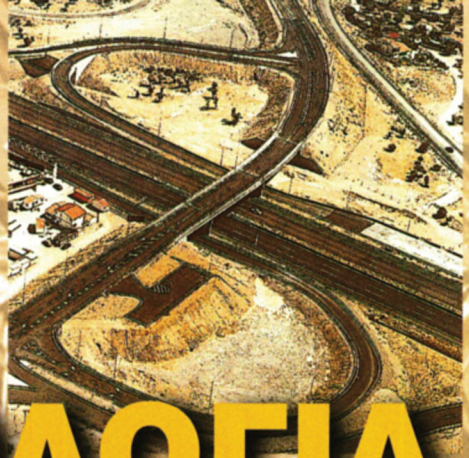
ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
1954





ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

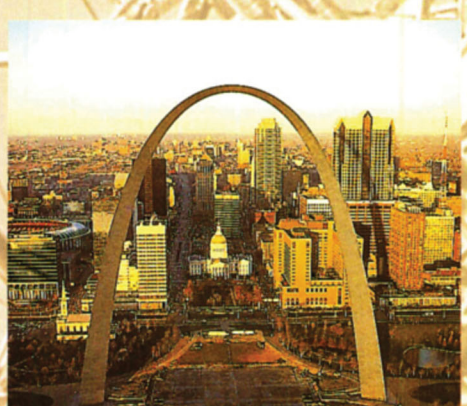


Αντωνίου Α. Λεγάκι
ΠΟΛΙΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ Ε.Μ.Π.









1954

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

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



ΑΘΗΝΑ
1997

Α' ΕΚΔΟΣΗ 1997

ISBN 960-337-021-5



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 και 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 βιβλία ήταν γραμμένα στην απλή καθαρεύουσα. Σήμερα ακολουθείται η γραμματική που διδάσκεται στα σχολεία της δευτεροβάθμιας εκπαιδεύσεως. Η γλωσσική επεξεργασία των βιβλίων ανατίθεται σε φιλολόγους του Ιδρύματος και έτσι εξασφαλίζεται η ενιαία σύνταξη και ορολογία κάθε κατηγορίας βιβλίων.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

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. Εκπαιδεύσεως 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 Βασιώτης* (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 Εκπαιδεύσεως ΥΠΕΠΘ, *Ιγνάτιος Χατζηευστρατίου* (1985-1988) Μηχανολόγος, Δ/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαιδεύσεως ΥΠΕΠΘ, *Γεώργιος Σταματίου* (1988-1990) Ηλεκτρολόγος ΕΜΠ, Δ/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαιδεύσεως ΥΠΕΠΘ, *Σωτ. Γκλαβάς* (1989-1993) Φιλόλογος, Δ/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαιδεύσεως ΥΠΕΠΘ.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στη νέα έκδοση του βιβλίου "Τεχνολογία Δομικών Υλικών", του οποίου το περιεχόμενο αναφέρεται στα βασικά υλικά των τεχνικών έργων, έγιναν αρκετές αλλαγές και τροποποιήσεις, σε σχέση με τις προηγούμενες εκδόσεις, τόσο ως προς τη μορφή και το σχήμα του βιβλίου, όσο και ως προς τη διάταξη και το περιεχόμενο της ύλης.

Λόγω της ποικιλίας του περιεχομένου του βιβλίου και της ανάγκης για την κατά το δυνατόν εποπτικότερη παρουσίασή του στους μαθητές, προκρίθηκε η αλλαγή του σχήματός του, ώστε να ανταποκριθεί καλύτερα στο διδακτικό του σκοπό.

Η ανάπτυξη της ύλης του αναλυτικού προγράμματος παρουσίασε πολλά προβλήματα, που οφείλονται κυρίως στο ότι κυκλοφορεί στο εμπόριο μεγάλος αριθμός με ποικιλία ιδιοτήτων και χαρακτηριστικών. Υπάρχουν επίσης υλικά που παρουσιάζουν κοινές ιδιότητες, αλλά προέρχονται από διαφορετική πρώτη ύλη, όπως π.χ. τα στεγανωτικά υλικά που παράγονται από άσφαλτο, τσιμέντο, συνθετικές ύλες κ.α. ή υλικά που προέρχονται μεν από την ίδια βασική ύλη, αλλά εμφανίζουν τελείως διαφορετικές ιδιότητες, όπως π.χ. από χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC) παρασκευάζονται υλικά υγρά, στερεά, αφρώδη, κόλλες, χρωστικές, βερνίκια κ.α.

Είναι φανερό ότι σε ένα σχολικό βιβλίο δεν είναι δυνατό να αναλυθούν λεπτομερώς όλα τα κυκλοφορούντα υλικά. Καταβλήθηκε όμως προσπάθεια να δοθούν τα απαραίτητα εκείνα στοιχεία, που θα βοηθήσουν το μαθητή να διακρίνει τα κύρια χαρακτηριστικά και τις βασικές ιδιότητες των διαφόρων ομάδων υλικών, χωρίς να είναι αναγκασμένος να αποστηθίσει λεπτομέρειες που αφορούν στην παρασκευή, στην περιγραφή και γενικότερα γνώσεις που στις περισσότερες περιπτώσεις δεν θα τον βοηθήσουν στο έργο του.

Εκτός όμως από την παροχή πληροφοριών για τα περισσότερα από τα εν χρήσει υλικά, παρατίθεται στο 1ο κεφάλαιο (Εισαγωγή) η ανάλυση ορισμένων ενεργειών και ερευνών, των οποίων η εφαρμογή θεωρείται απαραίτητη για την ορθή εκλογή του καταλληλότερου υλικού για κάθε συγκεκριμένο έργο. Αυτές είναι:

– Ο προσδιορισμός και η μελέτη των εξωτερικών δυνάμεων και επιδράσεων που υφίστανται στον τόπο όπου πρόκειται να εκτελεσθεί κάθε συγκεκριμένο έργο. Οι δυνάμεις και οι επιδράσεις (δύναμη ανέμου, βάρος χιονιού, σεισμοί, καιρικές μεταβολές κλπ.) επιδρούν στα υλικά κατασκευής του έργου και τους προκαλούν φθορές και καταστροφές. Οι ίδιες συνέπειες υφίστανται και για το έργο.

– Ο καθορισμός των χαρακτηριστικών και των ιδιοτήτων, που πρέπει να έχουν τα υλικά για να ανταπεξέλθουν επιτυχώς στις αναφερθείσες δυνάμεις και επιδράσεις.

– Ο προσδιορισμός των υλικών εκείνων, τα οποία διαθέτουν τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες που θα τα καταστήσουν ικανά να αντιμετωπίσουν αποτελεσματικά τις εξωτερικές επιδράσεις καθώς και η έρευνα της αγοράς για τον εντοπισμό των υλικών που διατίθενται κατά το χρόνο εκτελέσεως του έργου, τόσο ως προς την ποιότητα όσο και ως προς την ποσότητα.

– Ο έλεγχος της τιμής αγοράς των επιλεγέντων υλικών, γιατί το οικονομικό κόστος ενός έργου παίζει τον ίδιο ρόλο με την τεχνική αρτιότητα της κατασκευής του.

– Τέλος για την επιλογή των υλικών πρέπει να ληφθεί υπ' όψη και ο σκοπός για τον οποίο προορίζεται το έργο. Διαφορετικές απαιτήσεις επιβάλλει η κατασκευή ενός δωματίου κτηρίου ή νοσοκομείου έναντι μιας απλής κατοικίας.

Έτσι ο τεχνικός, έχοντας υπ' όψη τα αποτελέσματα της έρευνάς του, θα μπορεί να

αποφασίσει εάν π.χ. ένας τοίχος θα πρέπει να κατασκευασθεί με λίθους ή με τούβλα ή με τσιμεντόλιθους ή με σκυρόδεμα ή με οποιοδήποτε άλλο υλικό είναι κατάλληλο και υπάρχει στην αγορά.

Η κατανομή της ύλης σε κεφάλαια έγινε με κριτήριο ή την πρώτη ύλη από την οποία προήλθαν τα διάφορα υλικά (π.χ. υλικά από λίθους, λίθινα προϊόντα, υλικά από ξύλο κ.ο.κ.) ή μια βασική ιδιότητα που είναι κοινή σε μια άλλη ομάδα υλικών (π.χ. συνδετικές ύλες, κονιάματα, τεχνητά υλικά, πλαστικά υλικά κλπ.). Μόνο στα κεφάλαια περί χρωμάτων-βερνικιών και μονωτικών υλικών ελήφθη ως κριτήριο ο σκοπός για τον οποίο προορίζονται, διότι δεν εμφανίζουν καμιά κοινή ιδιότητα.

Με βάση τα παραπάνω η ύλη κατανεμήθηκε ως εξής χωρίς να αφίσταται από το αναλυτικό πρόγραμμα:

– Στο πρώτο κεφάλαιο (Εισαγωγή) αναπτύχθηκαν οι εξωτερικοί παράγοντες που επιδρούν στα υλικά, οι οποίοι υφίστανται στην Ελλάδα, οι ιδιότητες εκείνες που απαιτείται να έχουν τα υλικά για να αντισταθούν στις επιδράσεις αυτές και σε γενικές γραμμές οι προδιαγραφές, η τυποποίηση και προτυποποίηση των υλικών.

– Στο δεύτερο και τρίτο κεφάλαιο περιέχονται οι λίθοι και τα τεχνικά υλικά που προέρχονται από τη μηχανική θραύση των λίθων.

– Στο τέταρτο, πέμπτο και έκτο κεφάλαιο περιγράφονται οι συνδετικές ύλες (κονίες) και τα υλικά που κατασκευάζονται με τη βοήθεια αυτών και των λιθίνων προϊόντων (κονιάματα, τεχνητοί λίθοι και σκυροδέματα).

– Στο έβδομο, όγδοο, ένατο και δέκατο κεφάλαιο περιγράφονται τα ξύλα και τα προϊόντα του, τα μεταλλικά υλικά, το γυαλί και τα πλαστικά (φυσικές και συνθετικές ρητίνες).

- Τέλος στο ενδέκατο και δωδέκατο κεφάλαιο περιέχονται τα χρώματα και βερνίκια και τα μονωτικά υλικά.

Στο βιβλίο περιέχονται αρκετοί πίνακες, βοηθητικοί του κειμένου, καθώς και γενικοί πίνακες στο τέλος με γενικές πληροφορίες για τα υλικά.

Τέλος οφείλω να ευχαριστήσω τους συνεργάτες του Εκδοτικού Τμήματος του Ιδρύματος, για την πράγματι μεγάλη βοήθεια που προσέφεραν, ώστε το βιβλίο να καταστεί άρτιο από κάθε άποψη.

Ο Συγγραφέας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Χαρακτηρισμός των δομικών υλικών. Τεχνικά έργα και δομικά στοιχεία.

1.1.1 Δομικά υλικά.

Τα υλικά, που χρησιμοποιούνται για να κατασκευασθεί και να τεθεί σε λειτουργία ένα ***τεχνικό έργο*** ονομάζονται ***δομικά υλικά***.

Το επίθετο ***δομικός*** προέρχεται από το ρήμα ***δομώ*** που σημαίνει κτίζω, δηλαδή τοποθετώ με κάποια τάξη υλικά το ένα επάνω ή δίπλα στο άλλο, ώστε τελικά να προκύψει κατασκεύασμα ορισμένης μορφής και ορισμένων διαστάσεων. Βέβαια υπάρχουν υλικά που δεν "κτίζονται" με τη στενή σημασία του όρου (π.χ. τα κονιάματα, τα χρώματα κ.ά.). Επειδή όμως είναι απαραίτητα για τη λειτουργία του τεχνικού έργου, περιλαμβάνονται και αυτά στην κατηγορία των δομικών υλικών.

Δομικά υλικά μπορεί να χαρακτηριστούν και διάφορα βιομηχανοποιημένα δομικά στοιχεία, τα οποία αντί να κατασκευάζονται επί τόπου (εργοτάξιο) από συνεργεία εργατών και τεχνητών χρησιμοποιώντας τα βασικά δομικά υλικά, προκατασκευάζονται σε εργοστάσια και ενσωματώνονται στο έργο χωρίς οποιαδήποτε επεξεργασία. Τέτοια προκατασκευασμένα στοιχεία είναι τοίχοι διαφόρων ειδών, δοκοί και πλάκες από οπλισμένο σκυρόδεμα, ξύλινες ή μεταλλικές πόρτες και παράθυρα κλπ.

1.1.2 Τεχνικό έργο.

Τεχνικό έργο ονομάζομε οποιαδήποτε κατασκευή που εκπληρώνει συγχρόνως τέσσερις όρους. Τους εξής:

1) Στηρίζεται σε στερεό στρώμα του φλοιού της γης ή συνδέεται με αυτό με οποιονδήποτε τρόπο, ανεξάρτητα από το βάθος που βρίσκεται το στρώμα αυτό.

2) Μπορεί να υποστεί χωρίς κίνδυνο διάφορες επιδράσεις από το περιβάλλον του τις οποίες θα αναφέρομε παρακάτω (παράγρ. 1.5) και να μεταβιβάσει στο έδαφος τις δυνάμεις που ενεργούν επάνω του.

3) Εκπληρώνει ένα συγκεκριμένο σκοπό.

4) Κατασκευάζεται με τον οικονομικότερο τρόπο, υπό την προϋπόθεση ότι θα εκπληρώνονται οι τρεις πρώτοι όροι και τα έξοδα συντηρήσεως και λειτουργίας του θα είναι τα λιγότερα δυνατά. Έτσι ένας ναός, ένα μνημείο, ένα άγαλμα δεν χαρακτηρίζονται ως τεχνικά έργα, παρ' όλον ότι γι' αυτά ισχύουν οι τρεις πρώτοι όροι.

Παραδείγματα τεχνικών έργων είναι:

– Ο τοίχος αντιστηρίξεως (σχ. 1.1α). Δέχεται



Σχ. 1.1α.
Τοίχος αντιστηρίξεως ορεινού δρόμου.

τις ωθήσεις των χωμάτων, που υπάρχουν πίσω του, και τις μεταβιβάζει μέσω του θεμελίου του στο έδαφος. Έχει ως προορισμό τη συγκράτηση των χωμάτων αυτών.

– Το φράγμα μιας τεχνητής λίμνης (σχ. 1.1β και 1.1γ). Είναι και αυτό τοίχος, που δέχεται την πίεση του νερού. Σκοπός της κατασκευής του είναι η δημιουργία λίμνης και η διατήρηση της στάθμης του νερού σε ορισμένο ύψος, ώστε να είναι δυνατή η άρδευση χαμηλοτέρων περιοχών, η ύδρευση ενός οικισμού ή η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

–Το κρηπίδωμα (σχ. 1.1δ) ή ο λιμενοβραχίονας (κυματοθραύστης) ενός λιμανιού (σχ. 1.1ε). Τα έργα αυτά μοιάζουν με τοίχους αντιστηρίξεως, αλλά δέχονται άλλου είδους δυνάμεις και εκπληρώνουν διαφορετικούς σκοπούς. Το κρηπίδωμα (ή κρηπιδότοιχος) σκοπεύει σε δύο στόχους:

1) Βοηθάει στη δημιουργία μιας επίπεδης εκτεταμένης εκτάσεως προς το μέρος της ξηράς για την κάλυψη των αναγκών ενός λιμανιού (κίνηση αυτοκινήτων και πεζών, τοποθέτηση των λιμενικών εγκαταστάσεων και εξοπλισμού, αποθηκών, σταθμών επιβατών, γερανών, εναπόθεση εμπορευμάτων κλπ.).

2) Στη δημιουργία προς το μέρος της θάλασσας του απαιτούμενου βάθους για το πλεύρισμα των πλοίων.

Ο κυματοθραύστης προστατεύει τη θαλάσσια λεκάνη ενός λιμανιού σε περίπτωση τρικυμίας.

– Ο δρόμος μιας πόλεως (σχ. 1.1στ) ή ο υπεραστικός δρόμος (σχ. 1.1ζ).

– Ο ανισόπεδος κόμβος (σχ. 1.1η).

– Η σιδηροδρομική γραμμή (σχ. 1.1θ).

– Η γέφυρα επάνω από ένα ποτάμι ή ένα χείμαρρο ή ένα δρόμο (σχ. 1.1ι).

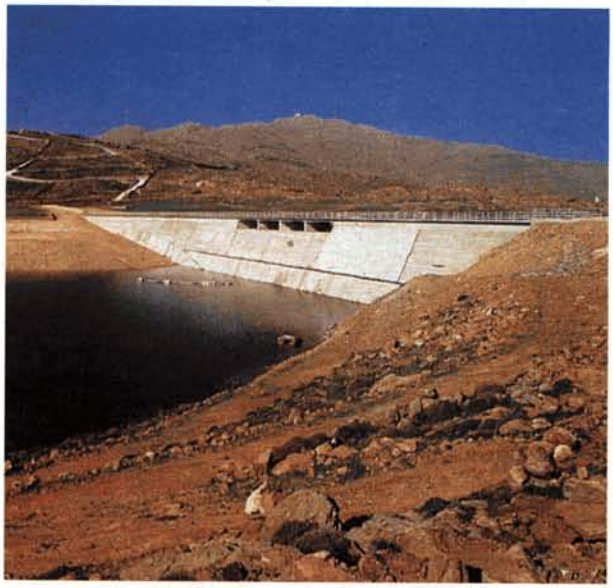
– Η σήραγγα (σχ 1.1ια).

– Το κτήριο εν γένει (π.χ. κατοικίες, γραφεία, εργοστάσια, σχολεία κλπ.) (σχ. 1.1ιβ 1.1ιγ και 1.1ιδ).

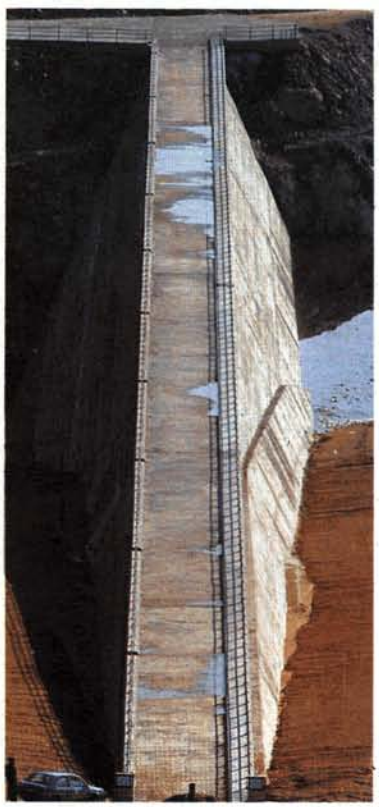
Αντίθετα δεν θεωρούνται τεχνικά έργα τα μηχανήματα, τα αυτοκίνητα, τα πλοία, τα αεροπλάνα κ.ά. και επομένως δεν πρόκειται να ασχοληθούμε με τα υλικά κατασκευής τους. Οι κατασκευές αυτές είναι συνήθως κινητές και δέχονται δυνάμεις διαφορετικής φύσεως (δυναμικές φορτίσεις), από τις δυνάμεις που δέχονται τα τεχνικά έργα.

1.1.3 Δομικά στοιχεία.

Κάθε τεχνικό έργο αποτελείται από πολλά μέρη, διαφορετικά μεταξύ τους, που το κάθε έ-



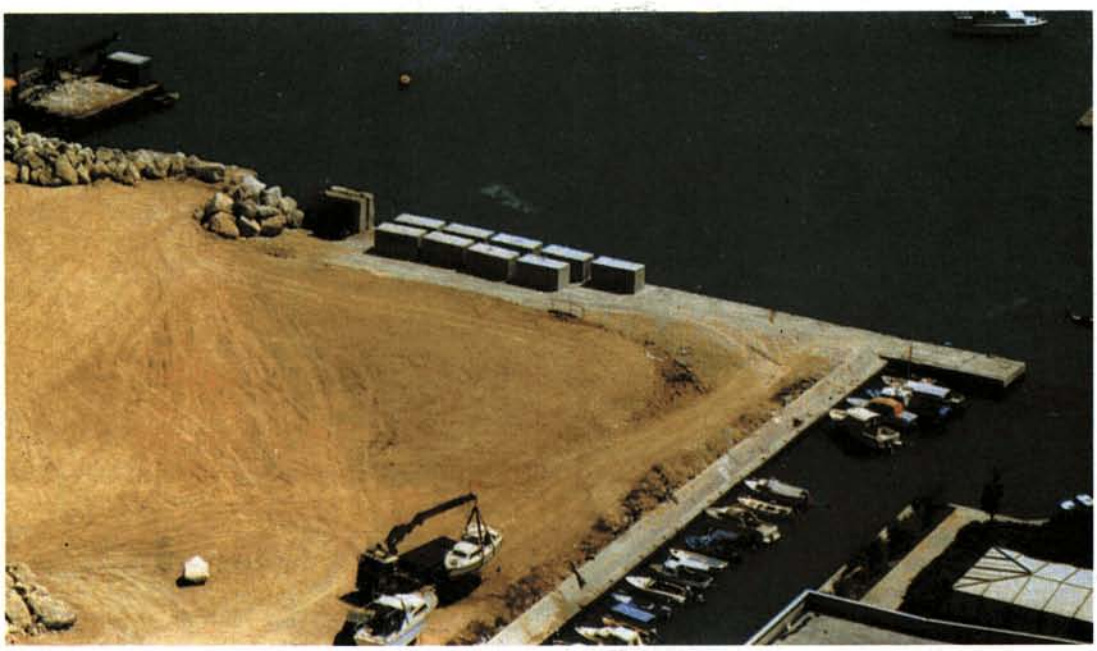
Σχ. 1.1θ.
Το φράγμα για τεχνητή λίμνη. Μετά το πέρας του έργου θα δημιουργηθεί η λίμνη στο αριστερό μέρος της φωτογραφίας.



Σχ. 1.1γ.
Τμήμα του τοίχου του φράγματος του σχήματος 1.1β. Το ύψος του και γενικά το μέγεθός του προκύπτει από τη σύγκρισή του με τον άνθρωπο και το αυτοκίνητο στη βάση του (κάτω αριστερά). Η οριζόντια πλάκα που διακρίνεται στην κορυφή του αποτελεί τη βάση για τη δημιουργία ενός δρόμου για αυτοκίνητα και πεζούς σε όλο το μήκος της στέψεως.

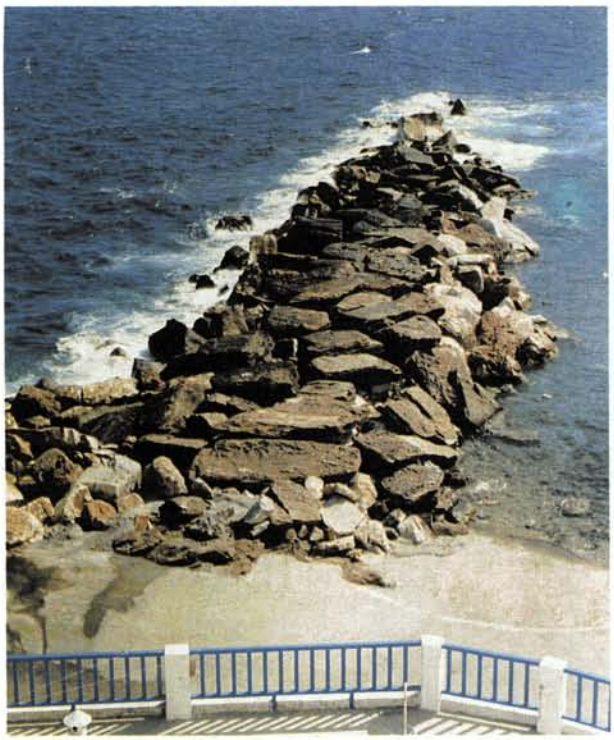


(α)

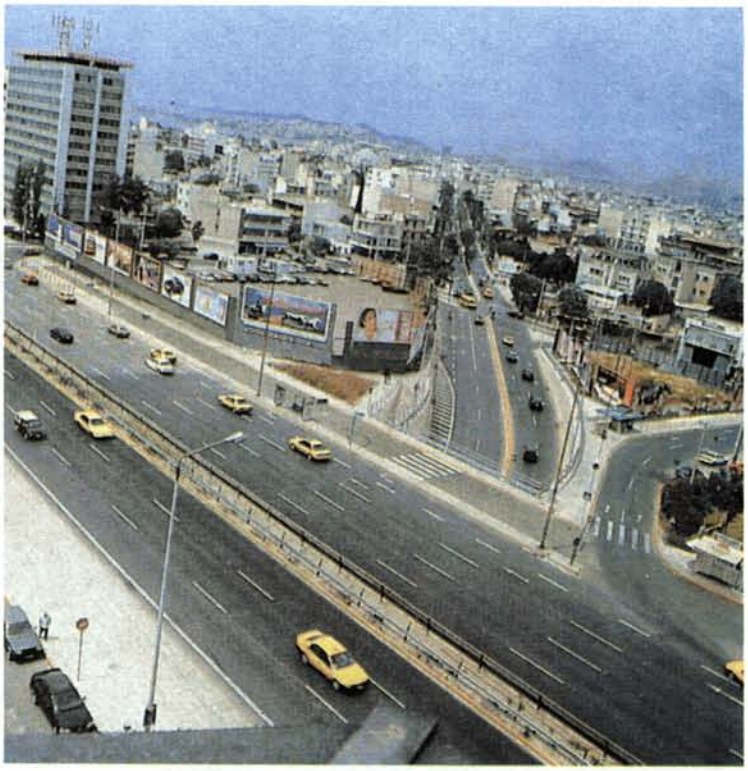


(β)

Σχ. 1.1δ.
α) Τμήμα των κρηπιδωμάτων του λιμανιού του Πειραιά. Χρησιμοποιείται για την παραβολή (πλεύρισμα) φορτηγών πλοίων για να φορτώσουν ή να εκφορτώσουν εμπορεύματα. β) Μικρότερου μεγέθους κρηπιδώματα εξυπηρετούν επιβατηγά πλοία, οχηματαγωγά και μικρότερα σκάφη.



Σχ. 1.1ε.
Λιμενοβραχίονας ή κυματοθραύστης κατασκευασμένος με φυσικούς λίθους. Προστατεύει τη θαλάσσια λεκάνη από τους ανέμους και τα κύματα.



Σχ. 1.1στ.
Κεντρική οδός πόλεως μεγάλης κυκλοφορίας. Με αυτή συνδέονται οι δευτερεύοντες δρόμοι με ισόπεδους ή ανισόπεδους κόμβους.



Σχ. 1.1ζ.
Υπεραστική οδός. Τμήμα της οδού Αθηνών-Κορίνθου σην Κακιά Σκάλα. Διακρίνεται χαμηλότερα η σιδηροδρομική γραμμή και η παλαιά οδός Αθηνών-Κορίνθου.



Σχ. 1.1η.
Ανισόπεδος κόμβος στον εθνικό αυτοκινητόδρομο Κορίνθου-Τριπόλεως.



Σχ. 1.1θ.
Η σιδηροδρομική γραμμή.



Σχ. 1.1ι.
Οδογέφυρα επάνω από ένα ποτάμι. Γέφυρα του Αλιάκμονα.



Σχ. 1.1ια.
Οι σήραγγες είναι τεχνικά έργα που διαπερνούν ορεινούς όγκους ή υπογείως επίπεδα εδάφη. Χρησιμοποιούνται για τη διέλευση αυτοκινήτων, σιδηροδρόμων αστικών, όπως το ΜΕΤΡΟ Αθηνών, ή υπεραστικών, την κατασκευή υδραγωγείων, υπονόμων κ.α. Στη φωτογραφία η σήραγγα που συνδέει τη λίμνη που σχηματίζεται από τον ποταμό Εύηνο με τη λίμνη του Μόρνου με σκοπό την σημαντική ενίσχυση της υδρεύσεως της Αθήνας. Η σήραγγα αυτή έχει συνολικό μήκος 29,4 km, διάμετρο εκσκαφής 4,2 m και ετήσια παροχή 220 εκατομμύρια κυβικά μέτρα νερού.



Σχ. 1.1ι6.
Κτήρια κατοικίας.



Σχ. 1.1ιγ.
Κτήριο γραφείων.



Σχ. 1.1ιδ.
Βιομηχανικά κτήρια.

να έχει ένα ορισμένο σκοπό και που όλα μαζί συνεργάζονται έτσι, ώστε το έργο να εκπληρώσει τον προορισμό του. Π.χ. ένα σπίτι αποτελείται από θεμέλια, τοίχους, δάπεδα, πόρτες και παράθυρα, επιχρίσματα κλπ. Μια γέφυρα αποτελείται από θεμέλια, ακρόβαθρα, μεσόβαθρα, δοκούς, πλάκες κλπ. Τα μέρη αυτά του έργου ονομάζονται ***δομικά στοιχεία***. Κάθε δομικό στοιχείο κατασκευάζεται με ένα ή με περισσότερα συνήθως δομικά υλικά. Τα υλικά αυτά συνδυάζονται κατάλληλα, ώστε το στοιχείο αυτό να λάβει τις διαστάσεις και να αποκτήσει τις ιδιότητες που έχουν προκαθοριστεί από τη μελέτη.

1.2 Προορισμός των τεχνικών έργων. Απαιτήσεις.

Η κατασκευή ενός τεχνικού έργου αποσκοπεί πάντοτε στην άμεση ή έμμεση κάλυψη διαφόρων αναγκών του ανθρώπου. Ο δρόμος ή η σιδηροδρομική γραμμή π.χ. συνδέει τις κατοικημένες περιοχές, συντελεί στην ανάπτυξη του εμπορίου και του τουρισμού και φέρνει σε στενότερη επικοινωνία τους ανθρώπους των διαφόρων περιοχών. Το κτήριο κατοικίας προστατεύει τον άνθρωπο από τις ατμοσφαιρικές μεταβολές και δημιουργεί τις συνθήκες άνετης διαβιώσεώς του. Το φράγμα μιας τεχνητής λίμνης δημιουργεί τη δυνατότητα να αρδευθούν τα χωράφια ή να διοχετευθεί νερό στις πόλεις ή να παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια.

Ο σκοπός, για τον οποίον κατασκευάσθηκε ένα τεχνικό έργο, θα έχει ολοκληρωθεί, όταν το έργο αυτό λειτουργήσει σωστά και όταν τα έξοδα για την κατασκευή και τη συντήρησή του έχουν περιορισθεί στο ελάχιστο. Όταν δηλαδή τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν ανταποκρίνονται πλήρως στις απαιτήσεις που έχει κάθε έργο και συγχρόνως η δαπάνη για την προμήθειά τους και την εργασία ενσωματώσεώς τους στο δομικό στοιχείο είναι η μικρότερη δυνατή.

Κατά συνέπεια η επιτυχία κάθε τεχνικού έργου – λειτουργική και οικονομική – εξαρτάται αμέσως, εκτός από την πετυχημένη τεχνική μελέτη και από την καταλληλότητα των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν και από την ορθή χρήση τους.

Με τους κανόνες που διέπουν τους συνδυασμούς των υλικών προκειμένου να κατασκευασθεί ένα έργο και με τους τρόπους και μεθόδους της τοποθετήσεώς τους ασχολείται η ***Οικοδομική***.

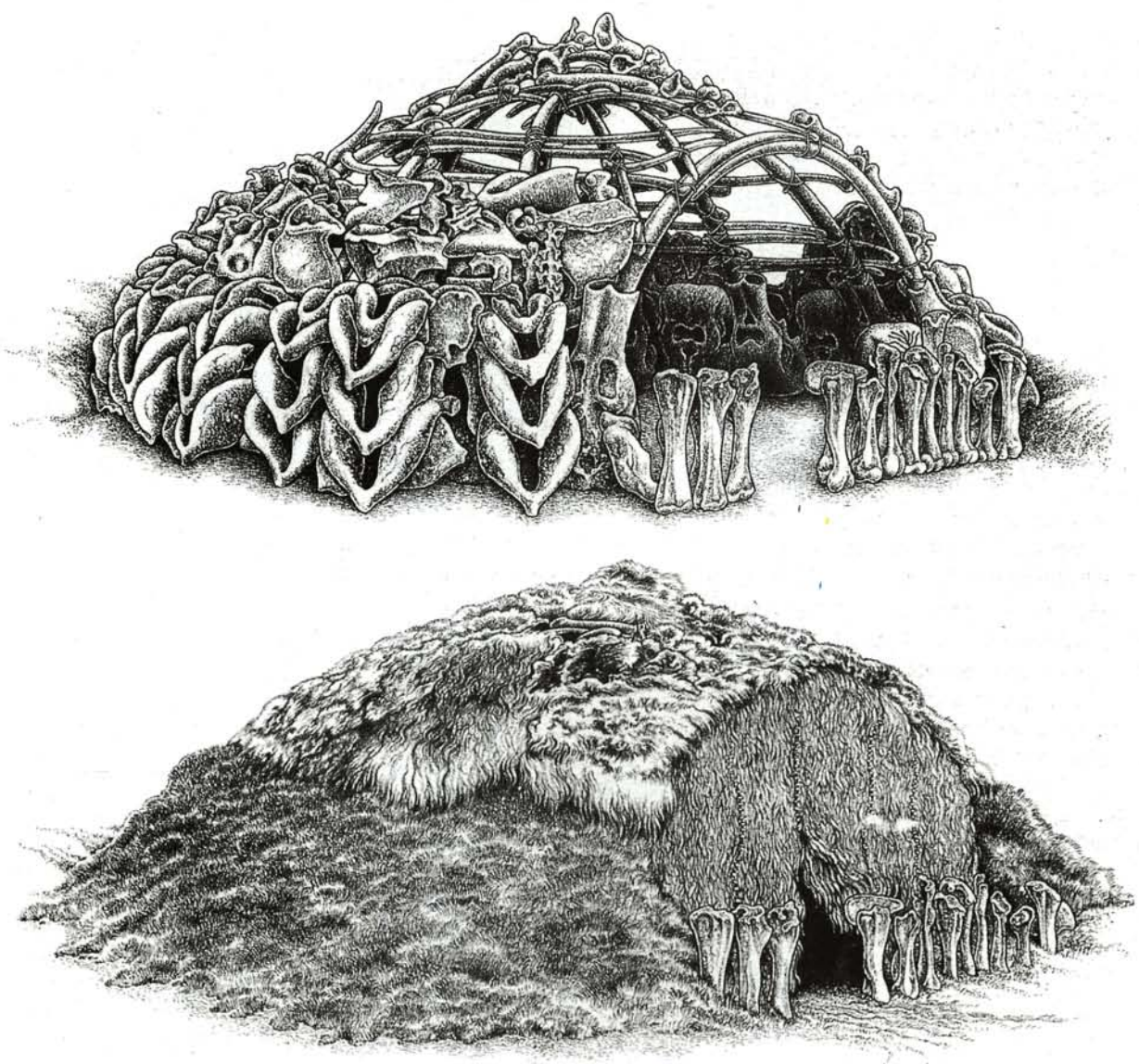
Με την περιγραφή των υλικών, τις μεθόδους παρασκευής τους, τις ιδιότητες και τον έλεγχό τους ασχολείται η ***Τεχνολογία των Δομικών Υλικών***, που αποτελεί και το αντικείμενο του βιβλίου αυτού.

1.3 Ιστορική εξέλιξη των δομικών υλικών.

Οι πρώτοι άνθρωποι που οργανώθηκαν σε κοινωνικές ομάδες με τη σημερινή περίπου δομή άρχισαν πολύ νωρίς, περίπου πριν από 10.000 χρόνια ή λίγο παλαιότερα, να χρησιμοποιούν διάφορα υλικά με τα οποία κατασκεύαζαν υποτυπώδη καταφύγια για να προστατεύο-

νται από τις εξωτερικές επιδράσεις – βροχή, άνεμος, ψύχος – και από τις επιθέσεις των αγρίων ζώων και των εχθρών τους. Ήδη από την μακρινή αυτή εποχή εγκατέλειψαν τα σπήλαια και από τροφοσυλλέκτες έγιναν κυνηγοί και εν συνεχεία γεωργοί και κτηνοτρόφοι. Συνέπεια των σημαντικών αυτών μεταβολών ήταν η ανάγκη να κατασκευάσουν με διάφορα υλικά που εύρισκαν ελεύθερα γύρω τους προσωρινά καταφύγια και μετά πρόχειρες κατοικίες τις οποίες μπορούσαν να τοποθετήσουν κοντά στον τόπο εργασίας τους – καλλιεργήσιμη γη, βοσκοτόπια, περιοχές με άφθονο κυνήγι – ή να τις μεταφέρουν κατά τις μετακινήσεις τους σε άλλους τόπους. Έτσι οι πρόγονοι του σύγχρονου ανθρώπου κατασκεύασαν το πρώτο τεχνικό έργο. Με την πάροδο του χρόνου, βελτιώνοντας τα υλικά και τις μεθόδους κατασκευής, κατόρθωσαν να δώσουν μορφή και εσωτερική διάταξη στους χώρους τέτοια ώστε να καλύπτουν τις διαρκώς αυξανόμενες ανάγκες τους και έτσι να καταστεί ασφαλέστερη και ανετότερη η παραμονή τους μέσα σ' αυτά.

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή των πρώτων αυτών τεχνικών έργων ήσαν στην αρχή τα οστά και τα δέρματα των ζώων καθώς και τα ξύλα και τα ελαφρότερα φυτικά προϊόντα (σχ. 1.3α) και μετά οι φυσικοί



Σχ. 1.3α.
Αναπαράσταση καταλύματος διαμέτρου 5 m πρωτόγονων ανθρώπων (κυνηγοί-τροφοσυλλέκτες πριν από 15.000 χρόνια). Η δόμηση έγινε με οστά μαμούθ (άνω) που υπέστησαν ελαφρά κατεργασία. Ο σκελετός αυτός καλύφθηκε με χόρτα κοι δέρματα ζώων (κάτω) για να εμποδιστεί η είσοδος της βροχής και να διατηρηθεί η κατάλληλη θερμοκρασία στο εσωτερικό.

λίθοι όπως τους εύρισκε στη φύση (σχ. 1.3β). Σιγά-σιγά όμως με την κατασκευή και βελτίωση εργαλείων από μέταλλο (χαλκό ή σίδηρο) άρχισε να επεξεργάζεται τα πρώτα αυτά δομικά υλικά και ιδιαίτερα τους λίθους και τα ξύλα και να κατασκευάζει καλύτερα έργα.

Ο λίθος ήταν το πρώτο υλικό, που λόγω των καλών μηχανικών ιδιοτήτων του και κυρίως της μεγάλης αντοχής του στο χρόνο, αποτέλεσε το κυριότερο δομικό υλικό για χιλιάδες χρόνια.

Σήμερα σώζονται λίθινες κατασκευές μεγάλης τεχνικής τελειότητας. Γέφυρες (σχ. 1.3γ), τείχη φρουρίων και ακροπόλεων (σχ. 1.3δ), λίθινοι πύργοι (σχ. 1.3ε) και θολωτές στέγες (σχ. 1.3στ), υδραγωγεία (σχ. 1.3ζ), μεγάλα δημόσια κτίρια και ναοί (σχ. 1.3η), ηλικίας χιλιάδων



Σχ. 1.3β.
Πρωτόγονη γέφυρα με φυσικούς λίθους χωρίς κατεργασία. Λίθινες πλάκες πλάτους 1,80 m στηρίζονται σε βάθρα από γρανιτικούς λίθους.



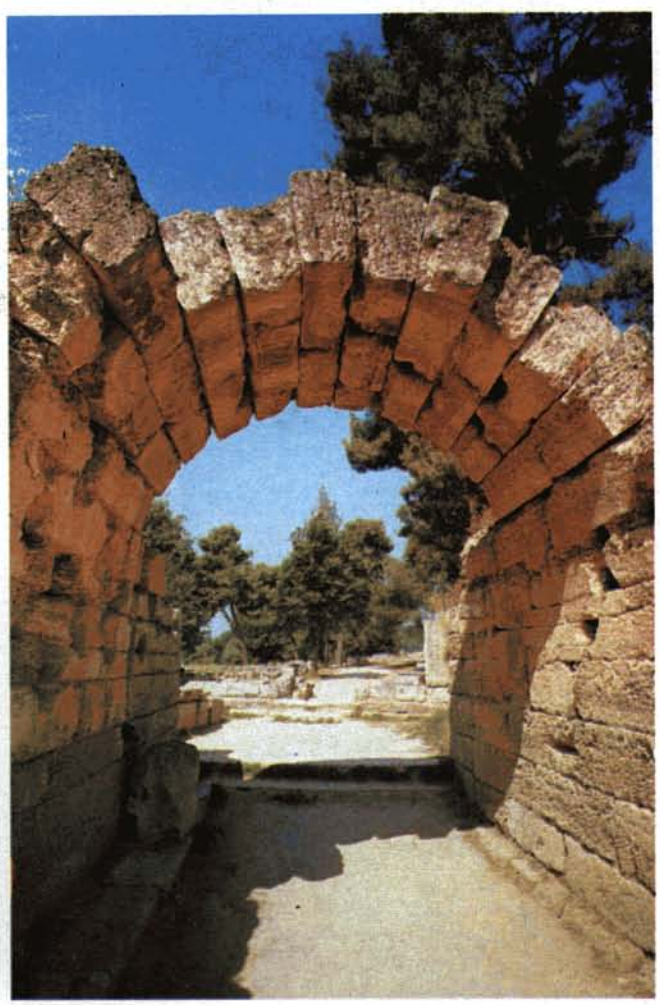
Σχ. 1.3γ.
Τοξωτή γέφυρα, κατασκευασμένη με κατεργασμένους λίθους. Στο βάθος διακρίνεται και άλλη γέφυρα με περισσότερα τόξα.



Σχ. 1.3δ.
Η είσοδος στην ακρόπολη των Μυκηνών. Τοίχος ηλικίας άνω των 3.500 ετών με ημικατεργασμένους ογκόλιθους.



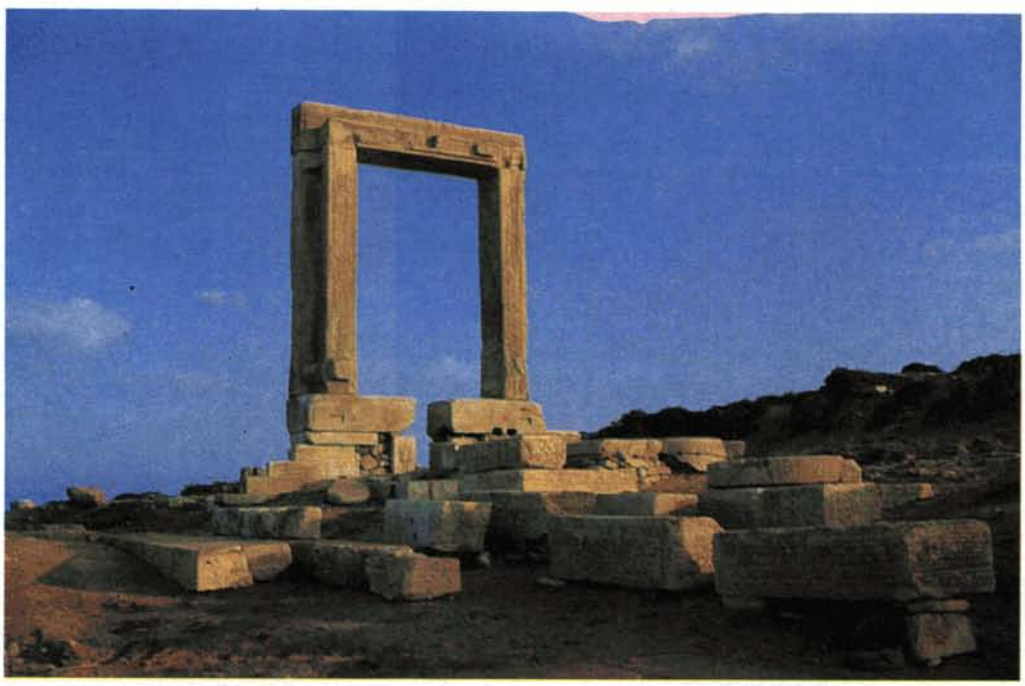
Σχ. 1.3ε.
Αρχαίος πύργος της Νάξου με κατεργασμένους ισοϋψείς λίθους. Έχει διάμετρο 9,20 m και το σημερινό ύψος του είναι 1,80 m. Η ηλικία του είναι περίπου 2.500 χρονών.



Σχ. 1.3στ.
Οι πλευρικοί τοίχοι και η θολωτή στέγη από ημικατεργασμένους λίθους της στοάς στην είσοδο του σταδίου στην Ολυμπία.



Σχ. 1.3ζ.
Λίθινα υδραγωγεία που γεφύρωναν κοιλάδες και ποταμούς χρησιμοποιούνται ακόμη και σήμερα. Ρωμαϊκό υδραγωγείο 2.000 ετών στη Γαλλία.

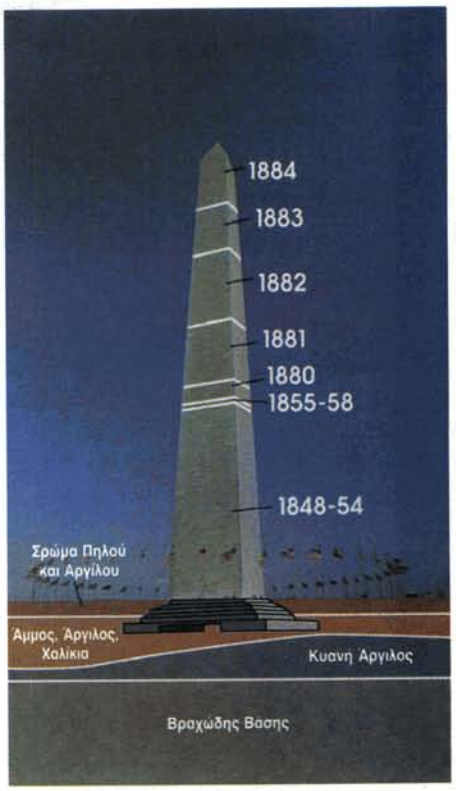


Σχ. 1.3η.
Η εσωτερική πύλη του ναού του Απόλλωνα στη Νάξο. Αποτελείται από ασβεστολιθικούς μονόλιθους μήκους 6 m και βάρους 20 t περίπου.

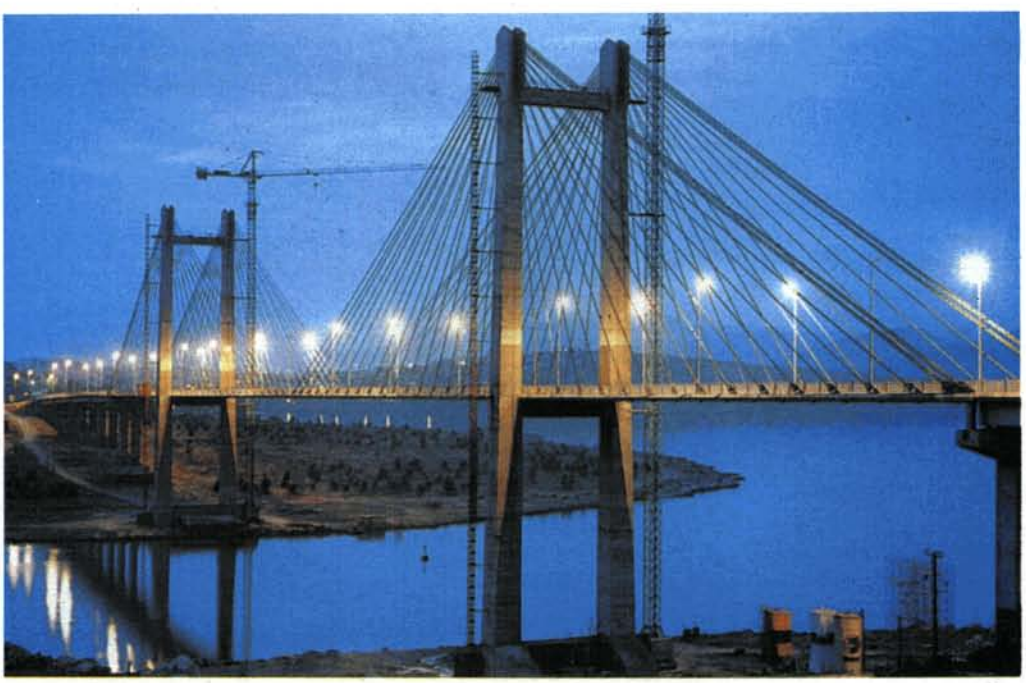
ετών, προκαλούν το θαυμασμό στο σύγχρονο άνθρωπο για την τελειότητά τους. Αλλά και στη σύγχρονη εποχή κατασκευάστηκαν και κατασκευάζονται μεγάλα λίθινα έργα (σχ. 1.3θ).

Το ξύλο ήταν επίσης από τα πρώτα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή καταλυμάτων και αργότερα συνθετοτέρων κατοικιών. Επίσης από κορμούς δένδρων ακατεργάστων ή κατεργασμένων δημιουργήθηκαν οχυρώσεις οικισμών και ακροπόλεων, στέγες σπιτιών και ναών, γέφυρες, οδοστρώματα και μικρά φράγματα για τη συγκράτηση των υδάτων. Ελάχιστες όμως ξύλινες κατασκευές διατηρήθηκαν μέχρι σήμερα λόγω κυρίως της μικρής αντοχής του ξύλου έναντι των εξωτερικών επιδράσεων και την ως εκ τούτου μικρής διάρκειας της ζωής του.

Τέλος, χρησιμοποιήθηκε από τα παλιά χρόνια ως δομικό υλικό και το χώμα, που περιέχει άργιλο, δηλαδή ο πηλός. Στην αρχή χρησιμοποιήθηκε υπό μορφή κονιάματος (λάσπη) για να γεμίσει τα κενά, που υπήρχαν σε κατασκευές από ακατέργαστους λίθους ή ξύλα. Αργότερα ο πηλός, με κατάλληλη επεξεργασία, βελτιώθηκε ποιοτικά και υπό μορφή πρίσματος, ως ωμή πλίνθος (πλίθρα), για πολλούς αιώνες ήταν το σπουδαιότερο δομικό υλικό, ιδίως όπου σπάνιζαν οι λίθοι. Τέλος με το ψήσιμο του πηλού



Σχ. 1.3θ.
Το υψηλότερο πέτρινο τεχνικό έργο στον κόσμο. Το μνημείο του Ουάσιγκτων στις ΗΠΑ. Έχει ύψος 169 m. Κατασκευάστηκε μεταξύ των ετών 1848 και 1884 με ενδιάμεσες διακοπές.



Σχ. 1.3ι.
Νεώτατη υψηλή καλωδιακή γέφυρα που κατασκευάστηκε στο στενό του Ευρίπου για την παράκαμψη της πόλεως της Χαλκίδας. Έχει τρία ανοίγματα. Τα δύο ακραία έχουν μήκος το καθένα 90 m και το μεσαίο μήκος 215 m. Το συνολικό μήκος της, χωρίς τις μικρές γέφυρες προσβάσεως είναι 395 m.

έγινε δυνατή η παρασκευή υλικών ανώτερης ποιότητας, τα οποία μέχρι σήμερα χρησιμοποιούνται σε πολλές εφαρμογές. Τέτοια υλικά, που ονομάζονται κεραμικά, είναι οι οπτόπλινθοι (τούβλα), τα κεραμίδια και οι κεραμικές πλάκες.

Οι λίθοι, τα ξύλα και τα κεραμικά υλικά αποτέλεσαν τα βασικά δομικά υλικά ως τα μέσα του περασμένου αιώνα. Από τότε εμφανίζονται λόγω της ανακαλύψεως νέων πηγών ενέργειας (κάρβουνο - ατμός, ηλεκτρική ενέργεια, πετρέλαιο) νέα δομικά υλικά με υψηλότερου βαθμού ιδιότητες, υλικά σύνθετα τα οποία έδιναν τη δυνατότητα κατασκευής τεχνικών έργων που με τα αρχικά υλικά ήταν αδύνατο να επιτευχθούν και εντελώς συνθετικά υλικά με ιδιότητες πρωτόγνωρες. Τα βασικότερα από αυτά είναι:

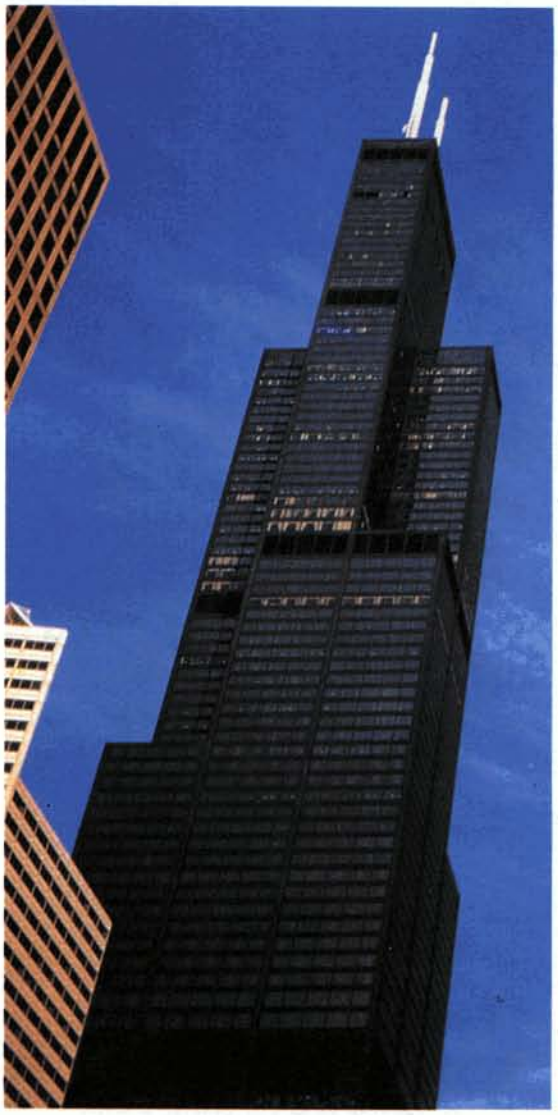
– Ο ***ασβέστης***. Υλικό αρκετά παλαιό που χρησιμοποιείται ως συγκολλητική ύλη των κόκκων της άμμου στα κονιάματα.

– Ο ***σίδηρος***. Στην αρχή χρησιμοποιήθηκε υπό μορφή χυτοσιδήρου, αργότερα ως χάλυβας κοινός, τέλος δε ως χάλυβας υψηλής αντοχής. Μεγάλα τεχνικά έργα, που ούτε να φαντασθούν μπορούσαν οι πριν από εκατό χρόνια μηχανικοί, κατασκευάζονται από χάλυβα, όπως π.χ. γέφυρες με άνοιγμα μεγαλύτερο από τα 1200 m (σχ. 1.3ι) και κτήρια ύψους πάνω από 300 m (σχ. 1.3ια).

– Το ***τσιμέντο***. Χρησιμοποιείται ως συνδετική ύλη, όπως ο ασβέστης, αλλά έχει πολύ καλύτερες συγκολλητικές ιδιότητες από αυτόν. Κατασκευάσθηκαν τεχνητοί λίθοι, διαφόρων μορφών και διαστάσεων από τσιμέντο, άμμο και χαλίκια. Με την ενσωμάτωση μέσα στους τεχνητούς λίθους σιδερένιων ράβδων δημιουργήθηκε το οπλισμένο σκυρόδεμα. Τα τελευταία ογδόντα χρόνια το άοπλο και το ***οπλισμένο σκυρόδεμα*** απετέλεσαν το κατ' εξοχήν δομικό υλικό σε όλα σχεδόν τα είδη των τεχνικών έργων (σχ. 1.3ιβ και 1.3ιγ).

– Τα ***πλαστικά***. Είναι τα νεότερα δομικά υλικά και εμφανίσθηκαν μόλις πριν από 60 χρόνια. Είναι προϊόντα της χημικής βιομηχανίας και οι δυνατότητές τους στο πεδίο της δομικής φαίνεται ότι είναι απεριόριστες (σχ. 1.3ιδ).

Σήμερα εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται τόσο τα παλιά δομικά υλικά (λίθοι, ξύλα, κεραμικά), όσο και τα νεώτερα (σίδηρος, τσιμέντο, πλαστικά). Συνδυάζονται όμως μεταξύ τους κατά τόσο πολλούς τρόπους, ώστε εμφανίζεται στην αγορά πλήθος υλικών, των οποίων ο αριθμός συνεχώς πολλαπλασιάζεται.

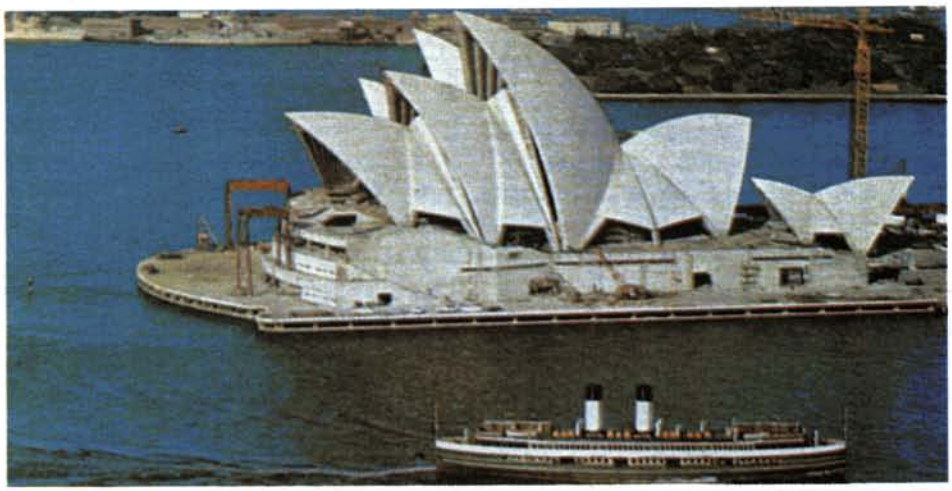


Σχ. 1.3ια.
Ουρανοξύστης ύψους 443 m στο Σικάγο των ΗΠΑ. Ο σκελετός του αποτελείται από χαλύβδινους σωλήνες.

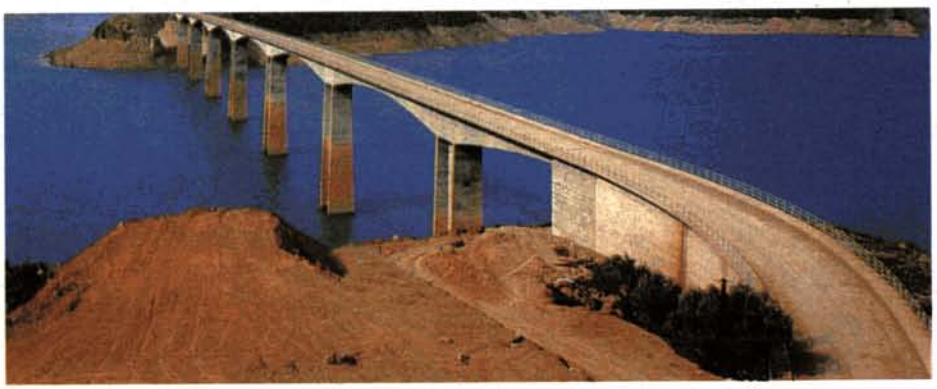
1.4 Επιλογή των δομικών υλικών.

Η επιλογή του κατάλληλου υλικού ή συνδυασμού υλικών, για κάθε συγκεκριμένη περίπτωση τεχνικού έργου, δεν είναι εύκολη δουλειά. Απαιτείται πλήρης γνώση των ιδιοτήτων των υλικών και της συμπεριφοράς τους, μετά την ενσωμάτωσή τους στο έργο, καθώς και πλήρης γνώση του περιβάλλοντος. Δηλαδή για να γίνει σωστή επιλογή πρέπει να είναι γνωστά τα εξής:

– Οι εξωτερικές επιδράσεις, που υφίσταται το τεχνικό έργο. Οι θερμοκρασιακές μεταβολές του περιβάλλοντος, η υγρασία, ο παγετός, το η-



Σχ. 1.3ιϐ.
Το αξιοπερίεργο αρχιτεκτονικά κτήριο της όπερας του Σίνδεϋ στην Αυστραλία κατασκευασμένο από οπλισμένο σκυρόδεμα.



Σχ. 1.3ιγ.
Γέφυρα από οπλισμένο σκυρόδεμα με συμπαγείς αναρτήσεις από προεντεταμένο σκυρόδεμα.



Σχ. 1.3ιδ.
Στέγη από συνθετικό (πλαστικό υλικό) διαμέτρου περίπου 120 m. Περίπτερο ΗΠΑ στην παγκόσμια έκθεση του 1970 στην Οσάκα της Ιαπωνίας.

λιακό φως, ο ήχος, οι χημικοί παράγοντες, η ραδιενέργεια, το ίδιο βάρος των υλικών, οι ωθήσεις των γαιών, η πίεση του νερού, τα βάρη αντικειμένων, μηχανημάτων, ανθρώπων, βιομηχανικών προϊόντων και ο σεισμός είναι μερικές από τις αιτίες που προκαλούν τις επιδράσεις αυτές. Λεπτομερέστερη ανάπτυξη θα γίνει στην παράγραφο 1.5.

– Οι απαιτήσεις που έχομε από τό έργο προκειμένου να λειτουργήσει σωστά και να εκπληρώσει το σκοπό για τον οποίο το προορίζομε. Π.χ. μια δεξαμενή νερού απαιτούμε να έχει καλή στεγανότητα για να μπορεί να συγκρατήσει το νερό και τα τοιχώματά της να είναι αρκετά ***ισχυρά***, ώστε να μη κινδυνεύει να καταρρεύσει υπό την πίεση του νερού. Μία γέφυρα πρέπει να έχει μεγάλη ***αντοχή*** ώστε να φέρει ασφαλώς τα φορτία που δέχεται (πεζούς, αυτοκίνητα, σιδηροδρόμους) αλλά δεν ενδιαφέρει η στεγανότητά της. Ένας ψυκτικός θάλαμος χρειάζεται ισχυρή ***θερμική μόνωση***, πράγμα που δεν απαιτείται για τη δεξαμενή ή τη γέφυρα.

– Ο τρόπος που αντιδρούν τα δομικά υλικά στις εξωτερικές επιδράσεις, δηλαδή οι ιδιότητες των υλικών. Κάθε υλικό αντιδρά με διαφορετικό τρόπο, παρουσιάζει δηλαδή μεγαλύτερη ή μικρότερη αντοχή από ένα άλλο υλικό, όταν τα υλικά αυτά υποστούν την ίδια εξωτερική επίδραση. Π.χ. το ξύλο είναι ελαφρότερο από το χάλυβα (έχει μικρότερο ειδικό βάρος), αντέχει λιγότερο από αυτόν στις εξωτερικές δυνάμεις (θλίψεως, εφελκυσμού κλπ), αλλά παρουσιάζει μεγαλύτερη αντοχή στη διάβρωση. Ανάπτυξη των ιδιοτήτων των δομικών υλικών θα γίνει στις παραγράφους 1.6 έως 1.6.3.

– Οι οικονομικοί παράγοντες. Δηλαδή η τιμή αγοράς του υλικού, η ευκολία και η ταχύτητα μεταφοράς του στον τόπο που κατασκευάζεται το έργο, η ύπαρξη επαρκών αποθεμάτων στην αγορά, τα έξοδα συντηρήσεως και προστασίας του υλικού μετά την ενσωμάτωσή του στο έργο κ.ά.

Σε πολλές περιπτώσεις οι οικονομικοί παράγοντες αποτελούν το κυριότερο στοιχείο για την επιλογή ενός υλικού.

1.5 Παράγοντες που επιδρούν στα δομικά υλικά.

Όπως αναφέραμε πιο πάνω (παράγρ. 1.4) στο τεχνικό έργο επιδρούν εξωτερικοί παράγοντες, που προέρχονται από το περιβάλλον του έργου. Μερικοί από τους παράγοντες αυτούς αποτελούν τις κυριότερες αιτίες φθοράς του έργου και συντομεύσεως του χρόνου ζωής του, ενώ άλλοι πρέπει να αντιμετωπισθούν, με διάφορους τρόπους, επιτυχώς, για να μπορέσει το έργο να εκτελέσει πλήρως τον προορισμό του.

Είναι λοιπόν απαραίτητο για κάθε συγκεκριμένο έργο να προσδιορισθούν και να μελετηθούν, πριν από κάθε άλλη ενέργεια, οι εξωτερικοί παράγοντες, που υφίστανται στην περιοχή του τεχνικού έργου και μετά να βρεθούν τα καταλληλότερα υλικά που θα τους αντιμετωπίσουν.

Γενικά διακρίνονται τρεις κατηγορίες εξωτερικών παραγόντων, οι:

– Φυσικοί και μηχανικοί.
– Χημικοί.
– Οργανικοί.

Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν, μεταξύ των άλλων, η θερμότητα και το ψύχος, ο άνεμος, το νερό και οι διαφόρων ειδών δυνάμεις (φορτία), που ενεργούν επάνω στο έργο.

Χημικοί παράγοντες είναι τα διάφορα οξέα, που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα, τα διάφορα άλατα, που είναι διαλυμένα μέσα στο νερό και γενικά οποιεσδήποτε χημικές ουσίες, που έρχονται σε επαφή με το έργο λόγω λειτουργικής ανάγκης, όπως συμβαίνει π.χ. στις δεξαμενές χημικών προϊόντων, στις δεξαμενές λαδιού και κρασιού κ.ά.

Τέλος, στην τρίτη κατηγορία, στους οργανικούς παράγοντες, περιλαμβάνονται διάφοροι μύκητες, που αναπτύσσονται σε σκιερό και υγρό περιβάλλον, καθώς και διάφοροι μικροοργανισμοί που κολλούν στα ύφαλα ενός έργου μεταξύ της υψηλής και της χαμηλής στάθμης του νερού.

1.5.1 Φυσικοί παράγοντες.

Εξετάζονται πιο κάτω οι σπουδαιότεροι απ' αυτούς.

α) Θερμότητα.

Επιδρά με πολλούς τρόπους στα διάφορα υλικά.

Η αύξηση και η ελάττωση της θερμοκρασίας προκαλεί διαστολές και συστολές σε όλα τα υλικά. Δημιουργείται έτσι μία συνεχής κίνηση στα μόριά τους που προκαλεί αύξηση ή μείωση της μεταξύ τους αποστάσεως. Όταν δε οι θερμοκρασιακές διαφορές είναι μεγάλες, πράγμα που συμβαίνει μεταξύ θερμής ημέρας και ψυχρής νύκτας, η κίνηση που προκαλείται μπορεί να επιφέρει τη βαθμιαία αποσάθρωση του υλικού, όταν η συνοχή των μορίων του είναι μι-

κρή, όπως π.χ. συμβαίνει στους λίθους.

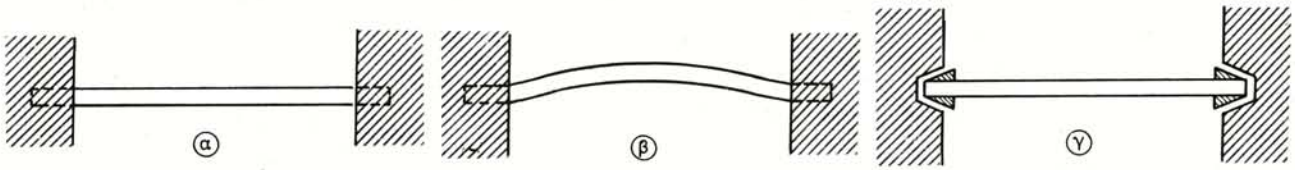
Μία άλλη συνέπεια της αυξήσεως ή ελαττώσεως της θερμοκρασίας είναι η έλλειψη συνεργασίας υλικών, που έχουν διαφορετικό συντελεστή θερμικής διαστολής. Π.χ. κοινό ελαιόχρωμα δεν διατηρείται επί πολύ σε σιδερένιες επιφάνειες, που είναι εκτεθειμένες στο ύπαιθρο. Αποφλοιώνεται ύστερα από λίγο χρόνο και τελικά πέφτει. Επίσης μια σιδερένια ράβδος που είναι πακτωμένη σε δύο αμετακίνητα στηρίγματα (σχ. 1.5α) είναι δυνατόν να κυρτωθεί, εάν υψωθεί η θερμοκρασία του περιβάλλοντος, ή να καταστραφούν τα σημεία στηρίξεώς της, εάν ελαττωθεί η θερμοκρασία.

Εκτός από την αυξομείωση της θερμότητας και οι πολύ υψηλές ή οι πολύ χαμηλές θερμοκρασίες προκαλούν μείωση των διαφόρων ιδιοτήτων των υλικών και δυνατόν να τα καταστρέψουν τελείως, όταν υπερβούν μία ορισμένη τιμή για κάθε υλικό (σχ. 1.5β).

Υψηλές θερμοκρασίες εμφανίζονται σε ορισμένα βιομηχανικά έργα, όπως π.χ. σε καπνοδόχους, καμίνια οπτήσεως πλίνθων, καμίνια οπτήσεως ασβεστολίθων για την παραγωγή ασβέστου, καθώς και στην περίπτωση πυρκαιάς. Στις πυρκαϊές η δοκιμασία των υλικών, κυρίως των ψαθυρών (λίθοι, τούβλα, σκυρόδεμα, επιχρίσματα), είναι ακόμη μεγαλύτερη, γιατί, ενώ βρίσκονται υπό την επίδραση των υψηλών θερμοκρασιών δέχονται απότομα το ρεύμα του ψυχρού νερού από τις πυροσβεστικές αντλίες. Η απότομη ψύξη προκαλεί σοβαρές καταστροφές στα υλικά αυτά (σχ. 1.5γ).

Πολύ χαμηλές θερμοκρασίες εμφανίζονται σε ψυχρά κλίματα κατά τους χειμερινούς μήνες ή σε θαλάμους καταψύξεως και επηρεάζουν ορισμένα υλικά, κυρίως τα πλαστικά.

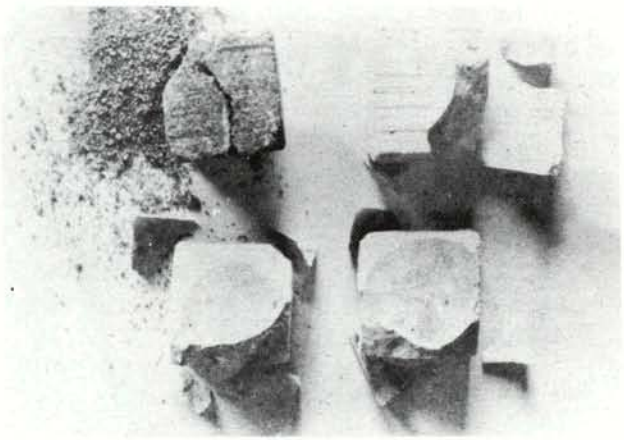
Η θερμότητα επιδρά στα υλικά και με άλλο τρόπο. Έχει την ικανότητα να διαπερνά ένα σώμα, όταν υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ δύο απέναντι επιφανειών του. Π.χ. ένας τελείως κλειστός χώρος με τοιχώματα από λίθους ή τούβλα, ξύλο ή μέταλλο τείνει να αποκτήσει τη θερμοκρασία του περιβάλλοντός του,



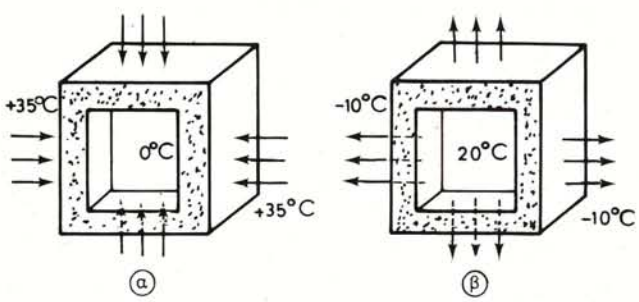
Σχ. 1.5α.
Επιρροή των θερμοκρασιακών μεταβολών του περιβάλλοντος σε σιδερένια ράβδο πακτωμένη σε ακλόνητα στηρίγματα. α) Οι θερμοκρασίες του περιβάλλοντος και της ράβδου είναι ίσες κατά τη στιγμή της πακτώσεως της ράβδου. β) Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος αυξάνει και κατά συνέπεια αυξάνει και η θερμοκρασία της ράβδου. Η ράβδος δεν μπορεί να διασταλεί ελεύθερα λόγω των ακλονήτων στηριγμάτων και κυρτώνεται. γ) Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος ελαττώνεται. Η ράβδος συστέλλεται και αποκολλάται από τα στηρίγματα ή τα καταστρέφει.



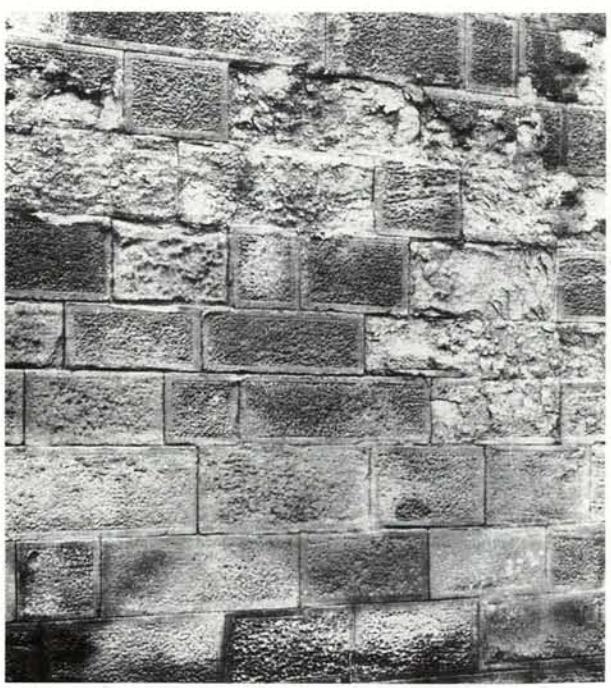
Σχ. 1.5β.
Καταστροφή στοιχείων (υποστυλωμάτων, δοκών, πλακών) εργοστασίου από οπλισμένο σκυρόδεμα στις θέσεις, που σημειώνονται με κύκλο λόγω υψηλής θερμοκρασίας που αναπτύχθηκε κατά τη διάρκεια μεγάλης πυρκαϊάς.



Σχ. 1.5γ.
Αποτέλεσμα απότομης ψύξεως λίθων, που θερμάνθηκαν σε υψηλές θερμοκρασίες. Το δοκίμιο στο άνω αριστερό της εικόνας είναι αμμόλιθος. Με απλή πίεση των δακτύλων θρυμματίζεται αμέσως. Τα άλλα τρία δοκίμια είναι ασβεστόλιθοι.



Σχ. 1.5δ.
Η θερμότητα κινείται από χώρους υψηλών προς χώρους χαμηλών θερμοκρασιών, καθώς διέρχεται από τα τοιχώματα. Η κίνηση σταματά, όταν οι θερμοκρασίες εξισορροπηθούν.



Σχ. 1.5ε.
Μηχανική δράση του ανέμου. Οι κόκκοι της άμμου μεταφέρονται από αυτόν και προσκρούουν με ταχύτητα επάνω στα έργα προκαλώντας επιφανειακές φθορές.

εφόσον αυτή είναι υψηλότερη ή χαμηλότερη από τη θερμοκρασία του χώρου (σχ. 1.5δ). Ο χρόνος, που θα απαιτηθεί για να γίνει η εξισορρόπηση των θερμοκρασιών, εξαρτάται κυρίως από το βαθμό μιας ιδιότητας των υλικών που καλείται θερμοαγωγιμότητα [παράγρ. 1.6.1 (στ)] και από το πάχος τους.

Η ενέργεια αυτή της θερμότητας πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη σε έργα όπου απαιτείται διατήρηση σταθερών θερμοκρασιών μέσα στο χώρο που περικλείουν (όπως π.χ. κατοικίες, ψυκτικοί χώροι, κ.ά.). Πρέπει επίσης να είναι ανάλογη και η επιλογή των υλικών.

β) Άνεμος.

Η επίδραση του ανέμου επάνω στα υλικά είναι μηχανική και εκδηλώνεται κατά δύο τρόπους:

1) Ο άνεμος μεταφέρει μικρούς κόκκους άμμου, που κτυπούν με ταχύτητα τις εκτεθειμένες επιφάνειες των έργων και προκαλούν χαλάρωση των εξωτερικών μορίων. Τα μόρια αυτά σιγά-σιγά πέφτουν και δημιουργείται έτσι νέα επιφάνεια, που υπόκειται και αυτή στη δράση του ανέμου (σχ. 1.5ε). Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι αρχαίοι ναοί της Αιγύπτου. Οι προς την έρημο πλευρές τους έχουν καταστραφεί σε μεγάλο βάθος, ενώ οι ευρισκόμενες στην αντίθετη κατεύθυνση είναι σχεδόν ανέπαφες.

2) Επίσης ο άνεμος δρα και με άλλο τρόπο. Λόγω της ταχύτητάς του προκαλεί πιέσεις επάνω στις εκτεθειμένες επιφάνειες των τεχνικών έργων και κατά συνέπεια και στα υλικά, από τα οποία έχουν κατασκευασθεί. Η δύναμη του ανέμου που ασκείται σε ένα έργο, λέγεται ***ανεμοπίεση***.

Πρέπει επομένως να μελετηθούν οι άνεμοι που πνέουν στην περιοχή εκτελέσεως του έργου και να προσδιορισθεί η διεύθυνση από την οποία πνέουν, η ταχύτητά τους και από αυτήν η ανεμοπίεση. Έτσι είναι δυνατόν να αποφευχθούν καταστροφές, που προκαλούνται στα τεχνικά έργα από τους ισχυρούς ανέμους.

Το μέτρο της ανεμοπιέσεως για τις ελληνικές συνθήκες και για απλά έργα αναφέρεται στον κανονισμό "περί φορτίσεως δομικών έργων" (βλέπε πίνακες στο παράρτημα).

γ) Νερό - υγρασία.

Το νερό αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους εχθρούς των δομικών υλικών. Δρα κατά



Σχ. 1.5στ.
Φθαρμένη επιφάνεια σκυροδέματος. Προήλθε από την επανειλημμένη ψύξη απόψυξη νερού που παρέμεινε στους εξωτερικούς πόρους του σώματος.

διαφόρους τρόπους: Επιδρά μηχανικά όταν πέφτει στις εκτεθειμένες επιφάνειες ως βροχή και απομακρύνει τους χαλαρούς κόκκους. Η βροχή σε συνδυασμό με τον άνεμο δρουν πολύ ενεργητικά σε μεγάλο αριθμό υλικών, που τα μόριά τους έχουν μικρή συνοχή.

Μηχανική είναι η δράση του και στα πορώδη υλικά, π.χ. λίθους, τούβλα, σκυρόδεμα. Η δράση αυτή γίνεται ως εξής:

Τα πορώδη υλικά έχουν αρκετά κενά στη μάζα τους [παράγρ. 1.6.1 (α)]. Στα κενά αυτά εισχωρεί το νερό. Εάν εμφανισθούν χαμηλές θερμοκρασίες, τότε το νερό ψύχεται (παγώνει) και διαστέλλεται με αποτέλεσμα τη διάρρηξη του υλικού στις περισσότερες περιπτώσεις.

Η δύναμη, που ασκείται από τη διαστολή του πάγου είναι εξαιρετικά μεγάλη, και υπολογίζεται ως εξής: Είναι γνωστό ότι όταν μία ποσότητα νερού παγώσει, αυξάνεται ο όγκος της κατά 9%. Π.χ. μία ποσότητα νερού με όγκο 1000 cm^3 όταν ψυχθεί αποκτά όγκο 1090 cm^3. Εάν εμποδισθεί η αύξηση αυτή του όγκου, με την τοποθέτηση του νερού σε ένα σιδερένιο δοχείο διαστάσεων 10 x 10 x 10 cm που είναι κλεισμένο από παντού, σε κάθε τοίχωμα του δοχείου ενεργεί συνολική δύναμη ίση προς 2300 kp (2,3 t) ή πίεση ίση με 23 kp/cm^2.

Μία άλλη μηχανική δράση δημιουργείται με την επαναλαμβανόμενη ψύξη και απόψυξη μικρών ποσοτήτων νερού που βρίσκονται στους εξωτερικούς πόρους ενός υλικού. Στην περίπτωση αυτή προκαλούνται επιφανειακές καταστροφές (απολέπιση). Το φαινόμενο αυτό παρουσιάζεται συχνά στους χειμερινούς μήνες, οπότε το νερό που περιέχεται μέσα στους επιφανειακούς πόρους ψύχεται τη νύχτα και αποψύχεται την ημέρα. Σοβαρές καταστροφές από το λόγο αυτόν προκαλούνται σε κατασκευές από σκυρόδεμα σε ψυχρά κλίματα (σχ. 1.5στ).

Εκτός από τη μηχανική δράση του το νερό και η υγρασία αποτελούν τον απαραίτητο παράγοντα για να αναπτυχθούν οι χημικές δράσεις που αναφέρονται παρακάτω (παράγρ. 1.5.2) και που προκαλούν μεγάλες καταστροφές στα υλικά και κατά συνέπεια στα τεχνικά έργα.

Τέλος το νερό δρα διαλυτικά σε διάφορα σύνθετα υλικά (κονιάματα, σκυρόδεμα) που περιέχουν διαλυτά άλατα. Έτσι συχνά παρουσιάζονται μεγάλοι λεκέδες σε επιχρισμένες επιφάνειες τοίχων και πλακών ή σε εμφανείς επιφάνειες πλακών και τοίχων από σκυρόδεμα. Αυτό οφείλεται στη διείσδυση του νερού στη μάζα των υλικών, στη διάλυση των αλάτων και στη μεταφορά τους στην επιφάνεια. Με την εξάτμιση του νερού τα άλατα επικάθονται στην επιφάνεια και δημιουργούν τους λεκέδες.

Το συμπέρασμα που εξάγεται από τα παραπάνω είναι ότι τα υλικά πρέπει οπωσδήποτε να προστατεύονται από το νερό είτε με την απομάκρυνσή του από τις κατασκευές, όπου είναι δυνατό, είτε με τη μόνωσή τους με κατάλληλα στεγανωτικά υλικά, όπως είναι οι πίσσες, τα ελαιοχρώματα, τα πλαστικά κλπ. (βλ. κεφ. 12).

δ) Ήχος.

Ο ήχος με την έννοια του θορύβου, προκαλεί στον άνθρωπο ένα δυσάρεστο συναίσθημα. Όταν ο θόρυβος αυτός υπερβεί ορισμένα όρια τότε γίνεται επικίνδυνος για την υγεία του. Πρέπει επομένως οι χώροι, που ζει ή εργάζεται ο άνθρωπος να απομονώνονται από τους εξωτερικούς θορύβους, που στις μεγάλες πόλεις είναι εξαιρετικά ισχυροί και οι χώροι μέσα στους οποίους δημιουργούνται θόρυβοι (π.χ. εργοστάσια βαριάς βιομηχανίας) να απομονώνονται από το περιβάλλον τους.

Τα δομικά υλικά έχουν την ικανότητα να εμποδίζουν, σε μικρό ή μεγάλο βαθμό, τη μετάδοση του ήχου μέσω της μάζας τους, όπως ακριβώς γίνεται και με τη θερμότητα. Επομένως εκεί που δημιουργούνται ισχυροί θόρυβοι, όπως είναι οδικές αρτηρίες μέσα σε πόλεις, περιοχές κοντά σε αεροδρόμια και σιδηροδρομικούς σταθμούς, περιοχές κοντά σε βιομηχανίες κ.ά. πρέπει, τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή κατοικιών, γραφείων, σχολείων κλπ. να επιλεγούν μεταξύ εκείνων που έχουν τη μεγαλύτερη ικανότητα παρεμποδίσεως μεταφοράς του ήχου από το εξωτερικό προς το εσωτερικό των κτηρίων.

ε) Ραδιενέργεια.

Ο μεγαλύτερος κίνδυνος που απειλεί σήμερα τον άνθρωπο και που προέρχεται από το περιβάλλον του και από ορισμένες δραστηριότητές του είναι η ραδιενέργεια. Βέβαια ο κίνδυνος αυτός, προς το παρόν, αφορά ένα περιορισμένο αριθμό ατόμων, αλλά με τον πολλαπλασιασμό των διαφόρων πηγών ραδιενέργειας χρόνο με το χρόνο, επεκτείνεται συνεχώς σε μεγαλύτερο αριθμό.

Οι κύριες πηγές ραδιενέργειας είναι τα εργοστάσια πυρηνικής ενέργειας, τα εργαστήρια, τα νοσοκομεία και άλλα ιδρύματα που χρησιμοποιούν πυρηνικούς αντιδραστήρες, τα κατάλοιπα των πυρηνικών καυσίμων και φυσικά οι ατομικές βόμβες που σε ειρηνικούς καιρούς χρησιμοποιούνται μόνο για δοκιμές.

Για την προστασία των εργαζομένων αλλά και των περιοίκων, πρέπει οι χώροι μέσα στους οποίους γίνονται πυρηνικές αντιδράσεις να κατασκευάζονται από υλικά που θα εμποδίζουν τη μετάδοση της παραγόμενης ραδιενέργειας ή θα την απορροφούν. Υλικά σε τέτοιες ιδιότητες υπάρχουν (μόλυβδος, σκυρόδεμα), αλλά ο προσδιορισμός τους και οι διαστάσεις που πρέπει να έχουν δεν θα μας απασχολήσουν, γιατί αποτελούν αντικείμενο εξειδικευμένης μελέτης.

στ) Εξωτερικές μόνιμες δυνάμεις.

