παράγεται με επενέργεια οξεικού οξέος στην κυτταρίνη και αποτελεί την πρώτη ύλη παραγωγής μεγάλου αριθμού πλαστικών υλικών. Οι ιδιότητες των υλικών αυτών εξαρτώνται από τις χρησιμοποιούμενες πλαστικοποιητικές ύλες και τους χρησιμοποιούμενους καταλύτες (§ 9.1).

Το μεγάλο πλεονέκτημα των παραγώγων της οξεικής κυτταρίνης έναντι των παραγώγων της νιτρικής κυτταρίνης είναι ότι δεν αναφλέγονται εύκολα. Η οξεική κυτταρίνη είναι θερμοπλαστική ρητίνη.

Τα κυριότερα προϊόντα της οξεικής κυτταρίνης είναι:

Μεμβράνες. Σχηματίζονται από διάλυμα οξεικής κυτταρίνης και ακετόνης, που με τη βοήθεια μιας πλαστικοποιητικής ύλης και κατάλληλης μηχανής (σχ. 9.5β) μπορεί να μετατραπεί σε μεμβράνες οποιουδήποτε πάχους. Οι μεμβράνες χρησιμοποιούνται ευρύτατα αντί υαλοπινάκων σε ειδικές εφαρμογές λόγω της μεγάλης διαπερατότητάς τους από τις υπεριώδεις ακτίνες. Επίσης χρησιμοποιούνται στην κατασκευή γυαλιών ασφάλειας κλπ.



Σχ. 9.5β.

Μηχανή παραγωγής μεμβρανών οξεικής κυτταρίνης.

Στο δοχείο Α περιέχεται παχύρρευστο διάλυμα οξεικής κυτταρίνης, το οποίο μέσω λεπτής σχισμής χύνεται σε ατέρμονη ταινία Β, πλάτους όσο το επιζητούμενο πλάτος της μεμβράνης. Η ατέρμονη ταινία κινείται με τη βοήθεια κυλίνδρων με καθορισμένη ταχύτητα. Η λεπτή μεμβράνη της οξεικής κυτταρίνης διερχόμενη από περιβάλλον με αυξημένη θερμότητα, στερεοποιείται. Μετά τη στερεοποίησή της τυλίσσεται στον κύλινδρο Γ.

Φύλλα. Οξεική κυτταρίνη πλαστικοποιείται με ορισμένες ουσίες και ο λαμβανόμενος πολτός, υπό την επίδραση πιέσεως και θερμότητας και στη συνέχεια ψύξεως, μετατρέπεται σε εξαιρετικά διαφανή πλάκα. Η πλάκα κόβεται σε μικρά τεμάχια που μπαίνουν στο καλούπι της πρέσας υπό πίεση 30 ατμ. και θερμοκρασία 90° C. Επακολουθεί ψύξη, οπότε λαμβάνεται ένας μεγάλος κύβος, που κόβεται με κατάλληλη μηχανή σε φύλλα οποιουδήποτε πάχους. Εάν επιζητείται η κατασκευή εγχρώμων φύλλων, τότε τίθεται στον πολτό της οξεικής κυτταρίνης το κατάλληλο χρώμα πριν τη διαμόρφωση του κύβου. Τα φύλλα χρησιμοποιούνται για την κατασκευή γυαλιών ασφαλείας, οργάνων σχεδιάσεως (όπως π.χ. τρίγωνα), στις βιομηχανίες αυτοκινήτων και αεροπλάνων, και ως μονωτικό υλικό με τη συνένωση πολλών λεπτών φύλλων με ανώμαλες επιφάνειες.

Σκόνη διαμορφώσεως. Η πλάκα οξεικής κυτταρίνης που κατασκευάστηκε αρχικά, αφού ξηρανθεί εντελώς κονιοποιείται και η λαμβανομένη σκόνη χρησιμοποιείται από τις βιομηχανίες διαμορφώσεως πλαστικών για την κατασκευή πλήθους αντικειμένων, κυρίως ράβδων και σωλήνων, χωρίς χρησιμοποίηση προσμιξεων.

Τα προϊόντα της οξεικής κυτταρίνης διακρίνονται κυρίως για την ποικιλία των χρωματισμών τους, την ευκολία μορφοποιήσεως, τις καλές μηχανικές ιδιότητες, κυρίως εφελκυσμού και σκληρότητας, την αντοχή τους στα λιπαρά και στα ασθενή οξέα και βάσεις, το μικρό ειδικό βάρος και την ευχάριστη και στίλβουσα επιφάνειά τους.

- 'Άλλο παράγωγο της κυτταρίνης εκτός της νιτρικής και της οξεικής, από το οποίο παράγονται πλαστικές ουσίες, είναι η **αλκαλικυτταρίνη**. Λαμβάνεται με την επίδραση καυστικού νατρίου επί της κυτταρίνης. Εάν η αλκαλικυτταρίνη υποστεί κατεργασία με χλωριούχο ή θειικό αιθύλιο, παράγεται πλαστική ύλη υπό μορφή λεπτών πορωδών κόκκων. Η ύλη αυτή είναι ευδιάλυτη σε διάφορους διαλύτες και χρησιμοποιείται για την παρασκευή πλαστικών βερνικιών, χρωμάτων και γενικά επικαλυπτικών μέσων. Μπορεί επίσης να αναμιχθεί με πλαστικοποιητικές ουσίες και να αποτελέσει τη βάση παρασκευής σκόνης διαμορφώσεως διαφόρων πλαστικών υλικών (π.χ. υλικά με ηλεκτρικές μονώσεις, σωλήνες, μεμβράνες επικαλύψεως ηλεκτροφόρων συρμάτων κ.ά.).

Εάν η αλκαλικυτταρίνη υποστεί την επίδραση διθειάνθρακα, παράγεται το γνωστό **σελοφάν** (λεπτά φύλλα συσκευασίας) και διάφορα είδη **γυαλιού κυτταρίνης**. Από την ίδια ύλη με κατάλληλη ανάμιξη με άλλες ουσίες παράγονται τεχνητοί σπόγγοι. Τέλος, από την αλκαλικυτταρίνη παράγεται η **βιοσκόζη**, που αποτελεί την πρώτη ύλη κατασκευής της τεχνητής μέταξας (ραιγιόν).

Τα πλαστικά υλικά, που προέρχονται από την αλκαλικυτταρίνη, ανήκουν στην κατηγορία των θερμοπλαστικών. Έχουν πολύ μικρό ειδικό βάρος, το μικρότερο από όλα τα κυτταρινικά προϊόντα, αντέχουν σε υψηλές θερμοκρασίες (έως 200° C), χωρίς να μαλακώνουν, παρουσιάζουν πολύ μικρή ηλεκτρική αγωγιμότητα, μικρή υδροαπορροφητικότητα και υψηλή μηχανική αντοχή.

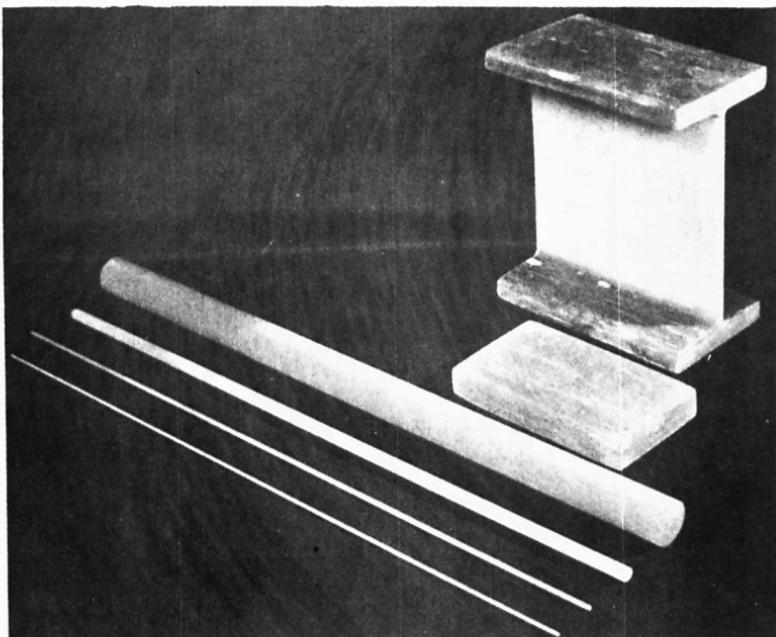
β) Παράγωγα πρωτεΐνων. Πρωτεΐνες ονομάζονται οι λευκωματούχες ουσίες, που βρίσκονται στα ζωικά και φυτικά κύτταρα. Η χημική τους σύσταση ποικίλλει ανάλογα με την προέλευσή τους, αλλά το μοριακό βάρος τους είναι πάντοτε πολύ μεγάλο. Αποτελούνται δηλαδή από φυσικά μεγαλομόρια. Γι' αυτό οι πρωτεΐνες εκδηλώνουν πλαστικές ιδιότητες και χρησιμοποιούνται στην κατασκευή πλαστικών υλικών, συγκολλητικών ουσιών, χρωμάτων και υφασμάτων ινών. Οι κυριότερες πρωτεΐνες είναι η καζεΐνη του γάλακτος και οι φυσικές πρωτεΐνες της σόγιας, του αραβοσίτου και άλλων φυτών.

- Η **καζεΐνη** λαμβάνεται από το γάλα, όπου περιέχεται σε αναλογία 3%, μετά από πολύπλοκη έπεξεργασία. Είναι άμορφη σκόνη χωρίς οσμή και γεύση.
- Οι φυτικές **πρωτεΐνες** λαμβάνονται είτε από το λάδι της σόγιας είτε κατόπιν εκχυλίσεως και αποστάξεως άλλων φυτικών προϊόντων.

Για την παραγωγή πλαστικών αντικειμένων η καζεΐνη ή οι άλλες πρωτεΐνες πλαστικοποιούνται με την ανάμιξή τους με νερό σε αναλογία 20-40% και με ανόργανες προσμίξεις (άλατα αργιλίου, ταλκ κ.ά.). Ο λαμβανόμενος πολτός μορφοποιείται υπό την επίδραση θερμότητας και το υλικό εμβαπτίζεται σε λουτρό φορμαλδεϋδης, όπου πραγματοποιείται η σκλήρυνσή του. Με τον τρόπο αυτό κατασκευάζονται ράβδοι, σωλήνες, ταινίες, φύλλα κλπ. Τα προϊόντα αυτά έχουν εξαιρετικές τεχνολογικές ιδιότητες, γιατί πριονίζονται, τρυπώνται και καρφώνονται όπως το ξύλο. Επίσης στιλβώνονται και βάφονται πολύ εύκολα (σχ. 9.5γ).

Για την παρασκευή συγκολλητικών, η καζεΐνη αναμιγνύεται με ασβέστη και αλκαλικά άλατα. Είναι πρώτης τάξεως ψυχρό συγκολλητικό και μαζί με τα συνθετικά συγκολλητικά έχουν παραμερίσει τελείως τις παλιές ζωικές κόλλες. Το κύριο πλεονέκτημά τους είναι η εξαιρετική αντοχή των συγκολλουμένων επιφανειών έναντι της υγρασίας, του νερού και της προσβολής από **μικροοργανισμούς**.

Κατά όμοιο τρόπο παρασκευάζονται καζεΐνικά χρώματα. Στο μίγμα ασβέστη και καζεΐνης προστίθεται η κατάλληλη χρωστική ουσία. Τα χρώματα αυτά φέρονται στο εμπόριο είτε υπό μορφή σκόνης είτε υπό μορφή πυκνορρεύστων διαλυμάτων.



Σχ. 9.5γ.

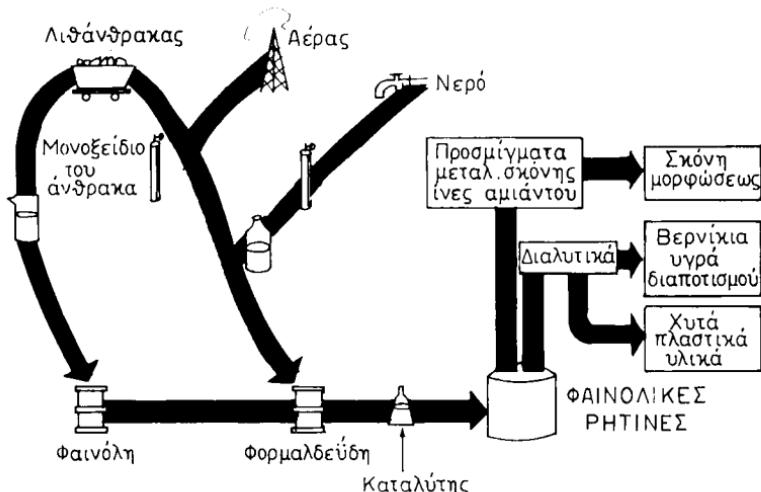
Ράβδοι διαφόρων μορφών από πλαστική ύλη που παράγεται από πρωτεΐνες.

Τέλος από την καζεΐνη ή τις άλλες πρωτεΐνες παρασκευάζονται υφάνσιμες ίνες, από τις οποίες η πλέον γνωστή είναι το τεχνητό μαλλί (lanital).

γ) Παράγωγα της φαινόλης. Η φαινόλη και άλλες ενώσεις της σειράς της (ξυλενόλη, κρεοζόλη) είναι οργανικές ενώσεις που περιέχονται στην λιθανθρακόπισσα, από την οποία λαμβάνονται με απόσταξη. Η φαινόλη παρασκευάζεται επίσης συνθετικά από το βενζόλιο και το χλωροβενζόλιο. Είναι σώμα κρυσταλλικό αδιάλυτο στο νερό και διαλυτό στο οινόπνευμα.

Με αντίδραση φορμόλης (διάλυμα φορμαλδεΰδης) επί της φαινόλης σε διάφορες αναλογίες, σχηματίζονται ρητίνες (φαινολοφορμαλδεΰδες) με πολύ μεγάλα μοριακά βάρη. Οι ρητίνες αυτές είναι κατάλληλες για την κατασκευή πλαστικών υλικών (σχ. 9.5δ).

Τα πλαστικά φαινόλης-φορμόλης ανήκουν στην κατηγορία των θερμοσκληρυνομένων. Για την παρασκευή τους χρησιμοποιείται σκόνη **διαμορφώσεως** (μορφοποιήσεως), η οποία αποτελείται από 45% περίπου φαινολικής ρητίνης, 50% διάφορες προσμίξεις, μεταξύ των οποίων ξυλάλευρο, αμιάντος, απορρίμματα βάμβακα και χαρτιού και 5% από χρωστικές και στιλβωτικές ουσίες. Αντί σκόνης διαμορφώσεως είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί η



Σχ. 9.5δ.

Διαγραμματική απεικόνιση παρασκευής των ρητινών φαινόλης και των πλαστικών υλικών που παράγονται από αυτές.

ρητίνη σε υγρή κατάσταση, οπότε μορφοποιείται με χύτευση μέσα σε μολύβδινα καλούπια.

Τα πλαστικά αυτά υλικά παρουσιάζουν μεγάλη σκληρότητα, αντοχή στη θερμότητα και στις χημικές δράσεις, μικρή υδροαπορροφητικότητα και εξαιρετικές ηλεκτρομονωτικές ιδιότητες. Με την επιλογή της κατάλληλης προσμίξεως είναι δυνατό να βελτιωθούν σημαντικά μια ή περισσότερες ιδιότητές τους.

Μειονέκτημα των παραπάνω υλικών είναι το σκοτεινό χρώμα και η εύκολη προσβολή τους από το φως.

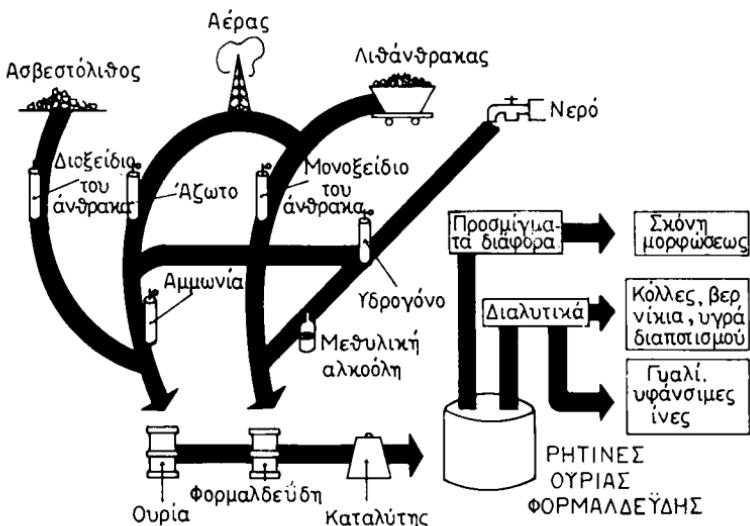
Αντιπροσωπευτικός τύπος των πλαστικών αυτών είναι ο **βακελίτης**, που χρησιμοποιείται στην κατασκευή ηλεκτρικών και τηλεπικοινωνιακών υλικών.

Ο βακελίτης αποτελείται από 50-60% φαινολοφορμαλδεΰδη. Το υπόλοιπο ποσοστό είναι ξυλάλευρο. Αντικατάστησε την πορσελάνη σε πολλές χρήσεις της, γιατί κοστίζει λιγότερο και έχει μεγαλύτερη αντοχή στις κρούσεις.

Με προσθήκη σκόνης χαλκού (Cu), ο βακελίτης γίνεται θερμολεκτραγώγιμος. Με προσθήκη διοξειδίου του πυριτίου (SiO_2) αποκτά αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες.

Από ρητίνες φαινόλης-φορμόλης παρασκευάζονται επίσης βερνίκια, υλικά διαποτισμού για την προστασία ζύλων, χαρτιού, υφασμάτων και εξαιρετικής ποιότητας συγκολλητικά.

δ) Παράγωγα της ουρίας. Κατ' ανάλογο τρόπο παράγονται ρητίνες,



Σχ. 9.5ε.

Διαγραμματική απεικόνιση παρασκευής των ρητινών ουρίας και των πλαστικών υλικών που παράγονται από αυτές.

έαν επιδράσει φορμόλη επί της ουρίας (σχ. 9.5ε). Οι παραγόμενες ρητίνες έχουν μεγαλύτερη διαφάνεια από τις φαινολικές, μοιάζουν με το γυαλί και εμφανίζονται με ωραιότερους και ζωηρότερους χρωματισμούς από αυτή.

Το μεγάλο πλεονέκτημά τους είναι η υψηλή συγκολλητική ικανότητα που παρουσιάζουν. Για την κατασκευή πλαστικών υλικών οι ρητίνες αυτές παράγονται υπό μορφή σκόνης με προσμίξεις συνήθως χαρτοπολτού και κυτταρίνης ξύλου, οπότε προκύπτουν διαφανή προϊόντα, καθώς επίσης και με προσμίξεις καζεΐνης, γραφίτη κλπ. Επίσης αναμιγνύονται και διάφορες χρωστικές ουσίες και στιλβωτικά. Για την παρασκευή υλικών διαβροχής και συγκολλητικών χρησιμοποιούνται οι ρητίνες αυτού του είδους υπό υδατοδιαλυτή μορφή.

Τα πλαστικά της ουρίας-φορμόλης έχουν μεγάλη διαφάνεια και χρωματίζονται έύκολα. Παρουσιάζουν υψηλή αντοχή στον εφελκυσμό και σε επιφανειακές τριβές. Δεν προσβάλλονται από τα λιπαρά, το οινόπνευμα, τα ασθενή οξέα και τις ασθενείς βάσεις. Θερμοσκληρύνονται έύκολα. Τέλος είναι άοσμα και άγευστα και για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται για την κατασκευή πλαστικών αντικειμένων οικιακής χρήσεως.

ε) Παράγωγα της μελαμίνης. Με επίδραση της φορμόλης στη μελαμίνη παρασκευάζονται διάφορες ρητίνες με παρόμοιες ιδιότητες

με τις ρητίνες ουρίας-φορμόλης. Υπερτερούν όμως λόγω της μεγαλύτερής τους αντοχής στη θερμότητα, στο φως και στα αραιά οξέα και βάσεις. Παρασκευάζονται υπό τις ίδιες μορφές, δηλαδή σκόνες διαμορφώσεως για την κατασκευή στερεών αντικειμένων και διαλύματα για την παρασκευή συγκολλητικών και υλικών διαβροχής. Τα πλαστικά της μελαμίνης-φορμόλης είναι και αυτά θερμοσκληρυνόμενα. Οι χρησιμοποιούμενες προσμίξεις κατά την παρασκευή της σκόνης διαμορφώσεως είναι ο χαρτοπολτός ή άλλες κυτταρινικές ύλες, όπως πριονίδια ξύλου κλπ. Η σκλήρυνση επιτυγχάνεται εάν η σκόνη διαμορφώσεως αναμιχθεί με ορισμένους καταλύτες (θειικό οξύ, οξαλικό οξύ κλπ.) και κατόπιν θερμανθεί.

3) Παρασκευή και χρήσεις συνθετικών ρητινών.

Αποτελούν πρόσφατη κατάκτηση στην περιοχή των πλαστικών υλικών.

Υπάρχουν πολλές μεθόδοι παρασκευής συνθετικών ρητινών.

Οι βασικές αρχές, στις οποίες στηρίζονται οι μέθοδοι αυτές είναι:

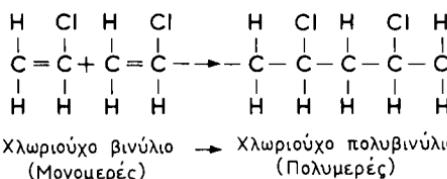
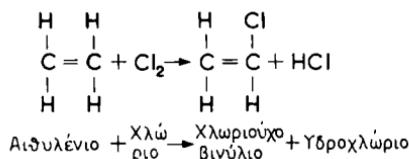
α) Ο πολυμερισμός. Κατ' αυτόν οι συνθετικές ρητίνες παρασκευάζονται από απλές ακόρεστες ενώσεις, που έχουν τάση να κορεσθούν. Τα απλά μόρια των ακορέστων ενώσεων ενώνονται μεταξύ τους το ένα κατόπιν του άλλου και σχηματίζουν αλυσίδα ομοίων μορίων, δηλαδή ένα νέο μόριο.

Το νέο αυτό μόριο, που έχει εντελώς διαφορετικές ιδιότητες από τα αρχικά μόρια, ονομάζεται όπως είναι γνωστό (§9.2), μακρομόριο. Η όλη διαδικασία της συνθέσεως του μορίου αυτού καλείται **πολυμερισμός**. Η νέα χημική ένωση που προκύπτει, καλείται **πολυμερές**, ενώ η αρχική με τα απλά μορια καλείται **μονομερές**. Ένα μονομερές μπορεί να σχηματισθεί από τα πολυμερή του με θερμική ή φωτοχημική ενέργεια.

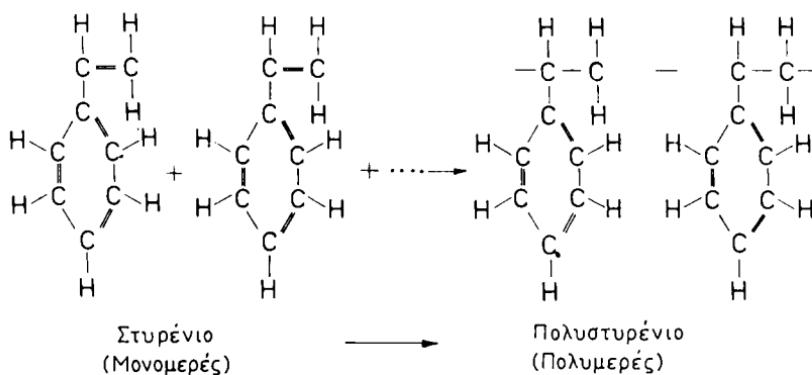
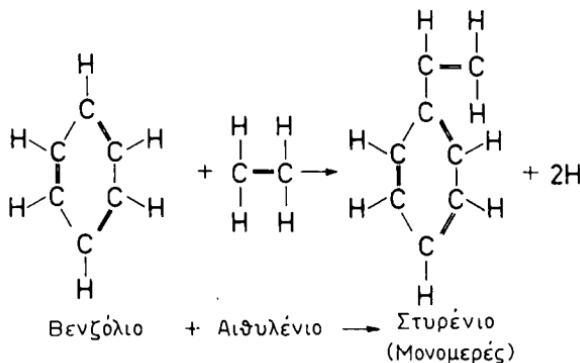
Πολλές μονομερείς ενώσεις πολυμερίζονται εύκολα με απλή έκθεσή τους στο φως και σε κανονική θερμοκρασία. Το φαινόμενο λέγεται **αυτοπολυμερισμός**. Άλλες πολυμερίζονται με τη βοήθεια ορισμένης ουσίας, που καλείται **καταλύτης** (καταλυτικός πολυμερισμός). Ο καταλύτης δεν συμμετέχει στο τελικό μεγαλομόριο. Τέλος υπάρχουν μονομερείς ενώσεις που δεν πολυμερίζονται.

Παράδειγμα πολυμερισμού είναι η παραγωγή του **χλωριούχου πολυβινυλίου** (PVC), ενός από τα περισσότερο χρησιμοποιούμενα πλαστικά υλικά.

Από την ένωση αιθυλενίου (C_2H_4) και χλωρίου (Cl_2) παράγεται το χλωριούχο βινύλιο με ταυτόχρονη απελευθέρωση υδροχλωρίου (HCl). Το χλωριούχο βινύλιο πολυμερίζεται στη συνέχεια σε χλωριούχο πολυβινύλιο:

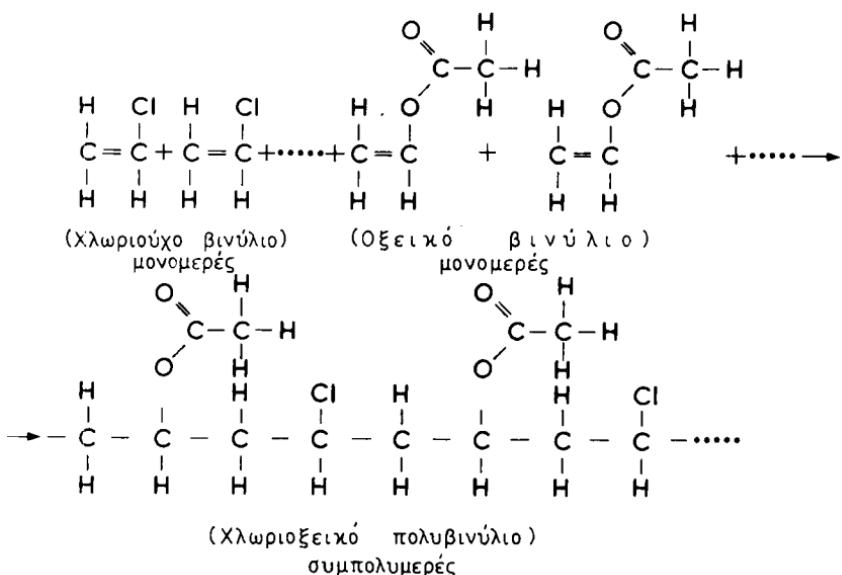


Με ίδιο τρόπο σχηματίζεται ένα άλλο πλαστικό, το **πολυστυρένιο**. Από βενζόλιο (C_6H_6) και αιθυλένιο (C_2H_4) σχηματίζεται το στυρένιο ($CH_2=CHC_6H_5$) με έκλυση δύο υδρογόνων. Με πολυμερισμό του στυρενίου σχηματίζεται το πολυστυρένιο ως εξής:



β) Ο συμπολυμερισμός. Όταν το πολυμερές μιας ενώσεως παρουσιάζει συβαρό μειονέκτημα, π.χ. μικρή αντοχή σε θερμότητα, πράγμα που το καθιστά ακατάλληλο για οποιανδήποτε χρήση, καταβάλλεται προσπάθεια να βελτιωθεί η ιδιότητα αυτή. Η πρώτη σκέψη ήταν να αναμιχθεί το παραπάνω πολυμερές με άλλο, που δεν παρουσιάζει το μειονέκτημα αυτό. Το αποτέλεσμα των προσπαθειών ήταν πάντοτε αρνητικό. Το νέο προϊόν παρουσιάζει περισσότερο αυξημένες τις μειονεκτικές ιδιότητες, από ότι τα επί μέρους πολυμερή. Η λύση δόθηκε με ταυτόχρονο πολυμερισμό των δύο μονομερών ενώσεων, οπότε το νέο μεγαλομόριο αποτελέσθηκε από πολλά ζεύγη απλών μορίων. Το νέο πολυμερές, που προήλθε με αυτό τον τρόπο, δεν παρουσιάζει πια τις ιδιότητες που καθιστούσαν άχρηστα τα αρχικά πολυμερή. Η τεχνική αυτή κλήθηκε **συμπολυμερισμός** και εφαρμόζεται ευρύτατα για την παραγωγή πλαστικών με εξαιρετικές ιδιότητες.

'Ενα παράδειγμα συμπολυμερισμού είναι η παραγωγή του χλωριοξεικού πολυβινυλίου. Τα μονομερή χλωριούχο βινύλιο και οξεικό βινύλιο συμπολυμερίζομενα δίνουν το χλωριοξεικό πολυβινύλιο κατά την αντίδραση:



γ) Η πολυσυμπύκνωση. Βασίζεται στην ιδιότητα, που έχουν ορισμένες απλές οργανικές ενώσεις να ενώνονται όχι μόνο μεταξύ τους, αλλά και στη συνέχεια με το προϊόν που προέκυψε από

την ένωση αυτή. Κατά την αντίδραση αυτή, που καλείται **πολυσυμπύκνωση**, αποβάλλεται κάθε φορά ένα μικρότερο μόριο, συνήθως νερού, με αποτέλεσμα το μόριο της νέας ουσίας να μην αποτελείται από τα όμοια μόρια των αρχικών ουσιών συνδεόμενα στη σειρά, όπως συμβαίνει κατά τον πολυμερισμό, αλλά να παρουσιάζει εντελώς άλλη δομή. Η πολυσυμπύκνωση μπορεί να συνεχισθεί για μεγάλο διάστημα. 'Ετσι προκύπτουν ενώσεις με πολύ μεγάλο μοριακό βάρος, που εκδηλώνουν πλαστικές ιδιότητες.

Παράδειγμα πολυσυμπύκνώσεως είναι οι ρητίνες της φαινόλης με τη φορμαλδεΰδη. Οι δύο αυτές ουσίες δεν πολυμερίζονται μόνες τους, εάν όμως υπό κατάλληλες συνθήκες και με τη βοήθεια καταλύτη αντιδράσουν μεταξύ τους, πραγματοποιείται πολυσυμπύκνωση. Το προϊόν της ενώσεως τους, είναι ρητίνη με μεγάλο μοριακό βάρος και εξαιρετικές πλαστικές ιδιότητες [§ 9.5(2)].

Αρ' όλα τα παραπάνω προκύπτει ότι από πολύ απλές ουσίες είναι δυνατό να παρασκευασθούν συνθετικώς άλλες ουσίες, οι ρητίνες, με εντελώς διαφορετικές ιδιότητες. Αυτές χρησιμοποιούνται για την κατασκευή πλαστικών υλικών.

Οι σπουδαιότερες συνθετικές ρητίνες είναι:

α) Οι βινυλικές ρητίνες. Αποτελούν μια μεγάλη ομάδα συνθετικών ρητινών, που έλαβαν το όνομα αυτό, επειδή περιέχουν όλες τη ρίζα του βινυλίου ($\text{CH}_2=\text{CH}-$).

Η πρώτη ύλη για την παρασκευή των ρητινών αυτών είναι το ακετυλένιο (η γνωστή ασετυλίνη), που βιομηχανικώς παράγεται από το ανθρακασβέστιο ή από την ατελή καύση φυσικών αερίων (κυρίως μεθανίου). Με την ένωση του ακετυλενίου με άλλες ουσίες παράγονται τα μονομερή και από αυτά τα πολυμερή, δηλαδή οι ρητίνες (σχ. 9.5στ.).

'Ετσι με αντίδραση υδροχλωρικού οξέος επί του ακετυλενίου (ή χλωρίου επί αιθυλενίου) παράγεται το μονομερές χλωριούχο βινύλιο και αυτό με πολυμερισμό δίνει τις ρητίνες του χλωριούχου πολυβινυλίου.

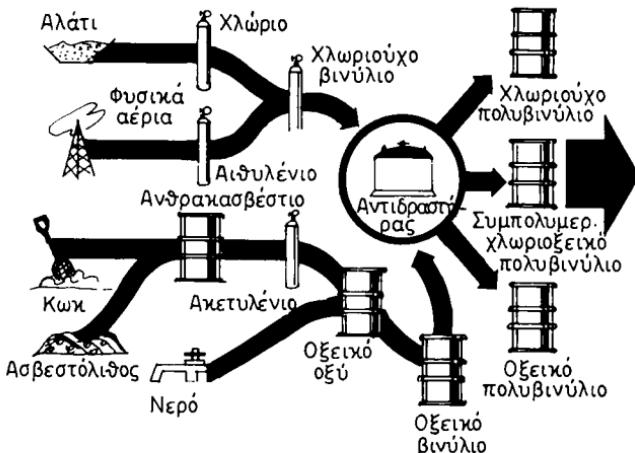
Το οξεικό οξύ με το ακετυλένιο δίνουν το οξεικό βινύλιο και με πολυμερισμό τούτου λαμβάνεται το οξεικό πολυβινύλιο.

Το βενζόλιο με το ακετυλένιο παράγουν το στυρένιο, από το οποίο με πολυμερισμό λαμβάνονται οι ρητίνες του πολυστυρενίου.

Τέλος με πολυμερισμό του ακρυλικού μεθυλίου λαμβάνεται το πολυακρυλικό μεθύλιο.

Οι σημαντικότερες βινυλικές ρητίνες είναι οι παρακάτω:

— **Ρητίνες χλωριούχου πολυβινυλίου.** Το χλωριούχο βινύλιο είναι υπό κανονικές συνθήκες αέριο και πολυμερίζεται με το φως, τη



Σχ. 9.5στ.

Σχηματική παράσταση παρασκευής βινυλικών ρητινών.

Επάνω: παρασκευή χλωριούχου πολυβινυλίου. Κάτω: παρασκευή οξεικού πολυβινυλίου. Με συμπολυμερισμό χλωριούχου βινυλίου και οξεικού βινυλίου παράγεται μια τρίτη ρητίνη, το χλωριοξεικό πολυβινύλιο.

Θερμότητα ή διάφορους καταλύτες. Ανάλογα με το βαθμό πολυμερισμού, δηλαδή τον αριθμό των μορίων που περιέχει το τελικό μόριο του χλωριούχου πολυβινυλίου, σχηματίζονται διάφορες ρητίνες. Οι χαμηλού μοριακού βάρους ρητίνες χρησιμοποιούνται για διαβροχή ή επικάλυψη άλλων υλικών, ενώ οι υψηλού μοριακού βάρους, αφού αναμιχθούν με πλαστικοποιητικές ουσίες, χρησιμοποιούνται για την κατασκευή πλαστικών υλικών. Τα υλικά αυτά έχουν χαρακτηριστικά ελαστικού με διάφορους βαθμούς ευκαμψίας, ανάλογα με την ποσότητα και το είδος των προσμίξεων. Σε πολλές εφαρμογές αντικαθιστούν το φυσικό ελαστικό (καουτσούκ) και κυρίως εκεί όπου απαιτείται υψηλή ηλεκτρική μόνωση, αντοχή σε τριβή, ευκαμψία ή μεγάλη αντοχή έναντι χημικών παραγόντων. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι ορισμένα είδη χλωριούχου πολυβινυλίου δεν προσβάλλονται ούτε από το βασιλικό ύδωρ (νερό), το οποίο όπως είναι γνωστό προσβάλλει και το χρυσό.

Λόγω των ιδιοτήτων αυτών το χλωριούχο πολυβινύλιο χρησιμοποιείται για την κάλυψη ηλεκτρικών συρμάτων και καλωδίων με ελαστικό περικάλυμμα διαφόρων χρωμάτων, για την κατασκευή μηχανικών εξαρτημάτων που απαιτούν ευκαμψία και αντοχή στα λιπαρά οξέα, για τη δημιουργία επενδύσεων σε μεταλλικά δοχεία, για την κατασκευή σχοινιών, μέσων συσκευασίας, χυτών δαπέδων ή ελαστικών πλακιδίων επιστρώσεως δαπέδων, για

την κατασκευή υφανσίμων ινών με εξαιρετικές ιδιότητες, ευκάμπτων σωλήνων και πλήθος άλλων αντικειμένων και υλικών. Επίσης, κατασκευάζονται συγκολλητικά και υλικά διαποτισμού.

- **Ρητίνες οξεικού πολυβινυλίου.** Το οξεικό βινύλιο είναι άχρωμο υγρό, που πολυμερίζεται με τη βοήθεια του φωτός ή με αύξηση της θερμοκρασίας σε 100° C περίπου και με την ενέργεια καταλυτών. Οι ιδιότητες των παραγομένων ρητινών, εξαρτώνται και εδώ από το βαθμό πολυμερισμού, τις πλαστικοποιητικές ουσίες και τις προσμίξεις που θα χρησιμοποιηθούν. Αυτούσιο το οξεικό πολυβινύλιο αποτελεί εξαιρετικό συγκολλητικό χαρτιού, υφασμάτων, πορσελάνης, μετάλλων, γυαλιού, ξύλου κλπ. Συνήθως όμως χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με άλλες ρητίνες, επειδή μόνο του μαλακώνει σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες.
- Ρητίνες **χλωριοξεικού πολυβινυλίου.** Είναι προϊόντα συμπολυμερισμού του χλωριούχου και του οξεικού βινύλιου, και παρουσιάζουν·όλα τα πλεονεκτήματα των δύο αυτών μονομερών, ενώ αντιθέτως δεν έχουν τα μειονεκτήματά τους. Οι ρητίνες αυτές παράγονται με μορφές λευκής σκόνης και χρησιμοποιούνται για την κατασκευή μεγάλου πλήθους πλαστικών υλικών, διαφανών, ημιδιαφανών, αδιαφανών, εγχρώμων.

Τα υλικά αυτά είναι περισσότερο σκληρά και λιγότερο εύκαμπτα από τα προϊόντα του χλωριούχου πολυβινυλίου. Οι ρητίνες με μικρότερο μοριακό βάρος χρησιμοποιούνται για επικαλύψεις, για διαβροχή διαφόρων υλικών, κυρίως υφασμάτων. Κατασκευάζονται επικαλύψεις συρμάτων, οι οποίες υπερτερούν των από καυτοσούκ, γιατί είναι άκαυστες και αντέχουν περισσότερο στις τριβές και τη διάβρωση.