Οι δυνάμεις αυτές, που καλούνται και ***μόνιμες φορτίσεις***, οφείλονται κατά κανόνα στο βάρος των δομικών υλικών που απαρτίζουν το τεχνικό έργο. Για να γίνει κατανοητό αυτό αναφέρομε το εξής παράδειγμα: εάν μεταξύ δύο τοίχων από λιθοδομή έχει κατασκευασθεί πλάκα από οπλισμένο σκυρόδεμα (σχ. 1.5ζ), τότε οι λίθοι των τοίχων στη θέση α-α θα υποστούν πίεση G_1 από το βάρος της πλάκας και στη θέση β-β θα υποστούν πίεση G_2 από το βάρος της πλάκας και των υπερκειμένων λίθων του τοίχου. Οι πιέσεις αυτές είναι μόνιμες φορτίσεις. Ο υπολογισμός των μονίμων φορτίσεων, που δρουν σε οποιαδήποτε θέση ενός έργου, γίνεται εύκολα, εάν είναι γνωστό το φαινόμενο βάρος των υπερκειμένων υλικών (παράγρ. 1.6.1 και πίνακας 2) και ο όγκος που καταλαμβάνουν. Με πολλαπλασιασμό των δύο αυτών ποσών προκύπτει η τιμή της μόνιμης εξωτερικής δυνάμεως στην εξεταζόμενη θέση.

Σε μερικές περιπτώσεις οι μόνιμες φορτίσεις προέρχονται όχι μόνο από το βάρος των υλικών του εξεταζόμενου έργου, αλλά και από το ίδιο βάρος άλλων τεχνικών έργων, που επηρεάζουν έμμεσα ή άμεσα το εξεταζόμενο τεχνικό έργο.

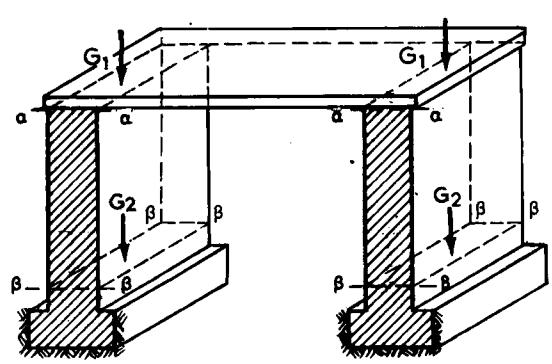
Π.χ. σε ένα τοίχο αντιστηρίξεως οδού (σχ. 1.5η) τα μόνιμα φορτία που δρουν επάνω στον τοίχο στη θέση α - α είναι:

– Το ίδιο βάρος του τοίχου G_1.

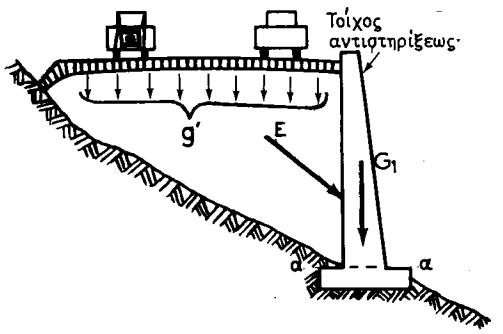
– Η ώθηση Ε των γαιών, που βρίσκονται πίσω από τον τοίχο και

– το βάρος του οδοστρώματος g'.

Μεταβλητή φόρτιση στην προκειμένη περίπτωση είναι το βάρος των οχημάτων, που κυκλοφορούν στο δρόμο.



Σχ. 1.5ζ.
Εξωτερικές μόνιμες δυνάμεις (μόνιμες φορτίσεις) επάνω σε τοίχους που συγκρατούν μια πλάκα από οπλισμένο σκυρόδεμα.



Σχ. 1.5η.
Εξωτερικές μόνιμες δυνάμεις επάνω σε τοίχο αντιστηρίξεως.

ζ) Εξωτερικές μεταβλητές δυνάμεις.

Κάθε τεχνικό έργο υφίσταται την επιρροή εξωτερικών δυνάμεων, οι οποίες όμως δεν δρουν μόνιμα επάνω του. Οι δυνάμεις αυτές λέγονται ***εξωτερικές μεταβλητές δυνάμεις***.

Στις εξωτερικές μεταβλητές δυνάμεις, εκτός από την ανεμοπίεση, για την οποία έγινε ήδη λόγος, ανήκουν η πίεση του υγρού μιας δεξαμενής στον πυθμένα και στα τοιχώματά της, η πίεση του νερού στο φράγμα τεχνητής λίμνης, το βάρος των τροχοφόρων και των πεζών επάνω σε μια γέφυρα, το βάρος των υλικών και προϊόντων στο δάπεδο μιας αποθήκης, το βάρος των προσώπων και των επίπλων στο πάτωμα μιας κατοικίας κ.ά.

Οι δυνάμεις αυτές, που καλούνται και ***φορτίσεις***, διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

– Στατικές φορτίσεις.
– Δυναμικές ή κρουστικές φορτίσεις.

Στατικές λέγονται όταν φορτίζουν το έργο σιγά - σιγά και αποκτούν τη μέγιστη τιμή τους μετά παρέλευση κάποιου χρόνου. Όπως π.χ. η πίεση του νερού, που γεμίζει μία δεξαμενή.

Δυναμικές λέγονται οι φορτίσεις, που δρουν απότομα, αποκτούν δηλαδή τη μέγιστη τιμή τους σε ελάχιστο χρόνο ή έχουν εναλλασσόμενη φορά σε ορισμένη χρονική περίοδο. Π.χ. η δύναμη του κύματος επάνω στον κυματοθραύστη, ο σεισμός, η δύναμη που εξασκεί το κινούμενο τμήμα μιας μηχανής (το έμβολο μιας μηχανής εσωτερικής καύσεως) κ.ά.

Η συμπεριφορά των δομικών υλικών σε κάθε μία από τις δύο αυτές κατηγορίες φορτίσεων είναι τελείως διαφορετική. Γι' αυτό το λόγο εξετάζεται ιδιαίτερα η αντοχή των υλικών τόσο ως προς τις στατικές φορτίσεις, όσο και ως προς τις δυναμικές.

Οι τιμές των μεταβλητών δυνάμεων παρέχονται από τους κανονισμούς των διαφόρων κρατών. Στην Ελλάδα για τις οικοδομικές κατασκευές ισχύει ο ***Κανονισμός βαρών και επιφορτίσεων οικοδομικών κατασκευών***. Για όλα τα άλλα τεχνικά έργα οι τιμές λαμβάνονται από τους κανονισμούς ξένων κρατών (κυρίως από το γερμανικό κανονισμό).

Στον πίνακα 1 παρέχονται οι τιμές μερικών μεταβλητών φορτίσεων κατά τον ελληνικό κανονισμό (βλέπε παράρτημα πινάκων).

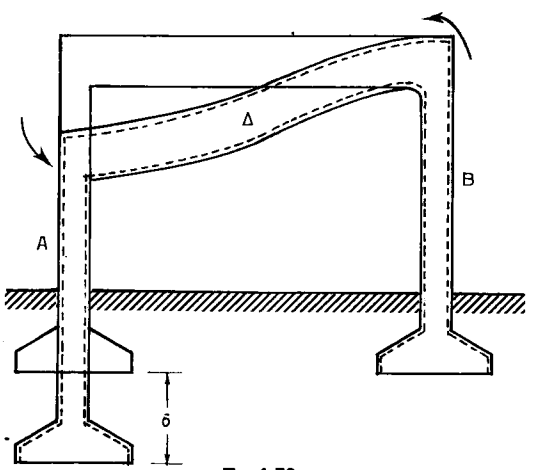
Στον πίνακα 2 αναγράφονται τα φαινόμενα βάρη διαφόρων υλικών και προϊόντων. Χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της μεταβλητής φορτίσεως, την οποία επιφέρουν τα υλικά αυτά στα τεχνικά έργα. Ο τρόπος υπολογισμού της φορτίσεως αναφέρεται παρακάτω (παράγρ. 1.6.1).

η) Εσωτερικές δυνάμεις.

Όλες οι εξωτερικές δυνάμεις που αναφέραμε προηγουμένως δημιουργούν στο εσωτερικό κάθε σώματος ***τάσεις***, δηλαδή δυνάμεις που ενεργούν επάνω στα μόρια του σώματος. Υπάρχουν όμως οι περιπτώσεις που αναπτύσσονται τάσεις χωρίς να έχουν επιβληθεί στο σώμα εξωτερικές δυνάμεις.

Μια τέτοια περίπτωση είναι η πακτωμένη σε αμετακίνητα στηρίγματα ράβδος του σχήματος 1.5α. Η κύρτωση της ράβδου ή η καταστροφή των στηρίξεων οφείλεται στην ανάπτυξη εσωτερικών δυνάμεων. Εάν τα στηρίγματα μπορούσαν να μετακινηθούν, ή η ράβδος στηριζόταν κατά το ένα μόνο άκρο, δεν θα εμφανίζονταν εσωτερικές δυνάμεις.

Τέτοιες εσωτερικές δυνάμεις θα δημιουργηθούν επίσης σε μία δοκό που στηρίζεται σε δύο κολώνες όταν η μία κολώνα υποχωρήσει λόγω καθιζήσεως του εδάφους (σχ. 1.5θ).



Σχ. 1.5θ.
Η υποχώρηση του στύλου Α έναντι του στύλου Β, που παραμένει αμετακίνητος, προκαλεί εσωτερικές δυνάμεις στη δοκό Δ και στα σημεία στηρίξεώς της.

1.5.2 Χημικοί παράγοντες.

Οι χημικοί παράγοντες, που επηρεάζουν τα δομικά υλικά, είναι συνήθως διάφορες χημικές ενώσεις ή απλά χημικά στοιχεία, τα οποία προκαλούν μεγάλες φθορές (διαβρώσεις) ή ακόμα και την καταστροφή ενός έργου, όταν προσβάλλουν κύρια τμήματά του. Χρειάζεται, επομένως, σοβαρή έρευνα για τον εντοπισμό των παραγόντων αυτών σε κάθε συγκεκριμένη περίπτωση και προσεκτική επιλογή των υλικών, που μπορούν να αντιδράσουν στις δράσεις τους.

Οι χημικοί παράγοντες έρχονται σε επαφή με τα δομικά υλικά είτε έμμεσα, δηλαδή με τον αέρα, με το νερό και με το έδαφος, είτε άμεσα, χωρίς τη μεσολάβηση των παραπάνω μέσων, όπως π.χ. χημικές ουσίες που αποθηκεύονται σε μία δεξαμενή.

α) Έμεση επίδραση από τον αέρα.

Ο ατμοσφαιρικός αέρας περιέχει, όπως είναι γνωστό, οξυγόνο, που ενώνεται εύκολα με διάφορα μέταλλα και ιδιαίτερα με το σίδηρο. Δημιουργούνται έτσι οξείδια (σκουριές) τα οποία, λόγω της ελαττωμένης συνοχής τους, πέφτουν εύκολα από την επιφάνεια του μετάλλου που έχει προσβληθεί. Η φθορά αυτή συνεχίζεται μέχρι τέλειας καταστροφής του μετάλλου, εάν δεν ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα.

Επίσης ο ατμοσφαιρικός αέρας οξειδώνει το σίδηρο, που περιέχεται ελεύθερος στις πέτρες, με αποτέλεσμα την αλλαγή του χρωματισμού τους. Έτσι, οι αρχαίοι ναοί, ενώ έχουν κατασκευασθεί από λευκό μάρμαρο, παρουσιάζουν σήμερα ερυθρωπή χροιά.

Τέλος ο ατμοσφαιρικός αέρας στις βιομηχανικές περιοχές και στις πόλεις περιέχει διάφορες ουσίες, κυρίως διοξείδιο του θείου, διοξείδιο του άνθρακα, υδρόθειο κ.ά. Οι ενώσεις αυτές σε συνδυασμό με υψηλή θερμοκρασία και με υψηλή ατμοσφαιρική υγρασία, που προκαλεί ομίχλη και μεγάλη συγκέντρωση σταγονιδίων νερού, μετατρέπονται σε οξέα. Αυτά δρουν ηλεκτρολυτικά στα εκτεθειμένα μεταλλικά στοιχεία ενός έργου (σχ. 1.5ι), ή στις σιδερένιες ράβδους του οπλισμένου σκυροδέματος (σχ. 1.5ια) και προκαλούν σοβαρές διαβρώσεις.

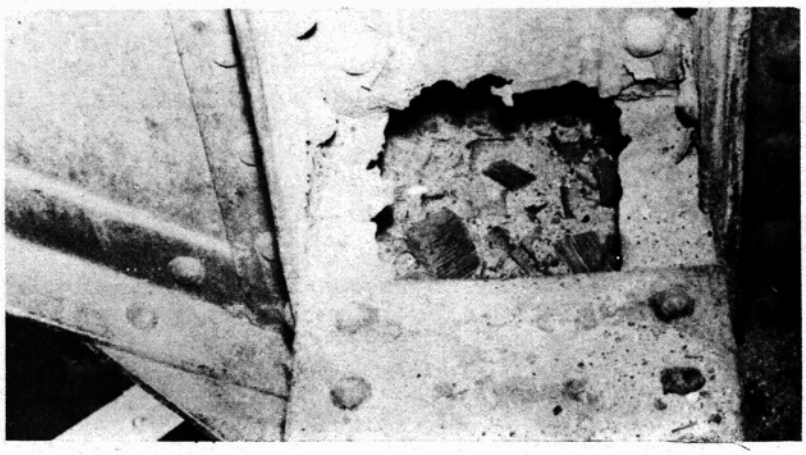
Ουσιαστικός παράγοντας για την ανάπτυξη της διαβρώσεως είναι η ύπαρξη υγρασίας στην ατμόσφαιρα. Σε περιοχές με ξηρή ατμόσφαιρα δεν εμφανίζεται διάβρωση. Μία στήλη από σίδερο στο Δελχί των Ινδιών ηλικίας 1500 ετών δεν παρουσιάζει το παραμικρό ίχνος σκουριάς στην επιφάνειά της, επειδή η ατμόσφαιρα εκεί είναι ξηρή.

Η διάβρωση από τα αέρια και από τους ατμούς της ατμόσφαιρας περιορίζεται ή με τη χρησιμοποίηση υλικών με υψηλές αντιδιαβρωτικές ικανότητες ή με τη δημιουργία ενός προστατευτικού στρώματος επάνω στην επιφάνεια των υλικών (βλ. κεφ. 12).

β) Έμμεση επίδραση από το νερό και το έδαφος.

Η επίδραση του νερού στα δομικά υλικά και ειδικώς στα μέταλλα είναι ηλεκτροχημικής φύσεως. Η παρουσία δηλαδή οξυγόνου, αλάτων, οξέων και άλλων χημικών ενώσεων στο νερό επιταχύνει τη διάβρωση, και προκαλεί σοβαρές καταστροφές. Και εδώ, όπως και στην ατμοσφαιρική διάβρωση μεγάλη σημασία έχει η θερμοκρασία. Γενικά όσο ψηλότερη είναι, τόσο μεγαλύτερη και βαθύτερη είναι η διάβρωση.

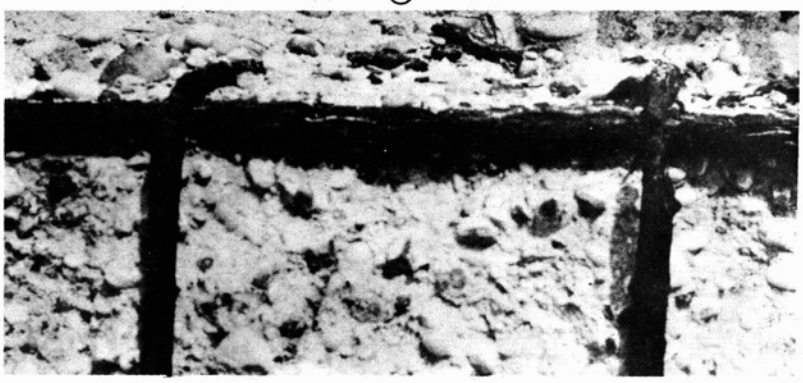
Το θαλασσινό νερό αποτελεί ένα από τα



Σχ. 1.5ι.
Διάβρωση σιδερένιας γέφυρας στην περιοχή, όπου συναντάται ο ορθοστάτης με το πέλμα. Διακρίνεται η τέλεια καταστροφή της βάσεως του ορθοστάτη.

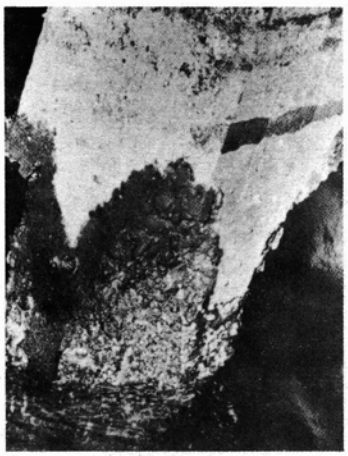


(α)



(β)

Σχ. 1.5ια.
Αποσάθρωση τοίχου από οπλισμένο σκυρόδεμα, που οφείλεται στη μακροχρόνια έκθεση στις καιρικές μεταβολές και στη διάβρωση του σιδερένιου οπλισμού: α) Γενική όψη του τοίχου. β) Λεπτομέρεια ενός τμήματός του.



A

Σχ. 1.5ιβ.
Στύλος από σκυρόδεμα που έχει διαβρωθεί από το θαλάσσιο νερό και τις περιεχόμενες σ' αυτό θειούχες ενώσεις. Η μαύρη ζώνη Α δείχνει το ύψος, στο οποίο φθάνει η ανώτατη στάθμη του νερού κατά την πλημμυρίδα. Επάνω από τη ζώνη αυτή το σκυρόδεμα είναι υγιές.

σχυρότερα διαβρωτικά υγρά, που συναντώνται στη φύση. Οι λίθοι, τα σκυροδέματα, τα μέταλλα και άλλα υλικά υφίστανται μεγάλες φθορές από αυτό (σχ. 1.5ιβ).

Τα δομικά έργα προστατεύονται, στην περίπτωση αυτή, με τη χρήση αντιδιαβρωτικών υλικών, με τα οποία καλύπτεται η επιφάνειά τους.

Το έδαφος επίσης περιέχει ουσίες, που δρουν χημικά επάνω στα έργα. Επειδή όμως διαφέρει η σύσταση του εδάφους από τόπο σε τόπο, η διαβρωτική ισχύς των ουσιών αυτών ποικίλλει.

Εδάφη, που περιέχουν νερό, οξυγόνο και οξέα είναι περισσότερο διαβρωτικά από τα ξηρά εδάφη. Επίσης εδάφη, που περιέχουν ορισμένα είδη αναεροβίων βακτηρίων, είναι πολύ διαβρωτικά, γιατί οι οργανισμοί αυτοί έχουν την ιδιότητα να μετατρέπουν ορισμένες χημικές ενώσεις σε άλλες με μεγαλύτερη διαβρωτική ικανότητα. Π.χ. μερικά βακτήρια παράγουν θειούχους ενώσεις εξαιρετικής διαβρωτικής ισχύος.

γ) Άμεσοι χημικοί παράγοντες.

Όταν διάφορες χημικές ενώσεις έλθουν σε απ' ευθείας επαφή με τα δομικά υλικά, τότε οι παρατηρούμενες φθορές είναι μεγαλύτερες. Αυτό συμβαίνει στις βιομηχανικές κυρίως εγκαταστάσεις, όπου τα τεχνικά έργα (καπνοδόχοι, εστίες, καμινάδες, δεξαμενές) εξυπηρετούν την παραγωγή διαφόρων βιομηχανικών προϊόντων. Τα έργα αυτά έρχονται σε άμεση επαφή με τις πρώτες ύλες, με τα παραγόμενα κατά τη διάρκεια της κατεργασίας ενδιάμεσα προϊόντα, με άχρηστα αέρια ή υγρά απόβλητα και με τα τελικά προϊόντα. Όλα αυτά είναι κατά κανόνα χημικές ενώσεις υψηλής διαβρωτικής ικανότητας. Η επιλογή των καταλληλοτέρων υλικών για την κατασκευή των έργων αυτών αποτελεί σοβαρότατο μέλημα του μηχανικού. Πάντως για την προστασία των έργων χρησιμοποιούνται κυρίως αντιδιαβρωτικές ουσίες ή χρησιμοποιούνται ορισμένες ουσίες που ελαττώνουν τη διαβρωτική ικανότητα των υγρών, π.χ. σε ένα

διαβρωτικό για το σίδηρο υγρό προστίθεται βάση (καυστική σόδα) και έτσι ελαττώνεται αισθητά η φθορά του υλικού.

1.5.3 Οργανικοί παράγοντες.

Σ' αυτούς ανήκουν διάφοροι φυτικοί ή ζωικοί οργανισμοί, όπως π.χ. βακτήρια, μύκητες, φυτά και έντομα, που προκαλούν καταστροφές στα δομικά υλικά και επιταχύνουν τη φθορά τους.

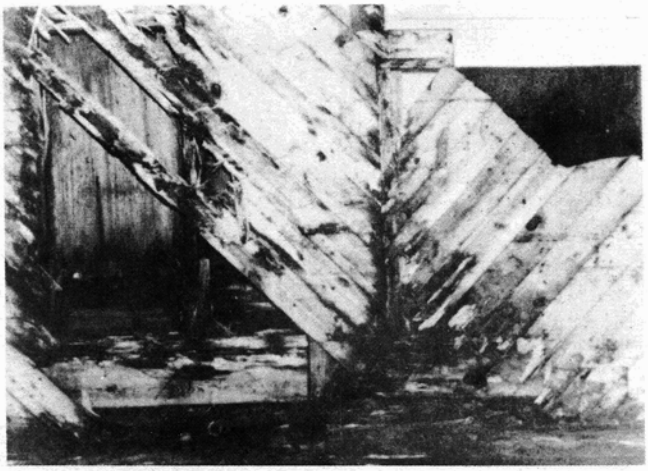
Η επίδραση των οργανισμών αυτών μπορεί να είναι χημική ή μηχανική.

Τα βακτήρια επηρεάζουν τα μέταλλα καθώς και τους λίθους, γιατί προκαλούν μεταβολές σ' αυτά.

Τα ριζίδια των μυκήτων και των φυτών μπορεί να εισχωρήσουν στη μάζα των λίθων, των σκυροδεμάτων, των τούβλων και άλλων υλικών, όπου δημιουργούν καταστρεπτικά ρήγματα.

Επίσης οι κάμπιες διαφόρων εντόμων είναι γνωστό ότι μπορούν να καταστρέψουν ταχύτατα μεγάλες ποσότητες ξύλων (σχ. 1.5ιγ).

Παρακάτω και στα επί μέρους κεφάλαια θα αναφέρομε ορισμένα μέτρα, που πρέπει να ληφθούν, σε συγκεκριμένες περιπτώσεις, για την ελάττωση των καταστροφών από τους οργανικούς παράγοντες.



Σχ. 1.5ιγ.
Τμήμα ξύλινου τοίχου που καταστράφηκε από κάμπιες εντόμων.

1.6 Ιδιότητες των δομικών υλικών.

Τα δομικά υλικά, όπως και κάθε άλλο υλικό, έχουν ορισμένα χαρακτηριστικά, τα οποία προσδιορίζουν γενικά τη φύση τους και ορισμένες ικανότητες, που τους επιτρέπουν να ανθίστανται στις εξωτερικές επιδράσεις.

Τα χαρακτηριστικά και οι ικανότητες αυτές καλούνται ***ιδιότητες***. Το βάρος, το χρώμα, η αντοχή στις εξωτερικές δυνάμεις, η θερμοαγωγιμότητα, η ηλεκτρική αγωγιμότητα, η αντοχή στις χημικές επιρροές αποτελούν μερικές από τις ιδιότητες αυτές.

Ο βαθμός εκδηλώσεως των ιδιοτήτων δεν είναι ο ίδιος στα διάφορα υλικά. Κάθε υλικό έχει δικό του βάρος, δικό του χρώμα, δική αντοχή στις εξωτερικές επιδράσεις κλπ.

Για να επιλέξει ο τεχνικός τα κατάλληλα υλικά πρέπει, εκτός από τις ιδιότητες των διαθεσίμων υλικών, να γνωρίζει και τους εξωτερικούς παράγοντες, που θα επηρεάσουν το έργο, καθώς και τις ιδιότητες που πρέπει να έχουν τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν, ώστε να είναι ικανά να αντισταθούν αποτελεσματικά στις απαιτήσεις του έργου.

Συγκρίνοντας τις ιδιότητες, που επιβάλλεται να έχουν τα υλικά με τα οποία πρέπει να κατασκευασθεί ένα έργο με τις ιδιότητες που έχουν τα αντίστοιχα διαθέσιμα υλικά, επιτυγχάνεται τελικά η επιλογή των καταλληλοτέρων υλικών.

Οι απαιτούμενες ιδιότητες περιέχονται στις προδιαγραφές και στους κανονισμούς υλικών, που τυχόν υπάρχουν (παράγρ. 1.7). Μεγάλη σημασία έχει και η πείρα του τεχνικού, ιδιαίτερα όταν δεν υπάρχουν προδιαγραφές.

Ο βαθμός εκδηλώσεως των ιδιοτήτων, που έχουν τα διαθέσιμα για την κατασκευή του έργου υλικά, προσδιορίζεται με πειραματικές μεθόδους.

Στα επόμενα κεφάλαια, όπου εξετάζονται τα υλικά διαφόρων κατηγοριών, αναγράφονται τα σπουδαιότερα τμήματα των προδιαγραφών και κανονισμών που ισχύουν, καθώς επίσης και ορισμένες μέθοδοι για τον προσδιορισμό του βαθμού εκδηλώσεως (του μεγέθους) των ιδιοτήτων κάθε υλικού.

Πιο κάτω θα εξετάσομε τις ιδιότητες, που πρέπει να έχουν τα δομικά υλικά, τα προοριζόμενα για την κατασκευή ενός έργου.

Οι ιδιότητες διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

- ***Χημικές.***
- ***Φυσικές και μηχανικές.***
- ***Τεχνικές ή τεχνολογικές.***

Οι χημικές ιδιότητες δεν ενδιαφέρουν άμεσα τον τεχνικό εκτός από ορισμένες εξαιρέσεις· ενδιαφέρουν μόνον όσους ασχολούνται με την κατασκευή των τεχνητών υλικών (εργαστήρια, εργοστάσια).

Οι ***φυσικές*** και κυρίως οι ***μηχανικές ιδιότητες***, καθώς και εν μέρει οι ***τεχνολογικές*** έχουν, αντίθετα, μεγαλύτερη σπουδαιότητα, γιατί η ακριβής γνώση τους αποτελεί προϋπόθεση για την ορθή χρησιμοποίηση των δομικών υλικών.

1.6.1 Φυσικές ιδιότητες.

Οι σπουδαιότερες απ' αυτές είναι:

α) Φαινόμενη πυκνότητα - πορώδες.

Ο όγκος ενός σώματος περιλαμβάνει τον όγκο της στερεής ύλης και τον όγκο των κενών, που παρεμβάλλονται μεταξύ των κόκκων της ύλης αυτής.

Τα κενά αυτά μπορεί να είναι ορατά με γυμνό μάτι, όπως π.χ. οι τρύπες στο ξύλο και στην ελαφρόπετρα (κίσσηρη) ή πόροι τριχοειδείς ή υποτριχοειδείς ορατοί με μικροσκόπιο, όπως π.χ. στους συμπαγείς λίθους, ή τέλος μπορεί να είναι κενά αόρατα ακόμη και με μικροσκόπιο, όπως π.χ. στα μέταλλα.

Εάν με V_u συμβολίσομε τον όγκο της στερεής ύλης, με $V_κ$ τον όγκο των κενών και με $V_φ$ τον όγκο του σώματος τότε ισχύει η σχέση:

$$V_φ = V_u + V_κ \qquad (1)$$

Ο όγκος $V_φ$ καλείται ***φαινόμενος όγκος*** ή απλώς ***όγκος*** του σώματος, ο δε όγκος V_u ***απόλυτος όγκος*** του σώματος.

Πείραμα.

Η σχέση (1) επαληθεύεται με το εξής πείραμα:

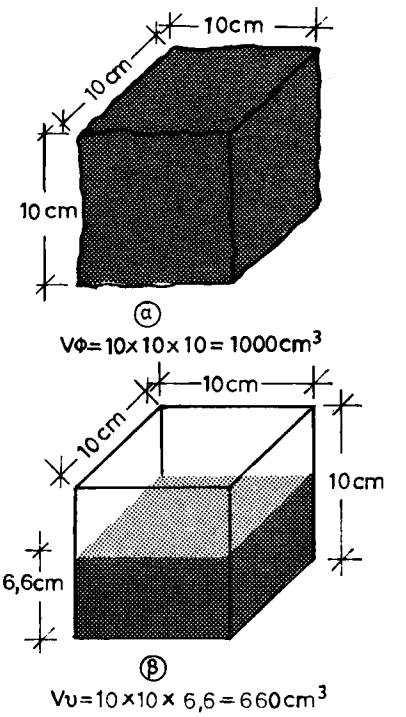
Δίνεται σε ένα συμπαγή λίθο κυβική μορφή με μήκος ακμής 10 cm (σχ. 1.6α). Ο φαινόμενος όγκος θα είναι:

$$V_φ = 10 \times 10 \times 10 = 1000\ cm^3 = 1\ dm^3$$

Κατόπιν ο λίθος λειοτριβείται σε πολύ λεπτή σκόνη, η οποία τοποθετείται σε δοχείο κυβικής μορφής με ακμή 10 cm όπου και συμπιέζεται ισχυρά. Παρατηρείται τότε ότι η σκόνη καταλαμβάνει περίπου τα 2/3 και όχι ολόκληρο το δοχείο. Αυτό συνέβη, γιατί με τη συμπίεση της σκόνης επιτυγχάνεται μεγάλη προσέγγιση των κόκκων του υλικού και σχεδόν μηδενισμός του όγκου των κενών. Ο όγκος της ύλης, δηλαδή ο απόλυτος όγκος του λίθου V_u θα είναι ίσος προς 2/3 dm^3 και ο όγκος των κενών $V_κ$ θα είναι ίσος προς 1/3 dm^3.

Κατά την εξέταση των δομικών υλικών εκείνο που ενδιαφέρει περισσότερο είναι ο απόλυτος όγκος των κενών, που περιέχονται σε έναν ορισμένο όγκο, π.χ. σε 1 cm^3 ή σε 1 dm^3 ή σε 1 m^3 φαινόμενου όγκου.

Εάν συγκριθεί ο απόλυτος όγκος V_u προς το φαινόμενο όγκο $V_φ$ ενός σώματος, το αποτέλεσμα της συγκρίσεως δείχνει τι ποσοστό του



Σχ. 1.6α.
Τα ψαθυρά υλικά (λίθοι, σκυρόδεμα, τούβλα) έχουν πολλά κενά. Στο σχήμα παριστάνεται: α) Ο όγκος που καταλαμβάνει ένα υλικό (φαινόμενος όγκος) και β) ο όγκος, που καταλαμβάνει το ίδιο υλικό, εάν λειοτριβηθεί και συμπιεσθεί ισχυρά (απόλυτος όγκος).

φαινόμενου όγκου καταλαμβάνει ο απόλυτος όγκος του σώματος αυτού. Το ποσοστό αυτό είναι ένας αδιάστατος αριθμός, που καλείται ***σχετική*** ή ***φαινόμενη πυκνότητα*** του σώματος και συμβολίζεται με ρ. Ισχύει λοιπόν η σχέση:

$$ρ = \frac{V_u}{V_φ} \qquad (2)$$

Κατά τον ίδιο τρόπο εάν συγκριθεί ο όγκος των κενών $V_κ$ προς το φαινόμενο όγκο $V_φ$ θα προκύψει ένας άλλος αριθμός α, ο οποίος προσδιορίζει την ***αραιότητα*** ή το ***πορώδες*** του σώματος. Τότε ισχύει η σχέση:

$$α = \frac{V_κ}{V_φ} \qquad (3)$$

Η πυκνότητα ρ και το πορώδες α είναι αριθμοί πάντοτε μικρότεροι από τη μονάδα και μεταξύ τους ισχύει η σχέση:

$$ρ + α = \frac{V_u}{V_φ} + \frac{V_κ}{V_φ} = 1 \qquad (4)$$

Στο πείραμα που αναφέρθηκε προηγούμενα η πυκνότητα του λίθου και το πορώδες του είναι:

$$\rho = \frac{2/3\ dm^3}{1\ dm^3} = 0,67 \quad \alpha = \frac{1/3\ dm^3}{1\ dm^3} = 0,33$$

Τα υλικά, στα οποία εκδηλώνονται έντονα οι δύο παραπάνω ιδιότητες, είναι οι λίθοι, τα τούβλα, τα κονιάματα, το σκυρόδεμα, το ξύλο κ.ά. Τα μέταλλα πρακτικά δεν παρουσιάζουν κενά και επομένως η πυκνότητά τους είναι $\rho = 1$ και το πορώδες $\alpha = 0$. Επίσης το γυαλί εκ φύσεως δεν έχει κενά, όπως ακριβώς συμβαίνει και με τα υγρά, και γι' αυτό καλείται ***στερεό υγρό***.

Οι ιδιότητες της πυκνότητας και κυρίως του πορώδους επηρεάζουν σοβαρά άλλες ιδιότητες των υλικών. Η ικανότητα π.χ. των πορωδών υλικών να απορροφούν νερό ή να επιτρέπουν τη διέλευση του νερού και του αέρα από τη μάζα τους, η αντοχή τους στον παγετό, η μηχανική αντοχή τους και το φαινόμενο βάρος τους εξαρτώνται άμεσα από την πυκνότητά τους.

β) Ειδικό βάρος.

Είναι το βάρος της ύλης, που περιέχεται στη μονάδα του όγκου κάθε υλικού.

Για τον προσδιορισμό του ειδικού βάρους ενός σώματος συγκρίνεται το βάρος G του σώματος προς τον όγκο που έχει το σώμα.

Εάν η σύγκριση γίνει προς το φαινόμενο όγκο V_φ, τότε το ποσόν που προκύπτει καλείται ***φαινόμενο*** ειδικό βάρος και συμβολίζεται με s. Εάν η σύγκριση γίνει με τον απόλυτο όγκο V_u, τότε καλείται ***απόλυτο*** ειδικό βάρος και συμβολίζεται με u.

Ισχύουν επομένως οι σχέσεις:

$$s = \frac{G}{V_\varphi} \quad \text{και} \quad u = \frac{G}{V_u} \qquad (5)$$

Τα s και u ***δεν είναι*** αριθμοί ***αδιάστατοι***, όπως η πυκνότητα και το πορώδες.

Η μονάδα μετρήσεώς τους εξαρτάται από τις μονάδες μετρήσεως του βάρους και του όγκου του σώματος. Διεθνώς έχουν επικρατήσει οι εξής μονάδες:

p/cm^3	(ποντ ανά κυβικό εκατοστό)
kp/dm^3	(κιλοπόντ ανά κυβική παλάμη)
kp/m^3	(κιλοπόντ ανά κυβικό μέτρο)
Mp/m^3	(μεγαπόντ ή τόννος ανά κυβικό μέτρο).

Συνήθως το απόλυτο ειδικό βάρος ενός σώματος μετρείται σε p/cm^3, και το φαινόμενο ειδικό βάρος σε kp/m^3. Οι διαστάσεις κατά κανόνα παραλείπονται και απλουστεύεται η έκφραση. Έτσι γράφομε:

– Ειδικό βάρος ενός σώματος u = 2,3 (παραλείπεται η λέξη απόλυτο και οι διαστάσεις p/cm^3).

– Φαινόμενο βάρος ενός σώματος s = 1700 (παραλείπεται η λέξη ειδικό και οι διαστάσεις kp/m^3).

Από τις σχέσεις (5) γίνεται φανερό ότι το ειδικό βάρος u είναι πάντοτε μεγαλύτερο ή τουλάχιστον ίσο προς το φαινόμενο βάρος, γιατί ο απόλυτος όγκος V_u είναι πάντοτε μικρότερος ή το πολύ ίσος προς το φαινόμενο όγκο V_φ. Επίσης είναι φανερό ότι το s εξαρτάται από το είδος της ύλης, από την οποία αποτελείται το σώμα, και από την ποσότητα της ύλης αυτής, δηλαδή από τη φαινόμενη πυκνότητα του σώματος, ενώ αντίθετα το u εξαρτάται μόνο από το είδος της ύλης.

Υπάρχουν π.χ. ασβεστόλιθοι, που έχουν το ίδιο ειδικό βάρος αλλά διαφορετικό φαινόμενο βάρος. Αυτό συμβαίνει, γιατί άλλοι είναι αραιότεροι (μεγάλο πορώδες) και άλλοι πυκνότεροι (μικρό πορώδες), ενώ η ύλη, από την οποία αποτελούνται, είναι η ίδια (ανθρακικό ασβέστιο).

Μεταξύ φαινόμενου βάρους s, πυκνότητας ρ και ειδικού βάρους u ισχύουν οι σχέσεις:

$$\rho = \frac{s}{u} \quad \text{ή} \quad s = \rho u \qquad (6)$$

που προκύπτουν από τις σχέσεις (2) και (5).

Το φαινόμενο βάρος ενός υλικού πρέπει απαραίτητα να είναι γνωστό στον τεχνικό για τρεις βασικούς λόγους:

1) Με τη βοήθεια του φαινόμενου βάρους και του φαινόμενου όγκου υπολογίζονται τα φορτία διαφόρων υλικών που επιδρούν επάνω στα τεχνικά έργα ή το ***ίδιο βάρος*** των στοιχείων που συγκροτούν το τεχνικό έργο [(βλ. παράγρ. 1.5.1, (στ)] σύμφωνα με τον τύπο:

$$G = V_\varphi \cdot s \qquad (7)$$

2) Αποτελεί σπουδαίο κριτήριο της μηχανικής αντοχής των πορωδών κυρίως υλικών (λίθων, σκυροδεμάτων, ξύλων). Ένα βαρύ υλικό έχει κατά κανόνα μεγαλύτερη μηχανική αντοχή από ένα ελαφρό της ίδιας κατηγορίας. Πολλές φορές μάλιστα, όταν δεν απαιτείται ακριβής προσδιορισμός της αντοχής, λαμβάνεται ως κριτήριο αυτής το φαινόμενο βάρος.

3) Σε κατασκευές κάτω από το νερό, όπως π.χ. σε βυθισμένα τμήματα δεξαμενών και φραγμάτων, η ευστάθειά τους είναι ανάλογη προς το βάρος τους. Όσο δηλαδή μεγαλύτερο βάρος

έχουν οι κατασκευές αυτές, τόσο μεγαλύτερη ευστάθεια παρουσιάζουν. Επειδή δε το βάρος ενός υλικού, που βρίσκεται μέσα στο νερό, ελαττώνεται κατά το βάρος του εκτοπιζόμενου νερού (άνωση), που είναι αριθμητικά ίσο προς το φαινόμενο όγκο του υλικού, έπεται ότι για τις αναφερόμενες κατασκευές θα πρέπει να επιλεγούν τα υλικά με το μεγαλύτερο φαινόμενο βάρος.

Παράδειγμα.

Δύο πέτρες, που έχουν τον ίδιο φαινόμενο όγκο $V_\varphi = 2\ m^3$ αλλά διαφορετικό φαινόμενο βάρος $s_1 = 1900$ και $s_2 = 1200$, βυθίζονται στο νερό. Πριν από τη βύθιση το συνολικό βάρους τους είναι αντίστοιχα:

$$G_1 = 1900\ kp/m^3 \times 2\ m^3 = 3800\ kp \quad \text{και}$$

$$G_2 = 1200\ kp/m^3 \times 2\ m^3 = 2400\ kp$$

Μετά τη βύθισή τους θα χάσει η καθεμιά πέτρα το ίδιο βάρος, που ισούται με τον όγκο της εκφρασμένο σε kp. Θα χάσουν δηλαδή 2000 kp. Επομένως μέσα στο νερό το βάρος της πρώτης θα είναι:

$G'_1 = 3800 - 2000 = 1800\ kp$ και της δεύτερης
$G'_2 = 2400 - 2000 = 400\ kp$

Ο προσδιορισμός του φαινόμενου βάρους s και της πυκνότητας ρ ενός πορώδους υλικού γίνεται με διάφορες μεθόδους. Γενικά με τις εργαστηριακές μεθόδους επιτυγχάνεται μεγάλη ακρίβεια, αλλά χρειάζονται ειδικά εργαστήρια και πολύς χρόνος. Με απλούστερες μεθόδους στο εργοτάξιο επιτυγχάνεται μικρή σχετικά ακρίβεια, αλλά το αποτέλεσμα ικανοποιεί στις περισσότερες περιπτώσεις τις ανάγκες του έργου. Η μέθοδος, που πρέπει να ακολουθήσομε, εξαρτάται και από το είδος του προς έλεγχον υλικού.

Στα επόμενα κεφάλαια, που αναφέρονται στις διάφορες κατηγορίες υλικών, περιγράφονται μερικές από τις μεθόδους αυτές.

Στον πίνακα 3 του παραρτήματος αναγράφονται τα φαινόμενα βάρη των κυριοτέρων δομικών υλικών και ορισμένων συνθέτων δομικών στοιχείων, που κατασκευάζονται από διάφορα υλικά. Οι τιμές αναφέρονται στον ελληνικό κανονισμό βαρών και φορτίσεων και σε άλλες πηγές.

γ) Υδροαπορροφητικότητα. Υδροπερατότητα. Αεροπερατότητα.

Οι ιδιότητες αυτές εμφανίζονται στα πορώδη υλικά και εξαρτώνται από την πυκνότητα ρ των υλικών, καθώς και από τη μορφή και το μέγεθος που έχουν οι πόροι τους.

Σώμα με μεγάλη πυκνότητα, και επομένως με λίγα κενά, απορροφάει κατά κανόνα λίγο νερό και δεν είναι εύκολη η είσοδος του νερού ή του αέρα μέσα στη μάζα του. Μεγάλοι και ευθύγραμμοι πόροι ανεξάρτητα από την πυκνότητα του σώματος διευκολύνουν τη δίοδο του νερού και του αέρα, ενώ μικροί και δαιδαλώδεις ή κλειστοί πόροι τη δυσχεραίνουν ή την καθιστούν αδύνατη.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η ελαφρόπετρα (κίσσηρη) η οποία αν και έχει πολύ μικρή πυκνότητα, εμφανίζει μικρότερη υδροαπορροφητικότητα από συμπαγέστερα υλικά, λόγω της μορφής που έχουν οι πόροι της. Επίσης από πειραματικά δεδομένα έχει προκύψει ότι λίθοι με την ίδια πυκνότητα παρουσιάζουν διαφορετική υδροαπορροφητικότητα και υδροπερατότητα. Το γεγονός αυτό οφείλεται στη διαφορετική μορφή που έχουν οι πόροι του υλικού.

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό του μέτρου των ιδιοτήτων που εξετάζομε, αναφέρονται σε γενικές γραμμές παρακάτω.

1) Η υδροαπορροφητικότητα μετράται με το βάρος του νερού, που απορροφάει η μονάδα βάρους του υλικού, και εκφράζεται με το λόγο του βάρους του νερού που απορροφάται προς το βάρος του υλικού επί τοις εκατό.

Ο προσδιορισμός γίνεται ως εξής:

Δείγμα του υλικού, κυβικής μορφής, ξεραίνεται σε 100°C και στη συνέχεια ζυγίζεται· έστω ότι το βάρος του είναι G. Βυθίζεται ύστερα μέσα στο νερό, όπου αφήνεται επί 100 περίπου ώρες. Μετά την εξαγωγή του σκουπίζεται καλά και ζυγίζεται ξανά· έστω ότι το βάρος έγινε G_1. Το νερό που απορροφήθηκε θα έχει βάρος $G_1 - G$, οπότε η υδροαπορροφητικότητα του υλικού θα είναι ίση με:

$$\frac{G_1 - G}{G} \times 100 \qquad (8)$$

Παράδειγμα.

Ένα τεμάχιο λίθου μετά την ξήρανσή του ζυγίζει 2,2 kp. Μετά τη βύθισή του στο νερό έστω ότι ζυγίζει 2,53 kp. Η υδροαπορροφητικότητά του θα είναι:

$$\frac{2{,}53 - 2{,}2}{2{,}2} \times 100 = 15\%$$

Συνηθισμένες τιμές της υδροαπορροφητικότητας για τους λίθους είναι οι εξής :

Συμπαγείς πυριγενείς λίθοι 1% του βάρους τους, ασβεστόλιθοι 5%, ψαμμίτες 14% κλπ. Οι τιμές αυτές είναι σχετικές και θα πρέπει, όπου απαιτείται, να γίνεται ακριβέστερη μέτρηση της υδροαπορροφητικότητας του υλικού, που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί.

2) Η υδροπερατότητα μετράται με το βάρος του νερού, που διέρχεται σε χρόνο μιας ώρας, υπό ορισμένη πίεση (συνήθως 1 at) από τη μονάδα επιφάνειας (1 cm^2) μιας πλάκας από το εξεταζόμενο υλικό πάχους 1 cm (σχ. 1.6β).

Οι παραπάνω ιδιότητες πρέπει να ελέγχονται προσεκτικά, όταν πρόκειται να κατασκευασθούν έργα, που έχουν οποιαδήποτε επαφή με το νερό ή με υγρά εδάφη. Τα πολύ πορώδη υλικά παθαίνουν σημαντικές αλλοιώσεις από το νερό που βρίσκεται μέσα στους πόρους τους. Ελαττώνεται η μηχανική αντοχή και η σκληρότητά τους, υφίστανται χημικές επιδράσεις λόγω των αλάτων και των οξέων, που είναι διαλυμένα στο νερό και αυξάνονται οι πιθανότητες καταστροφής τους από τον παγετό.

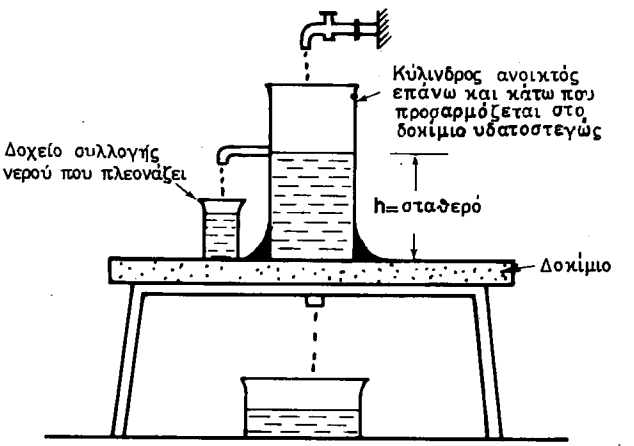
3) Η αεροπερατότητα εξετάζεται σε ειδικές περιπτώσεις. Π.χ. σε τεχνικά έργα βιομηχανικών περιοχών, όπου η ατμόσφαιρα περιέχει πολλές χημικές ουσίες. Ο προσδιορισμός της ιδιότητας αυτής χρειάζεται εργαστηριακή έρευνα και είναι αρκετά πολύπλοκος.

δ) Αντοχή στον παγετό.

Πώς επιδρά ο παγετός στα υλικά έχει ήδη εξετασθεί στην παράγραφο 1.5.1. Το πορώδες, η υδροαπορροφητικότητα και η μορφή των πόρων επηρεάζουν ουσιωδώς την αντοχή ενός υλικού στον παγετό.

Γενικά έχει εξακριβωθεί ότι υλικά με μεγάλους και ευθύγραμμους πόρους ή με κενά μονωμένα μεταξύ τους και γεμάτα αέρα αντέχουν στον παγετό περισσότερο απο άλλα υλικά με μικρούς δαιδαλώδεις πόρους. Σε περιοχές που εμφανίζονται χαμηλές θερμοκρασίες προλαμβάνεται η καταστροφή των οδοστρωμάτων και των πεζοδρομίων με τη χρησιμοποίηση ειδικών σκυροδεμάτων, που καλούνται ***αεροσκυροδέματα.*** Η μάζα τους περιέχει πολλά κενά που δεν συγκοινωνούν μεταξύ τους.

Για τον έλεγχο της αντοχής των υλικών στον παγετό, χρησιμοποιούνται κυβικά δοκίμια του εξεταζόμενου υλικού, που ξεραίνονται και βυθίζονται στο νερό για 24 ή 36 ώρες. Ύστερα τα εκθέτουν σε θερμοκρασία πήξεως του νερού το οποίο παγώνει και μετά σε θερμοκρασία



Σχ. 1.66.
Διάταξη για τη μέτρηση της υδροπερατότητας ενός υλικού.

τήξεως του πάγου που δημιουργήθηκε. Η εργασία αυτή επαναλαμβάνεται 25 ή κατά τους αμερικανικούς κανονισμούς 40 φορές. Τέλος τα δοκίμια ξεραίνονται μετά, αφαιρούνται από την επιφάνειά τους τα τεμάχια, που έχουν χαλαρωθεί, και ζυγίζονται. Το βάρος των τεμαχίων που αφαιρέθηκαν διαιρείται με το αρχικό βάρος των δοκιμίων και προκύπτει έτσι η εκατοστιαία απώλεια βάρους, με την οποία μετράται η αντοχή του υλικού στον παγετό. Μεταξύ δυο υλικών αυτό που έχει τη μεγαλύτερη απώλεια βάρους παρουσιάζει και τη μικρότερη αντοχή στον παγετό.

Παράδειγμα.

Έστω 4,4 kp το βάρος των δοκιμίων του υλικού που δοκιμάζεται. Μετά τις επαναλαμβανόμενες εκθέσεις του στις θερμοκρασίες πήξεως και τήξεως και την αφαίρεση των επιφανειακών τεμαχίων, έστω ότι ζυγίζει 4,02 kp. Η εκατοστιαία απώλεια βάρους είναι:

$$\frac{4.40 - 4.02}{4,4} \times 100 = 8,6\%$$

ε) Διαστολή και συστολή.

Όλα τα υλικά διαστέλλονται ή συστέλλονται, όταν θερμανθούν ή ψυχθούν (παράγρ. 1.5.1). Η διαστολή καθώς και η συστολή είναι διαφορετικές σε κάθε υλικό. Οι ιδιότητες αυτές πρέπει να είναι γνωστές προκειμένου να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα, ώστε να αποφευχθούν πιθανές καταστροφές ενός έργου σε δύο κυρίως περιπτώσεις:

– Όταν το έργο ή το στοιχείο ενός έργου έχει πολύ μεγάλο μήκος και συγχρόνως υφίσταται την επιρροή μεταβλητών θερμοκρασιών.

– Όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν σύνθετα στοιχεία, δηλαδή στοιχεία από δύο ή περισσότερα διαφορετικά υλικά που είναι συνδεμένα μεταξύ τους.

Στην πρώτη περίπτωση η συνολική διαστολή μπορεί να είναι τόσο μεγάλη, ώστε να προκαλέσει ρήγματα στο έργο. Ένα επίμηκες π.χ. κτήριο από οπλισμένο σκυρόδεμα ή μια σιδερένια γέφυρα θα υποστούν ζημιές, εάν δεν ληφθούν μέτρα προστασίας (αρμοί διστολής, έδρανα κυλίσεως).

Στη δεύτερη περίπτωση, λόγω της διαφορετικής διαστολής που υφίστανται τα υλικά, υπάρχει ο κίνδυνος να καταστραφεί το σύνθετο στοιχείο. Π.χ. ξύλινη δοκός ενισχυμένη με μια σιδερένια λάμα, που έχει συνδεθεί στερεά με αυτήν, αποτελούν σύνθετο στοιχείο, που θα καταστραφεί αναπόφευκτα, αν η αύξηση της θερμοκρασίας υπερβεί ορισμένα όρια. Τούτο θα συμβεί επειδή η σιδερένια λάμα που έχει μεγάλο συντελεστή γραμμικής διαστολής, θα επιμηκυνθεί περισσότερο από την ξύλινη δοκό, της οποίας ο αντίστοιχος συντελεστής είναι πολύ μικρός. Συνέπεια αυτών θα είναι η καταστροφή της δοκού στα σημεία συνδέσεώς της με τη λάμα.

Η διαστολή ενός υλικού μετράται με την αύξηση που θα υποστεί το μήκος του l_o (γραμμική διαστολή) ή ο όγκος του V_o (κυβική διαστολή), όταν ανέλθει η θερμοκρασία του κατά Δt.

Για τον υπολογισμό της αυξήσεως του μήκους ή του όγκου χρησιμοποιούνται αντίστοιχα ο ***συντελεστής γραμμικής διαστολής α***, που προσδιορίζεται πειραματικά για κάθε υλικό, και ο ***συντελεστής κυβικής διαστολής γ***, που για τα στερεά υλικά είναι:

$$\gamma = 3\alpha \qquad (9)$$

Ο συντελεστής α εξαρτάται από τη φύση του υλικού και από το ύψος της θερμοκρασίας. Στην περιοχή των συνήθων θερμοκρασιών ο συντελεστής αυτός παραμένει σταθερός για κάθε υλικό. Σε περιοχή όμως υψηλών θερμοκρασιών ο συντελεστής αυξάνει.

Οι μονάδες μετρήσεως (διαστάσεις) του συντελεστή γραμμικής διαστολής είναι:

$$mm/m.gd \quad \text{ή} \quad cm/cm.gd = 1/gd = gd^{-1}$$

Όπως βλέπομε, ο συντελεστής γραμμικής διαστολής εκφράζει την αύξηση του μήκους σε mm ή cm, όταν η θερμοκρασία του ανέλθει κατά 1 gd (ή 1°C) .

Επομένως το τελικό μήκος l_t ενός στοιχείου με μήκος l_o σε θερμοκρασία t_o , του οποίου η θερμοκρασία αυξήθηκε κατά Δt θα είναι:

$$l_t = l_o + l_o\,\alpha\,.\,\Delta t = l_o\,(1 + \alpha)\,.\,\Delta t \qquad (10)$$

Εάν στον τύπο το l_o εκφράζεται σε cm και το α σε gd^{-1} τότε το l_t προκύπτει σε cm.

Όταν το l_o εκφράζεται σε m και το α σε mm/m.gd ο τύπος (10) γράφεται:

$$l_t = l_o\,(1000 + \alpha)\,\Delta t$$

οπότε το l_t προκύπτει σε mm.

Στον πίνακα 4 αναγράφονται οι μέσες τιμές του α για ορισμένα δομικά υλικά σε θερμοκρασίες 0° ως 100°C.

Παράδειγμα.

Μία ράβδος από αλουμίνιο με μήκος $l_o = 6$ m ή 600 cm και θερμοκρασία 15°C θερμαίνεται ως τη θερμοκρασία των 90°C. Ο συντελεστής γραμμικής διαστολής του αλουμινίου είναι $\alpha = 23{,}8 \times 10^{-6}\ gd^{-1}$ ή $\alpha = 0{,}0230$ mm/m gd. Το τελικό μήκος της ράβδου στη θερμοκρασία των 90°C θα είναι:

$$l_t = 600\,[1 + 23{,}8 \times 10^{-6}\,(90–15)] = 601{,}071 \text{ cm}$$

$$\text{ή} \quad l_t = 600\,[1000 + 0{,}0238 \times (90–15)] = 6010{,}71 \text{ mm}$$

στ) Θερμική αγωγιμότητα και θερμομονωτική ικανότητα.

Η ιδιότητα της θερμικής αγωγιμότητας και αντίστοιχα της θερμομονωτικής ικανότητας των υλικών, έχει αποκτήσει τα τελευταία χρόνια ιδιαίτερη σημασία. Αυτό οφείλεται στην ανάγκη περιορισμού των θερμικών απωλειών στα κτήρια, ύστερα από την αλματώδη αύξηση της τιμής των καυσίμων. Εξ άλλου ως συνέπεια της μειώσεως των καυσίμων, που θα προέλθει από την κατάλληλη θερμική μόνωση των κτηρίων, είναι και η μείωση της ρυπάνσεως του περιβάλλοντος, κυρίως στις αστικές περιοχές, που αποτελεί μια επιτακτική απαίτηση των κατοίκων των περιοχών αυτών.

Η κατασκευή υλικών με αυξημένη τη θερμομονωτική ιδιότητα αποτελεί σήμερα αντικείμενο εκτεταμένων ερευνών, και συνεχώς διοχετεύονται στο εμπόριο καινούργια υλικά με εξαιρετικές ικανότητες.

Ο υπολογισμός της ποσότητας της θερμότητας, που διέρχεται δια μέσου ενός σώματος ή του χρόνου, που χρειάζεται για να περάσει από το σώμα ορισμένη ποσότητα θερμότητας,

γίνεται με τη βοήθεια ενός σταθερού για κάθε υλικό συντελεστή, που ονομάζεται ***συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας*** και συμβολίζεται με λ.

Ο συντελεστής αυτός καθορίζει τη θερμομονωτική ικανότητα του υλικού και εκφράζει το ποσό της θερμότητας Q_λ, η οποία διέρχεται από ένα στρώμα του υλικού πάχους 1 m, επιφάνειας 1 m^2, σε χρόνο 1 ώρας, όταν η θερμοκρασιακή πτώση κατά τη διεύθυνση της ροής είναι 1 βαθμός Κελσίου κατά μέτρο (σχ.1.6γ).

Η ποσότητα Q_λ είναι ανάλογη προς τη διαφορά της θερμοκρασίας, προς την επιφάνεια που προσβάλλεται και προς το χρόνο που διαρκεί η προσβολή και αντιστρόφως προς το πάχος του σώματος.

Επομένως η συνολική ποσότητα Q που διέρχεται μέσω σώματος με επιφάνεια S και πάχος d, σε χρόνο T, όταν η θερμοκρασιακή διαφορά των δύο παραλλήλων επιφανειών του είναι Δt, θα προκύψει από τη σχέση :

$$Q = \lambda \frac{\Delta t}{d} S \cdot T \qquad (11)$$

Ο συντελεστής αγωγιμότητας λ στο Τεχνικό Μετρικό Σύστημα (Τ.Μ.Σ.) έχει μονάδες:

$$\frac{kcal \cdot m}{gd \cdot m^2 \cdot h} = kcal \cdot gd^{-1} \cdot m^{-1} \cdot h^{-1}$$

Στο Τεχνικό Αγγλοσαξονικό Σύστημα οι μονάδες είναι:

$$Btu \cdot {}^\circ F^{-1} ft^{-1} \cdot h^{-1}$$

Η σχέση μεταξύ των δύο αυτών μονάδων είναι:

$$1 kcal \cdot gd^{-1} \cdot m^{-1} \cdot h^{-1} = 0{,}671\ Btu \cdot {}^\circ F^{-1} \cdot ft^{-1} \cdot h^{-1} \qquad (12)$$

Ο συντελεστής λ εξαρτάται από τη φύση, από το πορώδες ή το φαινόμενο βάρος και από την υγρασία που έχει το υλικό.

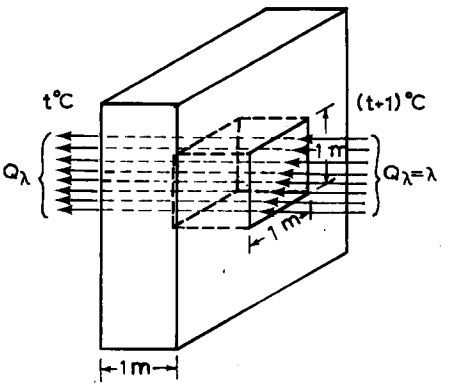
Γενικά τα πορώδη υλικά έχουν μικρό συντελεστή αγωγιμότητας, είναι δηλαδή δυσθερμαγωγά σώματα. Αντίθετα, τα συμπαγή σώματα είναι ευθερμαγωγά και έχουν μεγάλο συντελεστή λ.

Όταν υγρανθεί ένα σώμα, αυξάνει ο συντελεστής αγωγιμότητας.

Στον πίνακα 4 δίνονται (στήλη 5) οι τιμές του συντελεστή για ορισμένα δομικά υλικά.

ζ) Θερμική αντοχή.

Θερμική αντοχή ονομάζεται η αντοχή των υλικών στις υψηλές θερμοκρασίες. Είναι γνωστό ότι οι υψηλές θερμοκρασίες επιδρούν δυσμενώς στα υλικά (παράγρ. 1.5.1). Σε θερμοκρασίες αρκετά χαμηλότερες από το σημείο αναφλέξεώς τους (ξύλο, ορισμένα πλαστικά) ή από το σημείο τήξεώς τους (μέταλλα, πλαστικά, γυαλί κλπ.) τα υλικά αχρηστεύονται, γιατί ή ελαττώνεται σημαντικά η μηχανική αντοχή τους, ή υφίστανται χημικές αλλοιώσεις, ή τέλος μεταβάλλονται άλλες ουσιώδεις ιδιότητές τους (συντελεστές γραμμικής διαστολής και θερμικής αγωγιμότητας).



Σχ. 1.6γ.
Σχηματική παράσταση του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας ενός σώματος.

Κάθε υλικό παρουσιάζει διαφορετική θερμική αντοχή. Αυτή εξαρτάται από τη φύση της ύλης του υλικού, από τη φαινόμενη πυκνότητά του, από τη δομή του ιστού του, καθώς και από άλλους παράγοντες.

Τα πιο ανθεκτικά υλικά είναι το γυαλί και τα κεραμικά. Ακολουθούν οι λίθοι, τα μέταλλα και τελευταία έρχονται το ξύλο και τα περισσότερα από τα πλαστικά υλικά.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον για ορισμένες βιομηχανικές κατασκευές παρουσιάζουν όσα υλικά έχουν ικανοποιητική θερμική αντίσταση στις θερμοκρασίες 1100°C – 1200°C. Τα υλικά αυτά καλούνται ***πυρίμαχα*** (κεφάλ. 5 και 12).

Ο έλεγχος της θερμικής αντοχής ενός υλικού και ο προσδιορισμός του βαθμού εκδηλώσεώς της γίνονται με εργαστηριακές μεθόδους.

η) Αντοχή στη φωτιά και στην πυρκαϊά.

Ορισμένα υλικά χρησιμοποιούνται σε κατασκευές, που πρέπει να εμποδίζουν τη μετάδοση της φωτιάς και της θερμότητας έξω από το χώρο που δημιουργείται η φωτιά, όπως π.χ. θάλαμοι εστιών, κλίβανοι, διαχωριστικοί τοίχοι ή οροφές που έχουν προορισμό να προστατεύουν ειδικούς χώρους από τον κίνδυνο της πυρ-

καϊάς κλπ. Τα υλικά αυτά πρέπει να έχουν την ικανότητα να ανθίστανται στην επίδραση της φωτιάς και στην απότομη πτώση της θερμοκρασίας, όταν προσβληθούν από το κρύο νερό των πυροσβεστικών αντλιών.

Ο έλεγχος της αντοχής των υλικών απέναντι στη φωτιά και στην πυρκαϊά γίνεται κατά τους αμερικανικούς κανονισμούς, γιατί ελληνικοί δεν υπάρχουν, ως εξής:

Κατασκευάζεται ένας τοίχος με το υλικό που πρόκειται να ελεχθεί. Η μία του επιφάνεια εκτίθεται στη φωτιά σε χρόνους και θερμοκρασίες που καθορίζονται από τον κανονισμό ως εξής:

1000°F	(537,5°C)	επί	5 min
1300°F	(704,0°C)	επί	10 min
1550°F	843,0°C)	επί	30 min
1700°F	(936,5°C)	επί	1 h
1850°F	(1010,0°C)	επί	2 h
2000°F	(1093,05°C)	επί	4 h
2300°F	(1260,0°C)	επί	8 h

Εδώ τελειώνει το πρώτο στάδιο του ελέγχου, γιατί η μεγαλύτερη θερμοκρασία, που παρατηρήθηκε σε πυρκαϊές, κυμαίνεται μεταξύ 2200°F, (1204°C) και 2300°F (1260°C).

Σε δεύτερο στάδιο εκτίθεται η θερμαινόμενη επιφάνεια του τοίχου σε ρεύμα νερού που εκπέμπεται από πυροσβεστικό σωλήνα.

Το υλικό που ελέγχεται θεωρείται κατάλληλο εάν:

1) Ο τοίχος αντιστέκεται κατά το πρώτο στάδιο στην επιρροή της φωτιάς και δεν επιτρέπει τη διέλευση θερμότητας, φλογών και θερμών αερίων που θα μπορούσαν να προκαλέσουν το κάψιμο τεμαχίων βαμβακιού που τοποθετούνται στην άλλη πλευρά.

2) Ο τοίχος αντιστέκεται κατά τον ίδιο τρόπο και κατά το δεύτερο στάδιο, οπότε επενεργούν συγχρόνως η φωτιά και το νερό.

3) Η αύξηση της θερμοκρασίας στη μη προσβαλλόμενη πλευρά δεν υπερβαίνει τους 250°F (120°C) σε οποιαδήποτε στιγμή του ελέγχου.

θ) Αντοχή στη διάβρωση.

Κάθε υλικό συμπεριφέρεται διαφορετικά στη διαβρωτική ενέργεια των εξωτερικών παραγόντων (παράγρ.1.5). Αυτό εξαρτάται από:

– Το είδος του παράγοντα, που επιδρά στο υλικό και

– τη φύση του ίδιου του υλικού.

Π.χ. το οξυγόνο της ατμόσφαιρας υπό ορισμένες συνθήκες υγρασίας και θερμότητας καταστρέφει το σίδηρο, ενώ δεν διαβρώνει το ξύλο. Αντίθετα η υγρασία επιδρά δυσμενώς και στο σίδηρο και στο ξύλο.

Η διάβρωση ενός υλικού μετράται, με την απώλεια βάρους ανά μονάδα βάρους του στη μονάδα του χρόνου. Όταν πρόκειται για φυλλόμορφα υλικά, όπως π.χ. μεταλλικά ή πλαστικά φύλλα, επιχρώσεις κ.α., μετράται με την ελάττωση του πάχους του ανά μονάδα του χρόνου.

Η αντιδιαβρωτική ικανότητα των υλικών, λαμβάνεται σοβαρά υπ΄ όψη στη σύγχρονη τεχνική. Σε μερικές περιπτώσεις αποτελεί το αποκλειστικό σχεδόν κριτήριο για την επιλογή ενός υλικού. Στην κατασκευή δεξαμενών διαφόρων υγρών, σε σωληνώσεις μεταφοράς υγρών ή αερίων και γενικά σε τμήματα έργων, που έρχονται σε επαφή με χημικές ουσίες, πρώτιστο έργο του τεχνικού είναι η ανεύρεση υλικών με μεγάλη αντιδιαβρωτική ικανότητα.

Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στις Η.Π.Α. οι απώλειες από τη διάβρωση των πάσης φύσεως κατασκευών, περιλαμβανομένων και των μηχανών, ανέρχεται κάθε χρόνο σε δισεκατομμύρια δολάρια.

Οι μέθοδοι ελέγχου της αντοχής ενός υλικού στη διάβρωση διακρίνονται σε εργαστηριακές, εργοταξιακές και σε μεθόδους υπαίθρου.

Συνήθως ο έλεγχος διενεργείται από ειδικευμένους τεχνικούς.

Ένας εντελώς πρόχειρος τρόπος ελέγχου είναι να τοποθετηθεί τεμάχιο υλικού ορισμένου βάρους μέσα σε διάλυμα του εξεταζόμενου διαβρωτικού παράγοντα.

Ύστερα από παρέλευση ορισμένου χρόνου ανασύρεται το τεμάχιο, απαλλάσσεται από τα καταστραφέντα από τη διάβρωση τμήματα και ζυγίζεται πάλι. Η διαφορά του βάρους, αν διαιρεθεί με το αρχικό βάρος, δίνει την απώλεια από διάβρωση.

Εάν πρόκειται να ελεγχθεί η αντιδιαβρωτική ικανότητα ενός υλικού στην ατμοσφαιρική ή εδαφική διαβρωτική επιρροή των παραγόντων του τόπου, στον οποίο πρόκειται να κατασκευασθεί το έργο, τοποθετούνται δοκίμια του υλικού σε κατάληλλες θέσεις και, αφού περάσει αρκετός χρόνος, ζυγίζονται ξανά τα δοκίμια, αφού αφαιρεθούν τα χαλαρά τεμάχιά τους. Η απώλεια του βάρους προσδιορίζεται όπως προηγουμένως. Η μέθοδος αυτή δίνει καλά αποτελέσματα, αλλά απαιτεί πολύ χρόνο.

Ακριβέστερα και ταχύτερα γίνεται ο προσδιορισμός στο εργαστήριο.

1.6.2 Μηχανικές ιδιότητες.

Με τον όρο αυτό εννοούμε τη συμπεριφορά των υλικών, όταν υποστούν την επίδραση των εξωτερικών δυνάμεων (παράγρ. 1.5.1). Η συμπεριφορά αυτή εξαρτάται από τον τρόπο που δρουν οι δυνάμεις και από τη φύση των υλικών.

Οι σημαντικότερες από τις ιδιότητες αυτές είναι: Η αντοχή στη θραύση, ο τρόπος παραμορφώσεως, η αντοχή στην κρούση και η σκληρότητα.

α) Αντοχή στη θραύση, υπό την επίδραση στατικών δυνάμεων.

Η ιδιότητα αυτή αναφέρεται στην ικανότητα των υλικών να αντιστέκονται στις εξωτερικές δυνάμεις και να μη θραύονται όταν το μέγεθος των δυνάμεων αυτών είναι κάτω ενός ορισμένου ορίου. Το όριο αυτό είναι ορισμένο για κάθε υλικό.

Οι εξωτερικές δυνάμεις που δρουν στατικά (παράγρ.1.5) σ' ένα σώμα, μεταβιβάζονται στο εσωτερικό του και κατανέμονται επάνω στα μόριά του.

Οι εσωτερικές αυτές δυνάμεις, που καλούνται ***τάσεις,*** προκαλούν μετακινήσεις των μορίων. Το αποτέλεσμα των μετακινήσεων είναι η μεταβολή του αρχικού σχήματος και των διαστάσεων του σώματος. Στη μηχανική η μεταβολή αυτή καλείται ***παραμόρφωση.***

Ανάλογα με τη διεύθυνση και τη φορά τους, οι εσωτερικές δυνάμεις ή τάσεις, υποχρεώνουν τα μόρια να πλησιάσουν, να απομακρυνθούν ή να γλιστρήσουν μεταξύ τους (σχ. 1.6δ). Οι τάσεις που προκαλούν προσέγγιση των μορίων λέγονται ***θλιπτικές τάσεις***, αυτές που προκαλούν απομάκρυνση καλούνται ***εφελκυστικές τάσεις*** και αυτές που προκαλούν γλίστρημα ονομάζονται ***διατμητικές τάσεις.***

Τα χαρακτηριστικά των τάσεων, δηλαδή η διεύθυνση, η φορά και το μέγεθός τους εξαρτώνται:

– Από τις εξωτερικές δυνάμεις (διεύθυνση, φορά και μέγεθος αυτών).

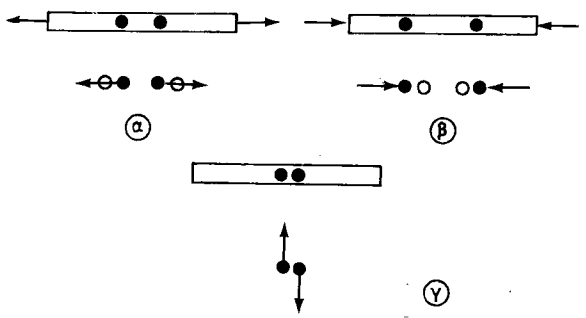
– Από τον τρόπο, που στηρίζεται το σώμα.

– Από τις διαστάσεις και το μέγεθος του σώματος.

Το μέγεθος των τάσεων εκφράζεται με το άθροισμα των δυνάμεων, που δρουν επάνω στα μόρια, τα οποία καταλαμβάνουν επιφάνεια ίση προς 1 mm^2 ή 1 cm^2 ή 1 m^2. Για τη μέτρηση των τάσεων χρησιμοποιούνται οι μονάδες:

kp /cm^2 (κιλοπόντ ανά τετραγωνικό εκατοστό)

Mp /cm^2 (μαγαπόντ ή τόννος ανά τετραγωνικό μέτρο)



Σχ. 1.6δ.
Διάφορα είδη εσωτερικών δυνάμεων (τάσεων), που δρουν στα μόρια ενός σώματος, που βρίσκεται, κάτω από την επιρροή εξωτερικών δυνάμεων, σε ισορροπία: α) Τάσεις που τείνουν να απομακρύνουν τα μόρια (τάσεις εφελκυσμού). β) Τάσεις που τείνουν να πλησιάσουν τα μόρια (τάσεις θλίψεως). γ) Τάσεις που τείνουν να προκαλέσουν ολίσθηση των μορίων (τάσεις διατμήσεως).

$$1\ kp/cm^2 = 10\ t/m^2$$

Το στερεό σώμα αντιστέκεται στην παραμόρφωση που προκαλούν οι τάσεις, με τις ***εσωτερικές δυνάμεις συνοχής*** ή ***μοριακές δυνάμεις***, που συγκρατούν τα μόρια ενωμένα μεταξύ τους.

Οι δυνάμεις αυτές διαφέρουν στα διάφορα υλικά σε μεγάλο βαθμό. Στο χάλυβα π.χ. είναι εξαιρετικά μεγάλες, ενώ στο ξύλο ή στους λίθους εμφανίζονται πολύ μικρές.

Επίσης για το ίδιο υλικό οι μοριακές δυνάμεις είναι διαφορετικές. Άλλες είναι οι δυνάμεις που συγκρατούν τα μόρια για να μην απομακρύνονται, άλλες για να μην προσεγγίζουν και άλλες για να μην ολισθαίνουν.

Όταν οι αναπτυσσόμενες στο σώμα λόγω των εξωτερικών δυνάμεων τάσεις υπερβούν ορισμένο, για κάθε υλικό και για κάθε διεύθυνση, μέγεθος, που ισούται με το μέγεθος των αντιστοίχων δυνάμεων συνοχής, οι δυνάμεις συνοχής υπερνικώνται και το σώμα στις περισσότερες περιπτώσεις θραύεται.

Το μέγεθος των μοριακών δυνάμεων, πέρα από το οποίο προκαλείται η καταστροφή του σώματος καλείται ***όριο θραύσεως*** ή ***αντοχή στη θραύση***. Οι μονάδες μετρήσεως της αντοχής είναι ίδιες με τις μονάδες μετρήσεως των τάσεων, αφού και αυτή είναι τάση. Η αντίστοιχη εσωτερική δύναμη που προκαλεί την καταστροφή καλείται ***τάση θραύσεως.***

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η αντοχή του υλικού στη θραύση διακρίνεται σε διάφορα είδη, ανάλογα με τον τρόπο παραμορφώσεώς του. Σπουδαιότερα είδη είναι:

Αντοχή σε θλίψη, σε ***εφελκυσμό***, σε ***κάμψη,*** σε ***διάτμηση*** και σε ***στρέψη***.

Τα είδη αυτά θα εξετασθούν αναλυτικότερα παρακάτω. Στα παραδείγματα, που ακολου-

θούν, διευκρινίζονται οι έννοιες της αντοχής του υλικού.

Παράδειγμα 1.

Έστω ότι ένα σώμα κυλινδρικής μορφής στηρίζεται σε οριζόντιο αμετακίνητο στήριγμα και φορτίζεται με κατακόρυφο φορτίο P (σχ. 1.6ε). Το σώμα υφίσταται την επίδραση δύο δυνάμεων, της P και της αντιδράσεως του στηρίγματος P΄, που ισορροπούν και προκαλούν σ' αυτό θλίψη. Η παραμόρφωση του σώματος (περίπτωση γ στο σχήμα 1.6ε) δημιουργείται από ελάττωση των μοριακών αποστάσεων που είναι παράλληλες προς τον άξονα των δύο εξωτερικών δυνάμεων και από αύξηση των μοριακών αποστάσεων, που είναι κάθετοι στον άξονα των δυνάμεων [(σχ. 1.6ε (β)]. Κατά συνέπεια στα μόρια του σώματος ενεργούν τάσεις θλίψεως και τάσεις εφελκυσμού και ολισθήσεως.

Οι τάσεις θλίψεως συμβολίζονται με $\sigma_{\theta\lambda}$.

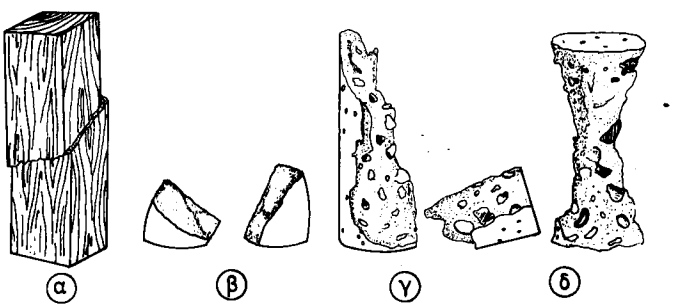
Αν το μέγεθος των τάσεων $\sigma_{\theta\lambda}$ είναι μεγαλύτερο από το μέγεθος των δυνάμεων συνοχής των μορίων, το σώμα θα σπάσει (σχ. 1.6στ).

Το μέγεθος των $\sigma_{\theta\lambda}$, που προκάλεσε τη θραύση και συμβολίζεται με $\sigma_{\theta\rho}^{\theta\lambda}$ και είναι λίγο μεγαλύτερο από τις δυνάμεις συνοχής, καλείται αντοχή του υλικού σε θλίψη.

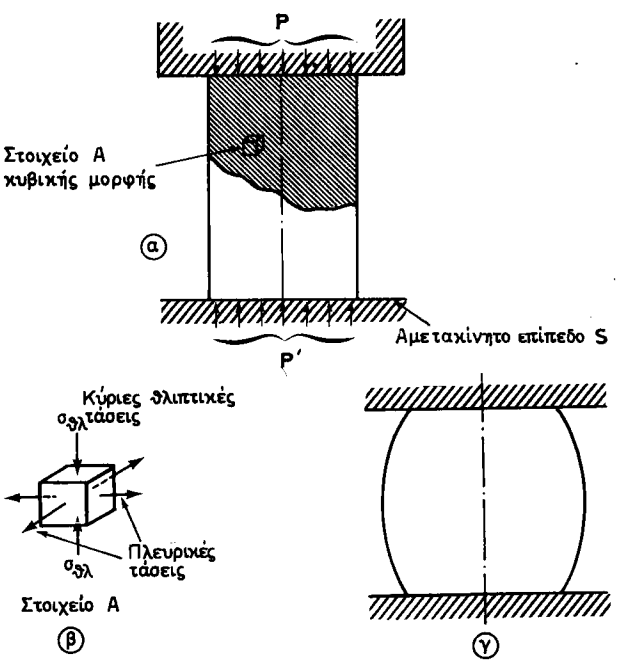
Παράδειγμα 2.

Έστω ότι μια μεταλλική ράβδος δέχεται την επίδραση δύο εφελκυστικών δυνάμεων P και P'. Οι δυνάμεις αυτές δρουν κατ' αντίθετη φορά από ό,τι στο προηγούμενο παράδειγμα (σχ. 1.6ζ). Επίσης και οι τάσεις που αναπτύσσονται έχουν εδώ αντίθετη φορά από ό,τι στο πρώτο παράδειγμα και καλούνται τάσεις ***εφελκυσμού*** που συμβολίζονται με $\sigma_{\epsilon\lambda}$.

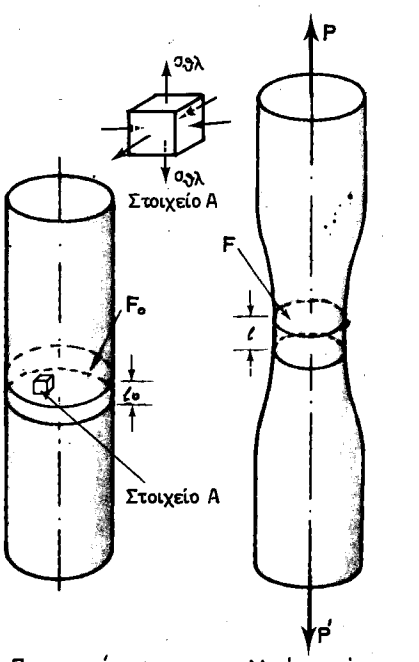
Και εδώ όταν οι τάσεις $\sigma_{\epsilon\lambda}$ που αναπτύσσονται υπερνικήσουν την αντοχή του σώματος σε



Σχ. 1.6στ.
Θραύση υλικών διαφόρων κατηγοριών που έχουν υποστεί θλίψη: α) Ξύλο. β) Χυτοσίδηρος. γ) και δ) Σκυρόδεμα.



Σχ. 1.6ε.
Παραμόρφωση στερεού σώματος που υφίσταται θλίψη από την ενέργεια δύο εξωτερικών δυνάμεων P και P': α) Το σώμα βρίσκεται υπό την επίδραση δύο θλιπτικών δυνάμεων. β) Οι τάσεις που ενεργούν σε ένα στοιχείο του σώματος κυβικής μορφής. γ) Το σώμα παραμορφώνεται. Ελαττώνεται το ύψος του και αυξάνει, κυρίως στο μέσο, η διάμετρός του.



Σχ. 1.6ζ.
Παραμόρφωση ράβδου που έχει υποστεί εφελκυσμό από τις εξωτερικές δυνάμεις P και P'. Παρατηρούμε ότι ενώ η αρχική της διατομή είχε επιφάνεια F_o, μετά την εφαρμογή των δυνάμεων ελαττώθηκε σε F και ότι το ύψος l_o ενός κυλινδρικού τμήματός της αυξήθηκε σε l.

εφελκυσμό, το σώμα θα καταστραφεί. Τότε η $\sigma_{\varepsilon\lambda}$ ***καλείται αντοχή του υλικού σε εφελκυσμό και συμβολίζεται με*** $\sigma_{\theta\rho}^{\varepsilon\lambda}$.

Η αντοχή ενός υλικού στις διάφορες φορτίσεις και παραμορφώσεις δεν είναι κάθε φορά η ίδια.

Π.χ. οι λίθοι παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή στις θλιπτικές δυνάμεις και μικρή αντοχή στις εφελκυστικές. Το ξύλο παρουσιάζει μεγαλύτερη αντοχή, όταν ενεργούν εφελκυστικές ή θλιπτικές δυνάμεις παράλληλα προς τις ίνες του παρά όταν ενεργούν κάθετα σ' αυτές. Ο σίδηρος έχει περίπου την ίδια αντοχή στις εφελκυστικές ή θλιπτικές δυνάμεις.

Τα σπουδαιότερα είδη αντοχής είναι τα εξής:

1) ***Αντοχή σε θλίψη.*** Εδώ το σώμα, που έχει γενικά πρισματική ή κυλινδρική μορφή, εδράζεται με ολόκληρη την κάτω επιφάνειά του (βάση) σε ένα αμετακίνητο υποστήριγμα (έδαφος ή άλλη κατασκευή). Τα εξωτερικά φορτία (βάρος υπερκειμένων υλικών, φορτία πλακών ορόφων ή πατωμάτων κλπ.) δρουν κατακόρυφα σε ολόκληρη την άνω επιφάνεια του σώματος (σχ. 1.6η). Ως άνω επιφάνεια μπορεί να ληφθεί και μια ενδιάμεση διατομή F παράλληλη προς τη βάση, οπότε στα εξωτερικά φορτία πρέπει να προστεθεί και το ίδιο βάρος του τμήματος, που βρίσκεται πάνω από τη διατομή F. [Το τμήμα $A_1, B_1, \Gamma_1, \Delta_1, A', B', \Gamma', \Delta'$ στο σχήμα 1.6η (α)].

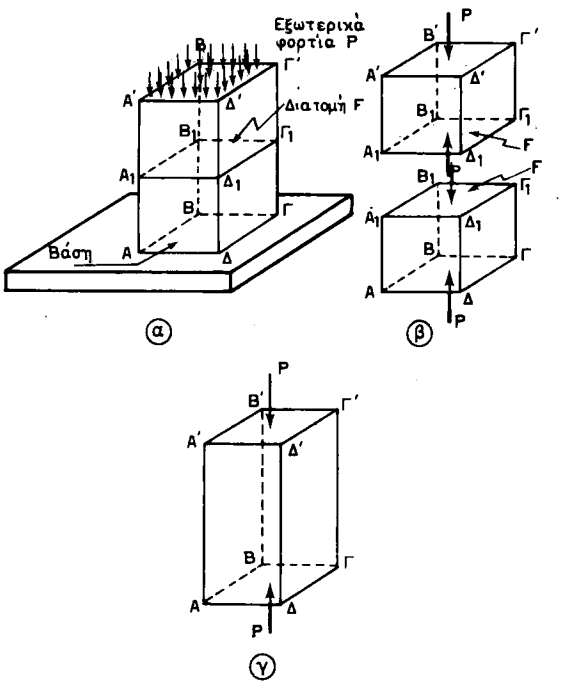
Τα υπερκείμενα φορτία απεικονίζονται συνήθως με μια δύναμη συγκεντρωμένη στο κέντρο βάρους της εξεταζόμενης επιφάνειας, έστω P [σχ.1.6η (β)]. Τα φορτία μεταβιβάζονται μέσω της μάζας του σώματος στο ακλόνητο υποστήριγμα ή στο έδαφος. Σύμφωνα όμως με την αρχή δράσεως και αντιδράσεως, εφ' όσον το ακλόνητο στήριγμα δέχεται μέσω του σώματος μια δύναμη P, τότε το στήριγμα αντιδρά με μια ίση και αντίθετης φοράς δύναμη.

Έτσι ολόκληρο το σώμα βρίσκεται υπό την ενέργεια των δυνάμεων θλίψεως P [σχ. 1.6η (γ)], υπό την προϋπόθεση ότι παραλείπεται το ίδιο βάρος του σώματος.

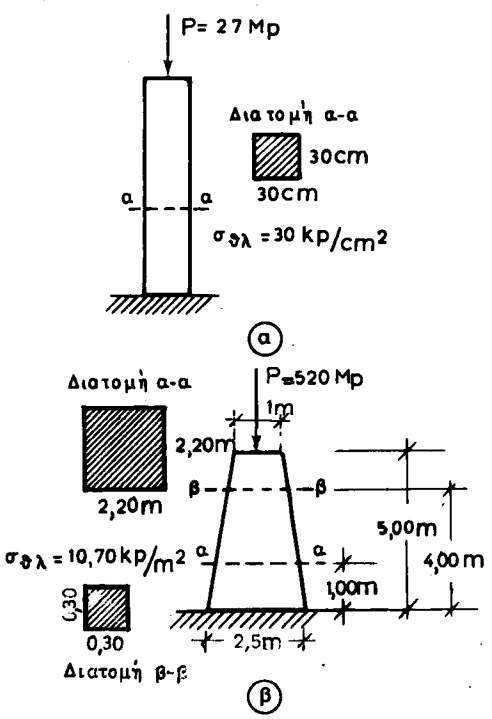
Οι τάσεις, που μεταφέρονται μέσα από τη μάζα του σώματος, θεωρείται ότι κατανέμονται ομοιόμορφα σε όλα τα μόρια των διατομών. Το ίδιο συμβαίνει και εάν κόψομε το σώμα στη θέση της διατομής F. Τα δύο τμήματα θλίβονται από τις ίδιες ισορροπούσες δυνάμεις P [σχ. 1.6η (β)].

Το σύνολο των τάσεων θλίψεως που ενεργούν σε κάθε διατομή είναι ίσο με τις εξωτερικές δυνάμεις, που τις προκάλεσαν, και επειδή οι τάσεις κατανέμονται ομοιόμορφα θα ισχύει η ακόλουθη σχέση για κάθε διατομή F:

$$F.\sigma_{\theta\lambda} = P \quad \text{ή} \quad \sigma_{\theta\lambda} = \frac{P}{F} \qquad (13)$$



Σχ. 1.6η.
Κατανομή των τάσεων θλίψεως μέσα σ' ένα στερεό σώμα.



Σχ. 1.6θ.
Παραδείγματα προσδιορισμού θλιπτικών τάσεων.
α) Στύλος ορθογωνικής διατομής. β) Βάθρο μεταβλητής διατομής.

Από τη σχέση (13) είναι εύκολο να προσδιορισθεί η τάση θλίψεως, όταν είναι γνωστές οι εξωτερικές δυνάμεις και οι διαστάσεις της διατομής.

Παράδειγμα.

Στο σχήμα 1.6θ (α) παριστάνεται ένας στύλος ορθογωνικής μορφής με διαστάσεις πλευρών 30 cm x 30 cm που δέχεται στην κορυφή του ένα φορτίο P= 27 Mp.

Στο σχήμα 1.6θ (β) παριστάνεται ένα βάθρο μορφής κόλουρου τετραγωνικής πυραμίδας με διαστάσεις: βάσεως 2,50 m x 2,50 m, κορυφής 1 m x 1 m και ύψους 5 m. Το φορτίο που δέχεται είναι 520 Mp. Εάν δεν ληφθεί υπ' όψη το ίδιο βάρος του στύλου και της πυραμίδας, τότε:

– Στην πρώτη περίπτωση, του στύλου, η αναπτυσσόμενη τάση θλίψεως σε οποιαδήποτε διατομή α-α κάθετη επί τη διεύθυνση του φορτίου P θα είναι:

$$\sigma_{\theta\lambda} = \frac{27}{30 \times 30} \text{ Mp/cm}^2 = 0{,}03 \text{ Mp/cm}^2$$

$$\text{ή } \sigma_{\theta\lambda} = 30 \text{ kp/cm}^2$$

– Στη δεύτερη περίπτωση, του βάθρου, η $\sigma_{\theta\lambda}$ είναι διαφορετική σε κάθε διατομή κάθετη στο φορτίο, γιατί μεταβάλλεται η επιφάνεια της διατομής. Έτσι στη διατομή α-α που απέχει 1 m από τη βάση, θα είναι:

$$\sigma^{\alpha}_{\theta\lambda} = \frac{520}{2{,}20 \times 2{,}20} \text{ Mp/m}^2$$

$$\text{ή } \sigma^{\alpha}_{\theta\lambda} = 107{,}5 \text{ Mp/m}^2 = 10{,}75 \text{ kp/cm}^2$$

Στη διατομή β-β που απέχει 4 m από τη βάση θα είναι:

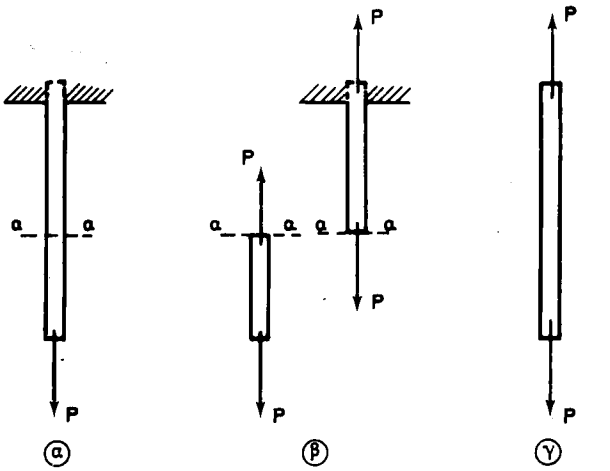
$$\sigma^{\beta}_{\theta\lambda} = \frac{520}{1{,}30 \times 1{,}30} \text{ Mp/m}^2$$

$$\text{ή } \sigma^{\beta}_{\theta\lambda} = 307{,}6 \text{ Mp/m}^2 = 30{,}76 \text{ kp/cm}^2$$

Ο έλεγχος της αντοχής σε θλίψη δεν είναι απαραίτητο να γίνεται σε όλα τα δομικά υλικά. Μόνον όσα πρόκειται να υποστούν θλιπτικές δυνάμεις, μετά την ενσωμάτωσή τους σε έργο, ελέγχονται. Τα πιο συνηθισμένα υλικά της κατηγορίας αυτής είναι οι λίθοι, οι πλίνθοι, τα σκυροδέματα, το ξύλο και ο χυτοσίδηρος.

Ο προσδιορισμός της ιδιότητας αυτής γίνεται πειραματικά στα εργαστήρια αντοχής υλικών, με τη χρησιμοποίηση ειδικών μηχανών.

Στον πίνακα 5 του παραρτήματος αναφέρεται η αντοχή σε θλίψη ορισμένων δομικών υλικών.



Σχ. 1.6ι.
Προσδιορισμός των τάσεων εφελκυσμού σε ράβδο.

Το μέγεθος των εξωτερικών φορτίων, που προκαλούν την καταστροφή ενός υλικού από θλίψη, ***καλείται φορτίο θραύσεως*** και εκφράζεται σε Mp ή σε kp. Το αντίστοιχο μέγεθος των τάσεων θλίψεως καλείται ***τάση θραύσεως*** ή ***αντοχή του υλικού σε θλίψη*** και εκφράζεται ως γνωστό με kp/cm^2 ή Mp/cm^2.

2) ***Αντοχή σε εφελκυσμό.*** Εάν οι εξωτερικές δυνάμεις (φορτία και αντιδράσεις), που ενεργούν επάνω σ' ένα σώμα τείνουν να επιμηκύνουν το σώμα (σχ.1.6ι), λέμε ότι το σώμα υφίσταται εφελκυσμό.

Στην περίπτωση αυτή ισχύουν όλα όσα αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο περί θλίψεως, με τη διαφορά ότι τόσο οι εξωτερικές δυνάμεις όσο και οι τάσεις εμφανίζονται με αντίθετη φορά.

Επομένως για τις τάσεις εφελκυσμού ($\sigma_{\varepsilon\lambda}$) ισχύει η σχέση:

$$\sigma_{\varepsilon\lambda} = \frac{P}{F} \qquad (14)$$

όπου P η εξωτερική δύναμη και F η επιφάνεια της εξεταζόμενης διατομής.

Και εδώ έχομε ***φορτίο θραύσεως σε εφελκυσμό και τάση θραύσεως ή αντοχή του υλικού σε εφελκυσμό.***

Ο προσδιορισμός της αντοχής σε εφελκυσμό γίνεται στα εργαστήρια αντοχής υλικών.

Κάθε υλικό έχει, όπως και στη θλίψη, τη δικιά του αντοχή σε εφελκυσμό. Στον πίνακα 5 του παραρτήματος αναφέρεται η αντοχή ορισμένων απ' αυτά.

Πρέπει να παρατηρήσομε ότι γενικά κάθε υλικό εκτός από ελάχιστες εξαιρέσεις (χάλυβας), παρουσιάζει διαφορετική αντοχή σε θλίψη και σ' εφελκυσμό.

Επομένως στα τεχνικά έργα, που δέχονται εφελκυστικές δυνάμεις, πρέπει να χρησιμοποιούνται τα υλικά με τη μεγαλύτερη αντοχή σ' αυτές τις δυνάμεις. Π.χ. οι λίθοι και το σκυρόδεμα έχουν αντοχή σε εφελκυσμό ίση περίπου προς 1/10 της αντοχής τους σε θλίψη. Επομένως θα ήταν αντιοικονομικό να χρησιμοποιήσομε τα υλικά αυτά σε τμήματα ενός έργου, στα οποία δρουν εφελκυστικές δυνάμεις.

3) ***Αντοχή σε διάτμηση.*** Όταν τα μόρια ενός σώματος ολισθαίνουν μεταξύ τους γιατί ενεργούν τάσεις κάθετες επάνω στην ευθεία που τα συνδέει (σχ. 1.6δ), το σώμα παραμορφώνεται. Η παραμόρφωση οφείλεται σε μετάθεση των διατομών κατά διεύθυνση κάθετη στον άξονα του σώματος. Τότε λέμε ότι το σώμα υφίσταται διάτμηση και θραύεται όταν οι τάσεις αυτές, που καλούνται ***διατμητικές,*** υπερβούν ένα όριο. Το όριο αυτό καλείται ***αντοχή*** του σώματος σε ***διάτμηση.***

Η περίπτωση αυτή της εντατικής καταστάσεως παρουσιάζεται σε όλες τις προηγούμενες περιπτώσεις παραμορφώσεως.

Γίνεται όμως περισσότερο φανερή κατά την παραμόρφωση από κάμψη. Σε πολλά υλικά αναπτύσσονται κατά την κάμψη τόσο μεγάλες διατμητικές τάσεις, ώστε η θραύση επέρχεται από αυτές και όχι από τις κύριες τάσεις εφελκυσμού και θλίψεως.

Καθαρή διάτμηση παρουσιάζεται στην περίπτωση των ηλώσεων. Στο σχήμα 1.6ια το βλήτρο (μπουλόνι) Α συγκρατεί δύο σώματα Β και Γ, που εφελκύονται από τις δυνάμεις Ρ.

Οι δυνάμεις που ενεργούν πάνω στο μπουλόνι φαίνονται στο σχήμα 1.6ια (β). Ο κίνδυνος να σπάσει τούτο εντοπίζεται στις διατομές α-α ή β-β, που τείνουν να μετακινηθούν κατά διεύθυνση κάθετη στον άξονα Χ-Χ του βλήτρου.

Έστω ότι το μπουλόνι είναι κυλινδρικό με διάμετρο d ≐ 6 cm. Η διατομή α-α ή β-β θα έχει επιφάνεια:

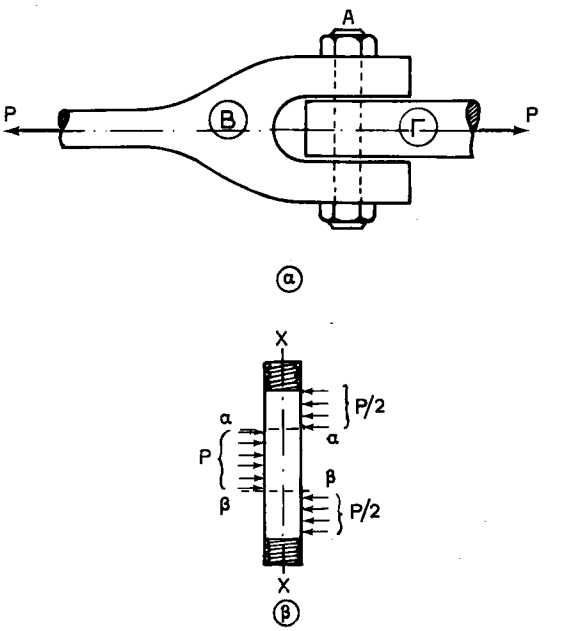
$$F = 3{,}14\,\frac{6^2}{4} = 28{,}26\ \text{cm}^2$$

Εάν η δύναμη είναι Ρ = 10 Mp, τότε η αναπτυσσόμενη διατμητική τάση τ στη διατομή α-α ή β-β είναι:

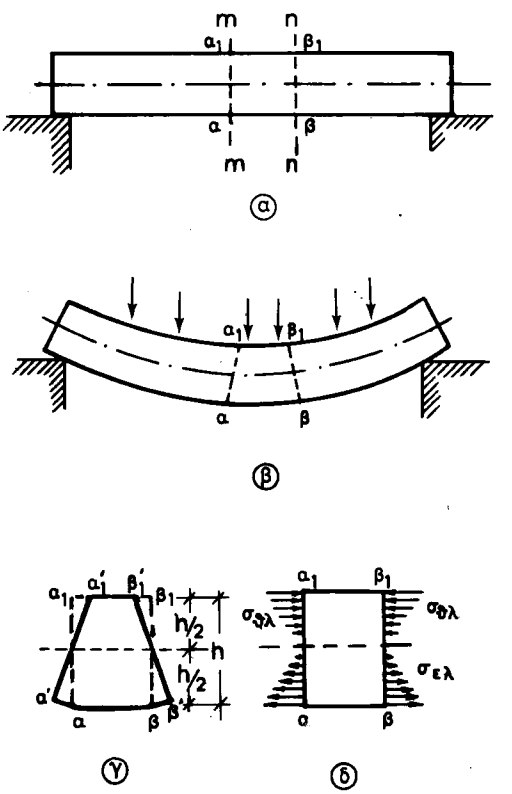
$$\tau = \frac{P/2}{F} \cong \frac{5000\ \text{kp}}{28{,}26\ \text{cm}^2} = 177\ \text{kp/cm}^2$$

Εάν το υλικό, από τ̣ο οποίο είναι κατασκευασμένος ο κοχλίας έχει αντοχή σε διάτμηση $\tau_{\theta\rho}$ =150 kp/cm² τότε θα καταστραφεί σε μια από τις διατομές α-α ή β-β.

4) ***Αντοχή σε κάμψη.*** Στην περίπτωση αυτή



Σχ. 1.6ια.
Κατανομή των τάσεων από διάτμηση.



Σχ. 1.6ιβ.
Κατανομή των τάσεων σε ράβδο που υφίσταται κάμψη.

το σώμα έχει συνήθως μορφή δοκαριού ή πλάκας και στηρίζεται σε δύο ή περισσότερα ακλόνητα στηρίγματα. Τα εξωτερικά φορτία δρουν κάθετα στον άξονα ή στο αξονικό επίπεδο του σώματος [σχ. 1.6ιβ (α)]. Το σώμα παραμορφώνεται, όπως φαίνεται στο σχήμα 1.6ιβ (β), υφίσταται δηλαδή κάμψη. Και εδώ τα εξωτερικά φορτία, για να μεταφερθούν στα στηρίγματα, διέρχονται από τη μάζα του υλικού και δημιουργούν εσωτερικές δυνάμεις διαφόρων κατευθύνσεων και πιο σύνθετες από ό.τι στην περίπτωση της θλίψεως ή του εφελκυσμού. Οι εσωτερικές αυτές δυνάμεις καλούνται καμπτικές τάσεις και, όταν το μέγεθός τους υπερβεί ένα όριο, ορισμένο για κάθε υλικό, καταστρέφουν τη συνοχή του υλικού και προκαλούν τη θραύση του. Το όριο αυτό καλείται ***αντοχή του υλικού σε κάμψη.***

Η αντοχή αυτή προσδιορίζεται πειραματικά, όπως και για τις άλλες περιπτώσεις παραμορφώσεως με ειδικές μηχανές.

Οι αναπτυσσόμενες καμπτικές τάσεις αναλύονται σε τρεις κύριες τάσεις γνωστές από την προηγούμενη ανάλυση. Δηλαδή σε:

– Θλιπτικές.
– Εφελκυστικές.
– Διατμητικές.

Πράγματι, από τη μορφή που παίρνει το σώμα κατά την παραμόρφωσή του [σχ. 1.6ιβ (β)], σε περίπτωση ***καθαρής κάμψεως***, συμπεραίνομε ότι το τμήμα, που βρίσκεται πάνω από τον άξονα, θλίβεται, ενώ το τμήμα που βρίσκεται κάτω από αυτόν εφελκύεται. Αυτό φαίνεται στο τμήμα $\alpha_1 \beta_1 \alpha\beta$, που αποσπάστηκε από το σώμα με δύο παράλληλες τομές mm και nn. Οι ίνες που βρίσκονται στο αξονικό επίπεδο ή ουδέτερο επίπεδο δεν έπαθαν καμιά παραμόρφωση, ενώ όσο απομακρυνόμαστε απ' αυτόν οι παράλληλες προς αυτό ίνες έπαθαν μεγαλύτερες βραχύνσεις (άνω) ή επιμηκύνσεις (κάτω). Κατά συνέπεια και οι τάσεις, που προκαλούν τις παραμορφώσεις αυτές, είναι μεγαλύτερες όσο μακρύτερα βρίσκονται οι ίνες από το ουδέτερο επίπεδο. Η κατανομή των τάσεων θλίψεως και εφελκυσμού σε διατομές κάθετες στον άξονα φαίνεται στο σχήμα 1.6ιβ (δ).

Από τα παραπάνω προκύπτει το συμπέρασμα ότι ένα υλικό, που έχει διαφορετική αντοχή σε θλίψη και σε εφελκυσμό, θα σπάσει είτε λόγω θραύσεως των ακραίων ινών, που βρίσκονται επάνω από τον άξονα (περίπτωση όπου $\sigma_{\theta\rho}^{\theta\lambda} < \sigma_{\theta\lambda}$) ή θραύσεως των ακραίων ινών, που βρίσκονται κάτω από τον άξονα (περίπτωση $\sigma_{\theta\rho}^{\varepsilon\lambda} < \sigma_{\varepsilon\lambda}$).

Κατά συνέπεια υλικά που έχουν μεγάλη διαφορά μεταξύ της αντοχής τους σε θλίψη και της αντοχής τους σε εφελκυσμό (λίθοι, σκυρόδεμα) δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται σε κατασκευές που πρόκειται να υποστούν κάμψη, όπως π.χ. δοκοί γεφυρών, κτηρίων, πατωμάτων κ.α.

Αντίθετα στις κατασκευές αυτές συμφέρει να χρησιμοποιούνται υλικά με περίπου ίσες αντοχές σε θλίψη και σε εφελκυσμό (ξύλο, οπλισμένο σκυρόδεμα, χάλυβας).

Υπάρχουν και άλλες περιπτώσεις εντατικής καταστάσεως πιο σύνθετες από τις προηγούμενες, όπως στρέψη ή σύγχρονη κάμψη και θλίψη κλπ., ως προς τις οποίες κάθε υλικό εμφανίζει διαφορετική αντοχή. Οι εντατικές αυτές καταστάσεις εξετάζονται στο μάθημα της Αντοχής των Υλικών.

β) Δυναμική αντοχή.

Όσα γράφηκαν στην παράγραφο 1.6.2 (α) ισχύουν, όταν οι δυνάμεις που ενεργούν σ' ένα σώμα, αποκτούν τη μεγαλύτερη τιμή τους ύστερα από ένα σχετικά μεγάλο χρονικό διάστημα. Αυξάνεται δηλαδή το μέτρο τους από το μηδέν ως την τελική τους τιμή, σιγά-σιγά. Η φόρτιση αυτή καλείται, ως γνωστό, ***στατική φόρτιση.***

Όταν όμως ενεργήσει πάνω στο σώμα μια δυναμική φόρτιση (παράγρ. 1.5.1), τότε η αντοχή του υλικού σ' αυτή τη φόρτιση είναι πάντοτε μικρότερη απ' αυτή που έχει όταν ενεργήσει στατική φόρτιση με το ίδιο μέτρο.

Οι συνηθέστερες περιπτώσεις δυναμικών φορτίσεων στις δομικές κατασκευές είναι ο σεισμός, οι υπόγειες εκρήξεις υπονομίσκων (φουρνέλων) στην περίπτωση που γίνονται εκβραχισμοί θεμελίων, οι εκρήξεις βομβών σε καιρό πολέμου, οι κραδασμοί, που οφείλονται στη λειτουργία μηχανών με κινούμενα μέρη και οι κραδασμοί που οφείλονται σε τροχοφόρα (βαριά αυτοκίνητα, σιδηρόδρομοι) που διασχίζουν γέφυρες ή δρόμους.

γ) Ελαστικότητα, πλαστικότητα, μέτρο ελαστικότητας.

Όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα (παράγρ. 1.6.2) κάθε σώμα παραμορφώνεται, αλλάζουν δηλαδή το σχήμα του και οι διαστάσεις του, όταν ενεργήσουν επάνω του εξωτερικές δυνάμεις. Έτσι μια ράβδος, που υφίσταται εφελκυσμό, επιμηκύνεται κατά τη διεύθυνση των δυνάμεων, ενώ συγχρόνως ελαττώνεται η διατομή της. Μια δοκός κάμπτεται όταν στηρί-

ζεται σε δύο στηρίγματα και φορτίζεται κάθετα προς τον άξονα της κ.ο.κ.

Όταν οι εξωτερικές δυνάμεις δημιουργούν τάσεις πολύ κάτω από το όριο θραύσεως είναι δυνατό οι παραμορφώσεις να είναι πρόσκαιρες και το σώμα να επανακτά την αρχική του μορφή, όταν σταματήσουν να ενεργούν οι δυνάμεις, που τις προκάλεσαν. Οι παραμορφώσεις αυτού του είδους λέγονται ***ελαστικές*** και καλείται ***ελαστικότητα η ιδιότητα του σώματος να επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση, όταν σταματήσουν να ενεργούν οι εξωτερικές δυνάμεις.***

Εάν οι αναπτυσσόμενες τάσεις αυξηθούν επάνω από ένα ορισμένο όριο, που καλείται ***όριο ελαστικότητας,*** οι παραμορφώσεις δεν αίρονται ύστερα από την απομάκρυνση των δυνάμεων. Οι μόνιμες αυτές παραμορφώσεις καλούνται ***πλαστικές*** και ονομάζεται ***πλαστικότητα η ιδιότητα του σώματος να παραμορφώνεται μόνιμα χωρίς να θραύεται.***

Εάν οι τάσεις αυξηθούν ακόμα περισσότερο, τότε το σώμα θα καταστραφεί.

Η μετάβαση από την κατάσταση της ελαστικότητας στην κατάσταση της πλαστικότητας, λόγω της αυξήσεως των τάσεων, δεν γίνεται ομαλά. Παρεμβάλλονται διάφορες άλλες καταστάσεις μερικής ελαστικής ή μερικής πλαστικής παραμορφώσεως, που εξαρτώνται από τη φύση του υλικού.

Στα επί μέρους κεφάλαια αναπτύσσεται αναλυτικότερα η συμπεριφορά των διαφόρων υλικών από την άποψη των παραμορφώσεων που υφίστανται, όταν βρίσκονται υπό την ενέργεια των εξωτερικών δυνάμεων .

Η ελαστικότητα εκδηλώνεται με διαφορετικό βαθμό στα διάφορα υλικά. Υπάρχουν υλικά που έχουν μεγάλη περιοχή ελαστικών παραμορφώσεων, όπως π.χ. το καουτσούκ (με πολύ μικρό όμως όριο ελαστικότητας, γιατί παραμορφώνεται με πολύ μικρές δυνάμεις) και άλλα, που δεν υφίστανται σχεδόν καθόλου ελαστικές παραμορφώσεις, όπως π.χ. ο πηλός.

Έχει αποδειχθεί πειραματικά ότι στην περιοχή της ελαστικότητας οι παραμορφώσεις είναι ανάλογες προς τις τάσεις. Ο λόγος των τάσεων σ προς τις παραμορφώσεις ε είναι μέγεθος σταθερό για κάθε υλικό και για κάθε είδος φορτίσεως, καλείται ***μέτρο ελαστικότητας*** και συμβολίζεται με το γράμμα Ε ή G ανάλογα με το είδος της φορτίσεως.

Ισχύει δηλαδή η σχέση:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad \text{ή} \quad G = \frac{\tau}{\varepsilon} \qquad (15)$$

Η τάση $\sigma = \frac{P}{F}$ και η ανηγμένη επιμήκυνση $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_o}$ ***(16)*** όπου $\Delta l = l' - l_o$. (l' είναι το τελικό μήκος της ράβδου που υφίσταται τη δύναμη P και l_o το αρχικό μήκος της ράβδου προ της μεταβολής της δυνάμεως P).

Το μέτρο ελαστικότητας ονομάζεται και μέτρο του Young από το όνομα του πρώτου που το προσδιόρισε. Οι σχέσεις (15) και (16) μπορούν να πάρουν και τις εξής μορφές:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{P}{FE} \quad \text{ή} \quad \Delta l = \frac{P l_o}{FE} \qquad (17)$$

Από τη σχέση (15) προκύπτει ότι οι διαστάσεις του Ε είναι :

Δύναμη / Επιφάνεια (kp/cm^2)

Στο Ε είναι δυνατό να δοθεί η ερμηνεία ότι είναι η τάση, που μπορεί να διπλασιάσει το μήκος του εφελκυόμενου σώματος, με την προϋπόθεση φυσικά ότι αυτό είναι απείρως ελαστικό. Τούτο προκύπτει, αν στη σχέση (17) τεθεί ε = 1, δηλαδή:

$$\frac{\Delta l}{l_o} = 1 \quad \text{ή} \quad \Delta l = l_o$$

Το μέτρο ελαστικότητας ποικίλλει σε μεγάλο βαθμό στα διάφορα υλικά και αποτελεί εξαιρετικά χρήσιμο στοιχείο για τη μελέτη της συμπεριφοράς τους κατά τις παραμορφώσεις.

Τα μέταλλα γενικά παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές μεταξύ τους. Ο χάλυβας έχει πολύ μεγάλο όριο ελαστικότητας σε εφελκυσμό και θλίψη και παρουσιάζει μεγάλες ελαστικές παραμορφώσεις. Ο μόλυβδος αντίθετα παρουσιάζει πολύ μικρές ελαστικές παραμορφώσεις και πολύ μεγάλες πλαστικές. Στην περίπτωση μάλιστα της θλίψεως ο μόλυβδος παραμορφώνεται πλαστικά σχεδόν απεριόριστα και δεν παρουσιάζει όριο θραύσεως. Γι' αυτό το λόγο είναι δυνατό να κατασκευασθούν με πίεση λεπτότατα φύλλα από μόλυβδο, χωρίς να αλλάζουν οι ιδιότητες του υλικού .

Ο προσδιορισμός του μέτρου Ε γίνεται πειραματικά με τη βοήθεια καταλλήλων μηχανών. Η τιμή του μέτρου ελαστικότητας διαφόρων υλικών αναγράφεται στον πίνακα 5 του παραρτήματος.

δ) Αντοχή σε κρούση. Το εύθραυστο.

Η ιδιότητα αυτή εκδηλώνεται, όταν ένα σώμα υποστεί την επίδραση δυνάμεως, που ενεργεί απότομα επάνω του (δυναμική φόρτιση) όπως π.χ. κρούση με μια σφύρα, ή όταν υποστεί την επίδραση υψηλών τάσεων, που συγκεντρώνονται σε μια μικρή περιοχή της μάζας του.

Χαρακτηρίζεται δε η ιδιότητα αυτή από την αντίσταση που προβάλλει το υλικό στο να μη θραυστεί από μια τοπική κρούση.

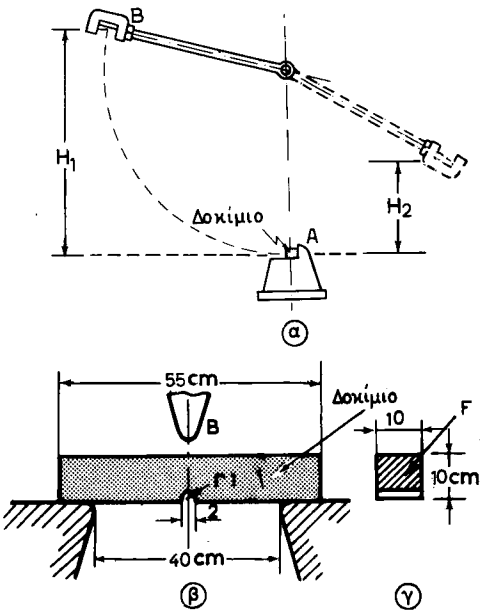
Ο έλεγχος των υλικών στο εύθραστο και ο προσδιορισμός του βαθμού θραύσεώς τους γίνεται με τη δοκιμή κρούσεως.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι εκτελέσεως της δοκιμής αυτής. Η συνηθέστερη είναι το εκκρεμές του Charpy. Σε γενικές γραμμές η δοκιμή αυτή γίνεται ως εξής: Στη θέση Α τοποθετείται το δοκίμιο από το εξεταζόμενο υλικό που φέρει στο μέσο μια εγκοπή [(σχ. 1.6ιγ (γ)]. Η μάζα Β που βρίσκεται στο άκρο του εκκρεμούς, ανυψώνεται σε ορισμένο ύψος H_1 και αφήνεται ελεύθερη να πέσει επάνω στο δοκίμιο. Μετά τη θραύση του δοκιμίου, η μάζα Β συνεχίζει την κίνησή της και πέρα από τη θέση Α και φθάνει σε ύψος H_2. Από το βάρος G της μάζας Β, από το αρχικό ύψος H_1, από το τελικό ύψος H_2 και από τη διατομή F του δοκιμίου στη θέση εγκοπής, προσδιορίζεται το μέγεθος της αντοχής του υλικού σε θραύση λόγω κρούσεως. Η αντοχή σε κρούση Κ δίνεται από τον τύπο:

$$K = G \frac{H_1 - H_2}{F} \qquad (18)$$

Εάν το βάρος G εκφράζεται σε kp, τα ύψη H_1 και H_2 σε cm και η διατομή F σε cm^2 τότε οι διαστάσεις της αντοχής σε κρούση θα είναι kp cm/cm^2 ή kp/cm.

Με τον τρόπο αυτό μπορεί να γίνει σύγκριση των διαφόρων υλικών ως προς την αντοχή που παρουσιάζουν σε κρούση.



Σχ. 1.6ιγ.
Σχηματική παράσταση της συσκευής του Charpy για τον έλεγχο σε κρούση των υλικών: α) Η συσκευή σε λειτουργία. β) Κάτοψη της θέσεως Α, στην οποία τοποθετείται το δοκίμιο. γ) Διατομή F του δοκιμίου στη θέση θραύσεώς του.

ε) Αντοχή σε τριβή. Σκληρότητα.

Η ιδιότητα αυτή των υλικών είναι από τις σπουδαιότερες, γιατί σε πολλές περιπτώσεις (λίθοι, ξύλα κλπ.) χαρακτηρίζει γενικά την καλή ή κακή ποιότητά τους.

Δεν πρέπει να συγχέεται με τη μηχανική αντοχή των υλικών, δηλαδή την αντοχή τους σε θλίψη, εφελκυσμό, κάμψη κλπ. Το διαμάντι, όπως είναι γνωστό, είναι το σκληρότερο σώμα. Η μηχανική του όμως αντοχή είναι πολύ μικρή.

Η σκληρότητα των υλικών, που θα χρησιμοποιηθούν σε τμήματα έργων, τα οποία πρόκειται να υποστούν τριβές (οδοστρώματα, πεζοδρόμια, δάπεδα αποθηκών και εργοστασίων) ή μηχανικές επιδράσεις από τον άνεμο, το νερό κλπ., πρέπει να ελέγχεται σχολαστικά.

Η σύγκριση του βαθμού σκληρότητας των υλικών, που επιλέγονται αρχικά, σε συνδυασμό και με τις άλλες ιδιότητες, που πιθανόν να απαιτούνται, θα καταστήσει εύκολη την επιλογή του καταλληλότερου υλικού.

Η σκληρότητα των υλικών βαθμολογείται σύμφωνα με τη σκληρομετρική κλίμακα του Mohs ή με άλλες κλίμακες.

Η κλίμακα του Mohs έχει 10 βαθμίδες. Σε κάθε βαθμίδα αντιστοιχεί ένα γνωστό ορυκτό, το οποίο χαράσσει το προηγούμενό του και χαράσσεται από το επόμενο.

Τα ορυκτά αυτά με την αντίστοιχη σκληρότητα αναφέρονται στον πίνακα 6 του παραρτήματος.

Απλός τρόπος εξακριβώσεως της σκληρότητας ενός υλικού είναι ο εξής:

– Σώματα σκληρότητας 2 χαράσσονται από το νύχι.

– Σώματα σκληρότητας 3 χαράσσονται από το γυαλί.

– Σώματα σκληρότητας 4 χαράσσονται από χαλύβδινο μαχαίρι.

Υπάρχουν όμως και ακριβέστερες εργαστηριακές μέθοδοι, όπως π.χ. οι γνωστές ως μέθοδοι Brinnel, Vickers, Los Angeles όπου τα δοκίμια τοποθετούνται σε ειδικές μηχανές ή συσκευές ελέγχου για να προσδιορισθεί η σκληρότητα και η αντοχή τους στην τριβή (κεφάλ. 2 και 7).

στ) Συντελεστής ασφάλειας. Επιτρεπόμενες τάσεις.

Η αντοχή σε θραύση ενός υλικού, στις διάφορες καταπονήσεις που μπορεί να υποστεί, αποτελεί το κύριο κριτήριο της ποιότητάς του

καθώς και τη βάση για τον προσδιορισμό της διατομής του. Κατά κανόνα, για τον υπολογισμό των διαστάσεων αυτής, λαμβάνεται υπ' όψη ένα ποσοστό της τάσεως θραύσεως για τους εξής λόγους:

1) Ο προσδιορισμός της αντοχής σε θραύση, δηλαδή της τάσεως θραύσεως, γίνεται πειραματικά σε ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα και όχι σ' ολόκληρη την ποσότητα των υλικών, που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν σε ένα έργο.

2) Τα υλικά έχουν διάφορα ελαττώματα, όπως π.χ. οι φλέβες και οι κοιλότητες στους λίθους, οι ρόζοι στα ξύλα κλπ., που προκαλούν τοπικές εξασθενήσεις της αντοχής.

3) Κατά την παρασκευή διαφόρων συνθέτων υλικών και κυρίως των κονιαμάτων και των σκυροδεμάτων, δεν τηρούνται επακριβώς οι προδιαγραφές και οι κανονισμοί, που προβλέπουν τις αναλογίες και τον τρόπο αναμίξεως με συνέπεια να προκύπτουν προϊόντα κατώτερης ποιότητας.

4) Ο υπολογισμός των διατομών γίνεται με παραδοχές που μπορεί να μην ισχύουν απόλυτα στην πράξη.

5) Η εκτίμηση των εξωτερικών φορτίων που δέχεται το υλικό, δεν είναι πάντοτε ακριβής.

6) Οι επιθυμητές παραμορφώσεις των έργων και επομένως των υλικών είναι πάντοτε μικρότερες απ' αυτές που δημιουργούνται με τις τάσεις που πλησιάζουν στα όρια θραύσεως.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι πρέπει η τάση που θα αναπτυχθεί από την επίδραση μιας εξωτερικής δυνάμεως να βρίσκεται πολύ κάτω της τάσεως θραύσεως ($\sigma_{\theta\rho}$) του υλικού. Η τάση αυτή ονομάζεται ***επιτρεπόμενη ή ανεκτή τάση*** ($\sigma_{\epsilon\pi}$).

Ο λόγος των δύο αυτών τάσεων καλείται ***συντελεστής ασφάλειας*** και συμβολίζεται με το γράμμα ν.

Δηλαδή προσδιορίζεται από τον τύπο:

$$\nu = \frac{\sigma_{\theta\rho}}{\sigma_{\epsilon\pi}} \qquad (19)$$

Επειδή ο συντελεστής ασφάλειας εξαρτάται όπως προαναφέρθηκε από αστάθμητους παράγοντες, οι κανονισμοί τον καθορίζουν ανάλογα με το είδος του υλικού και με το είδος της καταπονήσεως που υφίσταται, όταν ενσωματωθεί στο έργο. Επομένως, εάν γνωρίζομε την αντοχή ενός υλικού και το συντελεστή ασφάλειας, μπορούμε να προσδιορίσομε την τάση στην οποία επιτρέπεται να φορτισθεί κάθε υλικό. Θα ισχύει δηλαδή η σχέση :

$$\sigma_{\epsilon\pi} = \frac{\sigma_{\theta\rho}}{\nu} \qquad (20)$$

Οι συντελεστές ασφάλειας διαφόρων υλικών παρέχονται από τον πίνακα 7 του παραρτήματος.

1.6.3 Τεχνικές ή τεχνολογικές ιδιότητες.

Οι ιδιότητες αυτές αναφέρονται στην ικανότητα των υλικών να δέχονται διάφορες κατεργασίες, χωρίς να μεταβάλλονται οι ιδιότητές τους (χημικές, φυσικές, μηχανικές). Επομένως έχουν σχέση με τη δυνατότητα χειρισμού των διαφόρων υλικών κατά την εκτέλεση των εργασιών.

Π.χ. ο μαλακός χάλυβας, το αλουμίνιο καθώς και άλλα μέταλλα, μετατρέπονται σε φύλλα και σύρματα με τη βοήθεια ειδικών μηχανών, χωρίς να ελαττωθεί η αντοχή τους ή οι άλλες ιδιότητές τους. Αντίθετα ο χυτοσίδηρος, αν υποστεί την κατεργασία της μετατροπής αυτής, θα σπάσει.

Υπάρχουν λίθοι που λαξεύονται εύκολα και λίθοι, που είναι σχεδόν αδύνατη η λάξευσή τους. Επίσης υπάρχουν λίθοι που λειαίνονται και λίθοι που δεν επιδέχονται λείανση.

Τα κονιάματα και τα σκυροδέματα δύσκολα κατεργάζονται, όταν περιέχουν μικρή ποσότητα νερού ή όταν η σχέση μεταξύ των αδρανών υλικών (άμμος και χαλίκια) και ασβέστη ή τσιμέντου δεν είναι σε κανονικές αναλογίες.

Οι σπουδαιότερες τεχνολογικές ιδιότητες των δομικών υλικών είναι:

α) Το εργάσιμο.

Είναι ιδιότητα που καθιστά ένα υλικό ικανό να υποστεί εύκολα διάφορες κατεργασίες προτού να χρησιμοποιηθεί στο έργο. Η ιδιότητα αυτή έχει σημασία κυρίως για τους λίθους, καθώς και για τα λεπτά και χοντρά κονιάματα.

Ορισμένοι λίθοι θεωρείται ότι έχουν υψηλό εργάσιμο, εάν γίνεται εύκολα το κόψιμο, η λάξευση και η στίλβωσή τους.

Τα λεπτά κονιάματα έχουν ικανοποιητικό εργάσιμο, όταν είναι κανονικής συνθέσεως. Τα πολύ ισχνά κονιάματα και τα κονιάματα, που περιέχουν μεγαλύτερη ποσότητα νερού από την κανονική, κατεργάζονται δύσκολα, έχουν δηλαδή χαμηλό εργάσιμο.

Τα χοντρά κονιάματα, εάν περιέχουν μικρή ποσότητα νερού, που σε μερικές περιπτώσεις είναι επιβεβλημένη, γίνονται δυσκατέργαστα και δεν αποτυπώνουν καλά τις λεπτομέρειες των τύπων, στους οποίους διαστρώνονται.

Το εργάσιμο δεν μπορεί να μετρηθεί με τις γνωστές μονάδες μετρήσεως. Μόνο από την πείρα και μερικές ειδικές μεθόδους είναι δυ-

νατό να συνταχθούν πίνακες του εργάσιμου ομοειδών υλικών. Οι πίνακες αυτοί έχουν πληροφοριακό χαρακτήρα και παρέχουν συγκριτικά στοιχεία μεταξύ των υλικών που ανήκουν στην ίδια κατηγορία.

β) Η ελατότητα, η ολκιμότητα, το εύχυτο, το συγκολλητό.

Οι ιδιότητες αυτές αναφέρονται αποκλειστικά στα μέταλλα.

– ***Ελατότητα*** είναι η ικανότητα ενός μετάλλου να αλλάζει σχήμα με την επενέργεια εξωτερικών δυνάμεων, χωρίς να μεταβάλλονται οι φυσικές και μηχανικές ιδιότητές του και χωρίς να παθαίνει ρήγματα ή σπασίματα. Τέτοιο μέταλλο είναι π.χ. ο μόλυβδος.

– ***Ολκιμότητα*** ονομάζεται η ικανότητα ενός μετάλλου να παίρνει τη μορφή σύρματος, όταν υποστεί εφελκυστικές δυνάμεις. Το πιο όλκιμο μέταλλο είναι ο χρυσός.

– Ορισμένα μέταλλα μπορούν να πάρουν οποιοδήποτε σχήμα, όταν μετά το λιώσιμό τους σε υψηλές θερμοκρασίες χυθούν σε κατάλληλα καλούπια. Η ιδιότητα αυτή καλείται ***εύχυτο.***

– Τέλος ***συγκολλητό*** είναι η ιδιότητα που έχουν δυο κομμάτια από ένα μέταλλο να κολλούν μεταξύ τους και να αποτελούν ένα σύνολο, χωρίς να παρουσιάζεται στην περιοχή της ενώσεώς τους μείωση των ιδιοτήτων τους.

Λεπτομερέστερη ανάλυση θα γίνει στο 7ο κεφάλαιο για τα μέταλλα.

1.7 Προδιαγραφές. Πρότυπα. Κανονισμοί.

Στην αγορά κυκλοφορούν σήμερα χιλιάδες υλικά και διαρκώς προσθέτονται και άλλα από τις βιομηχανίες που τα κατασκευάζουν. Πολλά από τα υλικά αυτά είναι σχεδόν όμοια και διαφέρουν είτε ως προς τις διαστάσεις είτε ως προς μια ιδιότητα. Επίσης πολλά από τα υλικά, ενώ είναι εντελώς διαφορετικά μεταξύ τους, χρησιμοποιούνται για την κατασκευή του ίδιου δομικού στοιχείου, π.χ. για την κατασκευή ενός παραθύρου μπορεί να χρησιμοποιηθεί ξύλο ή σίδερο ή αλουμίνιο ή ένα συνθετικό υλικό (πλαστικό).

Όλη αυτή η ποικιλία των υλικών προκαλεί μεγάλες δυσκολίες στο μελετητή του έργου ή στον κατασκευαστή, προκειμένου να επιλέξει το πιο κατάλληλο και το πιο οικονομικό υλικό.

Ο μελετητής είναι υποχρεωμένος, αφού μελετήσει τους εξωτερικούς παράγοντες που θα επηρεάσουν τα διάφορα στοιχεία ενός έργου και αφού προσδιορίσει το ρόλο καθενός στοιχείου, να δώσει λεπτομερή περιγραφή των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν (μέγεθος, διαστάσεις, χαρακτηριστικά και ιδιότητες). Επίσης να καθορίσει τις μεθόδους ελέγχου των ιδιοτήτων τους και να περιγράψει τον τρόπο παρασκευής των υλικών που θα κατασκευασθούν στο εργοτάξιο.

Για να διευκολυνθεί ο μελετητής σ' αυτό το δύσκολο έργο και για να μπορούν οι κατασκευαστές των υλικών ή των έργων να εφαρμόσουν πιστά αυτά που επιτάσσει η τεχνική και η οικονομία, έχουν συγκεντρωθεί η εμπειρία και η επιστημονική γνώση σε κανόνες. Οι κανόνες αυτοί γίνονται αποδεκτοί από όλους όσους συμβάλλουν στην κατασκευή ενός έργου (μελετητής, κατασκευαστής υλικών, κατασκευαστής του έργου). Ανάλογα με τη μορφή τους, τη νομική κάλυψη και το αντικείμενό τους οι κανόνες ονομάζονται: πρότυπες προδιαγραφές, πρότυπα υλικών και μεθόδων και κανονισμοί.

1.7.1 Πρότυπες προδιαγραφές.

Η λεπτομερής περιγραφή των υλικών και οι ιδιότητες που θα πρέπει να έχουν, οι μέθοδοι ελέγχου των ιδιοτήτων αυτών, ο τρόπος που θα γίνει η παραλαβή και η καταμέτρησή τους και πολλά άλλα στοιχεία περιέχονται στις λεγόμενες προδιαγραφές.

Οι προδιαγραφές των υλικών στην απλούστερη μορφή τους αποτελούν προσπάθεια του μελετητή ή του κατασκευαστή ενός τεχνικού έργου να θέσει υπ' όψη του παραγωγού του υλικού το τι θέλει.

Μια καλή και εφαρμόσιμη προδιαγραφή πρέπει να περιέχει τις απόλυτα απαραίτητες πληροφορίες και απαιτήσεις διατυπωμένες με σαφήνεια και ακρίβεια. Πρέπει να είναι βασισμένη στην πείρα και στις γνώσεις, που έχουν αποκτηθεί μέχρι το χρόνο που συνθέτεται. Δεν πρέπει όμως να περιέχει πολλούς και στενούς περιορισμούς, γιατί τότε υπάρχει κίνδυνος να είναι ανεφάρμοστη ή να αναγκάσει τον παραγωγό του υλικού να καταφύγει σε απάτη, για να είναι συνεπής σε ένα πολύ περιοριστικό όρο.

Όταν η προδιαγραφή ενός υλικού γίνει αποδεκτή από μεγάλο αριθμό παραγωγών καταναλωτών ή από ένα κράτος, τότε ονομάζεται ***πρότυπη προδιαγραφή.***

Μια πρότυπη προδιαγραφή δεν είναι υποχρεωτική για όλους τους ενδιαφερόμενους. Εάν όμως ένας καταναλωτής ζητήσει ένα υλικό με διαφορετικά χαρακτηριστικά από τα προ-

βλεπόμενα από την προδιαγραφή, υπάρχει κίνδυνος να μη βρει παραγωγό για να το κατασκευάσει, δεδομένου ότι τόσο τα μηχανήματα, όσο και οι μέθοδοι παραγωγής έχουν προσαρμοσθεί με την ισχύουσα προδιαγραφή. Επίσης αν ένας παραγωγός κατασκευάσει υλικό, που διαφέρει από το προβλεπόμενο από την αντίστοιχη προδιαγραφή, κινδυνεύει να μη βρει αγοραστές, γιατί οι τελευταίοι δυσπιστούν σε ένα υλικό με άγνωστες σ' αυτούς ιδιότητες.

Όταν η πρότυπη προδιαγραφή υιοθετηθεί από ένα κράτος και γίνει νόμος, γίνεται υποχρεωτική για όλους όσους συναλλάσσονται με το κράτος αυτό.

Στην Ελλάδα υπάρχουν πρότυπες προδιαγραφές με ισχύ νόμου, που είτε αναφέρονται μόνο σε υλικά, είτε αναφέρονται σε διάφορα τεχνικά έργα, και περιλαμβάνουν και τα υλικά, από τα οποία κατασκευάζονται τα έργα αυτά.

Οι σημαντικότερες πρότυπες προδιαγραφές που έχουν εκδοθεί από το Υπουργείο Δημοσίων Έργων είναι:

– Εκτέλεση χωματουργικών έργων οδοποιίας και επενδύσεως φυτεύσεων πρανών.

–Τεχνικά έργα οδοποιίας, όπως π.χ. κατασκευές θεμελίων τεχνικών έργων· κιβώτια ή φράγματα από πασσαλονίδες· ξηρολιθοδομές γεφυρών· λιθοδομές γεφυρών και θόλων· υλικά, σύνθεση, παρασκευή και έλεγχος κονιαμάτων κ.α.

– Οδοστρωσία, δηλαδή κατασκευή υποβάσεων οδοστρωμάτων με αδρανή υλικά σταθεροποιημένου τύπου.

– Ασφαλτικά έργα (ασφαλτικά διαλύματα, ψυχρές άσφαλτοι, ασφαλτικά γαλακτώματα αντιυδροφίλου τύπου κ.α.).

– Αδρανή σκυροδεμάτων.

Για να γίνει περισσότερο κατανοητό τι περιέχει μία πρότυπη προδιαγραφή, αναγράφονται πιο κάτω τα περιεχόμενα της τελευταίας για τα αδρανή των σκυροδεμάτων.

Μέρος 1ο.

1. Αντικείμενο.
2. Ονοματολογία των αδρανών.
3. Ποιότητα αδρανών.
   - 3. 1 Κατηγορίες.
   - 3. 2 Αντοχή και ανθεκτικότητα.
   - 3. 3 Μορφή κόκκων.
   - 3. 4 Επιβλαβείς προσμίξεις.
   - 3. 5 Κοκκομετρική σύνθεση.
4. Δειγματοληψία.

Μέρος 2ο.

Παράρτημα Α': Δειγματοληψία με τη μέθοδο του τεταρτομερισμού.

Παράρτημα Β': Μέθοδος προσδιορισμού φαινόμενου βάρους των αδρανών.
B1 Φαινόμενο βάρος άμμου 0 – 7.
B2 Φαινόμενο βάρος σκύρων ή χαλικιών κλπ.
B3 Υπολογισμοί.

Παράρτημα Γ': Μέθοδος κοκκομετρικής αναλύσεως των αδρανών.

Παράρτημα Δ': Μέθοδος προσδιορισμού της παιπάλης.

Παράρτημα Ε': Χρωματογραφική μέθοδος ανιχνεύσεως επιβλαβών προσμίξεων στα αδρανή.

1.7.2 Πρότυπα υλικών και μεθόδων.

Οι πρότυπες προδιαγραφές προνοούν για την ενιαία παρουσίαση ενός υλικού και για τον καθορισμό κοινών μεθόδων ελέγχου από τους καταναλωτές και από τους παραγωγούς. Είναι όμως αδύνατο να υπάρξουν πρότυπες προδιαγραφές για όλα τα υλικά που κυκλοφορούν καθώς και για τα νέα, που βγαίνουν συνεχώς στην αγορά. Υπάρχει επομένως το πρόβλημα να περιορισθεί ο αριθμός των υλικών και κυρίως να ενοποιηθούν τα ομοειδή υλικά σε ένα ορισμένο τύπο. Σ' αυτό τον τύπο συνδυάζονται τα εξωτερικά χαρακτηριστικά και οι ιδιότητες κάθε υλικού, κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο, σύμφωνα με αυτά που επιβάλλουν η εμπειρία, η επιστημονική γνώση και η οικονομία. Αυτοί οι τύποι των υλικών καλούνται ***πρότυπα.***

Η ανάγκη για την ύπαρξη προτύπων όχι μόνο στα υλικά, αλλά και στις μεθόδους ελέγχου τους, καθώς και σε άλλες δραστηριότητες του ανθρώπου, έχει αναγνωρισθεί από όλα τα προηγμένα κράτη. Αρκεί να αναφερθεί, ότι στις Η.Π.Α. υπάρχουν περισσότερα απο 2000 πρότυπα για υλικά και μεθόδους ελέγχου και ότι κάθε έτος προστίθεται σημαντικός αριθμός νέων.

Με τα πρότυπα αποκομίζονται πολλά οφέλη από τους καταναλωτές και τους παραγωγούς. Τα κυριότερα είναι:

– Πλήρης εκμετάλλευση των ιδιοτήτων του υλικού, άρα οικονομικότερη κατασκευή ενός έργου.

– Περιορισμός του αριθμού των τύπων και ποικιλιών ομοειδών υλικών, που παράγονται από διάφορα εργοστάσια. Έτσι διευκολύνεται ο μελετητής και ο κατασκευαστής ενός έργου στην επιλογή του καταλληλότερου υλικού.

– Αύξηση της παραγωγικότητας στα εργο-

στάσια και μείωση του κόστους του υλικού, γιατί απλοποιείται η διαδικασία της κατασκευής του και γίνεται οικονομία στις πρώτες ύλες και στα εργατικά.

– Ύπαρξη ενός οδηγού για την περιγραφή του υλικού στις προδιαγραφές που αφορούν σε ένα τεχνικό έργο προκειμένου να γίνει η παραγγελία για την προμήθειά του.

1.7.3 Κανονισμοί.

Από το συνδυασμό των προδιαγραφών και των προτύπων προκύπτουν οι ***κανονισμοί.*** Οι κανονισμοί περιβάλλονται πάντοτε με την ισχύ νόμου και είναι υποχρεωτική η εφαρμογή τους στα έργα που αναφέρονται.

Περιέχουν γενικά στοιχεία για τις μεθόδους υπολογισμού του έργου, για τις μεθόδους εκτελέσεως των διαφόρων εργασιών, για την ποιότητα, τον έλεγχο και την προμήθεια των υλικών, για τις υπηρεσίες, που θα ασκούν τον έλεγχο των κατασκευών, για τις κυρώσεις που θα επιβάλλουν στους παραβάτες καθώς και άλλες μικρότερης σημασίας διατάξεις.

Οι κανονισμοί που ισχύουν στην Ελλάδα είναι οι εξής:

– Κανονισμός φορτίσεων δομικών έργων.

– Νέος αντισεισμικός κανονισμός.

– Κανονισμός επιφορτίσεως γεφυρών.

– Κανονισμός εσωτερικών υδραυλικών εγκαταστάσεων.

– Κανονισμός διαθέσεως λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων.

– Κανονισμός τεχνολογίας σκυροδέματος (υλικά, παρασκευή και έλεγχος σκυροδέματος).

– Κανονισμός τσιμέντων για έργα από σκυρόδεμα (προεντεταμένο, οπλισμένο και άοπλο).

– Κανονισμός για τη μελέτη και εκτέλεση έργων από οπλισμένο σκυρόδεμα.

– Νέος κανονισμός για τη μελέτη και κατασκευή έργων από σκυρόδεμα.

Επίσης έχουν θεσμοθετηθεί πολλά σχέδια ελληνικού πρότύπου που εκδίδονται από τον ΕΛΟΤ (Ελληνικός Οργανισμός Προτυποποιήσεως).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΦΥΣΙΚΟΙ ΛΙΘΟΙ

2.1 Περιγραφή – Προέλευση.

Οι φυσικοί λίθοι είναι στερεά σώματα διαφόρων σχημάτων και διαστάσεων που προέρχονται από τα πετρώματα της γης. Το σχήμα τους μπορεί να είναι κανονικό ή τελείως ακανόνιστο. Γενικά επιδιώκεται να έχουν πρισματική μορφή, όπου η μια διάσταση είναι μεγαλύτερη από τις άλλες δύο [σχ. 2.1α (β)], ή μορφή πλάκας, όπου οι δύο διαστάσεις είναι πολύ μεγαλύτερες από την τρίτη [σχ. 2.1α (γ)].

Οι ακανόνιστοι [σχ. 2.1α (α)] και από τους κανονικούς οι κυβικής [σχ. 2.1α (δ)] ή σφαιρικής μορφής λίθοι θεωρούνται συνήθως ακατάλληλοι για δομική χρήση και χρησιμοποιούνται μόνο για το γέμισμα ορυγμάτων, την κατασκευή επιχωμάτων, τη δημιουργία αναχωμάτων και φραγμάτων, την κατασκευή της θεμελιώσεως των κρηπιδωμάτων, την προστασία των λιμενικών έργων και τέλος την παραγωγή λιθίνων προϊόντων (άμμος, σκύρα κλπ.).

Τα μεγέθη των φυσικών λίθων διαφέρουν πολύ μεταξύ τους. Χρησιμοποιούνται πλάκες με πάχος λίγα εκατοστά και μεγάλοι ογκόλιθοι που οι διαστάσεις τους είναι μεγαλύτερες από ένα μέτρο. Πάντως, για να χαρακτηρισθεί ένα προϊόν του στερεού φλοιού της γης φυσικός λίθος, πρέπει μια διάστασή του να είναι μεγαλύτερη από 15 cm. Σε αντίθετη περίπτωση λίθοι μικρότεροι των 15 cm κατατάσσονται σε άλλες κατηγορίες των δομικών υλικών.

Οι τρεις βασικές διαστάσεις ενός λίθου είναι οι εξής (σχ. 2.1β):

Η μικρότερη διάσταση καλείται ***πάχος*** ή ***ύψος***, η επόμενη σε μέγεθος καλείται ***πλάτος*** και η μεγαλύτερη ***μήκος***.

Οι φυσικοί λίθοι λαμβάνονται από τα πετρώματα, που σχηματίζουν το επιφανειακό στερεό στρώμα του φλοιού της γης.

Στην Ελλάδα και σε άλλες χώρες με την ίδια γεωλογική διάπλαση οι φυσικοί λίθοι αφθονούν. Αντίθετα σπανίζουν σε χώρες με εκτεταμένες πεδιάδες και ερήμους, όπου τα συμπαγή πετρώματα βρίσκονται σε μεγάλο βάθος από την επιφάνεια του εδάφους.

Παρ' όλη όμως την αφθονία, ένα μικρό μέρος από αυτούς τους λίθους είναι κατάλληλο για δομική χρήση, γιατί, όπως θα δούμε παρακάτω, είναι απαραίτητο στον ίδιο λίθο να συγκεντρώνονται αρκετές ιδιότητες.

Οι φυσικοί λίθοι αποτελούν βασικό υλικό για την κατασκευή ορισμένων τεχνικών έργων. Χρησιμοποιούνται γενικώς χωρίς προηγουμένως να υποστούν οποιαδήποτε φυσική ή μηχανική μετατροπή. Σε μερικές μόνο περιπτώσεις υφίστανται μηχανικές κατεργασίες, για να αποκτήσουν τις επιθυμητές διαστάσεις και το κατάλληλο σχήμα. Διατηρούν επομένως όλα τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες των πετρωμάτων, από τα οποία προέρχονται.

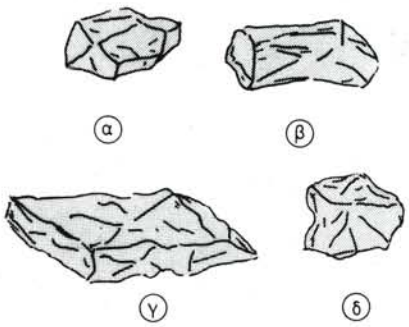
Οι φυσικοί λίθοι από τα πολύ αρχαία χρόνια αποτελούσαν το κυριότερο υλικό των περισσοτέρων έργων, όπως π.χ. κτήρια, γέφυρες, δρόμοι. Με την πρόοδο όμως της τεχνολογίας, τη βελτίωση και την παραγωγή νέων τύπων υλικών και κυρίως με τη χρήση του σιδήρου, των σκυροκονιαμάτων και των τεχνητών λίθων, άρχισαν να παραμερίζονται από τα περισσότερα έργα και να αντικαθίστανται από τα νέα υλικά.

Στην Ελλάδα εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται σε μεγαλύτερο βαθμό από άλλες χώρες επειδή έχουν χαμηλή τιμή και βρίσκονται σε αφθονία. Οι κυριότερες εφαρμογές τους είναι οι παντός είδους θεμελιώσεις (κτηρίων, δρόμων, αεροδρομίων), επιχώσεις ορυγμάτων, οι τοίχοι αντιστηρίξεως (σχ. 2.1γ), τα φράγματα βαρύτητας, ορισμένα λιμενικά έργα (σχ. 2.1δ, 2.1ε), κτήρια μνημειακού χαρακτήρα (εκκλησίες) και ιδιωτικές οικοδομές περιορισμένης σημασίας [αγροτικές οικίες (σχ. 2.1στ), αποθήκες γεωργικών προϊόντων κ.α] ή πολυτελείς κατοικίες (σχ. 2.1ζ).

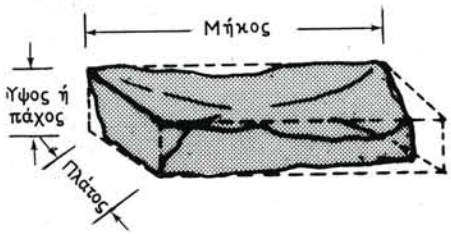
Η χρήση τους όμως ελαττώνεται συνεχώς λόγω της μικρής γενικά μηχανικής αντοχής τους, του μεγάλου βάρους τους και της αυξημένης συμμετοχής του εργατικού κόστους στην κατασκευή των έργων και κυρίως λόγω της εξαπλώσεως του σκυροδέματος που αντικαθιστά στις περισσότερες των περιπτώσεων επαξίως τους λίθους.

Αναντικατάστατοι πάντως όπως θα δούμε στο κεφάλαιο 3 παραμένουν οι φυσικοί λίθοι στην παρασκευή των λιθίνων προϊόντων (χαλίκια, σκύρα, άμμος).

Τέλος ορισμένοι φυσικοί λίθοι αποτελούν το



Σχ. 2.1α.
Σχήματα φυσικών λίθων: α) Ακανόνιστο. β) Πρισματικό. γ) Πλακοειδές. δ) Κυβικό.



Σχ. 2.1β.
Χαρακτηρισμός των διαστάσεων ενός λίθου.



Σχ. 2.1γ.
Τοίχος αντιστηρίξεως από φυσικούς λίθους.



Σχ. 2.1δ.
Φυσικοί ογκόλιθοι σε κυματοθραύστη.



Σχ. 2.1ε.
Λιμενικά έργα κατασκευασμένα με φυσικούς λίθους. Στο επάνω μέρος διακρίνεται ένας μακρύς κυματοθραύστης και στο μέσο λιθορριπή προστασίας των εσωτερικών εγκαταστάσεων.



Σχ. 2.1στ.
Τοίχος κατοικίας με ακανόνιστους φυσικούς λίθους.



Σχ. 2.1ζ.
Λιθόκτιστο παραδοσιακό σπίτι.

καλύτερο υλικό για τη διακόσμηση και επένδυση διαφόρων έργων. Αυτό οφείλεται στη μεγάλη ποικιλία των χρωματισμών και των σχεδίων που παρουσιάζουν, όπως τα μάρμαρα, τη σχετικά εύκολη επεξεργασία τους και τη μεγάλη διάρκεια ζωής τους.

2.2 Γενικά χαρακτηριστικά.

Οι λίθοι είναι σώματα ανομοιογενή, δηλαδή δεν έχουν σταθερή χημική ή ορυκτολογική σύσταση, και δεν παρουσιάζει κάθε λίθος του ίδιου είδους ανεπτυγμένες στον ίδιο βαθμό τις διάφορες ιδιότητες. Υπάρχουν π.χ. ασβεστόλιθοι της ίδιας περίπου χημικής ή ορυκτολογικής συστάσεως, που όμως παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές στο ειδικό βάρος, στην πυκνότητα, στο χρώμα και στην εν γένει εμφάνισή τους.

Επίσης οι λίθοι δεν είναι σώματα συμπαγή, αλλά πορώδη. Δεν είναι δηλαδή όπως τα μέταλλα ή το γυαλί. Αποτελούνται από κόκκους ύλης και κενά. Οι κόκκοι συνήθως είναι δεμένοι μεταξύ τους με μια ορυκτή συγκολλητική ύλη και μπορεί να είναι τόσο μικροί ώστε να διακρίνονται μόνο με μικροσκόπιο ή να είναι πολύ μεγαλύτεροι και ορατοί με γυμνό μάτι.

Βασικό χαρακτηριστικό των λίθων, που τους κατατάσσει επικεφαλής όλων των άλλων υλικών και μάλιστα με μεγάλη διαφορά, είναι η μεγάλη διάρκεια της ζωής τους. Τούτο επειδή προέρχονται από τα στερεά πετρώματα του φλοιού της γης τα οποία έχουν υποστεί κατά τη διάρκεια εκατομμυρίων ετών ισχυρές επιδράσεις θερμοκρασίας, πιέσεως κλπ. Εν τούτοις όπως όλα τα υλικά σώματα υπόκεινται και αυτοί στον παγκόσμιο νόμο της φθοράς.

Η διάρκεια του κύκλου της ζωής τους εξαρτάται:

– Από τους εξωτερικούς παράγοντες (παράγρ. 1.5.1).

– Από την ποιότητα του ίδιου του λίθου, δηλαδή από τις ιδιότητές του.

– Από τα μέτρα, που παίρνει ο άνθρωπος για να τους προστατεύσει ή για να αυξήσει ορισμένες ιδιότητές τους.

2.3 Κατηγορίες των φυσικών λίθων.

Οι κατηγορίες στις οποίες διαιρούνται οι φυσικοί λίθοι είναι αντίστοιχες προς τις κατηγορίες των πετρωμάτων από τα οποία προέρχονται, γιατί, όπως αναφέραμε στην αρχή (παράγρ. 2.1), έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά και ιδιότητες των μητρικών πετρωμάτων.

Έτσι οι φυσικοί λίθοι κατατάσσονται σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με την προέλευση, τη μορφή, τη χημική σύσταση, την ορυκτολογική σύσταση και την ιστολογική σύσταση.

Από δομική άποψη μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η κατάταξή τους σε ***στρωτούς*** και ***άστρωτους*** γιατί πολλές από τις ιδιότητές τους συνδέονται άμεσα με τον τρόπο που δημιουργήθηκαν και γιατί είναι εύκολη η διάκρισή τους και από μη πεπειραμένο τεχνικό. Εξάλλου στις περισσότερες εφαρμογές τους δεν είναι τόσο απαραίτητη η γνώση της προελεύσεώς τους, ή η χημική και ορυκτολογική σύστασή τους, όσο η διάταξη των κόκκων τους, η μηχανική αντοχή τους και γενικά η δομή του ιστού τους.

Η ανάπτυξη των δύο βασικών κατηγοριών, δηλαδή των άστρωτων και των στρωτών λίθων αναφέρεται στην παράγραφο 2.3.1.

2.3.1 Άστρωτοι λίθοι.

Οι λίθοι αυτοί προέρχονται κυρίως από ***πυριγενή*** και ***μεταμορφωσιγενή*** πετρώματα και σε μικρότερη κλίμακα από ***ιζηματογενή*** ή ***στρωσιγενή*** πετρώματα. Δεν παρουσιάζουν διάταξη των κόκκων τους κατά στρώσεις αλλά εμφανίζονται με μεγάλους ομοιογενείς όγκους που αποτελούνται από ένα ή περισσότερα ορυκτά.

α) Άστρωτοι λίθοι από πυριγενή πετρώματα.

Διακρίνονται σε ***ηφαιστειογενή*** ή ***εκρηξιγενή*** πετρώματα (σχ. 2.3α) και σε πλουτώνια. Τα σπουδαιότερα πυριγενή πετρώματα από τα οποία παίρνομε κατάλληλους για τη δομική λίθους είναι:

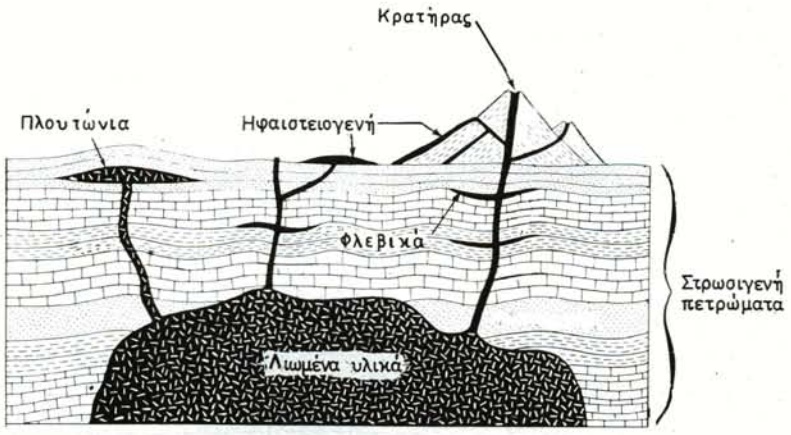
1) Ο γρανίτης (σχ. 2.3β και 2.3γ).

Είναι πλουτώνιο πέτρωμα που δημιουργήθηκε από την ψύξη και την κρυστάλλωση διαφόρων υλικών σε αρκετό βάθος από την επιφάνεια της γης. Αποτελείται από τρία ορυκτά.

Το ***χαλαζία*** (διοξείδιο του πυριτίου), τον ***άστριο*** (πυριτικό αργίλιο με κάλι) και το ***μαρμαρυγία,*** κοινώς ***μίκα*** (ένυδρο πυριτικό αργιλιοκάλιο).

Οι αναλογίες των ορυκτών ποικίλλουν στα διάφορα είδη των γρανιτών, και ως εκ τούτου ο βαθμός εκδηλώσεως των ιδιοτήτων τους διαφέρει, κατά συνέπεια και η ποιότητά τους.

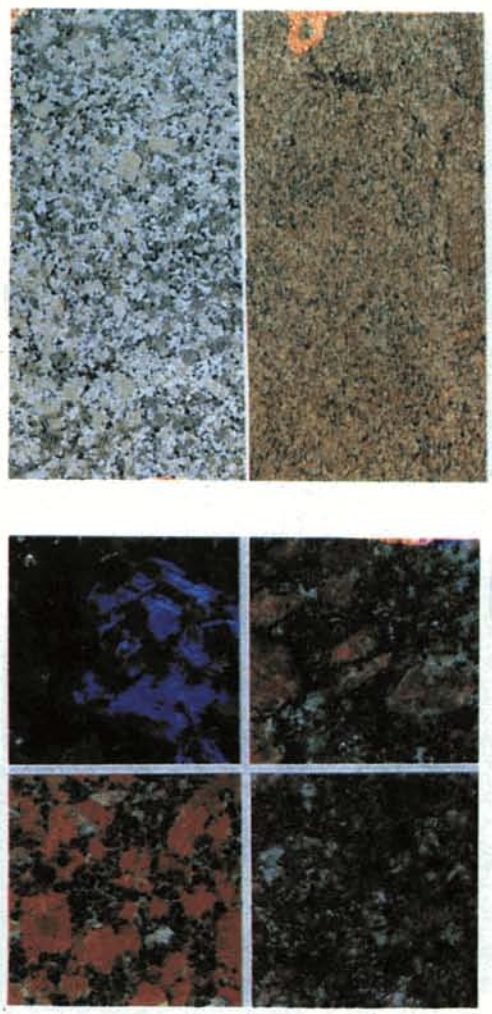
Η κατανομή των ορυκτών μέσα στη μάζα του γρανίτη είναι ομοιόμορφη και γι' αυτό ο ιστός



Σχ. 2.3α.
Σχηματισμός και θέση των διαφόρων κατηγοριών πετρωμάτων.



Σχ. 2.3β.
Μεγάλοι ογκόλιθοι από γρανίτη που έχουν επεξεργασθεί κοντά στο σημείο εξορύξεώς τους.



Σχ. 2.3γ.
Γρανιτικές πλάκες επιστρώσεων και επενδύσεων.

του παρουσιάζει μεγάλη ομοιογένεια.

Ο γρανίτης κατεργάζεται και κόβεται εύκολα σε μεγάλα τεμάχια και σε πλάκες.

Είναι πέτρωμα σκληρό επειδή περιέχει χαλαζία που η πληρότητά του είναι 7 στην κλίμακα Mohs. Έχει μεγάλη μηχανική αντοχή και πολύ μεγάλη διάρκεια ζωής. Στην Αίγυπτο υπάρχουν αγάλματα και οβελίσκοι ηλικίας πάνω από 4000 χρόνια.

Ο γρανίτης λειαίνεται και στιλβώνεται εύκολα και παρουσιάζει ωραία επιφάνεια. Το χρώμα του ποικίλλει από πολύ ανοικτό έως πολύ σκούρο γκρι και από κίτρινο έως κόκκινο.

Στη δομική χρησιμοποιείται ο λεπτοκοκκώδης ομοιόχρωμος και ο ποικιλόχρωμος (σχ. 2.3γ) για πλακοστρώσεις και επενδύσεις τοίχων. Χρησιμοποιούνται επίσης γρανίτες με μορφή πρισμάτων (σχ. 2.3δ). Ο χονδροκοκκώδης χρησιμοποιείται σπανίως και μόνο για την παραγωγή σκύρων που χρησιμοποιούνται σε ειδικά σκυροδέματα (γρανιτοσκυρόδεμα, γρανιτάσφαλτος). Η χρήση γρανιτικών αδρανών στην οδοποιία εφαρμόζεται εκεί όπου απαιτείται μεγάλη αντοχή στις τριβές.

2) Ο οφίτης ή σερπαντίτης (σχ. 2.3ε και 2.3στ).

Αποτελείται από διάφορα ορυκτά με κυριότερο τον οφίτη (ένυδρο βασικό πυριτικό μαγνήσιο). Ο ιστός του είναι συμπαγής, διασχίζεται από οφιοειδείς φλέβες, λόγω των οποίων πήρε το όνομά του, και σχήματα μορφής χαλικιών.

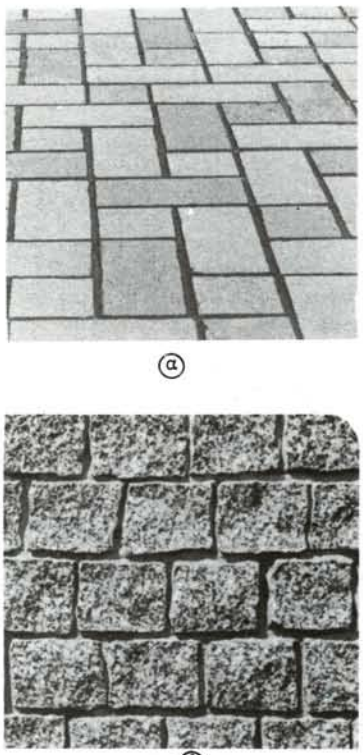
Έχει πράσινο χρώμα διαφόρων αποχρώσεων και γι' αυτό ονομάζεται ***πράσινο μάρμαρο,*** παρόλο που δεν έχει σχέση με τα γνωστά μάρμαρα ασβεστολιθικής προελεύσεως.

Η σκληρότητα του λίθου είναι αρκετά χαμηλή αμέσως μετά την εξαγωγή του από το μητρικό πέτρωμα (2,5 στην κλίμακα Mohs). Μετά την παρέλευση αρκετού χρόνου και αφού στεγνώσει αποκτά σκληρότητα 4 της κλίμακας.

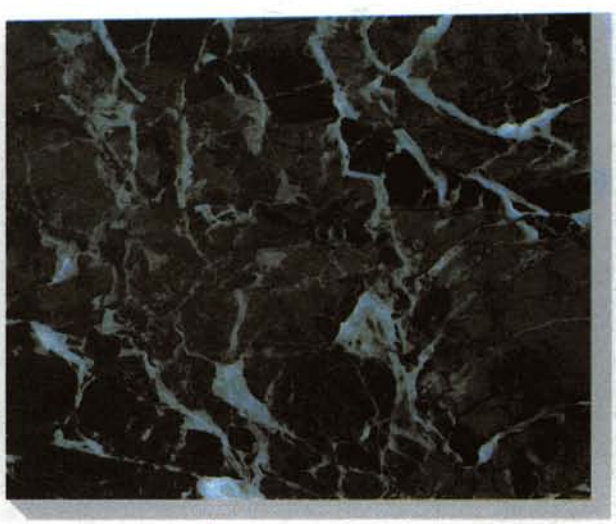
Η κατεργασία του είναι εύκολη και κόβεται σε μεγάλους όγκους και πλάκες αμέσως μετά την εξαγωγή του. Λειαίνεται και στιλβώνεται εύκολα και αποκτά πολύ ωραία εμφάνιση. Παρουσιάζει όμως το σοβαρό μειονέκτημα ότι έχει πολύ μικρή πρόσφυση με τα κονιάματα. Επίσης χάνει εύκολα τη γυαλάδα του όταν χρησιμοποιείται σε εξωτερικά στοιχεία.

Χρησιμοποιείται ως διακοσμητικός λίθος για εξωτερική και εσωτερική επένδυση τοίχων, στύλων, εστιών κλπ.

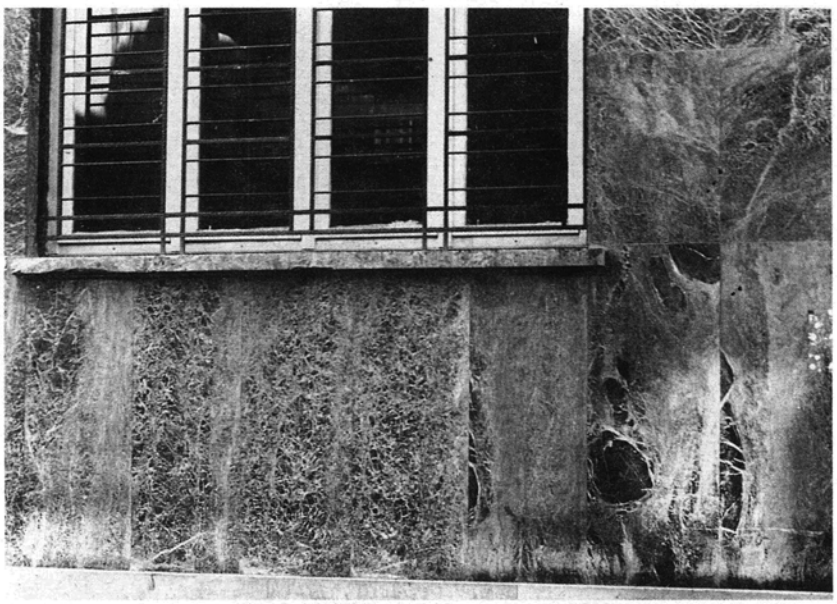
Στην Ελλάδα αφθονούν οι οφίτες και χρησιμοποιούνταν από τα αρχαία χρόνια. Από το πράσινο μάρμαρο της Λάρισας κατασκευάστηκαν οι κολώνες της Αγ. Σοφίας της Πόλης, διάφορα στοιχεία του Αγ. Δημητρίου της Θεσσαλονίκης καθώς και οι μονόπετροι στύλοι ύψους 6 m του Αγίου Διονυσίου των καθολικών στην Αθήνα.



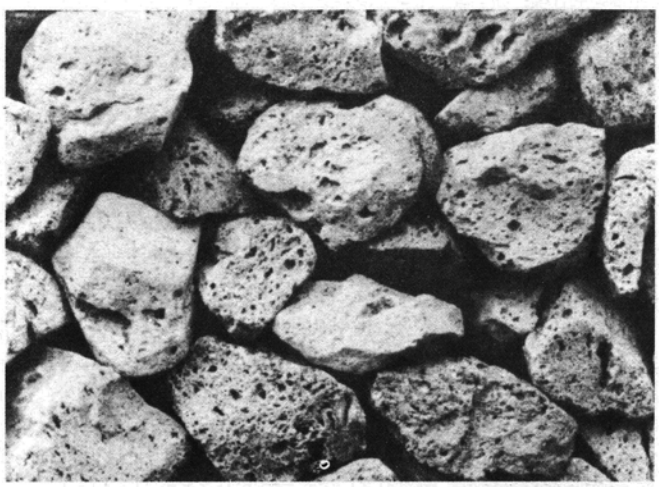
Σχ. 2.3δ.
Κυβόλιθοι από γρανίτη.



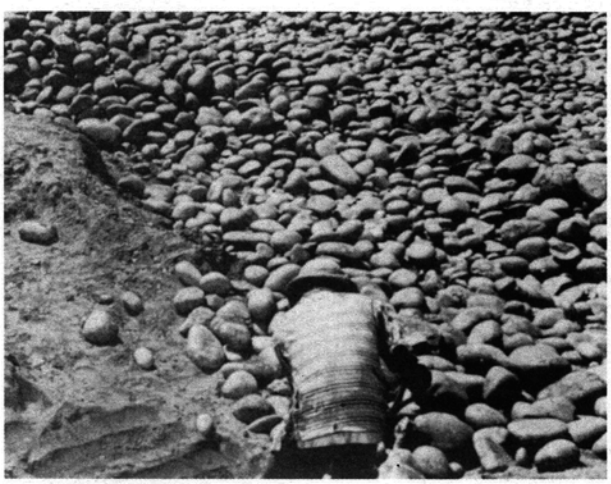
TINOS GREEN Σχ. 2.3ε.
Οφίτης (πράσινο μάρμαρο).



Σχ. 2.3στ.
Επένδυση τοίχου με πλάκες από οφίτη Τήνου (πράσινο μάρμαρο της Τήνου).



Σχ. 2.3ζ.
Σκύρα ελαφρόπετρας.



Σχ. 2.3η.
Κροκάλες μέσα στην κοίτη χειμάρρου.

γ) Ο τραχείτης.

Είναι σκληρό ηφαιστειογενές πέτρωμα που δεν δίνει συνήθως κατάλληλους δομικούς λίθους. Σήμερα χρησιμοποιείται για την παρασκευή στιλβωτικών και λειαντικών κόνεων και οργάνων τριβής.

4) Η κίσσηρη (ελαφρόπετρα) (σχ. 2.3ζ).

Η ελαφρόπετρα προήλθε από την απότομη ψύξη και διαφυγή ατμών από τη μάζα λιωμένου τραχειτικού μάγματος. Δημιουργήθηκε έτσι ένα προϊόν μεγέθους χαλικιών, με αφρώδη ιστό, με μικρό φαινόμενο βάρος (επιπλέει στο νερό) και με μεγάλη σκληρότητα. Δεν απαιτεί οποιαδήποτε κατεργασία και ως εκ τούτου είναι φθηνό υλικό και ιδεώδες για ορισμένες κατασκευές.

Χρησιμοποιείται για την κατασκευή ελαφρών τούβλων (κισσηρόλιθοι), ελαφρών σκυροδεμάτων (κισσηροδέματα), για τη θερμική μόνωση ταρατσών και για την παρασκευή λειαντικής σκόνης.

β) Άστρωτοι λίθοι από υδατογενή πετρώματα.

Τα υδατογενή πετρώματα είναι νεώτερα των

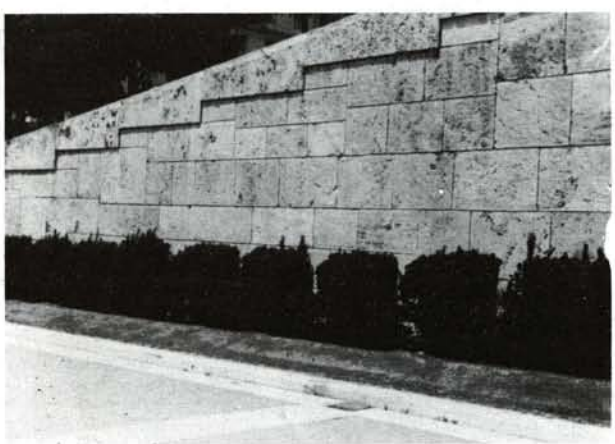
πυριγενών. Σχηματίστηκαν από τη χαλάρωση πυριγενών πετρωμάτων λόγω της επιδράσεως του νερού στα υψηλής θερμοκρασίας πετρώματα ή από την έντονη διαλυτική δράση του νερού στα πετρώματα αυτά.

Στην πρώτη περίπτωση τα πετρώματα μετατράπηκαν σε κόκκους διαφόρων μεγεθών (σχ. 2.3η και 2.3θ) οι οποίοι μεταφέρονταν με το νερό κατά περιόδους στους πυθμένες των θαλασσών και λιμνών και έτσι δημιουργούνταν επάλληλα στρώματα με διάφορα πάχη. Με την πάροδο του χρόνου οι μεγάλες πιέσεις που εδέχοντο τα κατώτερα στρώματα και με τη βοήθεια μιας ορυκτής κόλλας, οι κόκκοι συγκολλήθηκαν και αποτέλεσαν τα στρωσιγενή πετρώματα.

Στη δεύτερη περίπτωση το θερμό κορεσμένο διάλυμα που προέκυψε από τη διάλυση ορισμένων συστατικών των αρχικών πετρωμάτων, απέβαλε μετά την πτώση της θερμοκρασίας τις ύλες που περιείχε και έτσι σχηματίστηκαν νέα πετρώματα, που καλούνται ***ιζηματογενή***, όπως οι ασβεστόλιθοι.



Σχ. 2.3θ.
Κροκαλοπαγές πέτρωμα. Διακρίνεται η συγκολλητική ύλη που συγκρατεί τις κροκάλες.



Σχ. 2.3ι.
Επένδυση τοίχων στο μνημείο του Αγνώστου Στρατιώτου στην Αθήνα με πωρόλιθους της Πειραϊκής Χερσονήσου.

γ) Ασβεστόλιθοι.

Είναι άστρωτα ιζηματογενή πετρώματα που συναντώνται σε τεράστιους όγκους. Στην Ελλάδα είναι τα πιο διαδεδομένα πετρώματα.

Το κύριο συστατικό τους σε αναλογία μεγαλύτερη του 75% είναι το ανθρακικό ασβέστιο ($CaCO_3$). Τα συνήθη προσμίγματα είναι το ανθρακικό μαγνήσιο ($MgCO_3$), το οξείδιο του πυριτίου (SiO_2) με τη μορφή χαλαζιακής άμμου και το οξείδιο του αργιλίου (Al_2O_3) υπό τη μορφή αργίλου.