Κατασκευάζονται σωλήνες για τη μεταφορά νερού, ελαίων, πετρελαίου και χημικών προϊόντων και φύλλα διαφόρων μορφών για την επικάλυψη στεγών κλπ. Επίσης κατασκευάζονται και υφάνσιμα με εξαιρετική αντοχή έναντι των χημικών επιδράσεων.

- **Ρητίνες πολυστυρενίου.** Παρασκευάζονται με πολυμερισμό του στυρενίου, που είναι υγρό άχρωμο και με ιδιάζουσα οσμή. Ο πολυμερισμός γίνεται με την έκθεση του στυρενίου στο φως και τον αέρα και τη χρησιμοποίηση καταλυτών. Το αποτέλεσμα του πολυμερισμού είναι υαλόμορφο και άχρωμο υλικό. Μερικών από τις ρητίνες αυτές το μοριακό βάρος φθάνει έως 1 000 000. Οι ηλεκτρικές ιδιότητες του πολυστυρενίου σε συνδυασμό με τη χημική αδράνειά του, την αντοχή του σε υψηλές σχετικά θερμοκρασίες και τις καλές μηχανικές ιδιότητές του, το κατατάσσουν μεταξύ των καλυτέρων υλικών για ηλεκτρικές εφαρμογές. Επίσης το πολυστυρένιο είναι εξαιρετικά ελαφρό υλικό (ειδικό βάρος 1,05) και παρουσιάζει μεγάλη διαφάνεια. Γι' αυτό χρησιμοποιείται στην κατασκευή οπτικών αντικειμένων. Παρουσιάζει

όμως το σοβαρό μειονέκτημα ότι είναι εύθραυστο.

Το πολυστυρένιο δεν χρειάζεται πλαστικοποιητικές ουσίες για να εκδηλώσει πλαστικές ιδιότητες. Σε σπάνιες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται τέτοιες ουσίες και μόνο όταν επιζητείται η άνοδος του σημείου στο οποίο μαλακώνει. Επίσης, δεν αναμιγνύεται με προστιξίες, όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σε ηλεκτρικές εφαρμογές.

Για εφαρμογές γενικής χρήσεως χρησιμοποιείται ευρύτατα και κατασκευάζονται υλικά σε μεγάλη ποικιλία. Τα υλικά από πολυστυρένιο διαμορφώνονται με χύτευση μέσα σε κατάλληλους τύπους στη θερμοκρασία των $190\text{--}220^{\circ}\text{C}$. Με την πτώση της θερμοκρασίας στερεοποιείται η ρητίνη (είναι θερμοπλαστική) και τα αντικείμενα είναι έτοιμα προς χρήση, γιατί από τον τύπο εξάγονται λεία και χωρίς εξογκώσεις.

β) Ακρυλικές ρητίνες. Παράγονται με πολυμερισμό εστέρων του ακρυλικού και μετακρυλικού οξέος.

Το σπουδαιότερο από τα υλικά αυτά είναι τό πολυμερές του μεθυλικού εστέρα του μεθακρυλικού οξέος, ο οποίος παρασκευάζεται με κατεργασία της ακετόνης. Έχει εξαιρετική διαφάνεια (εξαπλάσια του γυαλιού) και καθαρότητα, είναι ελαφρύτερο από το γυαλί (ειδικό βάρος 1,2) και υφίσταται εύκολα διάφορες μηχανικές κατεργασίες, όπως π.χ. πριόνισμα, τρύπημα κ.ά. Στο εμπόριο φέρεται με την ονομασία Plexiglass ή γυαλί Perspex και χρησιμοποιείται ευρύτατα αντί του γυαλιού κυρίως στα μεταφορικά μέσα (αυτοκίνητα, αεροπλάνα κλπ.).

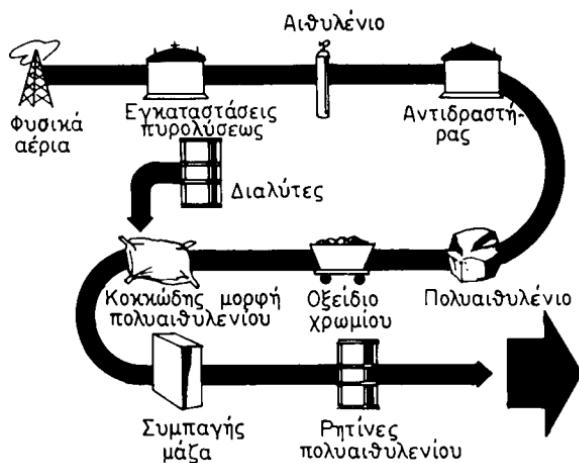
Τα φύλλα του γυαλιού αυτού μαλακώνουν σε θερμοκρασία 100°C και μπορούν να κυρτωθούν εύκολα σε οποιοδήποτε επιθυμητό σχήμα. Η ιδιότητα αυτή είναι εξαιρετικά χρήσιμη για την κατασκευή κυρτών υαλοπινάκων.

Επίσης κατασκευάζονται διαφανείς άχρωμες ή έγχρωμες πλάκες, σωλήνες, ράβδοι και υλικά οποισδήποτε άλλης μορφής. Η μορφοποίηση των υλικών αυτών γίνεται με χύτευση μέσα σε μεταλλικά ή ξύλινα καλούπια. Με συμπίεση σκόνης διαμορφώσεως μετακρυλικών ρητινών παρασκευάζονται φακοί για οπτικά όργανα.

γ) Ρητίνες πολυαιθυλενίου. Παρασκευάζονται με πολυμερισμό του αιθυλενίου, που περιέχεται σε μεγάλες ποσότητες στα φυσικά αέρια και τα αέρια της αποστάξεως του πετρελαίου και του άνθρακα (σχ. 9.5ζ).

Η πλαστικοποίηση των πολυμερών γίνεται με πολυϊσοβουτυλένιο. Παράγονται σκόνες διαμορφώσεως, που υπό υψηλή πίεση και θερμοκρασία μεατρέπονται σε αντικείμενα διαφόρων μορφών. Επίσης, η διαμόρφωση μπορεί να γίνει και με χύτευση.

Το πολυαιθυλένιο έχει εμφάνιση γαλακτώδη με μικρή διαφάνεια και στην αφή δίνει την εντύπωση κεριού. Παρουσιάζει μεγάλη



Σχ. 9.5ζ.

Σχηματική παράσταση παρασκευής ρητινών πολυαιθυλενίου.

ευλιγισία έτσι ώστε λεπτά φύλλα από αυτό μπορούν να διπλωθούν χωρίς να τσακίσουν. Είναι αδιάλυτο στους διαλύτες υπό κανονικές συνθήκες και εμφανίζει υψηλή αντοχή στις χημικές διαβρώσεις. Είναι από τα ελαφρότερα πλαστικά υλικά (ειδικό βάρος 0,92). Η μεγάλη του όμως αξία έγκειται στις εξαιρετικές ηλεκτρικές ιδιότητες που κατέχει και γι' αυτό χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο σε ηλεκτρικές μονώσεις. Μεταξύ των άλλων εφαρμογών του είναι τα δοχεία αποθήκευσεως ή μεταφοράς υγρών και οι σωλήνες.

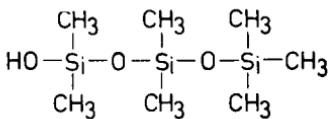
δ) Πολυαμιδικά πολυμερή ή νάιλον. Από τις νεότερες επιτεύξεις στον τομέα των πλαστικών υλικών. Παρασκευάζονται με πολυσυμπύκνωση διαφόρων αμινοενώσεων, οι οποίες λαμβάνονται συνήθως από φαινόλη.

Το μακρομόριο του νάιλον μοιάζει πολύ με το μόριο του μεταξιού και του μαλλιού. Έχει εξαιρετικές ιδιότητες, κυριότερη των οποίων είναι η ικανότητά του να μετατρέπεται σε λεπτές ίνες με μεγάλη αντοχή στον εφελκυσμό, μικρή υδροαπορροφητικότητα και αντοχή στις διάφορες χημικές επιρροές. Θεωρείται το καλύτερο υλικό για ηλεκτρικές μονώσεις, ψήκτρες, ταινίες και ιμάντες μεταφοράς κινήσεως κ.ά.

ε) Σιλικόνες ή πυριτικές ρητίνες (πολυμερείς ενώσεις του πυριτίου). Αποτελούν μία μεγάλη ομάδα θερμοσκληρυνομένων πλαστικών με ευρύ πεδίο εφαρμογών κατά τα τελευταία έτη.

Οι σιλικόνες διαφέρουν από τα άλλα πλαστικά, κυρίως γιατί μέσα στο μακρομόριό τους υπάρχει σε καθορισμένες θέσεις ένα

άτομο πυριτίου αντί άνθρακα, όπως π.χ. φαίνεται στον παρακάτω τύπο:



Παράδειγμα υλικού κατασκευασμένου από σιλικόνες είναι το συνθετικό καουτσούκ «Silicon», του οποίου το μόριο είναι πολυμερές της ρίζας $-\text{Si}-\text{O}-$ ενωμένης με CH_3- . Οι ρίζες αυτές ενωμένες σχηματίζουν ανοικτή αλυσίδα με μοριακό βάρος κυμανόμενο περί τον αριθμό 10 000.

Διάφορα αντικείμενα (π.χ. υφάσματα, χάρτινοι σάκοι) εκτιθέμενα σε **ατμούς Silicon** περιβάλλονται από προστατευτικό στρώμα, που τα καθιστά αδιάβροχα.

Η ύπαρξη του ατόμου του πυριτίου προσδίδει στα πλαστικά αυτά υλικά εξαιρέτες ιδιότητες, κυριότερη των οποίων είναι η μεγάλη τους αντοχή σε υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες. Σε θερμοκρασία 300°C υφίστανται μία επιφανειακή οξείδωση. Στους -50°C οι υγρές σιλικόνες διατηρούν όλη τη ρευστότητά τους, ενώ οι στερεές ούτε θραύσονται ούτε ραγίζουν, όπως συμβαίνει με τα άλλα πλαστικά στις χαμηλές αυτές θερμοκρασίες. Άλλες ενδιαφέρουσες ιδιότητες είναι η υδροφοβία τους, χάρη στην οποία, όπως πιστεύεται, αποτελούν το αποτελεσματικότερο όπλο κατά της υγρασίας. Η παντελής έλλειψη τοξικότητας, οι μικρές θερμικές παραμορφώσεις, η εξαιρετική ηλεκτρική μονωτικότητα που παρουσιάζουν, η ευκολία που ενώνονται με άλλες ρητίνες για την παρασκευή συμπολυμερών και η αντοχή τους στη γήρανση, καταλέγονται επίσης στα πλεονεκτήματα που εμφανίζουν οι σιλικόνες.

Έχουν ευρύ πεδίο εφαρμογών. Χρησιμοποιούνται για επικαλύψεις ηλεκτρικών καλωδίων με λεπτή μεμβράνη εξαιρετικά εύκαμπτη και ως υλικό πληρώσεως διαφόρων ηλεκτρικών συσκευών. Με τη μορφή γράσων χρησιμεύουν στη λίπανση δικλείδων, μηχανών κλπ. γιατί δεν διαβρώνουν ούτε τα μέταλλα ούτε το καουτσούκ και δεν στερεοποιούνται σε χαμηλές θερμοκρασίες. Από σιλικόνες παράγονται διάφορα υγρά προϊόντα άχρωμα, άοσμα, αδιάλυτα στο νερό, χωρίς τοξικότητα χρησιμοποιούμενα ως διηλεκτρικά ή λιπαντικά. Στη βιομηχανία των βερνικιών βρίσκουν μεγάλη εφαρμογή και κυρίως προσφέρονται για την κάλυψη μεταλλικών επιφανειών λόγω της **αδιαφορίας** τους προς την υγρασία. Τα βερνίκια από σιλικόνες στεγνώνουν γρήγορα (σε 1-2 ώρες) στους 250°C και το πάχος της δημιουργούμενης

μεμβράνης μπορεί να φθάσει τα 0,05 mm.

Με τη βοήθεια πυριτικής άμμου κατασκευάζονται προστατευτικά επιχρίσματα κυρίως κλιβάνων και δεξαμενών με μεγάλη αντοχή στη θερμότητα. Με εμποτισμό υαλονημάτων, ινών αμιάντου και υφασμάτων κατασκευάζονται λεπτά φύλλα.

Με συγκόλληση πολλών λεπτών φύλλων, όπως στο κόντρα-πλακέ, κατασκευάζονται φύλλα ή πλάκες οποιουδήποτε πάχους με εξαιρετικές μηχανικές και φυσικές ιδιότητες. Τέλος, παρασκευάζεται το ελαστικό πυρίτιο με ανάμιξη ορισμένων σιλικονών με ανόργανες προσミξεις και με τη βοήθεια ενός σκληρυντικού καταλύτη. Το παραγόμενο ελαστικό έχει μεγάλη αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες.

στ) Νεότερες ρητίνες. Οι κυριότερες ρητίνες που παρασκευάσθηκαν τα τελευταία 60 χρόνια και χρησιμοποιούνται ευρύτατα στην κατασκευή δομικών υλικών, είναι:

- Οι **πολυεστέρες**. Παρασκευάζονται με αντίδραση μεταξύ μιας πολυαλκοόλης (αιθυλικής αλκοόλης, προπυλικής αλκοόλης κλπ. και ενός πολυβασικού οξέος (μαλεϊκό οξύ κλπ.) Χρησιμοποιούνται ευρύτατα στην κατασκευή **οπλισμένων** πλαστικών υλικών.
- Η **πολυουρεθάνη**. Προκύπτει από την αντίδραση διϊσοκυανικών ενώσεων επί μιας πολυαλκοόλης. Χρησιμοποίεται κυρίως στην κατασκευή σπογγωδών υλικών.
- Οι **εποξίκες** (ή εποξειδικές) **ρητίνες**. Προέρχονται από πολυμερισμό του αιθυλενοξειδίου παρουσία καταλύτη. Το κύριο χαρακτηριστικό τους, που καθορίζει και τη χρήση τους, είναι η ισχυρή συγκολλητική ικανότητά τους.
- Το **πολυπροπυλένιο**, οι **πολυανθρακικές** ρητίνες, οι **φαινοξίκες** ρητίνες και πλήθος άλλων, των οποίων οι ιδιότητες δεν έχουν πλήρως ελεγχθεί.

4) Προετοιμασία πρώτων υλών και μορφοποίηση των πλαστικών.

Στο δεύτερο στάδιο της κατασκευής των στερεών πλαστικών υλικών περιλαμβάνονται η μορφοποίησή τους και οι μηχανικές κατεργασίες, που θα τους προσδώσουν την τελική μορφή και τις τελικές διαστάσεις. Οι εργασίες του δεύτερου σταδίου εκτελούνται σε εργοστάσια με καθαρά μηχανολογικό χαρακτήρα, όπου χρησιμοποιούνται ως πρώτες ύλες οι πλαστικές ουσίες (ρητίνες), που κατασκευάσθηκαν κατά το πρώτο στάδιο στις χημικές βιομηχανίες και οι λοιπές βοηθητικές ουσίες (πλαστικοποιητικές ύλες).

Οι μέθοδοι μορφοποιήσεως είναι σχεδόν οι ίδιες με τις χρησιμοποιούμενες κατά την κατασκευή των υλικών από μέταλλα ή κράματα. Η μόνη διαφορά είναι ότι εδώ απαιτούνται μικρότερες πιέσεις και θερμοκρασίες, λόγω της χαμηλής θερμοκρασίας, στην οποία μαλακώνει ή

τήκεται η πλαστική ύλη και του μικρού ειδικού βάρους της. Κατά συνέπεια οι εγκαταστάσεις και τα μηχανήματα είναι πολύ ελαφρότερα και η απαιτούμενη ενέργεια πολύ μικρότερη.

Πριν τη μορφοποίηση γίνεται η ανάμιξη της ρητίνης με τις διάφορες προσμίξεις και ουσίες ενισχύσεώς της και η μάλαξη του μίγματος μέσα σε κατάλληλους μαλακτήρες.

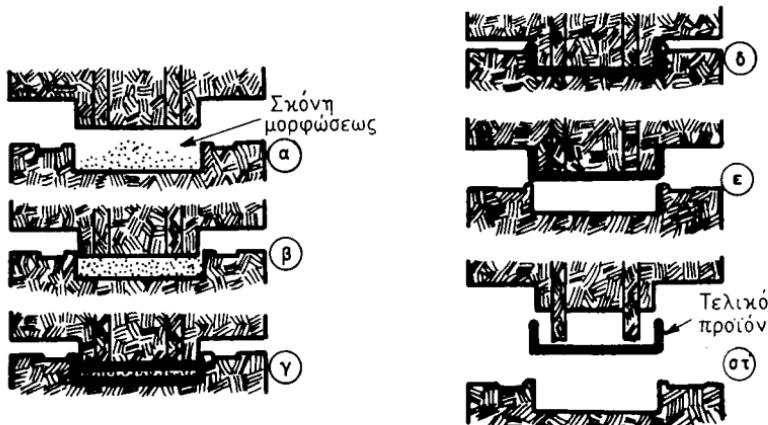
Η μέθοδος μορφοποίησεως που ακολουθείται, εξαρτάται από το είδος της πλαστικής ύλης και τη μορφή και το μέγεθος του τελικού προϊόντος. Οι χρησιμοποιούμενες βασικές μέθοδοι είναι:

- Συμπίεση.
- Έγχυση.
- Χύτευση.
- Εκβολή.
- Έλαση (εξέλαση).

Εφαρμόζονται βεβαίως πολλές παραλλαγές των μεθόδων αυτών, καθώς και συνδυασμοί, αλλά όλες είναι δυνατό να υπαχθούν σε μία από τις παραπάνω κατηγορίες:

α) Η μορφοποίηση με συμπίεση είναι η πιο συνηθισμένη και με αυτή κατασκευάζεται πλήθος πλαστικών υλικών. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται με πολλές τροποποιήσεις ανάλογα με τη φύση της πλαστικής ύλης.

Η απλή συμπίεση (σχ. 9.5η) εφαρμόζεται κυρίως για **θερμοσκληρυνόμενες** ρητίνες. Το υλικό υπό μορφή σκόνης ή κόκκων



Σχ. 9.5η.

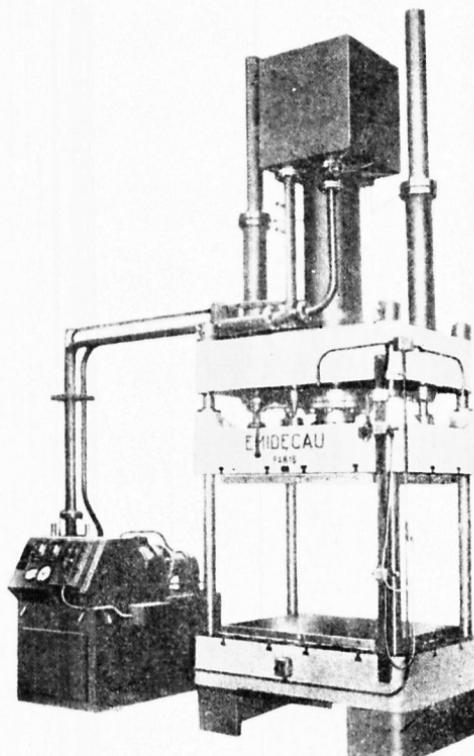
Διαμόρφωση με απλή συμπίεση.

Η σκόνη διαμορφώσεως της πλαστικής ουσίας τοποθετείται μέσα σε μήτρα (θερμή μήτρα, όταν πρόκειται για θερμοσκληρυνόμενες ρητίνες, ψυχρή μήτρα όταν πρόκειται για θερμοπλαστικές ρητίνες). Με έμβολο καταλλήλου σχήματος προκαλείται συμπίεση και διαμόρφωση του αντικειμένου.

συμπιέζεται μέσα σε θερμαινόμενες μήτρες με έμβολο αντιστοίχου σχήματος προς τη μήτρα. Οι χρησιμοποιούμενες πρέσες είναι υδραυλικές και διαφόρων τύπων (σχ. 9.50) με κινητή την κάτω ή την άνω πλάκα. Μετά την ψύξη το αντικείμενο υποβάλλεται σε μηχανική κατεργασία (καθάρισμα, γυάλισμα κλπ.). Με την ίδια μέθοδο κατασκευάζονται και τα οπλισμένα πλαστικά υλικά (σχ. 9.51).

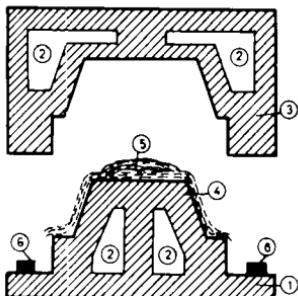
Μία παραλλαγή της ανωτέρω μεθόδου είναι η συμπίεση με μεταφορά (σχ. 9.51α), κατά την οποία η πρώτη ύλη προθερμαίνεται και αφού γίνει πλαστική, αθείται με έμβολο μέσα στη θερμαινόμενη μήτρα, όπου και στερεοποιείται, εφόσον πρόκειται περί θερμοσκληρυνόμενου πλαστικού.

- β)** Για τα **θερμοπλαστικά** χρησιμοποιείται παραπλήσια μέθοδος, η μέθοδος της **εγχύσεως** (σχ. 9.51β). Η πλαστική ύλη, πάντοτε υπό μορφή σκόνης, αθείται μέσα σε θερμαινόμενο κύλινδρο, όπου πλαστικοποιείται και στη συνέχεια μέσα σε ψυχρές μήτρες,



Σχ. 9.50.

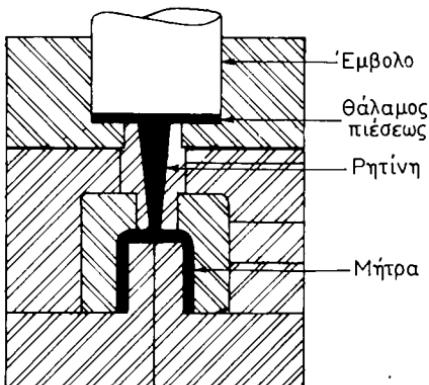
Υδραυλική πρέσα διαμορφώσεως πλαστικών αντικειμένων.



Σχ. 9.5ι.

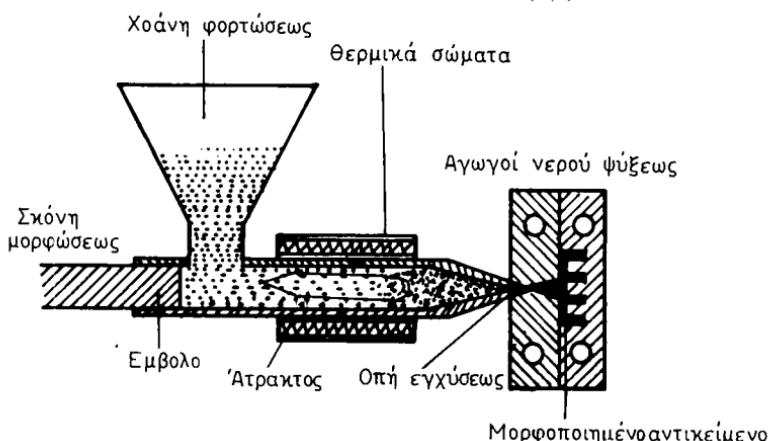
Μέθοδος διαμορφώσεως με πίεση οπλισμένων πλαστικών αντικειμένων.

1) Θετική μήτρα. 2) Αγωγοί για τη θέρμανση των μητρών. 3) Αρνητική μήτρα. 4) Ινώδη υλικά ενισχύσεως του πλαστικού αντικειμένου (π.χ. ίνες γυαλιού). 5) Ρητίνη. 6) Σταθερά στοιχεία, που εμποδίζουν τη διαφυγή της ρητίνης και καθορίζουν το πάχος του αντικειμένου.



Σχ. 9.5ια.

Διαμόρφωση με μεταφορά και πίεση που εφαρμόζεται σε θερμοσκληρυνόμενες ρητίνες. Η ρητίνη τοποθετείται με τη μορφή πολτού μέσα στο θάλαμο πιέσεως και από εκεί μέσω του εμβόλου αθείται μέσα στη μήτρα.



Σχ. 9.5ιβ.

Διαμόρφωση θερμοπλαστικών ρητίνων με έγχυση.

Η ρητίνη υπό μορφή σκόνης διαμορφώσεως ρίχνεται μέσα σε θερμαινόμενο κύλινδρο, μέσω δονητικής χοάνης. Από εκεί με τη βοήθεια εμβόλου αθείται μέσα στη μήτρα μέσω λεπτής σχισμής.

όπου ψύχεται και σκληρύνεται.

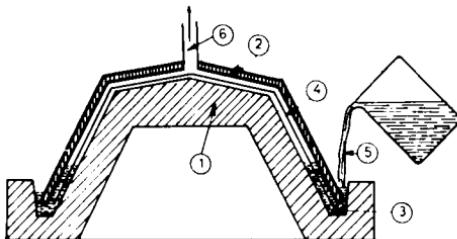
γ) Η μορφοποίηση με χύτευση είναι οικονομικότερη από τις προηγούμενες μεθόδους, γιατί δεν απαιτούνται πρέσες και ισχυρές μήτρες. Εφαρμόζεται και στις δύο κατηγορίες των πλαστικών υλών και κυρίως στις φαινολικές, τις ακρυλικές και τις ρητίνες του πολυστυρενίου.

Το υλικό τήκεται και μετά χύνεται μέσα σε ανοικτές ή κλειστές μήτρες, όπου ψυχόμενο ή θερμαινόμενο, ανάλογα με τη φύση της πλαστικής ύλης, σκληρύνεται (σχ. 9.5ιγ). Η κατασκευή μεμβρανών ή και φύλλων με τη μέθοδο αυτή γίνεται με έγχυση της πλαστικής ύλης επάνω σε περιστρεφόμενο κύκλινδρο ή κινούμενη ταινία.

δ) Η μορφοποίηση με εκβολή εφαρμόζεται κυρίως σε θερμοπλαστικές ρητίνες. Με τη μέθοδο αυτή παράγονται συνεχή φύλλα, σωλήνες, ράβδοι, ταινίες και τυποποιημένες διατομές και επικαλύπτονται σύρμα και καλώδια με πλαστική επένδυση. Εδώ το υλικό με τη μορφή πολτού ωθείται με κατάλληλη διάταξη, συνήθως ατέρμονα κοχλία, σε οπή όπου είναι προσαρμοσμένη η μήτρα (σχ. 9.5ιδ).

Στη συνέχεια, αφού βγει από τη μήτρα μορφοποιημένο πλέον το υλικό, κινείται με συνεχή ταινία μεταφοράς, όπου ψύχεται και σκληρύνεται. Η ταχύτητα εκβολής του υλικού εξαρτάται από το μέγεθος της διατομής και το χρόνο, που απαιτείται για την ψύξη του. Π.χ., η παραγωγή ταινίας πλάτους 25 cm και πάχους 3 mm γίνεται με ταχύτητα 250 m ανά min.

ε) Η μόρφωση με έλαση γίνεται συνήθως για υλικά, που έχουν μορφή φύλλων, ταινιών ή ράβδων. Τα φυλλόμορφα υλικά κατασκευάζονται με εμποτισμό πυρήνων από φύλλα χαρτιού, υφάσματος, υαλοπιλήματος, μεταλλικών πλεγμάτων ή απλών ινών, με μια ρητίνη. Ο πυρήνας του τελικού προϊόντος διέρχεται κατ'



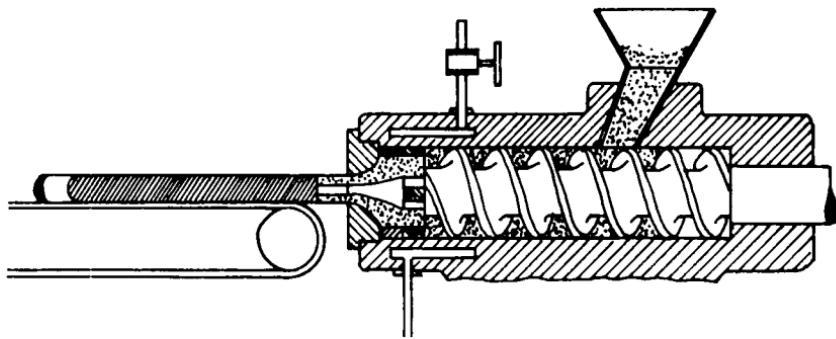
Σχ. 9.5ιγ.

Διαμόρφωση με χύτευση οπλισμένου πλαστικού.

1) και 2) Θετική και αρνητική μήτρα. 3) Λεκάνη συγκεντρώσεως ρητίνης. 4) Ενισχυτικό φύλλο ή ύφασμα του πλαστικού αντικειμένου. 5) Προσθήκη ρητίνης μέσα στη λεκάνη συγκεντρώσεως. Η ρητίνη ανέρχεται μέσα στη μήτρα με αναρρόφηση μέσω της οπής 6.

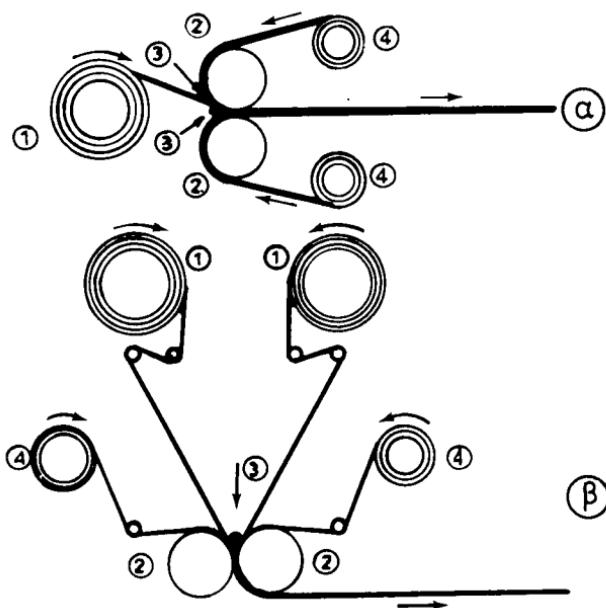
αρχήν από δοχείο που περιέχει διάλυμα της ρητίνης και κατόπιν συμπιέζεται σε θερμαινόμενους κυλίνδρους, όπου σκληρύνεται η ρητίνη (σχ. 9.5ιε).

Εάν απαιτούνται προϊόντα με μεγαλύτερο πάχος ρητίνης, η ανω-



Σχ. 9.5ιδ.

Διαμόρφωση στοιχείων μεγάλου μήκους (φύλλα, ράβδοι, σωλήνες, ράβδοι τυπικών διατομών) με τη μέθοδο της εκβολής.

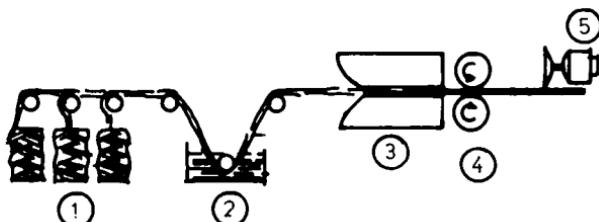


Σχ. 9.5ιε.

Κατασκευή φυλλόμορφου ενισχυμένου πλαστικού υλικού με εμποτισμό και έλαση ενός (α) ή δύο (β) πλεκτών πυρήνων από ίνες γυαλιού ή υφάσματος και κάλυψή του με διαφανείς μεμβράνες (σελοφάν): 1) Κύλινδροι που φέρουν τον πλεκτό πυρήνα. 2) Κύλινδροι έλασεως. 3) Παροχή ρητίνης. 4) Κύλινδροι μεμβρανών σελοφάν.

τέρω εργασία επαναλαμβάνεται δύο και τρεις φορές, έως ότου αποκτηθεί το επιθυμητό πάχος. Τα παραγόμενα φύλλα κόβονται σε τεμάχια ορισμένων διαστάσεων ή τυλίγονται γύρω από άξονα για την παραγωγή σωλήνων. Με παραπλήσια μέθοδο παράγονται φύλλα με ένα ή δύο πυρήνες και επικάλυψή τους με μεμβράνες σελοφάν (σχ. 9.5ιε).

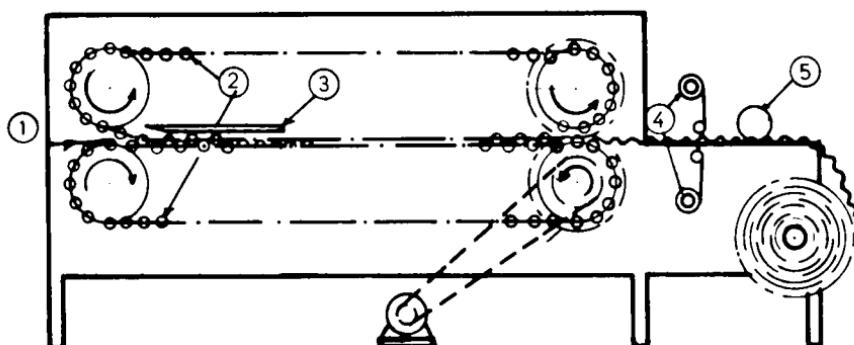
Με όμοιο τρόπο κατασκευάζονται ράβδοι με ειδικές διατομές (σχ. 9.5ιστ). Για την κατασκευή αυλακωτών φύλλων χρησιμοποιείται η μηχανή του σχήματος 9.5ιζ.



Σχ. 9.5ιστ.

Κατασκευή ράβδων με ειδικές διατομές με τη μέθοδο της ελάσεως.

- 1) Μπομπίνες ινών.
- 2) Λεκάνη ρητίνης.
- 3) Μήτρα με το επιζητούμενο σχήμα.
- 4) Κύλινδροι ελάσεως.
- 5) Κοπτική μηχανή.



Σχ. 9.5ιζ.

Μηχανή κατασκευής αυλακωτών φύλλων.

- 1) Πυρήνας από πλέγμα ινών.
- 2) Ατέρμονη ταινία που φέρει μικρούς κυλίνδρους.
- 3) Οδηγός κατευθύνσεως ταινίας.
- 4) Κύλινδροι που φέρουν τις μεμβράνες της ρητίνης.
- 5) Κοπτική μηχανή.

9.6 Ιδιότητες και επιλογή των πλαστικών υλικών.

Για να καταστεί δυνατή η επιλογή του καταλληλότερου πλαστικού υλικού σε κάθε συγκεκριμένη περίπτωση, απαραίτητο

είναι να γνωρίζομε τις γενικές ιδιότητες κάθε κατηγορίας πλαστικών δομικών υλικών, καθώς και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του καθενός από αυτά. Έτσι, συγκρίνοντας τα υλικά αυτά με παρεμφερή υλικά άλλων κατηγοριών και λαμβάνοντας υπόψη τον παράγοντα «κόστος», μπορούμε να καταλήξομε σε ορθές λύσεις τόσο από τεχνική όσο και από οικονομική άποψη.

Οι γενικές ιδιότητες, που έχουν τα πλαστικά, μπορούν να συνοψισθούν στα εξής:

1) Φυσικές ιδιότητες.

- α) Μικρό ειδικό βάρος (φαινόμενο). Κυμαίνεται μεταξύ 0,95 και 1,8, ενώ το ελαφρότερο μέταλλο, δηλαδή το αλουμίνιο και τα κράματά του, έχει 2,7, τα ασβεστολιθικά υλικά 1,7 και το σκυρόδεμα 2,2.
- β) Πολύ μικρή θερμική αγωγιμότητα. Είναι ίση με το $\frac{1}{3}$ της θερμικής αγωγιμότητας των κεραμικών και το $\frac{1}{100}$ της ίδιας ιδιότητας των μετάλλων.
- γ) Μεγάλη ικανότητα ηλεκτρικής μονώσεως. Ιδιαίτερη ικανότητα παρουσιάζουν τα φαινοπλαστικά και τα προερχόμενα από συνθετικές ρητίνες, ενώ αντίθετα τα προερχόμενα από οξεική κυτταρίνη, το σελοφάν και ο γαλάλιθος έχουν μειωμένη την ικανότητα αυτή.
- δ) Μεγάλη αντοχή στη διάβρωση. Τα πλαστικά δεν προσβάλλονται από τα συνήθη διαβρωτικά μέσα. Ορισμένα από αυτά αντέχουν ακόμη και στο λεγόμενο «βασιλικό ύδωρ» (διάλυμα νιτρικού και υδροχλωρικού οξέος), που έχει την ικανότητα να προσβάλει το χρυσό και την πλατίνα.
- ε) Μικρή υδροαπορροφητικότητα. Θεωρούνται γενικά από τα πλέον υδρόφοβα υλικά. Η ιδιότητα αυτή είναι συνυφασμένη με την ικανότητα ηλεκτρικής μονώσεως και παρουσιάζεται ιδιαίτερα αυξημένη στις σιλικόνες.
- στ) Έχουν εξαιρετική εμφάνιση λόγω της στιλπνότητας, της διαφάνειας και των ζωηρών χρωματισμών που μπορούν να βαφούν. Κατά την αφή είναι ευχάριστα χάρη στη μικρή θερμική αγωγιμότητα.
- ζ) Είναι άσομα και άγευστα.
- η) Παρουσιάζουν μικρή σταθερότητα σχήματος και αυτό γιατί τα περισσότερα πλαστικά, κυρίως τα θερμοπλαστικά, μαλακώνουν σε χαμηλή θερμοκρασία ($65\text{-}120^{\circ}\text{ C}$). Εξαιρεση αποτελούν τα παραγόμενα από σιλικόνες και νάιλον,

που μπορούν να αντέξουν μέχρι 460° C.

- θ) Μερικά πλαστικά παρουσιάζουν μικρή αντοχή στη γήρανση, γιατί ορισμένες προσμίξεις ή πλαστικοποιητικές ουσίες αλλοιώνονται υπό ειδικές συνθήκες θερμοκρασίας, φωτός κλπ.

2) Μηχανικές ιδιότητες.

- α) Έχουν σχετικά μικρή αντοχή στον εφελκυσμό, την πίεση και την κάμψη. Η αντοχή στον εφελκυσμό ορισμένων πλαστικών είναι περίπου 2500 kp/cm^2 , έναντι $7500-8600 \text{ kp/cm}^2$ του κοινού χάλυβα, $5000-5800 \text{ kp/cm}^2$ του ντουραλουμινίου και 6600 kp/cm^2 του σφυρήλατου ορείχαλκου.

Πρέπει όμως να παρατηρήσουμε ότι η αντοχή των πλαστικών ανά μονάδα βάρους είναι μεγαλύτερη από την αντοχή όλων των άλλων δομικών υλικών πλην του ντουραλουμινίου, πράγμα που έχει μεγάλη οικονομική σημασία. Ενδεικτικά αναφέρονται ορισμένα παραδείγματα αντοχής ανά μονάδα βάρους:

Κοινός χάλυβας $950-1100 \text{ kp/cm}^2$ (ειδ. βάρος 7,8).

Ντουραλουμίνιο $1800-2100 \text{ kp/cm}^2$ (ειδ. βάρος 2,8).

Σφυρήλατος ορείχαλκος 760 kp/cm^2 (ειδ. βάρος 8,7).

Οπλισμένα πλαστικά 1400 kp/cm^2 (ειδ. βάρος 1,8).

- β) Εμφανίζουν εξαιρετική ικανότητα απορροφήσεως κραδασμών και ήχων.

3) Τεχνολογικές ιδιότητες.

Τα περισσότερα πλαστικά υλικά υφίστανται εύκολα κατεργασίες και χειρισμούς. Κόβονται, πριονίζονται, τρυπιούνται και γενικά είναι εύκολη η προσαρμογή τους στις εκάστοτε ανάγκες των τεχνικών έργων.

4) Ιδιάιτερα χαρακτηριστικά καθενός πλαστικού.

Για τα ιδιάιτερα χαρακτηριστικά κάθε πλαστικού υλικού έχει γίνει λόγος στην παράγραφο 9.5 (2 και 3). Για πληρέστερη όμως κατανόηση δίνονται οι πίνακες 9.6.1 και 9.6.2 όπου συγκρίνονται οι βασικές ιδιότητες των κυριοτέρων πλαστικών υλικών.

Από αυτά που έχουν γραφεί ως πώρα και από τους πίνακες 9.6.1 και 9.6.2 μπορούμε να κάνουμε τις εξής συγκριτικές παρατηρήσεις:

- α) Τα πλαστικά υλικά από νιτρική κυτταρίνη είναι ευκατέργα-

Συγκριτική σύγχρονη ιδεολογία και πολιτική

Κακή +
 Μέτρια +
 Καλή +
 Πολύ κα-
 Εξαιρετι-
 θερμοσ-
 Θερσκλ.
 Οι μέσα σε παρενθέσεις

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.6.2
Ιδιότητες ασφαλίνων πλαστικών υλών που χρησιμοποιούνται στη δομική

Υλικό	Πυρκαϊτιά Tαχείς οιαπόδοσις κατά την μεσην	Επεφήκική ζυγεύσεις διαστολής ypafhikis diastoleis	Επεφήκική ανύψιλοτητά avaypilostita	Επεφήκική αντιστάση avaypilostasi	Μεγάλητη επιφενόμενη διαβούτη επιφένομενη διαβούτη	Υόποδα ποδοφόντη Yopoda podofonti	Κοττιά kottia	Ζυγιτερόποδη 7 nifepodw	Οτική φυτιά zutikis phytiā
Αφρώδης φαινολοφορμαλδεΰδη	{ 32 0,56	0,98	1,08	0,035	28,6	130	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή συντίσταση
Αφρώδης ουροφορμαλδεΰδη	{ 56 2,38	1,33	1,08	0,034	29,4	130	60	60	στην έναση
Αφρώδης πολυουρεθάνη	{ 40 1,75	2,8-5,6	2,2-3,5	0,034	29,4	107	Σχετικά υψηλή	Σχετικά υψηλή	Αντιστάση στην έναση
Διογκωμένο χλωριούχο πολυβινύλιο	{ 40 9,1	2,8	4,9	0,021	47,6	99	4,3	4,3	Γενικά άκαστη
Διογκωμένο πολυαστυρένιο	{ 16 0,7	1,26	16,1	0,030	33,3	66	5,5	5,5	Καινεται δύσκολα
Διογκωμένο εβονίτης	{ 24 1,26	1,96	5,4-7,2	0,030	33,3	79	3,0	3,0	Μαλακώνει καταστρέ- φεται
	64 2,8	2,8	5μ4	0,029	34,5	79	2,5	2,5	Αντοχή στις φλόγες
				0,025	40,0	50	1,5	1,5	

στα, δηλαδή κόβονται, πριονίζονται, τρυπιούνται κλπ. έύκολα, έχουν ωραίους χρωματισμούς και παρουσιάζουν αρκετά υψηλή αντοχή. Μειονεκτούν όμως, γιατί είναι εξαιρετικά εύφλεκτα και με την πάροδο του χρόνου καθίστανται εύθραυστα.

- β) Τα πλαστικά της οξεικής κυτταρίνης χρησιμοποιούνται κυρίως λόγω της εξαιρετικής εμφανίσεώς τους τόσο από άποψη χρωματισμού, όσο και από άποψη διαφάνειας. Η αντοχή τους είναι σχετικώς μικρή. Δεν επηρεάζονται από τα ασθενή και τα λιπαρά οξέα. Είναι και αυτά εύφλεκτα, αλλά σε πολύ μικρότερο βαθμό από τα υλικά της νιτρικής κυτταρίνης.
- γ) Τα πλαστικά της καζεΐνης υφίστανται εύκολα διάφορες κατεργασίες, έχουν μεγάλη σκληρότητα, αλλά είναι εύθραυστα και είναι περιορισμένης χρήσεως λόγω της τελευταίας ιδιότητάς τους.
- δ) Τα υλικά της φαινόλης ανήκουν στα θερμοσκληρυνόμενα πλαστικά και ανάλογα με τη μέθοδο κατασκευής τους και τις χρησιμοποιούμενες προσμίξεις, εκδηλώνουν διαφορετικές ιδιότητες και σε διαφορετική ένταση.

Τα πλαστικά συμπιέσεως έχουν μεγάλη σκληρότητα και μηχανική αντοχή, ανθεκτικότητα στη θερμότητα και στα ασθενή οξέα και λοιπά διαβρωτικά. Δεν μεταδίδουν την καύση και αντέχουν στις εξωτερικές επιδράσεις, πλην του ηλιακού φωτός, που καταστρέφει τους χρωματισμούς τους. Το σημαντικότερο χαρακτηριστικό τους είναι η μεγάλη ηλεκτρομονωτική τους ικανότητα. Σοβαρό μειονέκτημα αποτελεί το σκοτεινό χρώμα τους και η εν γένει μη ελκυστική εμφάνιση.

- Τα χυτά πλαστικά της φαινόλης έχουν μικρότερη μηχανική αντοχή και σκληρότητα, αλλά αντιθέτως προς τα προηγούμενα έχουν θαυμάσιους χρωματισμούς και ωραία εμφάνιση. Είναι επίσης φθηνότερα λόγω της απαιτούμενης μικρότερη δαπάνης κατασκευής τους.
- Η τρίτη ομάδα των πλαστικών από φαινόλη είναι τα λεπιδωτά και οπλισμένα υλικά, που κατασκευάζονται με εμποτισμό με ρητίνη, φύλλων χαρτιού, υφάσματος, αμιάντου και υαλοπιλήματος. Έχουν μεγαλύτερη μηχανική αντοχή και σκληρότητα από τα αντίστοιχα που προέρχονται από συμπιέση, είναι ευκατέργαστα και εμφανίζουν τις ίδιες πλεκτρικές ιδιότητες. Πλεονεκτούν

ως προς την εμφάνιση, γιατί είναι δυνατό να κατασκευασθεί η επιφάνειά τους με ποικίλα σχέδια και μορφές, που αποτυπώνονται επάνω στο χαρτί της τελευταίας στρώσεως. Έτσι, επιτυγχάνονται άριστες απομιμήσεις ξύλων, μαρμάρων και άλλων δοκιμών υλικών (τυπικό υλικό ή φορμάικα).

- ε) Τα υλικά της ουρίας έχουν πολλές κοινές ιδιότητες με τα υλικά της φαινόλης. Υπερτερούν κατά τη διαφάνεια και τη ζωηρότητα των χρωματισμών, αλλά κοστίζουν περισσότερο.
- στ) Το ίδιο συμβαίνει και με τα υλικά από μελαμίνη. Υπερέχουν έναντι των δύο προηγουμένων ομάδων, γιατί παρουσιάζουν μεγαλύτερη αντοχή στη θερμότητα και τα διαβρωτικά μέσα. Επίσης παρουσιάζουν μικρότερη υδροαπορροφητικότητα και μεγαλύτερη ικανότητα ηλεκτρικής μονώσεως.
- ζ) Από τα καθαρά συνθετικά πλαστικά, αυτά που προέρχονται από πολυβινύλιο χαρακτηρίζονται κυρίως για τις ελαστικές τους ιδιότητες (συνθετικό καουτσούκ), την εξαιρετική αντοχή τους στα ισχυρά οξέα και τις βάσεις και στο νερό και τη μεγάλη ικανότητα ηλεκτρικής μονώσεως. Επίσης, αντέχουν στις εξωτερικές τριβές και είναι άκαυστα. Παρουσιάζουν όμως μικρή μηχανική αντοχή.
- η) Τα υλικά που παράγονται από πολυστυρένιο συνδυάζουν μεγάλη μηχανική αντοχή, χημική αδράνεια και μικρή ηλεκτρική αγωγιμότητα (ισχυρά ηλεκτρομονωτικά υλικά). Παρουσιάζουν, μολονότι είναι θερμοπλαστικά, αρκετή αντοχή στη θερμότητα. Είναι από τα ελαφρότερα πλαστικά (ειδικό βάρος 0,98 έως 1,05). Επίσης, έχουν μεγάλη διαφάνεια, μεγαλύτερη από το γυαλί, και αρκετή αντοχή στις τριβές.
- θ) Το κύριο χαρακτηριστικό των ακρυλικών πλαστικών, που τα καθιστά αναντικατάστατα για ορισμένες χρήσεις, είναι η διαφάνειά τους, που είναι εξαπλάσια του γυαλιού. Αντίθετα, η σκληρότητά τους είναι ίση με το $1/20$ του γυαλιού. Έτσι, φθείρονται γρήγορα όταν έρχονται σε επαφή με άλλα σώματα.
- ι) Τα πλαστικά του πολυαιθυλένιου χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα λόγω των εξαιρετικών ηλεκτρικών ιδιοτήτων τους, της αντιστάσεώς τους έναντι των χημικών επιδράσεων και της ελαφρότητάς τους (ειδικό βάρος πολυαιθυλενίου 0,95).

- ια) Τα πλαστικά από πολυαμίδες (νάιλον) έχουν τη μεγαλύτερη αντοχή στον εφελκυσμό και τη θερμότητα από όλα τα θερμοπλαστικά. Είναι όμως από τα ακριβότερα πλαστικά.
- ιβ) Τα φυλλόμορφα υλικά από σιλικόνες παρουσιάζουν εξαιρετική αντοχή στη θερμότητα, είναι άκαυστα και υφίστανται εύκολα μηχανικές κατεργασίες.

9.7 Έλεγχος και δοκιμασίες των πλαστικών υλικών.

Ο έλεγχος της ποιότητας και ο προσδιορισμός του βαθμού εκδηλώσεως των ιδιοτήτων των πλαστικών υλικών αποτελεί σοβαρή και δύσκολη εργασία. Αυτό οφείλεται τόσο στη μεγάλη ποικιλία των παραγομένων ειδών από την ίδια πρώτη ύλη, όσο και στο πλήθος των πρώτων υλών που χρησιμοποιούνται.

Είναι σχεδόν αδύνατο, στις περισσότερες περιπτώσεις, να προσδιορισθεί μακροσκοπικώς η προέλευση και οι ιδιότητες ενός πλαστικού από τους μη ειδικούς. Κατά συνέπεια ο τεχνικός, που πρόκειται να επιλέξει το καταλληλότερο υλικό που κυκλοφορεί στο εμπόριο, για μια συγκεκριμένη περίπτωση, είναι υποχρεωμένος να ζητήσει από ειδικευμένα εργαστήρια τον προσδιορισμό των ιδιοτήτων του.

Οι δοκιμασίες τις οποίες πρέπει να υποστεί ένα πλαστικό υλικό, η μορφή και οι διαστάσεις που επιβάλλεται να έχουν τα δοκίμια για καθεμιά από τις δοκιμασίες αυτές, καθορίζεται από τους κανονισμούς κάθε κράτους. Στην Ελλάδα ακολουθούμε συνήθως τους αμερικανικούς κανονισμούς, που λόγω της μεγάλης αναπτύξεως των πλαστικών στις ΗΠΑ θεωρούνται οι πληρέστεροι όλων.

Ανάλογα με τις απαιτούμενες ιδιότητες των έτοιμων για χρήση πλαστικών υλικών, κατατάσσονται και οι δοκιμασίες που πρέπει να γίνουν σε τρεις κατηγορίες:

- Έλεγχος της χημικής συμπεριφοράς των υλικών.
- Έλεγχος των φυσικών ιδιοτήτων.
- Έλεγχος των μηχανικών ιδιοτήτων.

1) Έλεγχος χημικής συμπεριφοράς.

Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι παρακάτω δοκιμασίες;

α) Αντοχή στις χημικές επιρροές. Κατά τη διάρκειά της διαμορφώνονται δοκίμια ορισμένου σχήματος και βάρους, τα οποία τοποθετούνται μέσα σε διάφορα χημικά διαλύματα,

που καθορίζονται από τον κανονισμό. Μετά την παρέλευση ορισμένου χρόνου εξετάζεται η αύξηση ή ελάττωση του βάρους των δοκιμών, οι μεταβολές των διαστάσεών τους και η εν γένει εμφάνισή τους.

β) Σταθερότητα του χρώματος. Η δοκιμή γίνεται με ειδικούς λαμπτήρες, που φωτίζουν για ορισμένο χρόνο την επιφάνεια ενός δοκιμίου και έτσι ελέγχεται η σταθερότητα ή μη του χρώματος του πλαστικού.

γ) Αντοχή στη γήρανση. Γίνεται κατά τις γνωστές μεθόδους, που ακολουθούνται και για τα άλλα υλικά.

2) Έλεγχος φυσικών ιδιοτήτων.

Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι παρακάτω δοκιμασίες;

α) Προσδιορισμός του ειδικού βάρους.

β) Υδροστοροφητικότητα και διόγκωση του υλικού. Προσδιορίζεται η αύξηση του βάρους ή του όγκου του δοκιμίου από την απορρόφηση του νερού σε εκατοστιαία αναλογία προς το αρχικό βάρος ή τον αρχικό όγκο.

γ) Προσδιορισμός του δείκτη διαθλάσσεως προκειμένου για διαφορή πλαστικά υλικά.

δ) Προσδιορισμός του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας.

Προσδιορίζεται με διάφορες συσκευές και εκφράζεται σε:

$$\text{kcal cm/hcm}^2\text{grd} \quad \text{ή} \quad \text{kcal/hm grd}$$

ε) Προσδιορισμός της θερμοκρασίας, στην οποία μαλακώνουν τα υλικά (κυρίως τα θερμοπλαστικά). Απαραίτητη δοκιμασία, όταν το υλικό που θα χρησιμοποιηθεί πρόκειται να υποστεί την επίδραση υψηλών θερμοκρασιών.

στ) Προσδιορισμός του ευφλέκτου. Τα πλαστικά υλικά, όπως όλα τα οργανικής προελεύσεως υλικά, καίγονται. Γι' αυτό είναι απαραίτητο να γνωρίζομε το χρόνο που απαιτείται για να καεί το κάθε ένα, εάν καίγεται με φλόγα ή όχι και εάν έχει την ικανότητα να διατηρεί την καύση μετά την απομάκρυνση της αρχικής αιτίας.

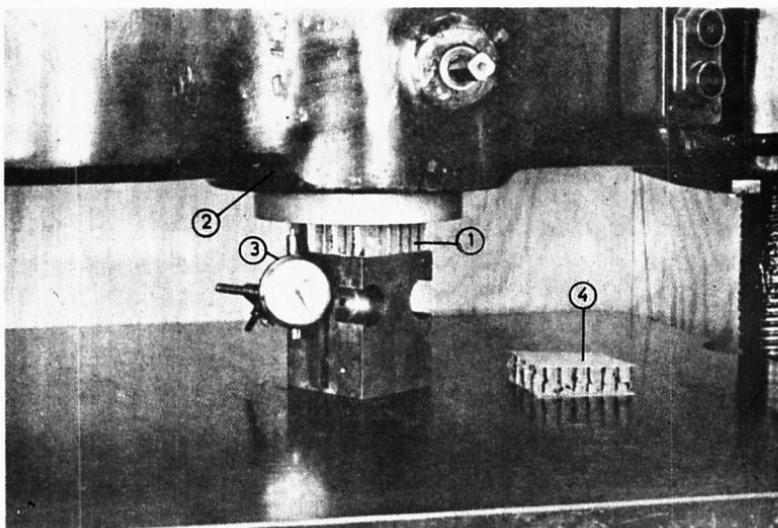
ζ) Προσδιορισμός της ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Γίνεται με τον προσδιορισμό της ειδικής αντιστάσεως και της διηλεκτρικής σταθεράς με το συντελεστή ισχύος. Απαραίτητη η δοκιμασία αυτή για υλικά που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν σε ηλεκτρικές εφαρμογές.

3) Έλεγχος μηχανικών ιδιοτήτων.

Στην τρίτη κατηγορία ανήκουν οι γνωστές δοκιμασίες, που

αναπτύχθηκαν λεπτομερώς στο σχετικό με τα μέταλλα κεφάλαιο. Είναι ο έλεγχος της αντοχής στον εφελκυσμό, στη θλίψη (σχ. 9.7α), στην κάμψη (σχ. 9.7β), στην κρούση και τέλος ο έλεγχος της σκληρότητας.

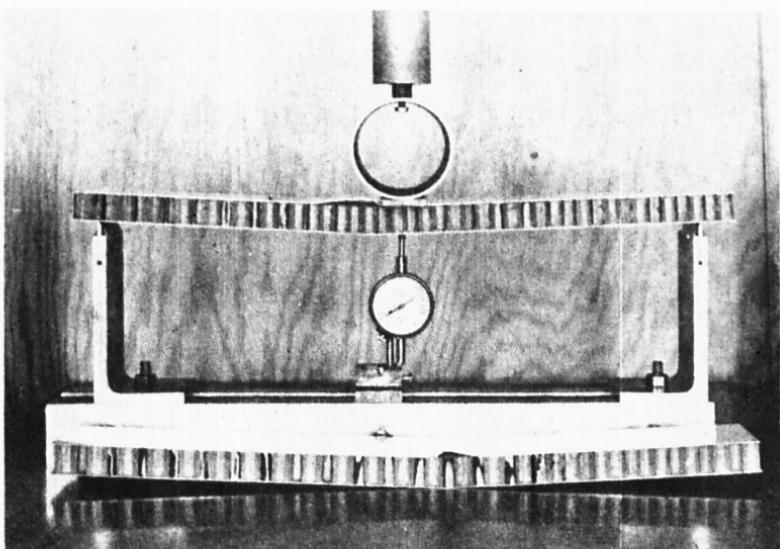
Αυτονόητο είναι ότι για την επιλογή ενός πλαστικού υλικού δεν είναι απαραίτητο να υποβληθεί αυτό σε όλες τις δοκιμασίες που αναφέρονται παραπάνω. Θα ελεγχθεί μόνο ως προς τις ιδιότητες που θα επηρεάσουν ουσιωδώς την απόδοσή του και την εν γένει συμπεριφορά του για τη συγκεκριμένη χρήση που προορίζεται. Π.χ. για την επίστρωση ενός δαπέδου με πλαστικό τάπητα ή πλαστικά πλακίδια, ο έλεγχος των προσφερομένων υλικών περιορίζεται στον προσδιορισμό της σκληρότητάς τους (αντοχή στην τριβή), της σταθερότητας του χρωματισμού, της χημικής αντιστάσεώς τους σε ορισμένα οξέα και της ευχέρειας αναφλέξεώς τους. Εάν όμως πρόκειται να κατασκευασθεί ηλεκτρικός πίνακας, πρέπει να ελεγχθούν οι ηλεκτρικές σταθερές του υλικού, η μηχανική αντοχή του, η ευφλεκτικότητά του και το σημείο που μαλακώνει το πλαστικό υλικό.



Σχ. 9.7α.

Έλεγχος πλαστικών υλικών τύπου σάντουιτς στη θλίψη.

- 1) Δοκίμιο. 2) Κινητό τμήμα μηχανής. 3) Όργανο μετρήσεως των βραχύνσεων.
- 4) Δοκίμιο έτοιμο για έλεγχο.



Σχ. 9.7β.

Έλεγχος πλαστικών υλικών τύπου σάντουϊτς σε κάμψη.

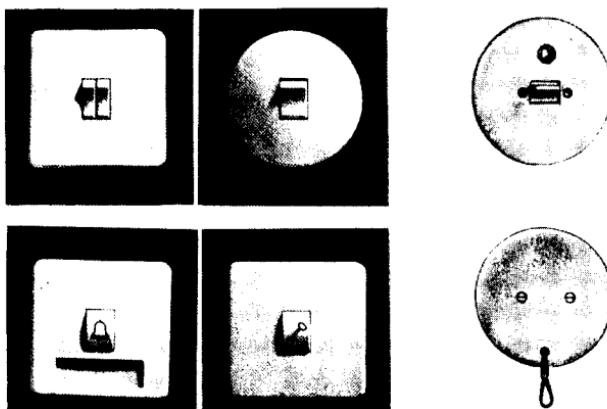
9.8 Χρήσεις πλαστικών υλικών στη δομική.

1) Ηλεκτρικές εφαρμογές.

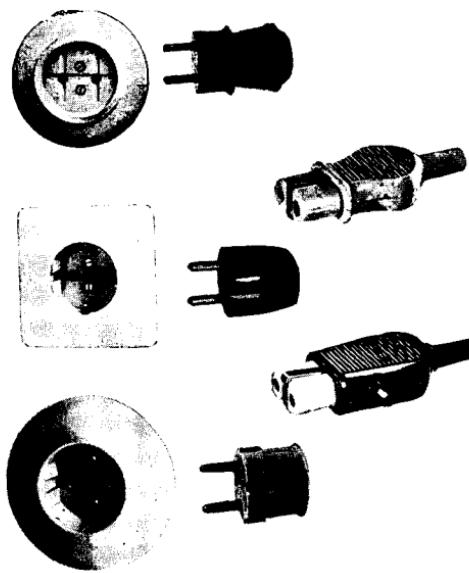
Από τα μεγαλύτερα πεδία εφαρμογής των πλαστικών υλικών είναι η ηλεκτροτεχνία.

Τα πάσης φύσεως εξαρτήματα των ηλεκτρικών δικτύων, όπως διακόπτες απλοί, διπλοί ή μαχαιρωτοί, ρευματοδότες διπολικοί, τριπολικοί, στεγανοί, κομβία (κουμπιά) κουδουνιών (σχ. 9.8α και 9.8β), πίνακες οποιουδήποτε αριθμού γραμμών κ.ά. κατασκευάζονται σήμερα αποκλειστικά από πλαστικές ύλες. Η ποιότητα και κατά συνέπεια η τιμή τους, εξαρτάται από το είδος της πλαστικής ύλης που χρησιμοποιήθηκε, το σύστημα της λειτουργίας τους, το χρώμα τους κλπ. Τα φθηνότερα είδη παράγονται από πλαστικά φαινοφορμαλδεϋδης (βακελίτης με σκούρο καφέ χρώμα), ενώ τα ακριβότερα από ουροφορμαλδεϋδη ή μελαμινοφορμαλδεϋδη, λευκά ή σε διάφορους χρωματισμούς.

Επίσης, από τις ίδιες πλαστικές ύλες κατασκευάζονται οι βάσεις των φωτιστικών σωμάτων, ενώ τα επικαλύμματά τους (πλαφονιέρες), κυρίως για λαμπτήρες φθορισμού, κατσκευάζο-

**Σχ. 9.8α.**

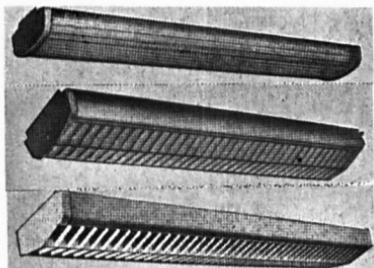
Διακόπτες διαφόρων τύπων και κουμπιά κουδουνιών.

**Σχ. 9.8β.**

Ρευματοδότες εντοιχισμένοι, ρευματολήπτες και ρευματοδότες κινητοί.

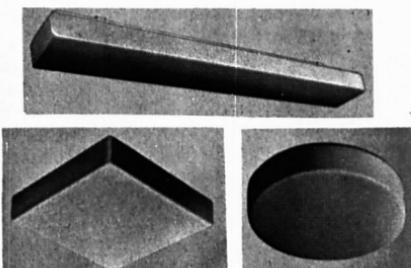
νται από ακρυλικά πλαστικά ή πλαστικά πολυαιθυλενίου (σχ. 9.8γ και 9.8δ).

'Αλλη επιτυχής χρήση των πλαστικών στην ηλεκτροτεχνία και την ενσύρματη τηλεφωνία είναι η επικάλυψη των συρμάτων



Σχ. 9.8γ.

Καλύπτρες φωτιστικών σωμάτων διάτρητες.



Σχ. 9.8δ.

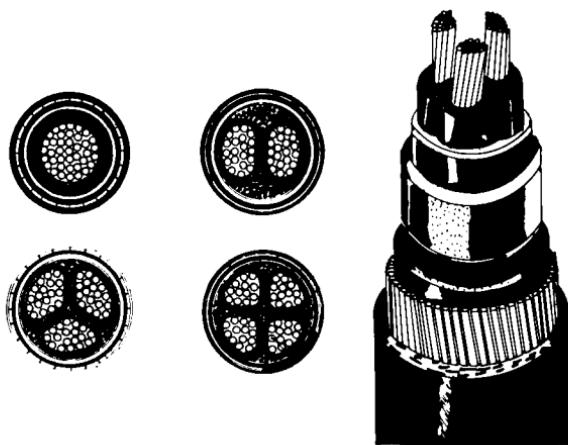
Καλύπτρες ματ φωτιστικών σωμάτων (πλαφονιέρες)

και καλωδίων από χαλκό ή αλουμίνιο με ισχυρό μονωτικό δέρμα από χλωριούχο πολυβινύλιο ή πολυαιθυλένιο. Οι κατασκευαζόμενοι με αυτόν τον τρόπο αγωγοί, εκτός από την ελαστικότητά και την ισχυρή ηλεκτρομονωτική ικανότητά τους, παρουσιάζουν και μεγάλη αντοχή στο φως, το νερό, τα οξέα και τις βάσεις. Τα σύρματα αυτά χρησιμοποιούνται στα εσωτερικά δίκτυα των οικοδομών, τοποθετούμενα απευθείας μέσα στο επίχρισμα των τοίχων και των οροφών ή επάνω στην επιφάνειά τους. Δεν είναι απαραίτητο να τοποθετούνται μέσα σε χαλύβδινους σωλήνες ή σωλήνες Μπέργκμαν (Bergman), όπως γινόταν μέχρι πρότινος με τα μικρής προστασίας σύρματα. Επίσης τα κατ' αυτό τον τρόπο μονωμένα καλώδια τα χρησιμοποιούμε βάζοντάς τα απευθείας μέσα στο έδαφος χωρίς άλλη προστασία (σχ. 9.8ε).

2) Κτιριακές εφαρμογές.

Η εφαρμογή των πλαστικών υλικών με διάφορες μορφές στις κτιριακές εν γένει κατασκευές είναι ευρύτατη και συνεχώς εξαπλώνεται με ταχύτατο ρυθμό.

Τα υλικά, που προορίζονται για το σκοπό αυτό, είναι διαφόρων τύπων και ποιοτήτων. Χρησιμοποιούνται σε υγρή κατάσταση για την κάλυψη επιφανειών, με την μορφή λεπτών μεμβρανών, ορθογωνικών πλακών, πλακιδών και λωρίδων και υπό μορφή πολτώδους ύλης, με την οποία κατασκευάζονται τα χυτά πλαστικά δάπεδα. Κατασκευάζονται στοιχεία οπλισμένα, κυρίως με ίνες γυαλιού ή υαλοπιλήματα, τεχνητή ξυλεία και πλήθος άλλα υλικά πάσης χρήσεως.



Σχ. 9.8ε.

Καλώδια μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας ή αγωγοί τηλεπικοινωνιών ισχυρά μονωμένοι με πλαστικές ύλες.

Οι κυριότερες εφαρμογές στη δομική μπορεί να ταξινομηθούν στις εξής κατηγορίες:

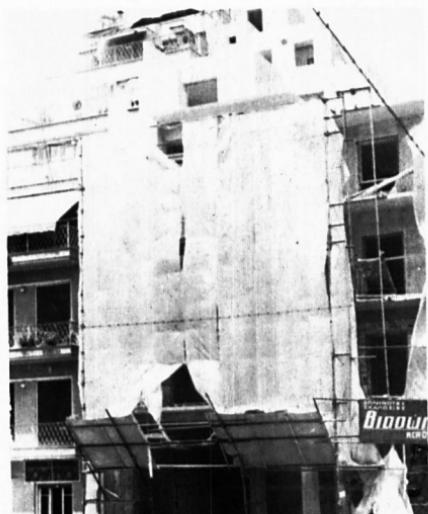
α) Προσωρινής χρήσεως εφαρμογές:

- **Προκατασκευασμένα οικήματα,** τα οποία φουσκώνουν με συμπιεστές χαμηλής πιέσεως που λειτουργούν συνεχώς. Αγκυρώνονται στο έδαφος περιμετρικά και χρησιμοποιούνται για χειμερινά καταφύγια, προσωρινές αποθήκες, παραρτήματα βιομηχανικών κτιρίων καί κτίρια εκθέσεων. Σ' ένα τελευταίο τύπο, αντί να φουσκώνει ολόκληρη η κατασκευή, έχουν δημιουργηθεί πλαστικοί αγωγοί, οι οποίοι φουσκώνουν και δημιουργούν ημιάκαμπτα πλαίσια που υποβαστάζουν πλαστικές μεμβράνες (σχ. 9.8στ). Για την κατασκευή τους χρησιμοποιείται χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC), μικρής πυκνότητας πολυαιθυλένιο (PE) ή νάιλον.
- **Προστατευτικές μεμβράνες.** Κατασκευάζονται από πλαστικοποιημένο PVC ή από πολυαιθυλένιο και είναι διαφανείς ή αδιαφανείς. Χρησιμοποιούνται για την κάλυψη και προστασία από τις εξωτερικές επιδράσεις μηχανημάτων, έργων και υλικών. Επίσης τοποθετούνται επάνω στα εξωτερικά ικριώματα για κάλυψη των οικοδομών κατά τη διάρκεια των εργασιών (σχ. 9.8ζ). Μέχρι τώρα χρησιμοποιούνταν για το σκοπό αυτό λινάτσες.



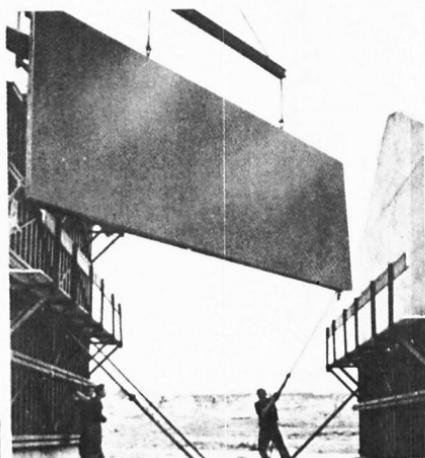
Σχ. 9.8στ.

Προκατασκευασμένο υπόστεγο με διογκούμενα (με πεπιεσμένο αέρα) ημιάκαμπτα πλαίσια, κατασκευασμένο από πλαστικό υλικό. Πλάτος 5 m, μήκος 12 m, συνολικό βάρος 120 kg.



Σχ. 9.8ζ.

Πλαστικές μεμβράνες από PVC ή PE που καλύπτουν την πρόσοψη οικοδομής σε ανέγερση.



Σχ. 9.8η.

Πλάκα από κόντρα-πλακέ διαποτισμένη με φαινολικές ρητίνες, χρησιμοποιείται για την κατασκευή τύπων σκυροδέματος.

- **Εύκαμπτοι σωλήνες** για προσωρινή μεταφορά νερού ή πεπιεσμένου αέρα. Κατασκευάζονται από PE μικρής πυκνότητας.
- **'Ακαμπτοι** σωλήνες από σκληρό PVC ή μεγάλης πυκνότητας PE. Χρησιμοποιούνται κυρίως για τη μεταφορά και τους χειρισμούς νωπού σκυροδέματος.

β) Εργαλεία και σχοινιά. Από PE, ακρυλονιτρικό βουταδιένιο-στυρένιο (ABS) και πολυπροπυλένιο (PP) κατασκευάζονται κάδοι, χειράμαξες και εργαλεία κτίστη. Είναι ελαφρά, δεν υφίστανται διάβρωση, καθαρίζονται εύκολα και είναι αθόρυβα κατά τη χρήση. Από νάιλον, πολυεστέρες, πολυαιθυλένιο (PE) και πολυπροπυλένιο (PP) κατασκευάζονται διάφορα είδη σχοινιών. Δεν διαβρώνονται, δεν απορροφούν υγρασία, είναι ελαφρά και γενικά είναι ισχυρότερα από τα κατασκευαζόμενα από μανίλα ή από σιζάλ.

γ) Υλικά τύπων (καλουπών) σκυροδέματος.

- **Λεπτές μεμβράνες από PE και PVC.** Χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των τύπων του σκυροδέματος. Διατηρούν την υγρασία του σκυροδέματος και έτσι παράγεται καλύτερης ποιότητας υλικό και αποκτώνται ομαλότερες επιφάνειες. Επιτυγχάνεται επίσης ταχύτερη αφαίρεση των τύπων.
- **Υλικά διαποτισμού ξυλοτύπων.** Με εποξικές ρητίνες επαλείφονται οι ξυλότυποι ή διαποτίζονται με ρητίνες φαινολοφορμαλδεύδης (σχ. 9.8η). Επιτυγχάνεται έτσι καλύτερη επιφάνεια στο σκυρόδεμα και αύξηση του αριθμού χρήσεως των ξυλοτύπων.
- **Στερεά φύλλα από πολυστυρένιο ή PVC.** Προσαρμόζονται σε ξύλινα πλαίσια και δημιουργούνται ξυλότυποι πολύ καλής ποιότητας. Εμποδίζουν την απότομη διαφυγή της υγρασίας από το νωπό σκυρόδεμα, δημιουργούν λείες επιφάνειες και χρησιμοποιούνται περισσότερες φορές από τους κοινούς ξυλοτύπους. 'Όταν απαιτείται από τους τύπους μεγαλύτερη αντοχή και ακαμψία, χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των φύλλων αυτών πολυεστέρες οπλισμένοι με ίνες γυαλιού.
- **Μόνιμα φύλλα τύπων.** Κατασκευάζονται από διογκωμένο πολυστυρένιο. Τα φύλλα τοποθετούνται πάνω

στο σκελετό των ξυλοτύπων, όπου παραμένουν και μετά τη σκλήρυνση του σκυροδέματος (σχ. 9.8θ). Εκπληρούν τρεις απαιτήσεις; Συγκρατούν το νωπό σκυρόδεμα, δημιουργούν θερμομονωτικό στρώμα και εμφανίζουν καλή επιφάνεια που δεν απαιτεί περαιτέρω επεξεργασία (επίχρισμα, βαφή κλπ.).

δ) Υλικά φερόντων στοιχείων.

- **Επίπεδα ή αυλακωτά φύλλα.** Κατασκευάζονται από πλαστικές ύλες, κυρίως πολυεστέρες, ενισχυμένες με ίνες γυαλιού (σχ. 9.8ι). Είναι ελαφρά, παρουσιάζουν αρκετή μηχανική αντοχή, αντέχουν στις καιρικές μεταβολές και έχουν ωραία εμφάνιση. Η ακαμψία των επιπέδων φύλλων αυξάνεται, εάν επικολληθούν πάνω σ' αυτά διαφόρων τύπων ενισχυτικές ράβδοι (νευρώσεις) (σχ. 9.8ια). Τα φύλλα χρησιμοποιούνται για την κάλυψη στεγών.
- **Πλάκες τύπου σάντουιτς.** Αποτελούνται από πυρήνα, κάτω από τις δύο πλευρές του οποίου έχουν επικολληθεί δύο μεμβράνες (σχ. 9.8ιβ). Ο πυρήνας μπορεί να είναι διογκωμένη πλαστική ύλη [σχ. 9.8ιβ(α)], αυλα-



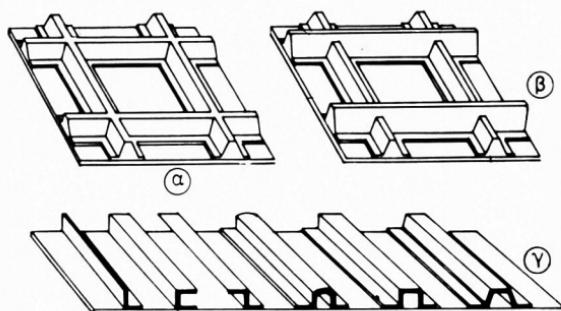
Σχ. 9.8θ.

Φύλλα από διογκώμενο πολυστυρένιο, που χρησιμοποιούνται αντί του σανιδώματος του ξυλοτύπου. Μετά τη σκλήρυνση του σκυροδέματος παραμένουν στη θέση τους.



Σχ. 9.8ι.