Επίσης περιέχονται στη μάζα του διάφορα οξείδια του σιδήρου, καθώς επίσης και μικρά θαλάσσια κοχύλια ή κελύφη ή ακόμη και μικροί κόκκοι παλαιού ασβεστολίθου.

Πρέπει να λάβομε υπ' όψη μας ότι οι αρχικά σχηματισθέντες ασβεστόλιθοι υπέστησαν επί σειρά εκατομμυρίων ετών τις επιδράσεις εξωτερικών παραγόντων, όπως θερμότητα, υψηλές πιέσεις, χημικές δράσεις άλλων υλικών και τη δράση ζωικών και φυτικών οργανισμών. Έτσι σήμερα εμφανίζεται εξαιρετικά μεγάλη ποικιλία ασβεστολίθων. Από δομικής όμως απόψεως ενδιαφέρον παρουσιάζουν, ανεξάρτητα από την προέλευσή τους και τον τρόπο δημιουργίας τους, δύο κατηγορίες:

- Οι πορώδεις.
- Οι συμπαγείς.

1) Πορώδεις ασβεστόλιθοι.

Οι πορώδεις ασβεστόλιθοι (κοινώς πουριά) έχουν πολλά κενά στη μάζα τους και κατά συνέπεια μεγάλο πορώδες. Η κατεργασία τους (κόψιμο, μορφοποίηση σε πρισματική μορφή κλπ.) είναι εύκολη. Πολλοί απ' αυτούς στιλβώνονται εύκολα και παρουσιάζουν ωραία επιφάνεια. Με πωρόλιθους της Πειραϊκής χερσονήσου κατασκευάστηκε το μνημείο του Αγνώστου Στρατιώτου (σχ. 2.3ι) και η βάση της Ακαδημίας Αθηνών. Με άλλου είδους πωρολίθους κατασκευάζονται πλάκες για επικάλυψη στεγών και ταρατσών (σχ. 2.3ια). Είναι ελαφροί και μαλακοί λίθοι και κόβονται σε πλάκες από 2 cm έως 5 cm και παρουσιάζουν σημαντική θερμική μονωτική ικανότητα λόγω των πολλών μικρών πόρων που έχουν.



Σχ. 2.3ια.
Πλακόστρωση δώματος με πωρόλιθους τύπου Μάλτας.

2) Συμπαγείς ασβεστόλιθοι.

Έχουν λιγότερα κενά και είναι σκληρότεροι από τους πορώδεις. Η κατεργασία τους και η μορφοποίησή τους είναι δυσκολότερη. Έχουν ποικίλους χρωματισμούς οι οποίοι οφείλονται στα πολλά προσμίγματα και οξείδια που περιέχουν. Οι καθαροί ασβεστόλιθοι, χωρίς δηλαδή ξένες ουσίες, είναι λευκοί. Οι υπόλοιποι είναι συνήθως γκρίζοι αλλά συναντώνται και χρωματιστοί (ροδόχρωμοι, κόκκινοι, ιόχρωμοι κλπ).

Η χρήση τους σήμερα είναι πολύ περιορισμένη στις κατασκευές, ενώ μέχρι τις πρώτες δεκαετίες του εικοστού αιώνα αποτελούσαν το κύριο υλικό κατασκευής των τεχνικών έργων και των οικοδομών. Οι χρωματιστοί χρησιμοποιούνται συνήθως ως διακοσμητικοί λίθοι σε επενδύσεις τοίχων διαφόρων κτισμάτων.

Παραμένουν όμως αναντικατάστατοι στην παρασκευή των αδρανών υλικών των κονιαμάτων και σκυροδεμάτων. Η άμμος και τα σκύρα διαφόρων διαστάσεων, αποτελούν το βασικό υλικό που μαζί με το τσιμέντο ή την άσφαλτο δημιουργούν τα διάφορα κονιάματα και σκυροδέματα. Τα τσιμεντοδέματα μάλιστα ονομάζονται και ***τεχνητοί λίθοι.*** Επίσης τους λίθους χρησιμοποιούσαν και για την παρασκευή χαλικιών οδοστρωσίας και έρματος σιδηροδρομικών γραμμών. Τέλος εκτεταμένη είναι η χρήση τους στην παραγωγή ασβέστου και τσιμέντου.

δ) Μάρμαρο.

Το μάρμαρο προήλθε από ασβεστόλιθους, που υπέστησαν μερική ή ολική κρυστάλλωση λόγω της δράσεως εξωτερικών παραγόντων. Επομένως χημικά μοιάζει με τα ασβεστολιθικά πετρώματα. Το κύριο δηλαδή συστατικό του είναι το ανθρακικό ασβέστιο ($CaCO_3$) με μικρή αναλογία άλλων οξειδίων. Δεν περιέχει όμως απολιθώματα.

Τη μάζα του διασχίζουν συνήθως διαφόρων χρωμάτων και σχημάτων φλέβες (σχ. 2.3ιβ).

Το μάρμαρο, που πήρε το όνομα αυτό από τη λάμψη που παρουσιάζει, στιλβώνεται πολύ εύκολα, εμφανίζει επιφάνεια εξαιρετικά διακοσμητική και θεωρείται ένα από τα πιο πολύτιμα δομικά υλικά.

Τα χρώματά του καλύπτουν όλες τις αποχρώσεις και όλους τους τόνους. Από το κατάλευκο (μάρμαρο Πάρου) ως το κατάμαυρο (μάρμαρο Μάνης) και από το ερυθρό ως το ιώδες.

Λαξεύεται εύκολα και αποτελεί άριστο υλικό για την κατασκευή έργων τέχνης. Όσο λεπτότεροι είναι οι κόκκοι του και καθαρότερα τα βασικά συστατικά του, τόσο καταλληλότερο θεωρείται για το σκοπό αυτό.

Αντέχει καλά στους εξωτερικούς παράγοντες (ψύχος, θερμότητα, υγρασία κλπ.) και η διάρκεια της ζωής του είναι μεγάλη. Αυτό διαπιστώνεται από την κατάσταση, στην οποία βρίσκονται σήμερα τα μαρμάρινα έργα των αρχαίων. Καταστρέφεται όμως εύκολα από τη φωτιά, όπως οι κοινοί ασβεστόλιθοι.

Σε όλες σχεδόν τις περιοχές της Ελλάδας υπάρχουν μάρμαρα. Όλες οι ποικιλίες είναι άριστης ποιότητας και εμφανίσεως, αλλά η εξαγωγή τους από τα λατομεία δεν είναι καλά οργανωμένη και γι' αυτό και η τιμή τους είναι ψηλή.

Τα μάρμαρα διακρίνονται συνήθως από τον τόπο της προελεύσεώς τους και σπανίως ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους (χρώμα, σύσταση, μέγεθος κόκκου).

Τα σπουδαιότερα ελληνικά μάρμαρα ανάλογα με τον τόπο προελεύσεώς τους είναι τα εξής :

– Το ***μάρμαρο της Πάρου***. Κατάλευκο μάρμαρο χωρίς στίγματα ή φλέβες. Αποτελείται από χημικά καθαρό ανθρακικό ασβέστιο ($CaCO_3$). Έχει μεγάλη διαφάνεια· πλάκες από το μάρμαρο αυτό με πάχος λίγα εκατοστά είναι ημιδιαφανείς. Θεωρείται το καλύτερο μάρμαρο του κόσμου και χρησιμοποιήθηκε πολύ κατά την αρχαιότητα (Ερμής του Πραξιτέλους).

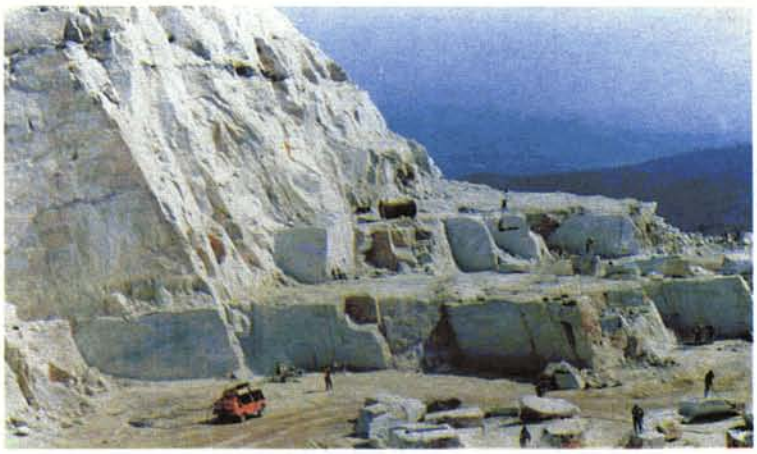
– Το ***πεντελικό μάρμαρο.*** Περίφημο και αυτό μάρμαρο γνωστό από την αρχαιότητα. Είναι λευκό και διασχίζεται από υπότεφρες ή από κυανίζουσες γραμμές. Δεν αποτελείται, ό-

πως το παριανό μάρμαρο, από καθαρό ανθρακικό ασβέστιο, αλλά περιέχει και μικρή αναλογία διαφόρων οξειδίων, κυρίως του σιδήρου. Στα τελευταία αυτά οξείδια οφείλεται και το χρώμα της σκουριάς, που αποκτά, όταν εκτεθεί στην ατμόσφαιρα για πολύ χρόνο. Αυτό παρατηρείται στους αρχαίους ναούς και στα αγάλματα, που είναι κατασκευασμένα από πεντελικό μάρμαρο. Περιέχει επίσης, αλλά σπάνια, κρυστάλλους χαλαζία (γυαλί), οι οποίοι δυσχεραίνουν την επεξεργασία του.

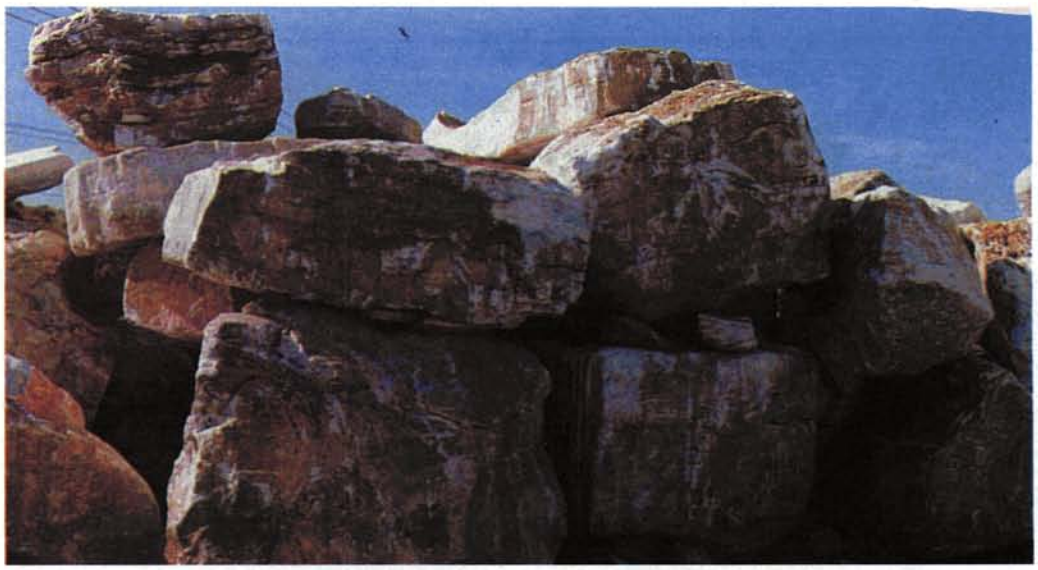
Σήμερα χρησιμοποιείται ευρύτατα τόσο στην Ελλάδα όσο και στις ξένες χώρες. Τα κυριότερα λατομεία πεντελικού μαρμάρου βρί-



Σχ. 2.3ι6.
Διάφοροι τύποι εγχρώμων ελληνικών μαρμάρων.



Σχ. 2.3ιγ.
Λατομείο λευκού μαρμάρου στο Διόνυσο Πεντέλης.



Σχ. 2.3ιδ.
Συγκέντρωση μεγάλων κομματιών μαρμάρου που προορίζονται για κατασκευή πλακών ή άλλων μαρμαρίνων στοιχείων.

σκονται κοντά στο Διόνυσο της Αττικής (σχ. 2.3ιγ) και φέρονται στο εμπόριο ως μάρμαρα Διονύσου (σχ. 2.3ιδ).

Από πεντελικό μάρμαρο έχουν κατασκευασθεί πολλά σύγχρονα μνημειακά έργα, όπως π.χ. τα παλαιά Ανάκτορα.

– Το ***μάρμαρο του Μαραθώνα*** και ***της Αγίας Μαρίνας***. Συνηθισμένο υλικό για εσωτερικές και εξωτερικές επενδύσεις. Η μάζα του είναι σκοτεινή κυανότεφρη. Περισσότερο σκοτεινή εμφανίζεται στο μάρμαρο του Μαραθώνα. Και τα δύο διασχίζονται από σκοτεινές και ανοικτές γραμμές και φλέβες. Δημιουργούνται έτσι σχήματα, που θυμίζουν τον αφρό.

– Το ***μάρμαρο της Δόμβραινας*** κοντά στη Θήβα. Το χρώμα του είναι βαθύ κίτρινο ως κιτρινοκόκκινο με νεράδ ανοικτότερου χρώματος. Χρησιμοποιείται σε επενδύσεις τοίχων.

– Το ***μάρμαρο της Ερέτριας*** στην Εύβοια. Περιέχει πυκνές ερυθρές ή ερυθρόφαιες κηλίδες και γραμμές. Χρησιμοποιείται σε διακοσμήσεις παραστάδων θυρών, επένδυση τζακιών κ.α. Μπορεί να εξαχθεί σε μεγάλους όγκους. Από το μάρμαρο αυτό κατασκευάσθηκαν αρκετοί στύλοι της Αγίας Σοφίας, του Αγίου Μάρκου στη Βενετία κ.α.

– Το ***μάρμαρο της Καρύστου,*** Ευβοίας. Γνωστό από αρχαιοτάτων χρόνων. Το χρώμα του λευκοπράσινο έως τεφροπράσινο με σκοτεινότερες γραμμές και φλέβες ελλειψοειδούς



Σχ. 2.3ιε.
Στέγαση σπιτιών στο Πήλιο με πλάκες από μαρμαρυγιακό σχιστόλιθο.

μορφής. Χρησιμοποιείται και αυτό για διακοσμητικές εργασίες.

– Τα ***μάρμαρα της Μάνης.*** Πολύ καλής ποιότητας. Γνωστότερα απ' αυτά είναι το βαθύ κόκκινο του Ταινάρου και το μαύρο μάρμαρο Μάνης χωρίς καμιά κηλίδα.

– Άλλα μάρμαρα είναι το ***λευκό της Νάξου***, με το οποίο κατά την αρχαιότητα κατασκεύαζαν αγάλματα, το ***λευκό της Τήνου***, της ***Θάσου*** κ. α.

Έγχρωμα μάρμαρα εξάγονται επίσης από τα Ιωάννινα, τη Σκύρο, την Αράχωβα, τη Λάρισα, τη Ρόδο κ.α.

Όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα το πράσινο μάρμαρο της Λάρισας και της Τήνου είναι οφιτικής προελεύσεως, αλλά στο εμπόριο φέρεται ως μάρμαρο.

2.3.2 Στρωτοί λίθοι ή σχιστόλιθοι.

Οι στρωτοί λίθοι προέρχονται είτε από πυριγενή είτε από ύδατογενή πετρώματα. Διακρίνονται από τη σαφή στρωματική διάταξη των μορίων τους και από την ευκολία με την οποία σχίζονται σε πλάκες διαφόρων παχών.
Οι προερχόμενοι από πυριγενή πετρώματα σχιστόλιθοι δημιουργήθηκαν λόγω των ισχυρών πιέσεων και των υψηλών θερμοκρασιών που υπέστησαν τα αρχικά άμορφα πετρώματα. Οι εξωτερικές αυτές συνθήκες δημιούργησαν νέα χαρακτηριστικά στα πετρώματα. Το κυριότερο από τα χαρακτηριστικά αυτά είναι:

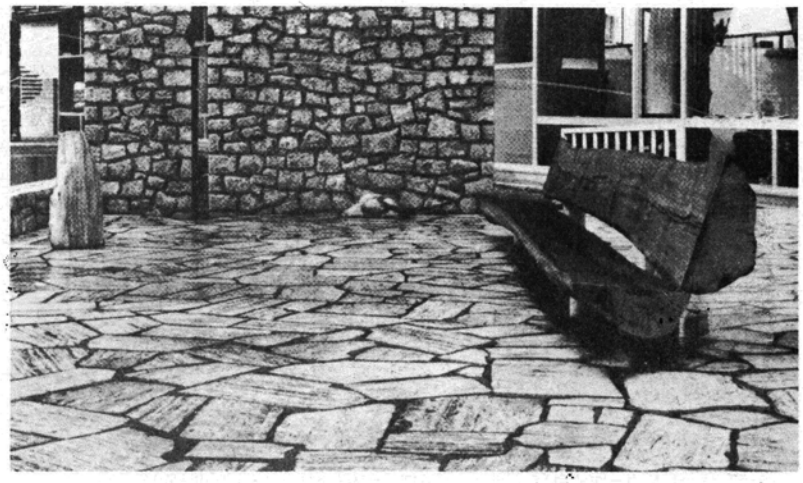
Η κατά στρώσεις διάταξή τους και η δημιουργία επιφανειών σχισμού που δεν υπήρχαν στα αρχικά πετρώματα. Τα πετρώματα αυτά καλούνται ***μεταμορφωσιγενή.***

Χαρακτηριστικός λίθος αυτής της κατηγορίας είναι ο ***μαρμαρυγιακός σχιστόλιθος.*** Έχει την ίδια σύσταση με τους γρανίτες αλλά περιέχει μικρότερο ποσοστό αστρίων.

Σχίζεται πολύ εύκολα σε λεπτές ομοιοπαχείς πλάκες μεγάλων διαστάσεων, έχει μεγάλη αντοχή σε θλίψη κάθετα προς τις στρώσεις του ($\sigma_{o\lambda}$ = 800 kp/cm^2) και αντέχει σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Το χρώμα του είναι συνήθως αργυρόλευκο έως κυανίζον γκρίζο.

Χρησιμοποιείται σε μεγάλη κλίμακα για την επίστρωση αυλών και γενικά ανοικτών χώρων. Μεγάλη χρήση γινόταν στο παρελθόν στη στέγαση οικιών σε περιοχές που βρίσκονταν σε αφθονία (Πήλιο σχ. 2.3ιε).

Οι από υδατογενή πετρώματα σχιστόλιθοι σχηματίστηκαν από τη μεταφορά με το νερό των κόκκων διαφόρων πετρωμάτων και την ε-



Σχ. 2.3ιστ.
Πλακόστρωση αυλής με σχιστολιθικές πλάκες.

ναπόθεσή τους στους πυθμένες των θαλασσών. Η αξία τους στη δομική εξαρτάται από το μέγεθος των κόκκων. Στους χρησιμοποιούμενους σχιστολίθους τα συγκολληθέντα υλικά είναι πολύ λεπτή σκόνη ή παιπάλη.

Σχίζονται εύκολα σε πολύ λεπτές πλάκες μέχρι πάχους 0,5 cm. Συνήθως οι πλάκες έχουν πάχος 4 cm έως 5 cm (σχ. 2.3ιστ).

2.4 Ιδιότητες των φυσικών λίθων.

Όταν πρόκειται να κατασκευασθεί ένα τεχνικό έργο, στο οποίο θα χρησιμοποιηθούν φυσικοί λίθοι, είναι απαραίτητο να γίνουν, πριν ακόμη αρχίσει η εκτέλεση του έργου, δύο εργασίες:

– Πρώτα να προσδιορισθούν οι ιδιότητες που πρέπει να έχουν οι λίθοι, για να μπορέσουν να ανταποκριθούν κατά τον καλύτερο τρόπο στις ειδικές συνθήκες και στους ιδιαίτερους εξωτερικούς παράγοντες που επικρατούν στην περιοχή που θα εκτελεσθεί το έργο.

– Δεύτερο να βρεθούν αυτοί οι λίθοι και να ελεγχθούν αν έχουν τις απαιτούμενες ιδιότητες.

Οι ιδιότητες που πρέπει να έχουν οι λίθοι που χρησιμοποιούνται στη δομική και ο έλεγχος των ιδιοτήτων αυτών, δηλαδή ο προσδιορισμός του βαθμού εκδηλώσεώς τους, εξετάζονται στη συνέχεια.

2.4.1 Πυκνότητα –Πορώδες.

Όπως είναι ήδη γνωστό (παράγρ. 2.2), οι λίθοι δεν είναι τελείως συμπαγή σώματα. Αποτελούνται από κάποια ποσότητα ύλης και από ένα όγκο κενών, που είναι κατανεμημένα μέσα στη μάζα του λίθου. Τα κενά αυτά έχουν ποικίλα σχήματα και μεγέθη.

Η πυκνότητα ***ρ*** χαρακτηρίζει το ποσοστό ***του όγκου της ύλης,*** που περιέχεται σε ένα λίθο, και η αραιότητα ***α*** ή το πορώδες χαρακτηρίζει το ποσοστό των κενών, που περιέχονται στο λίθο.

Παρατηρούμε ότι όσο μεγαλύτερη είναι η πυκνότητα, τόσο συμπαγέστερος και με λιγότερα κενά είναι ο λίθος, ή αντίθετα όσο μεγαλύτερο είναι το πορώδες, τόσο αραιότερος και με περισσότερα κενά είναι ο λίθος. Οι δύο αυτές ιδιότητες επηρεάζουν σοβαρά άλλες ιδιότητες του λίθου.

Η ποιότητα και η καταλληλότητα για τις διάφορες χρήσεις που τον προορίζομε, εξαρτώνται βασικά από την πυκνότητα και το πορώδες του. Η ικανότητα του λίθου να απορροφά νερό ή να επιτρέπει τη διέλευση του νερού και του αέρα από τη μάζα του, η αντοχή στον παγετό, το φαινόμενο ειδικό βάρος του κι η μηχανική του αντοχή εξαρτώνται άμεσα από την πυκνότητά του.

2.4.2 Ειδικό βάρος.

Αντίστοιχη ιδιότητα προς την πυκνότητα είναι το ***φαινόμενο*** και το ***απόλυτο ειδικό βάρος*** που πρέπει πάντοτε να εξετάζεται στους λίθους.

Όπως είναι γνωστό το φαινόμενο ειδικό βάρος εξαρτάται από το είδος της ύλης, από την οποία αποτελείται ο λίθος, και από την ποσότητα της ύλης που περιέχει, δηλαδή από την πυκνότητά του, ενώ το απόλυτο ειδικό βάρος εξαρτάται μόνο από το είδος της ύλης. Στις κατασκευές τη μεγαλύτερη σημασία την έχει συνήθως το φαινόμενο ειδικό βάρος.

Ο προσδιορισμός του φαινόμενου ειδικού

βάρους **s** και της πυκνότητας **ρ** ενός λίθου γίνεται με διάφορους τρόπους. Υπάρχουν μέθοδοι που εκτελούνται στο εργαστήριο, όταν επιζητούμε μεγάλη ακρίβεια, και άλλες, που εκτελούνται στο εργοτάξιο, όταν δεν χρειάζεται μεγάλη ακρίβεια. Για τις συνηθισμένες ανάγκες στην πράξη χρησιμοποιούνται οι εργοταξιακές μέθοδοι. Μια απ' αυτές είναι η ακόλουθη:

Δείγμα από τους λίθους που εξετάζομε βάρους 50 g περίπου και σχήματος όσο το δυνατό κανονικού (κύβου, ή σφαίρας), ξεραίνεται σε θερμοκρασία 100°C για να φύγει η υγρασία του και μετά ζυγίζεται. Έστω ότι έχει βάρος G. Στη συνέχεια καλύπτεται με λεπτό στρώμα λιωμένης παραφίνης, για να φραχθούν οι εξωτερικοί του πόροι, και βυθίζεται σε ογκομετρικό δοχείο που περιέχει νερό θερμοκρασίας 20°C. Ο εκτοπιζόμενος από το δείγμα όγκος $V_φ$ του νερού παριστάνει το φαινόμενο όγκο του λίθου. Επομένως, σύμφωνα με τον ορισμό (παράγρ. 1.6.1), έχομε το φαινόμενο ειδικό βάρος:

$$s = \frac{G}{V_φ} \qquad (21)$$

Παράδειγμα.

Εάν το δείγμα έχει βάρος G = 48 p και ο όγκος του εκτοπιζόμενου νερού είναι $V_φ = 32\ cm^3$, το φαινόμενο βάρος του υλικού θα είναι:

$$s = \frac{48}{32}\ p/cm^3 = 1{,}5\ p/cm^3$$

$$ή\ s = 1500\ kp/cm^3$$

Ο προσδιορισμός της πυκνότητας γίνεται με όμοιο τρόπο. Μετά την εύρεση του βάρους G και του φαινόμενου όγκου $V_φ$ το δείγμα λειοτριβείται, ώστε η σκόνη, που προκύπτει, να περνάει από το κόσκινο με τις 900 τρύπες (900 βροχίδες ανά cm^2), χωρίς να αφήνει σ' αυτό υπόλειμμα. Μετά εισάγεται σε ογκομετρικό δοχείο με νερό θερμοκρασίας 20°C και προσδιορίζεται ο όγκος που καταλαμβάνει η σκόνη από τον όγκο του εκτοπιζόμενου νερού. Ο όγκος αυτός είναι ο απόλυτος όγκος $V_υ$. Η πυκνότητα τότε θα είναι:

$$ρ = \frac{V_υ}{V_φ} \qquad (22)$$

Ο απόλυτος όγκος μπορεί να προσδιορισθεί και κατά τον εξής πρακτικότερο τρόπο : Ο λίθος με φαινόμενο όγκο V, που προσδιορίζομε κατά τα γνωστά, ζυγίζεται αφού προηγουμένως ξεραθεί. Έστω G το βάρος του. Έπειτα βυθίζεται στο νερό για 48 ώρες και αφού μετά την εξαγωγή του σκουπισθεί με ύφασμα ζυγίζεται πάλι. Έστω G_1 το νέο βάρος του. Η διαφορά $a = G_1 - G$ δείχνει το βάρος του νερού που γέμισε τα κενά. Ο αριθμός αυτός όμως παριστάνει τον όγκο που κατέχουν τα κενά. (Εάν το a μετράται σε p, παριστάνει όγκο σε cm^3, εάν μετράται σε kp παριστάνει όγκο σε dm^3 κλπ).

Επομένως ο απόλυτος όγκος του λίθου και η πυκνότητά του θα είναι :

$$V_υ = V_φ - a \qquad (23)$$

$$ρ = \frac{V_υ}{V_φ} = \frac{V_φ - a}{V_φ} \qquad (24)$$

Παράδειγμα.

Έστω ότι το βάρος του δείγματος, αφού στεγνώσει τελείως, είναι 48 p και ότι ο φαινόμενος όγκος του είναι $32\ cm^3$. Μετά τη βύθισή του στο νερό το δείγμα αποκτά βάρος 60 p. Επομένως ο όγκος των κενών είναι $60 - 48 = 12\ cm^3$ και ο απόλυτος όγκος του $V_υ = 32 - 12 = 20\ cm^3$. Η πυκνότητά του τότε θα είναι:

$$ρ = \frac{20}{32} = 0{,}625 \qquad ή \qquad 62{,}5\%$$

2.4.3 Υδροαπορροφητικότητα.

Σε πολλές κατασκευές ο λίθος βρίσκεται μέσα στο νερό ή σε επαφή με πάντοτε υγρά εδάφη. Στην περίπτωση αυτή το νερό εισχωρεί μέσα στα κενά του λίθου και μεταβάλλει ορισμένες ιδιότητές του.

Ο λίθος γίνεται πιο μαλακός και ελαττώνεται η μηχανική αντοχή του ενώ μεγαλώνουν οι πιθανότητες να υποστεί ο λίθος χημικές επιδράσεις και να καταστραφεί. Το τελευταίο συμβαίνει γιατί μέσα στο νερό που μπαίνει στους πόρους βρίσκονται σε διάλυση άλατα και οξέα, που με τον τρόπο αυτό εισδύουν μέσα στη μάζα του λίθου και προκαλούν χημικές αλλοιώσεις και πιθανές βλάβες.

Τέλος το νερό επηρεάζει την αντοχή του λίθου στον παγετό, όπως θα δούμε πιο κάτω.

Η υδροαπορροφητικότητα του λίθου εξαρτάται κατ΄ αρχήν από την πυκνότητά του. Όσο δηλαδή πυκνότερος είναι ο λίθος (λίγα κενά), τόσο λιγότερο νερό μπορεί να απορροφήσει. Το γεγονός αυτό δεν ισχύει απόλυτα γιατί η είσοδος του νερού μέσα στο λίθο δεν εξαρτάται μόνο από τον όγκο των κενών, αλλά και από τη μορφή και το μέγεθός τους. Μεγάλοι και ευθύγραμμοι πόροι επιτρέπουν εύκολα την είσοδο του νερού. Αντίθετα πολύ μικροί (υποτριχοειδείς) και δαιδαλώδεις πόροι και πόροι που δεν συγκοινωνούν μεταξύ τους (κυψελωτοί) δυσχεραίνουν πολύ ή και κάνουν αδύνατο τον εμποτισμό του λίθου με νερό. Από πειραματικά δεδομένα έχει προκύψει ότι υπάρχουν λίθοι με μεγάλη πυκνότητα (μικρό

πορώδες), που απορρόφησαν περισσότερο νερό από άλλους λίθους με μικρότερη πυκνότητα.

Χαμηλός βαθμός απορροφήσεως του νερού είναι ενδεικτικό καλής ποιότητας του λίθου.

Η μέτρηση του βαθμού απορροφητικότητας γίνεται, όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο.

2.4.4 Αντοχή στον παγετό.

Το νερό που έχει μπει στους πόρους ενός λίθου παγώνει, όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος πέσει κάτω από το μηδέν. Επειδή όμως το νερό κατά την πήξη του διαστέλλεται, δημιουργούνται μεγάλες δυνάμεις μέσα στη μάζα του λίθου· έτσι μπορεί να καταστραφεί η συνοχή των κόκκων και να αποσαθρωθεί ο λίθος.

2.4.5 Αντοχή στην πύρωση και στην πυρκαϊά.

Τα αποτελέσματα από τις υψηλές θερμοκρασίες στους φυσικούς λίθους είναι πάντοτε δυσμενή. Αυτό οφείλεται στη διαστολή που παθαίνουν οι λίθοι κατά την πύρωση καθώς και σε χημικές αλλοιώσεις. Όταν η πύρωση είναι πολύ μεγάλη, προκαλείται μείωση της αντοχής των λίθων ή ακόμα και τέλεια αποσάθρωσή τους.

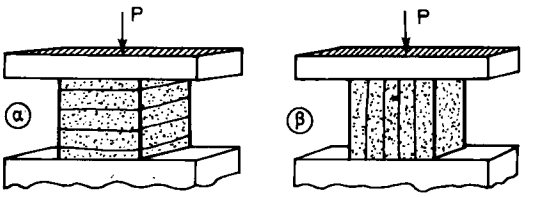
Η αντίσταση των διαφόρων λίθων στην πύρωση εξαρτάται από τη χημική και ορυκτολογική τους σύσταση, καθώς και από την πυκνότητα και τη δομή του ιστού τους. Συνήθως οι πυριγενείς λίθοι, που περιέχουν χαλαζία, παρουσιάζουν μεγαλύτερη αντίσταση.

Όταν ένας λίθος δεν παθαίνει μηχανικές ή χημικές αλλοιώσεις σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από 1200°C, ο λίθος αυτός ονομάζεται ***πυρίμαχος.*** Για την κατασκευή ορισμένων έργων (εστίες, καμινάδες) είναι απαραίτητο να γνωρίζομε την αντίσταση στην πύρωση, που προβάλλουν οι προοριζόμενοι για τα έργα αυτά λίθοι.

2.4.6 Αντοχή σε θλίψη.

Οι φυσικοί λίθοι, όταν υποστούν την επιρροή εξωτερικών δυνάμεων, αντιστέκονται στη μεταβολή του σχήματος και των διαστάσεών τους (παραμόρφωση). Η αντίσταση αυτή είναι διαφορετικού βαθμού για κάθε είδος λίθου και πολλές φορές διαφορετική και για τον ίδιο λίθο, όταν αυτός φορτισθεί με εξωτερικά φορτία κατά τη μία ή την άλλη διεύθυνση.

Ο ίδιος λίθος, όταν προέρχεται από στρωσιγενή πετρώματα, παρουσιάζει διαφορετική αντοχή σε θλίψη, όταν φορτίζεται με δύναμη κάθετη στις στρώσεις και διαφορετική, και πολύ μικρότερη, όταν φορτίζεται παράλληλα με αυτές (σχ. 2.4α).



Σχ. 2.4α.
Φόρτιση λίθου κάθετη προς τις στρώσεις του (α) και παράλληλα προς αυτές (β). Στην πρώτη περίπτωση εμφανίζει μεγαλύτερη αντοχή θραύσεως.

Πάντως, κατά κανόνα, όσο πυκνότερος είναι και όσο μεγαλύτερο ειδικό βάρος έχει ο λίθος, τόσο μεγαλύτερη είναι η αντοχή του σε θλίψη.

Ο έλεγχος της αντοχής των λίθων σε θλίψη γίνεται σε ειδική μηχανή.

Σε τοίχους, που χρησιμοποιούνται λίθοι αργοί με κονίαμα (λάσπη), ως επιτρεπόμενη τάση της τοιχοποιίας λαμβάνεται η επιτρεπόμενη τάση του κονιάματος και όχι των λίθων, γιατί η αντοχή του κονιάματος είναι πολύ μικρότερη από του λίθου. Για το λόγο αυτό στις κατασκευές με αργούς λίθους με κονίαμα δεν είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούμε λίθους μεγάλης αντοχής, αλλά λίθους, που παρουσιάζουν ιδιότητες απαραίτητες για την αντιμετώπιση άλλων εξωτερικών παραγόντων εκτός από τα φορτία. Επίσης πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπ΄ όψη και η τιμή αγοράς τους.

2.4.7 Αντοχή στην κάμψη.

Η αντοχή του λίθου σε κάμψη είναι πολύ μικρότερη από ό,τι είναι η αντοχή του ίδιου λίθου σε θλίψη. Λαμβάνεται συνήθως ίση με το 1/6 ως το 1/10 της αντοχής σε θλίψη. Για το λόγο αυτό αποφεύγομε να χρησιμοποιούμε λίθους για την κατασκευή στοιχείων που υπόκεινται σε κάμψη, όπως π.χ. είναι οι πλάκες των πατωμάτων. Στα παλαιότερα χρόνια πριν από τη χρήση του σιδήρου και του οπλισμένου σκυροδέματος, κατασκεύαζαν μικρές γέφυρες, υπέρθυρα και άλλα παρόμοια δομικά στοιχεία από λίθους που υφίστανται καμπτικές παραμορφώσεις.

2.4.8 Αντοχή σε κρούση.

Ορισμένοι λίθοι χρησιμοποιούνται για την κατασκευή οδοστρωμάτων, όπου τα κινούμενα οχήματα δημιουργούν κρουστικές δυνάμεις. Οι δυνάμεις αυτές καλούνται και ***δυναμικές*** φορτίσεις και δεν πρέπει να συγχέονται με τις δυνάμεις θλίψεως που αναφέραμε προηγουμένως, γιατί οι δυνάμεις θλίψεως ενεργούν στο λίθο και φθάνουν στη μεγαλύτερη ένταση σιγά σιγά, ενώ οι κρουστικές δυνάμεις ενεργούν απότομα. Οι λίθοι, που προορίζονται για κατασκευές, που δέχονται κρουστικές δυνάμεις, πρέπει απαραίτητα να ελέγχονται για την αντοχή τους στις κρούσεις. Η ιδιότητα αυτή

είναι μεγάλης σημασίας και ο βαθμός της προσδιορίζεται με ειδικές εργαστηριακές μηχανές.

2.4.9 Αντοχή στην τριβή. Σκληρότητα.

Η σκληρότητα δεν πρέπει με κανένα τρόπο να συγχέεται με τη μηχανική αντοχή του λίθου, δηλαδή την αντοχή του σε θλίψη, κάμψη κλπ. Το διαμάντι (αδάμας), όπως είναι γνωστό, είναι το σκληρότερο από τα σώματα. Εν τούτοις η μηχανική αντοχή του είναι μηδαμινή.

Οι λίθοι ενός έργου, που εκτίθενται ελεύθερα στην ατμόσφαιρα, όπως συμβαίνει στην περίπτωση μνημειακών κατασκευών, πεζοδρομίων, πλατειών, αυλών κλπ. όπου δεν καλύπτονται από κονίαμα, υφίστανται τη μηχανική ενέργεια του ανέμου, του νερού κλπ., ή την ενέργεια τριβής από τροχοφόρα, πεζούς κλπ. Για να αποφευχθεί η γρήγορη φθορά τους, πρέπει να χρησιμοποιούνται λίθοι, που παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή στις μηχανικές αυτές επιδράσεις.

Η αντοχή αυτή εξαρτάται από τη ***σκληρότητα*** των υλικών. Η σκληρότητα στους λίθους εξαρτάται :

– Από τη σκληρότητα των ορυκτών, που αποτελούν το λίθο.

– Από τη συγκολλητική ύλη, που συνδέει τους κόκκους μεταξύ τους.

– Από τη θέση, που έχουν μεταξύ τους οι κόκκοι.

Η σκληρότητα των λίθων καθορίζεται από τη σκληρογραφική κλίμακα του Mohs (παράγρ. 1.6.2ε, πίνακας 6 του παραρτήματος).

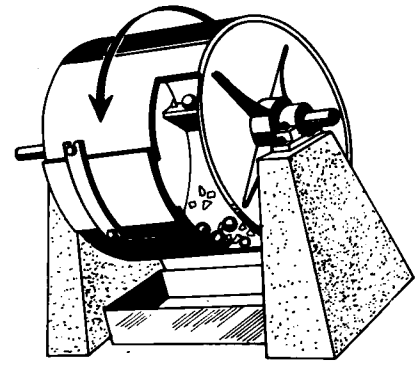
Υπάρχουν όμως και ακριβέστερες εργαστηριακές μέθοδοι. Κομμάτια των λίθων τοποθετούνται σε ειδικές μηχανές ή συσκευές, που ελέγχουν και προσδιορίζουν τη σκληρότητα του λίθου και την αντοχή του στην τριβή.

Μία από τις μεθόδους αυτές βασίζεται στο γεγονός ότι όταν ένας αριθμός λίθων τεθεί μέσα σε περιστρεφόμενο τύμπανο (σχ. 2.4β) χάνει βάρος λόγω των τριβών, που αναπτύσσονται μεταξύ τους.

Το τύμπανο αυτό μπορεί να περιστραφεί με ταχύτητα 10.000 στροφών/min και εκτελεί ορισμένο αριθμό στροφών κατά τη δοκιμή. Μετά ζυγίζεται το υλικό, που έχει αποσπασθεί από τους λίθους λόγω της μεταξύ τους τριβής και το βάρος του διαιρείται με το αρχικό βάρος των λίθων. Το πηλίκον κατόπιν πολλαπλασιάζεται επί 100. Έτσι προσδιορίζεται η εκατοστιαία απώλεια του βάρους των λίθων.

Παράδειγμα.

Από το σωρό των λίθων που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν παίρνομε 50 κομμάτια κυβικής περίπου μορφής και συνολικού βάρους 5 kg. Μετά την εκτέλεση της δοκιμής, ζυγίζομε το υλικό που αποσπάσθηκε από τα δοκίμια και



Σχ. 2.46.
Συσκευή ελέγχου της αντοχής των λίθων έναντι τριβής. Η δοκιμή αυτή καλείται δοκιμή Los Angeles.

έστω ότι έχει βάρος 250 g. Η εκατοστιαία απώλεια είναι:

$$\frac{250}{5000} \times 100 = 5\%$$

Πολλές φορές χρησιμοποιείται ο γαλλικός συντελεστής τριβής, που είναι πηλίκον του αριθμού 40 και της εκατοστιαίας απώλειας. Στο προηγούμενο παράδειγμα ο γαλλικός συντελεστής τριβής είναι 40/5 = 8. Όταν ο συντελεστής αυτός κυμαίνεται μεταξύ 8 και 12, θεωρείται ότι η αντοχή των λίθων στην τριβή είναι ικανοποιητική.

Ο έλεγχος της αντοχής των λίθων στη μηχανική ενέργεια του ανέμου γίνεται ως εξής :

Ρίχνεται στην επιφάνεια των λίθων χαλαζιακή άμμος από κατάλληλους φυσητήρες (αμμορριπή) με ορισμένη πίεση και για ορισμένο χρόνο. Οι φθορές, που υφίσταται η προσβαλλόμενη επιφάνεια, δίνουν το μέτρο της αντοχής του λίθου στην ενέργεια του ανέμου.

2.4.10 Εργάσιμο.

Ο βαθμός της σκληρότητας ενός λίθου και της αντιστάσεώς του στην τριβή χαρακτηρίζει κατά μεγάλο ποσοστό και το ***εργάσιμό*** του. *Εργάσιμο καλείται η ικανότητα που παρουσιάζει ένας λίθος να μπορεί να υποστεί οποιαδήποτε κατεργασία, όπως είναι το κόψιμο, το ξύσιμο, η λείανση, η στίλβωση κ.α.*

Γενικώς πρέπει να γνωρίζομε ότι οι πολύ σκληροί λίθοι είναι δυσκατέργαστοι, δηλαδή κόβονται, μορφοποιούνται και λειαίνονται πολύ δύσκολα, πράγμα που αυξάνει το χρόνο κατεργασίας τους και το κόστος τους.

Πολλές φορές ορισμένοι λίθοι απορρίπτονται ως ακατάλληλοι για την κατασκευή διαφόρων έργων, λόγω της σκληρότητάς τους, παρά το γεγονός ότι κατά τα άλλα είναι άριστης ποιότητας.

2.4.11 Αντοχή στα οξέα.

Μας είναι γνωστό ότι οι λίθοι υφίστανται τη δυσμενή επιρροή των διαφόρων οξέων, που είναι αναμεμιγμένα με τους καπνούς και τις αναθυμιάσεις των εργοστασίων ή που βρίσκονται μέσα στα απορριπτόμενα νερά (απόβλητα) των βιομηχανιών.

Τα διάφορα είδη των λίθων παρουσιάζουν διαφορετική αντίσταση στα παραπάνω οξέα. Επομένως, όταν πρόκειται να εκτελεσθεί ένα έργο σε περιοχή με ακάθαρτη ατμόσφαιρα ή όταν αυτό δέχεται τα "απόνερα" των εργοστασίων, όπως π.χ. η επένδυση με λίθους ενός ανοικτού οχετού, πρέπει οι λίθοι που θα χρησιμοποιηθούν να υποστούν έλεγχο της αντοχής τους στις συγκεκριμένες χημικές ενώσεις που θα έλθουν σε επαφή.

2.4.12 Χρώμα.

Η ιδιότητα αυτή εξαρτάται κατά κύριο λόγο από ορισμένα συστατικά, που περιέχουν σε μικρή πασότητα οι λίθοι. Είναι κυρίως οι διάφορες ενώσεις του σιδήρου και του άνθρακα και σε μικρότερη κλίμακα οι ενώσεις του θείου, νικελίου και χαλκού. Οι ενώσεις αυτές αποτελούν τις χρωστικές ουσίες των λίθων.

Οι κόκκινες, κίτρινες και καφέ αποχρώσεις οφείλονται στα ελεύθερα οξείδια του σιδήρου, ενώ οι μπλε, γκρι ή μαύρες αποχρώσεις οφείλονται στις ανθρακικές ενώσεις.

Όταν ο λίθος δεν περιέχει σίδηρο, είναι συνήθως άσπρος ή περίπου άσπρος.

Το χρώμα του λίθου δεν επηρεάζει καμιά από τις ιδιότητες που αναφέρθηκαν προηγουμένως και επομένως δεν είναι ενδεικτικό της ποιότητάς του. Απλώς επιδρά στην εμφάνισή του και λαμβάνεται υπ' όψη μόνο προκειμένου για λίθους, που θα χρησιμποιηθούν για επενδύσεις.

Το χρώμα αλλοιώνεται από τα οξέα της ατμόσφαιρας, καθώς και από το φως. Οι γρανίτες π.χ. φαίνονται περισσότερο σκοτεινοί, όταν οι άστριοι, που περιέχουν, είναι καθαροί και υαλώδεις, οπότε απορροφούν περισσότερο φως παρά όταν οι άστριοι αυτοί είναι θαμποί και αντανακλούν το φως.

Για να εξακριβώσομε τη σταθερότητα του χρώματος, πράγμα ουσιώδες γαι την περίπτωση εγχρώμων λίθων, που προορίζονται για επενδύσεις, τοποθετούμε δοκίμια απ' αυτούς μέσα σε αεροστεγώς κλεισμένο δοχείο, που περιέχει ατμούς νιτρικού, υδροχλωρικού ή άλλου οξέος. Τα δοκίμια παραμένουν 7 εβδομάδες τουλάχιστον μέσα στο δοχείο και έπειτα, αφού πλυθούν καλά, σημειώνονται οι μεταβολές που έγιναν στο χρώμα.

2.4.13 Συμπεράσματα.

Όπως προκύπτει από όσα έχομε αναφέρει, οι λίθοι είναι σώματα με πολλές και ποικίλες ιδιότητες και με μεγάλες διαφορές στο βαθμό εκδηλώσεως των ιδιοτήτων αυτών ακόμη και σε λίθους του ίδιου είδους.

Ο σκοπός του τεχνικού είναι να επιλέξει κάθε φορά τους καταλληλότερους λίθους. Δηλαδή εκείνους που παρουσιάζουν στο μεγαλύτερο βαθμό μόνο τις ιδιότητες, που θα συντελέσουν στο να ανταποκριθεί το έργο κατά τον καλύτερο και οικονομικότερο τρόπο στον ειδικό σκοπό, για τον οποίο προορίζονται.

Αν π.χ. πρόκειται να κατασκευάσομε τα θεμέλια ενός ακρόβαθρου ή ενός πτερυγότοιχου μιας γέφυρας, που θα βρίσκονται μέσα στο νερό, θα πρέπει να ελεγχθούν η πυκνότητα των λίθων που θα χρησιμοποιηθούν, το ειδικό βάρος τους, η υδροαπορροφητικότητά τους, η αντίστασή τοὺς στις χημικές και μηχανικές επιδράσεις του νερού, η σκληρότητά τους και η αντοχή τους στον παγετό, όταν υπάρχει η περίπτωση να παγώσει το νερό. Δεν θα μας απασχολήσουν καθόλου η αντοχή των λίθων στη φωτιά και στην πυρκαϊά, η αντοχή τους στα οξέα, το χρώμα τους κλπ.

Αντίθετα, προκειμένου να χρησιμοποιήσομε λίθους για την εξωτερική επένδυση ενός κτηρίου, θα εξετάσομε το χρώμα και την εμφάνισή τους γενικά, τη σταθερότητα του χρωματισμού τους, την αντίστασή τους στην τριβή και τη σκληρότητά τους, την αντίστασή τους στις χημικές επιδράσεις των οξέων της ατμόσφαιρας κλπ. Οι λοιπές ιδιότητες θα μας απασχολήσουν πολύ λίγο ή καθόλου, ανάλογα με τις υφιστάμενες τυχόν ειδικές συνθήκες.

Εάν πρόκειται να επιλέξομε μεταξύ δύο λίθων, που εμφανίζουν στον ίδιο βαθμό τις ιδιότητες που απαιτούνται, θα προτιμήσομε το φθηνότερο. Επίσης μεταξύ δύο λίθων με διαφορετικό βαθμό εκδηλώσεως ορισμένων ιδιοτήτων, θα προτιμήσομε πολλές φορές αυτόν που έχει κατώτερη ποιότητα, εφ' όσον βέβαια ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του έργου και είναι φυσικά φθηνότερος.

Για τον έλεγχο των ιδιοτήτων των λίθων χρησιμοποιούμε στα συνήθη έργα τις κατά προσέγγιση εργοταξιακές μεθόδους, που αναφέραμε παραπάνω. Μόνο για εξαιρετικής σπουδαιότητας έργα θα καταφύγομε σε εργαστηριακές εξετάσεις, οι οποίες όμως είναι δαπανηρότερες και απαιτούν περισσότερο χρόνο.

2.5 Εξόρυξη και επεξεργασία.

2.5.1 Επιλογή και προδιαγραφές.

Όταν πρόκειται να κατασκευασθεί ένα τεχνικό έργο, ή να παραχθούν αδρανή σκυροδεμάτων οπότε θα απαιτηθούν μεγάλες ποσότητες λίθων, ο τεχνικός οφείλει πρώτα απ' όλα να προσδιορίσει τις ιδιότητες, που πρέπει να

έχουν οι λίθοι αυτοί. Ο προσδιορισμός των απαιτουμένων ιδιοτήτων γίνεται, όπως γνωρίζομε (παράγρ. 1.7) με τη βοήθεια των προδιαγραφών ή αν δεν υπάρχουν προδιαγραφές με άλλους τρόπους που βασίζονται κυρίως στην εμπειρία του τεχνικού.

Κατόπιν πρέπει να γίνει έρευνα για την εύρεση λίθων με τις ιδιότητες που καθορίσθηκαν. Για το σκοπό αυτό χρειάζεται:

– Να εξετασθούν τα υπάρχοντα στην περιοχή του έργου λατομεία και σε περίπτωση που δεν υπάρχουν να εξετασθεί η δυνατότητα διανοίξεως νέων.

– Να ερευνηθεί αν υπάρχουν όμοια ή παραπλήσια έργα με αυτό που πρόκειται να εκτελεσθεί, τα οποία κατασκευάσθηκαν πριν από αρκετό χρόνο. Τέλος να εξετασθούν εργαστηριακά οι λίθοι, ιδίως όταν προέρχονται από νέο λατομείο.

Γενικά, οι ενέργειες που αναφέρθηκαν πιο πάνω είναι αναγκαίες, γιατί οι δαπάνες συντηρήσεως και επισκευής έργων κατασκευασμένων με ακατάλληλα υλικά και οι γενικότερες οικονομικές ζημιές είναι κατά πολύ μεγαλύτερες από τις απαιτούμενες δαπάνες για τον προκαταρκτικό έλεγχο των υλικών.

Ως παραδείγματα αναφέρομε ότι πολλοί δρόμοι καταστράφηκαν λόγω χρήσεως κακής ποιότητας χαλικιών, κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα κοντά στη θάλασσα ή σε βιομηχανικές περιοχές έπαθαν σοβαρές φθορές λόγω, μεταξύ άλλων, χρήσεως ακαταλλήλων σκύρων και άμμου κλπ.

2.5.2 Εξόρυξη των λίθων.

Η εξόρυξη των λίθων γίνεται σε ορισμένο τόπο, που έχει επιλεγεί όπως αναφέρθηκε προηγουμένως και που καλείται ***λατομείο***. Το λατομείο πρέπει να είναι σε κεκλιμένη επιφάνεια του εδάφους και όχι σε οριζόντια, για να διευκολύνεται η εξαγωγή και η διακίνηση των λίθων με την εκμετάλλευση της βαρύτητας.

Η εξόρυξη γίνεται πάντοτε από τα επιφανειακά στρώματα των πετρωμάτων. Πολύ σπάνια γίνεται υπογείως.

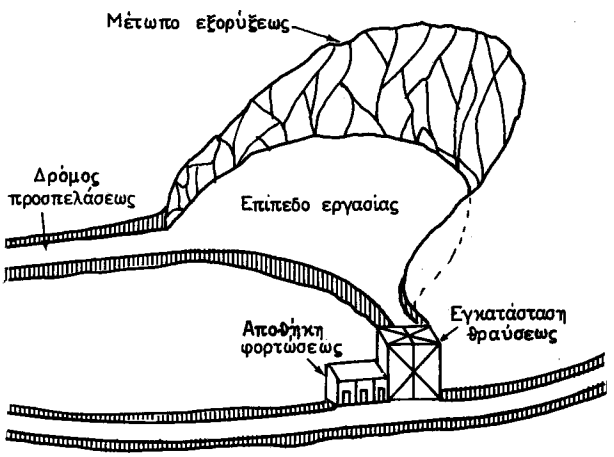
Στην αρχή αφαιρούνται τα χώματα και οι πέτρες, που καλύπτουν την επιφάνεια του πετρώματος ή, προκειμένου για παλιό λατομείο, αφαιρούνται τα άχρηστα υπολείμματα λίθων (μπάζα), που προήλθαν από παλαιότερη εκμετάλλευση.

Μετά την αποκάλυψη του πετρώματος αρχίζει η κύρια εργασία της εξορύξεως. Η μέθοδος που θα ακολουθηθεί και ο τρόπος εκμεταλλεύσεως του λατομείου εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες. Οι κυριότεροι από αυτούς είναι :

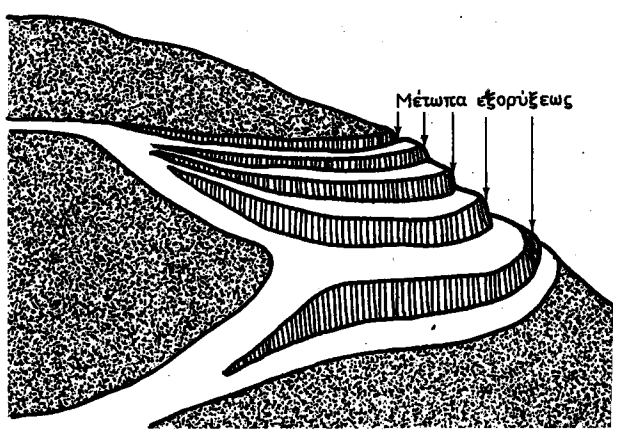
– Τα χαρακτηριστικά του πετρώματος. Δηλαδή το πάχος και η διεύθυνση των στρωμάτων, η διεύθυνση τυχόν υπαρχόντων ρηγμάτων και σχισμών, η σκληρότητα και η ομοιογένειά του κλπ.

– Η μορφή και το μέγεθος των λίθων, που επιζητούμε να αποκτήσομε. Εάν π.χ. πρόκειται να εξαχθούν αργοί λίθοι για απλές τοιχοποιίες ή για την παραγωγή χαλικιών και σκύρων, μπορεί να χρησιμοποιηθούν ισχυρές εκρηκτικές ύλες για την ανατίναξη και τον τεμαχισμό του πετρώματος. Η εκμετάλλευση του λατομείου γίνεται τότε κατά ***κατακόρυφες ζώνες*** ορισμένου πάχους. Η εξόρυξη θα αρχίσει από το άνω τμήμα της ζώνης (σχ. 2.5α) και θα προχωρήσει προς τα κάτω.

Αντίθετα, όταν θέλομε να αποκτήσομε μεγάλους όγκους υλικού, όπως π.χ. στην περίπτωση του μαρμάρου, χρησιμοποιούμε ελαφρές εκρηκτικές ύλες ή μηχανικές μεθόδους για την απόσπαση των όγκων αυτών. Τότε λέμε ότι η εκμετάλλευση του λατομείου γίνεται ***κατά βαθμίδες*** (σκαλοπάτια) (σχ. 2.5β και 2.5γ).



Σχ. 2.5α.
Σχηματική παράσταση εκμεταλλεύσεως λατομείου αργών λίθων με κατακόρυφες ζώνες.



Σχ. 2.5β.
Μέθοδος εξορύξεως λίθων κατά βαθμίδες.



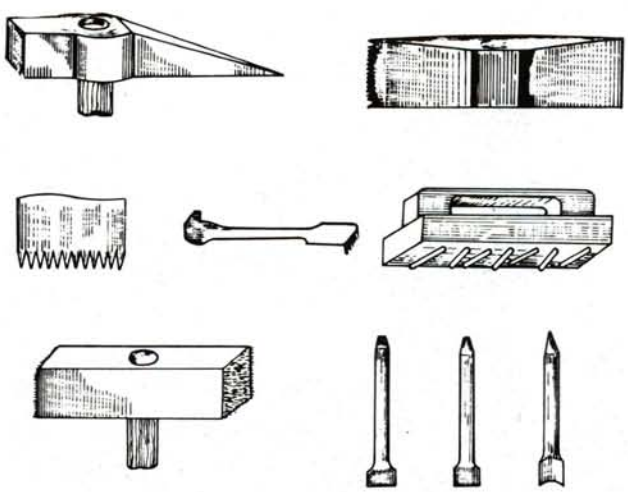
Σχ. 2.5γ.
Φωτογραφία λατομείου εξορύξεως φυσικών λίθων κατά βαθμίδες και εγκατάσταση παραγωγής αδρανών υλικών.

2.5.3 Επεξεργασία των λίθων.

Η επεξεργασία τους γίνεται για να αποκτήσουν οι λίθοι που προορίζονται για ειδικούς σκοπούς, ορισμένη μορφή και διαστάσεις.

Διακρίνομε δύο μορφές επεξεργασίας:

1) ***Χονδρολάξευση.*** Μετά τη διαλογή ακολουθεί η χονδρολάξευση των λίθων που προορίζονται για ειδικές χρήσεις. Η εργασία αυτή γίνεται με διάφορα εργαλεία, όπως είναι η τύκη (τσουκάνι), η σμίλη (βελόνη), η σφύρα (ματρακάς), το κτένι κ.α. (σχ. 2.5δ).



Σχ. 2.5δ.
Διάφορα εργαλεία επεξεργασίας λίθων.

Κατά τη χονδρολάξευση δίνεται στο λίθο χονδρικά το σχήμα που πρόκειται τελικά να πάρει και που είναι συνήθως πρισματικό ή πλακοειδές.

Η εργασία αυτή γίνεται στο λατομείο, γιατί ο λίθος είναι μαλακότερος μόλις εξορυχθεί και συνεπώς η κατεργασία του γίνεται ευκολότερα. Εκτός απ' αυτό η ελάττωση του όγκου και του βάρους με την απόρριψη των αχρήστων τμημάτων του μειώνουν τα έξοδα μεταφοράς.

2) ***Λάξευση.*** Μετά τη χονδρολάξευση γίνεται, αν είναι ανάγκη, η λάξευση. Ο λίθος αποκτά τις τελικές διαστάσεις, που απαιτούν οι προδιαγραφές, καθαρίζονται οι επιφάνειές του από τις μικροανωμαλίες, που αφέθηκαν κατά τη χονδρολάξευση, και γωνιάζονται οι ακμές του. Η εργασία αυτή δεν γίνεται στο λατομείο, αλλά στο εργοτάξιο ή σε ειδικά εργαστήρια.

2.6 Μορφές και χρήσεις των λίθων.

Οι λίθοι ανάλογα με τον προορισμό τους και ανάλογα με την κατεργασία που έχουν υποστεί διακρίνονται σε διάφορα είδη. Τα κυριότερα απ' αυτά είναι:

2.6.1 Αργοί λίθοι.

Οι λίθοι αυτοί χρησιμοποιούνται χωρίς να υποστούν προηγουμένως καμιά επεξεργασία

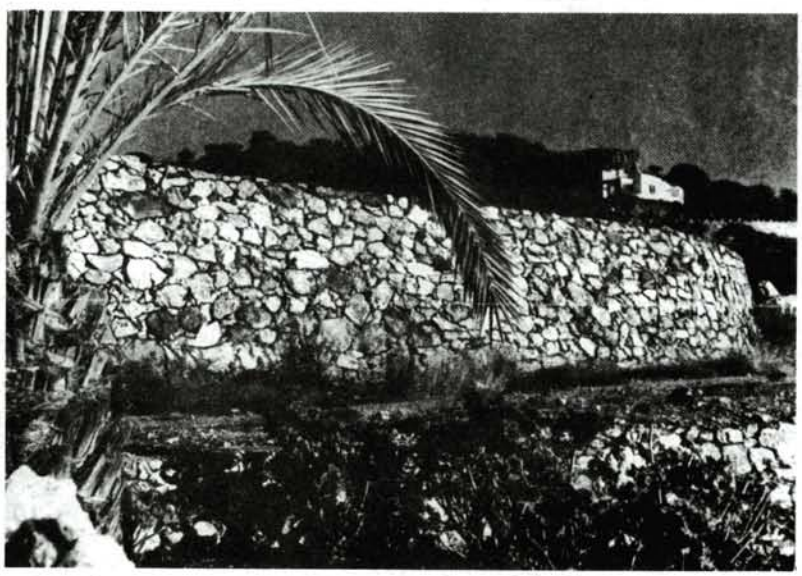
(σχ. 2.6α και 2.6β).

Το μέγεθος των αργών λίθων ποικίλλει. Δεν πρέπει όμως να είναι μεγαλύτερο από ένα ορισμένο όριο, γιατί θα ήταν δύσκολη η μετακίνηση του λίθου από δύο το πολύ εργάτες, ούτε να είναι μια μέση διάστασή του μικρότερη από 15 cm.

Το σχήμα τους πρέπει να πλησιάζει προς το πρισματικό. Οι τετράγωνοι ή στρογγυλοί λίθοι είναι γενικά ακατάλληλοι για δόμηση.



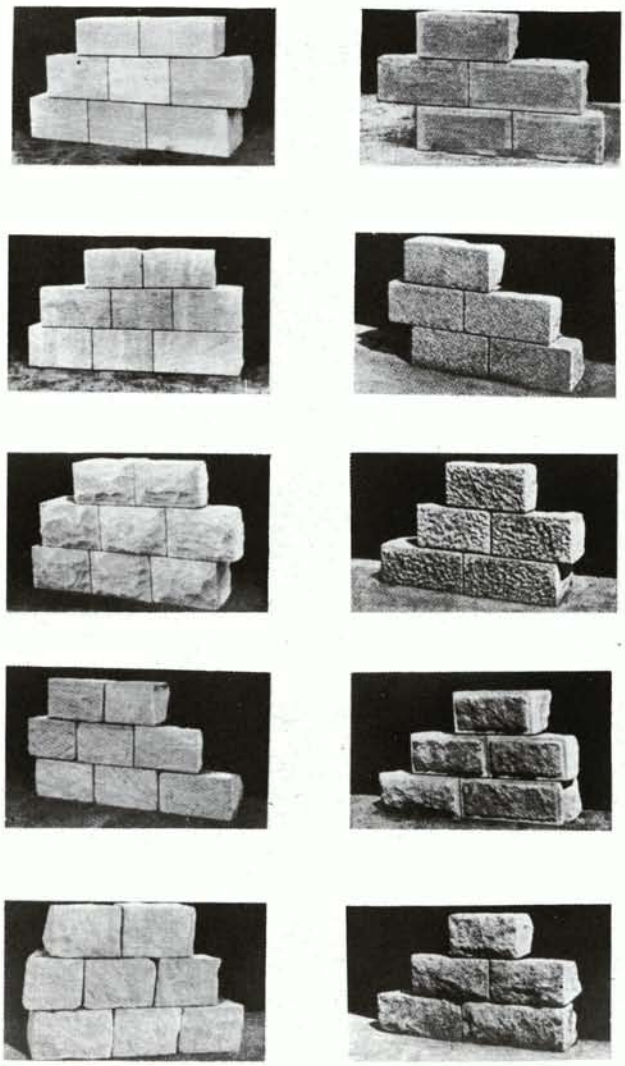
Σχ. 2.6α.
Αργοί λίθοι.



Σχ. 2.6β.
Ξηρολιθοδομή με αργούς λίθους.



Σχ. 2.6γ.
Τοίχοι από ημιλάξευτους λίθους. Η γωνία είναι διαμορφωμένη με αγκωνάρια.



Σχ. 2.6δ.
Διάφοροι τύποι λαξευτών λίθων.

Στις Πρότυπες Τεχνικές Προδιαγραφές του Υπουργείου Δημοσίων Έργων, που αναφέρονται στις ξηρολιθοδομές και ανωδομές γεφυριών και λοιπών τεχνικών έργων οι αργοί λίθοι περιγράφονται με κάθε λεπτομέρεια.

Στο εμπόριο πουλιούνται με τον όγκο τους (σε m^3). Επίσης πουλιούνται και με το βάρος τους (σε kg). Στη δεύτερη περίπτωση, εάν είναι γνωστό το φαινόμενο ειδικό βάρος τους (πίνακας 3 παραρτήματος), γίνεται εύκολα ο προσδιορισμός του φαινόμενου όγκου τους με μια απλή διαίρεση. Προτιμάται πάντοτε να γίνεται η αγορά τους με το δεύτερο τρόπο, γιατί είναι πιο ακριβής από τον πρώτο.

2.6.2 Ημίξεστοι ή ημιλαξευτοί λίθοι.

Σ' αυτούς τους λίθους κατεργασία γίνεται μόνο στις επιφάνειες, που είναι ορατές μετά τη δόμησή τους. Το σχήμα και οι διαστάσεις τους καθορίζονται ανάλογα με τη χρήση τους.

Οι πιο συνηθισμένοι λίθοι αυτής της κατηγορίας είναι:

Οι ***γωνιόλιθοι*** (αγκωνάρια), που χρησιμοποιούνται στις γωνίες ή στις διασταυρώσεις των τοίχων. Έχουν πρισματική μορφή με διαστάσεις 20 x 25 x 60 cm (σχ. 2.6γ).

Τα κράσπεδα των πεζοδρομίων έχουν και αυτά πρισματική ή στρογγυλή μορφή, αλλά μικρότερο πλάτος και ύψος και μεγαλύτερο μήκος από τα αγκωνάρια.

Οι λίθοι που χρησιμοποιούνται για τη διαμόρφωση μιας ορατής επιφάνειας τοίχου, έχουν περίπου κανονικό σχήμα και μια μόνο επιφάνεια λαξευμένη.

Στην τελευταία περίπτωση οι ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές αναφέρουν, τις διαστάσεις και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των αρ-



Σχ. 2.6ε.
Όγκοι μαρμάρου διαφόρων διαστάσεων σε εργοστάσιο κοπής μαρμάρων για περαιτέρω κοπή και επεξεργασία.

γών λίθων που πρέπει να χρησιμοποιηθούν.

2.6.3 Ξεστοί ή λαξευτοί λίθοι.

Σ' αυτούς είναι λαξευμένες όλες οι επιφάνειες και το σχήμα τους είναι πρισματικό ή κυβικό (σχ. 2.6δ). Χρησιμοποιούνται σε μνημειακές κατασκευές ή σε κτήρια, όπου για αισθητικούς λόγους ο τοίχος δεν καλύπτεται με κονία. Το μέγεθός τους ποικίλλει ανάλογα με την προέλευση του λίθου και με τη θέση στην οποία πρόκειται να τοποθετηθεί.

2.6.4 Κυβόλιθοι.

Οι λίθοι αυτοί προέρχονται από γρανιτικά ή άλλα εξ ίσου σκληρά πετρώματα και παλαιότερα τους χρησιμοποιούσαν για το στρώσιμο δρόμων, προκυμαιών κλπ. Η χρήση όμως αυτή έχει ήδη εγκαταλειφθεί, γιατί έχει αποδειχθεί καλύτερη και οικονομικότερη η χρήση άλλων υλικών (τσιμεντοσκυρόδεμα, ασφαλτοσκυρόδεμα).

2.6.5 Πλάκες.

Πλάκες γενικά καλούνται οι φυσικοί λίθοι, που οι δύο διαστάσεις τους, μήκος και πλάτος, είναι πολύ μεγαλύτερες από το πάχος τους (παράγρ. 2.1).

Χρησιμοποιούνται για στεγάσεις οικοδομών, για επιστρώσεις δρόμων, πεζοδρομίων, ταρατσών κ.α. και για διακοσμητικούς σκοπούς όπως π.χ. είναι η κάλυψη εσωτερικών ή εξωτερικών τοίχων.

α) Οι πλάκες στεγάσεως προέρχονται από εύσχιστα πετρώματα, όπως είναι ο αργιλικός και ο μαρμαρυγιακός σχιστόλιθος (σχ. 2.3ιε). Από τον αργιλικό σχιστόλιθο μπορεί να προέλθουν πλάκες πάχους μέχρι 6 mm (σχ. 2.3ιστ).

β) Οι πλάκες επιστρώσεως δρόμων, που προορίζονται για πεζούς (πεζόδρομοι) και πεζοδρομίων, προέρχονται από τα ίδια πετρώματα που αναφέραμε πιο πάνω, αλλά επιζητείται να έχουν μεγαλύτερη σκληρότητα. Το πάχος τους δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 5 cm.

γ) Οι πλάκες επιστρώσεως ταρατσών προέρχονται από πορώδεις ασβεστόλιθους μεγάλου όγκου που σχίζονται και κόβονται σε ορισμένες διαστάσεις.

δ) Οι πλάκες για διακοσμητικούς σκοπούς προέρχονται από μη εύσχιστα πετρώματα, όπως είναι π.χ. τα μάρμαρα, οι οφίτες (πράσινο μάρμαρο), οι γρανίτες κ. α. που εξάγονται από τα λατομεία υπό μορφή μεγάλων όγκων διαφόρων διαστάσεων (σχ. 2.6ε).

Το σχίσιμο των όγκων αυτών γίνεται με



Σχ. 2.6στ.
Σύγχρονο μηχάνημα κοπής πλακών μαρμάρου ή γρανίτη.



Σχ. 2.6ζ.
Δίσκος κοπής μαρμάρου.

μηχανικά μέσα, όπως είναι το κοινό οδοντωτό πριόνι, ο οδοντωτός τροχός, η πριονοκορδέλα και κυρίως ο καταρράκτης (σχ. 2.6στ και 2.6η) και το μηχάνημα κοπής (σχ. 2.6ζ). Ο καταρράκτης αποτελείται από σιδερένιο πλαίσιο, οριζόντιο ή κατακόρυφο πάνω στο οποίο βρίσκονται τεντωμένες παράλληλα με τις δύο απέναντι πλευρές του πολλές χαλύβδινες λάμες. Οι μεταξύ των λαμών αποστάσεις ρυθμίζονται ανάλογα με το πάχος των πλακών, που θέλομε να αποκτήσομε. Το πλαίσιο κινείται παλινδρομικά και οι πλάκες αποχωρίζονται με την τριβή των λαμών επάνω στον όγκο του μαρμάρου (σχ. 2.6θ).

Οι επιφάνειες των πλακών που προορίζονται για επικαλύψεις τοίχων, κλιμάκων, ή για άλλους διακοσμητικούς σκοπούς (σχ. 2.6ια και 2.6ιβ), παρουσιάζουν ύστερα από το σχίσιμο μικροανωμαλίες και το χρώμα τους έχει αλλοιωθεί λόγω της οξειδώσεως των ρινισμάτων σιδήρου, που προέρχονται από τις ταινίες του καταρράκτη.

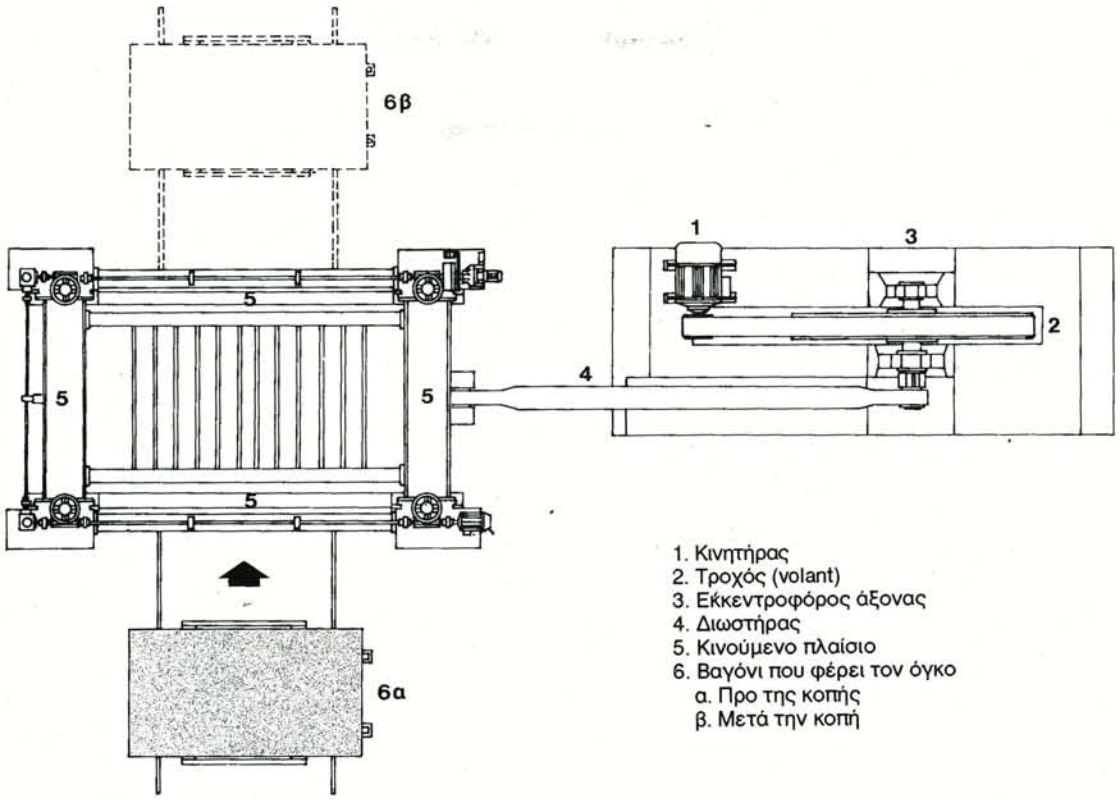
Στη συνέχεια γίνεται η εξομάλυνση, ο καθαρισμός και η στίλβωση της επιφάνειας (σχ. 2.6ι). Η τελική αυτή επεξεργασία περιλαμβάνει τρία στάδια:

- Την προλείανση (ξεχόνδρισμα).
- Τη λείανση (μαλάκωμα) και
- τη στίλβωση (νερόλουστρο).

Οι χρησιμοποιούμενες για επενδύσεις τοίχων πλάκες (σχ. 2.6ιγ) υφίστανται επεξεργασία μέχρι του σταδίου της λειάνσεως. Πλάκες που χρησιμοποιούνται για κάλυψη τραπεζιών και επίπλων στιλβώνονται σε επόμενο στάδιο.

2.7 Προστασία και συντήρηση των λίθων.

Όπως γνωρίζομε οι λίθοι, όταν ενσωματωθούν σε έργο, υφίστανται την επιρροή των διαφόρων εξωτερικών παραγόντων, που προκαλούν αποσύνθεση και γρήγορο γέρασμα σ' αυτούς, και κατά συνέπεια συντελούν στη φθορά και στην καταστροφή του έργου. Πρέπει λοιπόν εκτός από την προσεκτική επιλογή των πιο καταλλήλων λίθων, να ληφθούν και διάφορα προστατευτικά μέτρα για τη διατήρησή τους



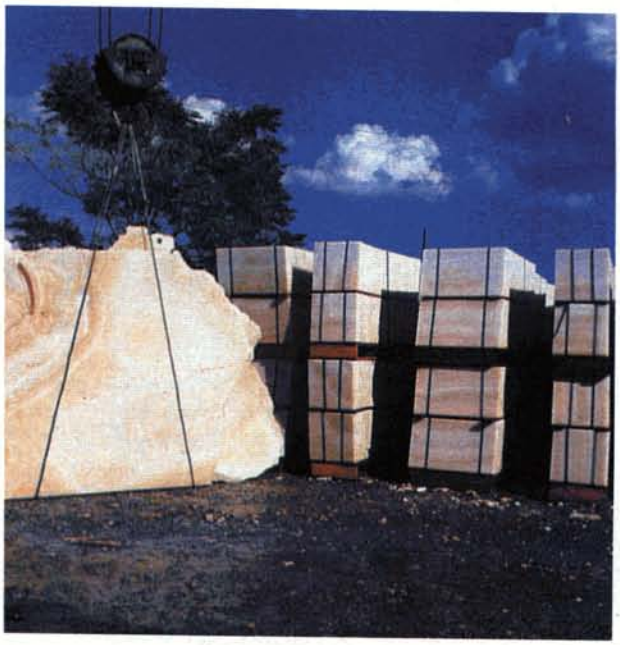
Σχ. 2.6η.
Σχηματική παράσταση του μηχανήματος κοπής μαρμάρων, γρανιτών κλπ. Κάτοψη του σχήματος 2.6στ.



Σχ. 2.6θ.
Όγκος μαρμάρου μετά την κοπή του σε πλάκες από το μηχάνημα του σχήματος 2.6ζ.



Σχ. 2.6ι.
Λείανση πλάκας με περιστρεφόμενο τροχό.



Σχ. 2.6ια.
Αριστερά μεγάλη μαρμάρινη πλάκα που μεταφέρεται στο εργοστάσιο για κοπή και λείανση. Δεξιά συσκευασμένες πλάκες μαρμάρου προοριζόμενες για πώληση.



Σχ. 2.6ιβ.
Έλεγχος του πάχους γρανιτικών πλακών μετά την κοπή του γρανιτικού όγκου.



Σχ. 2.6ιγ.
Επένδυση τοίχου με μαρμάρινες πλάκες (ορθομαρμάρωση). Διακρίνεται το θερμομονωτικό φύλλο που παρεμβάλλεται μεταξύ μαρμάρου και τοίχου και τα μεταλλικά στηρίγματα για την ασφαλή στερέωση της πλάκας.

σε όσο το δυνατό καλύτερη κατάσταση. Τα προστατευτικά αυτά μέτρα παίρνονται ή πριν να γίνει η δόμηση των λίθων ή κατά τη δόμησή τους ή μετά (συντήρηση).

Τα μέτρα, που πρέπει να λαμβάνονται πριν από τη δόμηση και μετά απ' αυτή είναι τα εξής:

– Περιορισμένη χρήση εκρηκτικών υλών κατά την εξόρυξη.
– Επιλογή του κατάλληλου λατομείου.
– Ξήρανση των λίθων.
– Επεξεργασία της ορατής επιφάνειας.
– Ορθή τοποθέτηση κατά τη δόμηση.
– Συντήρηση (τακτικοί καθαρισμοί της επιφάνειας, απομάκρυνση των υδάτων που λιμνάζουν, κυρίως σε πλάκες, επικάλυψη των λίθων με διάφορα λάδια και ρητίνες).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΛΙΘΙΝΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ

3.1 Γενικά – Προέλευση.

Ο όρος ***λίθινα προϊόντα*** αναφέρεται σε διάφορα βοηθητικά δομικά υλικά, που προέρχονται από τους φυσικούς λίθους με μηχανικό τεμαχισμό τους.

Τα πιο συνηθισμένα από τα προϊόντα είναι η άμμος, το λιθοσύντριμμα (γαρμπίλι), τα χαλίκια ή σκύρα, το αμμοχάλικο και οι σκόνες (μαρμαρόσκονη κλπ.).

Τα προϊόντα αυτά χαρακτηρίζονται ως βοηθητικά, γιατί δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνα τους για την κατασκευή ενός δομικού στοιχείου, εκτός από σπάνιες εξαιρέσεις, όπως π.χ. είναι το έρμα των σιδηροδρομικών γραμμών, τα φυσικά αμμοχάλικα κλπ. Πρέπει να αναμιχθούν με ένα πολτό συγκολλητικής ύλης, όπως είναι ο ασβέστης, το τσιμέντο, η άσφαλτος και οι συνθετικές κόλλες. Από το μίγμα αυτό προκύπτουν υλικά, όπως θα δούμε στα επόμενα κεφάλαια, κατάλληλα για δόμηση. Κατά την πήξη και τη σκλήρυνση των μιγμάτων αυτών, τα λίθινα προϊόντα δεν συμμετέχουν ενεργώς και γι' αυτό καλούνται συνήθως ***αδρανή υλικά.***

Επειδή τα λίθινα προϊόντα παράγονται με μηχανικό τεμαχισμό των λίθων, διατηρούνται σε αυτά όλες οι μηχανικές και φυσικές ιδιότητες των λίθων, από τους οποίους προέρχονται. Διαφέρουν από αυτούς μόνο κατά το μέγεθος. Το μέγεθός τους κυμαίνεται από την πολύ λεπτή σκόνη (άλευρο ή παιπάλη), ως τα μεγάλα χαλίκια του έρματος των σιδηροδρομικών γραμμών.

Το πρώτο από τα υλικά της κατηγορίας αυτής, που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος, είναι το ***χώμα.*** Περιέχει λεπτούς κόκκους άμμου, που προήλθαν από την αποσάθρωση των πετρωμάτων, και μια φυσική συγκολλητική ουσία, την ***πηλοκονία.***

Πολύ αργότερα άρχισε να συλλέγει λίθινα προϊόντα, που βρίσκονται άφθονα στο περιβάλλον του, όπως π.χ. άμμο και κροκάλες από τις παραλίες ή τους ποταμούς, χαλίκια από τους χειμάρρους κ.α. Με αυτά και με τη βοήθεια συγκολλητικών ουσιών που εύρισκε στη φύση (πηλοκονία) ή που παρασκεύαζε (ασβέστης) κατασκεύασε δομικά υλικά κατάλληλα για συνθετότερες κατασκευές.

Σήμερα τα λίθινα προϊόντα χρησιμοποιούνται σε μεγάλη έκταση για την κατασκευή διαφόρων δομικών στοιχείων. Η χρήση συγκολλητικών ουσιών υψηλής ποιότητας, όπως είναι το τσιμέντο και η βελτίωση των μεθόδων παρασκευής και ελέγχου του μίγματος έδωσε τεράστια ώθηση στην κατασκευή τεχνητών λίθων ή ολοσώμων στοιχείων από σκυρόδεμα. Αποτέλεσμα της εξελίξεως αυτής ήταν η ανάπτυξη πραγματικών βιομηχανιών για την παραγωγή των αδρανών από λίθους καθώς τα φυσικά αποθέματα δεν επαρκούσαν γαι την αυξημένη ζήτηση.

3.2 Κατάταξη των λιθίνων προϊόντων.

3.2.1 Ανάλογα με την προέλευσή τους.

Τα λίθινα προϊόντα κατατάσσονται, ανάλογα με την προέλευσή τους, σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

– Σ' αυτά που προέρχονται από φυσικό τεμαχισμό και

– σ' αυτά που προέρχονται από τεχνητό τεμαχισμό των λίθων.

1) Τα πρώτα, που λέγονται και ***φυσικά αδρανή,*** προέρχονται από φυσικό τεμαχισμό των στερεών πετρωμάτων. Λαμβάνονται απ' ευθείας από το περιβάλλον και ειδικά από ορισμένους τόπους, όπου έχουν συγκεντρωθεί με την ενέργεια φυσικών δυνάμεων (νερού και ανέμου). Χρησιμοποιούνται κατά κανόνα χωρίς οποιαδήποτε επεξεργασία.

2) Όσα προέρχονται από τεχνητό τεμαχισμό, που ονομάζονται και ***τεχνητά αδρανή,*** παράγονται με μηχανική θραύση των λίθων και αποτελούνται από κόκκους διαφόρων μεγεθών.

Η χρησιμοποίηση φυσικών αδρανών περιορίζεται χρόνο με το χρόνο αισθητά· οι λόγοι της ελαττώσεως αυτής είναι:

– Εξάντληση των εκμεταλλευσίμων αποθεμάτων. Π.χ. στην περιοχή του λεκανοπεδίου της Αθήνας δεν υπάρχουν αξιόλογα αποθέματα άμμου και χαλικιών. Η μεταφορά τους από μακρινά σημεία αυξάνει δυσανάλογα την τιμή τους.

– Απαγόρευση λήψεως από σημεία κοντά σε κατοικημένες περιοχές, για να αποφεύγεται καταστροφή του τοπίου, ή κοντά σε σοβαρά τεχνικά έργα. Στην περιοχή Αθήνας, Θεσσαλονίκης και άλλων πόλεων απαγορεύεται η συλλογή θαλάσσιας άμμου. Επίσης απαγορεύεται λήψη άμμου ή χαλικιών από σημεία κοντά σε

αντιπλημμυριακά έργα ποταμών ή χειμάρρων, σε γέφυρες, σε φράγματα ή σε άλλα τεχνικά έργα, για την αποφυγή καταστροφής τους.

– Ανάγκη βελτιώσεως και τυποποιήσεως των δομικών υλικών που κατασκευάζονται με βάση τα λίθινα προϊόντα. Η τυποποίηση των φυσικών αδρανών είναι σχεδόν αδύνατη και η βελτίωση των ιδιοτήτων τους είναι εξαιρετικά αντιοικονομική.

– Η τιμή πωλήσεως. Τα σημεία, όπου βρίσκονται τα αποθέματα των φυσικών αδρανών, απομακρύνθηκαν από τους τόπους καταναλώσεως. Έτσι αυξήθηκαν σημαντικά οι αποστάσεις μεταφοράς των υλικών αυτών και επειδή είναι βαριά και ογκώδη, επιβαρύνεται εξαιρετικά η τιμή τους λόγω αυξήσεως της δαπάνης μεταφοράς. Ενδεικτικά αναφέρομε ότι η τιμή ενός m^3 άμμου λατομείου είναι περίπου το 1/3 ως 2/3 της τιμής της θαλάσσιας άμμου παραδοτέας στην Αθήνα.

3.2.2 Ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων τους.

Ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων τους διακρίνομε τα λίθινα προϊόντα, ανεξάρτητα από την προέλευσή τους, σε δύο βασικές κατηγορίες:

α) Άμμος.

Για να χαρακτηρισθεί ένα υλικό άμμος, πρέπει οι κόκκοι του να είναι μεγαλύτεροι από 0,25 mm και μικρότεροι από 7 mm. Ανάλογα με το μέγεθος διακρίνομε άμμο ψιλή, άμμο χοντρή και ρύζι (με κόκκους μεγέθους ρυζιού). Αδρανές υλικό με μέγεθος κόκκων μικρότερο από 0,25 mm ονομάζεται ***παιπάλη ή άλευρο.***

β) Σκύρα ή χαλίκια.