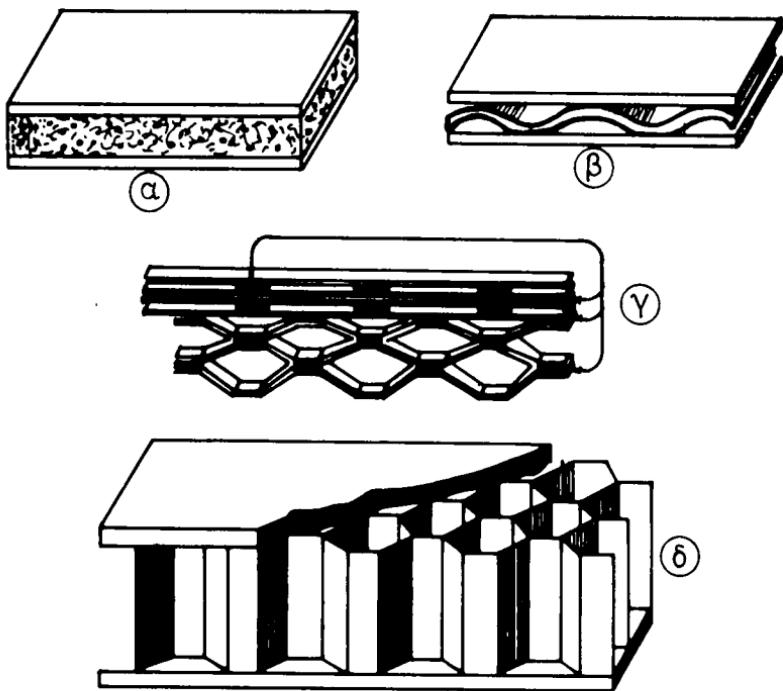
Αυλακωτά φύλλα από οπλισμένους πολυεστέρες, για την κάλυψη στεγών.
Αντέχουν επαρκώς στην κάμψη, όπως φαίνεται στην εικόνα, όπου εργάτης φορτίζει το φύλλο στο μέσο του.



Σχ. 9.8ια.

Ενίσχυση επιπέδων πλαστικών φύλλων με νευρώσεις διαφόρων ειδών.
α) Ισοϋψεις νευρώσεις δύο κατευθύνσεων. β) Ανισοϋψεις νυρώσεις δύο κατευθύνσεων. γ) Νευρώσεις διαφόρων διατομών κατά μία κατεύθυνση.

κωτό πλαστικό φύλλο [σχ. 9.8β(β)], πλέγμα από ίνες ḡ ύφασμα [σχ. 9.8ιβ(γ)], πλέγμα τύπου κηρήθρας [σχ. 9.8ιβ(δ)] ḡ τέλος λεπτό μεταλλικό φύλλο. Οι εξωτερικές μεμβράνες κατασκευάζονται από απλή ḡ οπλισμένη πλαστική ύλη, λεπτά μεταλλικά φύλλα (αλουμίνιο) ḡ άλλα παρόμοια υλικά.

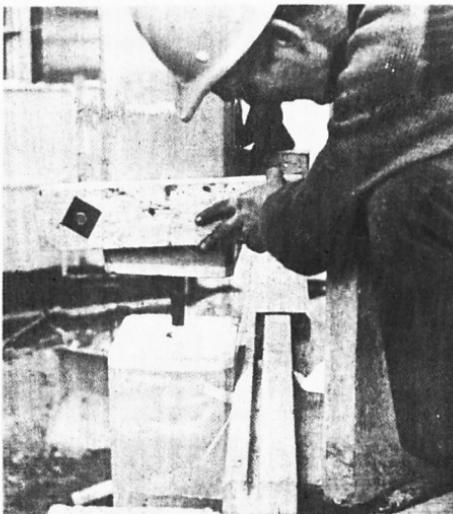


Σχ. 9.8iβ.

Πλάκες τύπου σάντουιτς από πλαστικά υλικά με πυρήνες διαφόρων τύπων.
 α) Πυρήνας από διογκωμένη πλαστική ύλη (πολυστυρένιο, πολυουρεθάνη). β) Πυρήνας από αυλακωτό πλαστικό φύλλο. γ) Πυρήνας από υφασμάτινο πλέγμα.
 δ) Πυρήνας τύπου κηρήθρας από χαρτόνι ή πλαστικό υλικό.

Οι πλάκες αυτές είναι ελαφρές, έχουν σχετικά μεγάλη ακαμψία και παρουσιάζουν καλές φυσικές και μηχανικές ιδιότητες.

- **Ελαφρά σκυροδέματα.** Κατασκευάζονται επί τόπου στο έργο (εργοτάξιο) ή σε εργοστάσια, στοιχεία από ελαφρό σκυρόδεμα, στα οποία χρησιμοποιούνται αντί των γνωστών αδρανών άμμου και σκύρων μικρά τεμάχια διογκωμένου πολυστυρενίου. Είναι πολύ ελαφρά σκυροδέματα με εξαιρετική θερμομονωτική ικανότητα. Η αντοχή τους εξαρτάται από την πυκνότητά τους.
- **Υλικά συνδέσεως** (κόλλες). Από εποιξικές ρητίνες παρασκευάζονται ισχυρά συνδετικά, αποτελούμενα από δύο υγρά, για την συγκόλληση κατασκευαστικών στοιχείων από σκυρόδεμα, ξύλο ή μέταλλο (σχ. 9.8iγ). Από επο-



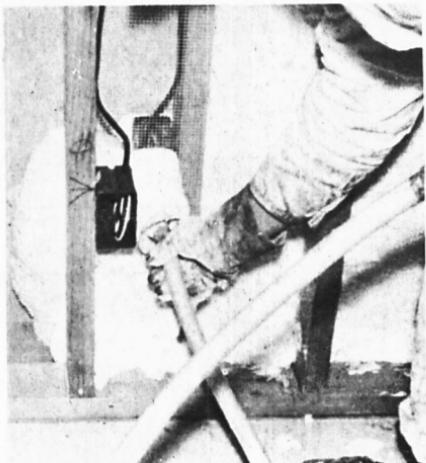
Σχ. 9.8ιγ.

Επέκταση στύλου διά συγκολλήσεων νέου στύλου επί παλαιού, κατά την επέκταση καθ' ύψος παλαιού κτηρίου. Η χρησιμοποιούμενη κόλλα προέρχεται από εποξεική ρητίνη.

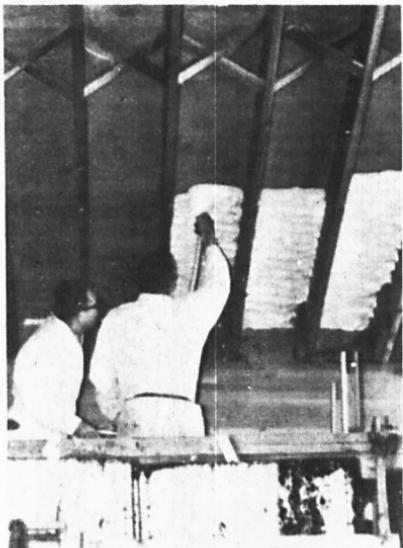
Ξικές ρητίνες ή πολυεστέρες ή οξεικό πολυβινύλιο, παρασκευάζονται προσμίγματα για την αύξηση της αντοχής των κονιαμάτων και των σκυροδέματων, καθώς και για την πλήρωση και επισκευή ρωγμών και άλλων φθορών σε κατασκευές από σκυρόδεμα ή επιχρίσματα.

ε) Υλικά τοίχων και διαχωρισμάτων.

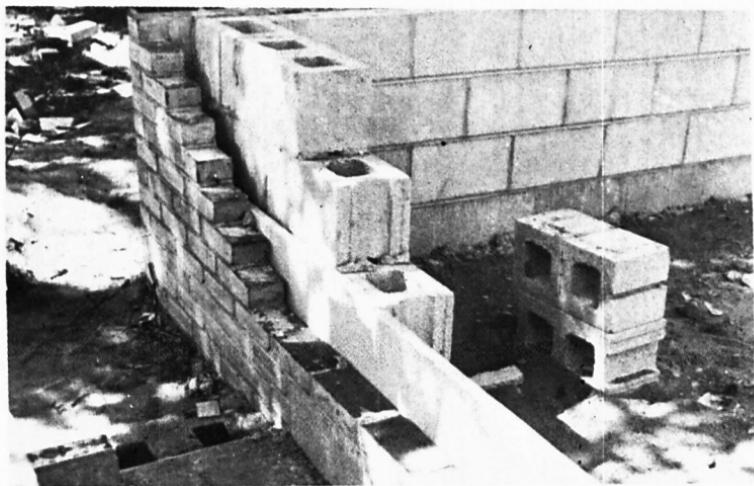
- **Λεπτές μεμβράνες και πλαστικά γαλακτώματα.** Παρασκευάζονται από PVC και PE και χρησιμοποιούνται για τη μόνωση των τοίχων έναντι της υγρασίας.
- **Επιπέδα φύλλα και πλάκες τύπου σάντουιτς.** Όμοια με αυτά που έχουν περιγραφεί προηγουμένως (σχ. 9.8ιβ).
- **Αφρώδη υλικά.** Από ουροφορμαλδεϋδη παρασκευάζεται στον τόπο του έργου αφρώδες υλικό, με το οποίο καλύπτονται τα κενά, που αφήνονται για το σκοπό αυτό σε εξωτερικούς τοίχους που φέρουν φορτία (σχ. 9.8ιδ) ή σε οροφές (9.8ιε). Από διογκωμένο πολυστυρένιο κατασκευάζονται ελαφρές πλάκες (σχ. 9.8ιστ), οι οποίες τοποθετούνται στα κενά, που αφήνονται για το σκοπό αυτό σε πλινθοδομές. Και τα δύο



Σχ. 9.8ιδ.
Αφρώδες υλικό από πλαστική ύλη παρασκευαζόμενο με κατάλληλη συσκευή στον τόπο του έργου.
Μετά την παρασκευή του στερεοποιείται και αποτελεί πρώτης τάξεως μονωτικό για τοίχους.



Σχ. 9.8ιε.
Αφρώδες υλικό παρασκευαζόμενο επί τόπου για μόνωση οροφών.



Σχ. 9.8ιστ.
Πλάκες από διογκωμένο πολυστυρένιο μεταξύ δύο σειρών τσιμεντολίθων.

υλικά δημιουργούν εξαιρετικές θερμομονωτικές συνθήκες.

- **Προκατασκευασμένα τμήματα τοίχων από σκυρόδεμα.** Δημιουργείται πυρήνας από διογκωμένο πολυστυρένιο ή επικολλάται πλάκα από το ίδιο υλικό επάνω στην εσωτερική επιφάνεια του σκυροδέματος.
- **Προκατασκευασμένες ελαφρές πλάκες τοίχων,** που δεν φέρουν φορτία. Άκαμπτες αφρώδεις πλάκες και διογκωμένο PVC ή πολυστυρένιο, από αφρώδη πολυουρεθάνη ή αφρώδεις φαινολικές ρητίνες με επικάλυψη και από τις δύο πλευρές με φύλλα από μεταλλα, κόντρα πλακέ ή αμιαντοτσιμέντο και άλλα υλικά.
- **Διαφανή ή αδιαφανή πλαισιωτά φύλλα.** Κατασκευάζονται από φύλλα PVC, από οπλισμένους με ίνες γυαλιού πολυεστέρες και από ακρυλικά πλαστικά πλαισιωμένα με μεταλλικές ράβδους. Είναι εξαιρετικά σταθερά και ελαφρά. Δημιουργούν καλή θερμική μόνωση όταν μεταξύ των φύλλων παρεμβληθεί κενό.

στ) Υλικά πατώματων

- **Μονωτικές μεμβράνες.** Όμοιες με αυτές που αναφέρθηκαν στην παράγραφο 9.8 (2-α).
- **Πλάκες από αφρώδες υλικό.** Κατασκευάζονται όπως οι ελαφρές πλάκες τοίχων [§ 9.8(ε)]. Τοποθετούνται πάνω στην πλάκα του πατώματος (συνήθως από σκυρόδεμα) και σχηματίζουν ελαστικό υπόστρωμα. Πάνω σ' αυτές τοποθετούνται οι πήχες του ξύλινου δαπέδου ή οι κεραμικές πλάκες δαπέδου.

ζ) Υλικά αναρτημένων οροφών και κεκλιμένων ή οριζοντίων στεγών.

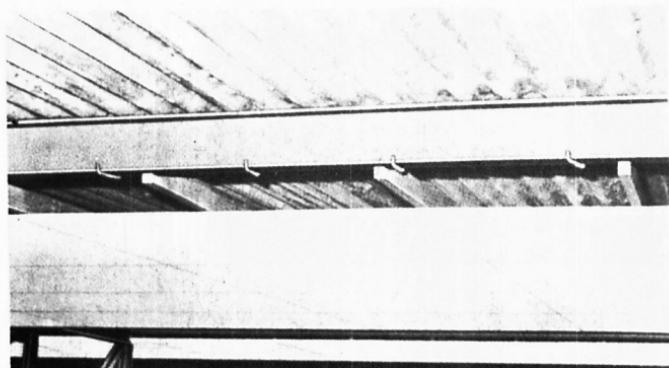
- **Θερμομονωτικές πλάκες.** Κατασκευάζονται από διογκωμένο πολυστυρένιο και από αφρώδη πολυουρεθάνη ή φανολικές ρητίνες ή PVC. Τοποθετούνται κατά τρεις τρόπους:

Κάτω από την οροφή επάνω σε αναρτημένο ελαφρό μεταλλικό σκελετό (σχ. 9.8ιζ) ή σε επαφή με την οροφή επάνω σε ξύλινες πήχες (σχ. 9.8ιη).

Μεταξύ του σκελετού της οροφής και της εξωτερικής καλύψεως (σχ. 9.8ιθ).

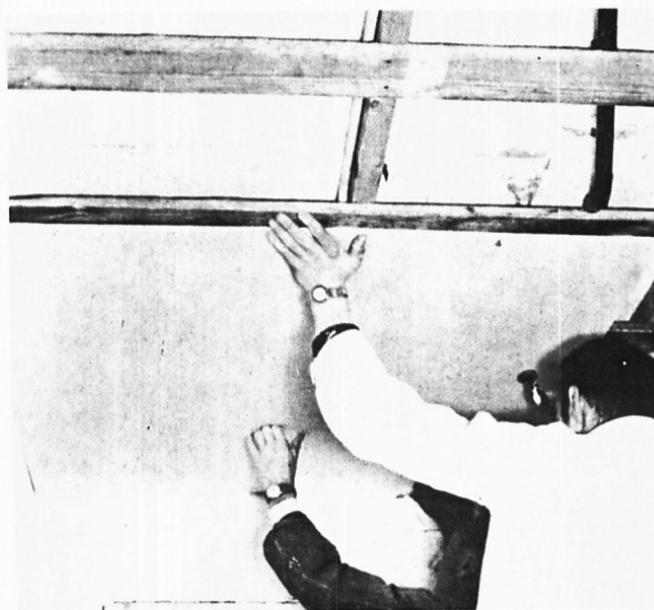
Πάνω στη φέρουσα πλάκα της οροφής (σχ. 9.8κ).

- **Ηχομονωτικές πλάκες.** Κατασκευάζονται από αφρώδες PVC ή αφρώδη πολυουρεθάνη. Το καλύτερο αποτέλε-



Σχ. 9.8ιζ.

Πλάκες από πολυουρεθάνη για θερμική και ακουστική μόνωση, τοποθετούμενες πάνω σε αναρτημένο ελαφρό μεταλλικό σκελετό.



Σχ. 9.8ιη.

Θερμομονωτικές και ηχομονωτικές πλάκες από διογκωμένο πολυστυρένιο, τοποθετημένες κάτω από την οροφή πάνω σε ξύλινους πήχεις.



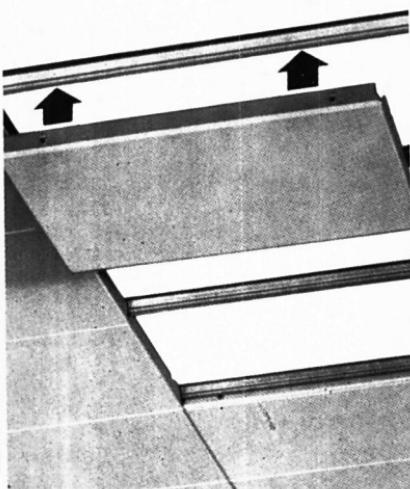
Σχ. 9.8ιθ.

Θερμομονωτικές αυλακωτές πλάκες, τοποθετημένες μεταξύ σκελετού στέγης και της επικαλύψεως από αυλακωτά φύλλα αμιαντοτσιμέντου.



Σχ. 9.8κ.

Πλάκες από διογκωμένο πολυστυρένιο επικαλυμμένες εξωτερικά με κόκκους φελλού. Επικολλούνται με ειδική κόλλα, πάνω στην επιφάνεια της πλάκας της στέγης.

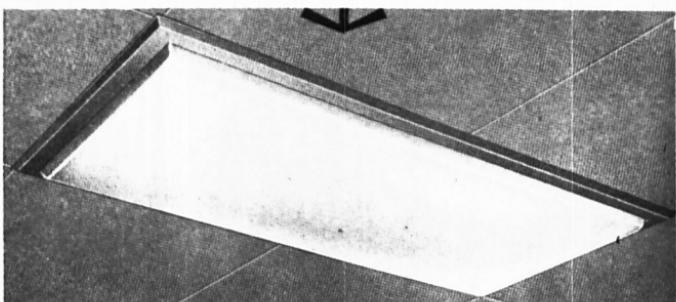


Σχ. 9.8κα.

Ηχομονωτικές πλάκες από αφρώδες PVC τοποθετημένες κάτω από την οροφή επάνω σε κατάλληλους οδηγούς ξύλινους ή σιδερένιους.

σμα επιτυγχάνεται, εάν τοποθετηθούν επάνω σε αναρτημένο ελαφρό σκελετό (σχ. 9.8κα).

- **Διαφανείς ή ημιδιαφανείς πλάκες.** Χρησιμοποιούνται για την κάλυψη φατνωμάτων, μέσα στα οποία έχουν τοποθετηθεί φωτιστικά σώματα. Κατασκευάζονται από PVC, πολυυστυρένιο ή ακρυλικές ρητίνες. Τοποθετούνται και αυτές πάνω σε αναρτημένους σκελετούς (σχ. 9.8κβ).



Σχ. 9.8κβ.

Ημιδιαφανής πλάκα από ακρυλική ρητίνη χρησιμοποιούμενη για την κάλυψη φατνώματος, μέσα στο οποίο έχει τοποθετηθεί φωτιστικό σημείο.

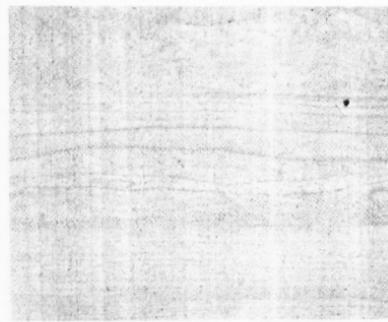
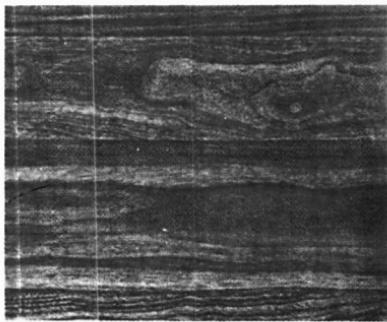
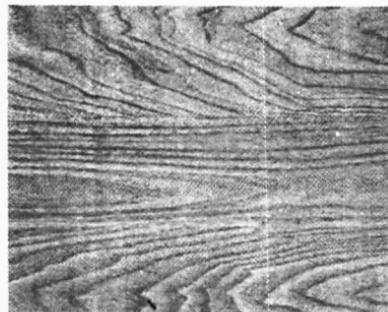
η) Υλικά επενδύσεων και επικαλύψεων.

- **Λεπιδωτά (πολύφυλλα) ελάσματα.** Χρησιμοποιούνται για την κάλυψη εξωτερικών επιφανειών τοίχων κατασκευασμένων απ' οποιοδήποτε υλικό (σκυρόδεμα, ξύλο, μέταλλο, κόντρα-πλακέ κλπ.). Κατασκευάζονται από μελαμίνη-φορμαλδεϋδη, PVC, εστέρες οπλισμένους με ίνες γυαλιού, ακρυλικές ρητίνες. Διατίθενται στο εμπόριο σε μεγάλη ποικιλία διακοσμητικών σχεδίων, χρωμάτων και απομιμήσεων υλικών (κυρίως ξύλου και φυσικών λιθωνών) (σχ. 9.8κγ και 9.8κδ).
- **Κονιάματα.** Κατασκευάζονται από μίγμα άμμου με ρητίνη (εποξική, χλωριούχο πολυβινύλιο, πολυεστέρες) ή μίγμα εποξικών ρητινών με πίσσα λιθανθράκων και μικρά χαλίκια. Χρησιμοποιούνται για την τελική επίχριση ξυλίνων ή μεταλλικών επιφανειών (σχ. 9.8κε). Η συνθετική ρητίνη χρησιμοποιείται εδώ ως συνδετικό των κόκκων της άμμου αντί για ασβέστη ή τσιμέντο. Τα παρασκευαζόμενα κονιάματα είναι ασύγκριτα καλύτερα των μέχρι τώρα χρησιμοποιουμένων. Παρουσιάζουν



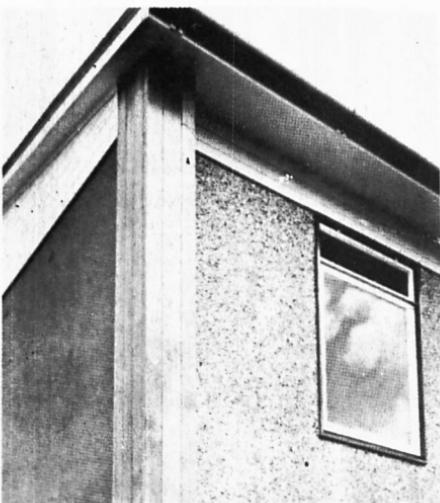
Σχ. 9.8κγ.

Επικάλυψη εξωτερικών τοίχων με πλάκες από οπλισμένους πολυεστέρες.
Η επιφάνειά τους κατασκευάσθηκε κατ' απομίμηση φυσικών λίθων.



Σχ. 9.8κδ.

Πλάκες επενδύσεως εσωτερικών τοίχων με τελική επιφάνεια κατ' απομίμηση
ξύλου.



Σχ. 9.8κε.

Τελικό επίχρισμα εξωτερικών τοίχων κατασκευασμένο από κονίαμα άμμου και συνθετικής ρητίνης.

μεγαλύτερη μηχανική αντοχή, μεγαλύτερη αντίσταση στις τριβές, προσφύνονται ισχυρότατα σε οποιοδήποτε άλλο υλικό (λίθους, ξύλα, μέταλλα, τεχνητούς λίθους, γυαλί κλπ.) δεν διαπερνώνται από το νερό και την υγρασία και δεν επηρεάζονται από τα ελαφρά οξέα και τις βάσεις, τα λίπη και λάδια κλπ. Προς το παρόν χρησιμοποιούνται σε περιορισμένη κλίμακα, λόγω κυρίως της υψηλής τιμής της συνθετικής ρητίνης.

Οι κυριότερες εφαρμογές τους είναι: Εσωτερική επίχριση δεξαμενών νερού, λαδιού ή άλλων υγρών, βραστήρων από οπλισμένο σκυρόδεμα. Επισκευή στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα που έχουν υποστεί φθορές (πλάκες οδοστρωμάτων, καταστρώματα γεφύρων κλπ.).

- **Γαλακτώματα.** Κατασκευάζονται από βινυλικούς εστέρες και χρησιμοποιούνται για τη βαφή εξωτερικών και εσωτερικών τοίχων.

Θ) Υλικά επικαλύψεως δαπέδων. Χρησιμοποιούνται πλακίδια και λωρίδες κατασκευασμένα από διάφορες φυσικές ή συνθετικές ρητίνες και μια αδρανή ύλη (π.χ. αμιάντος, ίνες

γυαλιού κ.ά.). Χρησιμοποιείται επίσης πολτώδης ύλη, με την οποία κατασκευάζονται χυτά δάπεδα.

Τα υλικά, που έχουν μορφοποιηθεί εκ των προτέρων (πλάκες ή λωρίδες), επικολλούνται με μια οργανική ή άλλη κόλλα επάνω στην επιφάνεια του δαπέδου που πρόκειται να καλυφθεί. Η επιφάνεια αυτή πρέπει να είναι επίπεδη, λεία και βεβαίως καθαρή. Η επικόλληση είναι δυνατό να γίνει και επάνω σε παλαιά δάπεδα από ξύλο ή μωσαϊκό.

Για τα χυτά δάπεδα απαιτείται η επιφάνεια του δαπέδου να είναι καθαρή.

Τα πλαστικά δάπεδα εμφανίζουν σημαντική αντοχή στην τριβή, απορροφούν τελείως τους ήχους (ιδεώδη για νοσοκομεία, γραφεία κλπ.), παρουσιάζουν ωραίους χρωματισμούς και απομιμήσεις άλλων υλικών (ξύλο, μάρμαρο, κλπ.), δεν επηρεάζονται από την υγρασία και τα έλαφρά οξέα και διατηρούν την ζωηρότητα του χρωματισμού τους επί μεγάλο διάστημα.

Τα συνηθέστερα πλαστικά υλικά επικαλύψεως δαπέδων είναι:

- **To Αινόλαιο.** Αποτελείται από συνδετική ύλη, συνήθως λάδι λίνου που έχει οξειδωθεί, από το οποίο έλαβε και το όνομα, από φυσικές γόμες (κολοφώνιο), από ανόργανες και οργανικές προσμίξεις (χρωστικές ουσίες, μαρμαρόσκονη, άλευρο ξύλου κλπ.) και από πλέγμα υφασιμών ινών. Το τελευταίο αποτελεί τη βάση, πάνω στην οποία διαστρώνεται το μίγμα των ανωτέρω ουσιών. Στο εμπόριο διατίθεται υπό μορφή πλακών ή λωρίδων (σχ. 9.8κστ).
- **Ta βινυλικά δάπεδα.** Τα υλικά αυτά άρχισαν να χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα μετά το 1960. Είναι ασυγκρίτως καλύτερα από το λινόλαιο, αλλά και ακριβότερα. Τα πλαστικά αυτά υλικά είναι μίγμα μιας θερμοπλαστικής ρητίνης (χλωριούχο πολυβινύλιο ή συμπολυμερές του χλωριούχου και οξεικού βινυλίου), διαφόρων προσμίξεων (παιπάλη μαρμάρου ή αργίλου) και μιας ή περισσοτέρων χρωστικών ουσιών.

Διακρίνομε δύο βασικούς τύπους αυτών των υλικών:

Ta ομογενή πλαστικά πλακίδια, που αποτελούνται καθ' ολοκληρία από το σχετικό μίγμα και παράγονται σε πάχος 2-3 mm και διαστάσεις 21,5 x 21,5 cm ή 15 x



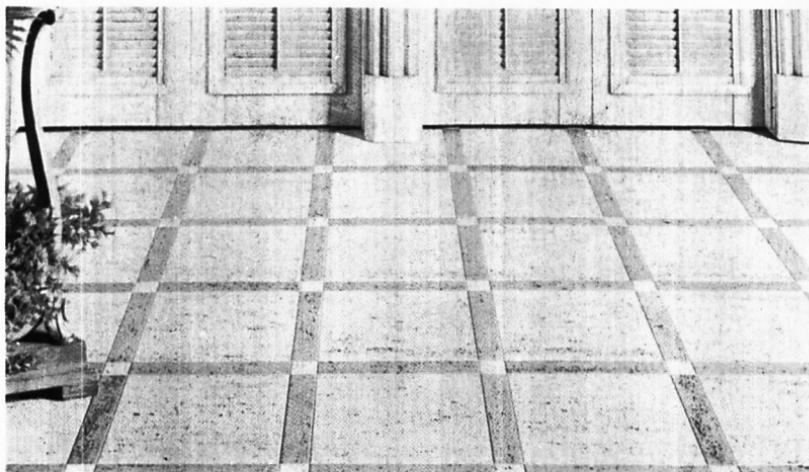
Σχ. 9.8κστ.

Επίστρωση λωρίδων λινολαίου σε λείο και επίπεδο δάπεδο.
Το λινόλαιο επικολλάται με ειδική κόλλα.

15 cm. Επίσης παράγονται και σε λωρίδες με διάφορα πλάτη.

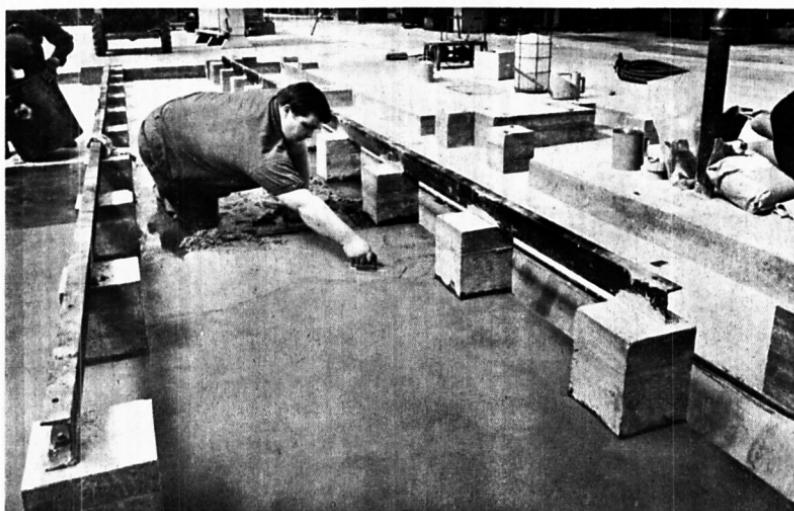
Τα **πολύφυλλα πλαστικά δάπεδα**, που αποτελούνται από στερεό υπόστρωμα (συνήθως κετσές ή ασφαλτικό μίγμα), επάνω στο οποίο έχει διαστρωθεί σε πολύ μικρό πάχος το μίγμα του πλαστικού υλικού (σχ. 9.8κζ). Σε μερικές περιπτώσεις επικολλάται επάνω στο υπόστρωμα φύλλο χαρτιού με τυπωμένα διάφορα σχέδια και στη συνέχεια διαστρώνεται η πολυβινυλική ρητίνη. Αυτή λόγω της διαφάνειας της επιτρέπει την προβολή των σχεδίων. Τα πολύφυλλα πλαστικά χρησιμοποιούνται με μορφή πλακιδίων ή λωρίδων.

- **Χυτά ή χωρίς αρμούς δάπεδα.** Το μίγμα της ρητίνης και των αδρανών προσμίξεων υπό μορφή πολτού διαστρώνεται απευθείας επάνω στο δάπεδο και με τη βοήθεια μυστριού ισοπεδώνεται η άνω επιφάνειά του (σχ. 9.8κη). Η σκλήρυνση επέρχεται μέσα σε λίγες ώρες λόγω πολυμερισμού της ρητίνης.



Σχ. 9.8κζ.

Δάπεδο στρωμένο με πλακίδια και στενές λωρίδες βινυλίου-αμιάντου.

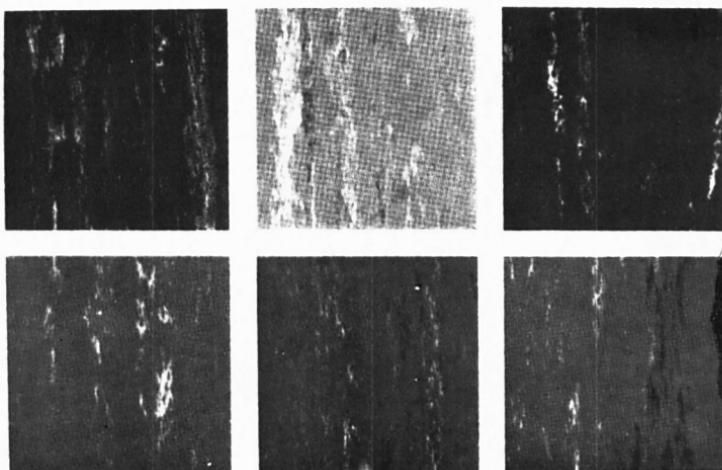


Σχ. 9.8κη.

Χυτό πλαστικό δάπεδο την ώρα της κατασκευής του.

Τα βινυλικά δάπεδα έχουν απαλή και λεία επιφάνεια, είναι ελαστικά και μεγάλης αντοχής. Παρουσιάζουν εξαιρετική αντοχή στην υγρασία, τα λίπη, τα γράσα, τα οξέα και τα αλκάλια.

- **Τα ασφαλτικά πλακίδια.** Είναι ημιεύκαμπτο υλικό και δεν παρουσιάζει την ελαστικότητα των βινυλικών δαπέδων. Ως συνδετικό υλικό χρησιμοποιείται θερμοπλαστική ρητίνη σε συνδυασμό με άσφαλτο σε αναλογία 35%. Οι προσμίξεις αποτελούνται από ίνες αμιάντου και κονιοποιημένο ασβεστόλιθο, καθώς και από ανόργανες χρωστικές ουσίες. Χρησιμοποιούνται με τη μορφή λωρίδων ή πλακιδίων, τα οποία επικολλούνται πάνω σε δάπεδα κατασκευασμένα από σκυρόδεμα. Η τιμή του είναι χαμηλή και χρησιμοποιούνται κυρίως για την επιστρώση δαπέδων εργοστασίων και γενικώς εμπορικών χώρων με βαριά κυκλοφορία (σχ. 9.8κθ).
- **Τα πλακίδια από φελό.** Αποτελούνται από κοκκώδη φελό, που αναμιγνύεται με μια πλαστική ουσία, συνήθως της κατηγορίας των φαινολικών ρητινών. Το μίγμα φέρεται σε ισχυρές πρέσες και κάτω από την ενέργεια υψηλής θερμοκρασίας γίνεται ομογενές και διαμορφώνεται σε κύβους. Οι παραγόμενοι κύβοι μετά την ψύξη τους κόβονται σε φύλλα ορισμένου πάχους και στη συνέχεια τα φύλλα σε πλακίδια διαστάσεων 21,5 x 21,5 cm. Τα πλακίδια αυτά καλύπτονται κατά τη μια πλευρά από στρώμα άμμου, για να γίνεται ισχυρότερη η επικόλλησή τους στο δάπεδο που θα επικαλύψουν.



Σχ. 9.8κθ.

Πλακίδια επιστρώσεως δαπέδων από άσφαλτο και μια συνθετική ρητίνη.

Τα πλακίδια από φελό είναι περισσότερο ηχοαπορροφητικά από τα πλαστικά δάπεδα και λιγότερο ολισθηρά.

- **Τα δάπεδα από καουτσούκ.** Κατασκευάζονται από μίγμα φυσικού ή συνθετικού ελαστικού σε αναλογία 15-30% πλαστικοποιητικών ουσιών και ανοργάνων προσμίξεων (σκόνη ασβεστολίθου ή αργίλου). Το μίγμα κυλινδρώνεται σε ειδικά έλαστρα και τα λαμβανόμενα φύλλα υφίστανται βουλκανισμό για τη σταθεροποίηση του καουτσούκ. Τέλος κόβονται στα επιθυμητά μεγέθη και η πίσω πλευρά τους καλύπτεται από λεπτό στρώμα άμμου.

ii) Υλικά διακοσμήσεως. Από οξεικό πολυυβινύλιο, διογκωμένο πολυστυρένιο και αφρώδη πολυουρεθάνη κατασκευάζονται λεπτά φύλλα πάχους 1-2 mm (καπλαμάδες) κατ' απομίμηση πολυτίμων ξύλων. Τα φύλλα επικολλούνται πάνω σε κοινό ξύλο ή κόντρα πλακέ. Επίσης από κυτταρινικά και φαινολικά πλαστικά κατασκευάζονται με εκβολή διάφορα αρχιτεκτονικά στοιχεία (σχ. 9.8λ) που χρησιμοποιούνται σε εσωτερικές και εξωτερικές διακοσμήσεις. Τα στοιχεία αυτά αντικαθιστούν επάξια τα χρησιμοποιούμενα μέχρι σήμερα από ξύλο ή γύψο. Από τις ίδιες πλαστικές ύλες κατασκευάζονται επίσης λεπτά επιμηκή στοιχεία για την κατασκευή των εξωτερικών ρολών παραθύρων και εξωστοθυρών. Είναι πολύ ελαφρότερα από τα κατασκευαζόμενα από ξύλο, δεν στρεβλώνουν και παρουσιάζουν πολύ καλύτερη συναρμογή μεταξύ τους (σχ. 9.8λα).

ια) Διαφανή υλικά. Από οξεική κυτταρίνη και ακρυλικές ρητίνες κατασκευάζεται πλήθος υλικών, που χρησιμοποιούνται αντί γυαλιού. Μερικά από τα υλικά αυτά έχουν μεγαλύτερη διαφάνεια από το γυαλί μεγαλύτερη αντοχή στις κρούσεις και είναι εξαιρετικά εύκαμπτα (σχ. 9.8λβ).

Κυριότερες εφαρμογές τους είναι οριζόντια (σχ. 9.8λγ) ή



Σχ. 9.8λ.

Στοιχεία καλύψεως αρμών και εισεχουσών ή εξεχουσών γωνιών κατασκευασμένα από φαινολικές ρητίνες.



Σχ. 9.8λα.

Πλάγια όψη πλαστικών στοιχείων για κατασκευή εξωτερικών ρολών παραθύρων και εξωστοθύρων.



Σχ. 9.8λβ.

Διαφανές φύλλο από ακρυλικό πλαστικό εξαιρετικά εύκαμπτο, που χρησιμοποιείται αντί των υαλοπινάκων.

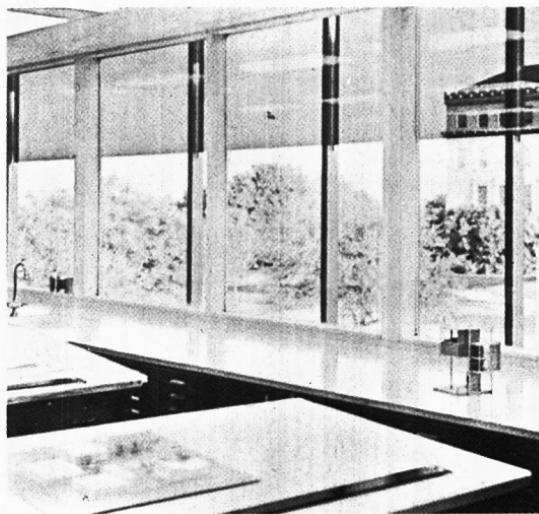
κατακόρυφα (σχ. 9.8λδ) υαλοστάσια, καλύμματα φωταγώγων (σχ. 9.8λε) και ημιδιαφανή διαχωρίσματα (σχ. 9.8λστ).

ιβ) Εξαρτήματα βοηθητικά. Κατασκευάζονται από νάιλον, ουροφορμαλδεϋδη, φαινόλη και άλλες ρητίνες διάφορα υλικά, όπως π.χ. οι χειρολαβές θυρών, παραθύρων και ερμαρίων, τα διπλά καθίσματα των λεκανών αποχωρητη-



Σχ. 9.8λγ.

Οριζόντιο υαλοστάσιο στέγης από ακρυλικό πλαστικό.



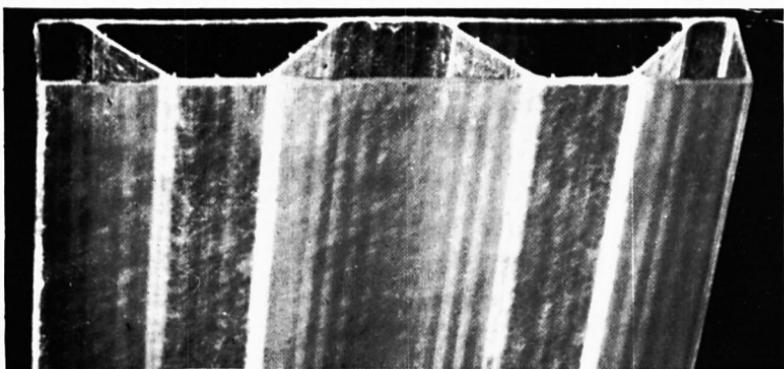
Σχ. 9.8λδ.

Γυαλιά παραθύρων από πλεξιγλάς.



Σχ. 9.8λε.

Κάλυψη φωταγωγού με ειδικό σχήμα πλαστικό κάλυμμα.



Σχ. 9.8λστ.

Πανώ εξωτερικού τοίχου από ενισχυμένο πλαστικό.

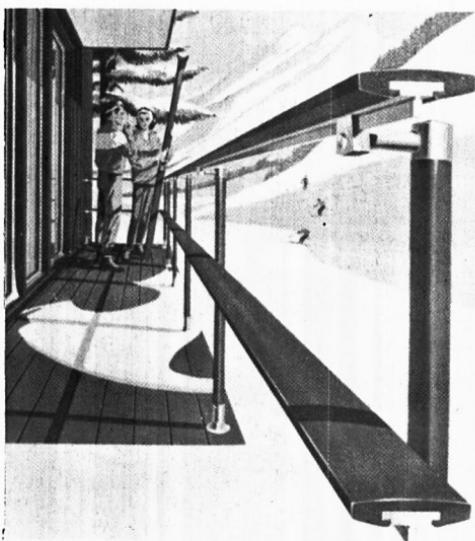
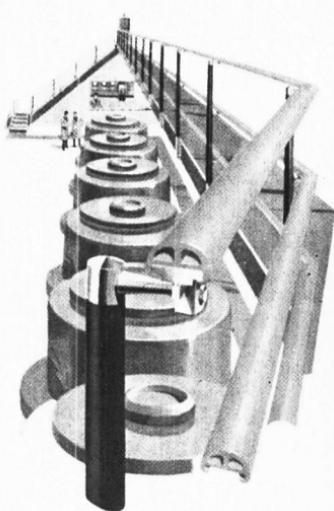
ρίων (σχ. 9.8λζ), χειρολισθήρες κιγκλιδωμάτων (σχ. 9.8λη). Μερικά από τα υλικά αυτά είναι χαμηλής ποιότητας και δεν συγκρίνονται προς τα αντίστοιχα από μέταλλο ή ξύλο. Έχουν όμως πολύ μικρότερη τιμή και χρησιμοποιούνται σε δευτερεύουσας σημασίας κατασκευές.

ιγ) Μονωτικά και προστατευτικά υλικά. Κατασκευάζονται από διάφορες ρητίνες μονωτικά και προστατευτικά υλικά, έναντι οποιασδήποτε εξωτερικής επιδράσεως. Η προστασία και η μόνωση των πάσης φύσεως κατασκευών έφθασαν



Σχ. 9.8λζ.

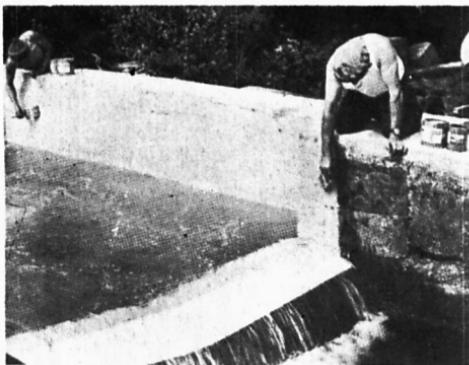
Δύο τύποι καθισμάτων αποχωρητηρίου από σκληρό πλαστικό υλικό.



Σχ. 9.8λη.

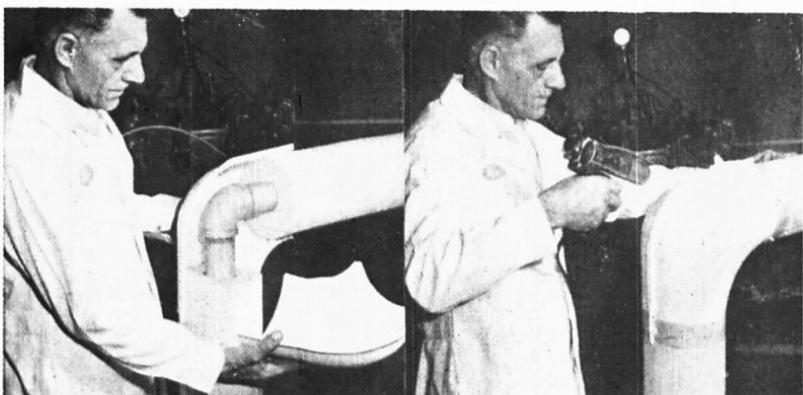
Χειρολισθήρες και οριζόντια στοιχεία κιγκλιδωμάτων από πλαστικά υλικά.

με τη χρήση των πλαστικών σε αξιοσημείωτη στάθμη. Σε ορισμένες περιπτώσεις η παρεχόμενη από τα υλικά αυτά προστασία είναι απόλυτη, πράγμα που δεν συνέβαινε με τα υλικά που χρησιμοποιούνταν παλαιότερα. Μόνωση κατά της υγρασίας και κατά της διαρροής του ύδατος και των υγρών (σχ. 9.8λθ και 9.8μα), μόνωση έναντι του ήχου, θερμική μόνωση (σχ. 9.8μ), προστασία από τη διάβρωση (σχ. 9.8μβ), ηλεκτρική μόνωση, προστασία από τις



Σχ. 9.8λθ.

Επάλειψη των παρειών τάφου με συνθετική ρητίνη, με σκοπό την πρόληψη διαρροών.



Σχ. 9.8μ.

Μονώσεις σωλήνων έναντι της θερμότητας.

ακτίνες X, προστασία από τους διαβρωτικούς παράγοντες του περιβάλλοντος είναι μερικές από τις κυριότερες εφαρμογές των πλαστικών υλικών στο πεδίο αυτό.

ιδ) Υλικά δικτύων αποχετεύσεως, υδρεύσεως, αερισμού κλπ.

- Σωλήνες και ειδικά εξαρτήματα, κατασκευασμένα από σκληρό PVC, πολυαιθυλένιο (PE), πολυυπροπυλένιο (PP) κλπ. Χρησιμοποιούνται για αποστραγγίσεις εδαφών και αποχετεύσεις ακαθάρτων υδάτων. Δίκτυα αποχετεύσεων, όπου τα ακάθαρτα ρέουν με θερμοκρασία μεγαλύτερη από 70° C, απαιτούν σωλήνες κατασκευασμένους με PP που αντέχει περισσότερο.



Σχ. 9.8μα.

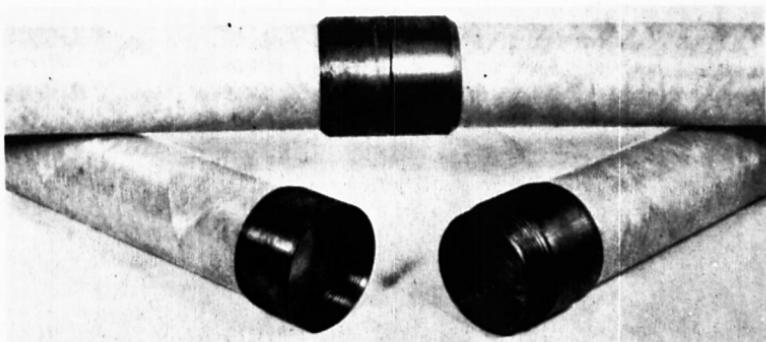
Κάλυψη επιφάνειας δώματος με τη χρήση αφρώδους πολυουρεθάνης για τη σφράγιση ρωγμών.



Σχ. 9.8μβ.

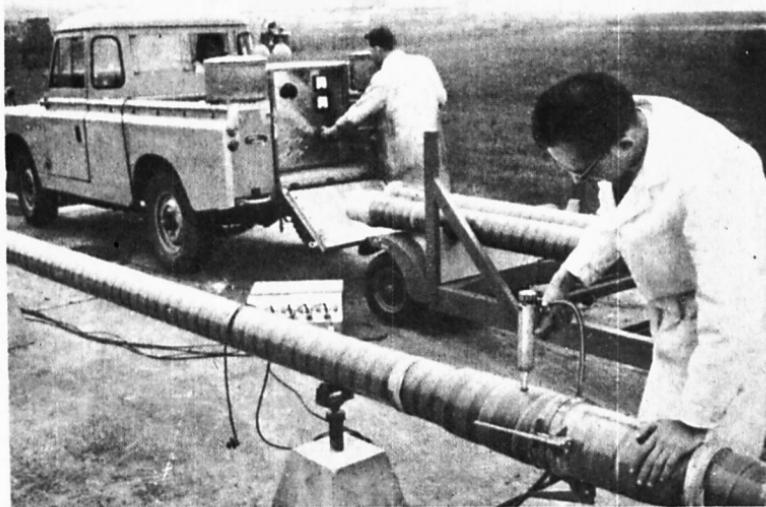
Μονώσεις υπογείων σωλήνων κατά της διαβρώσεως.

- Για δίκτυα υδρεύσεως χρησιμοποιούνται σωλήνες από PE, PVC και άλλα. Η διάρκεια της ζωής των δικτύων αυτών με θερμοκρασία νερού περί τους 20° C υπερβαίνει τα 50 έτη, όπως έδειξαν πειράματα επιταχυνόμενης γηράνσεως.
- Οι σωλήνες αυτοί είναι ελαφροί, αντέχουν στις διαβρώσεις, δεν απαιτούν συντήρηση, δεν καθίστανται



Σχ. 9.8μγ.

Σωλήνες από ενισχυμένους πολυεστέρες με ακραία ειδικά τεμάχια από χάλυβα για τη συναρμογή τους.

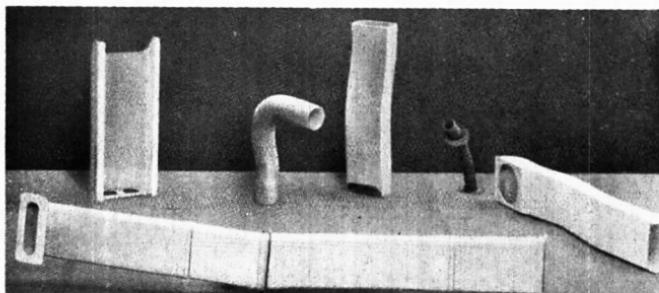


Σχ. 9.8μδ.

Πλαστικοί σωλήνες περιβαλλόμενοι με ταινία από πολυεστέρες για την προστασία τους από τη διάβρωση.

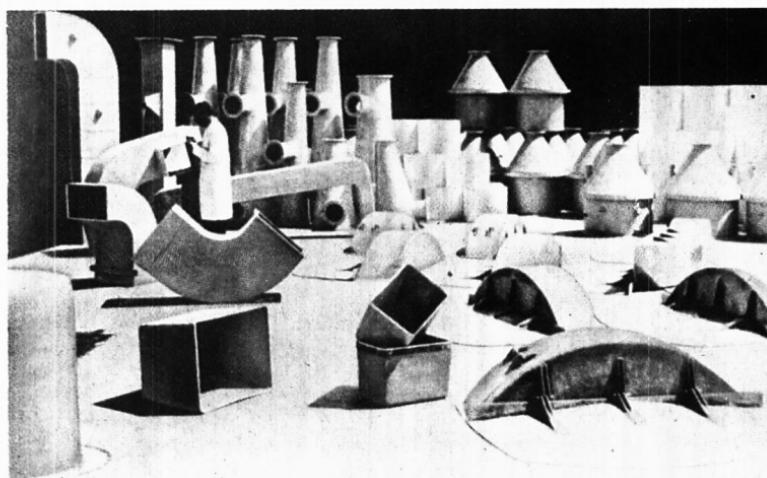
εύθραυστοι στις χαμηλές θερμοκρασίες, εξαιρούμενου του PVC, και τοποθετούνται ταχύτερα και ευκολότερα από τους σωλήνες από μέταλλα ή πηλό (σχ. 9.8μγ, 9.8μδ).

- Υδρορροές στεγών (οριζόντιες και κατακόρυφες) και διάφορα άλλα παρεμφερή υλικά κατασκευάζονται από PVC, PE και οπλισμένους πολυεστέρες (σχ. 9.8με και 9.8μστ). Αντέχουν στις διαβρώσεις, δεν απαιτούν βαφή και διατίθενται σε μεγάλη ποικιλία χρωμάτων και διατομών. Από τις ίδιες ρητίνες κατασκευάζονται συλλεκτή-



Σχ. 9.8με.

Κατακόρυφες υδρορρόες από ενισχυμένα πλαστικά.

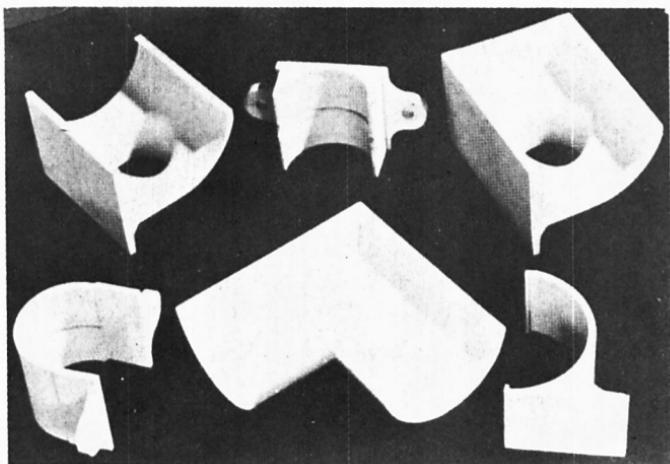


Σχ. 9.8μστ.

Οριζόντιες υδρορρόες και ειδικά εξαρτήματα δικτύων αποχετεύσεως ομβρίων υδάτων.

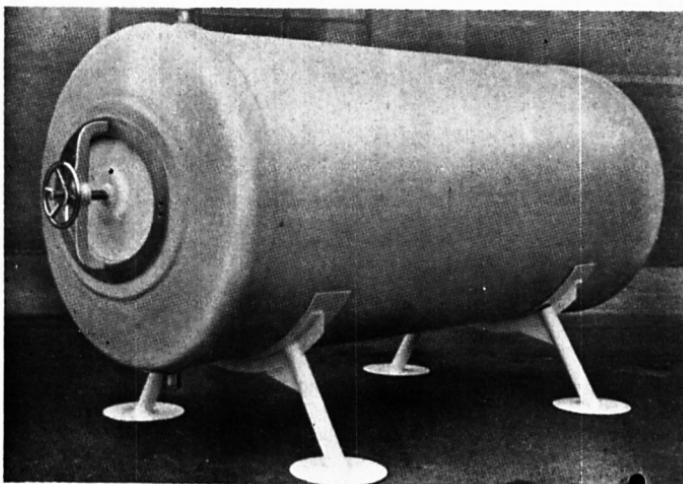
ρες ομβρίων υδάτων, οι οποίοι αντικαθιστούν τους κατά πολὺ ακριβότερους μολύβδινους (σχ. 9.8μζ).

- Δοχεία και δεξαμενές νερού. Χυτά δοχεία και δεξαμενές κατασκευάζονται από PP, σκληρό PVC και πολυστυρένιο (σχ. 9.8μη).
- Αεραγωγοί από ενισχυμένα πλαστικά (σχ. 9.8μθ).



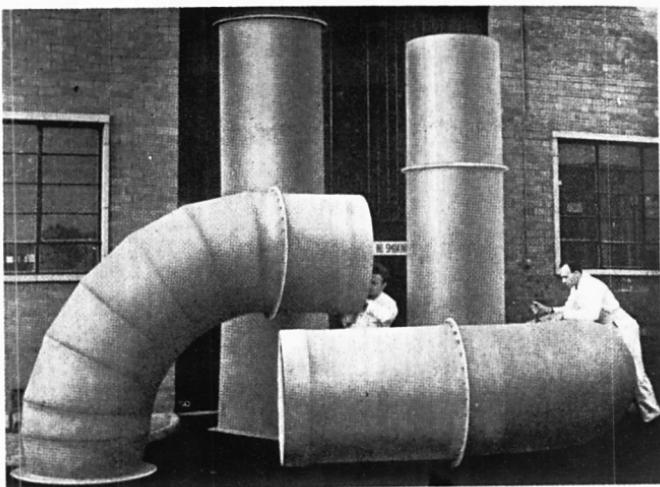
Σχ. 9.8μζ.

Συλλεκτήρες ομβρίων υδάτων (γάστρες) από πλαστικά υλικά, οι οποίοι αντικαθιστούν ικανοποιητικά τους μολύβδινους.



Σχ. 9.8μη.

Κυλινδρικό δοχείο από πλαστικό υλικό.



Σχ. 9.8μθ.

Μεγάλοι αεραγωγοί για βιομηχανικές εφαρμογές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

ΧΡΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΒΕΡΝΙΚΙΑ

10.1 Εισαγωγή.

1) Γενικότητες.

Τα χρώματα και τα βερνίκια αποτελούν μια μεγάλη κατηγορία υλικών, που χρησιμοποιούνται σε πλήθος περιπτώσεων. Οι κυριότερες εφαρμογές τους είναι η βαφή υφασμάτων, η επιστρωση επιφανειών, η βαφή διαφόρων αντικειμένων και το λουστράρισμα επίπλων. Στη δομική χρησιμοποιούνται για να καλύψουν τις επιφάνειες διαφόρων έργων, που έχουν κατασκευασθεί από λίθους, ξύλο, μέταλλα, σκυρόδεμα ή οποιοδήποτε άλλο υλικό.

Η κάλυψη των επιφανειών γίνεται:

- Για να προστατευθεί το έργο από τις διαβρωτικές επιδράσεις του περιβάλλοντος (υγρασία, εναλλαγή θερμοκρασίας, χημικές επιρροές, επίδραση μικροοργανισμών).
- Για να αποκτήσει η επιφάνεια του έργου αισθητική και διακοσμητική εμφάνιση, και
- για λόγους υγιεινής.

Επιδιώκεται συνήθως η ταυτόχρονη πλήρωση και των τριών αυτών σκοπών.

Στη σύγχρονη όμως τεχνική προηγείται στις περισσότερες περιπτώσεις η επίτευξη του πρώτου σκοπού, δηλαδή η προστασία των έργων από τη διάβρωση.

Χαρακτηριστικό της σημαδίας των χρωμάτων για την προστασία των έργων είναι ότι στις ΗΠΑ οι απώλειες από διάβρωση των διαφόρων έργων είναι τεράστιες, ανερχόμενες σε πολλά δισεκατομμύρια δολάρια το χρόνο.

2) Ορισμοί.

Ο όρος χρώμα, αναφερόταν μέχρι πρότινος στο υλικό που αποτελείται από ένα ξηραινόμενο έλαιο ή από νερό μέσα στα

οποία βρισκόταν σε διασπορά μια χρωστική ουσία.

Σήμερα η σημασία του όρου έχει γενικευθεί και χαρακτηρίζεται ως χρώμα κάθε υλικό που περιέχει μια ουσία (όχι μόνο χρωστική) διαλυμένη ή που βρίσκεται σε διασπορά μέσα σε υγρό. Π.χ. χρώμα θεωρείται ένα αραιό διάλυμα τσιμέντου μέσα σε νερό, το γαλάκτωμα υδρασβέστη, διάφορα διαλύματα ή γαλακτώματα ασφάλτου και πίστας κλπ. Εκτός από την παραπάνω ουσία, το χρώμα μπορεί να περιέχει **διαλυτικό**, που δίνει την κατάλληλη ρευστότητα και **στεγνωτικό**, που ρυθμίζει το χρόνο ξηράνσεως του διαλύματος.

Με τον όρο **βερνίκι** χαρακτηρίζεται το υλικό, που αποτελείται από ρητινώδη ύλη διαλυμένη ή που βρίσκεται σε διασπορά σε ξηραινόμενο έλαιο. Τα βερνίκια είναι συνήθως διαφανή. Υπάρχουν όμως και βερνίκια αδιαφανή, άχρωμα ή ακόμη και έγχρωμα. Τα τελευταία καλούνται **σμαλτώματα**.

Η εργασία καλύψεως των επιφανειών με κάποιο χρώμα ή βερνίκι καλείται **χρωματισμός** (κοινώς βάψιμο), ενώ η δημιουργούμενη στρώση **επίχρωση**.

3) Σύσταση των χρωμάτων και των βερνίκιών.

Τα κύρια συστατικά των χρωμάτων και των βερνίκιών μπορεί να χωρισθούν σε τέσσερις κατηγορίες, σύμφωνα με τους ορισμούς:

a) Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τις χρωστικές ύλες ή γενικά τις ύλες που βρίσκονται υπό μορφή λεπτότατης σκόνης, αιωρούμενες ή σε διάλυση, μέσα σε ένα υγρό. Οι ύλες αυτές αποτελούν το **σώμα** του χρώματος. Δίνουν το χρωματισμό στην επιφάνεια, πάνω στην οποία εφαρμόζεται το διάλυμα ή αιώρημα και την καθιστούν αδιαφανή.

Συγχρόνως, στις περισσότερες περιπτώσεις, υποβοηθούν την αύξηση των αντιδιαβρωτικών ιδιοτήτων του υλικού.

b) Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι φυσικές ή συνθετικές ρητίνες και γόμες, που μαζί με τα έλαια, μέσα στα οποία διαλύονται, αποτελούν το **σώμα** των βερνίκιών. Οι ιδιότητες των επιχρώσεων με βερνίκια εξαρτώνται κατά κανόνα από τη χρησιμοποιούμενη ρητίνη.

y) Η τρίτη κατηγορία περιλαμβάνει τις ύλες εκείνες, οι οποίες χρησιμοποιούνται ως **φορείς** των βασικών συστατικών των χρωμάτων και των βερνίκιών.

Εδώ ανήκουν μεταξύ των άλλων το νερό, τα διάφορα έλαια, οι κόλλες κλπ.

Με τις ύλες αυτές επιτυγχάνεται:

- Η ομοιομέρης κατανομή των βασικών συστατικών (χρωστικών ή ρητινών) σε όλη τη μάζα του χρώματος ή το βερνίκιού.
- Ο διαποτισμός της χρωματιζόμενης επιφάνειας και η διείσδυση των μορίων των χρωστικών μέσα στους πόρους της (περίπτωση υδατοδιαλυτών χρωμάτων).
- Η στερεή προσκόλληση των μορίων αυτών επάνω στην επιφάνεια με τη βοήθεια και συγκολλητικών ουσιών και
- η δημιουργία μιας συνεχούς εύκαμπτης μεμβράνης, προσκολλημένης πάνω στην επιφάνεια (περίπτωση ελαιοβαφών και βερνικιών).

δ) Τέλος στην τέταρτη κατηγορία ανήκουν:

- Οι πτητικοί διαλύτες (ή διαλυτικά), που συντελούν στην επίτευξη της επιθυμητής πυκνότητας του χρώματος ή του βερνικιού, ώστε αυτά να έχουν εύκολη εφαρμογή.
- Οι ξηραντές (στεγνωτικά), που ρυθμίζουν το χρόνο στερεοποιήσεως των ελαίων και ρητινών και τέλος
- διάφορες πλαστικοποιητικές ύλες που κυρίως ελαττώνουν το εύθραυστο ορισμένων ρητινών.

Ο αριθμός των υλικών που ανήκουν στις ανωτέρω κατηγορίες, είναι πολύ μεγάλος. Για τη σύνθεση ενός χρώματος ή ενός βερνικιού είναι δυνατό να γίνουν πρακτικά άπειροι συνδυασμοί. Κάθε φορά όμως θα πρέπει να εξετάζονται με προσοχή, τόσο οι εξωτερικοί παράγοντες, που υφίστανται εκεί όπου θα γίνουν οι προβλεπόμενες επιχρώσεις, όσο και το είδος του υλικού και η κατάσταση της επιφάνειας που πρόκειται να επιχρωσθεί. Για την υποβοήθηση της συντάξεως των σχετικών προδιαγραφών σε κάθε περίπτωση υπάρχουν αμερικανικοί πίνακες, που περιέχουν 1500 χρωστικές, 300 έλαια, 450 ρητίνες, 250 διαλύτες κλπ.

4) Στερεοποίηση χρωμάτων και βερνικιών.

Τα χρώματα και τα βερνίκια στη δομική χρησιμοποιούνται σε υγρή κατάσταση. Σπάνια χρησιμοποιούνται χρώματα σε ημίρευστη κατάσταση (πάστες).

Η σκλήρυνση επέρχεται με έκθεσή τους στον ατμοσφαιρικό αέρα. Μετά τη σκλήρυνση δεν είναι δυνατή η επαναφορά τους στην υγρή κατάσταση.

Η σκλήρυνση οφείλεται στη βαθμιαία εξάτμιση του διαλύτη που περιέχουν (νερό, οινόπνευμα κλπ.) ή στην οξείδωση του

ελαίου ή των ρητινών που περιλαμβάνονται στη σύνθεσή τους.

5) Ιστορικό.

Τα χρώματα ήταν γνωστά στον άνθρωπο, από τότε που χρησιμοποιήσε τα σπήλαια ως κατοικία.

Ο παλαιολιθικός άνθρωπος ζωγράφιζε στους τοίχους, για λόγους καθαρά διακοσμητικούς, μορφές ζώων και ανθρώπων που διατηρούνται μέχρι σήμερα σε πολλά σπήλαια. Τα χρώματα που μεταχειρίζοταν, ήταν χυμοί διαφόρων φυτών ή άλλες ουσίες που έβρισκε εύκολα στο περιβάλλον του, όπως π.χ. κιμωλία.

Οι Αιγύπτιοι, οι Βαβυλώνιοι και οι αρχαίοι Έλληνες έβαφαν εσωτερικά και εξωτερικά τους ναούς τους και τα δημόσια κτίρια. Διακοσμούσαν τα αγγεία τους με ποικίλες παραστάσεις και έβαφαν τα αγάλματά τους.

Στους λαούς αυτούς η τεχνική της παρασκευής των χρωμάτων προ-όδευσε αισθητά. 'Αρχισαν να παρασκευάζουν υδροχρώματα με διάλυση μέσα σε νερό διαφόρων χρωστικών, ως επί το πλείστον γαιώδους προελεύσεως, με συνδετική ύλη τον υδρασβέστη.

Οι Ρωμαίοι έδωσαν μεγαλύτερη ακόμη άθηση και εφάρμοσαν επιτυχώς τη μέθοδο της νωπογραφίας (fresco) στις διακοσμήσεις και τη ζωγραφική σε τοίχους. Κατά την μέθοδο αυτή χρησιμοποιούσαν υδροχρώματα επάνω σε επιφάνειες νωπού ασβεστοκονιάματος και πετύχαιναν μεγαλύτερη σταθερότητα και διάρκεια στους χρωματισμούς.

Επίσης οι Ρωμαίοι άρχισαν πρώτοι να εφαρμόζουν τα βερνίκια με βάση φυσική ρητίνη, η οποία διαλυόταν σε ένα φυτικό έλαιο.

Κατά τους βυζαντινούς χρόνους και την Αναγέννηση, τα χρώματα και τα βερνίκια εξακολουθούσαν να είναι υλικά των ζωγράφων και των διακοσμητών. Τα κατασκεύαζαν οι ίδιοι, οι μέθοδοι παρασκευής και η σύστασή τους αποτελούσαν μυστικά και πολλά παραμένουν άγνωστα μέχρι σήμερα.

Τα ελαιοχρώματα παρασκευάσθηκαν πολύ αργότερα. Τα βερνίκια, που χρησιμοποιούνται και σήμερα με βασικά υλικά το κολοφώνιο, το τερεβινθέλαιο, τη μαστίχα και το ασφάλτιο (μαύρα βερνίκια) παρασκευάσθηκαν κατά τον 16ο και 17ο αιώνα.

Η χρησιμοποίηση των χρωμάτων για προστατευτικούς σκοπούς άρχισε κατά τον 18ο αιώνα, οπότε άρχισε και η βιομηχανική παραγωγή τους.

Σήμερα μεγάλα βιομηχανικά συγκροτήματα ασχολούνται σε όλο τον κόσμο με την κατασκευή χρωμάτων, βερνικών και άλλων προστατευτικών υλικών. Η πρόοδος μάλιστα των πλαστικών υλών (κεφ. 9) έδωσε τεράστια άθηση στην κατασκευή των χρωμάτων και βερνικών γενικής χρήσεως.

Από τους αρχαιότατους χρόνους χρησιμοποιήθηκαν επίσης οι άσφαλτοι και η πίσσα ως προστατευτικά υλικά, για την προφύλαξη των ξυλίνων κατασκευών από την υγρασία και τη σήψη.

10.2 Συστατικά των χρωμάτων και βερνίκιών.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, οι ύλες που συνθέτουν ένα χρώμα, βερνίκι ή άλλο ομοειδές προς αυτά προστατευτικό υλικό, διαιρούνται σε τέσσερις κατηγορίες. Σε κάθε κατηγορία ανήκει μεγάλος αριθμός ουσιών.

Παρακάτω θα εξετασθούν οι σπουδαιότερες από αυτές, βάσει των κατηγοριών στις οποίες διαιρέθηκαν [§ 10.1(3)].

10.3 Χρωστικές ύλες.

1) Γενικά.

Αποτελούν αποτελούν το σώμα της επιχρώσεως. Δίνουν το χρωματισμό και την αδιαφάνεια σε αυτήν και αυξάνουν την αντοχή της στις εξωτερικές επιδράσεις και κυρίως στην υπεριώδη ακτινοβολία. Για να επιτευχθούν τα παραπάνω, οι χρωστικές ύλες πρέπει να έχουν ορισμένες ιδιότητες. Οι σπουδαιότερες από αυτές είναι;

- Λεπτότητα κόκκων, ώστε να επιτευχθεί πλήρης ομοιογένεια του χρώματος ή του βερνικιού.
- Σταθερότητα του χρωματισμού και της χημικής συνθέσεως τους πριν τη χρησιμοποίησή τους.
- Μεγάλη καλυπτική ικανότητα. Δηλαδή ικανότητα καλύψεως όσο το δυνατό μεγαλύτερης επιφάνειας με την ίδια ποσότητα υλικού.
- Σταθερότητα απέναντι στη θερμότητα.
- Χημική αδράνεια έναντι του υλικού, επάνω στο οποίο θα γίνει η επίχρωση και έναντι των ελαίων και των ρητινών, στις οποίες θα διαλυθεί.
- Ικανότητα προσαρμογής με τα έλαια, τις ρητίνες και τα διαλυτικά, που θα χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή του χρώματος.

Η διαίρεση σε κατηγορίες των υλών αυτών μπορεί να γίνει ανάλογα:

- Με τη φυσική ή χημική τους σύσταση.
- Με το χρωματισμό τους.
- Με τον τρόπο που δρουν πάνω στο σώμα που πρόκειται να βαφεί ή πάνω στο χρώμα και το βερνίκι, του οποίου αποτελούν το **σώμα**.

2) Διαίρεση με βάση τη φυσική και χημική σύστασή τους.

Διακρίνονται δύο μεγάλες κατηγορίες:

- Ανόργανες χρωστικές και
- οργανικές χρωστικές.

Οι ανόργανες προέρχονται από διάφορα ορυκτά ή μέταλλα, τα οποία όπως λαμβάνονται από τη φύση (φυσικές ανόργανες) λειοτριβούνται και αλέθονται σε λεπτότατη σκόνη ή υφίστανται χημικές κατεργασίες και στη συνέχεια μετατρέπονται σε σκόνη (τεχνητές ανόργανες).

Στην πρώτη περίπτωση (φυσικές ανόργανες χρωστικές) ανήκουν η ώχρα, η κιμωλία, η σκόνη αλουμινίου.

Στη δεύτερη περίπτωση (τεχνητές ανοργάνες χρωστικές) ανήκει πλήθος ουσιών. Οι πιο γνωστές είναι το λευκό του μολύβδου (στουπέτσι), το λευκό του ψευδαργύρου (τσίγκος), το οξείδιο του μολύβδου (μίνιο).

Οι οργανικές χρωστικές προέρχονται από ποικίλα υλικά και διακρίνονται και αυτές σε φυσικές και τεχνητές.

Φυσική οργανική χρωστική είναι π.χ. η αιθάλη (φούμο). Στις τεχνητές, οι οποίες είναι περισσότερες, ανήκουν μεταξύ των άλλων το κινάβαρι (βερμιγιόν).

3) Διαιρεση με βάση το χρωματισμό τους.

Ενδιαφέρει τους τεχνικούς περισσότερο από οποιανδήποτε άλλη κατάταξη. Αναφέρονται παρακάτω τα σπουδαιότερα είδη κάθε κατηγορίας.

α) Λευκές.

- Ανθρακικό ασβέστιο, CaCO_3 (ασβέστης, κιμωλία). Φυσική ή τεχνητή ανόργανη χρωστική, που χρησιμοποιείται περισσότερο ως πλαστικοποιητική ύλη. Κάνει πιο **παχύ το χρώμα**, όπως λέγεται.
- Βασικός ανθρακικός μόλυβδος ή λευκό του μολύβδου, $2\text{PbCO}_3\text{Pb(OH)}_2$ (στουπέτσι). Είναι εξαιρετικά σταθερή χρωστική στις εξωτερικές επιδράσεις πλην του υδροθείου. Δεν χρησιμοποιείται όμως πολύ, γιατί είναι δηλητηριώδης και πρέπει να λαμβάνονται ειδικές προφυλάξεις.
- Οξείδιο του ψευδαργύρου ή λευκό του ψευδαργύρου, ZnO (τσίγκος). Χρησιμοποιείται πολύ συχνά ιδίως σε εσωτερικές επιχρώσεις.
- Λιθοπόνιο (βαρύς τσίγκος). Είναι μίγμα οξειδίων του ψευδαργύρου και του βαρίου. (Συνηθέστερη σύνθεση: 60% SO_4Ba , 30% SO_4Zn , 2% ZnO και 2% CO_3Ba).

Παρουσιάζει μεγάλη καλυπτική ικανότητα. Αυξάνει την

ταχύτητα στεγνώματος των χρωμάτων ή των βερνικιών στα οποία ενσωματώνεται.

- Διοξείδιο του τιτανίου ή λευκό του τιτανίου (TiO_2). Παρουσιάζει μεγάλη καλυπτική ικανότητα.

β) Ερυθρές.

- Επιτεταρτοξείδιο του μολύβδου, Pb_3O_4 (μίνιο). Στο εμπόριο φέρεται αναμιγμένο και με άλλα οξείδια. Η σκόνη του μίνιου είναι δηλητηριώδης, αλλά μετά την ανάμιξή της με λινέλαιο σαπωνοποιείται και χάνει την τοξικότητά της. Αποτελεί τη βάση των αντισκωριακών χρωμάτων (μίνιο και λινέλαιο). Επηρεάζεται από το υδρόθειο (H_2S) και μαυρίζει.

Υπάρχει και ένα άλλο είδος μίνιο με απόχρωση προς το πορτοκαλί. Η απόχρωσή του είναι ωραιότερη από τον ερυθρού, αλλά παρουσιάζει μικρότερη αντισκωριακή ικανότητα.

- Άλατα του υδραργύρου (κιναβάρι και βερμιγιόν). Το πρώτο έχει βαθύ ερυθρό χρώμα, ενώ το δεύτερο ερυθρό ανοικτό. Εχουν υψηλό κόστος και χρησιμοποιούνται για διακοσμήσεις.
- Μίνιο του σιδήρου. Φυσική χρωστική παρασκευάζεται από τα ορυκτά του αιματίτη και του λειμωνίτη.
- Ερυθρές ώχρες. Φυσικές χρωστικές που παρασκευάζονται από διάφορα ορυκτά.

γ) Κίτρινες.

- Κίτρινο του χρωμίου. Παρασκευάζεται από διάφορα άλατα του χρωμίου και ενός άλλου μετάλλου (σιδήρος, μόλυβδος, ψευδάργυρος κλπ.) και ο τόνος του χρωματισμού ποικίλλει από ανοικτό κίτρινο ως πορτοκαλόχρωμο, ανάλογα με το δεύτερο μέταλλο με το οποίο έχει ενωθεί.
- Κίτρινες ώχρες. Είναι φυσικές χρωστικές, που παρασκευάζονται με ανάμιξη αργίλου και οξειδίων του σιδήρου. Εχουν σταθερό χρωματισμό και χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα.

δ) Κυανές.

- Άλατα του χαλκού και του κοβαλτίου. Εχουν υψηλό κόστος.
- Κυανό (κυανούν) του Βερολίνου. Παρασκευάζεται από σιδηροκυανιούχο σιδηρό. Εχει πολύ ωραιό χρώμα, αλλά είναι δηλητηριώδες.

ε) Πράσινες.

- Άλατα του χρωμίου, του χαλκού και του κοβαλτίου. Ο αρσενικούχος χαλκός (πράσινο του Schweinfurt) είναι εξαιρετικά δηλητηριώδης, αλλά θεωρείται από τις καλύτερες χρωστικές για τη βαφή υποθαλασσίων κατασκευών, γιατί δεν επιτρέπει την ανάπτυξη μικροοργανισμών.

στ) Φαιές (καφέ). Διάφορες αργιλικές γαίες, όπως π.χ. το χώμα της Σιένα, η φαιά ώχρα κ.ά.