Το μέγεθος των κόκκων τους κυμαίνεται μεταξύ 7 mm και 70 mm. Χαλίκια συνήθως ονομάζονται τα αδρανή, που προέρχονται από φυσικό τεμαχισμό, ενώ σκύρα όσα προέρχονται από τεχνητό τεμαχισμό.

Τα υλικά, που ανήκουν στις κατηγορίες αυτές, διακρίνονται σε μικρότερες υποδιαιρέσεις ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων τους. Έτσι σύντριμμα ή γαρμπίλι, σκύρα σκυροδέματος, σκύρα οδοστρωσίας είναι μερικές από τις συνηθέστερες ονομασίες των υποδιαιρέσεων αυτών.

Το μέγεθος των κόκκων στα λίθινα προϊόντα προσδιορίζεται ως εξής:

– Για τα υλικά με μικρούς κόκκους χρησιμοποιούνται ειδικά κόσκινα, με γνωστή διάμετρο τρύπας (βροχίδας). Η διάμετρος της τρύπας, από την οποία περνούν οι κόκκοι, καθορίζει το μέγεθός τους.

– Για τα υλικά, που αποτελούνται από μεγαλύτερα κομμάτια μετριέται το μήκος της μεγαλύτερης διαστάσεως κάθε κομματιού.



Σχ. 3.3α.
Χαλίκια διαφόρων μεγεθών συγκεντρωμένα στην κοίτη χειμάρρου.

Οι κανονισμοί των διαφόρων κρατών έχουν καθορίσει ορισμένες σειρές προτύπων κοσκίνων και τρόπους μετρήσεως του μεγέθους των κόκκων. Στην επόμενη παράγραφο θα αναφέρομε περισσότερα για το θέμα αυτό.

3.3 Συλλογή και παραγωγή.

3.3.1 Φυσικά αδρανή.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως τα διάφορα είδη των λιθίνων προϊόντων, που προέρχονται από φυσικό τεμαχισμό, μπορούν να ληφθούν με απλή συλλογή από διάφορες περιοχές της επιφάνειας της γης, όπου έχουν συγκεντρωθεί σε υπολογίσιμες ποσότητες.

Τέτοιες περιοχές είναι κυρίως οι ομαλές ακτές των θαλασσών, οι κοίτες των χειμάρρων (σχ. 3.3α) και των αποξηραμένων ποταμών, οι έρημοι καθώς και υπόγειες θέσεις (ορυχεία), όπου έχουν συγκεντρωθεί κατά τους παλαιότερους γεωλογικούς αιώνες.

Η εκμετάλλευση των υλικών αυτών είναι πολύ απλή και δεν προϋποθέτει σοβαρές δαπάνες για εγκαταστάσεις και εξοπλισμό. Χρειάζεται μόνο η διάνοιξη ενός δρόμου προσπελάσεως, για να μπορούν τα μεταφορικά μέσα να φθάσουν στο σημείο φορτώσεως, και η χρησιμοποίηση ενός μηχανικού φορτωτή (μηχανικό φτυάρι), εφ' όσον η ποσότητα που θα ληφθεί δικαιολογεί τη σχετική δαπάνη. Για μικρές ποσότητες η φόρτωση μπορεί να γίνει με κοινά φτυάρια.

Σε σπάνιες περιπτώσεις, όταν δηλαδή τα υλικά προορίζονται για έργα που απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή, μπορεί να εγκατασταθούν μηχανικά κόσκινα, για την ταξινόμηση των υλι-

κών κατά το μέγεθος των κόκκων τους (παράγρ. 3.4.2), καθώς και μηχανές πλύσεως για τον κα θαρισμό τους από επιβλαβείς ουσίες (άλατα, πηλός, οργανικές ουσίες κλπ.).

3.3.2 Τεχνητά αδρανή.

Ο τεμαχισμός των λίθων, για την απόκτηση των τεχνητών αδρανών, γίνεται με δύο τρόπους:

– Με τα χέρια και

– με μηχανικά μέσα.

1) Ο τεμαχισμός με τα χέρια εφαρμόζονταν παλαιότερα σε μεγάλη έκταση για τα σκύρα οδοστρωσίας και για το έρμα σιδηροδρομικών γραμμών. Σήμερα έχει τελείως εγκαταλειφθεί διότι και η απόδοση είναι πολύ μικρή και το κόστος εξαιρετικά μεγάλο.

2) Ο τεμαχισμός με τα μηχανικά μέσα γίνεται στα λατομεία (κεφάλ. 2, παράγρ. 2.5).

Ο μηχανικός εξοπλισμός που χρειάζεται αποτελείται από σειρά μηχανημάτων και συσκευών. Στο πρώτο μηχάνημα της σειράς ρίχνονται οι μεγάλοι λίθοι, που προέρχονται από την εξόρυξη και από το τελευταίο λαμβάνονται χωριστά τα διάφορα είδη των υλικών, δηλαδή η άμμος, το σύντριμμα και τα σκύρα.

Το πρώτο μηχάνημα είναι ο θραυστήρας [(με σιαγόνες ή παλινδρομικός (σχ. 3.3β), ή περιστροφικός (σχ. 3.3γ)].

Το δεύτερο μηχάνημα είναι το τριβείο [με σφύρες (σχ. 3.3δ), ή με κυλίνδρους (σχ. 3.3ε)].

Το τρίτο μηχάνημα είναι τα κόσκινα [επίπεδο δονούμενο (σχ. 3.3στ) ή κυλινδρικό (σχ. 3.3ζ) και τέλος τοποθετούνται τα σιλό στα οποία συγκεντρώνονται χωριστά τα κάθε κατηγορίας αδρανή (σχ. 3.3η).

Τα διάφορα είδη των αδρανών, που προκύπτουν από τα μηχανήματα που αναφέραμε, διαφέρουν μεταξύ τους. Η άμμος π.χ. που προέρχεται από τους θραυστήρες (άμμος θραυστήρα), είναι κατά κανόνα χονδρόκοκκος, σε αντίθεση με την άμμο που προέρχεται από τα τριβεία (άμμος τριβείου), που περιέχει μεγαλύτερη ποσότητα λεπτών κόκκων.

Με κατάλληλη ανάμιξη άμμου θραυστήρα και άμμου τριβείου μπορούμε να αποκτήσομε υλικό με άριστη κοκκομετρική σύνθεση για τα υψηλής αντοχής σκυροδέματα.

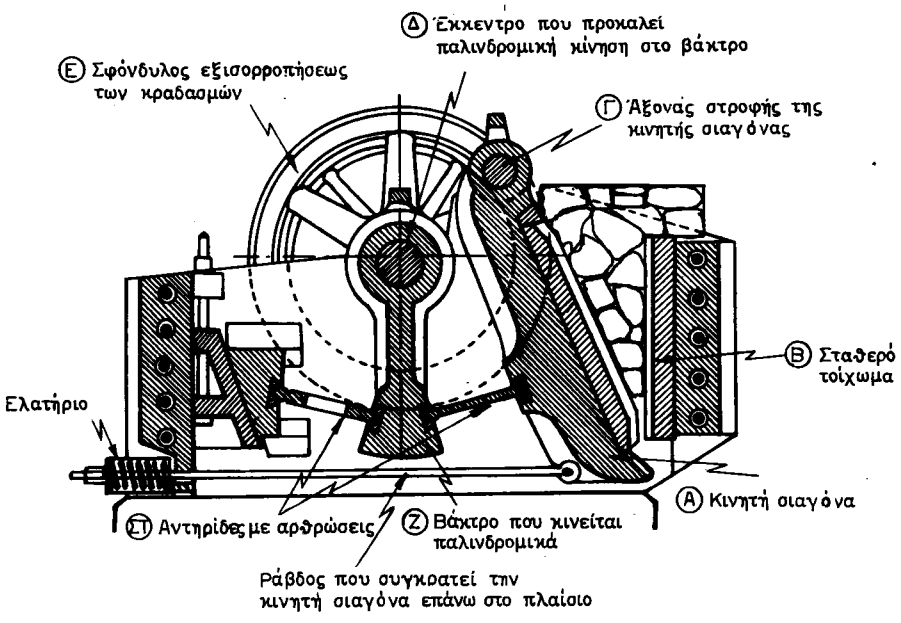
Στη φωτογραφία (σχ. 3.3θ) φαίνεται μία εγκατάσταση παραγωγής αδρανών υλικών με τις μεταφορικές ταινίες για τη διαλογή και τη φόρτωση των υλικών αυτών. Απαραίτητα μηχανήματα στην εγκατάσταση αυτή είναι τα εικονιζόμενα στο σχήμα 3.3ι.

3.4 Ιδιότητες και έλεγχος των λιθίνων προϊόντων.

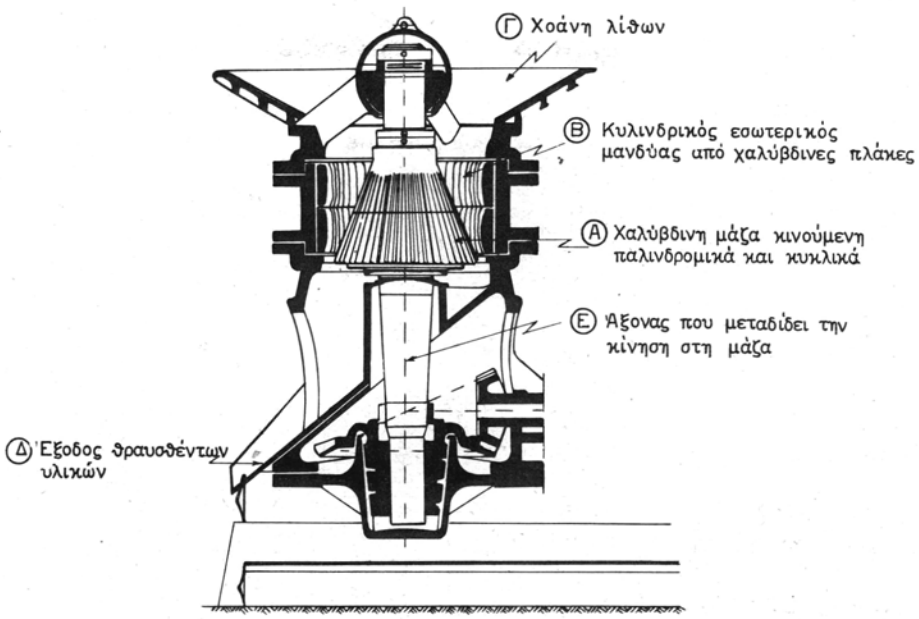
Όταν παραληφθούν τα αδρανή, που προορίζονται για την κατασκευή ενός έργου, χρειάζεται να ελεγχθούν οι ιδιότητές τους. Οι ιδιότητες που πρέπει να ελεγχθούν και η έκταση του ελέγχου εξαρτώνται από το είδος του έργου, στο οποίο θα χρησιμοποιηθεί κάθε υλικό.

Ο έλεγχος διακρίνεται σε:

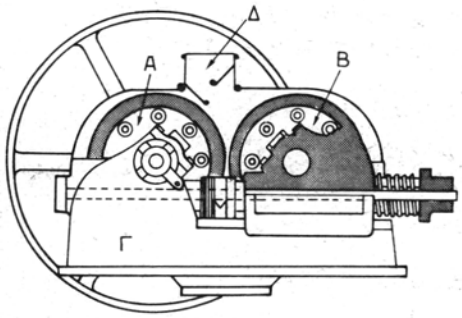
– ***Εργοταξιακό,*** δηλαδή έλεγχο, που πραγματοποιείται στον τόπο χρησιμοποιήσεως του



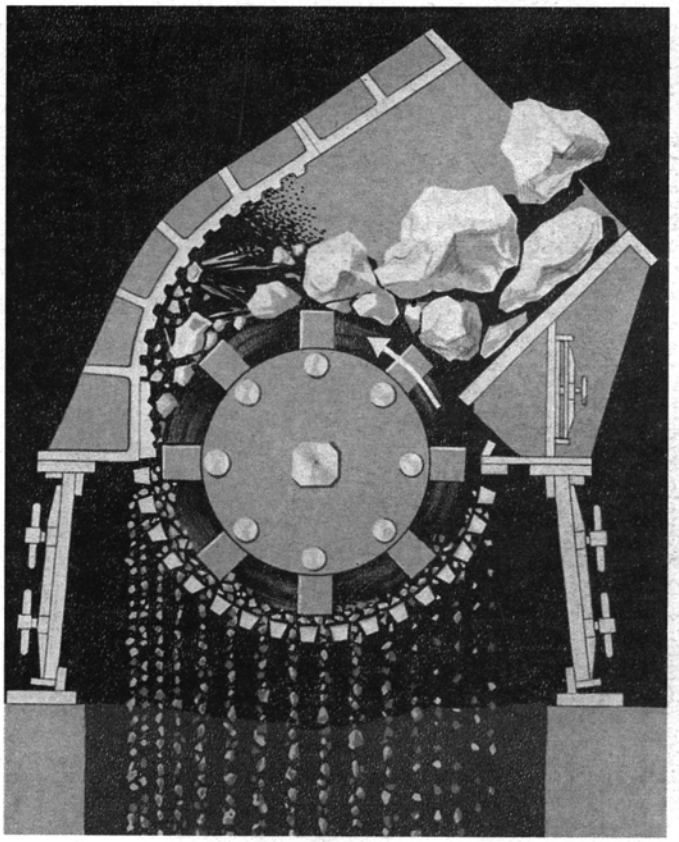
Σχ. 3.3θ.
Παλινδρομικός θραυστήρας με σιαγόνες.



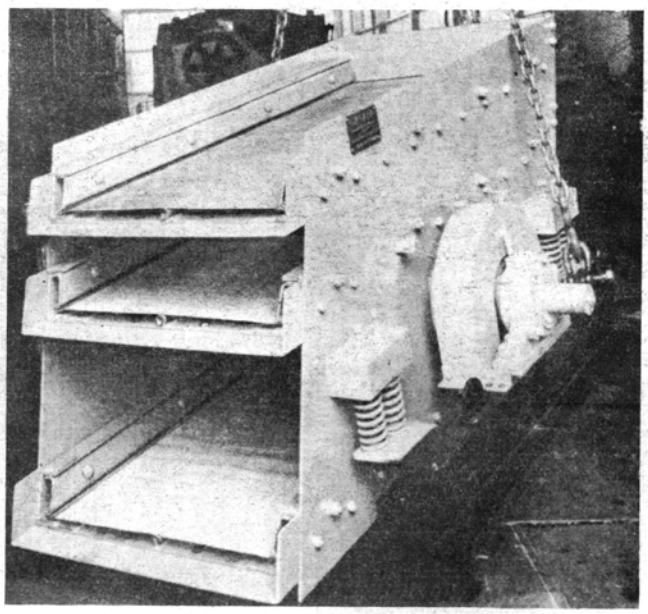
Σχ. 3.3γ.
Περιστροφικός θραυστήρας.



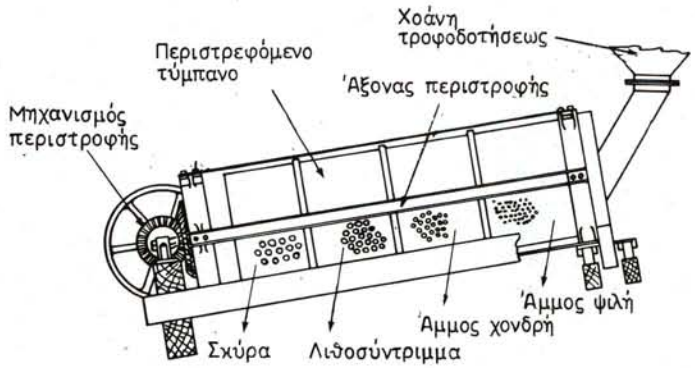
Σχ. 3.3ε.
Τριβείο με κυλίνδρους.



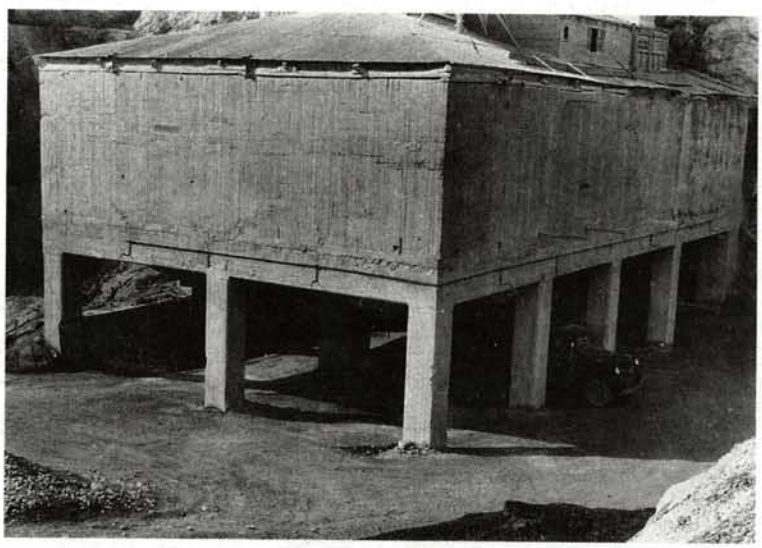
Σχ. 3.3δ.
Τομή τριβείου με σφύρες. Διακρίνονται οι σφύρες τοποθετημένες περιμετρικά σε κεντρικό τύμπανο και η κυκλική χαλύβδινη σχάρα που βρίσκεται κάτω από το τύμπανο.



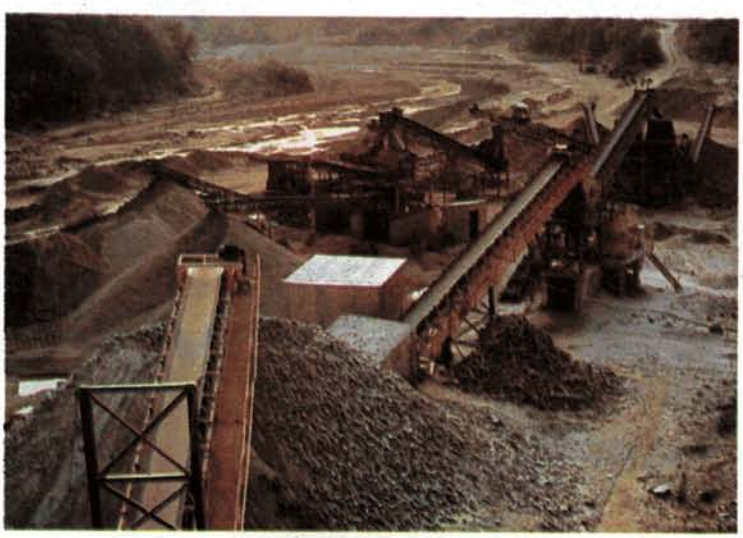
Σχ. 3.3στ.
Επίπεδο δονούμενο κόσκινο με τρία πλέγματα κοσκινίσματος.



Σχ. 3.3ζ.
Κυλινδρικό περιστρεφόμενο κόσκινο.



Σχ. 3.3η.
Σιλό αποθηκεύσεως λιθίνων προϊόντων. Διαιρείται εσωτερικά σε ανεξάρτητα διαμερίσματα, στα οποία αποθηκεύονται χωριστά τα διάφορα είδη των αδρανών. Η φόρτωση στα αυτοκίνητα γίνεται από ειδική θυρίδα που βρίσκεται στην κάτω επιφάνειά του.



Σχ. 3.3θ.
Σύγχρονη εγκατάσταση παραγωγής άμμου και σκύρων.



Σχ. 3.3ι.
Φόρτωση για μεταφορά υλικών.

υλικού. Εκτελείται με πρόχειρα κυρίως μέσα και σε υλικά που προορίζονται για έργα όχι μεγάλης σπουδαιότητας.

– ***Εργαστηριακό,*** που γίνεται στο εργαστήριο, με αυστηρές επιστημονικές μεθόδους, όταν για τα έργα στα οποία θα χρησιμοποιηθούν τα υλικά, έχουν σημασία τα χαρακτηριστικά και η ποιότητα των αδρανών.

Ο έλεγχος των λιθίνων προϊόντων, είτε γίνει στο εργοτάξιο είτε στο εργαστήριο, έχει δύο στάδια: Το πρώτο αναφέρεται στη δειγματοληψία και το δεύτερο στον προσδιορισμό των ιδιοτήτων και των χαρακτηριστικών των δειγμάτων.

Παρακάτω αναπτύσσονται με σχετική λεπτομέρεια οι εργοταξιακές μέθοδοι.

3.4.1 Δειγματοληψία.

Για να είμαστε βέβαιοι ότι τα αποτελέσματα του ελέγχου και των δοκιμών που πρόκειται να γίνουν εκφράζουν πιστά τις ιδιότητες όλης της ποσότητας των λιθίνων υλικών, που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί, πρέπει να καταβληθεί ιδιαίτερη φροντίδα, ώστε τα δείγματα που θα ληφθούν να είναι αντιπροσωπευτικά όλης της ποσότητας.

Αν όλη η ποσότητα των σκύρων ή της άμμου έχει αποθηκευθεί σε σωρούς στο εργοτάξιο, πρέπει να ληφθούν δείγματα από όσο το δυνατό περισσότερους σωρούς. Από κάθε σωρό τα δείγματα πρέπει να προέρχονται από την κορυφή, το μέσο και τη βάση του, γιατί κατά την εκφόρτωση των υλικών οι μεγάλοι κόκκοι κυλούν προς τα κάτω, ενώ οι μικρότεροι και η σκόνη παραμένουν στην κορυφή. Εάν η δειγματοληψία γίνει μόνο από την κορυφή ή από τη βάση, ο έλεγχος θα δώσει ψεύτικα αποτελέσματα για τη συνολική ποσότητα του σωρού.

Αν τα απαιτούμενα υλικά δεν μπορούν να συγκεντρωθούν όλα στο εργοτάξιο, λόγω κυρίως στενότητας χώρου, τότε πρέπει να έχει καθορισθεί από πριν το λατομείο, από όπου θα γίνει η προμήθεια και να ελεγχθούν τα παραγόμενα σ' αυτό υλικά. Για τον έλεγχο αυτό παίρνονται δείγματα για πολλές μέρες και από διάφορα σιλό. Προμήθεια υλικών από διαφορετικά λατομεία πρέπει να αποφεύγεται.

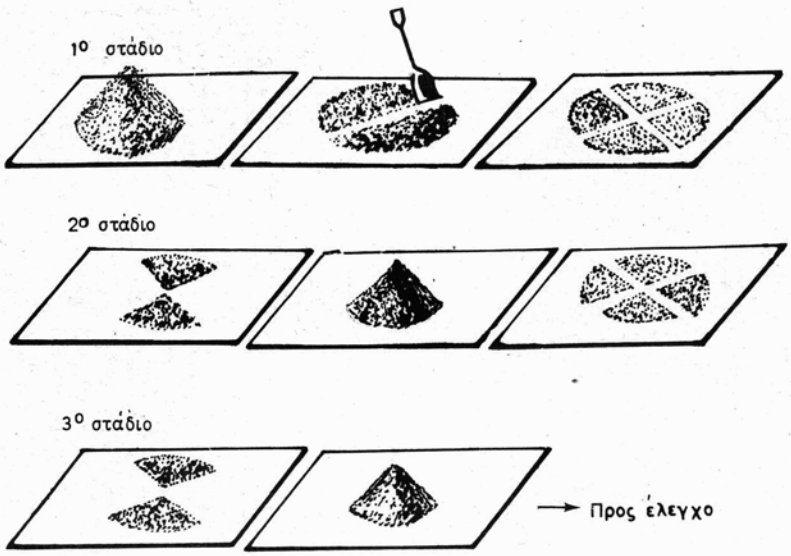
Τα δείγματα αυτά πρέπει να ανακατεύονται καλά, να τοποθετούνται μέσα σε κιβώτια ή σε σάκους, να σφραγίζονται, να γράφεται επάνω σ' αυτά η ημερομηνία δειγματοληψίας και μετά να στέλνονται προς έλεγχο.

Η ελληνική Πρότυπη Προδιαγραφή με την ονομασία ***Αδρανή Σκυροδεμάτων*** ορίζει ότι η δειγματοληψία θα γίνεται με τη ***μέθοδο του τεταρτομερισμού*** (σχ. 3.4α). Η μέθοδος αυτή προβλέπει τα εξής:

Λαμβάνεται ποσότητα τέσσερις φορές μεγαλύτερη από την απαιτούμενη για το τελικό δείγμα. Αναμοχλεύονται τα αδρανή επάνω σε καθαρό και σκληρό δάπεδο και απλώνονται ύστερα σε ισοπαχές στρώμα σε σχήμα κύκλου, που διαιρείται στη συνέχεια σε τεταρτοκύκλια (σχ. 3.4α, 1ο στάδιο). Το υλικό δύο κατά κορυφή τεταρτοκυκλίων απομακρύνεται και το υλικό των δύο άλλων τεταρτοκυκλίων αναμιγνύεται με επιμέλεια. Μετά διαστρώνεται πάλι αυτό σε ισοπαχές στρώμα σχήματος κύκλου, που διαιρείται πάλι σε τεταρτοκύκλια (2ο στάδιο). Το τελικό δείγμα είναι το υλικό δύο κατακορυφήν τεταρτοκυκλίων, αφού απομακρυνθεί και πάλι το υλικό των άλλων δύο.

Η ποσότητα του δείγματος που απαιτείται για κάθε είδος καθορίζεται από την Πρότυπη Προδιαγραφή που αναφέραμε, ως εξής:

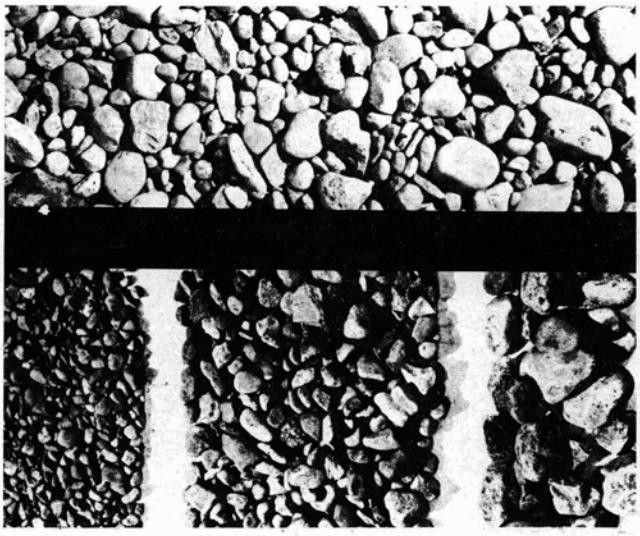
1) Για την άμμο 10 kg.
2) Για το λιθοσύντριμμα 15 kg.
3) Για τα σκύρα και τα χαλίκια 20 kg.
4) Για το αμμοχάλικο 20 kg.



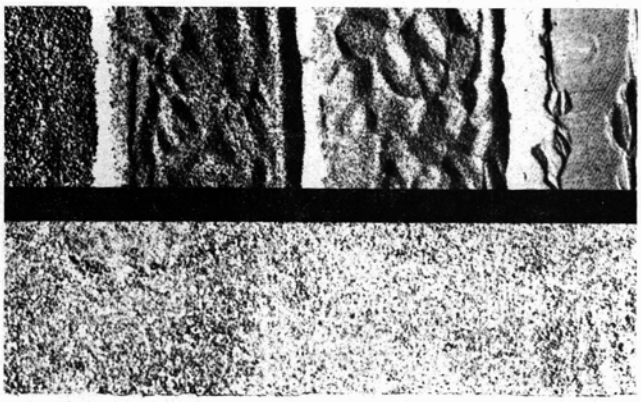
Σχ. 3.4α.
Λ\ψη δείγματος με τη μέθοδο του τεταρτομερισμού, για τον έλεγχο των ιδιοτήτων των αδρανών.



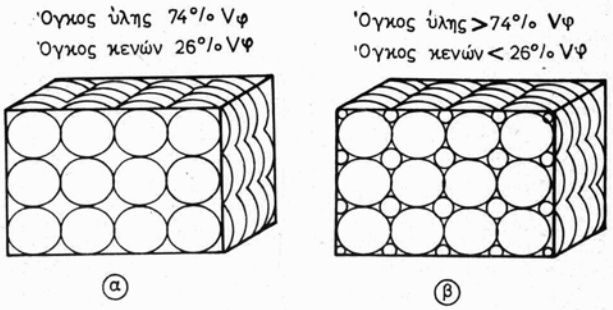
Σχ. 3.4β.
Δείγμα άμμου με καλή κοκκομετρική σύνθεση (άνω μισό της φωτογραφίας). Εάν διαχωρισθούν οι κόκκοι κατά κατηγορίες μεγέθους, παρατηρούμε ότι αυτοί καταλαμβάνουν όλες τις διαβαθμίσεις μεγέθους, από τις πολύ μικρές (παιπάλη) μέχρι τις μέγιστες (διάμετρος κόκκου περίπου 7 mm).



Σχ. 3.4γ.
Δείγμα χαλικιών αποτελούμενο από κόκκους με διάφορα μεγέθη. Στο άνω μέρος της φωτογραφίας διακρίνονται οι μικροί κόκκοι, που καταλαμβάνουν τα μεταξύ των μεγάλων κόκκων κενά.



Σχ. 3.4δ.
Λεπτόκοκκη άμμος, στην οποία λείπουν κόκκοι με διάμετρο μεγαλύτερη από 2,5 mm. Τα κενά εδώ είναι περισσότερα από τα κενά του δείγματος του σχήματος 3.4β και γι' αυτό απαιτείται περισσότερη συγκολλητική ύλη (ασβέστης, τσιμέντο) κατά την παρασκευή ενός κονιάματος.



Σχ. 3.4ε.
Σύγκριση του απόλυτου όγκου (όγκος ύλης), που έχουν ισοδιαμετρικές (α) και σφαίρες με διάφορες διαμέτρους (β), όταν ο φαινόμενος όγκος είναι $V_φ$.

3.4.2 Προσδιορισμός της κοκκομετρικής συνθέσεως.

Στα διάφορα σύνθετα υλικά όπως π.χ. κονιάματα ή σκυροδέματα, ενδιαφέρον παρουσιάζει όχι το μέγεθος των κόκκων, αλλά το ποσοστό της κάθε κατηγορίας (σχετικής με το μέγεθος) κόκκων που περιέχεται στη συνολική ποσότητα των αδρανών. Δηλαδή η ***κοκκομετρική σύνθεση*** των αδρανών.

Η κοκκομετρική σύνθεση εκφράζεται σε ποσοστά σκόνης, χονδρής, μέσης, λεπτής άμμου και σκύρων που περιέχονται στη μονάδα του βάρους ενός αδρανούς.

Π.χ. σ' ένα kg άμμου, που παράγεται σ' ένα λατομείο, μπορεί να περιέχονται 45% του βάρους λεπτή άμμος, 30% μέση άμμος και 25% χονδρή άμμος.

Η ποιότητα των ασβεστοκονιαμάτων, των τσιμεντοκονιαμάτων και γενικά των συνθέτων υλικών, που παρασκευάζονται με λίθινα προϊόντα, εξαρτάται κυρίως από την πυκνότητά τους και κατά δεύτερο λόγο από την αντοχή των κόκκων τους.

Η μέγιστη πυκνότητα επιτυγχάνεται, όταν τα μεγέθη των κόκκων της άμμου ή των χαλικιών καταλαμβάνουν όλες τις διαβαθμίσεις από τα λεπτότερα μέχρι τα χονδρότερα και με ορισμένη αναλογία κατά βάρος για κάθε μέγεθος (σχ. 3.4β, 3.4γ και 3.4δ). Με κατάλληλη κοκκομετρική σύνθεση της άμμου ή των χαλικιών επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη δυνατή πυκνότητα στο παρασκευαζόμενο σύνθετο υλικό.

Αυτό φαίνεται στο εξής παράδειγμα (σχ. 3.4ε).

Εάν οι κόκκοι ενός σώματος ήταν σφαίρες με ίση διάμετρο, τότε είναι εύκολο από τη Γεωμετρία να αποδειχθεί ότι άσχετα από το μέγεθος της διαμέτρου τους, ο όγκος των κενών θα καταλάμβανε το 26% και ο όγκος των κόκκων το 74% του συνολικού (φαινόμενου) όγκου του σώματος. Εάν τώρα τοποθετηθούν σφαίρες με μικρότερη διάμετρο στα μεταξύ των αρχικών σφαιρών κενά, είναι φανερό ότι ο όγκος των κενών θα ελαττωθεί και θα αυξηθεί ο όγκος, που καταλαμβάνουν οι κόκκοι.

Το ίδιο πράγμα αποδεικνύεται, εάν ζυγισθούν δύο ποσότητες άμμου με ίσο φαινόμενο όγκο, που η μια αποτελείται από κόκκους με την ίδια διάμετρο, η δε άλλη από κόκκους με διαφορετικές διαμέτρους. Στην πρώτη περίπτωση το βάρος ενός m^3 μπορεί να φθάσει τα 1600 kg, ενώ στη δεύτερη μπορεί να φθάσει και να ξεπεράσει τα 1800 kg.

Στην άμμο, που παράγεται από τους θραυστήρες και τα τριβεία, τα κενά καταλαμβάνουν πολύ περισσότερο όγκο από το ποσοστό του 26%, γιατί οι κόκκοι δεν είναι σφαίρες, αλλά στερεά διαφόρων μορφών. Ο όγκος των κενών κυμαίνεται από 30% ως 50% του φαινόμενου όγκου των αδρανών. Στις συνηθισμένες περιπτώσεις λαμβάνεται όγκος κενών ίσος προς τα 35% ως 40% του φαινόμενου όγκου.

Είναι φανερό λοιπόν ότι με μια κατάλληλη αναλογία κόκκων διαφόρων μεγεθών (καλή κοκκομετρική σύνθεση) είναι δυνατόν να ελαττώσομε σημαντικά τα κενά της άμμου ή των χαλικιών με αποτέλεσμα την παρασκευή κονιαμάτων με καλύτερη ποιότητα και μικρότερο κόστος.

Ο βασικός λόγος, για τον οποίο επιζητείται η μεγαλύτερη δυνατή πυκνότητα στα αδρανή είναι ο εξής:

Σε ένα σύνθετο υλικό, π.χ. σε ένα κονίαμα ή συγκολλητική ύλη (ασβέστης, τσιμέντο κλπ.) όπως θα δούμε στα επόμενα κεφάλαια, καταλαμβάνει τα κενά και συνδέει τους κόκκους της άμμου μεταξύ τους. Επειδή όμως η αντοχή της συγκολλητικής ύλης είναι μικρότερη από την αντοχή των κόκκων και η αξία της είναι πολύ μεγαλύτερη από την αξία του αδρανούς, γίνεται φανερό ότι πρέπει να ελαττωθεί ο όγκος των κενών, να αυξηθεί δηλαδή η πυκνότητα της άμμου.

Η κατάλληλη κοκκομετρική σύνθεση της άμμου ή των χαλικιών, που απαιτείται για κάθε είδος κονιάματος, δίνεται από τους κανονισμούς και θα αναπτυχθεί στο κεφάλαιο 4.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός της κοκκομετρικής συνθέσεως των λιθίνων προϊόντων που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν σε ένα έργο, ώστε:

– Πρώτο να επιτευχθεί η δημιουργία των λιγοτέρων δυνατών κενών στην άμμο ή στα χαλίκια και

– δεύτερο να καθορισθεί η ακριβής ποσότητα της συγκολλητικής ύλης, που θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή του σύνθετου υλικού.

Ο προσδιορισμός της κοκκομετρικής συνθέσεως γίνεται με τη βοήθεια μιας σειράς προτύπων κοσκίνων που έχουν κυλινδρικό πλαίσιο από μέταλλο και διάμετρο 20 cm περίπου. Ο πυθμένας του κοσκίνου φέρει έλασμα με κυκλικής ή τετραγωνικής μορφής τρύπες (σχ. 3.4στ).

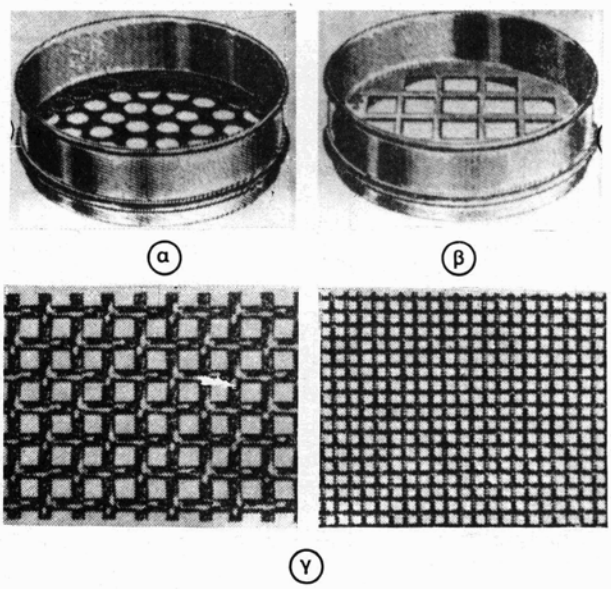
Τα πρότυπα ελληνικά κόσκινα για τον προσδιορισμό της κοκκομετρικής συνθέσεως της άμμου και των χαλικιών είναι τα εξής:

– Ένα κόσκινο με τετραγωνικές τρύπες διαστάσεων 0,2 x 0,2 mm [(σχ. 3.4στ (β)].

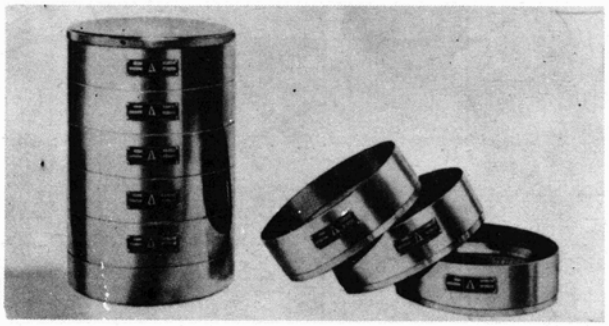
– Σειρά από κόσκινα με κυκλικές τρύπες διαφόρων διαμέτρων (όπως φαίνεται στον πίνακα 3.4.1) (σχ. 3.4ζ).

Από τα κόσκινα που αναγράφονται στον πίνακα 3.4.1, χρησιμοποιούνται συνήθως όσα έχουν διάμετρο τρύπας 3, 7, 10, 15, 30, 50, 100 mm.

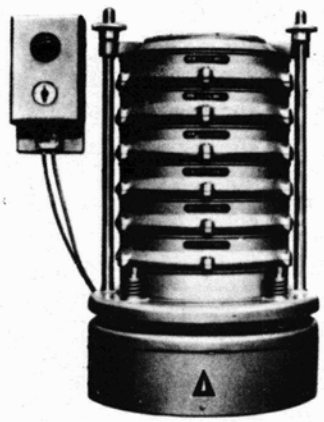
Για τα λίθινα προϊόντα, που χρησιμοποιούνται στην οδοποιία, λαμβάνονται ως πρότυπα τα κόσκινα, που ορίζουν οι αμερικανικοί κανονισμοί.



Σχ. 3.4στ.
Εργαστηριακά κόσκινα από έλασμα με κυκλική τρύπα (α), με τετραγωνική τρύπα (β) και από πλέγμα με τετραγωνικής μορφής τρύπα (γ).



Σχ. 3.4ζ.
Σειρές προτύπων κοσκίνων. Αριστερά τοποθετημένα το ένα επάνω στο άλλο, με κάλυμμα άνω και υποδοχέα κάτω.



Σχ. 3.4η.
Πρότυπα κόσκινα τοποθετημένα σε δονητική μηχανή, για την επίτευξη καλύτερου κοσκινίσματος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4.1

Εργαστηριακά κόσκινα με κυκλική τρύπα

Διάμετρος τρύπας	Απόσταση των κέντρων τρυπών σε mm	Πάχος ελάσματος σε mm
Ονομαστική τρύπα σε mm		
1	2	0,75
2	4	1,0
3	5	1,0
4	6	1,0
5	8	1,0
6	9	1,5
7	10	1,5
8	12	1,5
9	14	1,5
10	15	1,5
12	18	1,5
15	23	1,5
18	27	1,5
20	30	1,5
25	38	1,5
30	45	1,5
40	60	1,5
50	70	2,5
60	80	2,5
70	93	2,5
80	106	2,5
90	120	2,5
100	133	2,5

Τα κόσκινα τοποθετούνται το ένα κάτω από το άλλο σε μια συσκευή, που μπορεί να προκαλέσει δονητική κίνηση για να επιτευχθεί γρήγορο και καλό κοσκίνισμα (σχ. 3.4η).

Μετά το κοσκίνισμα ζυγίζεται το υλικό που ***παραμένει*** σε κάθε κόσκινο και ανάγεται σε εκατοστιαία αναλογία προς το αρχικό βάρος του δείγματος ή υπολογίζεται το βάρος του υλικού, που ***διέρχεται*** από κάθε κόσκινο και ανάγεται πάλι στο αρχικό βάρος του δείγματος επί τοις εκατό.

Έστω π.χ. ότι έχομε μια σειρά από κόσκινα. Το 0,2 (τετραγωνικής τρύπας) και τα 1, 3, 5, 7, και 10 (κυκλικής τρύπας). Ρίχνομε ποσότητα 500 g ξηρής άμμου στο άνω (No 10) κόσκινο και μετά από ορισμένο χρόνο κοσκινίσματος, που τον καθορίζουν οι κανονισμοί, ζυγίζομε τις ποσότητες που έμειναν ή πέρασαν από κάθε κόσκινο. Στον πίνακα 3.4.2 αναγράφονται οι παραμένουσες ή διερχόμενες ποσότητες.

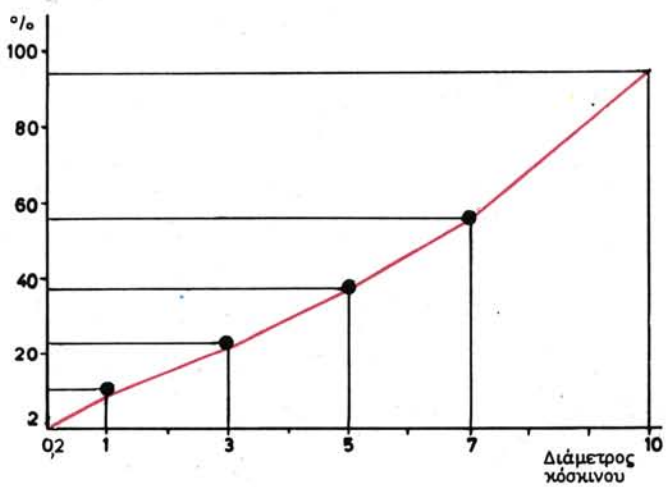
Με βάση τα στοιχεία της στήλης 6 χαράσσομε την κοκκοκεντρική καμπύλη του δείγματος των 500 g άμμου (σχ. 3.4θ). Σε άλλες περιπτώσεις προσδιορίζεται η ποσοστιαία αναλογία

των παραμενόντων συνολικά σε κάθε κόσκινο (στήλη 5). Το άθροισμα των ποσοστών κάθε κοσκίνου διαιρούμενο με 100 μας δίνει ένα άλλο στοιχείο που καλείται ***συντελεστής λεπτότητας*** ή ***κοκκομετρικός συντελεστής***, που στην προκειμένη περίπτωση είναι 3,75.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4.2

Ποσότητα διερχομένων και παραμενόντων κόκκων

Αριθμός κοσκίνων	Ποσότητα σε g			Ποσοστό % αυτών που έμειναν συνολικά	Ποσοστό % αυτών που πέρασαν
	που έμεινε	που πέρασε	που έμεινε συνολικά		
1	2	3	4	5	6
10	27	473	27	5,4	94,6
7	193	280	220	44,0	56,0
5	87	193	307	61,4	38,6
3	76	117	383	76,6	23,4
1	62	55	445	89,0	11,0
0,2	46	9	491	98,0	1,8
υποδοχέας	9	–		100,0	
Σύνολο	500			374,6	



Σχ. 3.4θ.
Κοκκομετρική καμπύλη του δείγματος της άμμου του πίνακα 3.4.2 που παριστάνει τα διερχόμενα από τα κόσκινα ποσοστά.

3.4.3 Έλεγχος καθαρότητας των λιθίνων υλικών.

Τα λίθινα υλικά και ιδίως όσα προέρχονται από φυσικές πηγές (από περισυλλογή) περιέχουν πολλές φορές ξένες ουσίες. Οι κυριότερες από αυτές είναι: άργιλος, βόρβορος, σκόνη (άλευρο) διαφόρων πετρωμάτων, οργανικές ύλες, άλατα, αλκάλια.

Η άργιλος, ο βόρβορος και η σκόνη, όταν περιέχονται σε μικρή αναλογία (1 ως 3% του βάρους) δεν βλάπτουν τα παρασκευαζόμενα κονιάματα, γιατί γεμίζουν τα πολύ μικρά κενά των αδρανών. Σε μεγαλύτερες όμως ποσότητες έχουν βλαβερά αποτελέσματα, γιατί καλύπτουν τους κόκκους του υλικού με ένα παχύ στρώμα και έτσι εμποδίζουν τη συγκόλληση των κόκκων αυτών μεταξύ τους, όταν ανακατευθούν με μια συγκολλητική ύλη.

Οι οργανικές ουσίες, τα άλατα και τα αλκάλια όχι μόνο σχηματίζουν στρώμα γύρω από τους κόκκους, αλλά και επιδρούν χημικά στη συγκολλητική ύλη με αποτέλεσμα τη γρήγορη καταστροφή του κονιάματος.

Ο προσδιορισμός της ποσότητας των διαφόρων ξένων ουσιών, που περιέχονται στα λίθινα προϊόντα, γίνεται με τους εξής τρόπους:

α) Προσδιορισμός αργίλου και ανοργάνων ουσιών.

Λαμβάνεται μια αρκετά μεγάλη ποσότητα από το υλικό που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί και ανακατεύεται καλά. Η ποσότητα αυτή πρέπει να διατηρηθεί σε ύφυγρη κατάσταση, για να αποφευχθεί απώλεια της σκόνης (παιπάλης) κατά τους χειρισμούς. Από το υλικό αυτό λαμβάνεται ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα, που μετά την ξήρανση θα πρέπει να έχει βάρος 500 περίπου g, όταν πρόκειται για λεπτοκοκκώδη υλικά (άμμος) και πάνω από 4000 g, για χονδροκοκκώδη υλικά (χαλίκια).

Μετά την ξήρανση η ποσότητα του δείγματος ζυγίζεται ακριβώς και έστω G_1 το βάρος της. Τοποθετείται κατόπιν σε ρηχό δοχείο με διάμετρο 25 ως 30 cm και βάθος 8 ως 12 cm και σκεπάζεται τελείως με καθαρό νερό. Έπειτα το υλικό αναταράσσεται δυνατά, αφήνεται να κατακαθίσει για ένα διάστημα και χύνεται με προσοχή το νερό, για να μην παρασύρει κόκκους από το υλικό. Επαναλαμβάνεται η ίδια εργασία, ώσπου το νερό, που χύνεται, να μην περιέχει ξένες ουσίες ορατές με γυμνό μάτι. Το απομένον υλικό ξηραίνεται και ζυγίζεται και έστω G_2 το βάρος του. Η διαφορά των δύο βαρών $G_1 - G_2$ αντιπροσωπεύει το βάρος των ξένων ουσιών, που παρασύρθηκαν από το νερό του πλυσίματος. Ο λόγος

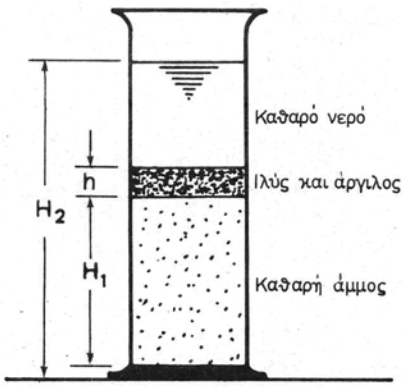
$$A = \frac{G_1 - G_2}{G_1} 100$$

δείχνει την εκατοστιαία αναλογία των ξένων προς το αρχικό βάρος των υλικών.

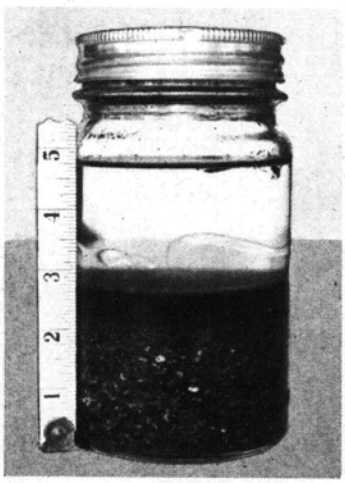
Μια άλλη μέθοδος λιγότερο ακριβής που μπορεί να εκτελεσθεί εύκολα στο εργοτάξιο, είναι γνωστή ως ***έλεγχος του ιζήματος*** και εφαρμόζεται κυρίως για την άμμο (σχ. 3.4ι και 3.4ια).

β) Προσδιορισμός οργανικών ουσιών.

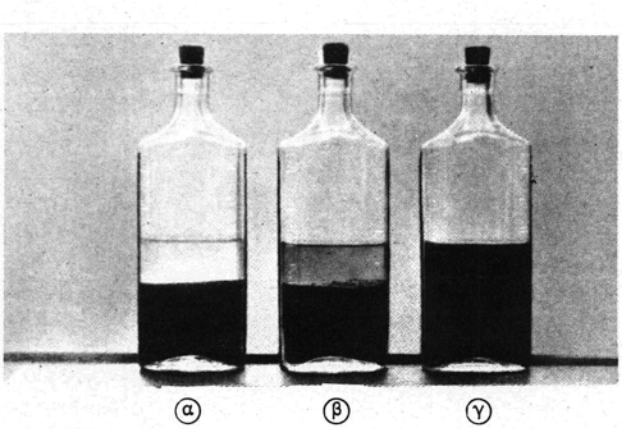
Ο έλεγχος για τις ουσίες γίνεται ως εξής: Σε



Σχ. 3.4ι.
Βαθμολογημένη φιάλη που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της καθαρότητας της άμμου.



Σχ. 3.4ια.
Κοινό γυάλινο δοχείο για τον έλεγχο της καθαρότητας της άμμου. Το ύψος της άμμου και του ιζήματος υπολογίζονται με ένα κοινό υποδεκάμετρο.



Σχ. 3.4ιβ.
Έλεγχος χρώματος της άμμου. α) Το διάλυμα είναι άχρωμο. Η άμμος δεν περιέχει οργανικές ουσίες. β) Το διάλυμα είναι ελαφρά χρωματισμένο. Η άμμος περιέχει μικρή ποσότητα οργανικών ουσιών. γ) Το διάλυμα έχει χρωματιστεί πολύ. Η άμμος είναι ακατάλληλη.

μια βαθμολογημένη φιάλη ρίχνεται στην αρχή ορισμένη ποσότητα της άμμου και μετά διάλυμα 3% καυστικής σόδας σε αρκετή ποσότητα, ώστε να διπλασιασθεί περίπου ο όγκος του μίγματος. Το περιεχόμενο αναταράσσεται και αφήνεται επί 24 ώρες σε ηρεμία.

Κατόπιν εξετάζεται το χρώμα του διαλύματος, που βρίσκεται επάνω από την άμμο (σχ. 3.4ιβ). Εάν δεν έχει χρωματισθεί ή εάν έχει αποκτήσει ελαφρό υποκίτρινο χρώμα, τότε η άμμος δεν περιέχει σχεδόν καθόλου οργανικές ουσίες και επομένως κρίνεται κατάλληλη. Εάν όμως χρωματισθεί με σκούρο χρώμα, από κόκκινο ως μαύρο, τότε είναι βέβαιο ότι περιέχει οργανικές ουσίες σε αρκετό ποσοστό. Στην περίπτωση αυτή ή θα πρέπει να απορριφθεί το υλικό ή θα πρέπει, αν αυτό συμφέρει περισσότερο, να πλυθεί.

3.4.4 Έλεγχος μηχανικών ιδιοτήτων.

Ο έλεγχος αυτός, που αφορά στην αντοχή σε θλίψη, στη σκληρότητα, στην κρούση στην αντοχή στις καιρικές επιδράσεις και στην πυρκαϊά γίνεται στους λίθους από τους οποίους προέρχονται τα αδρανή.

3.4.5 Άλλοι έλεγχοι.

Προκειμένου για σοβαρά έργα, εκτός από τους παραπάνω ελέγχους είναι απαραίτητο να ελεγχθούν και άλλες ιδιότητες των υλικών.

– Το ***απόλυτο και φαινόμενο ειδικό βάρος*** και ο ***όγκος των κενών*** για τα λεπτοκοκκώδη και χονδροκοκκώδη υλικά προσδιορίζονται κατά τα γνωστά (παράγρ. 1.6.1).

– Το ***ποσόν της επιφανειακής υγρασίας,*** που συγκρατούν οι κόκκοι της άμμου, και ***το ποσόν του νερού,*** που απορροφούν οι κόκκοι των σκύρων και χαλικιών, επηρεάζουν κυρίως τα σκυροδέματα. Οι μέθοδοι προσδιορισμού τους θα αναπτυχθούν παρακάτω. Εδώ αναφέρομε μια εντελώς εμπειρική μέθοδο, που αφορά την άμμο. Πρέπει να γίνεται από έμπειρο τεχνίτη ο οποίος ζημώνει με το χέρι του μια μικρή ποσότητα της εξεταζόμενης άμμου. Αν οι κόκκοι διαχωρίζονται η άμμος είναι ύφυγρη, αν σχηματίζουν σβώλους είναι υγρή και αν βρέχεται το χέρι είναι πολύ υγρή.

3.5 Προδιαγραφές. Κανονισμοί.

Τα λίθινα προϊόντα αποτελούν, όπως αναφέραμε στα προηγούμενα, τη βάση για την κατασκευή πλήθους άλλων υλικών και δομικών στοιχείων για ποικίλες χρήσεις. Γι' αυτό το λόγο οι απαιτήσεις, ως προς τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά τους, εξαρτώνται από το πού θα χρησιμοποιηθούν. Άλλες απαιτήσεις και προδιαγραφές ισχύουν για την άμμο, που προ-

ορίζεται για το κτίσιμο τούβλων, άλλες για την άμμο, που προορίζεται για κοινό σκυρόδεμα και άλλες για την άμμο, που θα χρησιμοποιηθεί για υψηλής αντοχής σκυρόδεμα.

Το ίδιο ισχύει και για τα άλλα είδη των λιθίνων προϊόντων.

Οι κανονισμοί που ισχύουν για κάθε περίπτωση και οι προδιαγραφές που έχουν συνταχθεί θα εξετασθούν στα αντίστοιχα κεφάλαια των κονιαμάτων και των τεχνητών υλικών.

3.6 Είδη αδρανών. Χρήσεις.

Τα κυριότερα είδη της κατηγορίας των αδρανών (παράγρ. 2.5) είναι:

3.6.1 Φυσικά αδρανή.

α) Χαλίκια.

Τα ***φυσικά χαλίκια*** με μέγεθος 7 mm ως 70 mm διακρίνονται κυρίως από τις στογγυλεμένες ακμές τους και τη λεία επιφάνειά τους. Τα χαρακτηριστικά αυτά οφείλονται στον κυλινδρισμό, που έχουν υποστεί κατά την κίνησή τους μέσα στους χειμάρρους.

Προέρχονται από κάθε φύσεως πετρώματα και φυσικά έχουν τις ιδιότητες αυτών των πετρωμάτων.

Χρησιμοποιούνται σε περιορισμένη κλίμακα για την κατασκευή σκυροδεμάτων. Περισσότερο χρησιμοποιούνται στην κατασκευή της υποδομής των δρόμων.

Το πλατιά χαλίκια (λατύπια) είναι ακατάλληλα για σκυροδέματα, λόγω της μικρής συνάφειας που παρουσιάζουν.

β) Άμμος.

Η φυσική άμμος αποτελείται από κόκκους γωνιώδεις και στρογγυλούς.

Βρίσκεται σε αφθονία στις παραλίες των θαλασσών (θαλάσσια), στις κοίτες των ποταμών (ποταμίσια), σε εναποθέσεις μέσα στη γη (ορυκτή) και τέλος στις ερήμους.

Ανάλογα με τη σύστασή της διακρίνεται σε χαλαζιακή, όταν περιέχει σε μεγάλες ποσότητες χαλαζία, ασβεστολιθική, αργιλική κ.ο.κ.

– Η ***χαλαζιακή άμμος,*** που προέρχεται από παραλίες, είναι η πιο κατάλληλη για την κατασκευή δομικών υλικών. Είναι σκληρή, γωνιώδης, ανθεκτική στους καιρικούς παράγοντες και καθαρή χωρίς ξένες προσμίξεις, εκτός από αλάτι.

– Η ***ποταμίσια άμμος,*** περιέχει αρκετή ποσότητα αργιλικών υλικών και πρέπει, όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σε σκυροδέματα, να πλυθεί για να αποβάλει ένα μέρος από τις αργιλικές αυτές προσμίξεις. Σε περίπτωση που θα χρησιμοποιηθεί για κοινά ασβεστοκονιάματα, δεν χρειάζεται πλύσιμο.

– Η ***ορυκτή άμμος*** περιέχει επίσης ξένες προσμίξεις. Στην Ελλάδα δεν υπάρχουν σοβαρά κοιτάσματα ορυκτής άμμου, όπως άλλωστε δεν υπάρχει και άμμος ερήμου.

γ) Αμμοχάλικο.

Σε ορισμένες περιοχές υπάρχουν αποθέσεις υλικών με κόκκους, που ανήκουν και στα δύο είδη που αναφέραμε. Είναι δηλαδή μίγμα άμμου - χαλικιών.

Το αμμοχάλικο μπορεί να χρησιμοποιηθεί υπό ορισμένες προϋποθέσεις με πολύ καλά αποτελέσματα στην κατασκευή σκυροδεμάτων.

Χρησιμοποιείται επίσης με άριστα αποτελέσματα, αφού προηγηθεί εργαστηριακή έρευνα στην οδοστρωσία.

Στην Ελλάδα υπάρχουν σε αφθονία διαφόρων ειδών αμμοχάλικα κοντά στη θάλασσα, στους χειμάρρους, καθώς και ορυκτά. Μεγάλη χρήση γίνεται στην υποδομή των δρόμων.

δ) Χώμα.

Το χώμα είναι το ανώτερο στρώμα του εδάφους. Μπορεί να θεωρηθεί ως μίγμα χαλαζιακής ή ασβεστολιθικής άμμου και λεπτοτέρων συστατικών αργιλικής κυρίως προελεύσεως. Το επιφανειακό στρώμα του χώματος περιέχει μεγάλες ποσότητες οργανικών ουσιών, που προέρχονται κυρίως από τα φυτά. Γι' αυτό είναι ακατάλληλο για την κατασκευή δομικών υλικών. Το κατώτερο στρώμα, το ***υπέδαφος,*** χρησιμοποιείται κυρίως για την κατασκευή των τούβλων και των κεραμιδιών, εφ' όσον βέβαια η κοκκομετρική σύστασή του και η ποιότητα των υλικών, που το απαρτίζουν είναι σύμφωνα με τους όρους των κανονισμών. Ποιοι είναι αυτοί οι όροι θα αναπτυχθεί στα επόμενα (παράγρ. 4.3).

3.6.2 Τεχνητά αδρανή.

Τα λίθινα αυτά υλικά προέρχονται όπως είναι ήδη γνωστό από τη θραύση, με ειδικές μηχανές, μεγάλων κομματιών λίθων που εξορύσσονται στα λατομεία (παράγρ. 3.3.2).

Τα υλικά του τεχνητού τεμαχισμού έχουν μεγαλύτερη ποικιλία ως προς το μέγεθος των κόκκων, από εκείνα που προέρχονται από φυσικό τεμαχισμό. Επίσης είναι περισσότερο ομοιογενή, επειδή προέρχονται από το ίδιο πέτρωμα και οι ακμές τους είναι γωνιώδεις, ενώ οι επιφάνειές τους τραχιές γιατί δεν έχουν υποστεί κυλινδρισμό.

Τα κυριότερα είδη είναι:

α) Σκύρα (χαλίκια).

Το μέγεθος της μεγαλύτερης διαστάσεώς τους πρέπει να κυμαίνεται, όπως και στα φυσικά χαλίκια, μεταξύ 7 mm και 70 mm. Προέρχονται κυρίως από ασβεστολιθικά πετρώματα και σπάνια από πετρώματα άλλου είδους, π.χ. γρανιτικά.

Ανάλογα με το έργο, στο οποίο πρόκειται να χρησιμοποιηθούν, επιλέγονται σκύρα με ορισμένες ιδιότητες που κατατάσσονται ως εξής:

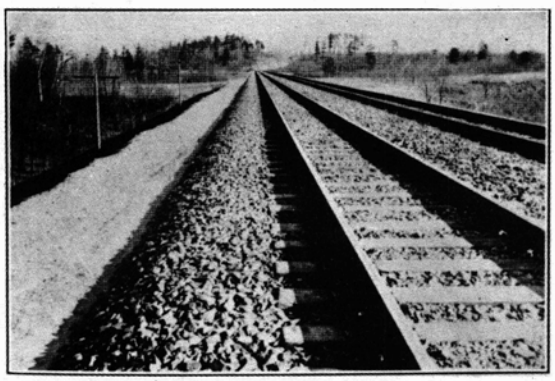
1) ***Σκύρα λατομείου.*** Προορίζονται κυρίως για δομικά στοιχεία από σκυρόδεμα. Λεπτομέρειες θα αναφερθούν στο κεφάλαιο περί σκυροδεμάτων.

2) ***Σκύρα οδοστρωσίας.*** Τα σκύρα αυτά πρέπει να είναι κυβικής μορφής περίπου και οι διαστάσεις τους να κυμαίνονται μεταξύ 40 mm και 70 mm.

Πρέπει να προέρχονται από σκληρά πετρώματα, κυρίως γρανιτικά ή σκληρά ασβεστολιθικά, για να μην κονιορτοποιούνται, όταν συμπιέζονται από τον οδοστρωτήρα. Επίσης πρέπει να παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή στις εξωτερικές επιδράσεις και ιδιαίτερα στις θερμοκρασιακές μεταβολές και στον παγετό. Τέλος πρέπει να είναι πολύ συμπαγή, ώστε να μην μπορεί να περάσει εύκολα το νερό στο οδόστρωμα. Από την ικανότητα αυτή εξαρτάται κατά μεγάλο μέρος η διάρκεια του οδοστρώματος.

Τα σκύρα αυτά πωλούνται με το m^3. Παραλαμβάνονται στον τόπο του έργου, όπου συσσωρεύονται σε κανονικά σχήματα κόλουρης πυραμίδας κατά μήκος του καταστρώματος του δρόμου που κατασκευάζεται. Εκεί γίνεται και η καταμέτρηση του όγκου τους.

3) ***Έρμα των σιδηροδρομικών γραμμών*** (σχ. 3.6α). Και τα σκύρα αυτά πρέπει να έχουν τις ίδιες ιδιότητες με τα σκύρα οδοστρωσίας και μάλιστα πρέπει να είναι μεγαλύτερη η αντοχή τους στις καιρικές επιδράσεις, γιατί βρίσκονται τελείως εκτεθειμένα σε αυτές.



Σχ. 3.6α.
Έρμα σιδηροδρομικών γραμμών. Αποτελεί τη βάση εδράσεως των στρωτήρων, επάνω στους οποίους τοποθετείται η σιδηροτροχιά.

β) Ψηφίδες.

Οι διαστάσεις των ψηφίδων κυμαίνονται από 5 mm ως 12 mm. Περιέχουν δηλαδή τις κατώτερες διαβαθμίσεις των σκύρων και τις ανώτερες της άμμου. Στο εμπόριο έχουν το όνομα ***σύντριμμα*** ή ***γαρμπίλι*** .

Ανάλογα με τον προορισμό τους λαμβάνονται από διάφορα είδη λίθων.

Έτσι προκειμένου να χρησιμοποιηθούν στη σύνθεση των σκυροδεμάτων, στην κατασκευή του πρώτου στρώματος των μωσαϊκών δαπέδων κ.α. λαμβάνονται από ασβεστολίθους.

Προκειμένου να χρησιμοποιηθούν για την άνω ορατή επιφάνεια των μωσαϊκών ή των αρτιφισιέλ, λαμβάνονται από λευκά ή έγχρωμα μάρμαρα (μαρμαροψηφίδες) και κυκλοφορούν στο εμπόριο με διάφορες ονομασίες ανάλογα με το μέγεθός τους.

γ) Άμμος.

Διακρίνεται ανάλογα με τον τρόπο παρασκευής της σε :

– Άμμο θραυστήρα.
– Άμμο τριβείου και
– ειδική άμμο τριβείου.

Επίσης διακρίνεται ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων της, που κυμαίνεται, όπως γνωρίζομε, από 0,25 mm ως 7 mm σε:

– Χονδρή άμμο με μέγεθος κόκκων από 1 mm ως 7 mm.
– Ψιλή άμμο με μέγεθος κάτω από 1 mm. Στην ψιλή άμμο περιέχεται και ένα ποσοστό σκόνης (παιπάλης, αλεύρου).

Στο εμπόριο η άμμος διακρίνεται σε:

– Άμμο λατομείου και
– άμμο κτισίματος.

Η πρώτη προέρχεται από τη θραύση των λίθων και παρουσιάζει κοκκομετρική σύσταση ικανοποιητική για τα περισσότερα είδη κονιαμάτων.

Η δεύτερη είναι μίγμα άμμου λατομείου και χώματος. Περιέχει μεγάλη ποσότητα αργίλου και γι' αυτό είναι τελείως ακατάλληλη για τα υδραυλικά κονιάματα, αυτά δηλαδή στα οποία χρησιμοποιείται ως συγκολλητική ύλη το τσιμέντο. Στα ασβεστοκονιάματα μπορεί να χρησιμοποιηθεί, αλλά μόνο σε δευτερεύουσες εργασίες (κτίσιμο προχείρων λιθοδομών κλπ.). Πάντως η άμμος κτισίματος πρέπει να αποφεύγεται και μόνο η χαμηλή τιμή της δικαιολογεί την περιορισμένη χρησιμοποίησή της.

Η διάκριση των δύο αυτών κατηγοριών είναι

πολύ εύκολη και δεν χρειάζεται εργαστηριακός έλεγχος. Ένας απλός τρόπος είναι να τρίψομε μικρή ποσότητα άμμου με τα χέρια μας. Εάν αφήσει υπολείμματα στην παλάμη, σημαίνει ότι περιέχει πηλό, ανήκει δηλαδή στη δεύτερη κατηγορία. Ακριβέστερος προσδιορισμός γίνεται αν ρίξομε μικρή ποσότητα σε δοχείο με νερό. Παρατηρούμε ότι:

– Το νερό θα καθαρίσει τελείως ύστερα από λίγο χρόνο, εάν πρόκειται για άμμο λατομείου.

– Το νερό θα θολώσει πολύ και θα παραμείνει το θόλωμα, εάν πρόκειται για άμμο κτισίματος.

Και τα δύο αυτά είδη πουλιούνται ή με τον όγκο τους (μονάδα το m^3) ή με το βάρος τους (μονάδα ο τόννος). Στη δεύτερη περίπτωση πρέπει να προσδιορισθεί κατά τα γνωστά το φαινόμενο ειδικό βάρος και στη συνέχεια ο όγκος.

Η χρησιμοποίηση της άμμου στις κατασκευές είναι πολύ μεγάλη. Χρησιμοποιείται για την παρασκευή τεχνητών λίθων και σκυροδεμάτων και για την παρασκευή κονιαμάτων, που χρησιμοποιούνται στο κτίσιμο των τεχνητών και των φυσικών λίθων.

δ) Μαρμαρόσκονη.

Προέρχεται από τη λειοτρίβηση άσπρων κυρίως μαρμάρων. Το μέγεθος των κόκκων της είναι μικρότερο από 1 mm. Χρησιμοποιείται στη θέση της άμμου, για την κατασκευή της τελευταίας στρώσεως των επιχρισμάτων και στην κατασκευή των λευκών μωσαϊκών και των αρτιφισιέλ. Στο εμπόριο πουλιέται συνήθως με το kg.

3.6.3 Ειδικά αδρανή.

Τα υλικά αυτά έχουν κοκκώδη μορφή και βρίσκονται αυτούσια στη φύση ή παρασκευάζονται τεχνητά, αλλά δεν προέρχονται από λίθους. Έχουν παρόμοιες ιδιότητες και χρήσεις με λίθινα προϊόντα και γι' αυτό εξετάζονται εδώ.

α) Ελαφρόπετρα (κίσσηρη).

Τα σκύρα της ελαφρόπετρας δημιουργήθηκαν από ηφαιστειακή ενέργεια σε τραχειτικά πετρώματα [(κεφάλ. 2 παράγρ. 2.3.1 (α3)]. Τα σκύρα αυτά λαμβάνονται από τα φυσικά αποθέματα (Σαντορίνη, Γυαλί, Νίσυρος) ύστερα από κοσκίνισμα. Το μέγεθός τους κυμαίνεται από 1 ως 2,5 cm (σχ. 2.3ζ). Χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ελαφρών σκυροδεμάτων, ελαφρών τεχνητών λίθων (κισσηρόλιθοι) και θερμομονωτικών στρώσεων στις ταράτσες. Η χρησιμοποίηση των σκύρων από ελαφρόπετρα αυξάνει συνεχώς και μάλιστα με ψηλό ρυθμό. Μεγάλες ποσότητες εξάγονται σε διάφορες χώρες.

β) Μπεντονίτης.

Το υλικό αυτό είναι κολλοειδής άργιλος εξαιρετικά πλαστική. Η κυριότερη ιδιότητά του είναι ότι απορροφάει μεγάλες ποσότητες νερού και διογκώνεται. Με τη διόγκωση αυτή φράζονται οι πόροι και τα τριχοειδή του υλικού και αποκλείεται η παραπέρα διείσδυση του νερού. Η ιδιότητα αυτή εμφανίζεται σε όλες τις αργίλους, αλλά στο μπεντονίτη εκδηλώνεται σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό.

Χρησιμοποιείται σε μεγάλη έκταση για τη στεγανοποίηση του εδάφους θεμελιώσεως διαφόρων τεχνικών έργων, των οδοστρωμάτων και κυρίως στα υδραυλικά έργα. Στα τελευταία πετυχαίνεται με το μπεντονίτη στεγανοποίηση του πυθμένα τεχνητών λιμνών, αρδευτικών τάφρων κλπ.

Στην Ελλάδα υπάρχει μπεντονίτης άριστης ποιότητας στη νήσο Μήλο.

γ) Σκουριές υψικαμίνων.

Δημιουργούνται κατά την παραγωγή χυτοσιδήρου στις υψικαμίνους. Κύρια συστατικά τους είναι: πυριτία (SiO_2), οξείδιο του αργιλίου (Al_2O_3), οξείδιο του ασβεστίου (CaO) και άλλα οξείδια σε μικρότερες ποσότητες.

Το υλικό αυτό διέρχεται από θραυστήρες και κόσκινα, και χρησιμοποιείται με τη μορφή άμμου και σκύρων για την παρασκευή σκυροδεμάτων με τσιμέντο Portland.

δ) Κουρασάνι.

Γνωστό υλικό από τους αρχαίους χρόνους. Προέρχεται από το σπάσιμο και την κονιοποίηση υλικών ψημένης αργίλου (τούβλα, κεραμίδια). Το πολύ λεπτό υλικό, που παράγεται, έχει διάμετρο κόκκου 1 mm και χρησιμοποιείται για την παρασκευή λεπτοκονιαμάτων με ασβέστη. Το κονίαμα αυτό παρουσιάζει σημαντική υδραυλικότητα. Το χονδρό υλικό (σκύρα κουρασανίου) χρησιμοποιείται για την κατασκευή σκυροδεμάτων με συγκολλητική ύλη το τσιμέντο.

ε) Περλίτης.

Είναι συμπαγές ηφαιστειογενές πέτρωμα. Στην Ελλάδα συναντάται στη Μήλο, Κω, Γυαλί κ.α. Με κατάλληλη θερμική επεξεργασία στους 1100°C περίπου διογκώνεται 10 ως 25 φορές και θραύεται σε κόκκους με διάφορες διαμέτρους (0,1 ως 5 mm). Οι κόκκοι αυτοί είναι κενοί στο εσωτερικό τους (μοιάζουν με μικρές φούσκες) (σχ. 3.6β).

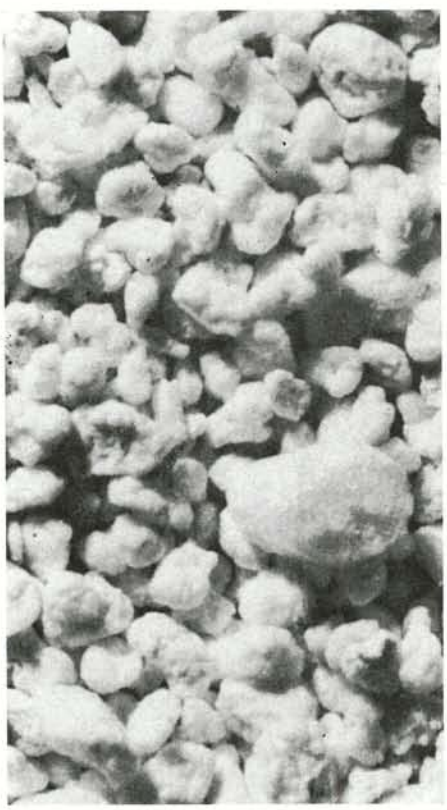
Ο διογκωμένος περλίτης είναι αδρανής και δεν προσβάλλει τα μέταλλα. Αντέχει σε ψηλές

θερμοκρασίες (μέχρι 850 °C) και εμποδίζει τη μετάδοση της φωτιάς. Έχει εξαιρετικές μονωτικές ιδιότητες (λ = 0,034 έως 0,040 kcal/m.h.gd) και δεν προσβάλλεται από την υγρασία.

Χρησιμοποιείται είτε αυτούσιος για μονώσεις τοίχων, ταρατσών κλπ. είτε για την παρασκευή μονωτικών λεπτοκονιαμάτων (περλιτικά επιχρίσματα) και μονωτικών χονδροκονιαμάτων (περλιτομπετόν).



α



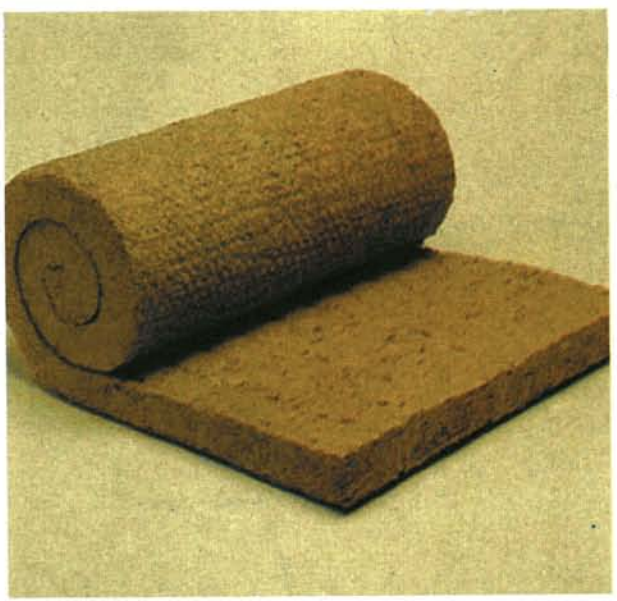
β

Σχ. 3.6β.
α) Κόκκοι διογκωμένου περλίτη. β) Κόκκοι διογκωμένου περλίτη σε μεγέθυνση.

στ) Ορυκτοβάμβακας ή πετροβάμβακας (rock wool).

Είναι μονωτικό υλικό και προκύπτει από τη θερμική κατεργασία πετρωμάτων που περιέχουν κυρίως αργίλιο, σίδηρο και μαγνήσιο. Το βασικό προϊόν είναι λυτός ορυκτοβάμβακας. Με ειδικές όμως κατεργασίες και πρόσθετα υλικά μπορεί να πάρει διάφορες μορφές (πλάκες με επένδυση ή ενίσχυση, ποικίλων παχών, κυλινδρικές επιφάνειες κλπ.). Το ειδικό του βάρος κυμαίνεται από 30 έως 110 kg/m^3 (σχ. 3.6γ).

Χρησιμοποιείται στην οικοδομική και στη βιομηχανία ως θερμομονωτικό υλικό με πολύ καλές αποδόσεις. Αντέχει σε ψηλές θερμοκρασίες και είναι εύκολο στους χειρισμούς.



Σχ. 3.6γ.
Ορυκτοβάμβακας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΣΥΝΔΕΤΙΚΕΣ ΥΛΕΣ (ΚΟΝΙΕΣ)

4.1 Γενικά.

4.1.1 Εξέλιξη. Γενικοί ορισμοί.

Πολύ νωρίς ο άνθρωπος ασχολήθηκε με την αναζήτηση καινούργιων υλικών καλύτερης ποιότητας από τους λίθους και τα ξύλα, ώστε να κατασκευάζει καλύτερες κατοικίες κατ' αρχήν και να βελτιώσει έτσι τις συνθήκες παραμονής του σε αυτές.

Το πρώτο από τα νέα αυτά υλικά, που εύρισκε εύκολα στη φύση, ήταν το αργιλικό χώμα. Όταν το χώμα αυτό αναμιχθεί με νερό δημιουργείται μία εύπλαστη μάζα, που στερεοποιείται, όταν εκτεθεί στον ήλιο, γιατί, εξατμίζεται το νερό που περιέχει. Η στερεοποίηση αυτή οφείλεται στην ύπαρξη μιας συγκολλητικής ουσίας, που ονομάζεται ***πηλοκονία.*** Η πηλοκονία συνδέει μεταξύ τους τους κόκκους της άμμου, που αποτελούν μέρος του χώματος. Η πηλοκονία έχει ασθενείς συγκολλητικές ιδιότητες, που τις χάνει όμως, όταν ξαναβραχεί. Αυτό έχει μεγάλη σημασία εάν χρησιμοποιηθεί σε τμήματα έργων που προσβάλλονται από το νερό. Τις συγκολλητικές της ιδιότητες τις διατηρεί μόνον όταν ψηθεί, όπως θα δούμε παρακάτω.

Με την πάροδο του χρόνου ανακαλύφθηκαν ισχυρότερες συνδετικές ύλες, όπως π.χ. ο ασβέστης, τα ασφαλτικά υλικά, το τσιμέντο και τα τελευταία χρόνια οι συνθετικές ρητίνες με εξαιρετικά αποτελέσματα. Οι ρητίνες αυτές διατηρούν τη συγκολλητική ιδιότητα κάτω από διάφορες συνθήκες υγρασίας, θερμότητας κλπ.

Οι συνδετικές ύλες μαζί με τα λίθινα προϊόντα, που εξετάσθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, παρέχουν σήμερα την ευχέρεια κατασκευής μεγάλου αριθμού υλικών δομής και δομικών στοιχείων.

Στην Τεχνική οι ύλες αυτές ορίζονται ως εξής:

Συνδετική ύλη ή ***κονία*** καλείται κάθε υλικό, που με κατάλληλη προεργασία μπορεί να γίνει πλαστικό και να παρουσιάσει συγκολλητικές ιδιότητες: το υλικό αυτό στερεοποιείται βαθμιαία, ώσπου να σχηματισθεί σκληρή και συμπαγής μάζα.

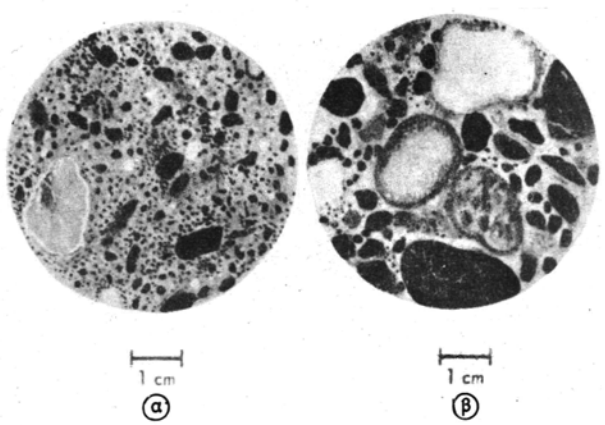
Οι περισσότερες συνδετικές ύλες γίνονται πλαστικές και εμφανίζουν συγκολλητικές ιδιότητες, όταν αναμιχθούν με νερό. Στερεοποιούνται ή επειδή εξατμίζεται το νερό που περιέχουν, όπως π.χ. συμβαίνει στην πηλοκονία ή επειδή προκαλούνται χημικές αντιδράσεις, όπως συμβαίνει με τον ασβέστη και το τσιμέντο.

Εν ξηρώ, δηλαδή χωρίς την προσθήκη νερού, οι κονίες αυτές δεν εμφανίζουν συνδετικές ιδιότητες.

Άλλες κονίες, όπως οι ασφαλτικές, γίνονται πλαστικές, όταν θερμανθούν και σκληραίνουν όταν ψυχθούν. Άλλες, τέλος, όπως οι συνθετικές κονίες, που βρίσκονται σε υγρή κατάσταση, στερεοποιούνται λόγω χημικών αντιδράσεων.

Τα μόρια των κονιών δεν συνδέονται μόνο μεταξύ τους αλλά μπορούν να συνδεθούν και με κόκκους άλλων υλικών, όπως είναι οι κόκκοι των λιθίνων προϊόντων. Με τη σύνδεση αυτή και τη στερεροποίηση της κονίας σχηματίζονται σώματα στερεά κατάλληλα για τις κατασκευές. Οι κόκκοι των λιθίνων προϊόντων δεν συμμετέχουν ενεργά στη διεργασία αυτή της συγκολλήσεως και γι' αυτό τα λίθινα προϊόντα ονομάζονται ***αδρανή υλικά.***

Εάν αναμίξομε μία κονία (π.χ. ασβέστη ή τσιμέντο) με νερό και αδρανή υλικά, άμμο ή σκύρα, αποκτούμε ένα πλαστικό μίγμα, που ονομάζεται ***κονίαμα*** (λάσπη) και ***σκυρόδεμα*** (μπετόν) αντίστοιχα. Όταν η κονία σκληρυνθεί, οι κόκκοι των αδρανών συνδέονται μεταξύ τους και έτσι σχηματίζεται ένα στερεό σώμα (σχ. 4.1). Οι ιδιότητες του στερεού αυτού



Σχ. 4.1.
Μάζα αδρανών υλικών και κονίας που έχει σκληρυνθεί. Διακρίνονται οι κόκκοι των αδρανών και η κονία που τους περιβάλλει. α) Μίγμα άμμου και κονίας. β) Μίγμα άμμου, σκύρων και κονίας.

εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το είδος της κονίας που χρησιμοποιήθηκε.

4.1.2 Πολτός και συμπεριφορά του.

Το μίγμα κονίας-νερού ονομάζεται ***πολτός.***

Το ποσό του νερού, με το οποίο πρέπει να αναμιχθούν οι κονίες εξαρτάται από το είδος της κονίας, από τις συνθήκες που επικρατούν κατά την παρασκευή του πολτού (υγρασία και θερμότητα περιβάλλοντος) και από τις ιδιότητες, που επιζητούμε να έχει ο πολτός.

Ο πολτός που παρασκευάζεται αναμιγνύοντας τις απολύτως απαραίτητες ποσότητες νερού και κονίας, αποκτά τη μέγιστη δυνατή πλαστικότητα και καλείται ***κανονικός πολτός.***

Όταν ο πολτός στερεοποιείται μετά την εξάτμιση του νερού, μιλάμε για ***ξήρανση*** της κονίας. Κονία, που στερεοποιείται μόνο με ξήρανση εκδηλώνει πάλι πλαστικές ιδιότητες, όταν την αναμίξομε ξανά με νερό.

Όταν όμως η στερεοποίηση του πολτού οφείλεται σε χημικές αντιδράσεις, λέμε ότι έχομε ***πήξη*** της κονίας.

Διακρίνομε ***αρχική*** και ***τελική πήξη.***

Αρχική πήξη καλείται η κατάσταση του πολτού όταν δεν είναι πια δυνατό να μεταβληθεί το σχήμα του χωρίς να καταστραφεί η συνοχή των μορίων της συγκολλητικής ύλης.

Τελική πήξη καλείται η κατάσταση, στην οποία ο πολτός σκληρύνεται τόσο, ώστε να έχει φθάσει σε ένα βαθμό μηχανικής αντοχής, που καθορίζεται από τους κανονισμούς για κάθε είδος κονίας.

Σε πολλά είδη κονιών η μηχανική αντοχή του πολτού αυξάνει με την πάροδο του χρόνου περισσότερο από την αντοχή που έχει στην κατάσταση τελικής πήξεως (περίπτωση τσιμέντου), οπότε έχομε ***σκλήρυνση*** της κονίας.

4.2 Κατηγορίες και είδη κονιών.

Οι κονίες διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες, ανάλογα με την προέλευσή τους και με τον τρόπο στερεοποιήσεώς τους.

4.2.1 Ανάλογα με την προέλευση.

1) ***Φυσικές κονίες.*** Βρίσκονται ελεύθερες στη φύση και μπορούν να χρησιμοποιηθούν αμέσως, χωρίς οποιαδήποτε κατεργασία. Παράδειγμα η πηλοκονία, η ποζουλάνη (θηραϊκή γη) κλπ.