ζ) Μαύρες. Αιθάλη (καπνιά, φούμο). Ανάλογα με τη προέλευσή της διακρίνεται σε αιθάλη ρητίνης, πίσσας, ασετυλίνης κλπ.

- Γραφίτης. Χρησιμοποιείται για την παρασκευή αντισκωριακών χρωμάτων.
- Πίσσα. Προέρχεται, όπως είναι γνωστό, από την απόσταξη λιθανθράκων ή ξύλων και χρησιμοποιείται για την παρασκευή μαύρων χρωμάτων και βερνικιών.

η) Μεταλλικό χρώμα (αργυρόχροο ή χρυσίζον).

- Σκόνη αλουμινίου. Παρασκευάζονται ειδικά χρώματα με ανάμιξη κονιορτοποιημένου αλουμινίου και ενός ελαίου.
- Σκόνη ορειχάλκου. Χρησιμοποιείται όπως η σκόνη του αλουμινίου.

θ) Συμπληρωματικές ύλες. Χρησιμοποιούνται διάφορες ανόργανες ύλες με σκοπό να καταστήσουν το χρώμα περισσότερο παχύ ή να μειώσουν την τιμή του σε περιπτώσεις ακριβών χρωστικών ή να προσδώσουν ιδιαίτερη ιδιότητα σ' αυτό.

Τύλες αυτού του είδους, πάντοτε σε μορφή λεπτής σκόνης, είναι η μίκα, το θειούχο μαγνήσιο, ο γύψος, ο τάλκης, ο καολίνης, ο αμίαντος και άλλα.

10.4 Γόμες και ρητίνες.

Αποτελούν μαζί με τα έλαια τις βασικές ύλες για την παρασκευή των βερνικιών και των σμάλτων. Επίσης χρησιμοποιούνται ως «φορείς» στην παρασκευή χρωμάτων, υπό μορφή γαλακτωμάτων ή διαλυμάτων, μέσα στα οποία διαλύονται ή διασπείρονται οι προαναφερθείσες χρωστικές.

Οι γόμες και οι ρητίνες σκληρύνονται με οξείδωση ή πολυμερισμό (κεφ. 9) και σχηματίζουν μεμβράνη πάνω στη χρωματιζόμενη επιφάνεια. Η ελαστικότητα και η ευκαψία της μεμβράνης

αυτής, η αντοχή στους εξωτερικούς παράγοντες, η διαφάνειά της και γενικώς ο βαθμός προστασίας την οποία παρέχει στο έργο, εξαρτώνται από το είδος της γόμας ή της ρητίνης που χρησιμοποιήθηκε.

Οι ρητίνες και οι γόμες διακρίνονται σε φυσικές με επί μέρους διαιρέσεις σε φυτικές και ορυκτές και σε τεχνητές ή συνθετικές.

1) Φυσικές γόμες και ρητίνες.

Από τις φυσικές γόμες, ορυκτές είναι οι γόμες Coppal, που λαμβάνουν το όνομα της χώρας από όπου προέρχονται, όπως π.χ. Γόμα της Μαδαγασκάρης, του Κογκό, της Ζανζιβάρης κλπ.

Φυτικές είναι η μαστίχα της Χίου, η οποία διαλύεται στο τερεβινθέλαιο (νέφτι) και τη νάφθα, η σανδαράχη κλπ.

Επίσης η γομαλάκα είναι γόμα, που προέρχεται από ένα έντομο της Ινδονησίας. Διαλύεται στο οινόπνευμα και την ακετόνη και χρησιμοποιείται ευρύτατα στην παρασκευή βερνικιών οινοπνεύματος.

Η πλέον όμως γνωστή από τις φυτικές ρητίνες είναι το κολοφώνιο. Λαμβάνεται από τη ρητίνη των κωνοφόρων δένδρων. Διαλύεται στο οινόπνευμα, το ξυλόπνευμα, το τερεβινθέλαιο (νέφτι) και τη νάφθα. Χρησιμοποιείται στην κατασκευή διαφόρων βερνικιών και ως πρώτη ύλη για τη παρασκευή συνθετικών ρητινών.

2) Τεχνητές ρητίνες.

Οι τεχνητές ή συνθετικές ρητίνες παρουσιάζουν δύο σοβαρά πλεονεκτήματα έναντι των φυσικών:

- Έχουν μεγαλύτερη ομοιογένεια και κατά συνέπεια τα χαρακτηριστικά και οι ιδιότητές τους εμφανίζουν μεγάλη σταθερότητα και κανονικότητα.
- Είναι δυνατό να κατασκευασθούν από αυτές βερνίκια ή χρώματα με ιδιότητες ποικίλες και με μεγάλες διαφορές στο βαθμό εκδηλώσεως κάθε ιδιότητας. Π.χ. βερνίκια πολύ μαλακά ή πολύ σκληρά, άχρωμα βερνίκια, βερνίκια και χρώματα βραδείας ή ταχείας ξηράνσεως κλπ.

Οι τεχνητές ρητίνες παρασκευάζονται ακριβώς όπως οι ρητίνες, που προορίζονται για την κατασκευή των πλαστικών υλικών (κεφ. 9) και όπως και εκείνες διαιρούνται σε διάφορες κατηγορίες.

Ο αριθμός των τεχνητών ρητινών που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή βερνικιών και χρωμάτων είναι πολύ μεγάλος.

Συνεχώς δε νέες ρητίνες με βελτιωμένες ορισμένες ιδιότητές τους διοχετεύονται στο εμπόριο.

Οι σπουδαιότερες από τη χρησιμοποιούμενες συνθετικές ρητίνες είναι:

α) Οι προερχόμενες από την κυτταρίνη. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν:

- Η αιθυλοκυτταρίνη (αιθυλοσελουλόζη), η οποία διαλύεται στα περισσότερα οργανικά διαλυτικά.
- Η οξεική κυτταρίνη (ασετοσελουλόζη). Διαλύεται στα περισσότερα οργανικά διαλυτικά, αλλά είναι υδρόφιλη (απορροφά εύκολα την υγρασία). Οι μέθοδοι παρασκευής βερνικιών από τις ανωτέρω ρητίνες εξαρτώνται από τη χρήση, για την οποία προορίζονται αυτά.
- Η μεθυλοκυτταρίνη διαλύεται μόνο σε ψυχρό νερό και είναι κατάλληλη για παρασκευή υδροχρωμάτων και υλικών προετοιμασίας επιφανειών (υλικά σπατουλαρίσματος).

β) Οι πίσσες και οι άσφαλτοι. Χρησιμοποιούνται διαφόρων προελεύσεων άσφαλτοι, κυρίως από πετρέλαιο, με έλαιο, στεαρίνη και λιθανθρακόπισσα, για την κατασκευή μαύρων βερνικιών. Βερνίκια αυτού του είδους αποτελούν συστατικό αντισκωριακών χρωμάτων εξαιρετικής ποιότητας.

γ) Οι βινυλικές ρητίνες. Από τις βινυλικές ρητίνες, που εξατάσθηκαν στο κεφάλαιο 9, για την παρασκευή βερνικιών και βερνικοχρωμάτων χρησιμοποιούνται οι εξής;

- Αυτές που λαμβάνονται με πολυμερισμό του οξεικού βινυλίου. Διαλύονται στα συνήθη διαλυτικά, πλην της αλκοόλης και των ελαίων. Συνδυάζονται με τα κυτταρινικά βερνίκια, των οποίων αυξάνουν τη λάμψη. Τα βερνίκια από αυτές τις ρητίνες είναι τα πλέον διαφανή και τα πλέον σταθερά στο φως. Επίσης αντέχουν στη θερμότητα, παρουσιάζουν εξαιρετική πρόσφυση και είναι πολύ εύκαμπτα.
- Οι πολυστυρόλες. Διαλύονται στους υδρογονάνθρακες (βενζίνη, πετρέλαιο, βενζόλιο κλπ.). Τα βερνίκια από αυτές είναι άχρωμα και διαφανή, έχουν μεγάλη καλυπτική ικανότητα και παρουσιάζουν εξαιρετική χημική αδράνεια.
- Οι ακρυλικές ρητίνες. Παρασκευάζονται με αυτές βερνί-

κια μεγάλης αντοχής στις εξωτερικές επιδράσεις, με εξαιρετική πρόσφυση στο σίδηρο και το αλουμίνιο και μεγάλη διαφάνεια.

δ) Το χλωριούχο καστούσούκ. Τα βερνίκια από αυτό είναι ιδεώδη για επιχρώσεις επιφανειών από τσιμέντο και σίδηρο. Αντέχουν στις αλκοόλες, σε διάφορες χημικές επιδράσεις και είναι άκαυστα.

ε) Οι ρητίνες φορμόλης (φορμαλδεϋδης)-φαινόλης (φαινοπλάστες). Οπως αναφέρθηκε ήδη (κεφ. 9), είναι από τις πρώτες συνθετικές ρητίνες. Με ανάμιξή τους εν θερμώ με φυτικές ρητίνες (ειδικά με κολοφώνιο), με λινέλαιο ή με τερεβινθέλαιο, δίνουν μεγάλη ποικιλία υλικών, διαλυτών μόνο στα έλαια και καταλλήλων για την παρασκευή βερνίκιών και χρωμάτων.

Τα βερνίκια που παρασκευάζονται έτσι ξηραίνονται ταχύτατα, αντέχουν στις χημικές επιδράσεις και είναι αδιαπέραστα από το νερό. Λόγω της τελευταίας τους ιδιότητας χρησιμοποιούνται κατά κανόνα σε εξωτερικές εφαρμογές.

στ) Οι ρητίνες φορμόλης-ουρίας (αμινοπλάστες) είναι διαλυτές στο οινόπνευμα και τους υδρογονάνθρακες. Τα παρασκευάζόμενα με αυτές βερνίκια δημιουργούν επάνω στην επιφάνεια μεμβράνη με μεγάλη σκληρότητα. Είναι άχρωμα και ανθεκτικά στο φως.

ζ) Οι γλυκεροφθαλικές ρητίνες. Αποτελούν μεγάλη ομάδα ρητίνων, που χρησιμοποιούνται ευρύτατα στη βιομηχανία των βερνίκιών και των χρωμάτων. Αντέχουν στις εξωτερικές επιδράσεις, ξηραίνονται ταχύτατα και δίνουν μεμβράνη σκληρή και μεγάλης αντοχής.

10.5 Οι φορείς των χρωστικών και των ρητινών.

1) Γενικά.

Για την παρασκευή ενός χρώματος ή βερνικιού πρέπει, όπως είναι γνωστό, να κατανεμηθεί ομοιομερώς η χρωστική ουσία ή η ρητίνη, που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν, μέσα σε ένα υγρό μέσο. Αυτό στη συνέχεια απλώνεται σε λεπτές στρώσεις, επάνω στην επιφάνεια που προορίζεται για επίχρωση. Το υγρό αυτό μέσο, δηλαδή ο φορέας της χρωστικής ή της ρητίνης, ξηραίνεται ή εξατμίζεται και αφήνει λεπτό στρώμα (ή μεμβράνη), το οποίο είναι ισχυρά προσκολλημένο πάνω στην επιφάνεια.

Τα χρησιμοποιούμενα για το σκοπό αυτό υλικά είναι το νερό, τα έλαια, οι κόλλες και διάφορες άλλες πλαστικοποιητικές ουσίες, που χρησιμοποιούνται σπανιότερα.

2) Το νερό.

Χρησιμοποιείται για την παρασκευή των υδατοδιαλυτών χρωμάτων. Πρέπει να είναι καθαρό και απαλλαγμένο από άλατα ή άλλες επιβλαβείς ουσίες. Γενικά το πόσιμο νερό είναι το πλέον κατάλληλο. Η χρήση θαλάσσιου νερού αποκλείεται εντελώς.

Εάν ως χρωστική ύλη χρησιμοποιείται υδρασβέστης, επιτυγχάνεται καλύτερο αποτέλεσμα στη σύνδεση των κόκκων του ασβέστη, εάν αναμιχθεί με το νερό μια κόλλα σε μικρή ποσότητα.

3) Τα έλαια.

Χρησιμοποιούνται για την παρασκευή ελαιοχρωμάτων και βερνικιών. Στην πρώτη περίπτωση φέρουν τη χρωστική ύλη διασπαρμένη μέσα στη μάζα τους. Στη δεύτερη φέρουν μια ρητίνη διαλυμένη μέσα σε αυτά.

Το κύριο χαρακτηριστικό των ελαίων αυτών είναι η ικανότητά τους να ξηραίνονται, όταν έλθουν σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα. Αυτό οφείλεται στην οξείδωση που υφίστανται όταν παραλάβουν το οξυγόνο της ατμόσφαιρας. Δημιουργείται έτσι μια συνεχής εύκαμπτη μεμβράνη, που συνδέει τους κόκκους της χρωστικής ή τα μόρια των ρητινών μεταξύ τους, ενώ συγχρόνως προσφύεται ισχυρά επάνω στην επιφάνεια που είναι για χρώση.

Το ελαιόλαδο και τα άλλα εδώδιμα έλαια δεν έχουν αυτή την ικανότητα και επομένως είναι ακατάλληλα για τους ελαιοχρωματισμούς. Τα ξηραινόμενα έλαια παρουσιάζουν ποικίλους χρόνους ξηράνσεως και διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους από ποιοτική άποψη.

Τα καλύτερα και συνηθέστερα χρησιμοποιούμενα είναι:

α) Το έλαιο του κινεζόδενδρου. Εξαιρετικής ποιότητας ξηραινόμενο έλαιο. Χρησιμοποιείται για βερνίκια ταχείας ξηράνσεως. Εχει πολύ υψηλό κόστος.

β) Λινέλαιο. Λαμβάνεται με εκχύλιση των σπόρων του λίνου. Χρησιμοποιείται περισσότερο από κάθε άλλο έλαιο για την παρασκευή χρωμάτων και βερνικιών. Υπάρχουν πολλών ποιοτήτων. Το καλύτερο θεωρείται το προερχόμενο από τη Βομβάη.

Το χρώμα του ποικίλλει από ανοικτό έως βαθύ κίτρινο. Ξηραίνεται μέσα σε λίγες ημέρες, αλλά με προσθήκη ενός στεγνωτικού επιταχύνεται η ξήρανση. Εάν το στρώμα του λινέλαιο είναι παχύ, ξηραίνεται μόνο επιφανειακά.

Με βρασμό το λινέλαιο καθαρίζεται από διάφορες ουσίες, πυκνώνεται και αποκτά μεγαλύτερη διαφάνεια. Το βρασμένο λινέλαιο χρησιμοποιείται ευρύτατα στους ελαιοχρωματισμούς.

γ) Κικινέλαιο (ρεστινόλαδο). Στη φυσική του κατάσταση δεν ξηραίνεται. Εάν όμως υποστεί αφυδρογόνωση, αφαίρεση δηλαδή υδρογόνων από το μόριό του, γίνεται εξαιρετικά ταχύπηκτο. Το μεγάλο πλεονέκτημα του κικινέλαιου σε σχέση με τα άλλα έλαια, είναι ότι διαλύεται στην αλκοόλη. Ως εκ τούτου, χρησιμοποιείται στην παρασκευή των βερνικίων από κυτταρίνη.

δ) Έλαια της ρρήτινης. Προέρχονται από την απόσταξη του τερεβινθελαίου ή του κολοφωνίου. Χρησιμοποιούνται σπάνια, γιατί ανήκουν στην κατηγορία των κακώς ξηρανομένων έλαιων.

ε) Έλαια πίσσας, γαιόνθρακα, ασφαλτοίθων. Χρησιμοποιούνται σε ειδικές περιπτώσεις. Αυξάνουν την ικανότητα προσφύσεως των βερνικιών επάνω σε σιδηρές επιφάνειες και επιφάνειες ελαφρά υγρές.

Διάφορα άλλα έλαια όπως το σογιέλαιο, το σησαμέλαιο, το έλαιο του καναβουριού κλπ. χρησιμοποιούνται σε πολύ περιορισμένο βαθμό και σε ειδικές περιπτώσεις. Είναι ημιξηραινόμενα και απαιτούν τη χρήση στεγνωτικών για την ξήρανσή τους.

4) Οι κόλλες.

Χρησιμοποιούνται κυρίως στους υδροχρωματισμούς με ασβέστη, για την αύξηση της ικανότητας συγκολλήσεως των κόκκων, τόσο μεταξύ τους όσο και μεταξύ αυτών και της χρωματιζόμενης επιφάνειας.

Οι χρησιμοποιούμενες κόλλες είναι φυσικές, ζωικές ή συνθετικές (κεφ. 9). Πρέπει να είναι διάλυτες στο νερό, με το οποίο σχηματίζουν κολλοειδή διαλύματα. Λόγω αυτής της ιδιότητάς τους δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται για χρωματισμούς επιφανειών που προσβάλλονται από την υγρασία (εξωτερικές επιφάνειες, κουζίνες, λουτρά).

Οι αναλογίες νερού-ασβέστη ή χρωστικής-κόλλας, ποικίλ-

λουν σε μεγάλο βαθμό. Εξαρτώνται από την κατάσταση της επιφάνειας που θα χρωματισθεί, από την ισχύ που επιζητείται να έχει η πρόσφυση και από τη χρησιμοποίηση ασβέστη ή χρωστικής ύλης.

10.6 Διαλυτικά και στεγνωτικά.

1) Διαλυτικά.

Τα διαλυτικά χρησιμοποιούνται κατά την παρασκευή ενός χρώματος ή βερνικιού για να προσδώσουν σ' αυτά την κατάλληλη για κάθε περίπτωση ρευστότητα. Με την κατάλληλη ρευστότητα επιτυγχάνεται:

- Ευκολία χειρισμού του υλικού κατά τη διάστρωσή του επάνω στη χρωματιζόμενη επιφάνεια.
- Το επιζητούμενο πάχος κάθε στρώσεως. Όσο αραιότερο είναι το χρώμα, τόσο λεπτότερη στρώση δημιουργείται.
- Η χρησιμοποίηση ορισμένων εργαλείων για τη βαφή. Ανάλογη προς το χρησιμοποιούμενο εργαλείο (πινέλο, ψεκαστήρας, πιστόλι, κύλινδρος) πρέπει να είναι και η πυκνότητα του υλικού και
- η επιζητουμένη εμφάνιση της χρωματιζόμενης επιφάνειας (στιλπνή, ματ, σπειρωτή, λεία κλπ.).

Τα διαλυτικά δεν πρέπει να συγχέονται με τα έλαια ή τα άλλα υγρά, μέσα στα οποία αιωρούνται οι χρωστικές ουσίες ή διαλύονται οι ρητίνες. Επιτελούν εντελώς διαφορετικό προορισμό, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως.

Τα κυριότερα από τα χρησιμοποιούμενα διαλυτικά είναι:

α/ Το τερβινθέλαιο (νέφτι). Προέρχεται από την απόσταξη του κολοφωνίου (της ρητίνης των πεύκων). Παράγεται στην Ελλάδα σε μεγάλες ποσότητες. Το τερβινθέλαιο θεωρείται το καλύτερο διαλυτικό για τα ελαιοχρώματα. Επίσης διαλύει ικανοποιητικά τις φυσικές ρητίνες, τις περισσότερες συνθετικές και το κολοφώνιο. Είναι ελαφρότερο από το νερό (ειδικό βάρος 0,87) και συμμετέχει στην ξήρανση της ρητίνης ή του ελαίου, την οποία επιταχύνει και παραμένει στη μεμβράνη που δημιουργήθηκε μετά την ξήρανσή τους.

β/ Το χουάιτ-σπίριτ (white spirit). Είναι μίγμα ελαφρών παραγώγων του πετρελαίου. Χρησιμοποιείται στα ελαιοχρώματα αντί του τερβινθελαίου, επειδή είναι φθηνότερο. Γενικώς όμως είναι κατώτερης ποιότητας. Συχνά χρησιμο-

ποιείται μίγμα χουάιτ-σπίριτ και τερεβινθελαίου. Το ειδικό βάρος του είναι 0,76.

Βαρύτερο παράγωγο της αποστάξεως του πετρελαίου είναι η κεροζίνη (φωτιστικό πετρέλαιο), που χρησιμοποιείται μερικές φορές σε ορισμένα ελαιοχρώματα δεύτερης ποιότητας.

γ) Η νάφθα. Προέρχεται από την απόσταξη της πίσσας των λιθανθράκων. Χρησιμοποιείται ως διαλυτικό ορισμένων συνθετικών ρητινών και του χλωριούχου κατουτσούκ, το οποίο δεν διαλύεται στο χουάιτ-σπίριτ.

δ) Οι αλκοόλες. Οι χρησιμοποιούμενες αλκοόλες είναι η μεθυλική (ξυλόπονευμα) και η αιθυλική. Χρησιμοποιούνται για τα παχέα βερνίκια, για βερνίκια με αλκοόλη και για βερνίκια με βάση γλυκεροφθαλικές ρητίνες.

2) Στεγνωτικά.

Τα στεγνωτικά χρησιμοποιούνται για να υποβοηθήσουν την οξείδωση των ελαίων και κατά συνέπεια να επιταχύνουν την ξήρανσή τους.

Στις ύλες αυτού του είδους ανήκουν τα οξείδια ή τα άλατα ορισμένων μετάλλων.

Τα συχνότερα χρησιμοποιούμενα είναι τα οξείδια ή τα άλατα του μολύβδου, του μαγγανίου και σπανιότερα του κοβαλτίου και του ψευδαργύρου.

Τα παλαιότερα γνωστά στεγνωτικά είναι ο λιθάργυρος (οξείδιο του μολύβδου) και το διοξείδιο του μαγγανίου.

Σήμερα χρησιμοποιούνται κατά κανόνα στεγνωτικές ουσίες που πρόερχονται από τη σαπωνοποίηση κολοφωνίου ή ναφθικών οξέων με οξείδια μετάλλων.

Τα στεγνωτικά αυτά είναι αδιάλυτα στο νερό, αλλά διαλύονται στα έλαια και τα παράγωγα της πίσσας και του πετρελαίου.

'Ενα σοβαρό λάθος, που πρέπει να αποφεύγεται, είναι ότι δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται στεγνωτικά για έλαια, τα οποία δεν είναι από τη φύση τους ξηραινόμενα.

10.7 Παρασκευή και είδη χρωμάτων και βερνικιών.

1) Γενικά.

Μέχρι πριν από λίγα χρόνια η παρασκευή των χρωμάτων και των περισσοτέρων βερνικιών γινόταν στον τόπο του έργου (εργοτάξιο) από τους πεπειραμένους τεχνίτες. Ανάλογα με το είδος

του χρωματισμού (υδροχρωματισμός ή ελαιοχρωματισμός) και με το επιθυμητό χρώμα λαμβανόταν γαλάκτωμα ασβέστη ή ξηραινόμενο έλαιο (κατά κανόνα λινέλαιο), στα οποία ριχνόταν η απαιτούμενη ποσότητα μιας χρωστικής. Στην περίπτωση των υδροχρωμάτων ριχνόταν ενίστε και μικρή ποσότητα μιας κόλλας. Στα ελαιοχρώματα προσετίθετο ένα διαλυτικό, για να αποκτήσουν την απαιτούμενη ρευστότητα και ένα στεγνωτικό (συνήθως νέφτι) για την επιτάχυνση της ξηράνσεως.

Σήμερα ο τρόπος αυτός παρασκευής των ελαιοχρωμάτων και των υδροχρωμάτων (πλην των ασβεστοχρωμάτων ή τσιμεντοχρωμάτων) έχει σχεδόν εκλείψει.

Τα υλικά των επιχρώσεων παρασκευάζονται στα εργοστάσια σε ορισμένους βασικούς τύπους και χρωματισμούς. Έτσι, ο τεχνίτης στο εργοτάξιο αναμιγνύει απλώς υλικά του ίδιου τύπου, αλλά διαφορετικού χρώματος, για να επιτύχει την επιθυμητή απόχρωση και χρησιμοποιεί διαλυτικά για να επιτύχει την απαιτούμενη ρευστότητα, ανάλογα με το εργαλείο βαφής που πρόκειται να χρησιμοποιήσει.

Τα υλικά του εργοστασίου είναι ευνόητο ότι είναι πολύ καλύτερης ποιότητας από ό,τι του εργοταξίου. Επίσης η εργασία βαφής επιταχύνεται σημαντικά, γιατί δεν απαιτείται πλέον ο χρόνος για την παρασκευή του υλικού.

Παρακάτω εξετάζονται τα βασικότερα χρώματα και βερνίκια, καθώς και σύντομα ο τρόπος κατασκευής τους.

2) Υδατοδιαλυτά χρώματα.

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν:

a/ Τα ασβεστοχρώματα. Παρασκευάζονται στο εργοτάξιο.

Το απλούστερο από αυτά είναι το διάλυμα υδρασβέστη.

Χρωστική ύλη είναι ο ασβέστης που δίνει λευκό χρώμα.

Συνδετικό μέσο είναι ο υδρασβέστης που, ως γνωστό, όταν έλθει σε επαφή με την ατμόσφαιρα μετατρέπεται σε ανθρακικό ασβέστιο. Για να αυξάνεται η συγκολλητική ικανότητα του υδρασβέστη, αναμιγνύεται ενίστε με το διάλυμα μια κόλλα.

Για την αλλαγή του χρωματισμού προστίθεται στο διάλυμα μια από τις γνωστές ανόργανες χρωστικές ύλες.

b/ Τα τσιμεντοχρώματα. Και αυτά παρασκευάζονται στο εργοτάξιο. Αποτελούνται από διάλυμα νερού και τσιμέντου. Το τελευταίο αποτελεί το συνδετικό μέσο. Για την επίτευξη της επιζητούμενης αποχρώσεως, προστίθεται η

αντίστοιχη χρωστική ύλη. Λόγω των απαιτήσεων του τσιμέντου σε νερό για την πήξη του, τα χρώματα αυτά δίνουν εξαιρετικά αποτελέσματα, όταν εφαρμόζονται σε υγρές επιφάνειες.

Από την άποψη του χρωματισμού τα τσιμεντοχρώματα υστερούν πολύ σε σχέση με τα ασβεστοχρώματα, όταν χρησιμοποιείται κοινό τσιμέντο Portland. Υπερτερούν όμως σημαντικά ως προς την συγκολλητική τους ικανότητα. Η προστατευτική ικανότητα έναντι των εξωτερικών παραγόντων των δύο αυτών χρωμάτων είναι αμελητέα.

γ) Τα χρώματα πυριτικού νατρίου. Το πυριτικό νάτριο αποτελεί το συνδετικό μέσο των χρωστικών, γιατί ερχόμενο σε επαφή με το τσιμεντοσκυρόδεμα ή τους ασβεστόλιθους, δίνει πυριτικό ασβέστιο αδιάλυτο στο νερό. Τα χρώματα αυτά σκληραίνουν επιφανειακά τους λίθους, τους καθιστούν στεγανούς και είναι άκαυστα.

δ) Τα χρώματα καζεΐνης. 'Η καζεΐνη (η γενικά μια φυτική πρωτεΐνη) καθίσταται ευδιάλυτη στο νερό με τη βοήθεια αλκαλικής βάσεως (νατρίου ή αμμωνίας). 'Οταν έλθει σε επαφή με τσιμεντοσκυρόδεμα ή με ασβεστόλιθους, σχηματίζεται το αδιάλυτο καζεΐνικό ασβέστιο, που συγκρατεί τους κόκκους της χρωστικής και τους συγκολλά επάνω στη χρωματιζόμενη επιφάνεια. Τα χρώματα αυτά προσδίνουν ωραιούς χρωματισμούς στις επιφάνειες. Αντέχουν όμως λίγο στις ατμοσφαιρικές επιδράσεις και γι' αυτό δεν χρησιμοποιούνται σε εξωτερικές επικαλύψεις. Η αντοχή τους στο πλύσιμο είναι πολύ μεγαλύτερη από ό,τι των ασβεστοχρωμάτων με κόλλα, χωρίς να είναι όμως και υψηλού βαθμού.

ε) Τα ασφαλτικά γαλακτώματα. Προέρχονται από ανθρακόπισσα ή άσφαλτο. Συνήθως σταθεροποιούνται με ένα μεταλλικό κολλοειδές, όπως είναι ο μπετονίτης. Ο χρωματισμός τους είναι πάντοτε μαύρος. Χρησιμοποιούνται για στεγανοποίηση επιφανειών, όταν δεν απαιτείται αισθητική εμφάνισή τους. Υπερτερούν άλλων επιχρώσεων, γιατί εισδύουν βαθιά, μέσω των τριχοειδών πόρων, μέσα στη μάζα πορωδών υλικών π.χ. λίθων και σκυροδεμάτων.

στ) Τα πολυμερή γαλακτώματα (λατέξ). Αποτελούν τα νεότερα υλικά στην κατηγορία των υδατοδιαλυτών χρωμά-

των. Χρησιμοποιούνται ευρύτατα, κυρίως σε εσωτερικές επιχρώσεις, χάρη στην ευκολία εφαρμογής τους, την αντοχή τους στο πλύσιμο και στο πορώδες της σχηματιζόμενης μεμβράνης. Στο εμπόριο φέρονται υπό την κοινή ονομασία πλαστικά χρώματα.

Ο φορέας της χρωστικής είναι γαλάκτωμα συνθετικής ρητίνης. Οι συνηθέστερα χρησιμοποιούμενες ρητίνες είναι:

1) Συμπολυμερή στυρενίου - βουταδιενίου. Χρησιμοποιούνται για χρώματα εσωτερικής χρήσεως. Η σχηματιζόμενη μεμβράνη είναι σχετικά πορώδης και επιτρέπει τη δίοδο της υγρασίας. Δεν δημιουργούν κηλίδες (λεκέδες) εύκολα και αντέχουν στις χημικές επιρροές.

2) Οξεικό πολυβινύλιο. Από αυτό παρασκευάζονται χρώματα κυρίως για εσωτερική χρήση. Η μεμβράνη του είναι περισσότερο πορώδης από τα προηγούμενα.

3) Πολυστυρένιο. Παρουσιάζουν πολύ μεγάλη αντοχή στις χημικές επιδράσεις και οι χρωματισμοί διατηρούνται σε καλή κατάσταση για πολύ.

4) Ακρυλικές ρητίνες. Νεότερα χρώματα με αντίστοιχες ιδιότητες προς τα παρασκευαζόμενα από γαλακτώματα πολυστυρενίου.

3) Χρώματα και βερνίκια με βάση έλαια και ρητίνες.

Εδώ ανήκουν τα εξής χρώματα και βερνίκια:

α) Ελαιοχρώματα. Είναι τα παλαιότερα χρώματα που χρησιμοποιήθηκαν στην οικοδομική και παρ' όλες τις προόδους της τεχνικής παραμένουν ακόμη αναντικατάστατα στις **εσωτερικές επιχρώσεις ξυλίνων επιφανειών**. Αποτελούνται από ένα ξηραινόμενο έλαιο, κατά κανόνα λινέλαιο, μια χρωστική και τις αναγκαίες διαλυτικές και στεγνωτικές ουσίες. Οι χρωστικές επιλέγονται ώστε να δίνουν την κατάλληλη απόχρωση, αλλά συγχρόνως να βελτιώνουν και την ποιότητα της μεμβράνης. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι χρωστικές επιλέγονται μόνο λόγω της αντιδιαβρωτικής (αντισκωριακής) ικανότητάς τους π.χ. το μίνιο. Τα ελαιοχρώματα παρασκευάζονται ή στο εργοτάξιο ή στο εργοστάσιο σε ορισμένους βασικούς χρωματισμούς.

Εμφανίζουν εξαιρετική συνοχή και ευκαμψία, μεγάλη καλυπτική ικανότητα, υφίστανται ακίνδυνα καθαρισμό με πλύση με νερό και η σχηματιζόμενη επιφάνεια είναι επιδε-

κτική χρωματισμού εκ νέου. Αντιθέτως παρουσιάζουν μικρή αντοχή στις χημικές επιδράσεις και στις τριβές, ξηραίνονται πολύ αργά και η σχηματιζομένη μεμβράνη είναι μαλακή και χωρίς πόρους. Λόγω της ελλείψεως πόρων καταστρέφεται η επίχρωση, «φουσκώνει» όπως λέγεται, όταν μπει υγρασία πίσω από τη μεμβράνη.

β) Βερνίκια και χρώματα με ρητίνη. Παρασκευάζονται με βρασμό ενός ελαίου, κατά κανόνα λινελαίου, και μιας κατάλληλης φυσικής ή συνθετικής ρητίνης.

Τα καθαρά βερνίκια χρησιμοποιούνται ευρύτατα για αύξηση της στερεότητας εξωτερικών επιχρώσεων, για επιχρώσεις πατωμάτων και επίπλων και ως φορείς διαφόρων βερνικοχρωμάτων. Στην τελευταία περίπτωση καλούνται **σμαλτώματα**.

Χρησιμοποιούνται διάφορες χρωστικές, ανάλογα με το σκοπό που επιδικώκεται, το επιθυμητό χρώμα και την καλυπτική ικανότητά τους. Επίσης τα βερνίκια αυτά χρησιμοποιούνται ως φορείς των χρωμάτων αλουμινίου και των αντισκωριακών χρωμάτων με χρωστικές, τα γνωστά οξείδια του μολύβδου (ερυθρό), του ψευδαργύρου (κίτρινο) και σε μικρότερη κλίμακα του σιδήρου.

'Όταν ως ρητίνη χρησιμοποιηθεί ένα αλκύδιο π.χ. μια γλυκεροφθαλική ρητίνη, αυξάνουν σε μεγάλο βαθμό η αντοχή στους εξωτερικούς παράγοντες, η δύναμη συνοχής και οι λοιπές ιδιότητες των παραγομένων βερνικιών και χρωμάτων.

γ) Λάκες. Με τον όρο αυτό χαρακτηρίζονται τα βερνίκια (και τα χρώματα που παρασκευάζονται από αυτά), τα οποία προέρχονται από τη διάλυση παραγώγων κυτταρίνης σε διαφόρους διαλύτες. Η νιτροκυτταρίνη χρησιμοποιείται περισσότερο, αλλά επειδή είναι εύφλεκτη, αντικαθίσταται πολλές φορές από την οξεική κυτταρίνη. Επίσης χρησιμοποιούνται και άλλα παράγωγα της κυτταρίνης, όπως η αιθυλική κυτταρίνη για την παρασκευή βερνικιών και χρωμάτων ειδικής χρήστεως.

Οι λάκες είτε ως βερνίκια, είτε ως χρώματα, σχηματίζουν ισχυρές μεμβράνες, παρουσιάζουν εξαιρετική λάμψη, ξηραίνονται ταχύτατα (η ξήρανση επιταγχύνεται λόγω εξατμίσεως του διαλυτικού) και προσφύνονται ισχυρώς πάνω σε μεταλλικές επιφάνειες. Ως βερνίκια χρησιμοποιού-

νται ευρύτατα για το λουστράρισμα επίπλων, ενώ ως χρώματα στη βαφή των αμαξωμάτων των αυτοκινήτων.

4) Βερνίκια και χρώματα χωρίς λάδι.

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα καλυπτικά υλικά, που παρασκευάζονται με φυσικές ή συνθετικές ρητίνες και ένα διαλυτικό μέσο, χωρίς τη χρήση ξηραινομένων ελαίων και κατά συνέπεια χωρίς στεγνωτικά. Η ξήρανσή τους και η δημιουργία της μεμβράνης οφείλεται στην εξάτμιση του διαλυτικού και στη στεροποίηση της ρητίνης. Τα συνηθέστερα από τα βερνίκια και τα χρώματα αυτής της κατηγορίας είναι:

α) Βερνίκια και χρώματα αλκοόλης. Χρησιμοποιούνται κυρίως φυσικές ρητίνες (κολοφώνιο συνήθως), που μπορούν να διαλυθούν στην αιθυλική αλκοόλη (οινόπνευμα). Επίσης χρησιμοποιούνται και ρητίνες φορμόλης-φαινόλης. Τα βερνίκια αυτά και τα χρώματα που προέρχονται από αυτά, ξηραίνονται ταχύτατα, παρουσιάζουν εξαιρετική λάμψη, αλλά δεν αντέχουν στις τριβές και τις ατμοσφαιρικές εναλλαγές.

'Εχουν γενικά χαμηλή τιμή και χρησιμοποιούνται στο λουστράρισμα των επίπλων.

β) Βερνίκια και χρώματα με παράγωγα πετρελαίου. Παρασκευάζονται με γόμες ή ρητίνες που διαλύονται στα παράγωγα του πετρελαίου (χουαίτ-σπίριτ, νάφθα, βενζίνη, κεροζίνη κλπ.). Υπερέχουν των βερνικιών οινοπνεύματος κατά την ταχύτητα ξηράνσεως τους. Τα χρώματα που προέρχονται από αυτά χρησιμοποιούνται για υποβρύχιες επιχρώσεις, όπως είναι τα ύφαλα των πλοίων.

5) Διαλύματα ρητίνών.

Οι τελευταίες επιτεύξεις της τεχνολογίας στα καλυπτικά υλικά είναι τα διαλύματα διαφόρων συνθετικών ρητίνων. Συνήθως χρησιμοποιούνται χωρίς χρωστικές, επειδή ο κύριος σκοπός των υλικών αυτών είναι η προστασία από διάφορες εξωτερικές επιδράσεις και όχι η αισθητική εμφάνιση των κατασκευών. Αναμιγνύονται όμως με πλαστικοποιητικές ουσίες, οι οποίες αποτελούν το σώμα της επιχρώσεως. Σε μερικές περιπτώσεις αναμιγνύονται και με ξηραινόμενα έλαια.

Οι ιδιότητες των καλυπτικών αυτών υλών εξαρτώνται από την χρησιμοποιούμενη ρητίνη.

Τα σπουδαιότερα διαλύματα ρητινών είναι:

α) Τα διαλύματα βινυλικών ρητινών. Βασικές πρώτες ύλες είναι τα βινυλοχλωρίδια, το οξεικό βινύλιο και τα συμπολυμερή τους, καθώς και ένα κατάλληλο διαλυτικό. Σε μερικές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται χρωστικές ή πλαστικοποιητικές ουσίες για να δώσουν περισσότερο «πάχος» στο υλικό, επειδή οι παραπάνω ρητίνες διαλύονται πολύ δύσκολα.