2) ***Τεχνητές κονίες.*** Για την παρασκευή τους είναι απαραίτητη η επέμβαση του ανθρώπου, που με κατάλληλες χημικές ή φυσικές μεθόδους τις απομονώνει από άλλα υλικά ή τις παρασκευάζει συνθετικά. Κονίες αυτού του είδους είναι ο ασβέστης, το τσιμέντο, τα διάφορα ασφαλτικά υλικά, οι συνθετικές κονίες κ.λ.π.

4.2.2 Ανάλογα με τον τρόπο που στερεοποιούνται.

1) ***Αερικές.*** Ξηραίνονται ή πήζουν μόνο όταν έλθουν σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα. Π.χ. η πηλοκονία, ο ασβέστης κλπ.

2) ***Υδραυλικές.*** Μπορούν να στερεοποιηθούν και μέσα στο νερό, όπως π.χ. το τσιμέντο, οι ασφαλτοκονίες κλπ.

Η ιδιότητα, που έχουν οι κονίες αυτές να στερεοποιούνται μέσα στο νερό, καλείται ***υδραυλικότητα*** και οφείλεται στην ειδική χημική σύστασή τους.

Οι υδραυλικές κονίες μετά την ανάμιξή τους με νερό, οπότε σχηματίζεται ο πολτός, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως αερικές. Μπορούν δηλαδή να πήξουν και στον ατμοσφαιρικό αέρα.

3) ***Συνθετικές κονίες.*** Στερεοποιούνται κατά κανόνα χωρίς να έλθουν σε επαφή με το νερό ή τον αέρα. Αποφασιστικός παράγων είναι η αύξηση ή η μείωση της θερμοκρασίας.

Οι περισσότερο χρησιμοποιούμενες συνδετικές ύλες είναι οι εξής:

4.3 Πηλοκονία.

Η πηλοκονία είναι, ως προς την προέλευσή της, φυσική κονία αν και δεν βρίσκεται ελεύθερη στη φύση πάρα μόνο σε σπάνιες περιπτώσεις.

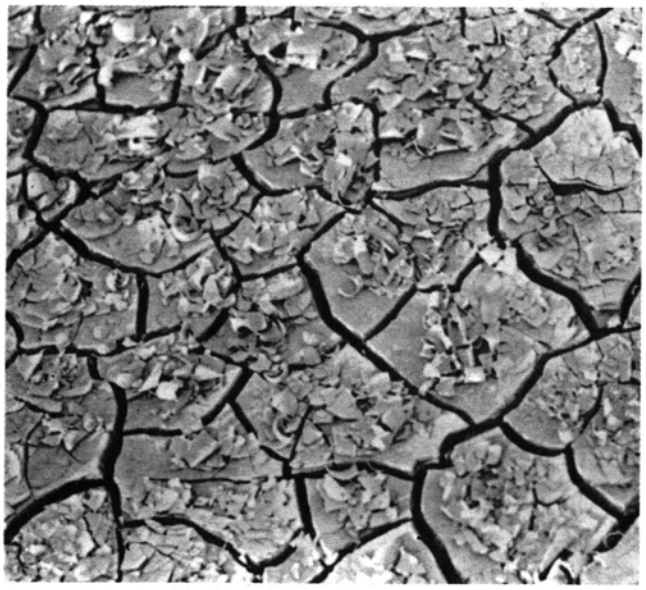
Είναι ανακατεμένη με αδρανείς ύλες διαφόρων συστάσεων και κυρίως με άμμο.

Το μίγμα αυτό της πηλοκονίας και των αδρανών υλών αποτελεί τους γνωστούς πηλούς ή αργίλους (σχ.4.3), που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη έκταση για την κατασκευή των διαφόρων κεραμικών υλικών.

Η πηλοκονία δεν έχει ορισμένη φυσική (ορυκτολογική) ή χημική σύσταση. Βασικά όμως συστατικά της είναι διάφορες ένυδρες ενώσεις του πυριτίου και του αργιλίου.

Ανήκει στην κατηγορία των αερικών κονιών και στερεοποιείται όταν εξατμισθεί το νερό που είναι αναμεμιγμένο με αυτήν. Η ξήρανση της πηλοκονίας έχει ως αποτέλεσμα να κολλούν τα μόρια των αδρανών υλικών με τους κόκκους της κονίας και μεταξύ τους. Στην ιδιότητα αυτή βασίζεται η κατασκευή των ***ωμοπλίνθων*** (πλήθρες).

Εάν όμως μετά την ξήρανση διαποτισθεί με νερό, επανέρχεται η κονία στην πλαστική της κατάσταση και το στερεό που είχε δημιουργηθεί διαλύεται. Για να αποφευχθεί αυτό ψήνο-



Σχ. 4.3.
Αργιλώδες έδαφος με μεγάλη περιεκτικότητα σε πηλοκονία. Οι ρωγμές οφείλονται στην ξήρανση της πηλοκονίας, η οποία έχει ως αποτέλεσμα την έντονη συστολή της αργίλου.

νται οι ωμόπλινθοι. Κατά την όπτηση (ψήσιμο) η πηλοκονία χάνει το νερό, που βρίσκεται στα μόριά της (κρυσταλλικό νερό) και μετατρέπεται πλέον σε μία σταθερή ένωση, που δεν επηρεάζεται από το νερό.

Έτσι επιτυγχάνεται η κατασκευή των οπτοπλίνθων (τούβλα), των κεραμιδιών, των πηλοσωλήνων κλπ. Τα υλικά αυτά χρησιμοποιούνται από τους αρχαίους χρόνους σε μεγάλη κλίμακα. Ο τρόπος κατασκευής τους θα αναπτυχθεί στο κεφάλαιο 5.

4.4 Γύψος.

4.4.1 Προέλευση.

Ο γύψος είναι λεπτή σκόνη χρώματος λευκού ή υπόλευκου. Χρησιμοποιείται ως συγκολλητική ύλη στην οικοδομική σε δευτερεύουσες κυρίως εργασίες.

Στην Ελλάδα παράγεται αρκετή ποσότητα που καλύπτει τις εγχώριες ανάγκες (σχ. 4.4α).

Πρώτη ύλη για την παρασκευή του γύψου είναι το ορυκτό φυσική γύψος, που βασικά αποτελείται από ένυδρο θειικό ασβέστιο ($CaSO_4\ 2H_2O$). Το ορυκτό αυτό περιέχει και άλλες προσμίξεις, που επιδρούν δυσμενώς στις ιδιότητες της κονίας.

Το ποσοστό των ξένων αυτών προσμίξεων δεν πρέπει να υπερβαίνει ορισμένα όρια, τα οποία κυμαίνονται μεταξύ 25% και 30%.

Με θέρμανση του ορυκτού αποβάλλεται, ανάλογα με το ύψος της θερμοκρασίας, ένα μέρος ή το σύνολο του χημικά ενωμένου νερού (κρυσταλλικό νερό). Το προϊόν που προκύπτει καλείται ***καμένος γύψος*** ή απλά ***γύψος*** και έχει την ιδιότητα να μετατρέπεται πάλι σε στερεό ένυδρο θειικό ασβέστιο, όταν προσλάβει την ποσότητα του νερού που έχασε κατά τη θέρμανση.

4.4.2 Είδη.

Ανάλογα με το βαθμό θερμάνσεως του φυσικού γύψου παρασκευάζονται τρία εντελώς διαφορετικά είδη:

1) Όταν η θερμοκρασία του ψησίματος βρίσκεται μεταξύ 110°C και 180°C περίπου, ο φυσικός γύψος χάνει τα 3/4 του κρυσταλλικού νερού και μετατρέπεται σε προϊόν, που μετά την άλεσή του σε λεπτή σκόνη, μπορεί να σκληρυνθεί ταχύτατα, εάν αναμιχθεί με νερό. Η κονία αυτή ονομάζεται ***πλαστικός γύψος*** και χρησιμοποιείται ευρύτατα σε διάφορες εφαρμογές.

2) Όταν ο φυσικός γύψος θερμανθεί σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από 180°C και μέχρι 500°C, χάνει όλο το νερό που περιέχει. Συγχρόνως όμως παύει πλέον να έχει την ικανότητα της σκληρύνσεως, όταν ξαναπροσλάβει νερό. Ο γύψος αυτός είναι ***αδρανής*** και δεν χρησιμοποιείται ως κονία.

3) Τέλος με θέρμανση επάνω από 500°C ανακτά την ικανότητα της σκληρύνσεως και γύρω στους 1000°C ερυθροπυρώνεται. Το προϊόν που λαμβάνεται στην περίπτωση αυτή καλείται ***τραχύς*** ή ***άνυδρος γύψος*** και μπορεί να στερεοποιηθεί, όταν αναμιχθεί με νερό. Ο ρυθμός σκληρύνσεως του γύψου αυτού είναι βραδύτερος από ό,τι του πλαστικού γύψου.

4.4.3 Ιδιότητες.

1) ***Πήξη.*** Η πήξη του γύψου επέρχεται μετά την ανάμιξή του με νερό οπότε σχηματίζεται πάλι η ένωση του ένυδρου θειικού ασβεστίου και η κονία στερεοποιείται.

Κατά την πήξη του πλαστικού γύψου, η θερμοκρασία του πολτού αυξάνεται αισθητά, ενώ συγχρόνως παρουσιάζεται διόγκωση της μάζας του. Η διόγκωση, μετά παρέλευση 24 ωρών, φθάνει το 1% του αρχικού όγκου.

Στον τραχύ γύψο δεν παρουσιάζονται τα φαινόμενα της αυξήσεως της θερμοκρασίας και της διογκώσεως.

Η ταχύτητα της πήξεως εξαρτάται από την ποιότητα και γενικά από την καθαρότητα του γύψου. Οι ξένες προσμίξεις επιβραδύνουν την πήξη και σκλήρυνσή του. Για τις συνηθισμένες ποιότητες πλαστικού γύψου ο χρόνος πήξεως κυμαίνεται από 5 ως 30 λεπτά μετά την ανά-

μιξή του με το νερό. Η πλήρης σκλήρυνση συντελείται κατόπιν παρελεύσεως 24 ωρών περίπου.

2) ***Μόνωση θερμότητας και ήχου.*** Επειδή η μάζα του γύψου είναι πορώδης και μέσα στους πόρους υπάρχει αέρας, δεν διέρχονται εύκολα οι ήχοι και η θερμότητα μέσα από τη μάζα του. Τα κονιάματα από γύψο έχουν τριπλάσια μονωτική ικανότητα από τα άλλα κονιάματα.

3) ***Αντοχή στην πύρωση.*** Ο γύψος αντέχει περισσότερο από τα άλλα υλικά στις υψηλές θερμοκρασίες, γιατί:

– Απορροφάει μεγάλες ποσότητες θερμότητας, χωρίς να αυξάνει η θερμόκρασία του αισθητά, και

– δεν διαστέλλεται κατά την αύξηση της θερμοκρασίας, όπως συμβαίνει με τα άλλα υλικά.

Για τους λόγους αυτούς θεωρείται πολύ καλό υλικό για την προστασία χώρων που κινδυνεύουν από πυρκαϊά.

4) ***Μηχανική αντοχή.*** Η μηχανική αντοχή του πλαστικού γύψου είναι μικρή και εξαρτάται από το ποσό και το είδος των ξένων προσμίξεων.

Η αντοχή σε θλίψη είναι:

$$\sigma_{\theta\lambda} = 60 \text{ kp/cm}^2 \text{ έως } 100 \text{ kp/cm}^2$$

και σε εφελκυσμό:

$$\sigma_{\epsilon\phi} = 4 \text{ kp/cm}^2 \text{ έως } 30 \text{ kp/cm}^2$$

Ο τραχύς γύψος έχει τετραπλάσια περίπου αντοχή.

5) ***Σκληρότητα. Αντοχή στην τριβή.*** Η επιφανειακή σκληρότητα του γύψου είναι μικρή. Χαράσσεται με το νύχι. Υπάρχουν όμως διάφορες μέθοδοι, με τις οποίες επιτυγχάνεται αύξηση της σκληρότητας.

Ο τραχύς γύψος έχει μεγαλύτερη σκληρότητα από το πλαστικό.

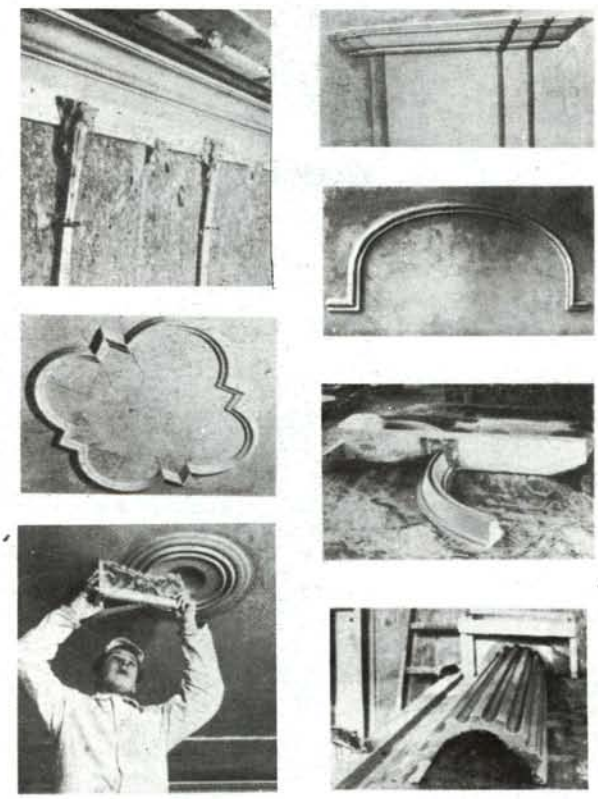
6) ***Διαλυτότητα.*** Ο γύψος είναι διαλυτός στο νερό μετά τη σκλήρυνσή του και μάλιστα σε μεγάλο βαθμό. Το γεγονός αυτό αποτελεί το βασικό του μειονέκτημα σε σχέση προς τις άλλες κονίες. Γι' αυτό δεν συνιστάται η χρησιμοποίησή του σε εξωτερικά στοιχεία. Χρειάζεται ιδιαίτερη μόνωση κατά της υγρασίας για τα εσωτερικά στοιχεία. Ένας απλός τρόπος προστασίας είναι η ελαιοβαφή όλων των στοιχείων, που έχουν κατασκευασθεί με γύψο.

4.4.4 Χρήσεις του γύψου.

Χρησιμοποιείται σε μεγάλη έκταση από την αρχαιότητα. Οι κυριότερες χρήσεις του σήμερα είναι:



Σχ. 4.4α.
Φύλλα από γύψο (γυψοσανίδες) που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή εσωτερικών διαχωρισμάτων.



Σχ. 4.4β.
Διάφορα διακοσμητικά στοιχεία από γύψο χρησιμοποιούμενα στη δομική.

– Εσωτερική επικάλυψη ή επίχριση τοίχων και οροφών.

– Κατασκευή δομικών στοιχείων.

– Κατασκευή διαφόρων διακοσμητικών στοιχείων (διαζώματα, κορνίζες κλπ.).

1) Οι επικαλύψεις γίνονται με μίγμα γύψου και άμμου, σε αναλογία βάρους 70% άμμου, 20% γύψου και 10% άλλων υλικών επιβραδυντικών της πήξεως και ενισχυτικών της πλαστικότητας και συνοχής του υλικού. Το γυψοκονίαμα αυτό δίνει καλύτερες επιφάνειες από τα άλλα κονιάματα, αλλά λόγω της μεγαλύτερης τιμής του γύψου δεν χρησιμοποιείται σε μεγάλη έκταση.

Ελάττωση του κόστους του επιχρίσματος επιτυγχάνεται με τη χρησιμοποίηση γυψασβεστοκονίας, δηλαδή μίγματος πλαστικού γύψου και υδρασβέστη σε αναλογία:

1 μέρος βάρους γύψου και 2 έως 3 μέρη βάρους υδρασβέστη.

2) Δομικά στοιχεία από γύψο είναι κυρίως οι γυψοσανίδες που είναι φύλλα ή πλάκες πάχους από 6 mm έως 18 mm (σχ. 4.4α) (βλ. κεφ. 6).

3) Επειδή ο πλαστικός γύψος έχει την ιδιότητα να διογκώνεται κατά την πήξη του χρησιμοποιείται για την κατασκευή διαφόρων εσωτερικών διακοσμητικών στοιχείων, όπως είναι διαζώματα τοίχων με διάφορα πλάτη και σχήματα, λούκια οροφών, ροζέτες κ.α. (σχ. 4.5β). Τα στοιχεία αυτά κατασκευάζονται με τη βοήθεια τύπων (καλουπιών) και ο γύψος, λόγω της διογκώσεώς του, εισχωρεί και στις μικρότερες λεπτομέρειες των τύπων αυτών. Για την αύξηση της αντοχής του στοιχείου ανακατεύονται με τον πολτό του γύψου διάφορες ινώδεις ύλες όπως π.χ. πριονίσματα ξύλων, τρίχες και άλλα υλικά.

4.5 Ποζουλάνες. Θηραϊκή γη.

Οι ποζουλάνες είναι φυσικές κονίες, που προήλθαν από τη δράση των ηφαιστείων. Περιέχουν κατά το μεγαλύτερο ποσοστό οξείδιο του πυριτίου. Σε μικρότερα ποσοστά περιέχουν οξείδια του αργιλίου, του σιδήρου, του ασβεστίου κ.λ.π.

Λόγω των υψηλών θερμοκρασιών, που δημιουργήθηκαν κατά τις ηφαιστειακές δράσεις, τα οξείδια αυτά υπέστησαν φυσική όπτηση και μετατράπηκαν σε δραστικές κονίες. Στη συνέχεια τινάχθηκαν έξω από τους κρατήρες με μορφή σκόνης (στάχτη ηφαιστείων) και κάλυψαν μεγάλες εκτάσεις με σημαντικού πάχους στρώματα. Σήμερα βρίσκονται κοντά σε εν ενεργεία ή σε νεκρά ηφαίστεια.

Οι ποζουλάνες εκδηλώνουν υδραυλικές ιδιότητες, μπορούν δηλαδή να σκληρυνθούν μέσα στο νερό, μόνο όταν αναμιχθούν με υδρασβέστη ή με υδραυλικές κονίες. Χρησιμοποιούνται συνήθως με υδρασβέστη για την παρασκευή υδραυλικών ασβεστοκονιαμάτων. Τα ασβεστοκονιάματα αυτά παρουσιάζουν, εκτός από τη μεγαλύτερη μηχανική αντοχή από τα κοινά ασβεστοκονιάματα και μεγαλύτερη στεγανότητα.

Στην Ελλάδα υπάρχουν οι κονίες αυτές στο νησί Θήρα (Σαντορίνη) και κυκλοφορούν στο εμπόριο με την ονομασία ***θηραϊκή γη*** ή ***πορσελάνη.*** Η θηραϊκή γη καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος του νησιού με στρώματα συνολικού πάχους 25 m ως 30 m που εναλλάσσονται με στρώματα ελαφρόπετρας (σχ 4.5α).

Μετά την εξόρυξή της, η θηραϊκή γη ξεραίνεται για να απομακρυνθεί η εδαφική υγρασία και έπειτα λειοτριβείται σε ειδικές εγκαταστάσεις ώσπου να αποκτήσει τη λεπτότητα αλεύρου. Στο εμπόριο πουλιέται σε σάκους των 50 kg ή χύμα.

Η θηραϊκή γη χρησικοποιείται:

– Για την παρασκευή υδραυλικών ασβεστοκονιαμάτων.

– Για την παρασκευή τσιμεντοκονιαμάτων, όπου ένα μέρος της άμμου αντικαθίσταται με θηραϊκή γη για την αύξηση των στεγανωτικών ιδιοτήτων του κονιάματος. Τα τσιμεντοκονιάματα αυτά χρησιμοποιούνται κυρίως στην



Σχ. 4.5.
Ορυχείο θηραϊκής γης στη Σαντορίνη. Η εξόρυξη γίνεται από ανώτερα στρώματα και από εκεί με τη βαρύτητα συγκεντρώνεται το προϊόν σε ανοικτές αποθήκες κοντά στη θάλασσα. Από τις αποθήκες με ειδικές εγκαταστάσεις φορτώνεται στα πλοία.

εκτέλεση λιμενικών έργων.

– Τέλος, αναμιγνύεται κατά ποσοστό 10% με τσιμέντο πόρτλαντ για την παρασκευή των ελληνικού τύπου τσιμέντων.

4.6 Ασβέστης (άσβεστος).

4.6.1 Καμένος ασβέστης.

Είναι από τις πιο σημαντικές αερικές κονίες, που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές. Έχει πλήθος εφαρμογών με άριστα αποτελέσματα. Χρησιμοποιείται από αρχαιοτάτων χρόνων.

Όταν οι κοινοί ασβεστόλιθοι πυρωθούν μεταξύ 800°C και 1100° C, το ανθρακικό ασβέστιο ($CaCO_3$), που περιέχουν, διασπάται στο αέριο διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και στο στερεό οξείδιο του ασβεστίου (CaO) ή ενεργό ασβέστιο. Η χημική εξίσωση της αντιδράσεως είναι:

$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2 \rightarrow 42{,}5 \text{ cal}$$

Το οξείδιο του ασβεστίου ονομάζεται ***ασβέστης*** ή ***κεκαυμένος*** (καμένος ασβέστης). Έχει τη μορφή και το μέγεθος των λίθων από τους οποίους προήλθε και το χρώμα του είναι λευκό.

Εάν κατόπιν το οξείδιο του ασβεστίου αναμιχθεί με το νερό, τότε πραγματοποιείται το λεγόμενο σβήσιμο του ασβέστη και προκύπει το υδροξείδιο του ασβεστίου $Ca(OH)_2$ κατά την αντίδραση:

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$$

Το τελευταίο αυτό υλικό, που συνήθως χρησιμοποιείται με μορφή πολτού και σπανιότερα με μορφή σκόνης, είναι η κονία και καλείται ***σβησμένος ασβέστης*** ή ***υδρασβέστης***.

Ο υδρασβέστης μαζί με τους πηλούς είναι από τις παλαιότερες συνδετικές ύλες, που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος για την παρασκευή κονιαμάτων. Μόνο κατά τα τελευταία χρόνια εκτοπίσθηκε σε ορισμένες εργασίες από το τσιμέντο.

α) Παρασκευή.

Ως πρώτη ύλη για την παρασκευή του ασβέστη χρησιμοποιούνται οι άφθονοι σε όλο τον κόσμο και κυρίως στην Ελλάδα, κοινοί ασβεστόλιθοι, οι δολομίτες, τα μάρμαρα και γενικά όλα τα πετρώματα, που περιέχουν σε μεγάλη αναλογία ανθρακικό ασβέστιο.

Όλες οι προσμίξεις, που περιέχονται στους ασβεστόλιθους, όπως τα οξείδια του μαγνησίου, του πυριτίου, του σιδήρου κλπ. μετά την πύρωση του ανθρακικού ασβεστίου παραμένουν αναμεμιγμένες με τον ασβέστη. Αποτελούν όμως σοβαρή αιτία ελαττώσεως της ποιότητάς του. Πρέπει επομένως οι ασβεστόλιθοι, που χρησιμοποιούνται, να περιέχουν τη μεγαλύτερη αναλογία σε ανθρακικό ασβέστιο και τις λιγότερες προσμίξεις.

β) Πύρωση.

Το πρώτο στάδιο της παρασκευής της κονίας αναφέρεται στην πύρωση των ασβεστολίθων.

Η πύρωση γίνεται σε ειδικά καμίνια.

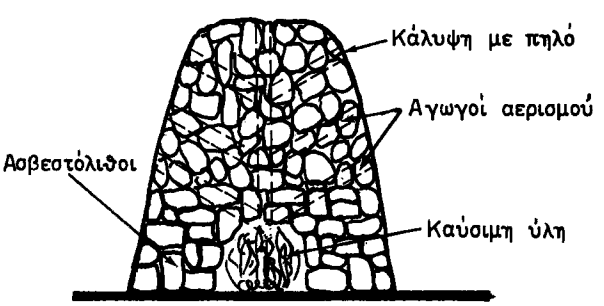
– Σωροκάμινος.

Στα παλαιότερα χρόνια χρησιμοποιούσαν σωροκαμίνους, που κατασκευάζονταν από τους ίδιους τους ασβεστόλιθους που θα πύρωναν (σχ. 4.6α). Πρώτα κτίζονταν από τους ογκοδέστερους λίθους μια θολωτή εστία και γύρω και επάνω από αυτήν τοποθετούνταν οι υπόλοιποι λίθοι κατά τάξη μεγέθους.

Ως καύσιμη ύλη χρησιμοποιούσαν ξύλα και θάμνους από τις γύρω περιοχές, που τα τοποθετούσαν κατά στρώματα μεταξύ των λίθων.

Η μέθοδος αυτή δεν χρησιμοποιείται πια, ή πολύ σπάνια σε ορεινές και απρόσιτες περιοχές.

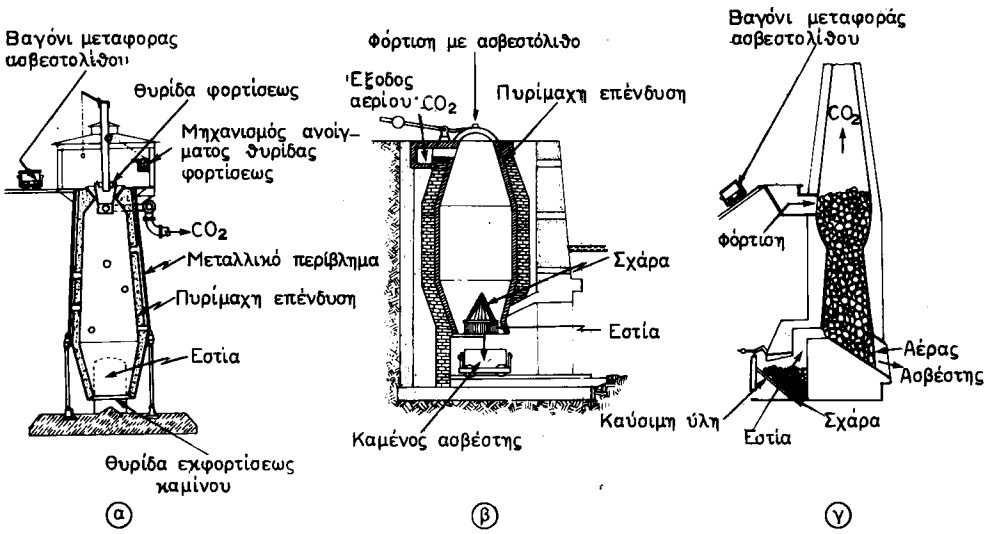
Σήμερα για παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων χρησιμοποιούνται:



Σχ. 4.6α.
Παλαιά μέθοδος (σωροκάμινος) παρασκευής ασβέστη. Χρησιμοποιείται σήμερα για παρασκευή μικρών ποσοτήτων και μόνο όπου είναι δύσκολη η μεταφορά υδρασβέστη (ορεινές περιοχές).



Σχ. 4.6β.
Καμίνι παρασκευής ασβέστη διακεκομμένης λειτουργίας.



Σχ. 4.6γ.
Τρεις τύποι κατακορύφων ασβεστουργικών καμινιών συνεχούς λειτουργίας. Διαφέρουν κυρίως ως προς τον τρόπο φορτίσεως [από πάνω στο (α) και (β), πλάγια στο (γ)] και ως προς τη χρησιμοποιούμενη καύσιμη ύλη [υγρά καύσιμα ή σκόνη καυσίμων στο (α) και (β), στερεά καύσιμα στο (γ)].

– Καμίνια διακεκομμένης λειτουργίας (σχ. 4.6β).
– Καμίνια συνεχούς λειτουργίας.

1) Τα καμίνια διακεκομμένης λειτουργίας είναι μόνιμα κτίσματα με εξωτερικούς τοίχους από πέτρες ή από τούβλα και με εσωτερική επένδυση από πυρίμαχες πλίνθους (σχ. 4.6β). Σε ορισμένους τύπους καμινιών υπάρχει στο δάπεδο τρύπα με σιδερένια κινητή σχάρα, από την οποία παραλαμβάνεται ο ασβέστης μετά την ψύξη.

Το καμίνι φορτίζεται από πάνω, αφού προηγουμένως κατασκευασθεί στο δάπεδο μια θολωτή εστία, για την κατασκευή της οποίας χρησιμοποιούνται οι ασβεστόλιθοι με το μεγαλύτερο μέγεθος.

2) Τα καμίνια συνεχούς λειτουργίας είναι συνθετότερα συγκροτήματα και χρησιμοποιούνται για μεγάλη παραγωγή ασβέστη. Υπάρχουν δύο επί μέρους τύποι: Κατακόρυφα και οριζόντια .

Τα κατακόρυφα καμίνια έχουν συνήθως σχήμα δύο κολούρων κώνων ενωμένων στις βάσεις με τη μεγαλύτερη διάμετρο (σχ. 4.6γ). Η μέγιστη διάμετρος είναι 3 m και το ύψος 8 m ως 12 m. Κατασκευάζονται με τοιχοποιία ή με οπλισμένο σκυρόδεμα ή με σιδερένιες λαμαρίνες ενισχυμένες με σιδερένια ελάσματα. Εσωτερικά έχουν ισχυρή θερμική και πυρίμαχη μόνωση.

Τα οριζόντια καμίνια έχουν σχήμα κυλινδρικό και περιστρέφονται γύρω από ένα άξονα που έχει κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο. Η φόρτιση γίνεται από το ψηλότερο σημείο του κυλίνδρου.

γ) Μεταφορά. Εμπορία.

Μετά την πύρωση και την ψύξη ο ασβέστης κυκλοφορεί στο εμπόριο σε τεμάχια, όπως αυτά βγήκαν από το καμίνι, χωρίς άλλη κατεργασία. Πουλιέται με το kg.

Λόγω της ισχυρής τάσεως που έχει ο ασβέστης να ενώνεται με το νερό, πρέπει να παίρνονται ιδιαίτερες προφυλάξεις κατά την αποθήκευσή του. Οι αποθήκες πρέπει να είναι στεγνοί και καλά στεγασμένοι χώροι, επειδή ο ασβέστης μπορεί να απορροφήσει εύκολα την ατμοσφαιρική υγρασία και να μετατραπεί σε σκόνη άχρηστη για οποιαδήποτε χρήση. Επομένως είναι προτιμότερο αμέσως μετά την παραλαβή στο εργοτάξιο να γίνεται το σβήσιμο του ασβέστη και η παρασκευή του υδρασβέστη.

δ) Είδη καμένου ασβέστη και οι ιδιότητές του.

Η σύσταση και οι ιδιότητες του ασβέστη εξαρτώνται, όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα, από την ορυκτολογική σύσταση των ασβεστολίθων που χρησιμοποιήθηκαν και από τη θερμοκρασία και την κανονικότητα της πυρώσεως. Έτσι διακρίνομε:

– ***Ασβεστικός ή ασβεστολιθικός ασβέστης.*** Το ενεργό οξείδιο του ασβεστίου, περιέχεται σε αναλογία μεγαλύτερη από 85%.

– ***Μαγνησιακός ασβέστης.*** Περιέχει 80% ως 90% οξείδιο του ασβεστίου και μαγνησίου. Στο ποσοστό αυτό το οξείδιο του μαγνησίου δεν πρέπει να υπερβαίνει το 20% ως 10%.

– ***Δολομιτικός ασβέστης.*** Περιέχει ποσοστό οξειδίου του μαγνησίου μεγαλύτερο από 21%.

– ***Υδραυλικός ασβέστης.*** Οι ασβεστόλιθοι που χρησιμοποιήθηκαν περιείχαν μικρό ποσοστό (10% έως 20%) αργίλου. Ο υδραυλικός ασβέστης διαφέρει από τους προηγούμενους, γιατί έχει την ιδιότητα να στερεοποιείται και μέσα στο νερό. Ασβέστης αυτού του είδους δεν παρασκευάζεται σήμερα, γιατί αντικαταστάθηκε από το τσιμέντο, που έχει σε πολύ με-

γαλύτερο βαθμό ανεπτυγμένη αυτή την ιδιότητα.

Η καλύτερη ποιότητα ασβέστη είναι ο ασβεστολιθικός, γιατί περιέχει σε μεγαλύτερη αναλογία το οξείδιο του ασβεστίου που μόνο αυτό μετατρέπεται μετά το σβήστιμό του σε συνδετική ύλη (τον υδρασβέστη).

4.6.2 Υδρασβέστης.

α) Σβήσιμο καμένου ασβέστη.

Το δεύτερο στάδιο παρασκευής της κονίας είναι το σβήσιμο του ασβέστη. Το σβήσιμο γίνεται με την προσθήκη νερού στο οξείδιο του ασβεστίου (τον ασβέστη). Τότε παρατηρείται το εξής φαινόμενο:

Τα κομμάτια του ασβέστη διογκώνονται ώσπου να διπλασιασθούν ή και να τριπλασιασθούν ακόμα, όταν έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε οξείδιο του ασβεστίου. Στη συνέχεια θραύονται και τελικά μετατρέπονται σε σκόνη.

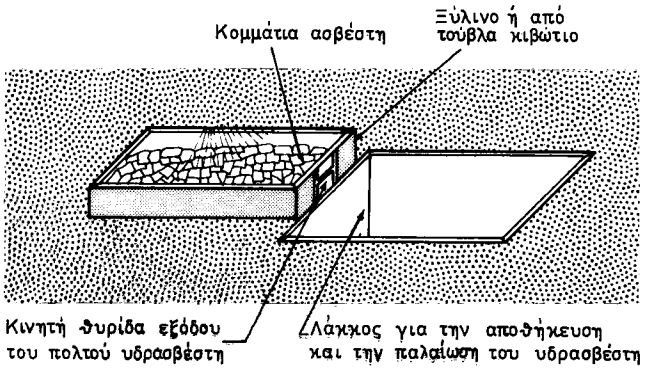
Έτσι δημιουργήθηκε ένα νέο υλικό, το ***υδροξείδιο του ασβεστίου*** (ο υδρασβέστης), με εντελώς διαφορετικά χαρακτηριστικά από το αρχικό ***οξείδιο του ασβεστίου.*** Κατά το σβήσιμο δημιουργείται υψηλή θερμότητα και εξέρχεται ατμός με σφυρίγματα από τη μάζα του ασβέστη. Η παραγόμενη θερμότητα είναι τόσο μεγάλη, ώστε η θερμοκρασία μπορεί να φθάσει τους 200°C, που είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία βρασμού του νερού. Το νερό που περισσεύει βράζει και εξατμίζεται ή όλο ή ένα μέρος του. Επομένως μπορεί να προκληθούν πολύ σοβαρά εγκαύματα στους εργάτες που ασχολούνται με την εργασία του σβησίματος, αν δεν ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα προφυλάξεως.

Όταν το νερό που χρησιμοποιείται είναι το απολύτως απαραίτητο για την εκτέλεση της χημικής αντιδράσεως (32% του βάρους του οξειδίου του ασβεστίου), τότε ο υδρασβέστης έχει τη μορφή λευκής σκόνης και φέρεται στο εμπόριο μέσα σε χάρτινους σάκους υδατοστεγώς σφραγισμένους. Έτσι αποκλείεται η επαφή της σκόνης του υδρασβέστη με την υγρασία και τον ατμοσφαιρικό αέρα. Επειδή όμως κατά κανόνα ο υδρασβέστης χρησιμοποιείται σε μορφή πολτού, το προστιθέμενο νερό είναι πολύ περισσότερο.

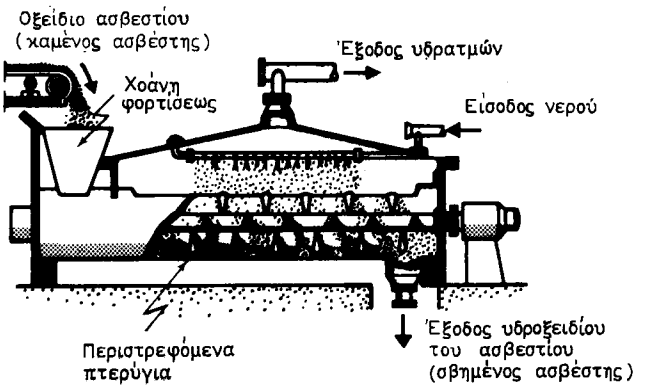
Το σβήσιμο του ασβέστη γίνεται μέσα σε ξύλινα ορθογωνικά κιβώτια (καρούτες) (σχ. 4.6δ) ή σε πλινθόκτιστη δεξαμενή, όταν πρόκειται για μονιμότερη εγκατάσταση. Στα εργοστάσια παραγωγής ασβέστη υπάρχει εγκατάσταση συνεχούς λειτουργίας για το σβήσιμό του (σχ. 4.6ε).

β) Κατηγορίες υδρασβέστη.

Ο υδρασβέστης διακρίνεται ανάλογα με την



Σχ. 4.6δ.
Εγκατάσταση σβησίματος ασβέστη στο εργοτάξιο και λάκκος για την αποθήκευση και παλαίωση του υδρασβέστη.



Σχ. 4.6ε.
Μόνιμη εγκατάσταση σβησίματος ασβέστη συνεχούς λειτουργίας για μεγάλη παραγωγή.

περιεκτικότητά του σε υδροξείδιο του ασβεστίου κολλοειδούς μορφής σε: Παχύ και ισχνό.

Ο ***παχύς υδρασβέστης*** προέρχεται από ασβεστολιθικό ασβέστη πλούσιο σε οξείδιο του ασβεστίου, μετά από προσεκτικό σβήσιμο. Ο όγκος του είναι συνήθως υπερδιπλάσιος του όγκου του καμένου ασβέστη. Ο πολτός του είναι πλαστικός και λιπαρός και δεν περιέχει στερεούς κόκκους. Μπορεί να αναμιχθεί με μεγάλη ποσότητα άμμου για την παρασκευή καλού ασβεστοκονιάματος.

Ο ***ισχνός υδρασβέστης*** προέρχεται από δολομιτικό ασβέστη ή από κακό σβήσιμο ασβεστικού ασβέστη. Ο όγκος του είναι κατώτερος του διπλάσιου του όγκου του ασβέστη από τον οποίο προήλθε. Είναι τραχύς στην αφή και λιγότερο εργάσιμος από τον παχύ. Κατά τη σύνθεση του ασβεστοκονιάματος απαιτείται μεγάλη ποσότητα ισχνού υδρασβέστη για να προκύψει καλό κονίαμα.

Τα κονιάματα που συνθέτονται με ισχνό υδρασβέστη στοιχίζουν περισσότερο από εκείνα στα οποία χρησιμοποιείται ο παχύς, γιατί ο υδρασβέστης είναι ακριβότερος από την άμμο.

γ) Ιδιότητες του υδρασβέστη.

Η κύρια ιδιότητα, που ενδιαφέρει άμεσα τον τεχνικό, είναι η πήξη.

Ο υδρασβέστης έχει την ιδιότητα να απορροφάει εύκολα διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), που βρίσκεται ελεύθερο στον ατμοσφαιρικό αέρα, και να μετατρέπεται πάλι στην αρχική ένωση, από την οποία προέκυψε ο καμένος ασβέστης, δηλαδή σε στερέο ανθρακικό ασβέστιο ($CaCO_3$). Συγχρόνως αποβάλλεται νερό. Η χημική αυτή αντίδραση γράφεται:

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$

Στην ιδιότητα αυτή βασίζεται η ικανότητα της κονίας να πήζει και επομένως να συγκρατεί τους κόκκους της άμμου στερεά δεμένους μεταξύ τους ή να συγκολλά τις πέτρες και τα τούβλα μεταξύ τους, όταν παρεμβληθεί ασβεστοκονίαμα. Το ασβεστοκονίαμα αυτό, όταν σκληρυνθεί, δεν είναι άλλο παρά ασβεστόλιθος, που περιέχει στη μάζα του άμμο.

Ο υδρασβέστης είναι κατ' εξοχήν κονία αερική, γιατί όπως αναφέραμε, μόνο με την επαφή της με τον αέρα μπορεί να στερεοποιηθεί. Επειδή όμως συγχρόνως αποδίδει νερό, πρέπει, για να ολοκληρωθεί η σκλήρυνση, να απομακρυνθεί το νερό αυτό. Έτσι λοιπόν οι δύο παράγοντες, που πρέπει να συνυπάρχουν για να συντελεσθεί η στερεοποίηση της κονίας είναι:

– Επαφή όλης της μάζας του υδρασβέστη με τον αέρα και

– διατήρηση του περιβάλλοντος σε όσο το δυνατόν ξηρότερη κατάσταση, ώστε να πραγματοποιείται ευκολότερα η εξάτμιση του νερού.

Παρατηρήθηκε ότι σε χονδρούς τοίχους παλαιών κτηρίων, που βρίσκονται σε υγρά υπόγεια ή σε θεμέλια, δεν είχε ακόμα ολοκληρωθεί ή σκλήρυνση του κονιάματος στο εσωτερικό τους αν και είχαν περάσει πολλά χρόνια από την κατασκευή τους.

Επίσης παρατηρείται ότι τα ασβεστοκονιάματα σκληρύνονται πολύ αργότερα τους χειμωνιάτικους υγρούς μήνες παρά στους καλοκαιρινούς, οπότε η εξάτμιση είναι εντονότερη.

Ως προς τις λοιπές ιδιότητες του υδρασβέστη, θα αναφερθούν λίγα στο κεφάλαιο περί κονιαμάτων, γιατί ο υδρασβέστης σπάνια χρησιμοποιείται αυτούσιος.

δ) Χρήσεις υδρασβέστη.

Ο υδρασβέστης χρησιμοποιείται ως συγκολλητική ύλη, κυρίως για την παρασκευή διαφόρων ασβεστοκονιαμάτων.

Οι αναλογίες άμμου και υδρασβέστη στα κονιάματα αυτά ποικίλλουν ανάλογα με την ποιότητα του υδρασβέστη (παχύς ή ισχνός), με την κοκκομετρική σύσταση της άμμου (χονδρόκκοκη, λεπτόκκοκη, μέση) και με το σκοπό, για τον οποίο προορίζονται τα κονιάματα (κονιάματα για τη δόμηση θεμελίων ή ανωδομών, για την κατασκευή εσωτερικών ή εξωτερικών επιχρισμάτων κλπ.). Επίσης χρησιμοποιείται και σε συνθετότερα κονιάματα, όπως είναι τα γυψασβεστοκονιάματα (μίγμα γύψου, ασβέστη και άμμου), τα θηραϊκοκονιάματα, τα ασβεστοτσιμεντοκονιάματα κλπ.

Διάφορες αναλογίες δίνονται στο περί κονιαμάτων κεφάλαιο.

Επίσης χρησιμοποιείται και στα τσιμεντοκονιάματα, γιατί βελτιώνει μερικές ιδιότητές τους.

Παρ' όλο που η αντοχή του, μετά τη σκλήρυνση, είναι σημαντικά μικρότερη από αυτήν του τσιμέντου, έχει αποδειχθεί ότι μικρή ποσότητα υδρασβέστη (μέχρι 10%) αν προστεθεί σε καθαρό τσιμεντοκονίαμα όχι μόνο δεν ελαττώνει την αντοχή του αλλά αντιθέτως αυξάνει ορισμένες ιδιότητές του. Οι σημαντικότερες βελτιώσεις είναι οι εξής:

– Τον κάνει περισσότερο εργάσιμο, δηλαδή πιο μαλακό και ευκατέργαστο κατά τη χρησιμοποίησή του στις οικοδομικές εργασίες.

– Διατηρεί για αρκετό χρόνο σχετική υγρασία που είναι απαραίτητη για την κανονική πήξη του τσιμέντου και την αποφυγή ραγισμάτων στο τσιμεντοκονίαμα.

– Αυξάνει την ικανότητα προσφύσεως του τσιμεντοκονιάματος στους λίθους και στα τούβλα, γιατί τροφοδοτεί με νερό τα υλικά αυτά, που σε αντίθετη περίπτωση θα αφαιρούσαν νερό από το τσιμεντοκονίαμα λόγω της απορροφητικής τους ιδιότητας.

Άλλη χρήση του γίνεται στα υδροχρώματα. Χρησιμοποιείται αραιό γάλα υδρασβέστη, δηλαδή διάλυμα υδρασβέστη σε νερό, μέσα στο οποίο ρίχνεται το επιθυμητό χρώμα. Και εδώ ενεργεί ως συγκολλητική ουσία. Συνδέει δηλαδή τα μόρια του χρώματος με τις επιφάνειες που θέλομε να καλύψομε.

Τέλος, τόσο ο καμένος όσο και ο σβησμένος ασβέστης χρησιμοποιούνται σε μεγάλη έκταση σε διάφορες χημικές βιομηχανίες ως βοηθητική ύλη.

4.7 Τσιμέντο.

4.7.1 Ορισμοί. Ιστορικό.

1) Με τον όρο τσιμέντο προσδιορίζεται μία μεγάλη κατηγορία υδραυλικών κονιών, συγκολλητικών δηλαδή υλών, που έχουν την ιδιότητα να στερεοποιούνται και μέσα στο νερό. Κοινό χαρακτηριστικό όλων των τσιμέντων είναι ότι προέρχονται από την καύση μίγματος

ασβεστολιθικών και αργιλοπυριτικών πετρωμάτων. Για κάθε είδος τσιμέντου χρησιμοποιούνται τα πετρώματα αυτά με διαφορετικές αναλογίες.

Τα τσιμέντα προκάλεσαν μια πραγματική επανάσταση στη δομική, στην κατασκευή δηλαδή διαφόρων τεχνικών έργων, κατά τον προηγούμενο αιώνα και κυρίως κατά τον τρέχοντα αιώνα. Με τη βοήθειά τους και σε συνδυασμό με άλλα υλικά (λίθινα προϊόντα, σίδηρος) κατασκευάζεται μια τεράστια ποικιλία δομικών υλικών. Με τα υλικά αυτά δημιουργούνται έργα που ήταν αδύνατον να επιτευχθούν με τα παραδοσιακά υλικά (λίθοι, ξύλο, ασβέστης) ή έργα πολύ φθηνότερα από τα κατασκευαζόμενα προηγουμένως με παλαιά υλικά.

Η πρώτη παρασκευή τσιμέντου έγινε το 1756 από τον Άγγλο μηχανικό John Smeaton, ο οποίος ανακάλυψε ότι με το ψήσιμο ενός ειδικού πετρώματος (αργιλικού ασβεστολίθου) μπορούσε να παρασκευάσει υδραυλική κονία. Η ανακάλυψη αυτή έγινε από την ανάγκη να βρεθεί η κατάλληλη κονία, που να σκληραίνει μέσα στο νερό, προκειμένου να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή ενός φάρου.

Το 1796 ο James Parker, Άγγλος και αυτός, παρουσίασε μία σύνθεση, για την παρασκευή υδραυλικής κονίας, από ορισμένα πετρώματα, που περιείχαν οξείδια του ασβεστίου, του πυριτίου και του αργιλίου. Για το ψήσιμο χρησιμοποίησε ένα συνηθισμένο ασβεστουργικό καμίνι. Μετά την όπτηση (ψήσιμο) τα τεμάχια τρίβονταν σε σκόνη η οποία ονομάσθηκε ρωμαϊκή κονία, διότι θύμιζε την κονία που παρασκεύαζαν οι Ρωμαίοι από ηφαιστειακές γαίες (ποζουλάνες).

Τους πρώτους αυτούς κατασκευαστές ακολούθησε η ίδρυση βιομηχανιών παρασκευής τσιμέντου σε Αγγλία, Αμερική και άλλες χώρες, που χρησιμοποιούσαν, ως πρώτη ύλη πάντοτε, ορισμένο πέτρωμα που η ορυκτολογική του σύνθεση ανταποκρινόταν σε συγκεκριμένη αναλογία των οξειδίων ασβεστίου, αργιλίου και πυριτίου. Τα τσιμέντα που παρασκευάζονται μ' αυτό τον τρόπο είναι γνωστά με το όνομα ***φυσικά τσιμέντα*** και σήμερα ελάχιστες χώρες τα παράγουν.

Ο πρώτος, που σκέφθηκε να μη χρησιμοποιήσει αυτούσιο ένα πέτρωμα, αλλά να κατασκευάσει μίγμα από διάφορα πετρώματα, ώστε να πετύχει τις καλύτερες αναλογίες των οξειδίων και επομένως ανώτερης ποιότητας τσιμέντα, ήταν ο Άγγλος κτίστης Joseph Aspdin το 1824. Για την καύση του μίγματος αυτού χρησιμοποίησε ειδικό καμίνι. Την κονία, που προήλθε από την άλεση του προϊόντος του καμινιού, το οποίο καλείται ***εκβολάδα*** ή διεθνώς Clinker, ονόμασε τσιμέντο Portland. Η ονομασία οφείλεται στο ότι η κονία μετά την πήξη της έμοιαζε με τους λίθους, που εξορύσσονται σε ένα αγγλικό νησί ονομαζόμενο Portland. Σήμερα ονομάζεται επίσης τεχνητό τσιμέντο ή απλώς τσιμέντο.

Στην Ελλάδα παράγονται μεγάλες ποσότητες τσιμέντου σε εκσυγχρονισμένα εργοστάσια. Ένα σημαντικό μέρος της παραγωγής εξάγεται σε ξένες χώρες.

2) Κατά τους αμερικανικούς κανονισμούς, τσιμέντο Portland ονομάζεται το προϊόν, που λαμβάνεται από την κονιοποίηση εκβολάδων (Clinker) ορισμένης συστάσεως. Οι εκβολάδες αυτές πρέπει απαραίτητα να προέρχονται από το ψήσιμο ενός μίγματος ***αργιλούχων και ασβεστούχων πετρωμάτων*** που παρασκευάζεται κατά ορισμένες αναλογίες. Αφού υποστεί ψήσιμο το μίγμα αυτό, δεν επιτρέπεται προσθήκη καμιάς άλλης ουσίας εκτός από νερό ή γύψο.

Κατά τους γερμανικούς κανονισμούς οι ξένες ουσίες (γύψος ή άλλες ουσίες) που προστίθενται δεν πρέπει να υπερβαίνουν ποσοστό 3% του βάρους της κονίας.

3) Ο Ελληνικός Κανονισμός επιτρέπει τη χρήση κατά κανόνα των εξής τύπων τσιμέντων:

Τύπος I – Portland (πόρτλαντ)
Τύπος II – Portland με ποζουλάνη
Τύπος III – ποζουλανικά
Τύπος IV – Portland ανθεκτικά στα θειικά

Τύπος I: (Αμιγή τσιμέντα). Χαρακτηρίζονται τα τσιμέντα που προέρχονται από την ανάμιξη Clinker και γύψου.

Τύπος II: Χαρακτηρίζονται τα τσιμέντα που προέρχονται από την ανάμιξη Portland, γύψου και μιας ποζουλάνης φυσικής ή τεχνητής. Ειδικά στην Ελλάδα χρησιμοποιείται η θηραϊκή γη (φυσική ποζουλάνη) σε ποσοστό κάτω του 10% και τα τσιμέντα αυτά ονομάζονται τσιμέντα Portland ελληνικού τύπου (IIα).

Τύπος III: Χαρακτηρίζονται τσιμέντα που περιέχουν ποζουλάνη σε ποσοστό 20% - 40%.

Τύπος IV: Είναι τσιμέντα Porttland με ειδική σύνθεση.

Τα βασικά συστατικά του τσιμέντου Portland δίνονται από τον πίνακα 4.7.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.7.1

Εκατοστιαία σύνθεση τσιμέντου Portland

Οξείδιο πυριτίου	SiO_2	20%	έως	24%
Οξείδιο ασβεστίου	CaO	60%	έως	65%
Οξείδιο αργιλίου	Al_2O_3	5%	έως	10%
Οξείδιο σιδήρου	Fe_2O_3	2%	έως	5%
Οξείδιο μαγνησίου	MgO	1%	έως	4%
Τριοξείδιο του θείου	SO_3	0,5%	έως	1,75%

4.7.2 Πρώτες ύλες και στάδια παρασκευής του τσιμέντου.

Στις σημερινές βιομηχανίες τα ασβεστούχα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι ασβεστόλιθοι ή ασβεστολιθικές μάργες, και τα αργιλούχα είναι άργιλοι, σχιστόλιθοι ή άλλα πετρώματα που περιέχουν οξείδια του αργιλίου και του πυριτίου.

Η όλη εργασία της παρασκευής του τεχνητού τσιμέντου μπορεί να χωρισθεί σε τέσσερα στάδια (σχ. 4.7α):

– Προπαρασκευή και ανάμιξη των πρώτων υλών.

– Ψήσιμο του μίγματος σε ειδικές καμίνους (σχ. 4.7β, 4.7γ, 4.7δ).

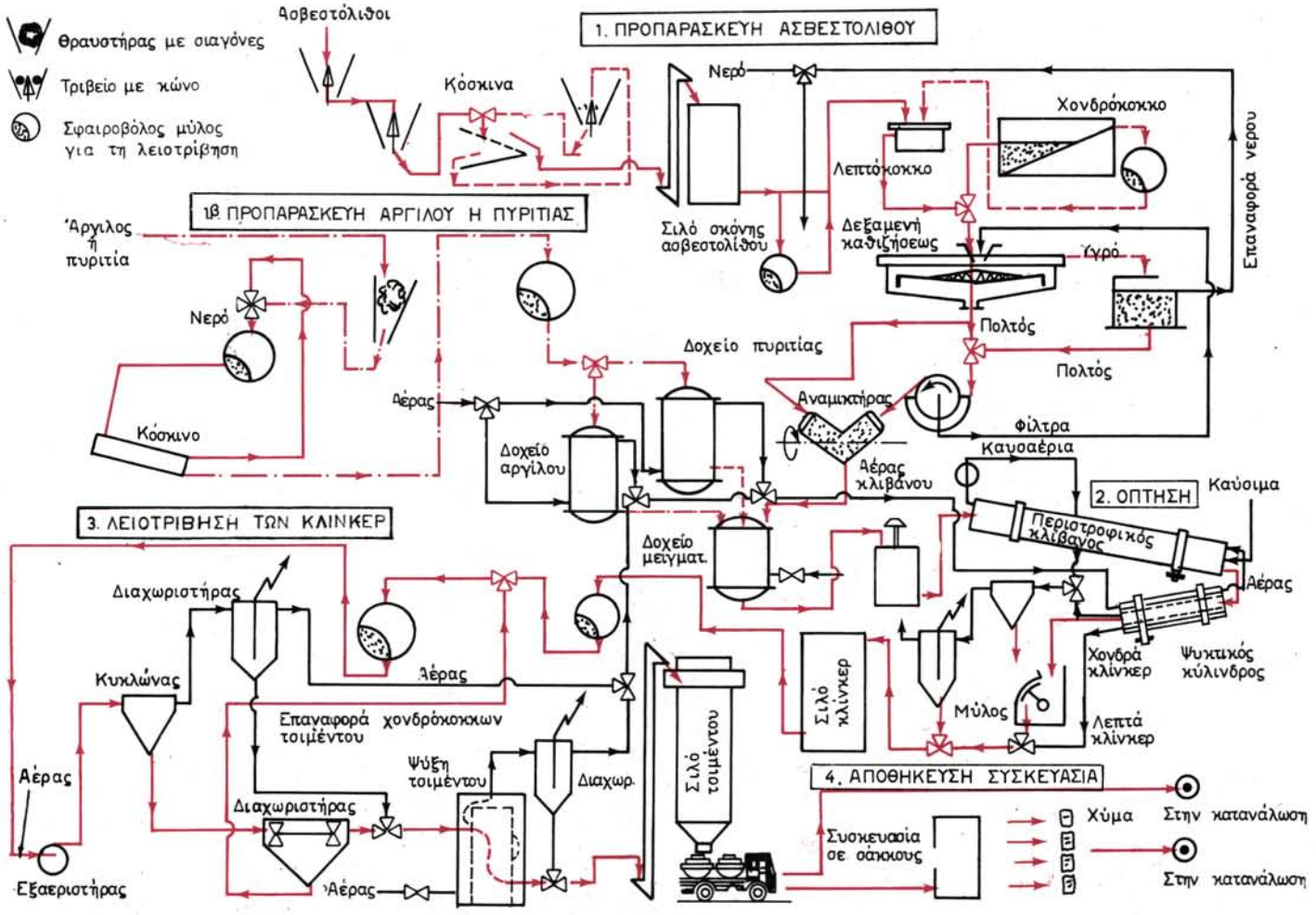
– Προσθήκη των προβλεπομένων συμπληρωματικών ουσιών και λειοτρίβηση των εκβολάδων και

– αποθήκευση του τσιμέντου.

4.7.3 Αποθήκευση . Συσκευασία.

Μετά τη λειοτρίβηση η σκόνη του τσιμέντου μεταφέρεται σε ειδικά σιλό και αποθηκεύεται. Στο εμπόριο διατίθεται συσκευασμένο σε χάρτινους σάκους των 50 kg (σχ. 4.7ε) ή μεταφέρεται στο εργοτάξιο χύμα και αποθηκεύεται σε κατάλληλα κυλινδρικά δοχεία (σιλό) από λαμαρίνα (σχ. 4.7στ).

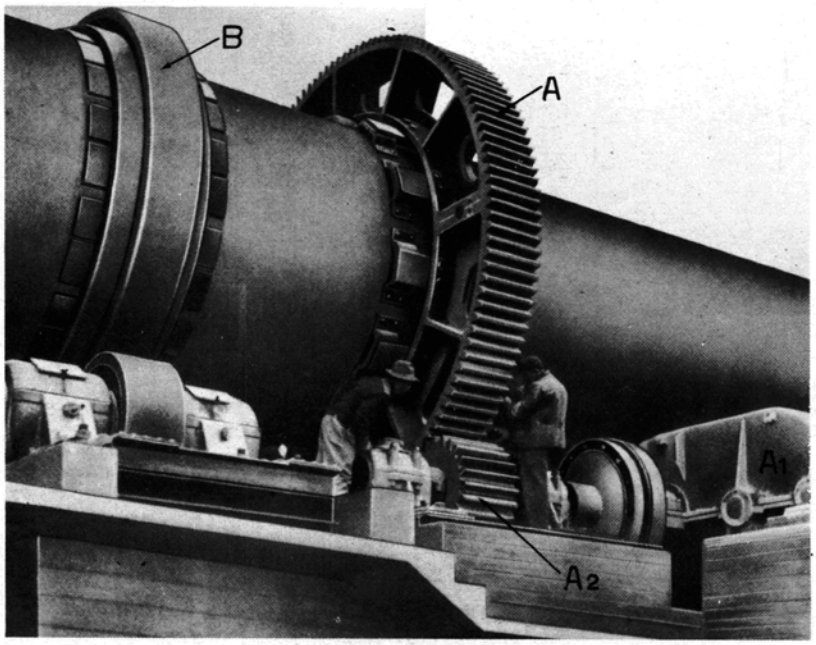
Η αποθήκευση του τσιμέντου στο εργοτάξιο πρέπει να είναι επιμελημένη ώστε να προστατεύεται από εξωτερικές επιρροές. Ο αέρας, η υγρασία, οι ηλιακές ακτίνες ή η υπερβολική θερμοκρασία προκαλούν αλλοιώσεις σε ορισμένες ιδιότητες του τσιμέντου. Η υγρασία προκαλεί τη δημιουργία βόλων και μείωση της αντοχής του. Η μείωση αυτή είναι αμελητέα όταν οι βόλοι τρίβονται με το χέρι. Επίσης η υπερβολική θερμοκρασία κάνει το τσιμέντο ταχύπηκτο και ακατάλληλο στις συνήθεις χρή-



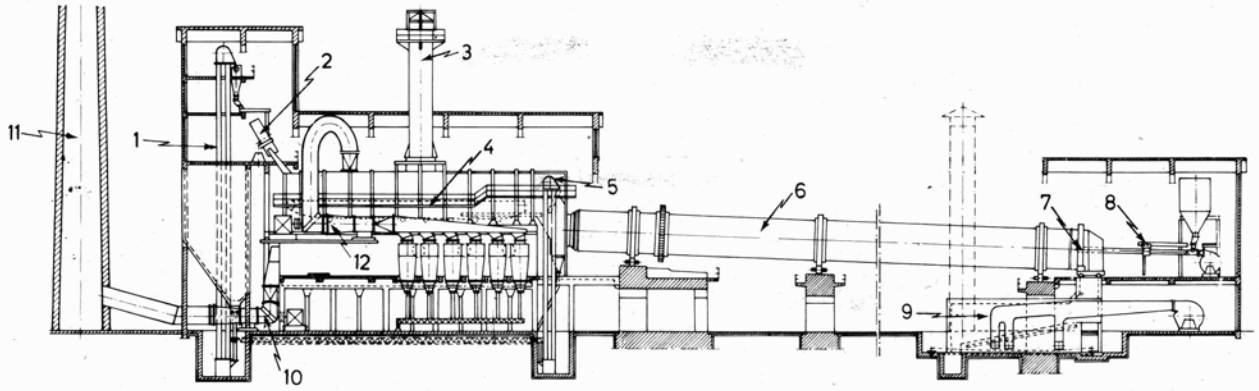
Σχ. 4.7α.
Σχηματική παράσταση της διαδικασίας παρασκευής τσιμέντου.



Σχ. 4.7β.
Ελληνικό εργοστάσιο παραγωγής τσιμέντων. Διακρίνονται τρεις περιστροφικές κάμινοι.



Σχ. 4.7γ.
Τμήμα περιστρεφόμενης καμίνου, δυναμικότητας 300 t/24 h τσιμέντου. Ο οδοντωτός δακτύλιος Α χρησιμεύει για την περιστροφή της καμίνου και κινείται από τη μηχανή A_1 με τη βοήθεια άξονα και οδοντωτού τροχού A_2. Ο δακτύλιος Β χρησιμεύει για τη σύνδεση των τεμαχίων από τα οποία αποτελείται η κάμινος και για την έδρασή της στις βάσεις στηρίξεως. Το μέγεθος της καμίνου γίνεται αντιληπτό από τη σύγκριση με τους εργαζόμενους κοντά στον οδοντωτό δακτύλιο.



Σχ. 4.7δ.
Σχηματική παράσταση των κυριοτέρων τμημάτων καμίνου παρασκευής τσιμέντου. 1. Αναβατόριο πρώτων υλών. 2. Χοάνη φορτίσεως. 3. Βοηθητική καπνοδόχος. 4. Κινητή εσχάρα τροφοδοτήσεως της καμίνου. 5. Θάλαμος θερμαινόμενος από τα καυσαέρια. 6. Περιστρεφόμενος κλίβανος. 7. Ακροφύσια από τα οποία εξέρχεται η καύσιμη ύλη. 8. Τροφοδοσία καυσίμων. 9. Κύλινδρος ψύξεως των εκβολάδων. 10. Αναρροφητήρας ψυχρών αερίων. 11. Καπνοδόχος. 12. Αναρροφητήρας.



Σχ. 4.7ε.
Συσκευασία τσιμέντου σε σάκους των 50 kg.



Σχ. 4.7στ.
Σιλό αποθηκεύσεως τσιμέντου στο εργοτάξιο.

σεις. Η σωστή και ασφαλής αποθήκευση πρέπει να γίνεται σε κλειστές αποθήκες καλά προφυλαγμένες από βρόχινα και επιφανειακά νερά και από τις ηλιακές ακτίνες.

4.7.4 Είδη τεχνητών τσιμέντων.

Για την κάλυψη των διαφόρων απαιτήσεων, που δημιουργούνται στα τεχνικά έργα ή για την ελάττωση του κόστους, παρασκευάζονται διαφόρων ειδών τσιμέντα [παράγρ. 4.7.1 (3)].

Η μέθοδος της παρασκευής τους είναι η ίδια με τη μέθοδο που χρησιμοποιείται για τα κοινά τσιμέντα. Τα βασικά όμως συστατικά τους βρίσκονται με διαφορετικές αναλογίες ή έχουν προστεθεί ειδικές ουσίες για να βελτιωθεί μια ορισμένη ιδιότητα ή για να ελαττωθεί το κόστος.

Τα παραγόμενα σήμερα τσιμέντα είναι:

– ***Καθαρό τσιμέντο Portland.*** Είναι αυτό που εξετάσθηκε στα προηγούμενα. Η εκατοστιαία σύνθεσή του δίδεται στον πίνακα 4.7.1.

– ***Τσιμέντα Portland υψηλής αντοχής.*** Έχουν τις ίδιες αναλογίες πρώτων υλών με καθαρό τσιμέντο, εκτός από το οξείδιο του ασβεστίου, που εμφανίζεται λίγο αυξημένο. Το ψήσιμο όμως των πρώτων υλών γίνεται σε μεγαλύτερη θερμοκρασία και η άλεση των εκβολάδων επιδιώκεται να είναι λεπτότερου βαθμού. Το τσιμέντο αυτό έχει μεγαλύτερη αντοχή από

το καθαρό τσιμέντο και σκληρύνεται ταχύτερα.

– ***Αργιλικά τσιμέντα.*** Περιέχουν λιγότερο οξείδιο του ασβεστίου και περισσότερο οξείδιο του αργιλίου (35% ως 45% αντί 5% ως 10% που περιέχεται στα καθαρά τσιμέντα). Βασικές ύλες είναι ο ασβεστόλιθος και ο βωξίτης.

Σκληραίνονται ταχύτερα, αποδίδουν μεγάλα ποσά θερμότητας κατά την πήξη τους και υφίστανται μεγαλύτερες μεταβολές του όγκου τους. Θεωρούνται κατάλληλα μόνο για ψυχρά κλίματα.

Ο Ελληνικός Κανονισμός "οπλισμένου σκυροδέματος" αναφέρει (άρθρο 13) ότι επιτρέπεται η χρήση των τσιμέντων αυτών μόνον εφ' όσον είναι κανονικής πήξεως, εμφανίζουν σταθερότητα όγκου και η αντοχή τους είναι μεγαλύτερη από την αντοχή των τσιμέντων υψηλής αντοχής. Σε περιόδους υψηλών θερμοκρασιών πρέπει να καταβάλλεται ιδιαίτερη προσοχή για τη γρήγορη απομάκρυνση της παραγόμενης θερμότητας.

– ***Λευκά και ημίλευκα τσιμέντα Portland.*** Με ελάττωση του ποσοστού του οξείδιου του σιδήρου (Fe_2O_3) σε 1% και σε χαμηλότερη θερμοκρασία, παρασκευάζονται λευκά ή ημίλευκα τσιμέντα. Χρησιμοποιούνται στην οικοδομική κυρίως, όπου απαιτείται καλύτερη εμφάνιση διαφόρων στοιχείων, όπως μωσαϊκά δάπεδα, επιχρίσματα αρτιφισιέλ, αρμολογήματα λευκών επιφανειών κλπ.

– ***Σιδηρά τσιμέντα.*** Αποτελούνται από 70% καθαρό τσιμέντο και 30% άλευρο μεταλλουργικών σκουριών (σκουριές υψικαμίνων). Παράγονται σε χώρες με αυξημένη μεταλλουργία και είναι φθηνότερα από το τσιμέντο Portland. Αντέχουν στις χημικές επιδράσεις περισσότερο από το καθαρό τσιμέντο.

– ***Ποζουλανικά τσιμέντα.*** Με ανάμιξη τσιμέντου με ποζουλάνες σε διάφορες αναλογίες λαμβάνονται τα ποζουλανικά τσιμέντα. Είναι φθηνότερα από τα καθαρά τσιμέντα. Στην Ελλάδα παράγονται τσιμέντα αυτού του είδους με προσθήκη 8% ως 10% θηραϊκής γης στο καθαρό τσιμέντο και καλούνται ***τσιμέντα ελληνικού τύπου*** ή κοινά τσιμέντα. Χρησιμοποιούνται γαι εσωτερική κατανάλωση.

– ***Τσιμέντο τοιχοποιίας.*** Παρασκευάζεται με συνάλεση Clinker και μιας αδρανούς ύλης (ασβεστόλιθος, πυριτική άμμος κλπ.) σε αναλογία 50% ως 70% Clinker και 50% ως 30% αδρανούς ύλης. Χρησιμοποιείται για την κατασκευή κονιαμάτων δομήσεως και επιχρισμάτων.

Οι ελληνικές βιομηχανίες παράγουν από τα παραπάνω είδη τα εξής:

– Καθαρά τσιμέντα Portland κυρίως για εξαγωγή.

– Τσιμέντα ελληνικού τύπου ή κοινά τσιμέντα.

– Λευκά τσιμέντα.

– Ημίλευκα τσιμέντα.

– Τσιμέντα υψηλής αντοχής.

– Τσιμέντα τοιχοποιίας.

4.7.5 Ιδιότητες του τσιμέντου.

1) ***Χρώμα.*** Το χρώμα του κοινού τσιμέντου είναι ανοικτό γκρι ως πρασινογκρί και οφείλεται κυρίως στα οξείδια του σιδήρου. Μικρή περιεκτικότητα στα οξείδια αυτά του δίνει άσπρο χρώμα. Το χρώμα δεν αποτελεί ενδεικτικό της ποιότητας του τσιμέντου σε καμιά περίπτωση.

2) ***Ειδικό βάρος.*** Το απόλυτο ειδικό βάρος του κυμαίνεται μεταξύ 3,1 και 3,2 p/cm^3. Τα σιδηρά τσιμέντα έχουν μεγαλύτερο ειδικό βάρος.

Το φαινόμενο ειδικό βάρος εξαρτάται από το βαθμό συμπιέσεως, που έχει υποστεί το τσιμέντο. Σε χαλαρή κατάσταση έχει φαινόμενο ειδικό βάρος περίπου 1100 ως 1200 kp/m^3. Με σχετική συμπίεση, όπως είναι αυτή που υφίσταται, όταν βρίσκεται μέσα σε σάκο ή ξύλινο κιβώτιο, έχει από 1400 ως 1600 kp/m^3.

3) ***Υδραυλικότητα.*** Είναι γνωστό από τα προηγούμενα ότι ο πολτός του τσιμέντου (τσιμέντο και νερό) έχει την ιδιότητα να πήζει και όταν βρίσκεται μέσα στο νερό. Η ιδιότητα αυτή καλείται ***υδραυλικότητα.***

Ο βαθμός εκδηλώσεως της υδραυλικότητας του τσιμέντου εξαρτάται από την κανονικότητα της οπτήσεως, από τη λεπτότητα της αλέσεως και κυρίως από τη χημική σύστασή του. Εάν από τη λειοτρίβηση των εκβολάδων προκύψει χονδρόκοκκο τσιμέντο, τότε δεν πήζει μέσα στο νερό ή αν πήξει το στερεό σώμα που δημιουργείται καταστρέφεται εύκολα. Το ίδιο συμβαίνει και εάν οι αναλογίες των διαφόρων συστατικών του τσιμέντου δεν βρίσκονται μέσα στα καθορισμένα όρια.

4) ***Πήξη.*** Η πήξη του πολτού του τσιμέντου οφείλεται σε πολύπλοκες χημικές αντιδράσεις, που πραγματοποιούνται όταν το τσιμέντο αναμιχθεί με το νερό.

Η πήξη δεν αρχίζει αμέσως μετά την ανάμιξη, αλλά αφού παρέλθει ορισμένο χρονικό διάστημα, το οποίο καλείται ***χρόνος αρχικής πήξεως.***

Ο χρόνος αρχικής πήξεως και η ταχύτητα με την οποία συντελείται αυτή εξαρτώνται :

– Από τη λεπτότητα αλέσεως.

– Από την παλαίωση του τσιμέντου.

– Από τη χημική σύσταση (δείκτης υδραυλικότητας) και την περιεκτικότητα σε ξένες προσμίξεις (γύψος, θηραϊκή γη κλπ.).

Προκειμένου για τσιμέντα της ίδιας κατηγορίας και ποιότητας, στα οποία δηλαδή οι παραπάνω τρεις παράγοντες είναι οι ίδιοι, η

έναρξη και η ταχύτητα πήξεως εξαρτώνται:

– Από την ποσότητα του νερού αναμίξεως.

– Από τη θερμοκρασία του μίγματος και του περιβάλλοντος.

– Από την υγρομετρική κατάσταση της ατμόσφαιρας.

– Από τη δραστηριότητα, με την οποία θα γίνει η ανάμιξη του τσιμέντου και του νερού.

Εάν χρησιμοποιηθεί περισσότερο νερό από το απαιτούμενο, η πήξη επιβραδύνεται και το προϊόν που προκύπτει έχει ελαττωμένη αντοχή.

Κάτω από θερμότερες συνθήκες μίγματος και περιβάλλοντος η πήξη επιταχύνεται, ενώ αντίθετα επιβραδύνεται περισσότερο σε υγρή παρά σε ξηρή ατμόσφαιρα.

Τέλος, όσο περισσότερο χρόνο διαρκεί η ανάμιξη, τόσο περισσότερο επιβραδύνεται η πήξη.

Στο τσιμέντο Portland η πήξη αρχίζει μια ώρα ως τρεις ώρες από τη στιγμή της αναμίξεώς του με το νερό.

Ο προσδιορισμός της καταστάσεως και του χρόνου αρχικής πήξεως γίνεται με ειδική συσκευή, όπως θα δούμε παρακάτω.

Κατά τη διάρκεια του χρόνου αρχικής πήξεως ο πολτός μπορεί να υποστεί νέα ανάμιξη, μεταφορά και γενικά οποιοδήποτε χειρισμό, χωρίς βλάβη του τελικού προϊόντος.

Πρέπει να παρατηρήσομε ότι, όταν το τσιμέντο αναμιχθεί με αδρανή υλικά (άμμο και σκύρα) και με περισσότερο νερό από όσο απαιτείται για την πήξη, κάτι που γίνεται κατά την παρασκευή των τσιμεντοκονιαμάτων και των τσιμεντοδεμάτων, ο χρόνος αρχικής πήξεως των κονιαμάτων αυτών διπλασιάζεται ή τετραπλασιάζεται ως προς τον αντίστοιχο χρόνο του πολτού του τσιμέντου. Επομένως τσιμέντο με χρόνο αρχικής πήξεως 1 ώρα θα χρειασθεί 2 έως 4 ώρες για να αρχίσει η πήξη του, όταν αναμιχθεί με αδρανή και περισσότερο νερό. Ο χρόνος αυτός είναι αρκετός για την εκτέλεση διαφόρων χειρισμών και τη διάστρωση του μίγματος.

Μετά την έναρξη της πήξεως, συνεχίζεται αργά η σκλήρυνση, ώσπου ο πολτός να στερεοποιηθεί τελείως και να φθάσει στην κατάσταση ***τελικής πήξεως.*** Κατά τη διάρκεια της πήξεως ο πολτός πρέπει να παραμένει σε πλήρη ηρεμία. Ο οποιοσδήποτε χειρισμός και διατάραξή του θα προκαλέσει την καταστροφή του.

Η κατάσταση της τελικής πήξεως και ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ της καταστάσεως αρχικής πήξεως και αυτής προσδιορίζονται πειραματικά, όπως θα δούμε παρακάτω.

Μετά την τελική πήξη το τσιμέντο εξακολουθεί να σκληρύνεται για μεγάλα χρονικά διαστήματα, ενώ συγχρόνως αυξάνεται η αντοχή του. Η σκλήρυνση διαρκεί επί μήνες και έτη ακόμη. Κατά τις πρώτες ημέρες παρατηρείται ταχεία αύξηση της σκληρύνσεως αλλά κατόπιν επιβραδύνεται συνεχώς. Κατά τη διάρκεια της σκληρύνσεως και κυρίως στις πρώτες μέρες είναι απαραίτητο να διατηρείται το σώμα, που στερεοποιήθηκε, σε υγρό περιβάλλον για να ολοκληρωθούν οι διάφορες χημικές αντιδράσεις, που πραγματοποιούνται στη μάζα του υλικού. Για το λόγο αυτό πρέπει ο στερεοποιημένος πολτός να διαβρέχεται συνεχώς για διάστημα τουλάχιστον 5 ημερών από την τελική πήξη.

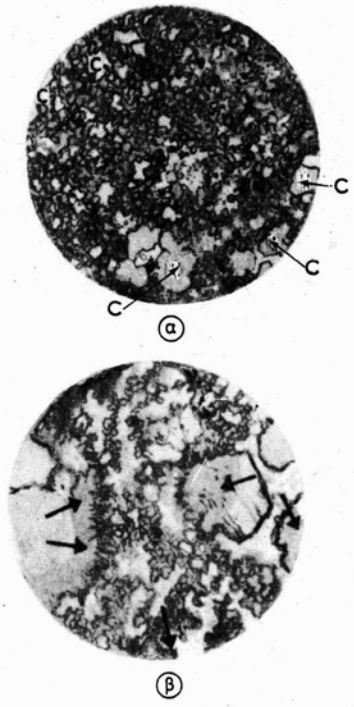
Κατά τη διάρκεια της πήξεως και της σκληρύνσεως και επειδή συντελούνται χημικές αντιδράσεις, παράγεται θερμότητα στη μάζα του υλικού, που μεταδίδεται στην ατμόσφαιρα. Εάν η μετάδοση αυτή εμποδισθεί είτε λόγω υπερβολικής θερμοκρασίας του περιβάλλοντος (καλοκαίρι), είτε λόγω μεγάλου πάχους του έργου που κατασκευάζεται (π.χ. φράγμα από σκυρόδεμα), τότε προκαλούνται εσωτερικές τάσεις και υπάρχει κίνδυνος καταστροφής της συνοχής των μορίων του σχηματισθέντος στερεού σώματος. Ο κίνδυνος αυτός περιορίζεται, εάν ληφθούν διάφορα μέτρα, όπως είναι η χρησιμοποίηση τσιμέντου βραδείας πήξεως, η δημιουργία δικτύου σωληνώσεων στο εσωτερικό του έργου μέσα στους οποίους κυκλοφορεί κρύο νερό κλπ.

Ένα άλλο φαινόμενο που παρατηρείται κατά τη διάρκεια της πήξεως είναι η συστολή που παρουσιάζει ο πολτός και η εμφάνιση μικρών ρηγμάτων στην επιφάνεια του σώματος. Όσο μεγαλύτερη είναι η συστολή, τόσο βαθύτερα είναι τα ρήγματα. Ένας από τους βασικούς λόγους που δεν χρησιμοποιείται το τσιμέντο αυτούσιο, αλλά πάντοτε αναμεμιγμένο με άμμο, είναι ακριβώς τα ραγίσματα που υφίστανται κατά τη συστολή.

Το φαινόμενο της συστολής δεν παρουσιάζεται, όταν η πήξη γίνεται μέσα σε νερό. Επομένως για να αποφεύγονται τα ραγίσματα στις κατασκευές από τσιμεντοκονίαμα αρκεί να διατηρείται υγρή η εκτεθείμενη επιφάνειά τους, είτε με συνεχή διαβροχή, είτε με κάλυψή της με υγρά υφάσματα.

5) ***Μηχανική αντοχή.*** Το τσιμέντο ύστερα από τη σκλήρυνσή του παρουσιάζει σημαντική αντοχή σε θλίψη, ενώ η αντοχή του σε εφελκυσμό είναι πολύ μικρή. Συνήθως η αντοχή σε θλίψη είναι δωδεκαπλάσια της αντοχής σε εφελκυσμό.

6) ***Στεγανότητα.*** Εάν εξετασθεί μικροσκοπικά η μάζα του τσιμέντου που έχει σκληρυνθεί, διαπιστώνεται ότι αποτελείται από μίγμα κρυστάλλων και κολλοειδούς ύλης (σχ. 4.7ζ). Οι κρύσταλλοι, στους οποίους οφείλεται η μηχανική αντοχή του τσιμέντου, περιβάλλονται



Σχ. 4.7ζ.
Φωτογραφίες τσιμέντου που έχει σκληρυνθεί με ποσοστό νερού 35% του βάρους του. α) Μεγέθυνση 300 φορές. Διακρίνονται οι κρύσταλλοι και η κολλοειδής ύλη που τους περιβάλλει. Στις περιοχές C δεν δημιουργήθηκαν κρύσταλλοι (ελάττωμα). β) Μεγέθυνση 850 φορές μιας ελαττωματικής περιοχής C.

από την κολλοειδή ύλη. Η ύλη αυτή με τις συγκολλητικές ιδιότητες που έχει, συγκρατεί τους κρυστάλλους συνδεδεμένους ενώ συγχρόνως καθιστά στεγανό το σώμα. Εάν η εικόνα αυτή εμφανιζόταν σε όλη τη μάζα, θα είχαμε το ιδεώδες τσιμέντο. Συνήθως όμως εμφανίζονται περιοχές, όπου δεν έχουν δημιουργηθεί κρύσταλλοι ή περιοχές χωρίς κολλοειδή ύλη ή τέλος περιοχές, όπου η κολλοειδής ύλη έχει αποκολληθεί από τους κρυστάλλους.

Στις ελαττωματικές αυτές περιοχές οφείλεται η χαμηλή αντοχή και η έλλειψη στεγανότητας, που παρουσιάζονται αρκετές φορές στις κατασκευές από τσιμεντοδέματα.

Οι αιτίες που δημιουργούν αυτές τις ανωμαλίες είναι:

– Η κακή ποιότητα του τσιμέντου.

– Η κακή ανάμιξη και η ανομοιογένεια του πολτού.

– Η διατάραξη του πολτού κατά τη διάρκεια της πήξεώς του.

Οι συχνότερα παρουσιαζόμενες αιτίες είναι οι δύο τελευταίες.

Η έλλειψη στεγανότητας μπορεί επίσης να προκληθεί και από τα ρήγματα, που οφείλονται στις θερμοκρασιακές μεταβολές και στη συστολή από πήξη.

4.7.6 Έλεγχοι και προδιαγραφές του τσιμέντου.

Το τσιμέντο πρέπει, προτού χρησιμοποιηθεί να υποστεί ορισμένες δοκιμασίες (ελέγχους), ώστε να εξακριβωθεί μέχρι ποιο βαθμό κατέχει τις αναφερθείσες ιδιότητες και συνεπώς αν είναι κατάλληλο για το σκοπό που προορίζεται.

Οι δοκιμασίες που γίνονται ύστερα από δειγματοληψία σύμφωνα με τον κανονισμό που ισχύει στην Ελλάδα, είναι οι παρακάτω:

– Έλεγχος χημικών χαρακτηριστικών του τσιμέντου.

– Έλεγχος φυσικών χαρακτηριστικών.

– Προσδιορισμός του χρόνου ενάρξεως και λήξεως της πήξεως.

– Έλεγχος σταθερότητας του όγκου.

– Έλεγχος μηχανικών ιδιοτήτων.

Η προπαρασκευή των δοκιμίων, το είδος των δοκιμασιών, οι μέθοδοι που θα εφαρμοσθούν για τις δοκιμασίες αυτές και τέλος ο βαθμός ικανότητας που πρέπει να έχει, προσδιορίζονται με κάθε δυνατή λεπτομέρεια από ειδικές διατάξεις (Κανονισμοί).

Στην Ελλάδα εφαρμόζονται οι μέθοδοι και οι λοιπές διατάξεις που περιέχονται στον κανονισμό τσιμέντων για έργα από σκυρόδεμα και στον κανονισμό τεχνολογίας σκυροδέματος.

Σύμφωνα με τους αναφερθέντες κανονισμούς τα τσιμέντα Portland ή τα Portland ελληνικού τύπου πρέπει, κατά τους ελέγχους που επιβάλλονται, να εμφανίζουν τα εξής χαρακτηριστικά:

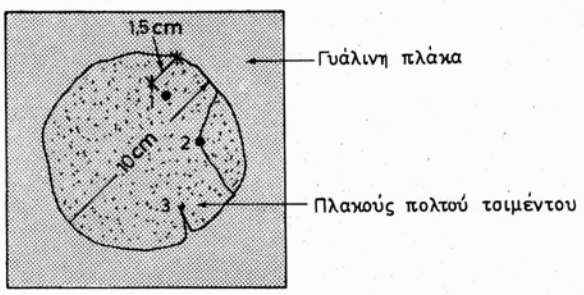
1) Η περιεκτικότητα σε μαγνήσιο (MgO) να μην υπερβαίνει το 5% και σε τριοξείδιο του θείου (SO_3) το 3%.

2) Το αδιάλυτο υπόλειμμα στο τσιμέντο Πόρτλαντ δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο του 1% και στο ελληνικού τύπου μεγαλύτερο του 10%.

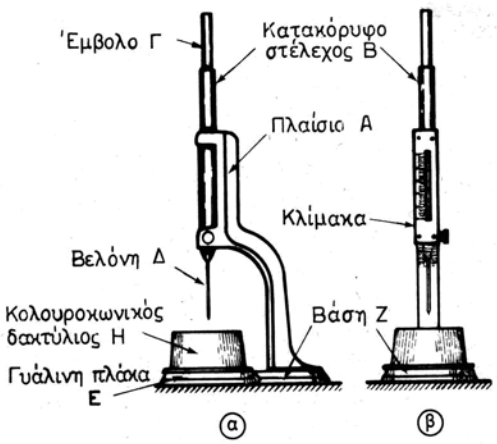
3) Επιτρέπονται προσμίξεις άλλων τύπων για ειδικούς σκοπούς όχι μεγαλύτερες του 1% και σε τσιμέντα ειδικής παραγγελίας όχι μεγαλύτερες από 3%.

4) Η λεπτότητα αλέσεως πρέπει να αφήνει στο κόσκινο των 4900 βροχίδων υπόλειμμα λιγότερο του 20%.

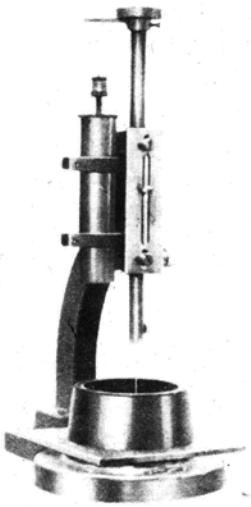
5) Ο χρόνος ενάρξεως και πήξεως του πολτού ελέγχεται με τη μέθοδο του πλακούντα (σχ. 4.7η) στο εργοτάξιο ή με τη συσκευή Vicat στο εργαστήριο (σχ. 4.7θ και 4.7ι). Ο κανονισμός καθορίζει τον τρόπο ελέγχου και ορίζει ότι η πήξη πρέπει να αρχίζει του-



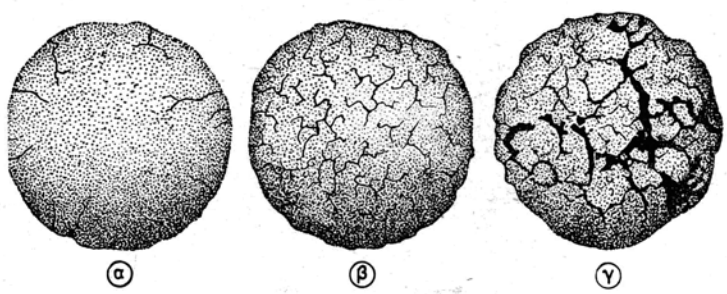
Σχ. 4.7η.
Εργοταξιακός έλεγχος για τον προσδιορισμό του χρόνου ενάρξεως της πήξεως.



Σχ. 4.7θ.
Εργαστηριακός έλεγχος χρόνου αρχικής και τελικής πήξεως τσιμέντου με τη συσκευή του Vicat. α) Πλάγια όψη. β) Εμπρόσθια όψη.



Σχ. 4.7ι.
Συσκευή Vicat με υδραυλικό σύστημα που ρυθμίζει την πτώση του στελέχους.



Σχ. 4.7ια.
Έλεγχος ογκοσταθερότητας με τη μέθοδο του βρασμού. α) Τσιμέντο καλής ποιότητας. β) και γ) Τσιμέντο ακατάλληλο για χρήση.

λάχιστον μετά μία ώρα και να λήγει το πολύ μετά 12 ώρες.

6) Το τσιμέντο πρέπει να παρουσιάζει σταθερότητα όγκου, η οποία διαπιστώνεται με τη μέθοδο του βρασμού. Ο πλακούντας πρέπει να παραμείνει κάτω από το νερό 24 ώρες. Μετά τοποθετείται σε δοχείο πλήρες νερού το οποίο θερμαίνεται ώστε εντός 15 λεπτών να έχει φθάσει στο σημείο βρασμού, που διατηρείται συνεχώς επί δίωρο. Μετά ο πλακούντας εξετάζεται και εφ' όσον το τσιμέντο έχει τη ζητούμενη σταθερότητα, δεν πρέπει να παρουσιάζει ρωγμές ή στρεβλώσεις ή αποσαθρώσεις της περιμέτρου (σχ. 4.7ια).

7) Τα εξεταζόμενα τσιμέντα πρέπει να παρουσιάζουν μηχανικές αντοχές τουλάχιστον τις αναφερόμενες στον πίνακα 4.7.2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.7.2
Αντοχές θραύσεως τσιμέντου

Είδος τσιμέντου	Δοκιμή σε	Αντοχή δοκιμίου (kp/cm^2)			
		Διατήρηση κάτω από το νερό			Μικτή διατήρηση
		Ηλικία 3 ημερών	Ηλικία 7 ημερών	Ηλικία 28 ημερών	
Κοινό τσιμέντο	θλίψη		180	275	350
	εφελκυσμό		18	25	30
Τσιμέντα υψηλής αντοχής	θλίψη	250		400	500
	εφελκυσμό	25		30	40

Ο έλεγχος της αντοχής γίνεται σε δοκίμια κυβικής μορφής προκειμένου για θλίψη και μορφή οκταρίου προκειμένου για εφελκυσμό (σχ. 4.7ιβ). Τα δοκίμια αυτά παρασκευάζονται με κονίαμα τσιμέντου και κανονικής άμμου σε αναλογία βάρους 1:3 με τη βοήθεια ειδικών καλουπιών (σχ. 4.7ιγ).

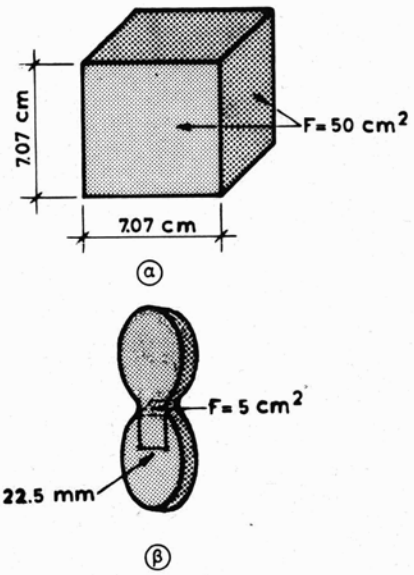
4.7.7 Αποθήκευση και προφύλαξη του τσιμέντου.

Επειδή, όπως προηγουμένως αναφέρθηκε, το τσιμέντο έχει την ιδιότητα να πήζει, όταν αναμιχθεί με νερό, ή σβολιάζει, όταν απορροφήσει υγρασία, πρέπει να λαμβάνονται σχολαστικά μέτρα, ώστε να αποκλεισθεί κάθε επαφή μαζί τους ώσπου να χρησιμοποιηθεί.

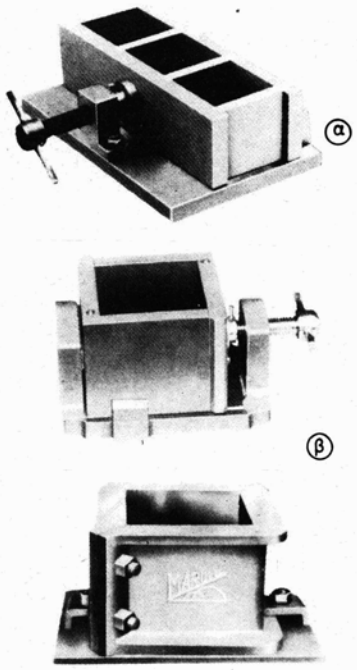
Δεν πρέπει επομένως να μένει πολύ χρόνο αποθηκευμένο, γιατί απορροφάει μέρος τής ατμοσφαιρικής υγρασίας. Όταν ο χρόνος της αποθηκεύσεως δεν είναι μεγάλος, οι σβόλοι είναι μαλακοί, τρίβονται εύκολα με τα δάκτυλα και δεν είναι επιβλαβείς, γιατί κατά την ανάμιξη του κονιάματος κονιοποιούνται. Με την πάροδο όμως του χρόνου οι σβόλοι σκληραίνουν και δεν κονιοποιούνται. Τσιμέντο που περιέχει σκληρούς σβόλους πρέπει να απορρίπτεται ως ακατάλληλο. Η θρόμβωση του τσιμέντου σε συνηθισμένες ατμοσφαιρικές συνθήκες υγρασίας πραγματοποιείται όταν περάσουν ένας ως και τρεις μήνες από την εξαγωγή του από το εργοστάσιο.

Επίσης δεν πρέπει να εκτίθεται σε υπερβολική θερμοκρασία, γιατί το θερμό τσιμέντο γίνεται ταχύπηκτο.

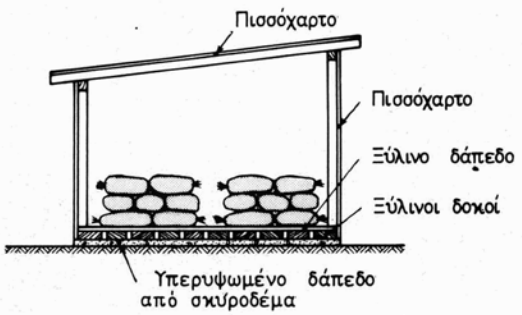
Για τους παραπάνω λόγους το τσιμέντο πρέπει να αποθηκεύεται σε κλειστές αποθήκες, τέλεια προφυλαγμένες από τα βρόχινα ή επιφανειακά νερά και από τις ηλιακές ακτίνες. Το δάπεδο των αποθηκών πρέπει να είναι ξύλινο και τοποθετημένο σε ύψος τουλάχιστον 8 cm από το έδαφος. Για καλύτερη μόνωση συνιστάται η κάλυψή του με πισσόχαρτο (σχ. 4.7ιδ). Οι σάκοι πρέπει να τοποθετούνται σε γραμμές πλάτους δύο σάκων, ώστε να δημιουργούνται διάδρομοι κυκλοφορίας του αέρα για την απομάκρυνση της υγρασίας. Τέλος όλοι οι σάκοι κάθε νέας ποσότητας, που μπαίνει στην αποθήκη, θα πρέπει να τοποθετούνται στον ίδιο χώρο και να μη διασπείρονται σε διάφορα σημεία της αποθήκης. Έτσι θα είναι εύκολος ο προσδιορισμός του χρόνου



Σχ. 4.7ιε.
Δοκίμια τσιμέντου για τον έλεγχο της μηχανικής αντοχής του. α) Κυβικό δοκίμιο για τον έλεγχο αντοχής σε θλίψη. β) Δοκίμιο σχήματος οκτώ για τον έλεγχο αντοχής σε εφελκυσμό.



Σχ. 4.7ιγ.
Σιδερένια καλούπια για την παρασκευή δοκιμίων τσιμέντου που προορίζονται για τον έλεγχο σε θλίψη. α) Τριπλό καλούπι. β) Μονά καλούπια.



Σχ. 4.7ιδ.
Αποθήκευση τσιμέντου στο εργοτάξιο σε κλειστές και καλά μονωμένες αποθήκες από την ατμοσφαιρική υγρασία.

αποθηκεύσεώς τους και η τυχόν αντικατάσταση της νέας ποσότητας, σε περίπτωση που θα προκύψει από τον έλεγχο ότι δεν είναι καλής ποιότητας. Ένας άλλος τρόπος αποθηκεύσεως είναι να τοποθετείται το τσιμέντο σε κατάλληλα σιλό, που παρέχονται από το εργοστάσιο.

4.7.8 Χρήσεις του τσιμέντου.

Το τσιμέντο χρησιμοποιείται κυρίως για την παρασκευή κονιαμάτων και σκυροδεμάτων.

Αναμιγνυόμενο με άμμο κατά διάφορες αναλογίες και με νερό παρασκευάζονται τα τσιμεντοκονιάματα, ενώ αναμιγνυόμενο με άμμο, σκύρα και νερό παρασκευάζονται τα τσιμεντοσκυροδέματα ή απλούστερα σκυροδέματα.

Επίσης χρησιμοποιείται για την ενίσχυση άλλων ασθενεστέρων κονιαμάτων, όπως είναι τα ασβεστοκονιάματα και τα γυψοκονιάματα.

Με βάση τα τσιμεντοκονιάματα και τα τσιμεντοσκυροδέματα κατασκευάζεται πλήθος άλλων υλικών, που τείνουν να αντικαταστήσουν τους φυσικούς λίθους και τα κεραμικά προϊόντα (οπτοπλίνθους κλπ.) γιατί παρουσιάζουν καλύτερες ιδιότητες για δομικές χρήσεις και έχουν χαμηλότερη τιμή. Υλικά αυτού του είδους είναι: τσιμεντόπλινθοι διαφόρων σχημάτων και μεγεθών, τσιμεντόλιθοι, κισσηρόλιθοι, τσιμεντοσωλήνες, τσιμεντόφυλλα και άλλα παρόμοια υλικά.

Εκεί όμως που το τσιμέντο δημιούργησε πραγματική επανάσταση στα δομικά υλικά, ήταν η κατασκευή του οπλισμένου σκυροδέματος. Η ισχυρή πρόσφυση του τσιμέντου με το χάλυβα, η προστασία από την οξείδωση που παρέχει σε αυτόν, η μεγάλη αντοχή σε θλιπτικές και εφελκυστικές δυνάμεις του σύνθετου σώματος, το χαμηλό κόστος κλπ., έκαναν το οπλισμένο σκυρόδεμα το περισσότερο χρησιμοποιούμενο σήμερα υλικό. Το οπλισμένο σκυρόδεμα αντικατέστησε το ξύλο στα φέροντα στοιχεία σχεδόν εξ ολοκλήρου και το χάλυβα εν μέρει.

Πολτός τσιμέντου, χωρίς να αναμιχθεί με άμμο, χρησιμοποιείται σε περιορισμένη κλίμακα και κυρίως για τη στεγανοποίηση ορισμένων στοιχείων. Συγκεκριμένα, με πυκνό πολτό καλύπτονται αρμοί πλακοστρώτων δαπέδων ή ταρατσών και λιθοδομών. Με αραιό πολτό (αριάνι) γίνεται επάλειψη ταρατσών ή άλλων επιφανειών.

4.8 Άσφαλτοι. Πίσσες.

4.8.1 Σύσταση - Προέλευση.

Μια διαφορετική κατηγορία συνδετικών υλών, που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα είναι οι ***άσφαλτοι*** και οι ***πίσσες.***

Είναι υλικά υδαρή έως στερεά και όχι σκόνες όπως οι προηγούμενες κονίες. Η χρήση τους ανάγεται στους αρχαίους χρόνους και εφαρμόζονταν στις ξύλινες κατασκευές κυρίως των πλοίων για την προστασία τους από το νερό και την υγρασία. Χρησιμοποιούνταν όπως τις εύρισκαν στη φύση χωρίς καμιά επεξεργασία. Σήμερα όμως λόγω των απαιτήσεων της τεχνικής βελτιώνονται οι ιδιότητές τους με διάφορες μεθόδους και χρησιμοποιούνται σε ένα πλήθος εφαρμογών.

α) Άσφαλτοι.

Οι άσφαλτοι αποτελούνται από μίγμα ορισμένων χημικών ενώσεων, που καλούνται ***υδρογονάνθρακες*** και από διάφορες άλλες οργανικές ή ανόργανες ουσίες.

Το μίγμα των υδρογονανθράκων καλείται διεθνώς Bitumen και στην ελληνική ορολογία ***ασφάλτιο*** που αποτελεί τη συγκολλητική ύλη. Οι άλλες ουσίες αποτελούν αδρανείς προσμίξεις και προέρχονται από ασβεστολιθικά ή ψαμμιτικά πετρώματα ή από οργανικές ενώσεις διαφορετικές από τους υδρογονάνθρακες.

Η περιεκτικότητα σε Bitumen των φυσικών ασφάλτων ποικίλλει στα διάφορα είδη τους και είναι ενδεικτική της ποιότητάς τους. Σε ορισμένα είδη μόλις φθάνει το ποσοστό 5%, ενώ σε άλλα υπερβαίνει το 95%.

Η συνηθέστερη μέθοδος προσδιορισμού του Bitumen βασίζεται στην ιδιότητα που έχει να διαλύεται στο διθειούχο άνθρακα. Το αδιάλυτο υπόλειμμα αντιπροσωπεύει τις αδρανείς προσμίξεις.

Οι άσφαλτοι στις συνηθισμένες θερμοκρασίες είναι σώματα στερεά ή ημίρρευστα, και το χρώμα τους είναι καφέ ως μαύρο, ανάλογα με την περιεκτικότητά τους σε Bitumen.

Οι άσφαλτοι λαμβάνονται είτε απ' ευθείας από τη φύση, και χρησιμοποιούνται κατόπιν ορισμένης επεξεργασίας, είτε τεχνητώς από τα πετρέλαια.

β) Πίσσες.

Ανάλογα υλικά με τις ασφάλτους είναι και οι πίσσες.

Προέρχονται κυρίως από την ξηρή απόσταξη λιθανθράκων, λιγνιτών και ξύλων.

Είναι υλικό ρευστό, με ελαιώδη υφή, με χαρακτηριστική οσμή και με χρώμα μαύρο. Περιέχουν και αυτές σε μεγάλη αναλογία υδρογονάνθρακες, με ελαφρύτερο όμως μόριο από τους υδρογονάνθρακες των ασφάλτων. Για το λόγο αυτό οι πίσσες είναι πτητικότερες από τις ασφάλτους και επομένως υστερούν από

αυτές σε διάρκεια ζωής, σε ελαστικότητα και σε άλλες ιδιότητες.

4.8.2 Φυσικές άσφαλτοι.

Είναι προϊόντα φυσικής οξειδώσεως των πετρελαίων. Κατά την πρώτη φάση της οξειδώσεως τα πετρέλαια ήταν σε ρευστή κατάσταση και διαπότιζαν τα στρωσιγενή πορώδη πετρώματα (ασβεστόλιθοι και ψαμμίτες), με τα οποία έρχονταν σε επαφή.

Δημιουργήθηκαν έτσι τα ***ασφαλτικά πετρώματα ή ασφαλτόλιθοι,*** λίθοι δηλαδή που τα κενά τους έχουν γεμίσει με άσφαλτο (σχ. 4.8α).

Όταν όμως τα πετρέλαια βρίσκονταν μεταξύ αδιαπεράστων στρωμάτων αργιλικής κυρίως προελεύσεως, τότε οξειδώνονταν ακόμη περισσότερο ή πάθαιναν άλλες χημικές αλλοιώσεις και μετατρέπονταν σε ημίρρευστες ή στερεές ουσίες χωρίς να περιέχουν, πλην ελαχίστων, ξένες ουσίες. Οι ουσίες αυτές είναι κυρίως οι ***φυσικές άσφαλτοι.*** Με τη μορφή αυτή βρίσκονται σήμερα μέσα σε κοιλότητες ή φλέβες του εδάφους ή πηγάζουν από τους πυθμένες διαφόρων λιμνών και επιπλέουν στην επιφάνεια του νερού διότι έχουν ειδικό βάρος μικρότερο της μονάδας (σχ. 4.8β).

Ανάλογα με την περιεκτικότητα σε Bitumen και με το είδος της αδρανούς μάζας, οι φυσικές άσφαλτοι, διακρίνονται σε διαφορές κατηγορίες:

1) ***Ασφαλτόλιθοι.*** Είναι πετρώματα στρωσιγενή, πορώδη διαποτισμένα με άσφαλτο σε αναλογία 5% ως 20%. Τα συνηθέστερα ασφαλτικά πετρώματα είναι τα ασβεστολιθικά (σχ. 4.8α).

Εάν η περιεκτικότητα σε άσφαλτο είναι μεγαλύτερη του 12%, τότε οι ασφαλτόλιθοι χρησιμοποιούνται αμέσως στην οδοστρωσία γιατί έχουν τη χαρακτηριστική ιδιότητα να μετατρέπονται σε σκόνη, όταν θερμανθούν σε θερμοκρασία άνω των 100°C. Η σκόνη αυτή με πίεση και σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από 50°C αποκτά την αρχική συνοχή και μετά την ψύξη της σκληραίνεται έως το βαθμό σκληρότητας του ασφαλτόλιθου.

Το υλικό αυτό ονομάζεται ***φυσική πιεστή άσφαλτος.***

Εάν η περιεκτικότητα σε άσφαλτο είναι κάτω από 12%, οι ασφαλτόλιθοι ή αλέθονται και μετετρέπονται σε ***ασφαλτάλευρο*** ή υφίστανται ειδική επεξεργασία, κατά την οποία αφαιρείται η περιεχόμενη σε αυτούς άσφαλτος. Το ασφαλτάλευρο συσκευάζεται σε σάκους και χρησιμοποιείται κυρίως για την παρασκευή ***ασφαλτικής μαστίχας ή ασφαλτικού στόκου.***

Στην Ελλάδα υπάρχουν αρκετές εμφανίσεις ασφαλτολίθων, ιδιαίτερα στα δυτικά παράλιά της. Χρησιμοποιούνται όμως σε πολύ περιορισμένη κλίμακα.

2) ***Ασφαλτόπισσες.*** Έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε Bitumen. Σε ορισμένα είδη το ποσοστό τους φθάνει μέχρι 70%. Τα αδρανή συστατικά αποτελούνται κυρίως από πηλό, άμμο ή οργανικές ενώσεις αδιάλυτες στο διθειούχο άνθρακα. Βρίσκονται σε ημίρρευστη ως στερεή κατάσταση. Πριν από τη χρησιμοποίησή τους υποβάλλονται σε καθαρισμό, για



Σχ. 4.8α.
Ασβεστολιθικοί ασφαλτόλιθοι που μεταφέρονται με κινητή ταινία από το λατομείο στα μηχανήματα επεξεργασίας.



Σχ. 4.8β.
Άσφαλτος που επιπλέει στην επιφάνεια της λίμνης Τρινιντάτ.

να ανέβει το ποσοστό του Bitumen, και για να απομακρυνθούν ορισμένες επιβλαβείς ουσίες.

Οι άσφαλτοι αυτές διακρίνονται στο εμπόριο ανάλογα με τον τόπο από όπου προέρχονται. Οι κυριότερες είναι :

– Άσφαλτος ***Σελενίτσης.*** Βρίσκεται στις ακτές της Β. Ηπείρου κοντά στην Αυλώνα. Είναι υλικό ημίσκληρο και πλούσιο σε Bitumen. Μετά τον καθαρισμό το ποσοστό της ασφάλτου φθάνει μέχρι και 90%.

– Άσφαλτος ***Τρινιντάτ*** (Trinidad). Στη νήσο Τρινιντάτ της Κεντρικής Αμερικής βρίσκονται πλούσια αποθέματα ασφάλτου. Το μεγαλύτερο από αυτά, που θεωρείται το πλουσιότερο του κόσμου, βρίσκεται στην επιφάνεια μιας ασφαλτολίμνης (σχ 4.8β). Η άσφαλτος αναβλύζει μαλακή από τον πυθμένα της λίμνης και σκληραίνεται όταν φθάσει στην επιφάνειά της. Υπολογίζεται ότι κάθε χρόνο αναβλύζουν περί το ένα εκατομμύριο τόννοι ασφάλτου. Η περιεκτικότητα σε Bitumen είναι περίπου 64%. Μετά τον καθαρισμό ανέρχεται σε 95%.

– Άσφαλτος ***Βερμούδων*** (Bermudez). Και αυτή η άσφαλτος προέρχεται από την ομώνυμη ασφαλτολίμνη της Βενεζουέλας. Έχει περίπου τη ίδια σύσταση με την άσφαλτο Trinidad.

Οι παραπάνω άσφαλτοι χρησιμοποιούνται κατά κανόνα για την παρασκευή διαφόρων ασφαλτοσκυροδεμάτων καταλλήλων για την οδοστρωσία.

3) ***Ασφαλτίτες.*** Οι άσφαλτοι, που ανήκουν σε αυτήν την κατηγορία βρίσκονται σε στερεή κατάσταση. Οι αδρανείς προσμίξεις είναι ελάχιστες, μόλις φθάνουν το 5%. Η κυριότερη πηγή ασφαλτιτών είναι η Νεκρά Θάλασσα, από όπου προμηθεύονταν από αρχαιοτάτων χρόνων καθαρή άσφαλτο. Το υλικό αυτό επιπλέει στην επιφάνεια γιατί το ειδικό βάρος του νερού της λίμνης αυτής είναι 1,21, δηλαδή μεγαλύτερο από ότι του ασφαλτίτη, που φθάνει το 1,10.

Λόγω της καθαρότητάς της η άσφαλτος αυτή χρησιμοποιείται κυρίως για την παρασκευή χρωμάτων.

4.8.3 Τεχνητές άσφαλτοι.

Οι άσφαλτοι της κατηγορίας αυτής προέρχονται από την επεξεργασία των πετρελαίων. Είναι το τελευταίο προϊόν της κλασματικής αποστάξεως των πετρελαίων.

Είναι σώματα ημιστερεά ή στερεά, με χρώμα μαύρο και έχουν λιπαρή λάμψη και αφή. Διαφέρουν από τις φυσικές ασφάλτους μόνο κατά την καθαρότητα, δεδομένου ότι η περιεκτικότητά τους σε Bitumen φθάνει το ποσοστό του 99,5%. Οι αδρανείς προσμίξεις είναι σχεδόν ανύπαρκτες.

Λόγω της τεράστιας αναπτύξεως της βιομηχανίας επεξεργασίας των πετρελαίων, το μέγιστο μέρος των χρησιμοποιουμένων σήμερα ασφαλτικών υλικών προέρχεται από τις τεχνητές και όχι από τις φυσικές ασφάλτους.

Από τις τεχνητές ασφάλτους παρασκευάζονται τα εξής είδη ασφαλτικών υλικών:

1) ***Άσφαλτος οδοστρωσίας.*** Ανάλογα με την περιεκτικότητα σε πετρέλαιο βρίσκονται σε κατάσταση ημιστερεή ως στερεή. Στις συνηθισμένες θερμοκρασίες είναι υλικό θερμοπλαστικό, δηλαδή μαλακώνει με την αύξηση της θερμοκρασίας.

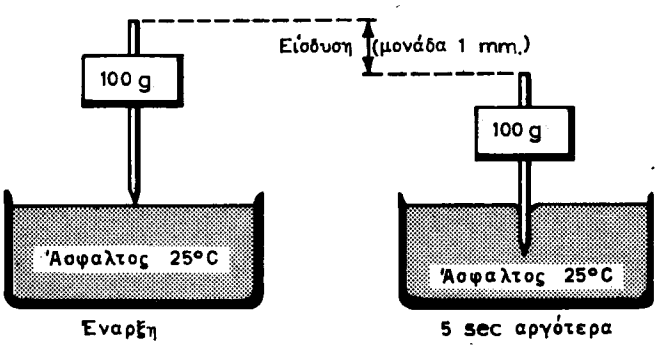
Ιδιαίτερη σημασία, για να εκτιμηθεί η καταλληλότητά της για ορισμένες χρήσεις, έχουν το ***σημείο μαλθώσεως*** και ο ***βαθμός εισδύσεως*** (σχ. 4.8γ).

Σημείο μαλθώσεως είναι η θερμοκρασία που έχει η άσφαλτος, τη στιγμή που μια πρότυπη χαλύβδινη σφαίρα περνάει από ένα στρώμα της ασφάλτου αυτής με ορισμένο πάχος.

Ο ***βαθμός εισδύσεως*** δείχνει το βάθος (σε mm), μέχρι του οποίου μπορεί να φθάσει βελόνα προτύπων διαστάσεων υπό συνολικό φορτίο 100 g, που επενεργεί σε δοκίμιο ασφάλτου επί 5 sec σε θερμοκρασία 25°C (σχ. 4.8γ). Διείσδυση 1 mm αντιστοιχεί σε 10 βαθμούς. Έτσι τύπος ασφάλτου με βαθμό εισδύσεως π.χ. 80/100 σημαίνει ότι στην άσφαλτο αυτή η βελόνα εισέδυσε ύστερα από επανειλημμένους ελέγχους σε βάθος 8 έως 10 mm.

Το σημείο μαλθώσεως και ο βαθμός εισδύσεως αλληλοεξαρτώνται. Όσο μαλακότερη είναι η άσφαλτος, δηλαδή όσο χαμηλότερο είναι το σημείο μαλθώσεως, τόσο μεγαλύτερος είναι και ο βαθμός εισδύσεως.

2) ***Ασφαλτικά διαλύματα.*** Είναι προϊόντα αναμίξεως συνήθων ασφάλτων οδοστρωσίας με διαλύτες (βενζίνη, φωτιστικό πετρέλαιο και ακάθαρτο πετρέλαιο). Ο διαλύτης καθιστά το ασφαλτικό διάλυμα εργάσιμο σε χαμηλές θερμοκρασίες. Εξατμίζεται όμως, όταν το ασφαλτικό διάλυμα εκτεθεί στον ατμοσφαιρικό αέρα ή σε υψηλότερες θερμοκρασίες και



Σχ. 4.8γ.
Προσδιορισμός του βαθμού εισδύσεως στις ασφάλτους.

αφήνει την άσφαλτο ως συνδετική ύλη.

Ανάλογα με την πτητικότητα του διαλύτη, τα ασφαλτικά διαλύματα διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

– Διαλύματα ΤΕ. Ταχείας εξατμίσεως με διαλύτη βενζίνη.

– Διαλύματα ΜΕ. Μέσης εξατμίσεως με διαλύτη φωτιστικό πετρέλαιο.

– Διαλύματα ΒΕ. Βραδείας εξατμίσεως με διαλύτη ακάθαρτο πετρέλαιο.

Τα ασφαλτικά διαλύματα μπορούν να παρασκευασθούν στο εργοτάξιο, με την προϋπόθεση ότι θα υπάρχουν καλές κλιματολογικές συνθήκες. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται για την τήρηση σταθερής αναλογίας συνθέσεως και για την επίτευξη ομοιογενούς μίγματος.

Για την παρασκευή τους χρησιμοποιείται συνήθως άσφαλτος τύπου 80/100 που λιώνει σε θερμοκρασία 140°C ως 160°C. Στη συνέχεια αναρροφάται από το διανομέα ασφάλτου (σχ. 4.8δ) μαζί με την ανάλογη ποσότητα διαλύτη. Το μίγμα αναδεύεται συνεχώς ώσπου να αποκτήσει ομοιογένεια.

Οι ιδιότητες των ασφαλτικών διαλυμάτων ελέγχονται σύμφωνα με τα αναφερόμενα στην Πρότυπη Τεχνική Προδιαγραφή Α202 του Υπουργείου Δημοσίων Έργων.

3) ***Ασφαλτικά αλκαλικά γαλακτώματα ή ψυχρές άσφαλτοι.*** Ανήκουν στην κατηγορία των ρευστών ασφαλτικών υλικών. Αποτελούνται από σωματίδια ασφάλτου μεγέθους 1 ως 10 μ (μικρών), που αιωρούνται μέσα σε νερό. Το νερό αποτελεί το μέσο διασποράς της ασφάλτου.

Τα ασφαλτικά γαλακτώματα έχουν χρώμα από ανοικτό μέχρι σκούρο καστανό.

Όταν διασπασθούν, αποκτούν μαύρο χρώμα και είναι ακατάλληλα για οποιαδήποτε χρήση.

Με τα γαλακτώματα ραντίζεται η επιφάνεια των οδοστρωμάτων ή των αδρανών και δημιουργείται ένας ασφαλτικός υμένας. Το νερό απομακρύνεται λόγω εξατμίσεώς, αποστραγγίσεως και απορροφήσεώς του από τα αδρανή.

Η ταχύτητα και ο τρόπος που διασπάται το γαλάκτωμα και η πρόσφυση του ασφαλτικού υμένα στα αδρανή υλικά εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες. Οι σπουδαιότεροι απ' αυτούς είναι:

– Ο τύπος του γαλακτώματος (ταχείας, μέσης ή βραδείας διασπάσεως).

– Η χημική σύσταση, το πορώδες, η υγρασία, η κοκκομετρική σύνθεση και η ηλεκτρική φόρτιση των αδρανών.

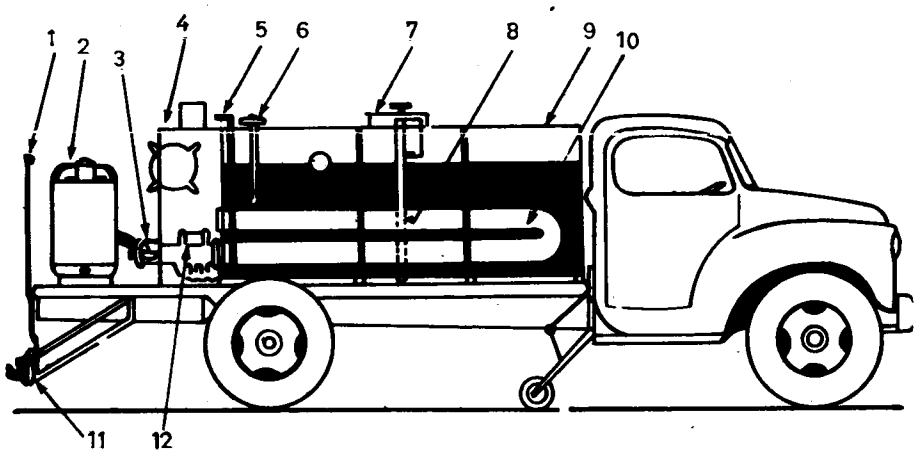
– Η υγρασία της ατμόσφαιρας κ.α.

Ειδικά τα αλκαλικά γαλακτώματα δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν:

– Όταν η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας είναι υψηλή, γιατί τότε εμποδίζεται η εξάτμιση του νερού, και

– όταν τα αδρανή είναι φορτισμένα με αρνητικό ηλεκτρισμό (περίπτωση πυριτικών πετρωμάτων), γιατί τότε ο ασφαλτικός υμένας δεν προσκολλάται σε αυτά μιας και τα σωματίδια της ασφάλτου έχουν ηλεκτροαρνητικό φορτίο.

4) ***Ασφαλτικά όξινα γαλακτώματα.*** (αντιυδρόφιλου τύπου). Έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά με τα προηγούμενα αλκαλικά γαλακτώματα και παρασκευάζονται με τον ίδιο τρόπο. Διαφέρουν όμως κατά το ηλεκτρικό φορτίο των σωματιδίων της ασφάλτου αφού εδώ είναι θετικό. Έτσι η πρόσφυση των οξίνων γίνεται εύκολα στα ηλεκτροαρνητικά αδρανή. Έκτος όμως από αυτήν την ιδιότητα, τα όξινα γαλακτώματα παρουσιάζουν και άλλα πλεονεκτήματα:



Σχ. 4.8δ.

Διανομέας ασφάλτου. Για την παρασκευή των ασφαλτικών διαλυμάτων χρησιμοποιείται η αντλία, που βρίσκεται στο πίσω τμήμα του βυτίου. Για τη διανομή της ασφάλτου επάνω στο οδόστρωμα χρησιμοποιείται ο διάτρητος σωλήνας ψεκασμού. 1. Μοχλός μεταβολής στάθμης. 2. Μηχανή αντλίας. 3. Καυστήρας. 4. Θερμαινόμενη αντλία. 5. Βαλβίδα βυτίου. 6. Μετρητής στάθμης. 7. Ανθρωποθυρίδα. 8. Εκχυλιστήρας και αεραγωγός. 9. Σιδερένιο βυτίο. 10. Σωλήνας θερμάνσεως. 11. Διάτρητος σωλήνας ψεκασμού. 12. Αντλία.

– Προσφύονται και στα ομώνυμα προς αυτά ηλεκτροθετικά πετρώματα (ασβεστόλιθοι) και

– διασπώνται εύκολα σε οποιεσδήποτε συνθήκες ατμοσφαιρικής ή εδαφικής υγρασίας.

Η τελευταία αυτή ιδιότητα επιτρέπει τη χρήση τους και σε ανώμαλες καιρικές συνθήκες και διευρύνει πολύ τα εποχικά όρια εκτελέσεως ασφαλτικών έργων.

4.8.4 Ιδιότητες της ασφάλτου.

Οι άσφαλτοι, όπως αναφέραμε είναι υλικά με όχι ορισμένη φυσική ή χημική σύσταση. Γι' αυτό ορισμένες ιδιότητές τους εκδηλώνονται κατά διαφορετικό βαθμό. Το χρώμα, το ειδικό βάρος, η φυσική τους κατάσταση (στερεή, ημίρρευστη, υγρή), η σκληρότητά τους κλπ. ποικίλλουν από είδος σε είδος.

Οι ιδιότητες όμως, στις οποίες κατά κύριο λόγο οφείλεται η μεγάλη χρήση των ασφάλτων, δεν μεταβάλλονται ουσιαστικά στα διάφορα είδη. Οι κυριότερες από τις ιδιότητες αυτές είναι οι εξής:

– Εκδηλώνουν ισχυρή συγκολλητική ικανότητα, στην οποία βασίζεται η χρησιμοποίησή τους για την παρασκευή ασφαλτικών κονιαμάτων, σκυροδεμάτων και χρωμάτων.

– Μαλακώνουν και γίνονται ρευστές υπό την επίδραση της θερμότητας, χωρίς να αλλοιώνονται, και αποκτούν την αρχική τους σκληρότητα, όταν πέσει η θερμοκρασία. Η ιδιότητα αυτή τις κάνει εύπλαστες και εύκολες στην επεξεργασία τους.

– Είναι ανθεκτικές στις ατμοσφαιρικές επιρροές (ατμοσφαιρικός αέρας, οξέα, ηλιακές ακτίνες κλπ.) και χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα σε κατασκευές υποκείμενες σε τέτοιες επιρροές (οδοστρώματα, αεροδρόμια, επιστρώσεις ταρατσών κλπ.).

– Παρουσιάζουν μεγάλη πλαστικότητα και συνοχή, όταν υποστούν εξωτερικές πιέσεις και γι' αυτό δεν ρηγματώνονται από τις συστολές ή διαστολές του υποστρώματος.

– Δεν φθείρονται όταν τρίβονται.

– Είναι εξαιρετικά δυσθερμαγωγοί και κακοί αγωγοί του ηλεκτρισμού.

Ο βαθμός εκδηλώσεως των ιδιοτήτων τους και ο τρόπος που προσδιορίζεται καθώς και οι έλεγχοι, που πρέπει να υποστούν οι άσφαλτοι πριν χρησιμοποιηθούν καθορίζονται με λεπτομέρεια από τους Κανονισμούς και τις Πρότυπες Προδιαγραφές των διαφόρων κρατών.

Στην Ελλάδα εφαρμόζονται οι Πρότυπες Τεχνικές Προδιαγραφές (Π.Τ.Π.) Έργων Οδοποιΐας του Υπουργείου Δημοσίων Έργων.

4.8.5 Πίσσες.

Όπως αναφέρθηκε στην αρχή, οι πίσσες είναι προϊόντα της ξηρής αποστάξεως λιθάνθρακα, λιγνίτη, ξύλων, διαφόρων ασφάλτων (ασφαλτόλιθοι) κλπ. πτωχών σε Bitumen. Στη συνηθισμένη θερμοκρασία βρίσκονται σε ρευστή κατάσταση.

Η κυριότερη πηγή πίσσας είναι τα εργοστάσια αεριόφωτος, όπου λαμβάνεται ως υποπροϊόν της αποστάξεως των λιθανθράκων.

Η πίσσα αυτή δεν χρησιμοποιείται όπως παραλαμβάνεται από τα εργοστάσια.

Υφίστανται ορισμένες κατεργασίες, για να καθαρισθεί από επιβλαβείς ουσίες και να αφαιρεθεί το νερό, που είναι ανακατεμένο μαζί της. Τα προϊόντα της πίσσας του λιθάνθρακα χρησιμοποιούνται κυρίως για την προστασία ξυλίνων στοιχείων από την υγρασία και από μικροοργανισμούς ή έντομα. Τέτοια στοιχεία είναι οι ηλεκτρικοί ή τηλεφωνικοί στύλοι, στρωτήρες σιδηροδρόμων κ.α. Επίσης χρησιμοποιούνται και για αντισκωριακές επιχρίσεις μετάλλων, γιατί παρουσιάζουν ισχυρή πρόσφυση με αυτά.

4.8.6 Χρήσεις ασφαλτικών υλικών.

Ένα πλήθος διαφορετικών υλικών έχουν σαν πρώτη ύλη τις ασφάλτους και τις πίσσες.

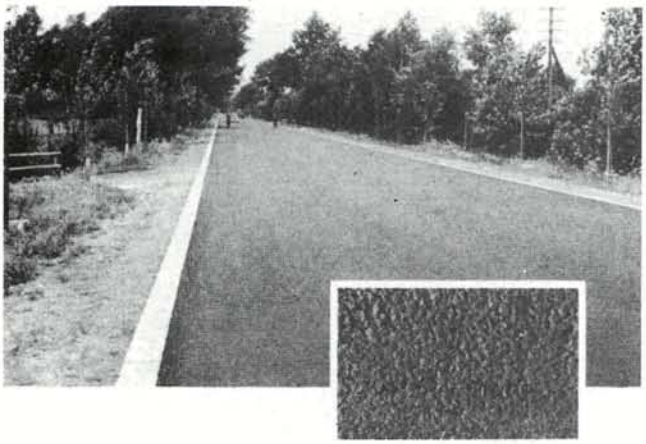
Υλικά μονώσεως ηλεκτρικών καλωδίων, προστασίας από την οξείδωση και την υγρασία σιδηρών, και ξυλίνων στοιχείων και κατασκευών από σκυρόδεμα, χρώματα και χημικά προϊόντα είναι μερικές από τις εφαρμογές τους. Για τα υλικά αυτά θα αναφερθούμε στα κεφάλαια 11 (Χρώματα και Βερνίκια) και 12 (Μονωτικά Υλικά).

Η μεγαλύτερη όμως χρήση των ασφαλτικών και πισσών γίνεται στην κατασκευή των οδοστρωμάτων και στην επίστρωση χώρων όπου παρατηρείται σημαντική κίνηση τροχοφόρων, μηχανημάτων και πεζών. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτόν είναι τα εξής:

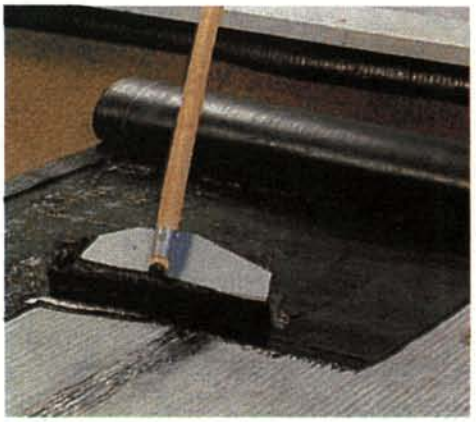
1) ***Οι άσφαλτοι οδοστρωσίας*** χρησιμοποιούνται στην κατατασκευή χυτής ασφάλτου, στην κατατασκευή ασφαλτικών σκυροδεμάτων, στις συγκολλητικές επαλείψεις, στον εμποτισμό σκυρωτών οδοστρωμάτων και στην παρασκευή ασφαλτικών διαλυμάτων και ασφαλτικών γαλακτωμάτων (σχ. 4.8ε).

2) Τα ***ασφαλτικά διαλύματα*** χρησιμοποιούνται για προεπαλείψεις σε λεπτοκοκκώδεις ή χοντροκοκκώδεις επιφάνειες, για την κατασκευή διαφόρων ασφαλτομιγμάτων ή ανοικτής συνθέσεως και για επιφανειακές επεξεργασίες και εμποτισμούς (σχ. 4.8ζ).

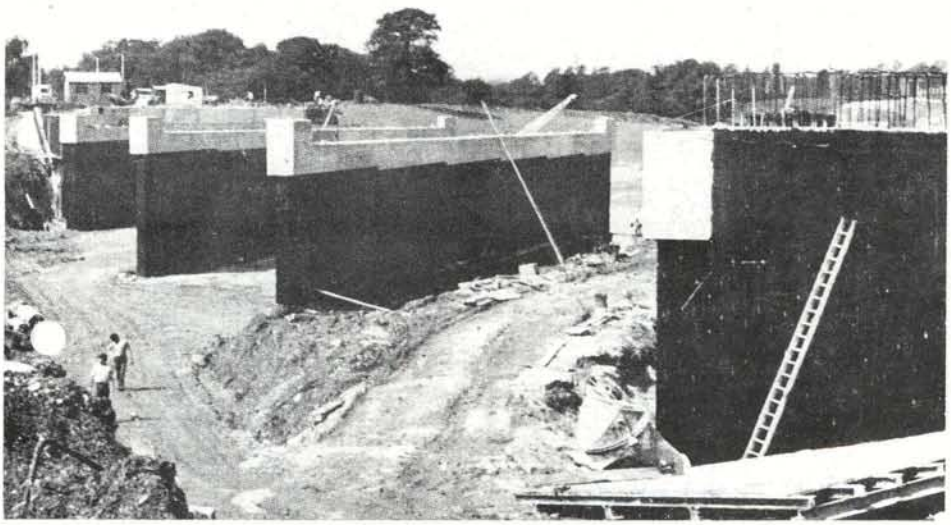
3) Τα ***ασφαλτικά γαλακτώματα*** είναι κατάλληλα για συγκολλητικές επαλείψεις, επιφανειακές επεξεργασίες, για εμποτισμούς σκυρωτών και για την παρασκευή ασφαλτομιγμάτων με χονδρόκοκκο αδρανές (σχ. 4.8στ).



Σχ. 4.8ε.
Οδόστρωμα κατασκευασμένο από ασφαλτικό σκυρόδεμα. Μέσα στο λευκό πλαίσιο φαίνεται σε μεγέθυνση η υφή της επιφάνειας του οδοστρώματος.



Σχ. 4.8στ.
Ασφαλτικό γαλάκτωμα απλώνεται σε πλάκα από σκυρόδεμα πριν από την τοποθέτηση των θερμομονωτικών υλικών.



Σχ. 4.8ζ.
Βάθρα γέφυρας που μονώθηκαν από το νερό με ασφαλτικό διάλυμα.

4) ***Στεγανωτικά υλικά.*** Μεγάλη χρήση των ασφάλτων γίνεται για την παρασκευή στεγανωτικών υλικών με άριστα αποτελέσματα.

– Με μορφή διαλυμάτων ή γαλακτωμάτων απλών ή ενισχυμένων με συνθετικό ελαστικό ή με μικρές ίνες αμιάντου χρησιμοποιούνται για τη στεγάνωση οριζοντίων ή κατακορύφων επιφανειών από σκυρόδεμα (σχ. 4.8στ) και (σχ. 4.8ζ) ή από σίδηρο και χάλυβα, για το γέμισμα ρωγμών σε πλάκες από σκυρόδεμα (σχ. 4.8η).

– Με μορφή στόκου χρησιμοποιούνται για τη στεγάνωση κατακορύφων και οριζοντίων αρμών (σχ. 4.8θ και 4.8ι) και για το σφράγισμα της ενώσεως διαφόρων στοιχείων από αμιαντοτσιμέντο (σχ. 4.8ια) ή από μεταλλικά φύλλα ή από γυαλί σε μεταλλικά πλαίσια.

Τα υλικά αυτά παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή στις καιρικές μεταβολές, έχουν ικανή ελαστικότητα και είναι εντελώς αδιαπέραστα από το νερό.

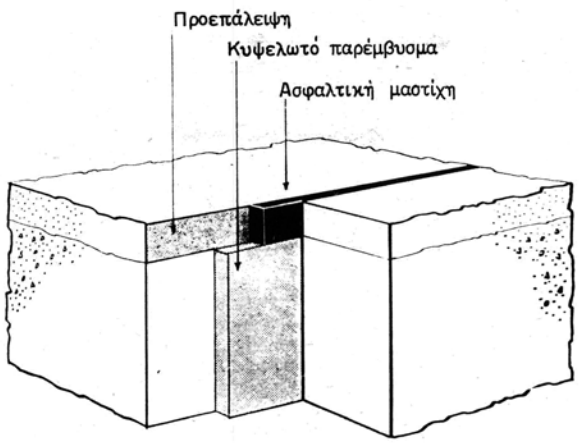
4.9 Συνθετικές κονίες.

Αποτελούν την τελευταία επίτευξη της χημικής βιομηχανίας. Η χρήση τους επεκτείνεται συνεχώς σε ένα πλήθος εφαρμογών στη δομική. Εκδηλώνουν ισχυρές συγκολλητικές ιδιότητες υπό ορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας ή όταν αναμιχθούν με μια άλλη ουσία που ονομάζεται καταλύτης.

Παρασκευάζονται από διάφορες συνθετικές ρητίνες και κυρίως από σιλικόνες.



Σχ. 4.8η.
Γέμισμα ρωγμών πλάκας από οπλισμένο σκυρόδεμα με ασφαλτικό γαλάκτωμα.



Σχ. 4.8θ.
Σχηματική παράσταση οριζοντίων αρμών διαστολής σε οδόστρωμα σφραγισμένο με ασφαλτικό στόκο.

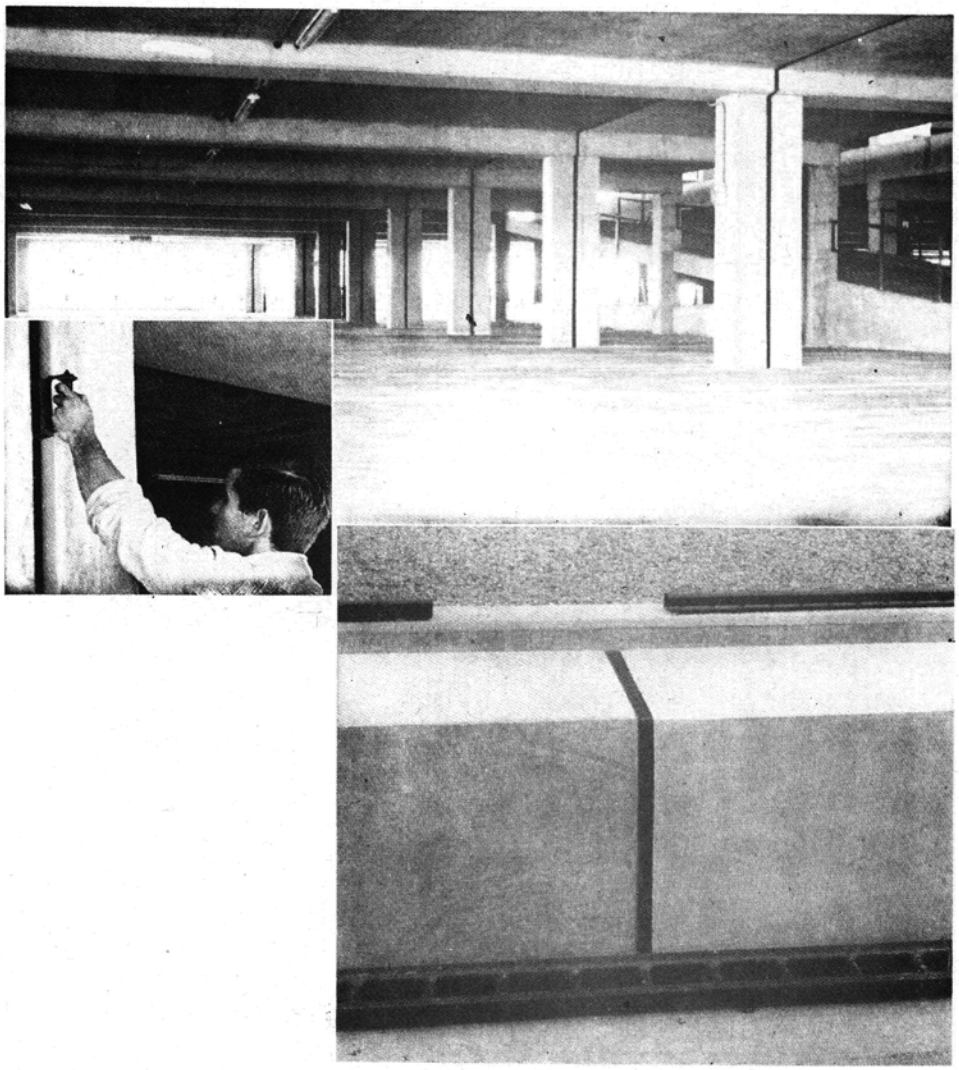
Οι συνθετικές συγκολλητικές ύλες θεωρούνται πολύ ανώτερες από τις μέχρι σήμερα γνωστές κονίες (ασβέστης, γύψος, τσιμέντο, άσφαλτος).

Έχουν μεγαλύτερη συγκολλητική ικανότητα και προσφύονται ισχυρότατα σε οποιαδήποτε επιφάνεια. Τα κονιάματά τους παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή στις μηχανικές επιρροές και στις τριβές. Είναι στεγανές και δεν επηρεάζονται από τα ελαφρά οξέα, τα λίπη, τα έλαια και από άλλες χημικές ουσίες.

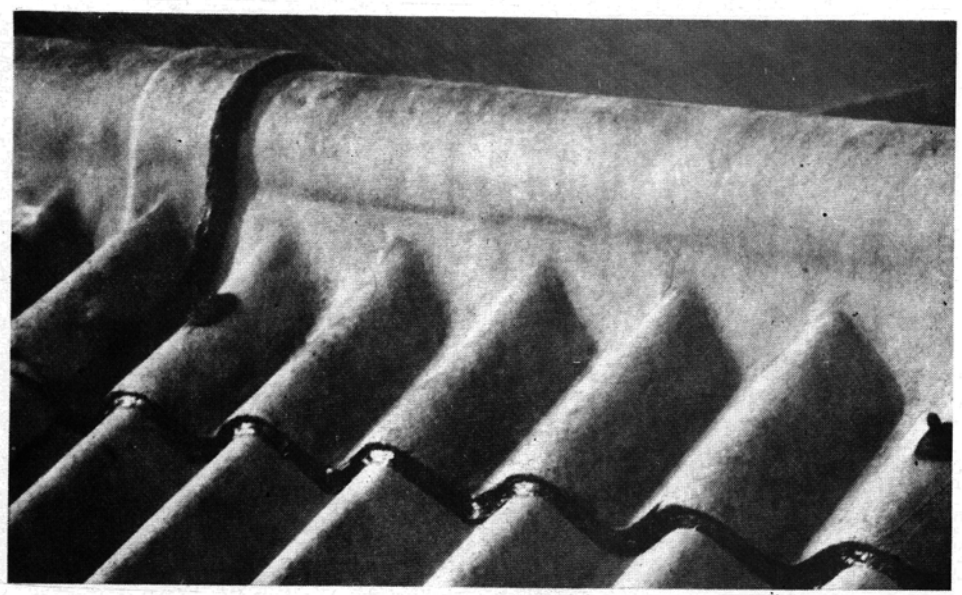
Γενικά αποτελούν εξαιρετικά χρήσιμα υλικά. Το κόστος παραγωγής τους είναι αρκετά υψηλό.

Χρησιμοποιούνται επίσης για την παρασκευή κονιαμάτων που προορίζονται για ειδικές χρήσεις (παράγρ. 5.7.3).

Αναλυτικότερη ανάπτυξη γίνεται στα κεφάλαια 11 και 12.



Σχ. 4.8ι.
Στεγάνωση με ασφαλτικό στόκο αρμών διαστολής σε κτήριο.



Σχ. 4.8ια.
Σφράγισμα της ενώσεως φύλλων από αμιαντοτσιμέντο σε γυρτή στέγη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΛΕΠΤΑ ΚΑΙ ΧΟΝΔΡΑ ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ

Α. ΛΕΠΤΑ ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ

5.1 Γενικά περί λεπτοκονιάματος.

5.1.1 Ορισμός. Απόδοση.

Το λεπτοκονίαμα ή απλά κονίαμα (κοινώς λάσπη) είναι μίγμα άμμου, νερού και μιας συγκολλητικής ύλης (κονίας) ή με άλλο ορισμό μίγμα άμμου και πολτού μιας κονίας. Αντί άμμου μπορεί να χρησιμοποιηθεί και άλλο αδρανές υλικό όπως χονδρή σκόνη μαρμάρου, γύψου, περλίτου κ.α. όπως θα αναπτυχθεί πιο κάτω. Τα υλικά αυτά αναμιγνύονται σε ορισμένες αναλογίες, που εξαρτώνται από το είδος της κονίας και από το σκοπό για τον οποίο προορίζεται το λεπτοκονίαμα.

Στο πρώτο στάδιο της παρασκευής του το κονίαμα βρίσκεται σε πλαστική κατάσταση και μπορεί να πάρει οποιοδήποτε σχήμα ή μορφή και γενικά μπορεί να υποστεί οποιαδήποτε επεξεργασία χωρίς καμιά αλλοίωση των χαρακτηριστικών του. Όταν περάσει όμως ορισμένος χρόνος, ο οποίος εξαρτάται κυρίως από το είδος της κονίας, που χρησιμοποιήθηκε, το κονίαμα αρχίζει να στερεοποιείται επειδή πήζει η κονία και τελικά μετατρέπεται σε ένα στερεό σώμα σκληρό και ανθεκτικό. Η άμμος δεν συμμετέχει στη στερεοποίηση (δεν δρα χημικά) και γι' αυτό ονομάζεται ***αδρανές*** υλικό.

Κάθε κονίαμα χαρακτηρίζεται από ένα κλάσμα α/β ή α:β, όπου ο αριθμητής α δηλώνει τα μέρη όγκου της κονίας και ο παρονομαστής β τα μέρη όγκου της άμμου, που λαμβάνονται για την παρασκευή του κονιάματος. Π.χ. όταν λέμε ασβεστοκονίαμα αναλογίας 2:3, εννοούμε ότι το κονίαμα αυτό αποτελείται από 2 μέρη όγκου ασβέστη και 3 μέρη όγκου άμμου.

Εάν V ο όγκος του φρέσκου κονιάματος και V_a ο όγκος της άμμου, που χρησιμοποιήθηκε για να προκύψει ο όγκος V, τότε ο λόγος:

$$A = \frac{V}{V_a} \qquad (26)$$

ονομάζεται ***απόδοση του κονιάματος***.

Η απόδοση εξαρτάται από την κοκκομετρική σύνθεση της άμμου, από τη μορφή των κόκκων, από την αναλογία κονίας προς άμμο (λόγος α:β) και από το ποσοστό του νερού επεξεργασίας.

Ο υπολογισμός της αποδόσεως γίνεται με πειραματική μέθοδο.

Αριθμητικά παραδείγματα, για τις αναλογίες και για την απόδοση, θα δοθούν στις επόμενες παραγράφους, όπου περιγράφονται τα διάφορα κονιάματα.

5.1.2 Παρασκευή.

Από την ανάμιξη του αδρανούς υλικού και του πολτού της κονίας προκύπτει ένα ομοιογενές μίγμα, όπου ο κάθε κόκκος της άμμου έχει καλυφθεί από ένα λεπτό στρώμα πολτού και όλα τα κενά που υπάρχουν ανάμεσα στους κόκκους, έχουν γεμίσει τελείως επίσης με πολτό.

Αν ληφθούν υπ' όψη ότι:

– Τα κενά της άμμου πρέπει να γεμίσουν με τον πολτό.

– Η αντοχή της άμμου είναι μεγαλύτερη από την αντοχή της κονίας, που στερεοποιήθηκε και

– η τιμή της άμμου είναι κατά πολύ μικρότερη από την τιμή της πιο φθηνής κονίας (του ασβέστη), τότε προκύπτουν οι παρακάτω βασικοί κανόνες παρασκευής οποιουδήποτε κονιάματος:

1) Πρέπει να χρησιμοποιείται άμμος με κοκκομετρική διαβάθμιση τέτοια, ώστε να επιτυγχάνεται ο μικρότερος όγκος κενών. Χονδροκοκώδης ή λεπτοκοκκώδης άμμος έχει πολλά κενά και συνεπώς απαιτείται μεγάλη ποσότητα κονίας γαι την πλήρωσή τους. Στην περίπτωση αυτή αυξάνεται η τιμή του κονιάματος και ελαττώνεται η αντοχή του.

2) Πρέπει να χρησιμοποιείται τόση ποσότητα κονίας, όση χρειάζεται για να γεμίσουν τα κενά της άμμου. Μεγαλύτερη ποσότητα αποτελεί σπατάλη, γιατί η επί πλέον κονία δεν εκτελεί το σκοπό της, δηλαδή την πλήρωση των κενών και τη σύνδεση των κόκκων της άμμου. Αντίθετα ελαττώνει την αντοχή του κονιάματος. Μικρότερη ποσότητα δημιουργεί κονίαμα πορώδες και με κόκκους που δεν είναι καλά δεμένοι μεταξύ τους.

Το κονίαμα, στο οποίο η ποσότητα της κονίας είναι όση ακριβώς χρειάζεται, ονομάζεται ***κανονικό***. Μεγαλύτερη ποσότητα κονίας δημιουργεί το ***παχύ κονίαμα.*** Μικρότερη ποσότητα δημιουργεί το ***ισχνό κονίαμα.***

Το παχύ και το ισχνό κονίαμα χρησιμοποιούνται συχνά σε διάφορες κατασκευές, όταν χρειάζεται να αυξηθεί μια συγκεκριμένη ιδιό-

τητα. Τέτοιες κατασκευές είναι:

– Οι στεγανές επιχρίσεις, όπου χρησιμοποιείται παχύ τσιμεντοκονίαμα.

– Το κτίσιμο των λίθων σε θεμέλια, όπου χρησιμοποιείται ισχνό ασβεστοκονίαμα κ.ο.κ.

Ο λόγος που χρησιμοποιούνται μη κανονικά κονιάματα στις παραπάνω εργασίες είναι φανερός.

5.1.3 Στερεοποίηση κονιάματος.

Η στερεοποίηση του κονιάματος ακολουθεί τα ίδια στάδια που ακολουθεί η κονία που χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή του. Έτσι:

– Τα πηλοκονιάματα στερεοποιούνται με την εξάτμιση του νερού της πηλοκονίας.

– Τα ασβεστοκονιάματα πρέπει να έλθουν σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα, ώστε ο ασβέστης να παραλάβει το διοξείδιο του άνθρακα και να σκληρυνθεί.

– Τα τσιμεντοκονιάματα πήζουν και σκληραίνουν ακριβώς όπως και το τσιμέντο και γι' αυτό πρέπει να λαμβάνονται τα ίδια μέτρα και προφυλάξεις κατά την πήξη τους.

– Τα ασφαλτοκονιάματα στερεοποιούνται μετά την πτώση της θερμοκρασίας επεξεργασίας της ασφάλτου.

Όπως οι κονίες έτσι και τα κονιάματα διακρίνονται σε ***αερικά,*** όταν στερεοποιούνται μόνο στον αέρα και σε ***υδραυλικά,*** όταν μπορούν να στερεοποιηθούν και μέσα στο νερό.

5.1.4 Γενικές χρήσεις των κονιαμάτων.

Τα κονιάματα χρησιμοποιούνται με τρεις διαφορετικούς τρόπους:

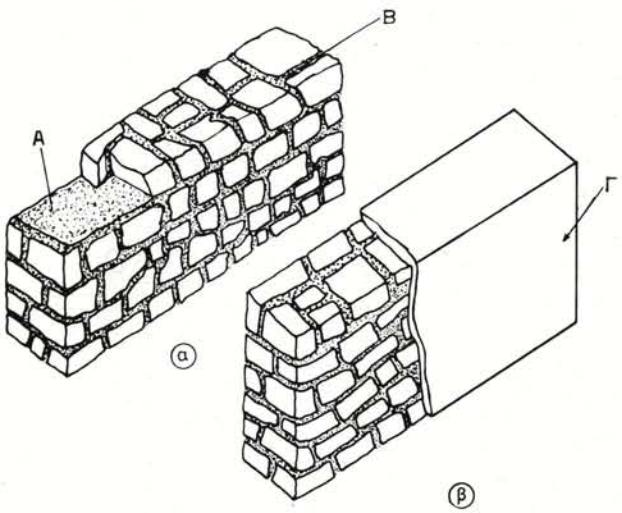
α) Συνδετικά υλικά.

Στο κτίσιμο τοίχων από φυσικούς ή τεχνητούς λίθους παρεμβάλλονται μεταξύ των οριζοντίων και κατακορύφων αρμών και γεμίζουν έτσι τα κενά που υπάρχουν ανάμεσα στις πέτρες και τα τούβλα.

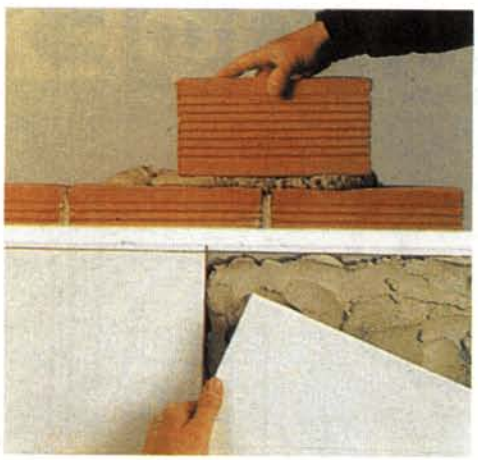
Κατά το κτίσιμο των λίθων και των τούβλων πρέπει να δημιουργούνται οριζόντιες επίπεδες επιφάνειες με κονιάματα που βοηθούν έτσι στην τοποθέτηση των επάνω σειρών των λίθων και κατανέμουν καλύτερα τα υπερκείμενα φορτία [σχ. 5.1α (α)].

Επίσης βασική λειτουργία των κονιαμάτων είναι η σύνδεση δομικών υλικών μεταξύ τους (τούβλα, πλάκες κλπ..) (σχ. 5.1β).

Με τη χρήση των κονιαμάτων έγινε δυνατή η χρησιμοποίηση αλαξεύτων λίθων (αργών λίθων) ή ελαφρών τεχνητών λίθων (τούβλων, τσιμεντολίθων κλπ..) και έτσι επιτεύχθηκε σημαντική οικονομία στην κατασκευή τοίχων.



Σχ. 5.1α.
Χρήσεις των κονιαμάτων. Ως συνδετικό υλικό παριστάνεται στο σχήμα (α) με το γράμμα Β. Ως υλικό απισώσεως οριζοντίων επιφανειών για την καλή έδραση του υπερκειμένου στρώματος των λίθων παριστάνεται στο σχήμα (α) με το γράμμα Α. Τέλος ως καλυπτικό υλικό οριζοντίων και κατακορύφων επιφανειών παριστάνεται στο σχήμα (β) με το γράμμα Γ.



Σχ. 5.1β.
Κονίαμα συνδέσεως των τούβλων ή των πλακιδίων.



Σχ. 5.1γ.
Κονίαμα τελικής στρώσεως επιχρίσματος τοποθετούμενο με ξύλινο επίπεδο εργαλείο.

β) Καλυπτικά και μονωτικά υλικά.

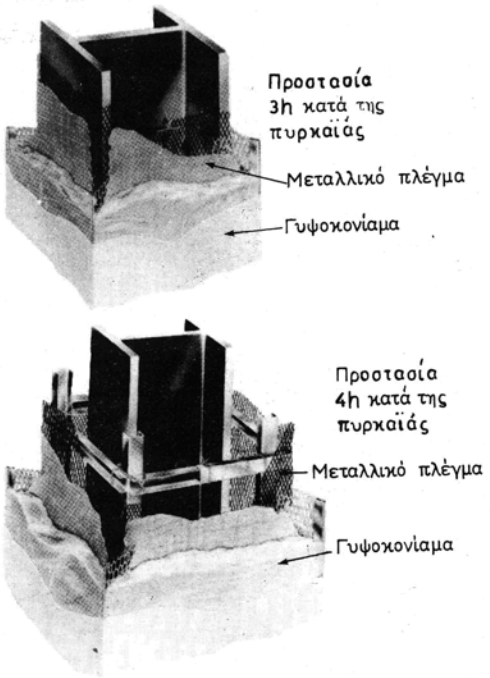
Για την εξομάλυνση και την καλύτερη εμφάνιση των ορατών επιφανειών τοίχων, στύλων, οροφών, χρησιμοποιείται λεπτό στρώμα κονιάματος πάχους 2,5 cm έως 3,5 cm [σχ. 5.1α (β) και 5.1γ)].

Όταν οι επιφάνειες αυτές είναι εξωτερικές και επηρεάζονται από τους ατμοσφαιρικούς παράγοντες, τότε το στρώμα αυτό εκτελεί και προστατευτικό έργο.

Το είδος του κονιάματος που θα χρησιμοποιηθεί σε κάθε περίπτωση εξαρτάται από τη θέση του στοιχείου που θα καλυφθεί (εξωτερικές ή εσωτερικές επιφάνειες τοίχων, επιφάνεια οροφών κλπ..) και από την εμφάνιση που επιθυμούμε να δώσομε στην ορατή επιφάνεια (αρτιφισιέλ, μαρμαροκονιάματα, κοινά λασπώματα κλπ..).

Επίσης ορισμένα είδη ισχυρών κονιαμάτων (τσιμεντοκονιάματα) χρησιμοποιούνται για τη στεγανοποίηση ειδικών έργων. Έτσι οι εσωτερικές επιφάνειες δεξαμενών νερού ή άλλων υγρών, σηπτικών βόθρων, μεγάλων αγωγών νερού κλπ.. στεγανοποιούνται με ένα στρώμα κονιάματος. Οι αρμοί μεταξύ των πλακών, που καλύπτουν διάφορες επιφάνειες καλύπτονται με κονίαμα για να παρεμποδισθεί η δίοδος του νερού.

Τέλος, όπου απαιτείται, χρησιμοποιούνται ειδικά κονιάματα για ακουστικές ή θερμικές μονώσεις καθώς και για μονώσεις κατά της φωτιάς (σχ. 5.1δ).



Σχ. 5.1δ.
Προστασία σιδερένιου στύλου από την πυρκαϊά με γυψοκονίαμα, που εφαρμόζεται σε μεταλλικό πλέγμα. Το πάχος του στρώματος του κονιάματος καθορίζει τη διάρκεια της αντοχής του κονιάματος σε παρατεταμένη πυρκαϊά.

γ) Πρώτες ύλες για την κατασκευή τεχνητών λίθων.

Ορισμένα κονιάματα, π.χ. τα πηλοκονιάματα και τσιμεντοκονιάματα, χρησιμοποιούνται ευρύτατα για την κατασκευή τεχνητών λίθων, όπως είναι τα τούβλα, διάφοροι τύποι τσιμεντολίθων κλπ.. (βλ. κεφ. 6).

5.1.5 Ιδιότητες των κονιαμάτων.

Από τα προηγούμενα γίνεται φανερό ότι για να θεωρηθεί ένα κονίαμα κατάλληλο, για το σκοπό που προορίζεται, πρέπει να έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

– Να είναι ***εργάσιμο*** ώστε, κατά τους διαφόρους χειρισμούς να μη διασπάται η μάζα του. Για το λόγο αυτό πρέπει να αναμιγνύονται πολύ καλά τα υλικά του και να μην παραμένουν σβώλοι στη μάζα του.

– Να είναι αρκετά ***πλαστικό,*** ώστε να καλύπτει καλά τις ανωμαλίες των λίθων και των επιφανειών, και συγχρόνως να έχει αρκετή συνοχή (να μην είναι υδαρές), ώστε να συγκρατείται και να μην εκφεύγει από τους αρμούς της τοιχοποιίας κατά την τοποθέτηση των υπερκειμένων λίθων επάνω του.

– Η ***ξήρανσή*** του ή η ***πήξη*** του να γίνεται σε κανονικό χρόνο, ώστε να μπορεί να αντέξει τα υπερκείμενα φορτία κατά τη δόμηση.

– Να παρουσιάζει ***ογκοσταθερότητα***, για να μην προκαλούνται διαστολές ή συστολές που δημιουργούν συρρικνώσεις ή ρήγματα (σχ. 5.1ε).

– Να παρουσιάζει υψηλή αντοχή σε θλίψη, εφ' όσον θα χρησιμοποιηθεί σε έργα που δέχονται μεγάλες θλιπτικές δυνάμεις και τέλος,

– να μπορεί να σκληραίνει μέσα στο νερό, όταν πρόκειται για έργα που κατασκευάζονται σε υγρά εδάφη ή και μέσα στο νερό.

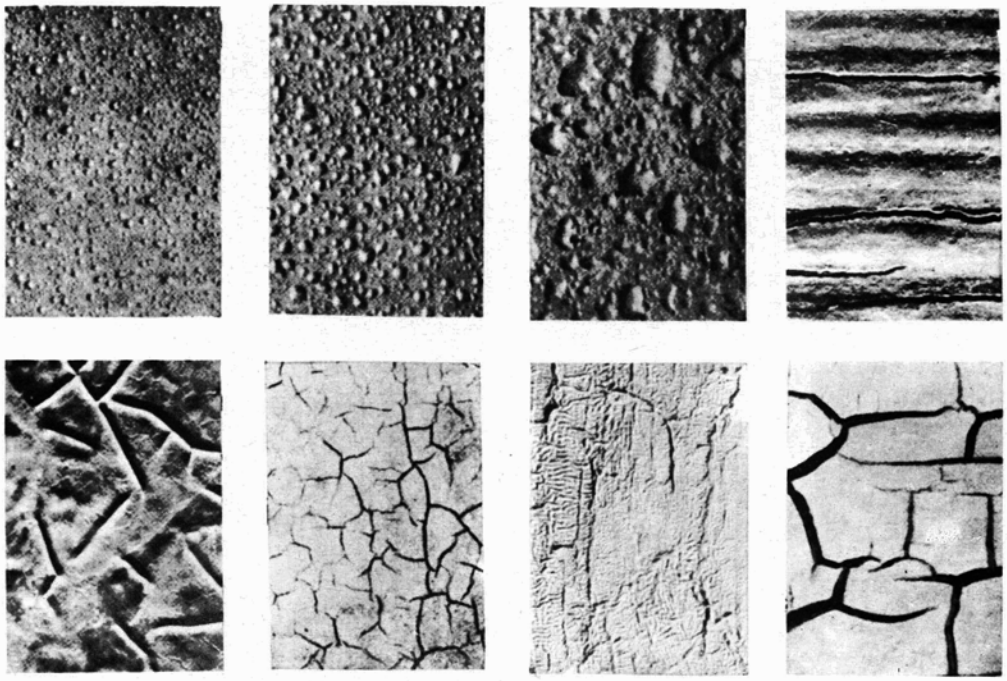
5.1.6 Κατάταξη των κονιαμάτων.

α) Ανάλογα με την κονία που χρησιμοποιείται.

Τα είδη των κονιαμάτων χαρακτηρίζονται συνήθως από την κονία που χρησιμοποιείται για την παρασκευή τους. Έτσι έχομε:

Πηλοκονιάματα, ασβεστοκονιάματα, γυψοκονιάματα, τσιμεντοκονιάματα κ.α.

Πιο σπάνια χαρακτηρίζονται από το αδρανές ή από τη μηχανική αντοχή τους. Στις περιπτώσεις αυτές συγκολλητική ύλη μπορεί να είναι οποιαδήποτε από τις γνωστές κονίες. Αν λη-



Σχ. 5.1ε.
Διάφορα ελαττώματα καλυπτικών κονιαμάτων που οφείλονται ή σε κακή σύνθεσή τους ή σε ακαταλληλότητα των πρώτων υλών ή σε κακή εργασία.

φθεί ως χαρακτηριστικό στοιχείο το αδρανές υλικό έχομε:

Αμμοκονιάματα, θηραϊκοκονιάματα, μαρμαροκονιάματα κλπ..

β) Ανάλογα με τη μηχανική αντοχή τους.

Αν ληφθεί υπ' όψη η μηχανική αντοχή τους, τα κονιάματα χωρίζονται σε τρεις ομάδες:

Ομάδα Ι: ***Κονιάματα χαμηλής αντοχής***. Σε αυτήν ανήκουν τα πηλοκονιάματα και τα ασβεστοκονιάματα.

Ομάδα ΙΙ: ***Κονιάματα μέτριας αντοχής***. Περιλαμβάνουν τα ασβεστοτσιμεντοκονιάματα και τα θηραϊκοκονιάματα.

Ομάδα ΙΙΙ: ***Κονιάματα υψηλής αντοχής***. Σε αυτήν ανήκουν τα τσιμεντοκονιάματα.

5.1.7 Ποιοτικός έλεγχος.

Τα κονιάματα πρέπει, πριν χρησιμοποιηθούν στα διάφορα έργα, να ελέγχονται αν είναι κατάλληλα για το σκοπό που προορίζονται. Ειδικά για τα δημόσια έργα ισχύει η Πρότυπος Τεχνική Προδιαγραφή Τ 87 "Υλικά, σύνθεση, παρασκευή και έλεγχος κονιαμάτων για έργα οδοποιίας". Σε αυτήν γίνεται πλήρης περιγραφή των πρώτων υλών, του τρόπου συνθέσεως και παρασκευής των κονιαμάτων και των ελέγχων που πρέπει να γίνουν στις πρώτες ύλες και στο έτοιμο κονίαμα.

Οι αναφερόμενοι στο κονίαμα έλεγχοι αφορούν στο εργάσιμο, στη συγκράτηση του νερού, στην αντοχή σε θλίψη και εφελκυσμό, στις αναλογίες συνθέσεως και στους αφροποιητικούς παράγοντες. Οι τελευταίοι είναι ουσίες που προστίθενται στο κονίαμα και δημιουργούν πολύ μικρές φυσαλίδες μέσα στη μάζα του για να το κάνουν περισσότερο εργάσιμο.

Ένας πρόχειρος τρόπος ελέγχου του εργάσιμου του κονιάματος και της σωστής αναλογίας των υλικών του γίνεται με τα χέρια (σχ. 5.1στ). Το κονίαμα πλάθεται και αν δεν ξεφεύγει από τα δάκτυλα, αλλά διατηρεί το σχήμα που παίρνει με το πλάσιμο και αφήνει ένα λε-



Σχ. 5.1στ.
Πρόχειρος έλεγχος καταλληλότητας ενός κονιάματος με τα χέρια.

πτό στρώμα κονίας στην παλάμη θεωρείται ότι είναι καλή η παρασκευή του.

5.2 Πηλοκονιάματα.

Τα πηλοκονιάματα είναι ένα φυσικό μίγμα πηλοκονίας, άμμου και νερού.

Βρίσκονται άφθονα στη φύση με διάφορες αναλογίες πηλοκονίας και αδρανούς ύλης. Είναι το πρώτο κονίαμα, που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος.

Διακρίνονται σε:

– ***Ισχνά πηλοκονιάματα***, όταν η πηλοκονία περιέχεται σε αναλογία 15% έως 20%, του βάρους του πηλοκονιάματος και

– ***παχιά πηλοκονιάματα,*** .όταν η πηλοκονία υπερβαίνει το ποσοστό συτό.

Ανάλογα με τη χρήση, για την οποία προορίζεται, μπορεί να γίνει εμπλουτισμός ή απίσχναση του πηλοκονιάματος, με αφαίρεση ή προσθήκη άμμου, όπως θα δούμε με λεπτομέρεια στο έκτο κεφάλαιο για τα τούβλα.

Για την παρασκευή πηλοκονιάματος αρκεί να καθαρισθεί η πρώτη ύλη από τα επιφανειακά χώματα και από τις μικρές πέτρες και να αναμιχθεί με την απαιτούμενη ποσότητα νερού, για να γίνει εργάσιμο και πλαστικό.

Το πηλοκονίαμα ανήκει στην κατηγορία των αερικών κονιαμάτων, γιατί η στερεοποίησή του γίνεται μόνο εφ' όσον εξατμισθεί το νερό που περιέχει. Έχει όμως το μειονέκτημα ότι επανέρχεται σε κατάσταση πολτού όταν ξαναβραχεί. Επομένως δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε δομικά στοιχεία, που δέχονται την επίδραση του νερού ή βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος. Στις περιπτώσεις αυτές πρέπει να ληφθούν ιδιαίτερα προφυλακτικά μέτρα, για να αποφευχθεί η επαφή του με το νερό.

Δημιουργεί ικανοποιητική θερμική μόνωση στις κατασκευές και διευκολύνει τον αερισμό των τοίχων επειδή είναι πορώδες υλικό. Προσφύεται πολύ καλά στις πέτρες και στα ξύλα. Παλαιότερα το χρησιμοποιούσαν για την κατασκευή ωμοπλίθων (ανόπτων πλίνθων) και για την κάλυψη των κενών σε κλαδόπλεκτες ή ξύλινες στέγες και τοίχους. Το καλυπτικό στρώμα του πηλοκονιάματος προστατεύει το ξύλο από την πυρκαϊά, την υγρασία και τα έντομα και αποτελεί πολύ καλό μονωτικό στοιχείο απέναντι στις καιρικές μεταβολές (θερμότητα, κρύο, άνεμος κλπ.).

Σήμερα το πηλοκονίαμα χρησιμοποιείται κυρίως για την κατασκευή των τούβλων και των άλλων κεραμικών προϊόντων (κεραμίδια, πηλοσωλήνες κλπ.). Σε περιοχές όμως που δεν υπάρχουν πέτρες, το πηλοκονίαμα με μορφή ωμοπλίνθων εξακολουθεί να χρησιμοποιείται σε δευτερεύουσας φύσεως κατασκευές (βοηθητικοί χώροι, μανδρότοιχοι κλπ.).

5.3 Ασβεστοκονιάματα.

5.3.1 Γενικά.

Το ασβεστοκονίαμα είναι μίγμα άμμου, σβησμένου ασβέστη (υδρασβέστη) και νερού. Η άμμος που χρησιμοποιείται μπορεί να είναι φυσική ή τεχνητή.

1) Η φυσική άμμος (κυρίως θαλάσσια) παρέχει ανθεκτικότερο κονίαμα, αλλά, επειδή είναι ακριβή, σπάνια χρησιμοποιείται.

Η τεχνητή άμμος, που είναι συνήθως ασβεστολιθικής ή δολομιτικής προελεύσεως, όταν έχει καλή κοκκομετρική σύνθεση, συντελεί στην κατασκευή ισχυρού ασβεστοκονιάματος. Η άμμος πρέπει να είναι καθαρή. Δεν επιτρέπεται να περιέχει διαλυτά άλατα, γιατί εμφανίζονται αργότερα εξανθήματα στα επιχρίσματα που κατασκευάζονται με ασβεστοκονίαμα. Επίσης δεν επιτρέπεται να περιέχει πηλώδη υλικά σε αναλογία μεγαλύτερη άπό 3%, γιατί το κονίαμα γίνεται ασθενές, παθαίνει ραγίσματα και τρίβεται εύκολα ύστερα από την πήξη του.

Η κοκκομετρική σύνθεση της άμμου πρέπει να είναι τέτοια, ώστε η κοκκομετρική καμπύλη να είναι συνεχής, δηλαδή η άμμος να περιέχει όλα τα μεγέθη των κόκκων σε τόση ποσότητα, ώστε να επιτυγχάνονται τα λιγότερα κενά.

Η καλούμενη ***άμμος κτισίματος*** που κυκλοφορεί στο εμπόριο, και η οποία είναι μίγμα άμμου τριβείου και χώματος είναι γενικά ακατάλληλη για κονιάματα που προορίζονται για κτίσιμο τούβλων ή για επιχρίσματα.

2) Ο ασβέστης χρησιμοποιείται συνήθως σε μορφή πολτού υδρασβέστη ή σε μορφή σκόνης υδρασβέστη. Ο υδρασβέστης πρέπει να έχει σβησθεί τελείως και να έχει παλαιωθεί προτού να χρησιμοποιηθεί, ώστε να μην περιέχει άσβηστα μόρια καμένου ασβέστη. Αυτό είναι απαραίτητο γιατί τα μόρια αυτά μπορεί να σβησθούν αργότερα, όταν το κονίαμα θα έχει ενσωματωθεί στο έργο, με συνέπεια να διογκωθεί και να καταστραφεί το κονίαμα, ή να δημιουργηθούν φουσκάλες (φλύκταινες) (σχ. 5.1ε). Ειδικά σε κονιάματα που προορίζονται για την κατασκευή επιχρισμάτων ο υδρασβέστης πρέπει να χρησιμοποιηθεί 15 μέρες τουλάχιστον ύστερα από το σβήσιμο του καμένου ασβέστη.

3) Το νερό που χρησιμοποιείται πρέπει να είναι καθαρό, χωρίς άλατα ή οργανικές ουσίες. Θαλασσινό νερό ή πολύ γλυφό δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιείται.

5.3.2 Παρασκευή των ασβεστοκονιαμάτων.

Η ανάμιξη των υλικών πρέπει να γίνεται προσεκτικά, ώστε να προκύψει ομοιογενής μάζα. Δεν πρέπει να υπάρχουν μικροί σβώλοι υδρασβέστη αδιάλυτοι, γιατί θα αποτελέσουν εστίες καταστροφής του κονιάματος.

Η ομοιογένεια της μάζας εξακριβώνεται με μια πρόχειρη δοκιμή. Δημιουργείται με το μυστρί ένα αυλάκι στην επιφάνεια του έτοιμου κονιάματος. Αν στις παρειές του αυλακιού δεν παρουσιασθούν άσπρες γραμμές ή άσπρα στίγματα αυτό σημαίνει ότι η ανάμιξη είναι ικανοποιητική.

Η ανάμιξη γίνεται με τα χέρια με τη βοήθεια φτυαριού ή τσάπας ή καλύτερα με ειδικούς αναμικτήρες (σχ. 5.3α).

Οι αναλογίες του υδρασβέστη, της άμμου και του νερού που χρησιμοποιούνται, εξαρτώνται από την ποιότητα των πρώτων υλών και από τον προορισμό του ασβεστοκονιάματος.

Για τη σύνθεση ενός ***κανονικού*** ασβεστοκονιάματος είναι απαραίτητο να γνωρίζομε τον όγκο που καταλαμβάνουν τα κενά της άμμου, γιατί αυτά πρέπει να πληρωθούν με τον πολτό του ασβέστη. Υπάρχουν ακριβείς μέθοδοι προσδιορισμού του όγκου των κενών, που χρησιμοποιούνται όμως μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις.

Για την κοινή άμμο λατομείου με σχετικά καλή κοκκομετρική σύνθεση έχει βρεθεί ότι ο όγκος των κενών κυμαίνεται μεταξύ 35% και 42% του φαινόμενου όγκου της.