Τα υλικά αυτά χαρακτηρίζονται από τη μεγάλη αντοχή τους στους χημικούς και διαλυτικούς παράγοντες, τη σχετικά μεγάλη διάρκεια ζωής τους, και από την έλλειψη οσμής και γεύσεως. Η τελευταία ιδιότητα τα καθιστά κατάλληλα για τη βαφή δοχείων. Παρουσιάζουν όμως το μειονέκτημα ότι χρειάζονται ισχυρά και κατά συνέπεια ακριβά διαλυτικά για να διαλυθούν. Επίσης ορισμένα διαλύματα βινυλικών ρητινών δεν προσφύονται ισχυρά στις επιφάνειες μερικών υλικών, χωρίς κατάλληλη προεργασία. Δεν παρουσιάζουν επίσης σταθερότητα χρωματισμού.

Χρησιμοποιούνται συνήθως ως πρώτες στρώσεις κυρίως σε κατασκευές, όπου ο κίνδυνος διαβρώσεως είναι μεγάλος.

β) Διαλύματα συνθετικού και χλωριωμένου ελαστικού.

Παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή στις χημικές επιδράσεις. Χρησιμοποιούνται, κυρίως τα διαλύματα νεοπρενίου, στη συντήρηση χημικών εργοστασίων. Επίσης χρησιμοποιούνται ως εξωτερικά και εσωτερικά χρώματα στις οικοδομές, χάρη στην αντοχή τους σε αλκαλικό περιβάλλον. Ειδικά το χλωριωμένο ελαστικό παρουσιάζει μεγάλη αντοχή στο νερό.

γ) Εποξικές ρητίνες. Αυτές είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν είτε με ξηραινόμενα έλαια (§ 10.5), είτε αυτούσιες. Στη δεύτερη περίπτωση, η στερεοποίησή τους επιτυγχάνεται με τη βοήθεια καταλύτη. Επειδή όμως η υγρή κατάσταση του μίγματος ρητίνης-καταλύτη διαρκεί πολύ λίγο χρόνο, τα δύο αυτά υλικά πωλούνται χωριστά και η ανάμιξη γίνεται στο εργοτάξιο λίγο πριν την εφαρμογή τους.

Οι ρητίνες αυτές εφαρμοζόμενες στις επιχρώσεις συνδυάζουν πολλές ιδιότητες, που δεν εμφανίζονται συγχρόνως σε άλλα καλυπτικά υλικά. Η σχηματιζόμενη μεμβράνη είναι σκληρή, εύκαμπτη, διατηρεί επί πολύ το χρωματισμό της,

εμφανίζει μεγάλη αντοχή στις χημικές επιδράσεις, συγκολλάται ισχυρά στην επιφάνεια των περισσοτέρων υλικών και η διάρκεια ζωής της είναι μεγάλη.

δ) Ρητίνες ουλικόνης (πυριτικές): Χρησιμοποιούνται σε εξαιρετικές περιπτώσεις, όταν τα άλλα καλυπτικά υλικά δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν στις αυξημένες απαιτήσεις ενός έργου.

Τα μεγάλα πλεονεκτήματα των ρητινών αυτών είναι η αντοχή τους στη θερμότητα (δεν υφίστανται καμία μεταβολή σε θερμοκρασίες πάνω από 400°C) και η εξαιρετική υδροφοβία τους.

Λόγω της τελευταίας ιδιότητας και της διαφάνειάς τους, αποτελούν πρώτης τάξεως υλικό για στεγανές επαλείψεις έργων από σκυρόδεμα, λίθους και τούβλα, χωρίς να επηρεάζεται η εμφάνιση των υλικών αυτών.

6) Βερνίκια και χρώματα από άσφαλτο και πίσσα.

Παρασκευάζονται με ασφάλτους πετρελαίου ή με πίσσα λιθανθράκων (§ 3.6) διαλυμένες μέσα σε διαλυτικό, συνήθως νάφθα. Μερικές φορές χρησιμοποιείται και ένα ξηραινόμενο έλαιο. Στην περίπτωση αυτή αποκτά μεγάλη λαμπρότητα και μεγάλη ελαστικότητα η σχηματιζόμενη μεμβράνη.

Τα υλικά αυτά εμφανίζουν εξαιρετική στεγανωτική ικανότητα και μεγάλη πρόσφυση πάνω στις επιφάνειες διαφόρων υλικών και κυρίως ξύλου και μετάλλων. Αντέχουν στις χημικές επιδράσεις και γενικά σε επιβαρυμένο περιβάλλον.

Μειονεκτήματα είναι το μαύρο χρώμα και η μικρή αντοχή τους στις μεταβολές της θερμοκρασίας. Το μειονέκτημα του χρώματος έχει αντιμετωπισθεί τελευταία επιτυχώς με την ανάμιξη σκόνης διαφόρων μετάλλων (αλουμινίου, ορειχάλκου, σιδήρου κλπ.).

Τα χρώματα και τα βερνίκια από άσφαλτο και πίσσα χρησιμοποιούνται από αρχαιοτάτων χρόνων και αποτελούν τα πρώτα καλυπτικά υλικά προστασίας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος. Σήμερα χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα, χάρη στις παραπάνω ιδιότητές τους, αλλά και στη μικρή τιμή τους. Στις περιπτώσεις που απαιτούνται παχιά στρώματα μονωτικού υλικού, π.χ. σε βυθισμένα μέσα στο έδαφος ή στο νερό τμήματα έργων από ξύλο ή μέταλλο, ή όταν είναι δύσκολη ή αδύνατη η νέα επάλειψη, τα υλικά αυτά είναι εξαιρετικά χρήσιμα.

10.8 Ιδιότητες των χρωμάτων και των βερνίκιών.

1) Γενικά.

'Όταν πρόκειται να γίνει η επιλογή του χρώματος ή του βερνίκιού που θα χρησιμοποιηθεί σε ένα έργο, τρία πράγματα θα πρέπει να εξετάσει ο τεχνικός, ο οποίος έχει επιφορτισθεί με αυτό το καθήκον:

α) Να προσδιορίσει το σκοπό που πρόκειται να εκπληρώσει η επίχρωση. Κατά συνέπεια θα πρέπει να ερευνήσει τους εξωτερικούς παράγοντες που θα επηρεάζουν την επίχρωση, καθώς και τη φύση του υλικού και την κατάσταση της επιφάνειας, επάνω στην οποία θα εκτελεσθεί αυτή.

β) Τις ιδιότητες που θα πρέπει να κατέχει το χρώμα ή το βερνίκι, ώστε να εκπληρώσει πλήρως το σκοπό του.

γ) Την τιμή των υλικών από τα οποία θα γίνει η επιλογή.

Η επιλογή είναι συνήθως δύσκολο έργο. Γιατί από τη μια υπάρχει πολύ μεγάλο πλήθος υλικών που διαρκώς αυξάνεται με την κυκλοφορία νέων προϊόντων από τις βιομηχανίες χρωμάτων και βερνίκιών και από την άλλη τα διάφορα αυτά υλικά δεν έχουν τις ίδιες ιδιότητες ή στην αντίθετη περίπτωση δεν τις εκδηλώνουν στον ίδιο βαθμό. Εάν ληφθούν υπόψη και οι μεγάλες διαφορές στις τιμές τους, το πράγμα γίνεται ακόμη δυσκολότερο.

Θα πρέπει λοιπόν ο τεχνικός να γνωρίζει καλά ποιές ιδιότητες κατέχουν τα διάφορα υπό εξέταση υλικά, ποιος είναι ο βαθμός εκδηλώσεώς τους και πώς ελέγχονται οι ιδιότητες αυτές.

Παρακάτω αναφέρονται μερικές από τις σπουδαιότερες ιδιότητες των χρωμάτων και των βερνίκιών.

2) Καλυπτική ικανότητα.

Γενικώς χαρακτηρίζεται έτσι η ικανότητα του χρώματος ή του βερνίκιού να προστατεύσει ορισμένη επιφάνεια με όσο το δυνατό μικρότερη ποσότητα υλικού ή με όσο το δυνατό λεπτότερη μεμβράνη.

Ειδικά για τα χρώματα, η ιδιότητα αυτή είναι δυνατό να προσδιορισθεί από την ποσότητα του υλικού, που απαιτείται για να καλυφθεί πλήρως το 1 m^2 μιας επιφάνειας με ιστοπαχές στρώμα ή, κατ' άλλο τρόπο, από τον αριθμό των τετραγωνικών μέτρων, που καλύπτει 1 kg του εξεταζόμενου χρώματος. Π.χ. 1 kg ενός χρώματος δύναται να καλύπτει $7,00 \text{ m}^2$, ενώ ενός άλλου χρώματος $5,00 \text{ m}^2$ ή $8,00 \text{ m}^2$. Η κάλυψη θεωρείται πλή-

ρης, όταν παύει να διακρίνεται το αρχικό χρώμα της επιφάνειας.

Ο έλεγχος της ιδιότητας αυτής γίνεται με τη βαφή μιας διαφανούς επιφάνειας, η οποία φωτίζεται από τα πίσω, και με την εξέταση της ομοιογένειας του σχηματιζόμενου στρώματος. Πρακτικά ο έλεγχος στο εργοτάξιο γίνεται ως εξής: Λαμβάνονται μικρές διαφορετικού βάρους ποσότητες χρώματος και βάφονται γυάλινες πλάκες με διαφορετικό πάχος στρώσεως. Κάτω από τις πλάκες τοποθετείται ένα φύλλο εφημερίδας. Από την δυνατότητα αναγνώσεως ή μη των γραμμάτων προσδιορίζεται η καλυπτική ικανότητα του χρώματος.

Η ιδιότητα αυτή εξαρτάται από το βαθμό λεπτότητας της χρωστικής, το είδος της χρωστικής και την ομοιογένεια της διασποράς της μέσα στο φορέα. Επίσης εξαρτάται από τον τρόπο βαφής της επιφάνειας. Δεν εξαρτάται και δεν πρέπει να συγχέεται με την πυκνότητα του χρώματος. 'Ενα πυκνό χρώμα δεν έχει υποχρεωτικά μεγαλύτερη καλυπτική ικανότητα από ένα άλλο αραιότερο.

Η σημασία της ιδιότητας αυτής για τις επιχρώσεις είναι μεγάλη. Επιτυγχάνεται καλύτερο αποτέλεσμα με χρώματα μεγάλης καλυπτικής ικανότητας, συντομεύεται ο χρόνος περατώσεως της εργασίας και καθίσταται δυνατός ο προσδιορισμός της απαιτούμενης ποσότητας για εκτέλεση των επιχρώσεων ενός συγκεκριμένου έργου. Αποτελεί δηλαδή απαραίτητο στοιχείο για τον προϋπολογισμό του έργου.

3) Ικανότητα ξηράνσεως και σκληρύνσεως της μεμβράνης.

Σπουδαιότατη ιδιότητα των χρωμάτων και βερνικιών. Η ξηρανση επέρχεται λόγω εξατμίσεως του διαλυτικού μέσου (περίπτωση υδροχρωμάτων, βερνικιών οινοπνεύματος κλπ.), λόγω οξειδώσεως ή πολυμερισμού των ξηραινομένων ελαίων (περίπτωση ελαιοχρωμάτων) ή τέλος λόγω πολυμερισμού των συνθετικών ρητίνων (περίπτωση βερνικιών ή χρωμάτων με διαλύματα ρητίνων). Επομένως εξαρτάται από το είδος του φορέα, από τη χρήση ή όχι στεγνωτικών και σε μικρότερη κλίμακα από το είδος της χρησιμοποιούμενης χρωστικής.

Η ξηρανση επάνω στην επιφάνεια και η σκλήρυνση της μεμβράνης δεν επέρχονται πάντοτε συγχρόνως. Υπάρχουν χρώματα ταχύτατης ξηράνσεως αλλά βραδείας σκληρύνσεως.

Η ιδιότητα αυτή σε ειδικές περιπτώσεις, όπως π.χ. σε υποβρύχιες επιχρώσεις, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη σοβαρά.

Ο έλεγχος γίνεται με μέτρηση του χρόνου που μεσολαβεί

μεταξύ της εφαρμογής του χρώματος πάνω στην επιφάνεια και της σκληρύνσεως της μεβράνης.

4) Ιξώδες και διαλυτότητα.

Το ιξώδες χαρακτηρίζει το παχύρρευστο ή λεπτόρρευστο του χρώματος και του βερνικιού. Έχει μεγάλη σημασία προκειμένου να καθορισθεί ο τρόπος εφαρμογής του υλικού. Χρώμα με μεγάλο ιξώδες δεν είναι δυνατό να διαστρωθεί επάνω σε επιφάνεια με ψεκαστήρα ή πιστόλι, αντίθετα πολύ μικρό ιξώδες δεν επιτρέπει τη χρησιμοποίηση πινέλου. Για καθένα από τα εργαλεία βαφής έχουν προσδιορισθεί όρια ιξώδους, για να επιτευχθεί το καλύτερο αποτέλεσμα.

Η μέτρηση του ιξώδους γίνεται στο εργαστήριο με ειδικές συσκευές, με τις οποίες μετριέται ο χρόνος εκροής ορισμένης ποσότητας υλικού.

Στο εργοτάξιο γίνεται με ένα κοινό δοχείο πλήρες υλικού, στο οποίο αφήνεται να βυθιστεί μικρή μεταλλική σφαίρα. Ο χρόνος που απαιτείται για να φθάσει η σφαίρα στον πυθμένα, προσδιορίζει τον βαθμό του ιξώδους.

Η διαλυτότητα είναι παρεμφερής ιδιότητα και χαρακτηρίζει την ικανότητα ενός υλικού να διαλύεται με τα γνωστά διαλυτικά. Όσο αραιότερο είναι ένα χρώμα ή ένα βερνίκι, τόσο ταχύτερα και καλύτερα ξηραίνεται και διαποτίζει την επιφάνεια και τόσο περισσότερο προσφύεται πάνω σ' αυτή.

5) Πρόσφυση.

Η πρόσφυση, δηλαδή η συγκολλητική ικανότητα ενός χρώματος επάνω σε μια επιφάνεια, εξαρτάται:

- Από τη φύση του ελαίου, της ρητίνης και των διαλυτικών που υπάρχουν στο χρώμα ή το βερνίκι.
- Από το είδος του υλικού, επάνω στο οποίο πρόκειται να γίνει η επιχρωση. Οι λίθοι, τα μέταλλα, το ξύλο, το σκυρόδεμα, τα κονιάματα συμπεριφέρονται διαφορετικά στο ίδιο χρώμα ή βερνίκι.
- Από την κατάσταση της επιφάνειας. Η πρόσφυση ενός χρώματος επάνω σε λεία ή ανώμαλη, υγρή ή στεγνή, πορώδη ή συμπαγή επιφάνεια είναι διαφορετική.

Η ιδιότητα αυτή πρέπει να εξετάζεται με προσοχή, γιατί μεγάλο ποσοστό των αποτυχιών στις επιχρώσεις οφείλεται στη μικρή δύναμη προσφύσεως.

'Ενας απλός τρόπος ελέγχου είναι ο εξής: Επικολλάται τεμά-

χιο λευκοπλάστη επάνω στην επιφάνεια της επιχρώσεως. Εάν κατά την αποκόλληση του λευκοπλάστη δεν παρασύρεται μαζί του το χρώμα, θεωρείται η πρόσφυση ικανοποιητική.

6) Ευκαρψία.

Η ιδιότητα αυτή αναφέρεται στη σχηματιζόμενη μεμβράνη. Σε μια καλή επίχρωση η μεμβράνη πρέπει να παρακολουθεί τις παραμορφώσεις (εφελκυσμού, κάμψεως κλπ.) της επιφάνειας, πάνω στην οποία είναι προσκολλημένη, χωρίς να αποκολλάται, να θρυμματίζεται ή να υφίσταται ρωγμές. Ένας απλός τρόπος ελέγχου αυτής της ιδιότητας είναι ο εξής: Επάνω σε εύκαμπτο τεμάχιο μετάλλου, ξύλου ή άλλου υλικού γίνεται η επίχρωση με το εξεταζόμενο χρώμα ή βερνίκι. Κατά την κάμψη του τεμαχίου η επίχρωση δεν πρέπει να υποστεί ουδεμία βλάβη.

7) Αντοχή στη φθορά και τις κρούσεις.

Οι ιδιότητες αυτές εξαρτώνται από τη φύση των πρώτων υλών, από τις οποίες συντίθεται το χρώμα, από το υλικό επάνω στο οποίο θα γίνει η επίχρωση και από την κατάσταση της επιφάνειας. Επίσης εξαρτώνται από τη μέθοδο εφαρμογής του χρώματος.

Σε ειδικές περιπτώσεις, όπως π.χ. σε βερνίκια πατωμάτων, σε χρώματα μηχανών κλπ., όπου οι τριβές και οι κρούσεις είναι σοβαρές, πρέπει να γίνεται επισταμένως έλεγχος των ιδιοτήτων αυτών.

8) Αντοχή στις μεταβολές της θερμοκρασίας και αντοχή στην πυρκαγιά.

Πρέπει η μεμβράνη της επιχρώσεως να μην επηρεάζεται από τις μεταβολές της θερμοκρασίας. Το κατώτερο όριο θερμοκρασίας για όλες τις επιχρώσεις κυμαίνεται μεταξύ -30° και -40° C. Το ανώτερο όριο εξαρτάται από το είδος του χρώματος ή του βερνικιού. Ορισμένα χρώματα ή βερνίκια αντέχουν σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες (σιλικόνες, βακελίτης).

Στην πυρκαγιά δεν αντέχουν τα περισσότερα χρώματα και βερνίκια, γιατί κατά κανόνα είναι εύφλεκτα. Εκτός από τις σιλικόνες, οι οποίες είναι άφλεκτες, τη μεγαλύτερη αντίσταση προβάλλουν τα χρώματα βακελίτη και χλωριούχου ελαστικού.

9) Αντοχή στο φως και στις υπεριωδείς ακτίνες.

Τα χρώματα πρέπει να μην αλλιώνονται υπό την επίδραση των φωτεινών ή υπεριωδών ακτίνων. Οι ανόργανες χρωστικές αντέχουν περισσότερο από τις οργανικές.

10) Αντοχή στις ατμοσφαιρικές και γενικά τις εξωτερικές επιδράσεις. Διάρκεια ζωής.

Η ιδιότητα αυτή, η οποία εν μέρει εξαρτάται από μερικές από τις προηγούμενες ιδιότητες, χαρακτηρίζει γενικά την ποιότητα της επιχρώσεως και επηρεάζει την ταχεία ή όχι γήρανση της.

Η αντοχή αυτή εξαρτάται από το κλίμα του τόπου, τη γειτνίαση με τη θάλασσα ή βιομηχανικές περιοχές, από τη μεταβολή της θερμοκρασίας μεταξύ ημέρας και νύχτας ή μεταξύ των διαφόρων εποχών του έτους και από την επιρροή της βροχής, του χιονιού και του παγετού.

11) Αντίσταση στις χημικές επιδράσεις.

Σε μερικές περιπτώσεις πρέπει να ελέγχεται η αντίσταση της επιχρώσεως στις διάφορες χημικές επιδράσεις, δεδομένου ότι τα περισσότερα χρώματα μικρή μόνο αντίσταση προβάλλουν. Ιδιαίτερα πρέπει να εξετάζεται η αντίστασή τους στο θαλάσσιο νερό.

12) Ανακλαστική ικανότητα.

'Όταν επάνω σε μια επιφάνεια πέσει φως, ένα μέρος του απορροφάται, ενώ το υπόλοιπο ανακλάται και διαχέεται στο περιβάλλον. Το ανακλώμενο αυτό μέρος προκαλεί στον άνθρωπο την αίσθηση του χρώματος και εξαρτάται από το χρωματισμό της φωτιζόμενης επιφάνειας.

Μια λευκή επιφάνεια ανακλά όλη την ποσότητα του προσπίπτοντος φωτός.

Μια μαύρη επιφάνεια δεν ανακλά καθόλου φως, αλλα απορροφά ολόκληρη την ποσότητά του.

Μια κόκκινη επιφάνεια ανακλά μόνο το φως που έχει το μήκος κύματος του ερυθρού κ.ο.κ.

'Οσο περισσότερο φως ανακλά ένα χρώμα, τόσο περισσότερο φωτεινό φαίνεται. Η ιδιότητα αυτή του χρώματος λαμβάνεται σοβαρώς υπόψη, όταν πρόκειται να χρωματισθούν χώροι κατοικιών ή εργασίας (αίθουσες εργοστασίων), όπου πλην των άλλων επιζητείται η δημιουργία κατάλληλου ψυχολογικού κλίματος στον εργαζόμενο και η επίτευξη καλού φωτισμού.

Η φωτεινότητα ενός χρώματος καθορίζεται από το **συντελεστή ανακλάσεως**, ο οποίος παριστά το λόγο της ανακλώμενης ποσότητας φωτός προς την ολική προσπίπτουσα ποσότητα. Στον πίνακα 10.8.1 αναγράφεται ο συντελεστής ανακλάσεως εκφρασμένος σε εκατοστιαία αναλογία (%) των κυριωτέρων χρωμάτων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.8.1
Συντελεστής ανακλάσεως διαφόρων χρωμάτων

a/a	Χρώμα	Συντελεστής ανακλάσεως (%)
1	Λευκό	65 - 80
2	Κίτρινο ανοικτό	55 - 70
3	Κρεμ	55 - 70
4	Κίτρινο	45 - 60
5	Πράσινο σκούρο	10 - 30
6	Κόκκινο	12,5
7	Μπλε	10 - 25
8	Μπλε σκούρο	5 - 15
9	Μαύρο	3 - 10

10.9 Τρόποι εφαρμογής χρωμάτων και βερνικιών.

1) Γενικά.

Τα χρώματα και τα βερνίκια που χρησιμοποιούνται για τις επιχρώσεις, βρίσκονται σε υγρή κατάσταση. Σπανιότατα χρησιμοποιούνται υπό μορφή πολτού (πάστας).

Η φύση εξάλλου των υλικών αυτών και οι ιδιότητες που εκδηλώνουν, ποικίλλουν σε μεγάλο βαθμό. Κατά κύριο λόγο η ταχύτητα ξηράνσεως και ο μηχανισμός σκληρύνσεώς τους, διαφέρουν ουσιωδώς μεταξύ τους και επηρεάζουν τον τρόπο εφαρμογής τους.

Τέλος, το είδος του υλικού, επάνω στο οποίο θα γίνει η επίχρωση και η κατάσταση της επιφάνειάς του, ασκούν αποφασιστική επίδραση στην ποιότητα της επιχρώσεως.

Οι παραπάνω παράγοντες, σε συνδυασμό με τον παράγοντα της οικονομίας σε εργασία και υλικά, αποτελούν τα κύρια κριτήρια προσδιορισμού του τρόπου εφαρμογής ενός χρώματος ή βερνικιού.

Σε πολλές περιπτώσεις τα εργοστάσια παραγωγής χρωμάτων ή βερνικιών προσδιορίζουν τη μέθοδο εφαρμογής ενός προϊόντος τους, υπό την προϋπόθεση ότι η επιφάνεια, επάνω στην οποία θα γίνει η επίχρωση, θα υποστεί ορισμένη προετοιμασία κατάλληλη για την υποδεικνυόμενη μέθοδο.

2) Προετοιμασία επιφάνειας.

Συνήθως οι επιφάνειες των διαφόρων οικοδομικών στοιχείων (τοίχοι, ξύλινες ή μεταλλικές θύρες και παράθυρα, πατώματα κλπ.) είναι ανώμαλες, παρουσιάζουν μικροελαττώματα (ρωγμές, εξογκώματα) και πολλές φορές έχουν επιφανειακούς κόκκους χαλαρούς. Κατά συνέπεια, εάν το χρώμα ή το βερνίκι εφαρμοσθεί απευθείας πάνω σ' αυτές, οι πιθανότητες καταστροφής της επιστρώσεως είναι μεγάλες. Γι' αυτό, ανεξάρτητα από τη μέθοδο που θα ακολουθηθεί, η επιφάνεια θα πρέπει να προετοιμασθεί για να δεχθεί την τελική επίχρωση, ώστε να επιτευχθεί το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα.

Ο βαθμός προετοιμασίας μιας επιφάνειας είναι στενά συνυφασμένος με την επίτευξη ενός «λογικού κόστους» για κάθε ειδική περίπτωση. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι όσο περισσότερο επιμελημένη και μεγαλύτερης διάρκειας είναι η προετοιμασία, τόσο καλύτερο αποτέλεσμα επιτυγχάνεται. Σε καμιά όμως περίπτωση δεν επιτρέπεται το επί πλέον κόστος της προετοιμασίας αυτής να υπερβαίνει το επιτυγχανόμενο όφελος.

Στην πράξη η προετοιμασία της επιφάνειας σπάνια πλησιάζει το ιδεώδες. Συνήθως βρίσκεται αρκετά κάτω από το σημείο αυτό.

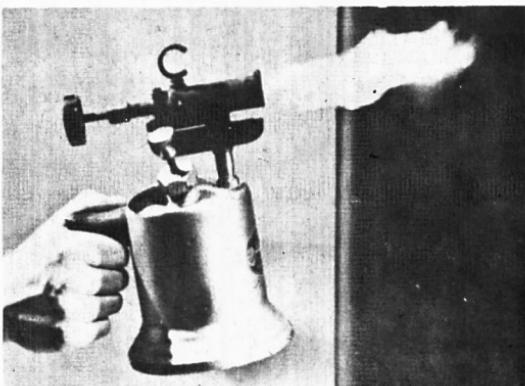
Τα κύρια στάδια της προετοιμασίας είναι:

α) Καθαρισμός. Βασική προϋπόθεση επιτυχίας μιας οποιασδήποτε επιχρώσεως, είναι η αφαίρεση από την επιφάνεια κάθε χαλαρού τεμαχιδίου ύλης. Σκόνη, άλατα, λίπη, αιθάλη (καπνιά), ακαθαρσίες πρέπει να απομακρυνθούν, γιατί η πρόσφυση της μεμβράνης θα είναι ελαττωματική. Επίσης στην περίπτωση επαναχρωματισμού παλαιών επιφανειών, πρέπει να απομακρυνθούν όλα τα χαλαρά ή «σκασμένα» τμήματα της παλιάς επιχρώσεως. Αυτό επιτυγχάνεται πλήρως με καύση των παλαιών χρωμάτων με ειδικά καμινέτα (σχ. 10.9α).

Η απομάκρυνση των χαλαρών κόκκων γίνεται συνήθως με σκληρή συρμάτινη ψήκτρα (βούρτσα), ενώ των καταστραμμένων παλιών επιχρώσεων με σπαθίδα (σπάτουλα), ή προκειμένου για σιδηρές επιφάνειες με σφυρί (ματσακόνι).

Τέλος, σε πολλές περιπτώσεις, κυρίως σε ξύλινες κατασκευές, ο καθαρισμός της επιφάνειας επιτυγχάνεται με φλόγα καμινέτου. Η μέθοδος αυτή έχει και το πλεονέκτημα ότι ξηραίνει την επιφάνεια.

Στην περίπτωση των μεταλλικών επιφανειών, πρέπει συγ-



Σχ. 10.9α.

Καμινέτο για καύση παλαιών στρώσεων επιχρώσεων.

χρόνως να προκαλούνται μικρές ανωμαλίες (αγρίεμα) επάνω στην επιφάνεια για την αύξηση της προσφύσεως. Χρησιμοποιείται για το σκοπό αυτό σκληρό γυαλόχαρτο, αλλά το καλύτερο αποτέλεσμα επιτυγχάνεται με αμμορριπή.

Οποιαδήποτε όμως μέθοδος και αν ακολουθηθεί, για να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα, θα πρέπει το πρώτο στρώμα της επιχρώσεως να γίνει χωρίς καθυστέρηση αμέσως μετά το πέρας του καθαρισμού, ώστε να μην υπάρξει κίνδυνος νέας ρυπάνσεως της.

β) Ξήρανση. 'Ενα άλλο σημείο, που πρέπει να προσεχθεί, είναι η ύπαρξη υγρασίας στην επιφάνεια. Στις περισσότερες περιπτώσεις η υγρασία επιδρά δυσμενώς πάνω στην πρόσφυση της μεμβράνης. Μόνο στην περίπτωση των τασμεντοχρωμάτων υποβοηθεί την κανονική σκλήρυνση της επιχρώσεως.

γ) Εξομάλυνση ανωμαλιών. Μια άλλη φάση της προετοιμασίας της επιφάνειας, που γίνεται σε ξύλινες κατασκευές ή κατασκευές επιχρισμένες με κονίασμα, είναι η κάλυψη των μικροφθορών, η εξομάλυνση των ανωμαλιών και η δημιουργία εντελώς επιπέδων και λείων επιφανειών. Κάλυψη (στοκάρισμα) ρωγμών και οπών καρφιών, αφαίρεση φθαρμένων ρόζων και κάλυψη των οπών και επικάλυψη ολόκληρης της επιφάνειας (σπατουλάρισμα) με λεπτό στρώμα στόκου, αποτελούν τις συνηθισμένες εργασίες της φάσεως αυτής.

δ) Αντισκωριακή προστασία. Σε άλλες περιπτώσεις, όπου απαιτείται ειδική προστασία της κατασκευής από τη σκουριά, τη

διάβρωση, την υγρασία κλπ., η επιφάνεια μετά τον καθαρισμό της βάφεται με χρώμα ή βερνίκι αντισκωριακό ή μονωτικό της υγρασίας και μετά ενεργείται η τελική επίχρωση.

3) Τελική επίχρωση.

Η τελική επίχρωση δεν επιτυγχάνεται με ένα μόνο στρώμα χρώματος ή βερνικιού. Ο αριθμός των στρώσεων εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως είναι το είδος του χρώματος ή βερνικιού που θα χρησιμοποιηθεί, ο βαθμός προετοιμασίας της επιφάνειας που θα χρωματισθεί, η επιθυμητή ποιότητα της επίχρωσεως, η μέθοδος εφαρμογής και ο παράγοντας οικονομία χρόνου και υλικού. Πάντως ο αριθμός των στρώσεων κυμαίνεται μεταξύ μιας έως επτά ή οκτώ από το ίδιο ή διαφορετικά χρώματα.

Γενικώς έχει παρατηρηθεί ότι η ποιότητα και η διάρκεια της ζωής μιας επιχρώσεως εξαρτώνται από το πάχος της στρώσεως. Παχιά επίχρωση είναι καλύτερη από λεπτή επίχρωση από το ίδιο υλικό.

Το τελικό πάχος είναι προτιμότερο να επιτυγχάνεται με περισσότερες από μια στρώσεις, υπό την προϋπόθεση ότι ξηραίνεται πλήρως η προηγούμενη και καθαρίζεται επιμελώς πριν από την επίθεση της επόμενης. Επίσης είναι σκόπιμο η στρώση που ακολουθεί να έχει διαφορετική απόχρωση από την προηγούμενη, ώστε να διαπιστώνεται εύκολα ότι όλη η επιφάνεια καλύφθηκε από τη νέα στρώση.

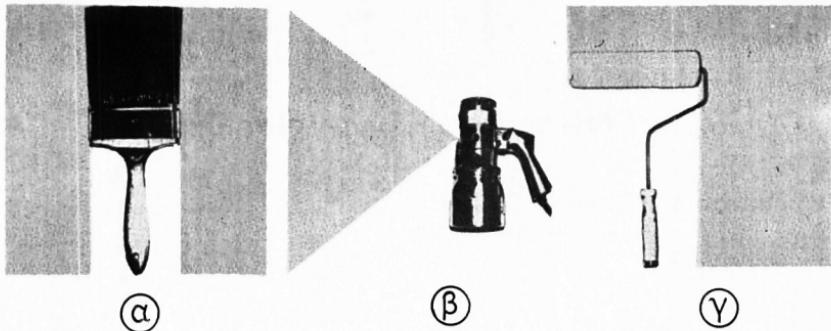
Τα ασφαλτικά υλικά είναι τα μόνα, με τα οποία επιτυγχάνεται το επιθυμητό πάχος με μια στρώση, γεγονός που επιδρά σημαντικά στο κόστος τους.

4) Μέθοδοι χρωματισμού.

Οι μέθοδοι εφαρμογής των χρωμάτων και βερνικιών για τις αρχιτεκτονικές επιχρώσεις, τις επιχρώσεις συντηρήσεως και τις επιχρώσεις προστασίας υπάγονται στις εξής τέσσερις κατηγορίες;

- Χρωματισμός με χρωστήρα (πινέλο, βούρτσα).
- Χρωματισμός με κύλινδρο (ρολό).
- Χρωματισμός με ψεκαστήρα.
- Χρωματισμός με εμβάπτιση.

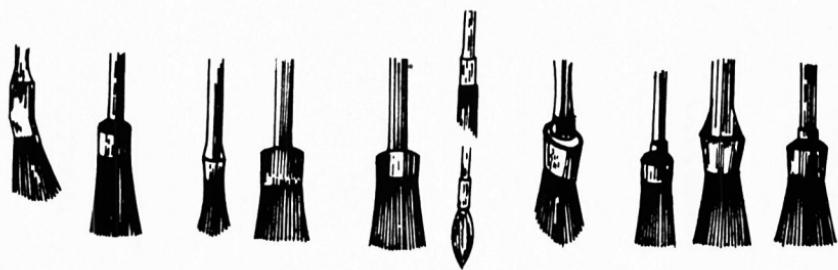
α) Η παλαιότερη μέθοδος, η οποία και σήμερα χρησιμοποιείται ευρύτατα σε πολλές περιπτώσεις είναι η χρήση χρωστήρα (πινέλο, βούρτσα) [σχ. 10.9β(α) και σχ. 10.9γ]. Με αυτήν επι-



Σχ. 10.9β.

Συνηθισμένα εργαλεία χρωματισμού.

α) Χρωστήρας (πιγέλο). β) Ψεκαστήρας (πιστόλι). γ) Κύλινδρος (ρολό).



Σχ. 10.9γ.

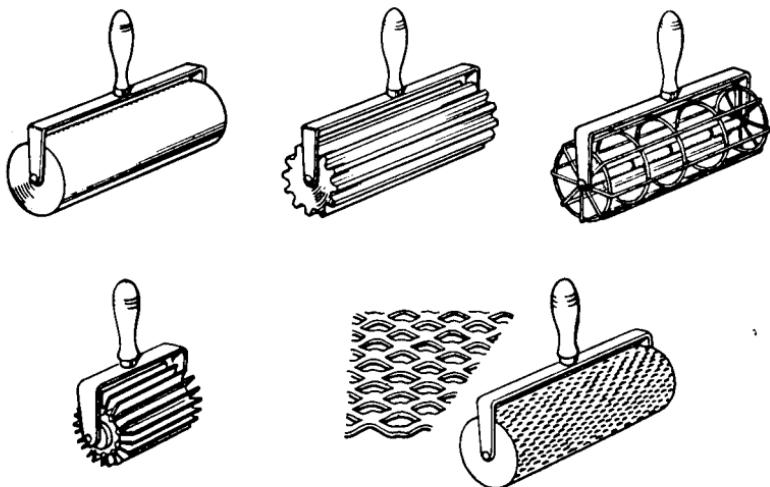
Διάφοροι τύποι πινέλων.

τυγχάνεται πλήρης επαφή του υλικού με την επιφάνεια και ικανοποιητικός εμποτισμός της, πράγμα που συντελεί στην καλύτερη πρόσφυση της μεμβράνης της επιχρώσεως.

Οι απώλειες υλικού είναι πολύ μικρές. Σε περιπτώσεις ανωμάλων επιφανειών με εισέχουσες και εξέχουσες γωνίες ή όταν το υλικό έχει μεγάλο ιξώδες, είναι η μόνη μέθοδος που δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα.

β) Η μέθοδος με κύλινδρο (ρολό) [σχ. 10.9β(γ) και σχ. 10.9δ] εφαρμόζεται σε μεγάλες και επίπεδες επιφάνειες, όπως π.χ. τοίχοι, μεγάλα ξύλινα χωρίσματα. Τα χρησιμοποιούμενα υλικά πρέπει να έχουν το κατάλληλο ιξώδες. Είναι ταχύτερη από τη μέθοδο του χρωστήρα, αλλά η σπατάλη του υλικού είναι μεγαλύτερη. Με τη μέθοδο αυτή δεν είναι δυνατή η απόκτηση στιλπνών επιφανειών (επιχρώσεις ριπολίνης).

γ) Οι επιχρώσεις με ψεκαστήρα (πιστόλι βαφέα) [σχ.



Σχ. 10.9δ.

Διάφοροι τύποι ρολών για την επίχρωση μεγάλων επιφανειών.

10.9α(β)]. Πλεονεκτούν έναντι των προηγουμένων λόγω της ταχύτερης εκτελέσεως και της, κατά συνέπεια, ελαττώσεως του κόστους. Απαιτούν όμως την παρασκευή μεγάλης ποσότητας χρώματος του ίδιου τύπου και αποχρώσεως και δημιουργούνται περισσότερες απώλειες, κυρίως όταν η εργασία εκτελείται σε εξωτερικές επιφάνειες.

δ) Τέλος οι επιχρώσεις με εμβάπτιση εκτελούνται πολύ σπάνια και μόνο προκειμένου για μικρά τεμάχια, τα οποία είναι δύσκολο να βαφούν με άλλο τρόπο. Απαιτείται παρασκευή δυσαναλόγως μεγάλης ποσότητας χρώματος. Μόνο για επιχρώσεις μεγάλου αριθμού ομοίων τεμαχίων που εκτελούνται σε εργοστάσια είναι δυνατό να εφαρμοσθεί οικονομικά η μέθοδος αυτή.

10.10 Χρήσεις.

1) Κατηγορίες χρήσεων.

Τα χρώματα και τα βερνίκια που εξετάσθηκαν, προορίζονται να χρησιμοποιηθούν:

- Σε αρχιτεκτονικές επιχρώσεις, εσωτερικές ή εξωτερικές, όπου ο κύριος σκοπός είναι διακοσμητικός, χωρίς βέβαια να παραβλέπεται και ο προστατευτικός παράγοντας.

- Σε επιχρώσεις συντηρήσεως, οι οποίες αποβλέπουν στην ανανέωση των παλαιών επιχρώσεων και
- σε προστατευτικές επιχρώσεις, των οποίων αποκλειστικό έργο είναι η προφύλαξη των κατασκευών από τις εξωτερικές επιδράσεις, όπως π.χ. είναι η οξείδωση, η υγρασία, η διάβρωση κ.ά.

Η επιλογή του κατάλληλου χρώματος ή βερνικιού, από το πλήθος των κυκλοφορούντων στο εμπόριο, για την εκπλήρωση ενός από τους προαναφερθέντες σκοπούς, διευκολύνεται από ειδικούς πίνακες. Σε αυτούς αναφέρονται οι συνηθέστερες χρήσεις των διαφόρων κατηγοριών χρωμάτων και βερνικών.

Στον πίνακα 10.10.1 περιλαμβάνονται οι γενικές κατηγορίες των χρωμάτων και των βερνικών, όπως αναπτύχθηκαν στην παράγραφο 10.4 και τα κυριότερα πεδία εφαρμογών τους στις αρχιτεκτονικές και προστατευτικές επιχρώσεις. Στις τελευταίες στήλες του πίνακα αναφέρονται οι σοβαρότερες εξωτερικές επιδράσεις και σημειώνονται όσα υλικά αντέχουν περισσότερο σ' αυτές. Ο πίνακας είναι ενδεικτικός της χρήσεως και δεν υπεισέρχεται σε λεπτομέρειες. 'Οταν π.χ. στον πίνακα φέρεται η καθαρή λάκα κατάλληλη για ξύλο και μέταλλο, δεν σημαίνει ότι υλικό του ίδιου τύπου θα χρησιμοποιηθεί και στις δύο περιπτώσεις. Περισσότερα στοιχεία του τρόπου εφαρμογής και της χρήσεως είναι σκόπιμο να ζητούνται από πεπειραμένους τεχνικούς ή καλύτερα από το εργοστάσιο παραγωγής ή από τον πωλητή του εξεταζόμενου προϊόντος.

Παρακάτω δίνεται μικρή ανάλυση των κυριοτέρων χρήσεων των χρωμάτων και βερνικών σε αρχιτεκτονικές επιχρώσεις και επιχρώσεις προστασίας.

2) Υδροχρωματισμοί.

α) Με ασβέστη. Αποτελούν τις απλούστερες και φθηνότερες επιχρώσεις για τοίχους και οροφές που καλύπτονται από ασβεστοκονίαμα. Το χρώμα, παρασκευάζεται με διάλυση πολτού ασβέστη σε νερό. Το δημιουργούμενο αραιό διάλυμα δίνει λευκές επιχρώσεις. Εάν επιζητείται εντονότερη λευκότητα, όπως π.χ. σε υδροχρωματισμούς οροφών, ρίχνεται στο διάλυμα μικρή ποσότητα λευκού του ψευδαργύρου (τσίγκος). Εάν επιζητείται έγχρωμη επίχρωση, τότε ρίχνεται η αντίστοιχη χρωστική. Η ποσότητα της χρωστικής, είτε λευκή είναι, είτε έγχρωμη, δεν πρέπει να υπερβαίνει το 10% του διαλύματος, γιατί διαφορετικά η επίχρωση αποχρωματίζεται με απλή επαφή του χεριού.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.10.1
Καταληπότη χρωμάτων και βερνικών

Εσωτερικές επιφάνειες		Εξωτερικές επιφάνειες												Μεγάλη αυτοκόπηση στη θάλασσα										Μηχανικά νησαρισμούδεις									
Εσωτερικές επιφάνειες		Εξωτερικές επιφάνειες												Μεγάλη αυτοκόπηση στη θάλασσα										Μηχανικά νησαρισμούδεις									
Καπηγορία αιλικού		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Υποδειγματικό πρόβετα																																	
Ασβεστοχωματά																																	
Τημεντοχρύσιατά																																	
Χρώματα πυρτικού ναρτίου																																	
Χρώματα καζείνης																																	
Ασφαλτικά γαλακτώματα																																	
Πολυμερή γαλακτώματα																																	
Επαγγελματικά																																	
Καναπέδο ξηρανόμενο λάδι																																	
Ελαιοχρώματα κοινά																																	
Οξειδίου του αιθρίου																																	
Οξειδίου του μολύβδου																																	
Οξειδίου του υευδάργυρου																																	

Επαγγελματικά

Καναπέδο ξηρανόμενο λάδι
Ελαιοχρώματα κοινά
Οξειδίου του αιθρίου
Οξειδίου του μολύβδου
Οξειδίου του υευδάργυρου

Βερνίκια	Καθαρό Βερνίκια Βερνικοχρυσόμετρα Οξειδίου του σινιέρου Οξειδίου του μολύβδου Οξειδίου του ψευδαργύρου Βερνίκια με αλκανίδια καθαρά Βερνίκια με αλκανίδια χρωστικά	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
Λίνες	Καθαρές λίκες Λίκες με χρωστικές	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
Βερνίκια στην Αρχαιότητα καρές λίνες	Βερνίκια αλκοόλης Βερνίκια παραγώγων πεπρέλ.	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +				
Δασύκυπτα ψημάνια																																	
Βινούλικες																																	
Συνθετικού ελαστ. (νεοπρένιο)																																	
Χλωριούχου ελαστικού																																	
Εποξικές																																	
Σιλικόνες																																	
Φατονοίκες																																	
Αρχαιότητα																																	
Καληπτικά στέγης																																	
Βερνίκια																																	
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	

Αυτό οφείλεται στη μικρή συνδετική ικανότητα του ασβέστη.

β) Με ασβέστη μαζί με κόλλα ή λάδι. Για την αύξηση της συνδετικής ικανότητας του ασβέστη ρίχνεται στο διάλυμα μικρή ποσότητα λινέλαιου ή μιας κόλλας (100 -150 g ανά δοχείο πετρελαίου).

Το μίγμα πρέπει να αναδευθεί καλά για να γίνει πλήρης κατανομή του λαδιού ή της κόλλας μέσα στη μάζα του.

γ) Με ανάμιξη ασβέστη και καζεΐνης. Η ανάμιξη της καζεΐνης με τον ασβέστη δίνει υδρόχρωμα, το οποίο προσφύεται ισχυρά στην επιφάνεια που θα χρωματισθεί και η δημιουργούμενη μεμβράνη αντέχει αρκετά καλά στις ατμοσφαιρικές επιδράσεις και μπορεί να υποστεί πλύση, χωρίς να καταστραφεί.

δ) Με τομέντο. Με διάλυση κοινού τσιμέντου μέσα σε νερό παρασκευάζεται υδρόχρωμα κατάλληλο για επιχρώσεις επιφανειών, οι οποίες παραμένουν υγρές. Λόγω του γκρίζου χρώματος του τσιμέντου, οι χρωματισμοί του υδροχρώματος αυτού είναι γενικά σκοτεινοί και κατά συνέπεια κατώτεροι από τους αντίστοιχους χρωματισμούς με υδροχρώματα από ασβέστη.

Οι υδροχρωματισμοί εκτελούνται γενικά με μεγάλη ψήκτρα (μπατανόβουρτσα) και σε περιπτώσεις μικρών επιφανειών με πολλές εσοχές και εξοχές, με χρωστήρα (πινέλο).

Για να επιτευχθεί πλήρης κάλυψη της επιφάνειας με το υδρόχρωμα, πρέπει να εκτελεσθούν 3 έως 4 στρώσεις, αφού προηγουμένως καθαρισθεί καλά η επιφάνεια από τη σκόνη και τα χαλαρά τεμαχίδια και εξομαλυνθούν οι μικροανωμαλίες της. Πριν την εκτέλεση μιας στρώσεως, πρέπει η προηγούμενη να έχει τελείως ξηρανθεί.

3) Επιχρώσεις ξυλίνων επιφανειών.

Στις αρχιτεκτονικές επιχρώσεις πάνω σε ξύλινα στοιχεία (θύρες, παράθυρα) εφαρμόζονται οι εξής επιχρώσεις:

α) Βερνικάματα. Σε ξύλινα πατώματα, κουφώματα και επενδύσεις τοίχων, όπου το ξύλο είναι απαλλαγμένο από ρόζους και άλλα ελαττώματα, χρησιμοποιούνται διαφόρων τύπων βερνίκια, άχροα ή έγχρωμα. Προηγείται τέλειος καθαρισμός, τρίψιμο με λεπτό γυαλόχαρτο της επιφάνειας και εμποτισμός της με βρασμένο λινέλαιο. Το βερνίκι διαστρώνεται σε δύο ή τρεις στρώσεις.

Τα χρησιμοποιούμενα σήμερα βερνίκια με αλκύδια παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή στις τριβές και διατηρούνται επί μακρό (άνω των τριών ετών) στις επιχρώσεις πατωμάτων.

Πολυτελέστερες επιχρώσεις, επάνω σε δρύινες κυρίως επιφάνειες, γίνονται με βερνίκια οινοπνεύματος, αφού προηγηθεί κατάλληλη επεξεργασία, ώστε να κλείσουν τελείως οι πόροι της επιφάνειας, ακριβώς όπως γίνεται με το λουστράρισμα των επιπλών.

β) Ελαιοχρωματισμοί κοινοί. Δύνανται να εκτελεσθούν σε κάθε είδος ξυλίνων κατασκευών, εφόσον δεν υφίστανται σοβαρές εξωτερικές επιδράσεις (υγρασία, χημικοί παράγοντες κλπ.). Το πρώτο στάδιο της εργασίας αφορά την προετοιμασία της επιφάνειας. Κατά το στάδιο αυτό εκτελούνται οι εξής εργασίες:

- Καθαρισμός και τρίψιμο της επιφάνειας.
- Επίχρωση με λινέλαιο, με το οποίο έχουν αναμιχθεί μικρές ποσότητες τσίγκου και χρώματος (αστάρωμα).
- Αφαίρεση των ρόζων, κάψιμο των κεφαλών αυτών, επάλειψη των δημιουργουμένων οπών με γομαλάκα και καθαρισμός (ξερόζιασμα).
- Κάλυψη των οπών και σχισμών της επιφάνειας με μαστίχα στόκου, η οποία παρασκευάζεται με ανάμιξη λινελαίου, τσίγκου ή λευκού του τιτανίου και ενός στεγνωτικού (κοινώς στοκάρισμα). Μετά την ξήρανση του στόκου ακολουθεί τρίψιμο της επιφάνειας με γυαλόχαρτο.

Το δεύτερο στάδιο αφορά την τελική επίχρωση. Κατ' αυτήν διαστρώνεται η πρώτη στρώση του ελαιοχρώματος πάνω στην επιφάνεια που προετοιμάσθηκε, όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, και μετά την ξήρανσή της, ακολουθεί νέα επικάλυψη με στόκο των τυχών σχισμών ή οπών που απομένουν (ψιλοστοκάρισμα). Μετά το ψιλοστοκάρισμα επακολουθεί η διάστρωση των δύο τελικών στρώσεων του ελαιοχρώματος. Η τελευταία στρώση θα γίνει, αφού ξηρανθεί καλά και καθαρισθεί από σκόνη η προηγούμενη στρώση.

γ) Σπατουλαριστοί ελαιοχρωματισμοί. Εκτελούνται κατ' αρχήν όλες οι εργασίες του πρώτου σταδίου των κοινών ελαιοχρωματισμών.

Σε δεύτερο στάδιο εκτελείται η εργασία του σπατουλαρίσματος. Κατ' αυτήν, δημιουργείται πάνω στην επιφάνεια λεπτό στρώμα με υλικό πολτώδους συστάσεως, το οποίο αποτελείται από 50% λευκό του ψευδαργύρου (τσίγκος) ή του τιτανίου και από λινέλαιο, τερεβινθέλαιο (νέφτι) και στεγνωτικό. Μετά τη σκλήρυνση, τρίβεται η επιφάνεια του στρώματος αυτού και επακολουθεί η βαφή με ελαιόχρωμα σε δύο στρώσεις.

Εάν επιζητείται να είναι στιλπνή η επιφάνεια της επιχρώ-

σεως, τότε διαστρώνεται μετά το σπατουλάρισμα μια στρώση με ειδικό χρώμα (βελατούρα) και πάνω σ' αυτή εκτελείται η τελική στρώση με το ειδικό ελαιόχρωμα, που δίνει τη στίλβουσα όψη στην επιφάνεια. Το ελαιόχρωμα αυτό καλείται **ριπολίνη**. Η χρησιμοποίηση της βελατούρας είναι απαραίτητη, γιατί η πρόσφυση της ριπολίνης πάνω σ' αυτή είναι πολύ μεγαλύτερη παρά σε οποιοδήποτε άλλο χρώμα.

δ) Επιχρώσεις προστασίας ξυλίνων τμημάτων. Η επιλογή του κατάλληλου χρώματος ή βερνικιού εξαρτάται από το είδος της επιδράσεως που πρόκειται να υποστούν τα τμήματα αυτά.

Ο συνηθέστερος παράγοντας που προκαλεί καταστροφές στο ξύλο, είναι το νερό. Το νερό που προσβάλλει το ξύλο πρέρχεται ή από το περιβάλλον (υδρατμοί ατμόσφαιρας, εδαφική υγρασία, υγρασία από τοίχους που βρίσκονται σε επαφή με το ξύλο) ή από το εσωτερικό του ξύλου (κυτταρικό νερό).

Σκοπός της επιχρώσεως είναι να εμποδισθεί το εξωτερικό νερό να εισέλθει μέσα στη μάζα του ξύλου, και το εσωτερικό να εξέλθει πάνω στην επιφάνεια.

Αυτό επιτυγχάνεται ως εξής;

Κατ' αρχήν γίνεται εμποτισμός της επιφάνειας με διάλυμα ή γαλάκτωμα πίσσας λιθανθράκων που εισχωρεί βαθιά μέσα στους πόρους του ξύλου. Είναι εξαιρετικά **υδρόφοβο** και δεν ευνοεί την ανάπτυξη μυκήτων και μικροβίων. Μετά τον εμποτισμό αυτό ενεργείται επιχρωση με χρώματα που μπορούν να προσκολληθούν ισχυρά επάνω στα υλικά διαποτισμού. Χρώματα αυτού του είδους είναι τα ασφαλτικά με χρωστικές τη σκόνη ενός μετάλλου (π.χ. αλουμινίου).

'Όταν απαιτείται η δημιουργία αφλέκτων επιχρώσεων επάνω στα ξύλα, πρέπει να γίνεται μια πρώτη επάλειψη εν θερμώ με διάλυμα φωσφορικού αμμωνίου ή πυριτικού νατρίου, αφού προηγουμένως ξηρανθεί καλά το ξύλο. Επίσης τα ελαιοχρώματα μπορεί να καταστούν άφλεκτα, εάν αναμιχθεί με το λάδι εναμμώνιο φωσφορικό μαγνήσιο ($\text{PO}_4\text{NH}_4\text{Mg}$) σε αναλογία 20-25% του βάρους του λαδιού.

'Αριστα άφλεκτα χρώματα και βερνίκια είναι τα παραγόμενα από σιλικόνες καθώς και από χλωριωμένο ελαστικό (σχ. 10.10α).

4) Επιχρώσεις τοίχων.

Επάνω στους εξωτερικούς ή εσωτερικούς τοίχους εκτελούνται οι εξής επιχρώσεις:



Σχ. 10.10α.

Προστατευτική έναντι του πυρός επίχρωση ξύλινου στοιχείου, με χρώματα σιλικόνης. Στη φωτογραφία διακρίνεται η καλή κατάσταση του ξύλου, μετά την αφαίρεση τμήματος της επιχρώσεως που καταστράφηκε από ισχυρή πυρκαγιά.

α) Υδροχρωματισμοί. Εκτελούνται όπως αναπτύχθηκε στην παράγραφο 10.10(β).

β) Ελαιοχρωματισμοί κοινοί. Ο καθαρισμός της επιφάνειας εκτελείται όπως περιγράφηκε στους υδροχρωματισμούς. Κατόπιν γίνεται μια επίστρωση με λινέλαιο και αφού αυτό ξηρανθεί καλά, γίνονται δύο επιπλέον επιστρώσεις με το ελαιόχρωμα ή δύο επιστρώσεις με πλαστικό χρώμα (πολυμερή γαλακτώματα).

γ) Χρωματισμοί σπατουλαριστοί. Μετά τον καθαρισμό γίνεται η επίστρωση με λινέλαιο (αστάρωμα) και ακολουθεί το σπατουλάρισμα, όπως αναφέρθηκε παραπάνω στην περίπτωση των ξυλίνων επιφανειών. Το υλικό του σπατουλαρίσματος για τους τοίχους αποτελείται από στόκο, τσίγκο ή λευκό του τίτανιου σε ποσοστό 30%, λινέλαιο, νέφτι και στεγνωτικό. Η επιφάνεια που δημιουργείται πρέπει να είναι λεία και εντελώς επίπεδη. Ακολουθεί η πρώτη στρώση του ελαιοχρώματος, το ψιλοστοκάρισμα και το τρίψιμο με γυαλόχαρτο. Οι δύο τελικές στρώσεις γίνονται με ελαιόχρωμα ή με πλαστικό χρώμα.

δ) Επιχρώσεις προστασίας. Στις περιπτώσεις που απαιτείται να προστατευθεί ο τοίχος από διάφορες εξωτερικές επιδράσεις, και κυρίως από την υγρασία (ατμοσφαιρική ή εδαφική) και από τις χημικές ουσίες (οξέα, αλκάλια ή άλατα), χρησιμοποιούνται διάφορα διαλύματα ρητινών. Πριν από την τελική επίχρωση με ένα από τα προστατευτικά αυτά χρώματα ή βερνίκια, πρέπει να

καλυφθεί η επιφάνεια του τοίχου με υλικά διαποτισμού και πληρώσεως των πόρων σε όσο το δυνατό μεγαλύτερο βάθος.

Τα υλικά αυτά παρασκευάζονται με βάση τα πυριτικά αλκάλια, τα οποία είναι διαλυτά στο νερό και εισχωρούν βαθιά στα τριχοειδή αγγεία. 'Όταν όμως ενωθούν με το ασβέστιο, που περιέχεται στους λίθους ή το σκυρόδεμα, μετατρέπονται σε αδιάλυτα άλατα. Η δημιουργούμενη από τα υλικά αυτά μεμβράνη προσφύεται ισχυρά πάνω στον τοίχο, ενώ συγχρόνως παρουσιάζει άριστη επιφάνεια για την πρόσφυση της τελικής επιχρώσεως.

Πολύ καλή προστασία από την υγρασία παρέχουν και τα ασφαλτικά χρώματα (σχ. 10.10β).



Σχ. 10.10β.

Επάλειψη τοίχου με ασφαλτικά χρώματα πριν από την κάλυψή του από επιχώματα.

5) Επιχρώσεις μεταλλικών επιφανειών.

Βασικό μειονέκτημα των μεταλλικών κατασκευών και ειδικά αυτών που προέρχονται από δομικό χάλυβα, είναι η εύκολη οξείδωσή τους (σκούριασμα). Επομένως, ανεξάρτητα από τον αισθητικό ή μη σκοπό της επιχρώσεως, που πρόκειται να εφαρμοσθεί σε μια μεταλλική επιφάνεια, είναι απαραίτητο να προγνθεί προστατευτική επίχρωση κατά της οξειδώσεως.

Οι οφειλόμενες σε οξείδωση καταστροφές των διαφόρων μεταλλικών έργων είναι ανυπολόγιστες. Γι' αυτό από πολλά χρόνια καταβάλλονται μεγάλες προσπάθειες για την παρασκευή αντισκωριακών και αντιδιαβρωτικών γενικά χρωμάτων και βερνικιών, τα οποία να συγκεντρώνουν τις παρακάτω ιδιότητες;

- Ισχυρή πρόσφυση επάνω στη μεταλλική επιφάνεια.
- Αντοχή στις εξωτερικές κρούσεις και παραμορφώσεις της μεταλλικής κατασκευής που οφείλονται στις διάφορες καταπονήσεις (θλίψη, εφελκυσμό, κάμψη κλπ.).
- Στεγανότητα στα υγρά και αέρια και
- αντοχή στις χημικές επιδράσεις και ειδικά στα οξέα, τα αλκάλια, τα έλαια, τα λίπη, τους υδρογονάνθρακες και τα υποχλωριώδη.

Χρώματα, που κατέχουν εν μέρει τις ιδιότητες αυτές, κατασκευάζονται με βάση το λινέλαιο και μια χρωστική βασικής αντιδράσεως, όπως π.χ. είναι το επιτεταρτοξείδιο του μολύβδου (μίνιο), ο λιθάργυρος (PbO), διάφορα άλατα του μολύβδου και τα μικρότερης αντισκωριακής ικανότητας οξείδια και άλατα του ψευδαργύρου, σιδήρου και αλουμίνιου.

Μια συνηθισμένη σύνθεση ενός αντισκωριακού χρώματος με μίνιο είναι:

Λινέλαιο	40%
Μίνιο	50%
Τερεβινθέλαιο	9,5%
Στεγνωτικό	0,5%
	100,0%

Η επίχρωση με μίνιο γίνεται απευθείας επάνω στη σιδερένια επιφάνεια, αφού προηγουμένως καθαρισθεί αυτή επιμελώς. Εφαρμόζονται μια ή δυο στρώσεις, ανάλογα με τις επικρατούσες εξωτερικές συνθήκες, και στη συνέχεια γίνεται η τελική επίχρωση με ελαιόχρωμα ή με πλαστικό χρώμα.

Μια άλλη κατηγορία αντιδιαβρωτικών χρωμάτων για τις μεταλλικές κατασκευές έχει ως βάση την άσφαλτο και την πίσσα. Χρησιμοποιούνται διαλύματα, γαλακτώματα ή διαλυόμενα με θέρμανση υλικά, καθαρά ή αναμιγμένα με σκόνη αλουμινίου. Εφαρμόζονται απευθείας επάνω στη μεταλλική επιφάνεια και δεν επιδέχονται άλλη επίχρωση επάνω τους. Πλεονεκτούν έναντι των χρωμάτων με μίνιο, γιατί παρουσιάζουν μεγαλύτερη αντοχή στην επίδραση των χημικών παραγόντων και της υγρασίας. Μειονεκτούν, γιατί υφίστανται «σκασίματα» και σημαντική φθορά, όταν εκτίθενται για πολύ χρόνο στις καιρικές εναλλαγές και στις ηλιακές ακτίνες και γιατί δεν έχουν καλή αισθητική εμφάνιση. Κυριότερο πεδίο εφαρμογής τους είναι οι επιχρώσεις εσωτερικών στοιχείων και στοιχείων που βρίσκονται μέσα στο έδαφος.

Μια τρίτη κατηγορία αντιδιαβρωτικών επιχρώσεων περιλαμβάνει χρώματα, βερνίκια ή σμαλτώματα με βασικό υλικό μια συνθετική ρητίνη. Παρουσιάζουν μεγαλύτερη αντοχή στους διάφορους διαβρωτικούς παράγοντες από τις δύο προηγούμενες κατηγορίες, αλλά γενικά είναι δαπανηρότερα.

Οι κυριότερες επιχρώσεις αυτής της κατηγορίας είναι:

- Οι βινυλικές: Χρησιμοποιούνται συνήθως διαλύματα ή γαλακτώματα συμπολυμερών του χλωριούχου και του οξεικού βινυλίου.
- Οι του χλωριούχου-ελαστικού: Εφαρμόζονται ως διάλυμα με οργανικούς διαλύτες, απευθείας επάνω στην επιφάνεια του σώματος που προορίζεται για βαφή.
- Οι του νεοπρενίου: Χρησιμοποιούνται υπό μορφή υγρού. Δεν προσκολλώνται επάνω στη μεταλλική επιφάνεια και γι' αυτό πρέπει να προηγηθεί επίχρωση με χλωριούχο ελαστικό, με το οποίο προσφύεται ισχυρά.

6) Επιχρώσεις οδικών σημάνσεων και οδοστρωμάτων - Φωτεινές επιχρώσεις.

Οι επιχρώσεις αυτές εκτελούνται στις πινακίδες σημάνσεως των οδών, οι οποίες συνήθως κατασκευάζονται από φύλλα χάλυβα ή αλουμίνιου, στα μεταλλικά ή από άλλο υλικό στηθαία και τα προστατευτικά κιγκλιδώματα γεφυρών και οδών και πάνω στο ασφαλτικό ή το από σκυρόδεμα οδόστρωμα αστικών και υπεραστικών οδών για την ένδειξη των αξόνων αυτών των λωρίδων κυκλοφορίας πεζών και οχημάτων κλπ.

Οι επιχρώσεις αυτές υφίστανται ισχυρές επιβαρύνσεις τόσο από τις καιρικές εναλλαγές και τις χημικές επιδράσεις του νερού και των υπεριωδών ακτίνων, όσο και από τις μηχανικές επιδράσεις των οχημάτων και των πεζών.

Η προπαρασκευή των επιφανειών των πινακίδων πρέπει να είναι εξαιρετικά επιμελημένη. Συνήθως επιδιώκεται η δημιουργία αντιοξειδωτικού στρώματος με ηλεκτροχημική μέθοδο π.χ. με γαλβανισμό.

Οι τελικές επιστρώσεις γίνονται η με σμαλτώματα που ψήνονται σε υψηλή θερμοκρασία ή με συνθετικά χρώματα και σμαλτώματα με θερμοσκληρυνόμενες ρητίνες μελαμίνης και γλυκεροφθαλικές ρητίνες. Οι χρησιμοποιούμενες χρωστικές στα χρώματα αυτά είναι συνήθως το ερυθρό και το κίτρινο του καδμίου και το κυανό του κοβαλτίου.

Ως προς τις φωτεινές επιχρώσεις διακρίνομε δύο τύπους:

α) Τις αντανακλαστικές. Είναι γνωστές υπό την ονομασία Σκοτσλάιτ (Scotchlite). Αποτελούνται από πάρα πολύ μικρούς κρυστάλλους, οι οποίοι επικολλούνται με ισχυρή κόλλα επάνω στην επιφάνεια. Αντανακλούν το φως που πέφτει πάνω σ' αυτές.

β) Τις φωτεινές ή φωτοβόλες. Χρησιμοποιούνται χρώματα που παρασκευάζονται με φωσφορίζουσες χρωστικές, κατάλληλα αναμιγμένες με βερνίκι.

Οι φωσφορίζουσες χρωστικές έχουν την ιδιότητα να απορροφούν φωτεινή ενέργεια και να την αποδίδουν αμέσως ή μετά την παρέλευση ορισμένου χρόνου.

Σε ειδικές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται αυτόφωτες χρωστικές, οι οποίες παρασκευάζονται από ραδιενεργά άλατα βρωμιούχου ραδίου.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Ξύλο και προϊόντα από ξυλεία

Παράγρ.		Σελίδα
6-1	Προέλευση και φύση του ξύλου	1
	1) Γενικά	1
	2) Ανάπτυξη του δένδρου — Μέρη του κορμού.....	3
6-2	Είδη δένδρων δομικής ξυλείας	7
	1) Οικογένεια βελονοφύλλων	8
	2) Οικογένεια πλατυφύλλων	10
6-3	Υλοτομία.....	12
	1) Γενικά — Κοπή Δένδρων	12
	2) Προκατεργασίες του κορμού.....	14
	3) Μεταφορά από το δάσος.....	15
6-4	Προκατεργασίες του ξύλου	16
	1) Έκπλυση	16
	2) Ξήρανση.....	17
6-5	Κατεργασία κορμών για πριστή ξυλεία (ξυλεία για πριονισμό)	23
	1) Γενικά	23
	2) Δοκοί και καδρόνια	25
	3) Πλάκες και σανίδες	26
	4) Λεπτά φύλλα.....	29
6-6	Ιδιότητες του ξύλου	29
	1) Πυκνότητα — Απόλυτο και φαινόμενο ειδικό βάρος.....	32
	2) Σκληρότητα	33
	3) Μηχανική αντοχή	34
	4) Ελαστικότητα και ευκαμψία	37
	5) Υγροσκοπικότητα.....	39
	6) Συρρίκνωση ή συστολή	39
6-7	Ελαττώματα του ξύλου	41
	1) Ρόζοι.....	41
	2) «Στριμμένα νερά» (ελικοειδείς ίνες)	43
	3) Ρωγμές (σκασίματα)	44
	4) Έκκεντρη καρδιά.....	46
	5) Άλλα ελαττώματα	46
6-8	Επιβλαβείς παράγοντες και μέτρα προφυλάξεως	46
	1) Η υγρασία	46
	2) Βακτήρια και μύκητες.....	48
	3) Έντομα	51
	4) Παγετός	53
	5) Φωτιά	53
	6) Προληπτικά μέτρα προστασίας	54
	7) Συντήρηση.....	55
6-9	Χαρακτηριστικά της ποιότητας των ξύλων	55

	Σελίδα
Παράγρ.	
6-10 Αποθήκευση	57
6-11 Μορφές, διαστάσεις και χρήση της ξυλείας	59
1) Στρογγυλή ξυλεία	59
2) Πελεκητή ξυλεία	60
3) Πριονιστή ξυλεία	63
6-12 Τεχνητή ξυλεία γενικά	68
6-13 Αντικολλητά φύλλα (κόντρα-πλακέ)	69
6-14 Συγκολλητή ξυλεία	71
6-15 Πλάκες από αποϊνωμένο ξύλο (ινόπλακες)	74
6-16 Πλάκες από απορρίμματα ξύλου (μοριοσανίδες)	77
6-17 Ξυλάλευρο, ξυλοβάμβακας, ξυλόμαλλο, ξυλόλιθος	79
6-18 Φελός και υλικά από αυτόν	79
6-19 Χαρτί	82

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Μέταλλα και μεταλλικά υλικά

7-1 Εισαγωγή	84
1) Ιστορικό	84
2) Τα μέταλλα στη δοκιμή	84
3) Δομικά μέταλλα	89
4) Προέλευση των μετάλλων	90
5) Χαρακτηριστικά και ιδιότητες των μετάλλων και των μεταλλικών υλικών	90
7-2 Μηχανικές ιδιότητες	92
1) Σκληρότητα	92
2) Μηχανική αντοχή	97
3) Ελαστικότητα και πλαστικότητα	100
4) Το εύθραυστο (ή αντοχή στην κρούση)	104
5) Αντοχή σε δυναμικές φορτίσεις (αντοχή σε κόπωση)	105
6) Οι τιμές των ιδιοτήτων των διαφόρων μετάλλων και κραμάτων	105
7-3 Τεχνολογικές ιδιότητες	105
1) Ελατότητα	106
2) Ολκιμότητα	108
3) Το εύχυτο	108
4) Το συγκολλητό	109
7-4 Ο σίδηρος και τα κράματά του	109
1) Προέλευση	109
2) Κράματα σιδήρου	110
3) Μεταλλουργία	111
7-5 Χυτοσίδηρος	111
7-6 Κοινός χυτοσίδηρος	112
1) Πρώτες ύλες	112
2) Εκκαμίνευση	112
3) Ιδιότητες του κοινού χυτοσίδηρου	115
4) Είδη κοινού χυτοσίδηρου	117
5) Χρήσεις του κοινού χυτοσίδηρου	119

Παράγρ.	Σελίδα
6) Ειδικός χυτοσίδηρος.....	119
7-7 Χάλυβες.....	119
1) Μέθοδοι παρασκευής τους	119
2) Παράγοντες που επηρεάζουν τους χάλυβες	126
3) Ιδιότητες των χαλύβων	129
4) Κατάταξη χαλύβων	130
7-8 Μορφοποίηση των προϊόντων του σιδήρου	131
1) Μέθοδοι μορφοποίησεως.....	131
2) Χύτευση, σφυρηλάτηση, τύπωση.....	132
3) Κυλίνδρωση ή έλαση.....	133
4) Έλξη ή εξέλκυση	137
5) Ανακεφαλαίωση.....	141
7-9 Δομικά προϊόντα των χυτηρίων	142
7-10 Δομικά υλικά της σιδηροβιομηχανίας.....	146
1) Ράβδοι.....	146
2) Τυποποιημένες δοκοί (προφίλ) και ελάσματα.....	151
3) Χαλυβδόφυλλα (λαμαρίνες).....	155
4) Σύρματα από χάλυβα	159
5) Σωλήνες	162
6) Ειδικά προϊόντα από χάλυβα	168
7-11 Το αλουμίνιο	171
1) Προέλευση και ιδιότητές του.....	171
2) Παρασκευή του αλουμινίου	175
7-12 Κράματα αλουμινίου	177
1) Το ντουραλουμίνιο (Dural)	178
2) Το χιντουμίνιο (Hiduminium)	178
7-13 Υλικά από αλουμίνιο	178
7-14 Ο χαλκός	185
1) Γενικά — Προέλευση.....	185
2) Εξαγωγή του χαλκού	186
7-15 Κράματα χαλκού	187
1) Ορχείχαλκος.....	187
2) Μπρούντζος.....	187
7-16 Χρήσεις του χαλκού και των κραμάτων του στη δομική	188
7-17 Ψευδάργυρος.....	189
1) Γενικά	189
2) Παρασκευή ψευδάργυρου	189
3) Χρήσεις του ψευδάργυρου	190
7-18 Κασσίτερος.....	190
7-19 Μόλυβδος	191
7-20 Νικέλιο και χρώμιο	193
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8	
Το Γυαλί	
8-1 Εισαγωγή	195
8-2 Προέλευση και σύσταση του γυαλιού.....	195

	Σελίδα
Παράγρ.	
8-3 Παρασκευή του γυαλιού	198
1) Πρώτες ύλες.....	198
2) Τήξη πρώτων υλών.....	199
3) Μορφοποίηση	200
4) Ψύξη των προϊόντων από γυαλί.....	206
5) Μηχανικές επεξεργασίες	208
8-4 Κατηγορίες γυαλιών	210
8-5 Ιδιότητες του γυαλιού	211
1) Φυσικές ιδιότητες	211
2) Μηχανικές ιδιότητες.....	213
3) Τεχνολογικές ιδιότητες.....	214
8-6 Δομικές εφαρμογές και υλικά από γυαλί	214
1) Υλικά διαχωρισμάτων.....	214
2) Υλικά ηλεκτρικών δικτύων	224
3) Μονωτικά υλικά από γυαλί	225
8-7 Έλεγχος της ποιότητας του γυαλιού και προστασία του	230

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

Τα πλαστικά υλικά

	Σελίδα
9-1 Εισαγωγή	232
1) Γενικά	232
2) Προέλευση και πρώτες ύλες	232
9-2 Τα χαρακτηριστικά των πλαστικών	234
9-3 Εξέλιξη των πλαστικών υλικών	237
9-4 Κατάταξη και διαίρεση των πλαστικών	240
1) Κατάταξη με βάση την προέλευση.....	241
2) Κατάταξη με βάση τη χρήση.....	242
3) Κατάταξη πλαστικών γενικής χρήσεως	242
9-5 Κατασκευή πλαστικών υλικών	244
1) Γενικά	244
2) Παρασκευή και χρήσεις πλαστικών από μεταποίηση	246
3) Παρασκευή και χρήσεις συνθετικών ρητινών.....	253
4) Προετοιμασία πρώτων υλών και μορφοποίηση πλαστικών.....	262

	Σελίδα
Παράγρ.	
9-6 Ιδιότητες και επιλογή των πλαστικών υλικών	268
1) Φυσικές ιδιότητες	269
2) Μηχανικές ιδιότητες.....	270
3) Τεχνολογικές ιδιότητες.....	270
4) Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά καθενός πλαστικού	270
9-7 Έλεγχος και δοκιμασίες των πλαστικών υλικών	275
1) Έλεγχος χημικής συμπεριφοράς	275
2) Έλεγχος φυσικών ιδιοτήτων	276
3) Έλεγχος μηχανικών ιδιοτήτων	276
9-8 Χρήσεις πλαστικών υλικών στη δομική	278
1) Ηλεκτρικές εφαρμογές	278
2) Κτιριακές εφαρμογές	280

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

Χρώματα και βερνίκια

10-1	Εισαγωγή	310
	1) Γενικότητες	310
	2) Ορισμοί	310
	3) Σύσταση των χρωμάτων και των βερνικών	311
	4) Στερεοποίηση χρωμάτων και βερνικών	312
	5) Ιστορικό	313
10-2	Συστατικά των χρωμάτων και βερνικών	314
10-3	Χρωστικές ύλες	314
	1) Γενικά	314
	2) Διαίρεση με βάση τη φυσική και χημική σύστασή τους	314
	3) Διαίρεση με βάση το χρωματισμό τους	315
10-4	Γόμες και ρητίνες	317
	1) Φυσικές γόμες και ρητίνες	318
	2) Τεχνητές ρητίνες	318
10-5	Οι φορείς των χρωστικών και ρητινών	320
	1) Γενικά	320
	2) Το νερό	321
	3) Τα έλαια	321
	4) Οι κόλλες	322
10-6	Διαλυτικά και στεγνωτικά	323
	1) Διαλυτικά	323
	2) Στεγνωτικά	324
10-7	Παρασκευή και είδη χρωμάτων και βερνικών	324
	1) Γενικά	324
	2) Υδατοδιαλυτά χρώματα	325
	3) Χρώματα και βερνίκια με βάση έλαια και ρητίνες	327
	4) Βερνίκια και χρώματα χωρίς λάδι	329
	5) Διαλύματα ρητινών	329
	6) Βερνίκια και χρώματα από άσφαλτο και πίσσα	331
10-8	Ιδιότητες των χρωμάτων και βερνικών	332
	1) Γενικά	332
	2) Καλυπτική ικανότητα	332
	3) Ικανότητα ξηράνσεως και σκληρύνσεως της μεμβράνης	333
	4) Ιξώδες και διαλυτότητα	334
	5) Πρόσφυση	334
	6) Ευκαμψία	335
	7) Αντοχή στη φθορά και τις κρούσεις	335
	8) Αντοχή στις μεταβολές της θερμοκρασίας και αντοχή στην πυρκαγιά	335
	9) Αντοχή στο φως και στις υπεριώδεις ακτίνες	335
	10) Αντοχή στις ατμοσφαιρικές και γενικά τις εξωτερικές επιδράσεις. Διάρκεια ζωής	336
	11) Αντίσταση στις χημικές επιδράσεις	336

12) Ανακλαστική ικανότητα	336
10-9 Τρόποι εφαρμογής χρωμάτων και βερνικιών	337
1) Γενικά	337
2) Προετοιμασία επιφάνειας	338
3) Τελική επίχρωση	340
4) Μέθοδοι χρωματισμού	340
10-10 Χρήσεις	342
1) Κατηγορίες χρήσεων	342
2) Υδροχρωματισμοί	343
3) Επιχρώσεις ξύλινων επιφανειών	346
4) Επιχρώσεις τοίχων	349
5) Επιχρώσεις μεταλλικών επιφανειών	350
6) Επιχρώσεις οδικών σημάνσεων και οδοστρωμάτων — Φωτεινές επιχρώσεις	352

COPYRIGHT ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