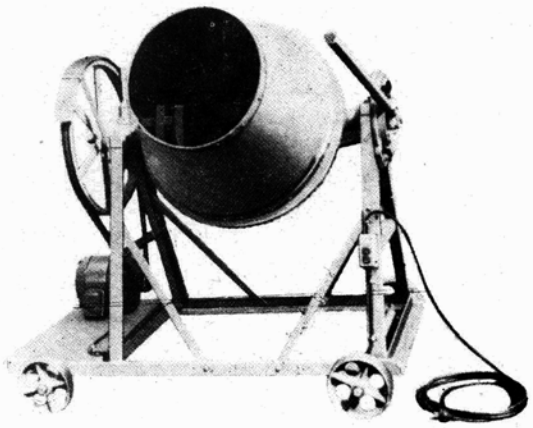
Επομένως αν πάρομε 1 m^3 άμμου και 0,40 m^3 περίπου υδρασβέστη αποκτούμε περίπου 1 m^3 κανονικού ασβεστοκονιάματος. Η σχέση μεταξύ ασβέστη και άμμου είναι: 0,40: 1 ή 1: 2,5.

Οι αναλογίες που χρησιμοποιούνται και οι χρήσεις των αντιστοίχων ασβεστοκονιαμάτων είναι οι εξής:

1 : 1,5 1 : 2 1 : 2,5	Παχιά κονιάματα για επιχρίσματα
1 : 2,5 1 : 3	Κανονικά κονιάματα για κτίσιμο τούβλων
1 : 3 1 : 4	Ισχνά κονιάματα για κτίσιμο ανωδομών με αργούς λίθους
1 : 5	Ισχνά κονιάματα για κτίσιμο θεμελίων με αργούς λίθους

Από τα παραπάνω βλέπομε ότι τα ισχνά κονιάματα με αναλογίες 1:3 έως 1:5 χρησιμοποιούνται για δομικά στοιχεία μεγάλου πάχους ή για κατασκευές που βρίσκονται μέσα στο έδαφος, όπου η πήξη του ασβέστη δυσκολεύεται γιατί δεν έρχεται σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα. Αντίθετα στα επιχρίσματα μπορεί να χρησιμοποιηθούν παχιά κονιάματα.

Η ποσότητα του νερού, που πρέπει να χρησιμοποιηθεί είναι πρακτικά περίπου η ίδια, για όλες τις αναλογίες ασβεστοκονιαμάτων. Ένα μέρος του νερού θα χρειασθεί για τη διάλυση του πολτού του υδρασβέστη, και ένα άλλο για



Σχ. 5.3α.
Μηχανικός αναμικτήρας για την παρασκευή κονιαμάτων.

την ύγρανση των κόκκων της άμμου. Η ποσότητα του νερού για το βρέξιμο 1 m^3 άμμου φθάνει τα 0,14 m^3 περίπου και για τη διάλυση 1 m^3 υδρασβέστη τα 0,16 m^3.

Για να αποφευχθούν χρονοβόροι υπολογισμοί των ποσοτήτων του ασβέστη, της άμμου και του νερού χρησιμοποιούμε ειδικούς πίνακες που έχουν εκδοθεί είτε από Δημόσιες Υπηρεσίες είτε από ιδιώτες μηχανικούς. Οι πίνακες αυτοί έχουν τον τίτλο "Ανάλυση τιμών" και περιλαμβάνουν, τις ποσότητες των υλικών που χρειάζονται για την παρασκευή 1 m^3 κονιάματος οποιασδήποτε αναλογίας, και το χρόνο, που απαιτείται από τους εργάτες για την παρασκευή 1 m^3 του κονιάματος.

Εάν οι ποσότητες αυτές καθώς και οι χρόνοι εργασίας πολλαπλασιασθούν με την τιμή των υλικών και της εργασίας, που ισχύουν όταν θα εκτελεσθεί το έργο, τότε προκύπτει η τιμή της μονάδας 1 m^3 του κονιάματος.

Π.χ. για την παρασκευή 1 m^3 ασβεστοκονιάματος αναλογίας 1: 2,5, οι πίνακες του Υπουργείου Δημοσίων Έργων (ΑΤΟΕ), δίνουν την παρακάτω ανάλυση:

Υλικά.

Υλικά πολτού ασβέστη	m^3 0,36
Άμμος	m^3 0,90
Νερό	m^3 0,20

Εργασία.

Σβήσιμο ασβέστη και παρασκευή κονιάματος: Εργάτης ω 4,90.

Εάν η αξία των υλικών στον τόπο του έργου είναι: Πολτός του υδρασβέστη 780 δρχ/m^3, άμμος 160 δρχ/m^3 και νερό 15 δρχ/m^3 και το ωρομίσθιο ενός εργάτη στην περιοχή κατασκευής του έργου είναι 93 δρχ/m^3 τότε η δαπάνη για την παρασκευή 1 m^3 ασβεστοκονιάμα-

τος αναλογίας 1:2,5 θα ανέλθει στο ποσό των 880 δρχ.

5.3.3 Πήξη και σκλήρυνση του ασβεστονιάματος.

Η πήξη του ασβεστοκονιάματος αρχίζει σιγά- σιγά, από τα εξωτερικά προς τα εσωτερικά και οφείλεται στην επερχόμενη πήξη του ασβέστη.

Κατά την πήξη παρουσιάζεται νερό στις εξωτερικές επιφάνειες, πράγμα που δημιουργεί μεγάλη υγρασία στις κατασκευές και εμποδίζει τη συνέχιση των εργασιών. Πρέπει λοιπόν στο δομικό στοιχείο, στό οποίο χρησιμοποιήθηκε ασβεστοκονίαμα, να μη γίνουν άλλες εργασίες για ένα χρονικό διάστημα, απαραίτητο για να πήξει το κονίαμα και ύστερα να συνεχισθούν οι νέες εργασίες.

Π.χ. ένας τοίχος από πέτρες ή τούβλα, στον οποίο χρησιμοποιήθηκε ασβεστοκονίαμα, πρέπει να επιχρισθεί μόνον όταν βεβαιωθούμε ότι έχει εντελώς σκληρυνθεί το κονίαμα και ότι ο τοίχος δεν εμφανίζει εξωτερική υγρασία. Το ίδιο πρέπει να διαπιστωθεί και για τα επιχρίσματα, προτού προχωρήσομε στα χρώματα.

Η πήξη και η σκλήρυνση του κονιάματος γίνονται ταχύτερα, όταν υπάρχει καλός αερισμός, γιατί έτσι και η υγρασία απομακρύνεται και νέες ποσότητες CO_2 απορροφούνται συνεχώς. Είναι εσφαλμένη η εντύπωση ότι θερμαίνοντες το κονίαμα επιταχύνεται η σκλήρυνσή του. Επίσης η ταχύτητα της πήξεως εξαρτάται και από τις ατμοσφαιρικές συνθήκες. Τους χειμερινούς μήνες, που η ατμόσφαιρα είναι κορεσμένη με υδρατμούς, καθυστερεί πολύ η σκλήρυνση του κονιάματος.

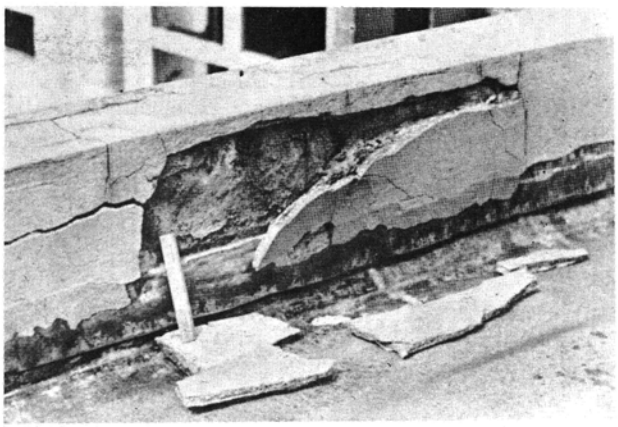
Τεχνητή πήξη μπορεί να γίνει με τη χρησιμοποίηση ανοικτών, χωρίς καπναγωγούς, θερμαστρών, στις οποίες καίγονται κωκ ή ξύλα. Ο καπνός περιέχει μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα και έτσι γίνεται ταχύτερα η πήξη του κονιάματος.

5.3.4 Ιδιότητες του ασβεστοκονιάματος.

Το φαινόμενο ειδικό βάρος του ασβεστοκονιάματος είναι περίπου 1.700 kp/m^3 και η πυκνότητά του 0,80.

Η μηχανική αντοχή του σε θλίψη είναι πολύ μικρή και δεν υπερβαίνει τα 15 kp/cm^2. Επομένως περιορίζεται πολύ η αντοχή των τοιχοδομών με ασβεστοκονίαμα, δεδομένου ότι οι φυσικοί ή οι τεχνητοί λίθοι έχουν πολύ μεγαλύτερη μηχανική αντοχή. Οι ελληνικοί κανονισμοί προσδιορίζουν τις ανεκτές (επιτρεπόμενες) τάσεις τοιχοποιιών από φυσικούς ή τεχνητούς λίθους, ίσες με τις ανεκτές τάσεις του ασβεστοκονιάματος, δηλαδή μεταξύ 4 kp/cm^2 και 9 kp/cm^2.

Η αντοχή στις εξωτερικές επιρροές είναι μικρότερη από την αντοχή άλλων κονιαμάτων. Γι' αυτό, όταν χρησιμοποιούνται σε εξωτερικές επιφάνειες, πρέπει να ενισχύονται είτε με τσιμέντο είτε με άλλες ενισχυτικές ουσίες (υδρύαλος κλπ..). Είναι συνηθισμένο, κυρίως σε παλαιές οικοδομές, το φαινόμενο καταστραμμένων επιχρισμάτων, επειδή έχει εισδύσει νερό μεταξύ κονιάματος και τοίχου (σχ. 5.3β).



Σχ. 5.36.
Καταστροφή επιχρίσματος από ασβεστοκονίαμα, επειδή λείπει η προστασία κατά της εισδύσεως νερού ανάμεσα στο κονίαμα και στον τοίχο.

5.3.5 Χρήσεις.

Τα ασβεστοκονιάματα χρησιμοποιούνται σε μεγάλη έκταση στην Ελλάδα, όπου ο ασβέστης και η άμμος έχουν σχετικώς χαμηλή τιμή. Σε άλλες χώρες και κυρίως στην Β. Ευρώπη, η χρήση τους είναι πολύ περιορισμένη και έχουν αντικατασταθεί από τα τσιμεντοκονιάματα.

Χρησιμοποιούνται και ως συνδετικά και ως καλυπτικά υλικά.

Ως συνδετικά υλικά χρησιμοποιούνται με διάφορες αναλογίες ασβέστη και άμμου στην κατασκευή τοίχων από φυσικούς ή τεχνητούς λίθους.

Ως καλυπτικά υλικά χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των εσωτερικών και εξωτερικών επιφανειών των τοίχων των οικοδομών.

5.3.6 Ειδικά ασβεστοκονιάματα.

Για να βελτιωθούν ορισμένες ιδιότητες των ασβεστοκονιαμάτων, όπως είναι η μηχανική αντοχή τους, η αντοχή τους στο γέρασμα, η καλύτερη εμφάνιση των επιχρισμένων επιφανειών κ.α., χρησιμοποιούνται ποικίλα άλλα υλικά, που αναμιγνύονται με τα ασβεστοκονιάματα και συντελούν στη βελτίωση της ποιότητάς τους.

Τα κυριότερα από τα ειδικά αυτά ασβεστοκονιάματα είναι:

1) ***Ασβεστογυψοκονιάματα***. Με ανάμιξη γύψου με διάφορες αναλογίες με το ασβεστοκονίαμα παρασκευάζεται ένα υλικό κατάλληλο

για την κάλυψη εσωτερικών επιφανειών και ειδικά των οροφών (σχ. 5.3γ). Το υλικό αυτό είναι πιο πλαστικό και δημιουργεί λείες επιφάνειες πολύ καλής εμφανίσεως και χωρίς σκασίματα.

2) ***Μαρμαροκονιάματα.*** Στα κονιάματα αυτά αντί άμμου χρησιμοποιείται μαρμαρόσκονη ως αδρανές πρόσμιγμα.

Οι ποσότητες που χρειάζονται για την παρασκευή 1 m^3 μαρμαροκονιάματος παρέχονται από τον ΑΤΟΕ.

Χρησιμοποιούνται για την κατασκευή του τελευταίου στρώματος των εσωτερικών και εξωτερικών επιχρισμάτων.

Οι επιφάνειες που δημιουργούνται είναι πολύ καλής εμφανίσεως και μπορούν να υποστούν λείανση.

3) ***Θηραϊκοκονιάματα.*** Παρασκευάζονται με άλευρο θηραϊκής γης που αντικαθιστά ένα μέρος ή ολόκληρη την ποσότητα της άμμου του κοινού ασβεστοκονιάματος. Το πλεονέκτημα των κονιαμάτων αυτών σε σχέση με το κοινό ασβεστοκονίαμα είναι ότι εμφανίζουν αρκετή υδραυλικότητα. Το θηραϊκοκονίαμα χρησιμοποιείται γι' αυτό το λόγο στην κατασκευή τοιχοδομών θεμελίων ή τοιχοδομών σε υγρό περιβάλλον (υπόγεια κλπ..).

5.4 Τσιμεντοκονιάματα.

5.4.1 Προέλευση.

Το μίγμα άμμου, τσιμέντου και νερού καλείται ***τσιμεντοκονίαμα*** (κοινώς τσιμεντόλασπη).

Το τσιμέντο αποτελεί τη δραστική συγκολλητική ουσία, που σαν πολτός, γεμίζει τα κενά της άμμου.

Η άμμος αποτελεί την αδρανή ύλη, που συντελεί στην αύξηση και βελτίωση των μηχανικών και των άλλων ιδιοτήτων του μίγματος έναντι του τσιμέντου.

Το τσιμέντο παρουσιάζει μεγαλύτερη ικανότητα προσφύσεως και μεγαλύτερη μηχανική αντοχή από τις άλλες κονίες (ασβέστης, γύψος κλπ..). Επίσης έχει την υδραυλική ιδιότητα, την ικανότητα δηλαδή να σκληραίνει μέσα στο νερό. Για τους παραπάνω λόγους το τσιμεντοκονίαμα έγινε ένα από τα πιο σημαντικά δομικά υλικά της σύγχρονης εποχής. Είτε χρησιμοποιηθεί αυτούσιο (π.χ. στη δόμηση τοίχων από τούβλα, στα επιχρίσματα και στις στεγανές επικαλύψεις) είτε χρησιμοποιηθεί ως βοηθητικό υλικό, για την κατασκευή άλλων συνθετοτέρων υλικών, όπως π.χ. το σκυρόδεμα και οι διάφοροι τεχνητοί λίθοι, το τσιμεντοκονίαμα μπορεί να ανταποκριθεί σε οποιεσδήποτε απαιτήσεις του έργου, για το οποίο προορίζεται. Προϋπόθεση βέβαια είναι ότι θα ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα κατά την παρασκευή του. Επίσης το κόστος παρασκευής του είναι αρκετά χαμηλό και έτσι δίνει οικονομικές κατασκευές.



Σχ. 5.3γ.
Ασβεστογυψοκονίαμα που εφαρμόζεται ως τελικό στρώμα σε οροφή.

5.4.2 Πρώτες ύλες του τσιμεντοκονιάματος.

1) Η ***άμμος***, που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί στα τσιμεντοκονιάματα πρέπει να επιλεγεί με μεγαλύτερη προσοχή από αυτή που καταβάλλεται για την άμμο του ασβεστοκονιάματος, γιατί η επιρροή της στις ιδιότητες του τσιμεντοκονιάματος είναι πολύ σοβαρότερη.

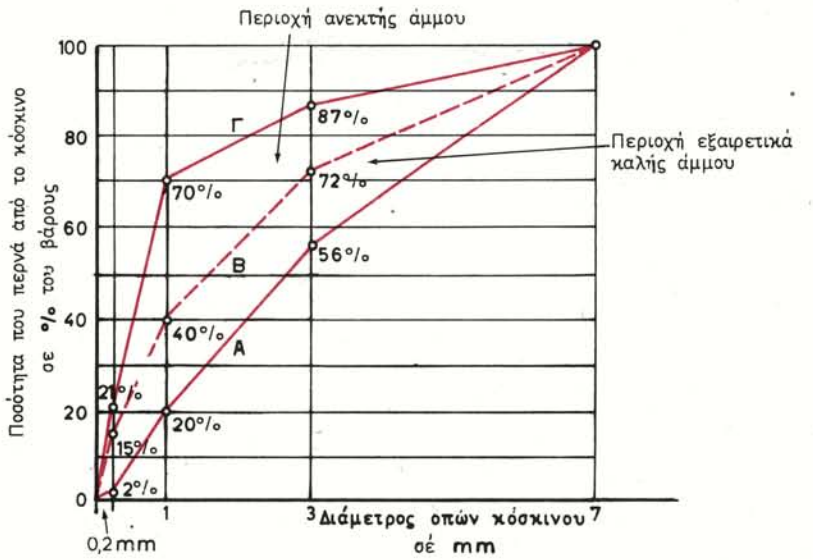
Η ιδεώδης άμμος είναι η χαλαζιακή, άμμος από τη θάλασσα, με κόκκους διαφόρων μεγεθών, ώστε να προκύπτουν τα λιγότερα δυνατά κενά. Επειδή όμως η άμμος αυτή είναι ακριβή και δεν είναι άφθονη, χρησιμοποιείται μόνο για ειδικές κατασκευές, όπως είναι οι στεγανές επαλείψεις δεξαμενών και ταρατσών, η κάλυψη αρμών κλπ..

Η άμμος που χρησιμοποιείται συνήθως είναι η άμμος των λατομείων ασβεστολιθικής προελεύσεως. Πρέπει να αποτελείται από κόκκους σκληρούς, που δεν θραύονται εύκολα και με κοκκομετρική σύνθεση ανάλογη με τη σπουδαιότητα του έργου, για το οποίο προορίζεται το τσιμεντοκονίαμα. Οι κανονισμοί δίνουν τα όρια, μέσα στα οποία πρέπει να βρίσκονται οι κόκκοι κάθε μεγέθους (σχ. 5.4α). Όταν η κοκκομετρική καμπύλη της άμμου που διαθέτομε βρίσκεται μεταξύ των καμπυλών Β και Γ του διαγράμματος 5.4α, η άμμος θεωρείται ανεκτή. Όταν η καμπύλη αυτή βρίσκεται μεταξύ των καμπυλών Α και Β, η άμμος θεωρείται εξαιρετικά καλή.

Η άμμος δεν πρέπει να περιέχει ξένες προσμίξεις, γιατί βλάπτουν τη συνοχή, τη σκλήρυνση, την αντοχή και γενικά όλες τις ιδιότητες του τσιμεντοκονιάματος.

Οι προσμίξεις αυτές είναι:

– Οι άργιλοι (πηλοί) σε αναλογία μεγαλύτερη από 3%. Ιδιαίτερα επιβλαβείς είναι οι ύλες αυτές, όταν



Σχ. 5.4α.
Οριακές καμπύλες κοκκομετρικής συνθέσεως άμμου- τσιμεντοκονιαμάτων σύμφωνα με τον Ελληνικό Κανονισμό.

βρίσκονται κολλημένες στους κόκκους της άμμου.

– Οργανικές ουσίες που περιέχονται στο χώμα.

– Κομμάτια άνθρακα ή λιγνίτη.

– Διάφορες ενώσεις του θείου και

– διάφορα διαλυτά άλατα, όπως π.χ. το χλωριούχο νάτριο που περιέχεται στο θαλάσσιο νερό.

Αν διαπιστωθεί σε μια ποσότητα άμμου, που κατά τα άλλα είναι άριστη, ότι περιέχονται μερικές από τις προσμίξεις που αναφέρθηκαν πρέπει η άμμος να πλυθεί με άφθονο καθαρό νερό, ώστε να απομακρυνθούν οι ουσίες αυτές.

2) Το ***τσιμέντο*** πρέπει να πληροί τους όρους, που θέτουν οι κανονισμοί. Προκειμένου για σοβαρά έργα, πρέπει να εκτελεσθούν οι προβλεπόμενοι από τους κονονισμούς έλεγχοι.

3) Το ***νερό*** που θα χρησιμοποιηθεί για την επεξεργασία του κονιάματος πρέπει να είναι καθαρό και διαυγές. Ξένες προσμίξεις και κυρίως πηλός, οργανικές ουσίες και διαλυτά άλατα δεν πρέπει να περιέχονται σ' αυτό. Γενικά το πόσιμο νερό είναι το πιο κατάλληλο.

Στο κονίαμα αυτό όπως και στο ασβεστοκονίαμα ο ρόλος του νερού είναι διπλός. Ένα μέρος της ποσότητας που χρειάζεται καταναλίσκεται για τις χημικές αντιδράσεις, που πραγματοποιούνται κατά την πήξη του τσιμέντου, ενώ το υπόλοιπο μέρος χρησιμεύει για τη διαβροχή των κόκκων της άμμου και την αύξηση της πλαστικότητας και του εργάσιμου του τσιμεντοκονιάματος. Το δεύτερο αυτό μέρος καλείται νερό ***επεξεργασίας*** και όταν εξατμισθεί καθιστά πορώδες το τσιμεντοκονίαμα. Η ποσότητα του νερού επεξεργασίας επιδρά ουσιαστικά στις ιδιότητες του τσιμεντοκονιάματος. Μικρή ποσότητα δημιουργεί κονίαμα στεγνό και δυσκολοκατέργαστο, αλλά αυξημένης μηχανικής αντοχής και στεγανότητας. Αντίθετα, μεγάλη ποσότητα το κάνει πλαστικό έως υδαρές και ευκολοκατέργαστο, αλλά συγχρόνως ελαττώνει την αντοχή και τη στεγανότητά του.

Πρέπει επομένως, ανάλογα με τη χρήση του τσιμεντοκονιάματος και ανάλογα με τις ιδιότητες, που θέλομε να αυξηθούν, να προσδιορίζεται με ακρίβεια η ποσότητα του νερού επεξεργασίας.

Η ποσότητα του νερού που απαιτείται για τη χημική αντίδραση είναι ανάλογη προς το είδος του τσιμέντου, που περιέχει το κονίαμα. Για τα τσιμέντα Portland απαιτούνται 22 λίτρα νερού για την πήξη 100 kg τσιμέντου ή 0,22 m^3 νερού για την πήξη 1 t τσιμέντου.

5.4.3 Παρασκευή.

Οι αναλογίες τσιμέντου και άμμου εξαρτώνται από τον προορισμό του τσιμεντοκονιάματος.

Άλλες αναλογίες ισχύουν για τσιμεντοκονίαμα που προορίζεται για επιχρίσεις, άλλες για στεγανές επικαλύψεις, άλλες για επιστρώσεις δαπέδων και άλλες για την παρασκευή σκυροδεμάτων.

Οι αναλογίες καθορίζονται σε μέρη όγκου τσιμέντου και άμμου και παριστάνονται με ένα κλάσμα, όπως στο ασβεστοκονίαμα. Επειδή όμως υπάρχει κίνδυνος να γίνουν λάθη στη μέτρηση του όγκου του τσιμέντου, ο οποίος, όπως γνωρίζομε, μεταβάλλεται ανάλογα με την πίεση που έχει υποστεί το τσιμέντο, προσδιορίζεται η σύνθεση του κονιάματος με το βάρος του τσιμέντου, που περιέχεται σε 1 m^3 έτοιμου τσιμεντοκονιάματος.

Έτσι έχομε τσιμεντοκονιάματα αναλογίας 450 kg τσιμέντου, 600 kg τσιμέντου κ.ο.κ. Ο προσδιορισμός των ποσοτήτων, που χρειάζονται για την παρασκευή ενός τσιμεντοκονιάματος γνωστών αναλογιών, γίνεται όπως και στην περίπτωση του ασβεστοκονιάματος.

Συνηθέστερες αναλογίες συνθέσεων τσιμεντοκονιαμάτων

– Για κονιάματα κτισίματος θεμελίων από πέτρες σε υγρό περιβάλλον	1:3 έως 1:4 ή 500 έως 400 kg τσιμέντου ανά m^3 κονιάματος
– Για κονιάματα στεγανών επιχρισμάτων και επιστρώσεων	1:1,5 έως 1:2,5 ή 1100 έως 600 kg σιμέντου ανά m^3 κονιάματος
– Για κονιάματα εξωτερικών επιχρισμάτων	1:2 έως 1:3 ή 750 έως 500 kg ανά m^3 κονιάματος

Η ανάμιξη των υλικών πρέπει να είναι τέτοια ώστε να προκύπτει μια μάζα όσο το δυνατόν πιο ομοιογενής. Το κονίαμα δεν πρέπει να περιέχει συμπαγή κομμάτια ή σβώλους, αλλά η μάζα του να είναι ομοιόμορφη και ομοιόχρωμη.

Η ανάμιξη γίνεται ή με εργαλεία χειρός από πεπειραμένους εργάτες ή με κατάλληλους αναμικτήρες κονιάματος (σχ. 5.3α).

Το έτοιμο κονίαμα πρέπει να χρησιμοποιηθεί μέσα στις πρώτες ώρες (2 - 3 ώρες) από την παρασκευή του, γιατί μετά το χρονικό αυτό διάστημα αρχίζει η πήξη του τσιμέντου. Πρέπει επομένως η ποσότητα που παρασκευάζεται κάθε φορά να είναι τόση, ώστε να μπορεί να καταναλωθεί ολόκληρη σε δύο ώρες.

Εάν παραμείνει κονίαμα αχρησιμοποίητο στο τέλος της ημερήσιας εργασίας, απαγορεύεται να ξαναχρησιμοποιηθεί την άλλη ημέρα, έστω και εάν αναμιχθεί με νέο τσιμέντο.

5.4.4 Ιδιότητες του τσιμεντοκονιάματος.

1) Η ***πήξη*** και η ***σκλήρυνση*** των τσιμεντοκονιαμάτων ακολουθούν τη διαδικασία που περιγράψαμε για το τσιμέντο. Πρέπει επομένως να λαμβάνονται τα μέτρα και οι προφυλάξεις, που αναφέρθηκαν στο τέταρτο κεφάλαιο, για να ολοκληρωθεί με επιτυχία όλη η διαδικασία της πήξεως και της σκληρύνσεως του τσιμεντοκονιάματος.

Ιδιαίτερα τονίζονται τα εξής:

– Πρέπει να αποφεύγεται, στις ψυχρές και παγερές μέρες η εκτέλεση εργασιών επιχρίσεως ή καλύψεως εξωτερικών επιφανειών με τσιμεντοκονίαμα. Σε θερμοκρασίες κάτω από 5°C απαγορεύται η παρασκευή τσιμεντοκονιαμάτων και η χρησιμοποίησή τους. Το ίδιο πρέπει να γίνεται και στις πολύ θερμές και ξηρές μέρες.

– Για να αποφευχθούν ραγίσματα ή και θρυμματισμός, πρέπει το κονίαμα στις πρώτες μέρες μετά τη χρησιμοποίησή του να διατηρείται υγρό με τακτική διαβροχή ή αν πρόκειται για οριζόντιες επιφάνειες να σκεπάζεται με άμμο, που θα διατηρείται υγρή ή με υγρά υφάσματα. Το τελευταίο μέτρο είναι απαραίτητο και πρέπει να εφαρμόζεται με σχολαστικότητα.

2) Η ***μηχανική αντοχή*** και η ***στεγανότητα*** του τσιμεντοκονιάματος εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες. Οι κυριότεροι από αυτούς είναι:

– Η σχέση τσιμέντου προς άμμο. Μεγαλύτερη αναλογία τσιμέντου προς άμμο δίνει ανθεκτικότερα και στεγανότερα κονιάματα.

– Η προέλευση και κοκκομετρική σύνθεση της άμμου. Η χαλαζιακή άμμος δίνει ισχυρότερα κονιάματα από την ασβεστολιθική. Επίσης όσο η καμπύλη της κοκκομετρικής συνθέσεως πλησιάζει πρός την περιοχή που χαρακτηρίζεται εξαιρετικά καλή (σχ. 5.4α), τόσο μεγαλύτερη αντοχή και στεγανότητα έχει το κονίαμα.

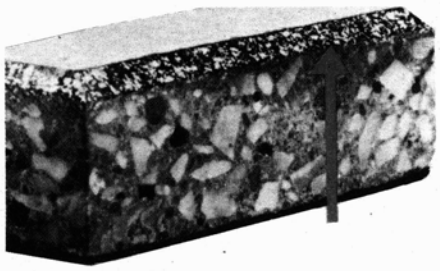
– Η ποσότητα του νερού επεξεργασίας. Το πολύ νερό ελαττώνει την αντοχή και τη στεγανότητα του κονιάματος.

– Η διατήρηση του κονιάματος σε υγρό περιβάλλον όσο το δυνατόν περισσότερο χρόνο μετά το τέλος της πήξεως.

Η στεγανότητα των τσιμεντοκονιαμάτων μπορεί να αυξηθεί, αν προστεθούν σ' αυτά ορισμένες ουσίες, που κυκλοφορούν στο εμπόριο υπό μορφή σκόνης ή υγρού. Οι ουσίες αυτές, είναι συνήθως πολύ λεπτό άλευρο διαφόρων πετρωμάτων ή άλλων υλικών (ασφαλτόλιθοι, θηραϊκή γη, σκουριές υψικαμίνων κλπ..) ή διαλύματα ασφάλτου ή συνθετικά μονωτικά. Επίσης η στεγανότητα τονώνεται, αν η επιφάνεια της επιστρώσεως από τσιμεντοκονίαμα υποστεί προσεκτική λείανση κατά τη διάρκεια της κατασκευής της.

3) Η ***αντοχή στην τριβή*** των τσιμεντοκονιαμάτων είναι αρκετά μεγάλη και εξαρτάται κυρίως από τη σκληρότητα της αδρανούς ύλης. Η χρήση χαλαζιακής άμμου δίνει ανθεκτικότερα στην τριβή κονιάματα από την ασβεστολιθική. Σε περίπτωση που απαιτείται μεγάλη αντοχή στην τριβή, όπως π.χ. στα δάπεδα ορισμένων εργοστασίων, γίνεται ειδική επεξεργασία της επιφάνειας της επιστρώσεως με χημικές ουσίες ή ανακατεύονται με το τσιμεντοκονίαμα ρινίσματα σιδήρου (σχ. 5.4β).

4) Τα τσιμεντοκονιάματα και κυρίως τα παχιά (μεγάλη αναλογία τσιμέντου) αντιστέκονται με επιτυχία στην επίδραση αραιών διαλυμάτων διαφόρων χημικών ουσιών (οξέων, αλάτων κλπ..) καθώς και στην επίδραση του θαλάσσιου νερού. Τα πυκνά όμως διαλύματα καταστρέ-



Σχ. 5.46.
Τελική επίστρωση δαπέδου από σκυρόδεμα, με τσιμεντοκονίαμα αναμιγμένο με ρινίσματα σιδήρου για την αύξηση της αντοχής του σε τριβή.

φουν το τσιμεντοκονίαμα και πρέπει να παίρνονται ιδιαίτερες προφυλάξεις στην επίχριση δεξαμενών, στις οποίες πρόκειται να αποθηκευθούν διαλύματα αυτού του είδους.

5.4.5 Χρήσεις των τσιμεντοκονιαμάτων.

Τα τσιμεντοκονιάματα χρησιμοποιούνται κατά διαφόρους τρόπους. Οι κυριότεροι είναι:

– Κύριο υλικό για την παρασκευή αόπλων και οπλισμένων σκυροδεμάτων.

– Στερέωση μεταλλικών εξαρτημάτων και συνδέσμων στους τοίχους (στηρίγματα κουφωμάτων, σωλήνων κλπ..).

– Καλυπτικά υλικά για επίχρισμα τοίχων και οροφών, για κατασκευή αρχιτεκτονικών προεξοχών, για επιστρώσεις δαπέδων, για στεγανές επικαλύψεις δεξαμενών, βόθρων κλπ.. και για γέμισμα των αρμών σε εμφανείς επιφάνειες τοίχων.

– Πρώτη ύλη για την κατασκευή διαφόρων τεχνητών υλικών, όπως οι τσιμεντόλιθοι, οι κισσηρόλιθοι, οι τσιμεντοσωλήνες κλπ..

Γενικά η χρήση των διαφόρων τσιμεντοκονιαμάτων είναι πολύ διαδεδομένη, γιατί όπως αναφέραμε, συνδυάζουν πολλές ιδιότητες με σχετικά χαμηλό κόστος.

5.5 Ασβεστοτσιμεντοκονιάματα.

Η παρασκευή του ασβεστοτσιμεντοκονιάματος οφείλεται στην ανάγκη να συνδυασθούν οι ιδιότητες του ασβεστοκονιάματος, που έχει μικρότερο κόστος, με τις δύο βασικές ιδιότητες του τσιμεντοκονιάματος. Δηλαδή τη μεγαλύτερη μηχανική αντοχή του και την ικανότητα να σκληρύνεται γρήγορα μέσα στο νερό.

Κατά βάση πρόκειται για ένα ασβεστοκονίαμα με τις γνωστές αναλογίες όπου ένα μέρος του πολτού του ασβέστη έχει αντικατασταθεί με τσιμέντο. Η ποσότητα του τσιμέντου εξαρτάται από το σκοπό που προορίζεται το ασβεστοτσιμεντοκονίαμα.

Οι αναλογίες που χρησιμοποιούνται συνήθως, τσιμέντου, πολτού ασβέστη, άμμου και νερού σε μέρη όγκου (μ. ό.) είναι:

μ.ο.		μ.ο.		μ.ο.	
1	τσιμέντου προς	1	ασβέστη προς	6	άμμου (1:1:6)
1	τσιμέντου προς	1	ασβέστη προς	7	άμμου (1:1:7)
1	τσιμέντου προς	2	ασβέστη προς	6	άμμου (1:2:6)
1	τσιμέντου προς	2	ασβέστη προς	8	άμμου (1:2:8)

Έχει παρατηρηθεί ότι μικρή ποσότητα ασβέστη, μέχρι 10% της ποσότητας του τσιμέντου, όχι μόνο δεν ελαττώνει τη μηχανική αντοχή και την υδραυλικότητα του τσιμεντοκονιάματος αλλά αντίθετα στα ισχνά τσιμεντοκονιάματα αυξάνει τις ιδιότητες αυτές, ενώ συγχρόνως τα κάνει περισσότερο εργάσιμα.

Τα ασβεστοτσιμεντοκονιάματα, πλεονεκτούν ως προς τα ασβεστοκονιάματα και τα ισχνά τσιμεντοκονιάματα γιατί:

– Είναι πιο εύπλαστα (εργάσιμα) από ότι τα ισχνά τσιμεντοκονιάματα και εμφανίζουν μεγαλύτερη καλυπτική ικανότητα. Δηλαδή η ίδια ποσότητα ασβεστοτσιμεντοκονιάματος μπορεί να καλύψει μεγαλύτερη επιφάνεια.

– Προσφύονται καλύτερα στην επιφάνεια των λίθων και σκληρύνονται ταχύτερα από τα κοινά ασβεστοκονιάματα, ακόμα και σε υγρό περιβάλλον.

– Η αντοχή τους είναι μεγαλύτερη από τα ασβεστοκονιάματα, αλλά μικρότερη από τα τσιμεντοκονιάματα. Σύμφωνα με τους ελληνικούς κανονισμούς τα μέτριας αντοχής ασβεστοτσιμεντοκονιάματα μπορούν να παραλάβουν θλιπτικές τάσεις από 8-14 kp/cm^2 και τα ισχυρής αντοχής από 10-18 kp/cm^2.

– Μέσα στο νερό δεν πήζουν, αλλά μετά τη σκλήρυνσή τους στον αέρα αντέχουν στην επιρροή του νερού. Το θαλάσσιο νερό όμως και γενικά τα αλατούχα νερά καταστρέφουν το ασβεστοτσιμεντοκονίαμα.

– Το κόστος τους είναι μικρότερο από το κόστος των τσιμεντοκονιαμάτων. Μπορούμε αυξάνοντας ή ελαττώνοντας την ποσότητα του τσιμέντου να επιτύχομε την παρασκευή κονιάματος, που να καλύπτει τις απαιτήσεις του έργου, για το οποίο προορίζεται, με τη χαμηλότερη δυνατή δαπάνη.

– Τα ασβεστοτσιμεντοκονιάματα χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα στο κτίσιμο τοίχων από φυσικούς ή τεχνητούς λίθους και κυρίως στα χαμηλά τμήματα που βρίσκονται μέσα ή κοντά στο έδαφος ή σε υγρούς χώρους.

Μεγάλη χρήση γίνεται επίσης στην κατασκευή των εξωτερικών επιχρισμάτων.

5.6 Ασφαλτοκονιάματα.

Τα ασφαλτοκονιάματα είναι μίγμα ασφάλτου και άμμου.

Η άσφαλτος αποτελεί τη συγκολλητική ύλη των κονιαμάτων αυτών, όπως ο ασβέστης και το

τσιμέντο αποτελούν τη συγκολλητική ύλη των προηγουμένων κονιαμάτων.

Η ικανότητα προσφύσεως της ασφάλτου στους κόκκους της άμμου και συνεπώς η ισχυρή συγκόλλησή τους εξαρτάται από το είδος των λίθων, από τους οποίους προέρχεται η άμμος.

Η ασβεστολιθική άμμος λατομείου με καλή κοκκομετρική σύνθεση θεωρείται πολύ καλό υλικό για την παρασκευή ασφαλτοκονιαμάτων.

Η ποσότητα της χρησιμοποιούμενης ασφάλτου πρέπει να είναι ακριβώς τόση, όση χρειάζεται για να γεμίσουν τα κενά της άμμου.

Επειδή η άσφαλτος είναι αρκετά δαπανηρή και επειδή το σημείο μαλθώσεως και οι λοιπές ιδιότητες του ασφαλτοκονιάματος εξαρτώνται από την αναλογία άμμου προς άσφαλτο, πρέπει η χρησιμοποιούμενη άμμος να έχει όσο το δυνατόν λιγότερα κενά. Η κοκκομετρική της σύνθεση καθορίζεται από τους ισχύοντες κανονισμούς.

Η άσφαλτος που χρησιμοποιείται είναι φυσική ή τεχνητή. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί πίσσα αντί για άσφαλτο.

Η παρασκευή του ασφαλτοκονιάματος γίνεται με ανύψωση της θερμοκρασίας της ασφάλτου και ανάμιξή της εν θερμώ με την άμμο, σε αντίθεση με τα ήδη γνωστά μας κονιάματα, όπου η παρασκευή τους γίνεται με τη βοήθεια του νερού. Η πήξη και σκλήρυνση του μίγματος γίνονται όταν πέσει η θερμοκρασία στα κανονικά επίπεδα και επιβληθεί συγχρόνως πίεση σ' αυτό.

Τα ασφαλτοκονιάματα μπορεί να είναι φυσικά, όπως αυτά που λαμβάνονται από ασφαλτολίθους ή τεχνητά. Τα κυριότερα είδη ασφαλτοκονιαμάτων είναι τα εξής:

5.6.1 Η ασφαλτική μαστίχα.

Παρασκευάζεται με ανάμιξη ασφαλταλεύρου με καθαρή άσφαλτο (bitumen) ή άμμου με καθαρή άσφαλτο.

Και στις δυο περιπτώσεις η επεξεργασία γίνεται ως εξής:

Η άσφαλτος τοποθετείται σε αναμικτήρα και θερμαίνεται σε θερμοκρασία περίπου 150°C, όπου λιώνει.

Μετά προσθέτεται το ασφαλτάλευρο ή η άμμος στις προκαθορισμένες ποσότητες, και γίνεται ανάμιξη, ώσπου το μίγμα να αποκτήσει πλήρη ομοιογένεια. Το υλικό, που παρασκευάζεται έτσι, χύνεται σε σιδερένια καλούπια όπου ψύχεται, στερεοποιείται και αποκτά τη μορφή ψωμιού (πλακούντα) βάρους 25 kg περίπου.

Η ασφαλτική μαστίχα χρησιμοποιείται για την κατασκευή επιφανειακών στρώσεων δαπέδων, κυρίως σε εσωτερικούς χώρους.

5.6.2 Χυτή άσφαλτος.

Η χυτή άσφαλτος είναι μίγμα ασφαλτομαστίχας, ασφαλτελαίου και άμμου με σύντριμμα.

Η ανάμιξη γίνεται σε περιστρεφόμενο αναμικτήρα ή σε σιδερένιο καζάνι, όπου η ανάδευση γίνεται με τα χέρια με τη βοήθεια σιδερένιου λοστού.

Στην αρχή ρίχνεται στο δοχείο η ασφαλτομαστίχα, αφού προηγουμένως κοπεί σε τεμάχια, με το ασφαλτέλαιο· τα υλικά αυτά θερμαίνονται μέχρι θερμοκρασίας 180°C. Στη συνέχεια ρίχνεται το αδρανές υλικό (άμμος και σύντριμμα) κατά προτίμηση θερμό. Η ανάμιξη συνεχίζεται, ώσπου να καταστεί το μίγμα ομοιογενές και να αποκτήσει την κατάλληλη ρευστότητα. Ο πολτός της χυτής ασφάλτου απλώνεται στην επιφάνεια που πρόκειται να επιστρωθεί σε πάχος 2 cm έως 3 cm. Μετά την ψύξη του πολτού η επιφάνεια είναι αμέσως βατή.

Στρώμα χυτής ασφάλτου είναι πρακτικά αδιαπέρατο από το νερό, είναι ανθεκτικό στις τριβές και γενικά αποτελεί άριστο δάπεδο για εσωτερικούς χώρους βιομηχανικών κατασκευών και αποθηκών.

5.6.3 Πιεστή άσφαλτος.

Η πιεστή άσφαλτος διακρίνεται σε φυσική και σε τεχνητή.

1) Η φυσική κατασκευάζεται από ασφαλτόλιθους με περιεκτικότητα σε άσφαλτο (bitumen) μεταξύ 8% και 15%. Εάν η περιεκτικότητά τους είναι μικρότερη από 8% τότε πρέπει να γίνει εμπλουτισμός των ασφαλτολίθων με ασφάλτιο. Εάν είναι μεγαλύτερη, οι επιστρώσεις από πιεστή άσφαλτο μαλακώνουν το καλοκαίρι και δημιουργούνται κυματισμοί στην επιφάνειά τους.

Η παρασκευή της πιεστής ασφάλτου βασίζεται στην ιδιότητα των ασφαλτολίθων να κονιορτοποιούνται, όταν θερμανθούν σε 100°C και στην ικανότητα της σκόνης που προκύπτει να σκληραίνει, όταν υποστεί πίεση με σύγχρονη αύξηση της θερμοκρασίας.

2) Η τεχνητή πιεστή άσφαλτος παρασκευάζεται με ανάμιξη εν θερμώ ασφαλτικού υλικού και άμμου κατάλληλης κοκκομετρικής συνθέσεως, ή με ανάμιξη άσφάλτου με φτωχούς σε ασφάλτιο ασφαλτόλιθους.

Η κατασκευή της επιστρώσεως, ανεξάρτητα αν χρησιμοποιείται φυσική ή τεχνητή πιεστή άσφαλτος, γίνεται ως εξής :

Το υλικό θερμαίνεται σε θερμοκρασία μεταξύ 100°C και 150°C και ύστερα διαστρώνεται σε πάχος 7 cm περίπου. Στη συνέχεια πιέζεται με θερμούς κόπανους ή με κυλίνδρους που θερμαίνονται εσωτερικά. Το τελικό πάχος του στρώματος ύστερα από τη συμπίεση ελαττώνεται σε 5 cm.

Η διαφορά της χυτής από την πιεστή

άσφαλτο έγκειται στο ότι η χυτή άσφαλτος λιώνει όταν θερμανθεί και σκληραίνει όταν κρυώσει, ενώ η πιεστή απλώς μαλακώνει αν αυξηθεί η θερμοκρασία της και μετατρέπεται σε μαλακή κολλώδη ύλη.

5.7 Ειδικά κονιάματα.

Ονομάζονται έτσι τα κονιάματα, που παρασκευάζονται με ειδικές μεθόδους και με υλικά ορισμένων ιδιοτήτων, ώστε να μπορεί να αυξηθεί ο βαθμός εκδηλώσεως μιας συγκεκριμένης ιδιότητας. Τέτοια κονιάματα είναι:

– Κονιάματα με μεγάλη αντοχή στη φωτιά (πυρίμαχα).

– Θερμομονωτικά κονιάματα.

– Ηχοαπορροφητικά και ηχομονωτικά κονιάματα.

– Στεγανά κονιάματα.

– Ελαφρά (μικρό ειδικό βάρος) ή βαριά (μεγάλο ειδικό βάρος) κονιάματα.

– Κονιάματα που αντέχουν σε ισχυρές τριβές.

– Ενισχυμένα κονιάματα.

Η αύξηση του βαθμού μιας ή περισσοτέρων ιδιοτήτων μπορεί να προκαλέσει ελάττωση του βαθμού άλλων ιδιοτήτων των κονιαμάτων. Κατά συνέπεια τα ειδικά κονιάματα πρέπει να χρησιμοποιούνται με μεγάλη προσοχή και μόνο ύστερα από προσεκτική μελέτη των συνεπειών, που μπορεί να έχει η ελάττωση αυτή.

Το κόστος τους είναι μεγαλύτερο από το κόστος των κοινών κονιαμάτων, γιατί παρασκευάζονται με ιδιαίτερη φροντίδα και γιατί χρησιμοποιούνται ακριβότερα υλικά. Πρέπει επομένως τα κονιάματα αυτά να χρησιμοποιούνται με οικονομία και από πεπειραμένους τεχνίτες.

Στη συνέχεια αναπτύσσονται μερικά από τα περισσότερο χρησιμοποιούμενα ειδικά κονιάματα.

5.7.1 Πυρίμαχα κονιάματα.

Γενικά τα κονιάματα που περιέχουν τσιμέντο αντέχουν σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες (μέχρι 1000°C).

Προκειμένου όμως για το κτίσιμο πυριμάχων πλίνθων (πυρότουβλα) σε εστίες κλιβάνων και σε καπναγωγούς ή για την επένδυση μεταλλουργικών καμίνων ή για την επίχριση στοιχείων, που είναι πιθανό να υποστούν την επίδραση φλογών, πρέπει να χρησιμοποιηθεί κονίαμα με αυξημένη αντοχή στη φωτιά.

Το κονίαμα αυτό παρασκευάζεται από πηλοκονία, που περιέχει σε μεγάλη αναλογία οξείδια του αργιλίου και του πυριτίου και κυκλοφορεί στο εμπόριο με την ονομασία χώμα της φωτιάς. Το χώμα αυτό ανακατεύεται με νερό ή, σε σοβαρότερες περιπτώσεις, με διάλυμα υδρυάλου. Με την εξάτμιση του νερού το κονίαμα πήζει.

Ένα άλλο πυρίμαχο κονίαμα που χρησιμοποιείται για την προστασία ξυλίνων ή σιδερένιων στοιχείων, από τη φωτιά, είναι το αμιαντοτσιμέντο.

Παρασκευάζεται με ανάμιξη τσιμέντου, λεπτής σκόνης αμιάντου και νερού με διάφορες αναλογίες.

Το αμιαντοτσιμέντο παρέχει ασφάλεια κατά τη διάρκεια πυρκαϊών, αλλά γενικά η αντοχή του στη φωτιά είναι μικρότερη από την αντοχή του "χώματος της φωτιάς".

Συνήθως χρησιμοποιείται για εσωτερικές επιχρίσεις καπναγωγών σωλήνων και καπνοδόχων.

5.7.2 Θερμομονωτικά και ηχομονωτικά κονιάματα.

Βασικό χαρακτηριστικό των κονιαμάτων αυτών είναι το μεγάλο πορώδες, γιατί μόνο με τη δημιουργία μικρών κενών μέσα στη μάζα τους μπορεί να εμποδισθεί η μετάδοση της θερμότητας και του ήχου.

Χρησιμοποιούνται μόνο εκεί, όπου απαιτείται θερμική ή ηχητική μόνωση, γιατί οι άλλες ιδιότητές τους (μηχανική αντοχή κλπ..) είναι ασήμαντες.

Τα κονιάματα αυτά διακρίνονται σε διάφορα είδη ανάλογα με τον τρόπο που παρασκευάζονται. Τα κυριότερα είναι :

1) ***Το πορώδες κονίαμα.*** Προέρχεται από την ανάμιξη ίσων όγκων ασβεστοκονιάματος αναλογίας 1:6 έως 1:8 και τσιμεντοκονιάματος αναλογίας 1:8. Λόγω της παρουσίας υδρασβέστη και μεγάλης ποσότητας άμμου είναι αρκετά πορώδες.

2) ***Το αεροκονίαμα.*** Μοιάζει με στερεό σφουγγάρι λόγω των μικρών φυσαλίδων, που περιέχονται στη μάζα του. Παρασκευάζεται με διαφόρους τρόπους, από τους οποίους οι σπουδαιότεροι είναι:

– Με τη χρησιμοποίηση σκόνης αργιλίου (αλουμινίου) ή άλλων μετάλλων (αλκαλίων), που ανακατεύεται με τσιμέντο και άμμο, προκαλείται αποσύνθεση του νερού επεξεργασίας και οι φυσαλίδες του υδρογόνου που φεύγει δημιουργούν κυψέλες μέσα στη μάζα του στερεοποιημένου κονιάματος. Το ειδικό βάρος του μπορεί να κατέβει μέχρι 320 kp/m^3. Ελαττώνεται όμως σε μεγάλο βαθμό η αντοχή του σε θλίψη. Οι μονωτικές του ιδιότητες είναι εξαιρετικά ψηλές.

– Με την προσθήκη λιπαρής ουσίας ή σαπουνιού στο συνηθισμένο τσιμεντοκονίαμα, επιτυγχάνεται επίσης η δημιουργία κυψελών. Τα υλικά αναμιγνύονται καλά σε μηχανικούς

αναμικτήρες. Το ειδικό βάρος του κονιάματος αυτού κυμαίνεται μεταξύ 1300 και 1600 kp/m^3.

Τα αεροκονιάματα εκτός από τις μονωτικές ιδιότητες και την ελαφρότητά τους, παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή στον παγετό.

3) ***Περλιτικό κονίαμα.*** Χρησιμοποιούνται, αντί για άμμο οι μικροί κόκκοι του διογκωμένου περλίτη. Χάρη στα κλειστά κενά που έχουν, δημιουργούν κονίαμα με μικρό βάρος και με εξαιρετικές μονωτικές ικανότητες στη θερμότητα και τον ήχο.

5.7.3 Στεγανά κονιάματα.

Τα κονιάματα αυτά, σε αντίθεση με τα προηγούμενα, πρέπει να έχουν μεγάλη πυκνότητα, δηλαδή να έχουν όσο το δυνατόν λιγότερα κενά.

Τα κοινά τσιμεντοκονιάματα έχουν επαρκή στεγανότητα, εφ' όσον η αναλογία του τσιμέντου είναι αρκετά μεγάλη, η ανάμιξη των υλικών πλήρης και η εκτέλεση της εργασίας επιμελημένη και σύμφωνη με τους κανόνες της τέχνης.

Όπου όμως απαιτείται μεγαλύτερη στεγανότητα ή υπάρχει περίπτωση να μην εκτελεσθεί καλά η εργασία, χρησιμοποιούνται ειδικά στεγανά κονιάματα.

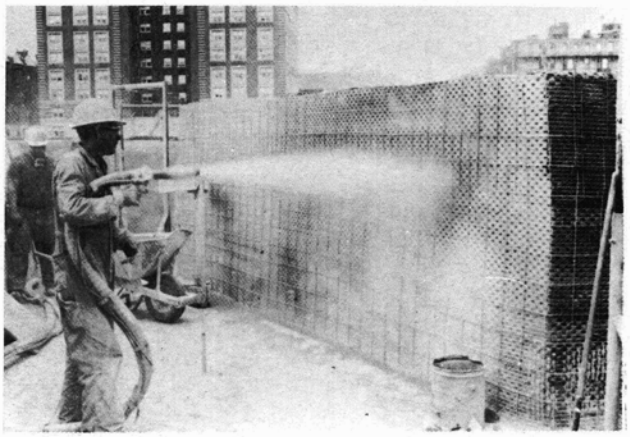
Μια κατηγορία των κονιαμάτων αυτών παρασκευάζεται με προσθήκη, στο κοινό τσιμεντοκονίαμα, μικρής ποσότητας αλεύρου διαφόρων πετρωμάτων ή σκουριάς υψικαμίνου. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται ελάττωση των κενών της άμμου και επομένως ελάττωση του πορώδους. Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται άλευρο θηραϊκής γης (πορσελάνη), που εκτός από τη στεγανότητα αυξάνει και την αντοχή του κονιάματος.

Μια άλλη κατηγορία παρασκευάζεται με προσθήκη ειδικών ουσιών με μορφή υγρού ή σκόνης, που κυκλοφορούν στο εμπόριο με διάφορες ονομασίες. Οι ουσίες αυτές προέρχονται κυρίως από ασφαλτικά υλικά. Όταν οι ουσίες αυτές είναι σκόνη (άλευρο), ανακατεύονται με το τσιμέντο, ενώ όταν είναι υγρό, ρίχνονται στο νερό επεξεργασίας. Οι πρόσθετες αυτές ουσίες ελαττώνουν κατά κανόνα την αντοχή του κονιάματος.

Μεγάλη στεγανότητα όχι μόνο για το νερό αλλά και για δραστικά χημικά υγρά (οξέα, βάσεις κλπ..) επιτυγχάνεται με κονιάματα, στα οποία χρησιμοποιείται σαν συνδετική ύλη μια συνθετική κονία.

5.7.4 Υδαρή κονιάματα.

Όταν ένα συνηθισμένο τσιμεντοκονίαμα αραιωθεί με νερό, δημιουργείται αραιός πολτός (αριάνι), που χρησιμοποιείται για ειδικούς σκοπούς. Η αναλογία του τσιμεντοκονιάματος αυτού είναι συνήθως 1:4 (1 μέρος τσιμέντου προς 4 μέρη άμμου). Η ποσότητα του νερού καθορίζεται από την αραίωση που απαιτείται.



Σχ. 5.7α.
Επικάλυψη μεταλλικής επιφάνειας με υδαρές τσιμεντοκονίαμα με τη βοήθεια ειδικής μηχανής εκτοξεύσεως.

Το υδαρές αυτό κονίαμα χρησιμοποιείται κυρίως για την ενίσχυση χαλαρών λιθοδομών ή σκυροστρώσεων, για την κάλυψη αρμών πλακοστρώτων επιφανειών, για την επένδυση σηράγγων και άλλων παρομοίας φύσεως έργων, για την πλήρωση των σωλήνων στους οποίους τοποθετούνται τα καλώδια προεντάσεως, στα προεντεταμένα σκυροδέματα κλπ.. Σε ορισμένα έργα το υδαρές κονίαμα χρησιμοποιείται ως τελική προστατευτική επικάλυψη. Η εργασία γίνεται με ειδική συσκευή, που εκτοξεύει το κονίαμα υπό μορφή βροχής στην επιφάνεια που πρόκειται να καλυφθεί (σχ. 5.7α).

5.7.5 Ενισχυμένα κονιάματα.

Τα κονιάματα είναι ψαθυρά υλικά, με πολύ μικρή αντοχή σε εφελκυσμό. Γι' αυτό το λόγο εμφανίζονται συχνά σε επιχρισμένες επιφάνειες, μικρές (τριχοειδείς) ή μεγάλες ρωγμές, που αποτελούν σοβαρό ελάττωμα της κατασκευής. Οι ρωγμές αυτές προκαλούνται είτε από διαστολές και συστολές του υποστρώματος, επάνω στο οποίο εφαρμόσθηκε το κονίαμα, είτε από τη συστολή του ίδιου του κονιάματος λόγω πήξεως. Παλαιότερα χρησιμοποιούσαν τρίχες από κατσίκα, άχυρα και άλλα παρόμοια υλικά. Στη σύγχρονη τεχνική χρησιμοποιούν ίνες από κάθε είδους υλικά ή πλέγματα από χάλυβα. Εντελώς πρόσφατα εφαρμόζονται ως οπλισμός των τσιμεντοκονιαμάτων οι ίνες από γυαλί (σχ. 5.7β). Το ενισχυμένο αυτό κονίαμα εκτός απο τις ιδιότητες που έχουν τα τσιμεντοκονιάματα, παρουσιάζει επί πλέον:



Σχ. 5.76.
Μίγμα τσιμεντοκονιάματος και ινών από γυαλί. Η φωτογραφία είναι μεγέθυνση, 50 περίπου φορές, εκ του φυσικού.

– Μεγάλη αντοχή σε εφελκυσμό.

– Υψηλό λόγο αντοχής προς βάρος και επομένως επίτευξη λεπτοτέρων διατομών.

– Πρώιμη αντοχή σε κρούσεις.

– Συνεργασία με άλλα υλικά για την κατασκευή μονωτικών και φερόντων στοιχείων.

– Ευκολία κοπής με τη βοήθεια απλών εργαλείων.

Β'. ΧΟΝΔΡΟΚΟΝΙΑΜΑΤΑ (ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ)

5.8 Γενικά περί χονδροκονιάματος.

Το χονδροκονίαμα είναι μίγμα άμμου, χαλικιών οποιασδήποτε προελεύσεως, μιας συγκολλητικής ύλης (κονίας) και νερού ή με άλλα λόγια, μίγμα ενός λεπτοκονιάματος και χονδρών αδρανών υλικών (σκύρων, χαλικιών, ελαφρόπετρας). Συνήθως τα χονδροκονιάματα καλούνται ***σκυροδέματα,*** γιατί τα σκύρα αποτελούν κατά κανόνα το χονδρό αδρανές.

Στο σκυρόδεμα, το λεπτοκονίαμα γεμίζει τα κενά που δημιουργούνται μεταξύ των χονδρών αδρανών και συνδέει τα αδρανή αυτά μεταξύ τους, ώστε μετά τη σκλήρυνση του κονιάματος να προκύψει ένα στερεό και συμπαγές σώμα. Δηλαδή στο χονδροκονίαμα, το κονίαμα εκτελεί το ίδιο έργο, που εκτελεί η κονία στο λεπτοκονίαμα.

Οι ιδιότητες και τα λοιπά χαρακτηριστικά των χονδροκονιαμάτων εξαρτώνται από το είδος των χονδρών αδρανών και κυρίως από το κονίαμα, που χρησιμοποιείται.

Με βάση το είδος του κονιάματος, τα χονδροκονιάματα διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες, όπως π.χ. σε τσιμεντοσκυροδέματα, ασφαλτοσκυροδέματα κλπ..

Σε πολλές περιπτώσεις τα χονδροκονιάματα χαρακτηρίζονται από τα αδρανή τους. Έτσι έχομε τα κισσηροδέματα, όπου χονδρό αδρανές είναι η ελαφρόπετρα, τα σκυροδέματα και τα χαλικοδέματα όπου ως αδρανή υλικά χρησιμοποιούνται τα σκύρα και τα χαλίκια αντίστοιχα κλπ.. Πάντως ο δεύτερος τρόπος διακρίσεώς τους αναφέρεται περισσότερο σε ειδικά σκυροδέματα, όπως θα δούμε πιο κάτω.

Στην πράξη με τον όρο σκυρόδεμα ή μπετόν (από τη γαλλική λέξη beton) χαρακτηρίζομε το τσιμεντοσκυρόδεμα, γιατί η πιο συνηθισμένη κονία που χρησιμοποιείται, είναι το τσιμέντο και τα χονδρά αδρανή, δηλαδή τα σκύρα. Τα λοιπά χονδροκονιάματα αναφέρονται με την ειδική ονομασία τους.

5.8.1 Γενικά χαρακτηριστικά των χονδροκονιαμάτων.

Ανεξάρτητα από την κονία ή τα αδρανή που χρησιμοποιούνται, τα χονδροκονιάματα έχουν μερικά γενικά χαρακτηριστικά και ιδιότητες, που τα κατέστησαν υλικά δομής εξαιρετικής σπουδαιότητας.

Μπορούν να αντικαταστήσουν εντελώς τους φυσικούς λίθους και το ξύλο, εκτός από τις περιπτώσεις, όπου η αισθητική των ορατών τμημάτων ενός έργου απαιτεί ειδικά υλικά (λαξευτοί λίθοι, μάρμαρα, ξύλινες επενδύσεις ή πατώματα κλπ.). Τα τελευταία όμως χρόνια έχουν σημειωθεί σημαντικές πρόοδοι και προς αυτή την κατεύθυνση (τεχνητά μάρμαρα κλπ..).

Αντικαθιστούν στις περισσότερες περιπτώσεις το χάλυβα, όπως στην κατασκευή πλακών καλύψεως μεγάλων αιθουσών, στη γεφυροποιία, σε μεγάλες δεξαμενές και σιλό κ.α.

Τα γενικά χαρακτηριστικά, στα οποία τα χονδροκονιάματα οφείλουν την τόση ευρύτητα εφαρμογής τους είναι:

– Το εύπλαστο και η ικανότητά τους να παίρνουν οποιοδήποτε σχήμα με τη βοήθεια ξυλίνων ή μεταλλικών τύπων (καλουπιών).

– Η ευκολία παρασκευής τους στον τόπο του έργου (εργοτάξιο), πράγμα που τους δίνει ευελιξία κατά τη χρησιμοποίησή τους. Η παρασκευή και μορφοποίησή τους στο εργοστάσιο δίνει καλύτερης ποιότητας υλικά, αλλά περιορίζει την ποικιλία στις εφαρμογές τους.

– Η ικανότητά τους να συνεργάζονται με άλλα υλικά (π.χ. με το χάλυβα και το γυαλί). Με τη βοήθεια των υλικών αυτών κατασκευάζο-

νται σύνθετα υλικά εξαιρετικής σπουδαιότητας (οπλισμένο σκυρόδεμα κ.α.).

– Το χαμηλό σχετικά κόστος τους που επιτρέπει την κατασκευή φθηνών έργων.

Στις επόμενες παραγράφους θα εξετάσομε μερικές κατηγορίες σκυροδεμάτων, από τις οποίες οι σπουδαιότερες είναι τα τσιμεντοσκυροδέματα, τα ειδικά τσιμεντοσκυροδέματα και τα ασφαλτοσκυροδέματα.

5.9 Τσιμεντοσκυρόδεμα (σκυρόδεμα ή κοινά μπετόν).

5.9.1 Ορισμοί. Σύσταση.

Είναι το σπουδαιότερο χονδροκονίαμα και χρησιμοποιείται σε μεγάλη έκταση σε όλες γενικά τις κατασκευές.

Απλοί διαχωριστικοί τοίχοι, πλάκες και δοκάρια μικρών ή μεγάλων ανοιγμάτων, γέφυρες, φράγματα, λιμάνια, οδοστρώματα, δεξαμενές, ακόμη και πλοία, τεχνητοί λίθοι, κεραμίδια, σωλήνες και πλήθος άλλων στοιχείων μπορούν να κατασκευασθούν από απλό σκυρόδεμα ή σκυρόδεμα ενισχυμένο με άλλα υλικά (σχ. 5.9α, 5.9β, 5.9γ και 5.9δ).

Το τσιμεντοσκυρόδεμα είναι σχετικά νέο υλικό, γιατί αναπτύχθηκε μετά τη χρησιμοποίηση ισχυρών κονιών όπως το τσιμέντο.

Οι πρώτες εφαρμογές του σε μεγάλη κλίμακα έγιναν στις αρχές του αιώνα μας. Επομένως η ηλικία των παλαιοτέρων από σκυρόδεμα έργων δεν υπερβαίνει τα 90 χρόνια.

5.9.2 Πρώτες ύλες.

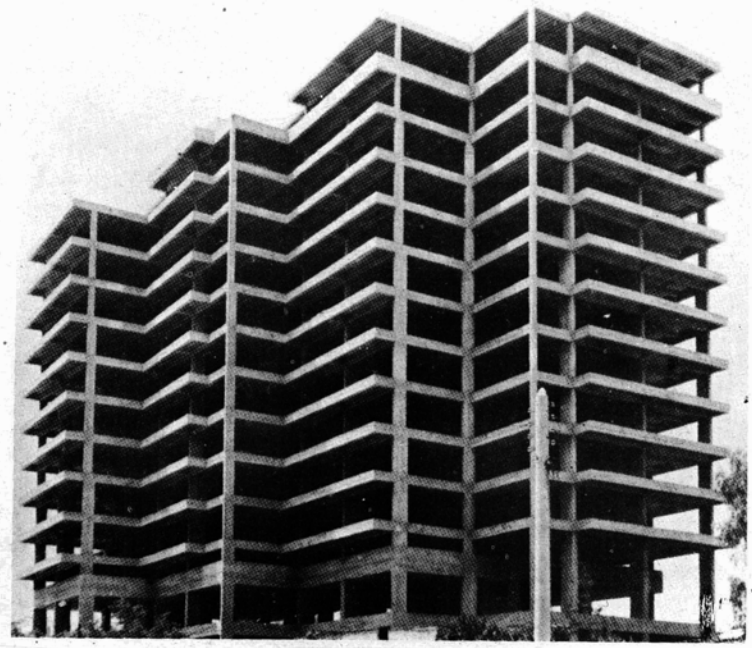
Οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται είναι αναλυτικά οι εξής:

1) ***Τσιμέντο.*** Σύμφωνα με τους ελληνικούς κανονισμούς επιτρέπεται η χρήση τσιμέντου Portland ή Portland ελληνικού τύπου, ή αργιλικού τσιμέντου, εφ' όσον το τελευταίο είναι κανονικής πήξεως και η αντοχή του είναι μεγαλύτερη από την αντοχή του τσιμέντου υψηλής αντοχής.

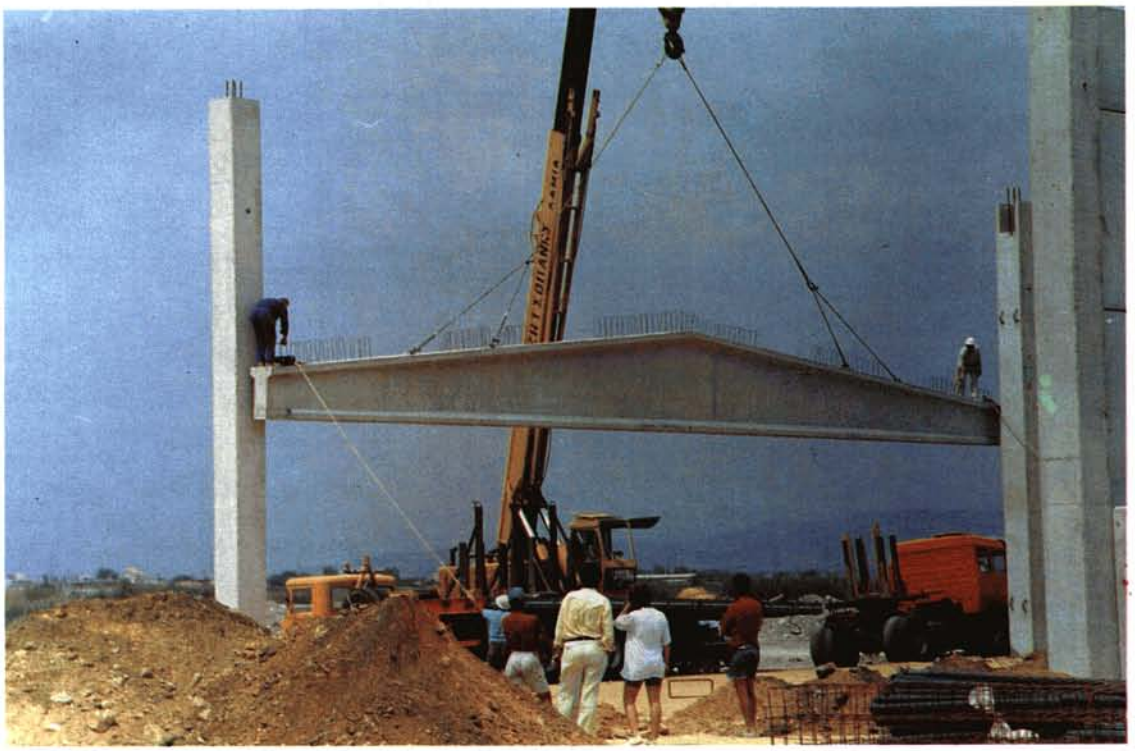
2) ***Αδρανή υλικά***. Τα αδρανή που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή του σκυροδέματος κατατάσσονται, ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων τους, στις αναφερόμενες στον πίνακα 5.9.1 κατηγορίες σύμφωνα με την Πρότυπη Προδιαγραφή που ισχύει στη χώρα μαςΟι κόκκοι της άμμου πρέπει να βρίσκονται μέσα στα όρια που προβλέπει ο Κανονισμός και η κοκκομετρική τους καμπύλη να βρίσκεται μεταξύ της άνω και κάτω καμπύλης του σχήματος 5.4α.

Επίσης το μίγμα άμμου και λεπτοκόκκων σκύρων ή χαλικιών, σαν σύνολο, πρέπει να έχει τέτοια αναλογία κόκκων διαφόρων μεγεθών, ώστε η κοκκομετρική καμπύλη τους να βρίσκεται μέσα στις περιοχές Δ και Ε του σχήματος 5.9ε.

3) Το νερό πρέπει να είναι καθαρό και να μη περιέχει οργανικές ουσίες ή άλατα.



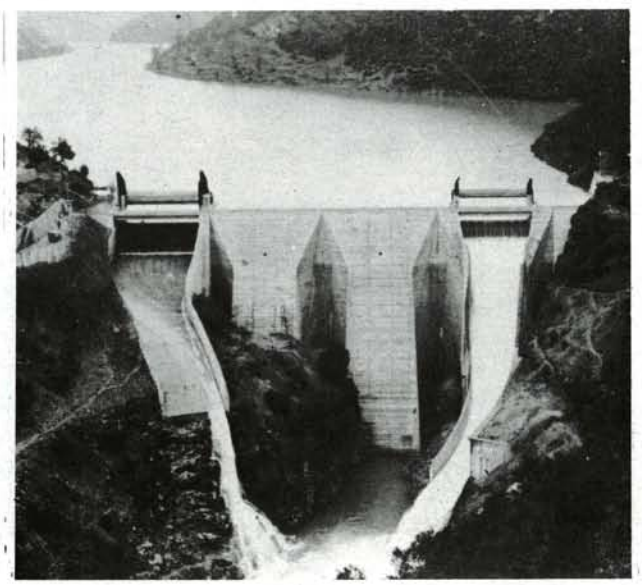
Σχ.5.9α.
Σκελετός κτηρίου από οπλισμένο σκυρόδεμα. Προοριζόταν για νοσοκομειακό κτήριο του Ε.Ε.Σ. αλλά λόγω παλαιότητας και αλλαγής του κτηριολογικού προγράμματος κατεδαφίστηκε με χρήση εκρηκτικών υλών σε χρόνο μερικών δευτερολέπτων.



Σχ. 5.9β.
Προκατασκευασμένα στοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα, που τοποθετούνται με τη βοήθεια γερανού στον τόπο του έργου.



Σχ. 5.9γ.
Οδόστρωμα από σκυρόδεμα σε δρόμο με ισχυρή κλίση. Διακρίνονται ο αξονικός και οι εγκάρσιοι αρμοί διαστολής και οι χαραγές στην επιφάνειά του, που δημιουργήθηκαν για να ελαττωθεί η ολισθηρότητα της επιφάνειας.



Σχ. 5.9δ.
Φράγμα από σκυρόδεμα στο Λάδωνα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.9.1

Ονοματολογία και διαστάσεις αδρανών σκυροδεμάτων

α/α	Προέλευση		Ακραία μεγέθη κόκκου		Συμβολισμός
	Φυσική	Τεχνητή	Πρότυπο κόσκινο από το οποίο		
			συγκρατείται	διέρχεται	
1	Παιπάλη (φίλερ)	Παιπάλη (φίλερ)	0	0,074	Π
2	Άμμος	Άμμος			
	α. Λεπτόκκοκη	α. Λεπτόκκοκη 0/1	0	1	0/1
	β. Μεσόκκοκη	β. Μεσόκκοκη 0/3	0	3	0/3
	γ. Χονδρόκκοκη	γ. Ρυζάκι 0/5	0	5	0/5
3	Λεπτοχαλίκια (γαρμπίλι)	Λιθοσύντριμμα (γαρμπίλι)			
	α. Λεπτά	α, Λεπτό 5/10	5	10	5/10
	β. Χονδρά	β. Χονδρό 5/15	5	15	5/15
4	Χαλίκια	Σκύρα			
	α. 7/30	α. 7/30	7	30	7/30
	β. 7/50	β. 7/50	7	50	7/50
	γ. 7/70	γ. 7/70	7	70	7/70
5	Αμμοχάλικο				
	α. 0/30		0	30	0/30
	β. 0/50		0	50	0/50
	γ. 0/70		0	70	0/70

5.9.3 Αναλογίες μίξεως των πρώτων υλών.

α) Παράγοντες που επηρεάζουν τη σύνθεση.

Οι αναλογίες μίξεως των αδρανών υλικών του τσιμέντου και του νερού πρέπει να είναι τέτοιες, ώστε να επιτυγχάνονται οι προβλεπόμενες από τον Κανονισμό, για κάθε κατηγορία ή ποιότητα σκυροδέματος, αντοχή και πυκνότητα.

Οι αναλογίες αυτές εξαρτώνται:

– Από την αντοχή που θέλομε να έχει το σκυρόδεμα.

– Από την κοκκομετρική σύνθεση της άμμου και των σκύρων.

– Από τον τρόπο κατεργασίας του σκυροδέματος. Άλλες αναλογίες αδρανών τσιμέντου και νερού απαιτούνται όταν η εργασία της αναμίξεως γίνεται με τα χέρια, και άλλες όταν γίνεται με μηχανικά μέσα.

– Από τη ρευστότητα, που θέλομε να έχει το σκυρόδεμα.

β) Απαιτούμενες ποσότητες.

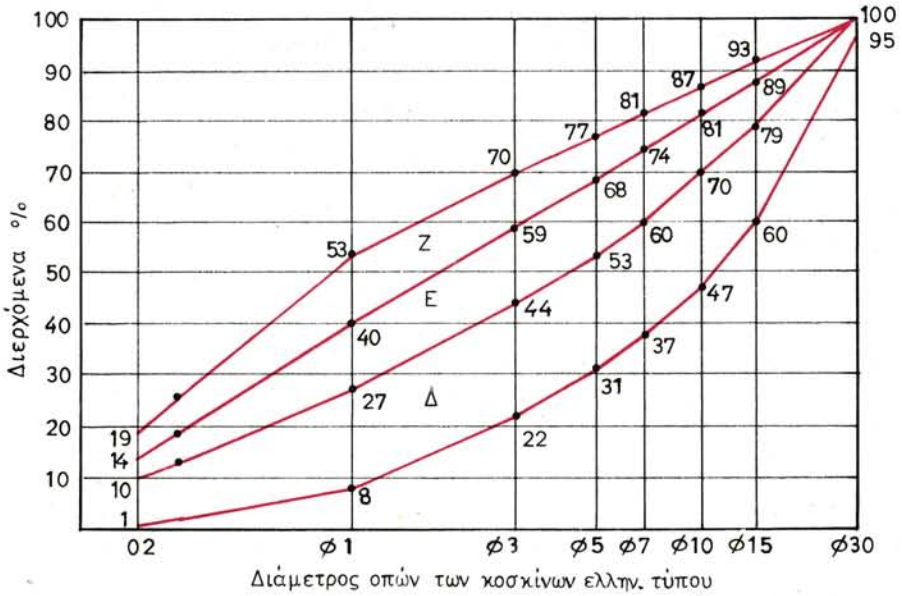
Οι ποσότητες των διαφόρων υλικών που χρειάζονται για την παρασκευή ενός σκυροδέματος λαμβάνονται συνήθως κατ' όγκο. Είναι προτιμότερο όμως να λαμβάνονται κατά βάρος, γιατί οι καμπύλες της κοκκομετρικής συνθέσεως των αδρανών (σχ. 5.4α και 5.9ε) χαράσσονται με ζύγιση των ποσοτήτων, που παραμένουν ή που διέρχονται από κάθε κόσκινο και γιατί υπάρχει σχετική αοριστία στα φαινόμενα ειδικά βάρη των υλικών.

1) Για τις κοινές κατασκευές και για να αποφύγομε δαπάνες και σπατάλη χρόνου, η ανάλυση τιμών (ΑΤΟΕ) καθορίζει τις αναλογίες μίξεως και την προσκόμιση των υλικών.

2) Για σκυροδέματα Β 160 και Β 225 τα αδρανή πρέπει να προσκομίζονται σε δύο κατηγορίες, χωριστά τα αδρανή με κόκκο μικρότερο από 7 mm (άμμος) και χωριστά με κόκκο από 7 mm και πάνω (σκύρα). Οι αναλογίες των δύο αυτών κατηγοριών πρέπει να είναι τέτοιες, ώστε η κοκκομετρική καμπύλη του μίγματος να βρίσκεται στην περιοχή του σχήματος 5.9ε, η οποία χαρακτηρίζεται ως εξαιρετικά καλή.

3) Για σκυρόδεμα Β 300 τα αδρανή υλικά πρέπει να προσκομίζονται σε τρεις κατηγορίες χωριστά από 0 έως 3 mm, από 3 mm έως 7 mm και πάνω από 7 mm. Οι αναλογίες μίξεως των τριών αυτών κατηγοριών πρέπει να καθορίζονται ύστερα από εργαστηριακό έλεγχο, ώστε η καμπύλη της άμμου (μέγεθος κόκκου κάτω από 7 mm), καθώς και η καμπύλη του συνόλου των αδρανών, να βρίσκονται μέσα στις εξαιρετικά καλές περιοχές των σχημάτων 5.4α και 5.9ε.

4) Η ποσότητα του τσιμέντου για το ισχνό σκυρόδεμα και το σκυρόδεμα Β 120. Για τις κατηγορίες Β 160, Β 225, Β 300 καθορίζεται σε 300 kg έως 350 kg ανά m^3 έτοιμου σκυροδέμα-



Σχ. 5.9ε.
Διάγραμμα των ορίων της κοκκομετρικής διαβαθμίσεως μίγματος αδρανών με μέγιστο κόκκο 30 mm σύμφωνα με τον Ελληνικό Κανονισμό "Τεχνολογία σκυροδέματος".

τος. Μπορεί όμως να ελαττωθεί στα 270 kg εάν κατά τη διάστρωση χρησιμοποιηθούν δονητές ή μέχρι 240 kg αν το κατασκευαζόμενο έργο είναι πολύ μεγάλων διαστάσεων και οι επιβαρύνσεις που υφίσταται είναι πολύ μικρότερες από αυτές που ορίζουν οι κανονισμοί.

Για έργα που βρίσκονται υπό την επιρροή δυσμενών επιδράσεων (υγρασία, οξέα, καπνοί κλπ.) μπορεί να χρησιμοποιηθεί περισσότερο τσιμέντο από 350 kg ανά m^3 σκυροδέματος.

Ειδικά για σκυρόδεμα, που πρόκειται να διαστρωθεί μέσα σε θαλάσσιο νερό, η ποσότητα του τσιμέντου μπορεί να φθάσει τα 450 kg ανά m^3 έτοιμου σκυροδέματος.

5) Η ποσότητα του νερού επεξεργασίας εξαρτάται:

– Από τον τρόπο αναμίξεως και διαστρώσεως και

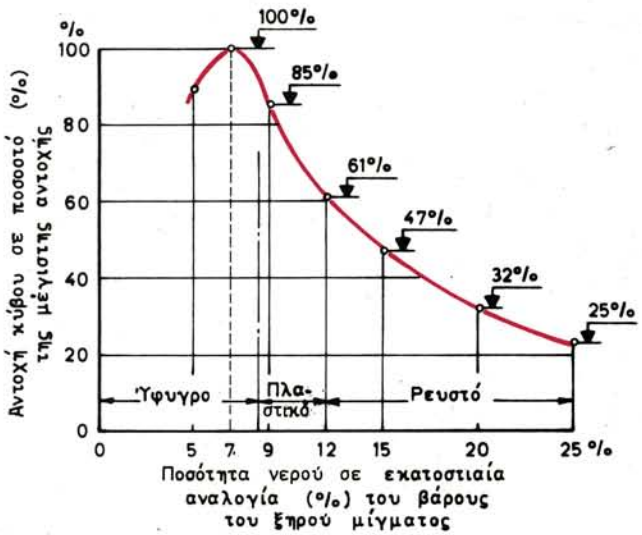
– από τη ρευστότητα, που επιζητείται να έχει το σκυρόδεμα.

Ως προς τη ρευστότητα διακρίνομε τρεις κατηγορίες σκυροδέματος:

– ***Ύφυγρο ή στεγνό σκυρόδεμα***. Δεν αφήνει στην παλάμη ίχνη κονιάματος αλλά απλώς την υγραίνει. Χρησιμοποιείται σε οπλισμένα σκυροδέματα όταν οι οπλισμοί είναι αραιοί και εφ' όσον γίνεται χρήση δονητών.

– ***Πλαστικό σκυρόδεμα***. Χρειάζεται περισσότερο νερό από το προηγούμενο. Η πλαστικότητά του προσδιορίζεται από το μέτρο εξαπλώσεως, όπως θα δούμε παρακάτω. Η κατηγορία αυτή χρησιμοποιείται κατά κανόνα για τα έργα από οπλισμένο σκυρόδεμα.

– ***Ρευστό σκυρόδεμα***. Έχει μεγαλύτερο



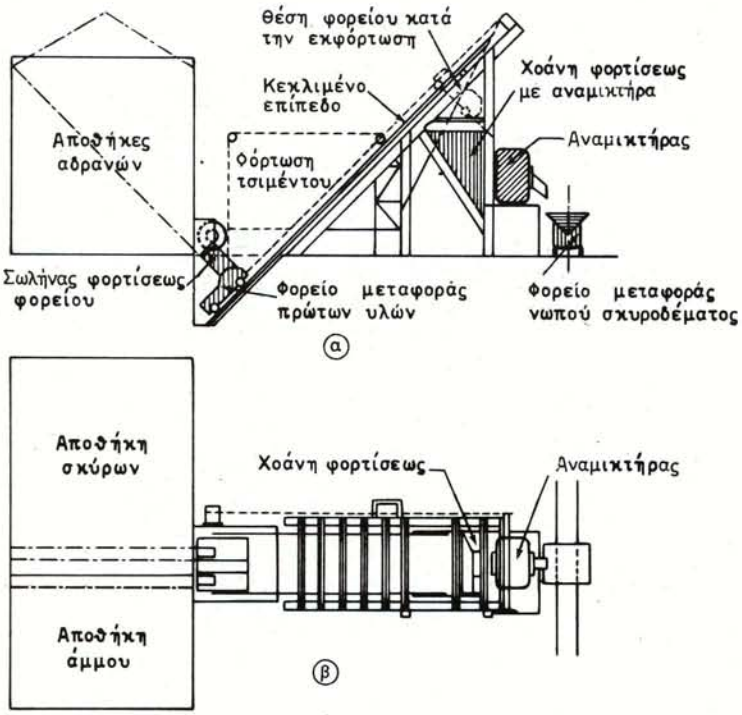
Σχ. 5.9στ.
Επιρροή της ποσότητας του νερού στην αντοχή του σκυροδέματος.

μέτρο εξαπλώσεως από το πλαστικό (περισσότερο νερό) και χρησιμοποιείται σε ειδικά δομικά στοιχεία (σωλήνες μικρού πάχους, πλήρωση αρμών κλπ..).

Πρέπει πάντως να παρατηρηθεί ότι η ποσότητα του νερού επεξεργασίας επηρεάζει σοβαρά τις ιδιότητες του σκυροδέματος και ιδίως τη μηχανική αντοχή και τη στεγανότητά του. Από πειράματα που έγιναν και που τα αποτελέσματά τους εικονίζονται στο διάγραμμα του σχήματος 5.9στ, προκύπτει ότι το ύφυγρο σκυρόδεμα με ποσοστό νερού 7% σε αναλογία του βάρους των ξηρών αδρανών, παρουσιάζει



Σχ. 5.9ζ.
Αναμικτήρας (μπετονιέρα) σκυροδέματος με χοάνη φορτίσεως του τυμπάνου. Χρησιμοποιείται μόνο σε μικρά έργα ή για παρασκευή σκυροδέματος Β 120 ή Β 160.



Σχ. 5.9η.
Μόνιμη εγκατάσταση παρασκευής σκυροδέματος: α) Πλάγια όψη. β) Κάτοψη.

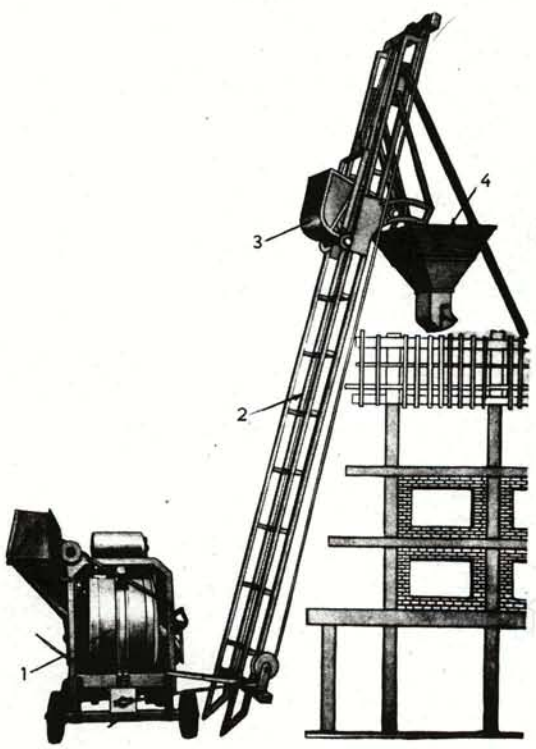
τη μέγιστη αντοχή με την προϋπόθεση ότι οι λοιπές συνθήκες (κοκκομετρική σύνθεση αδρανών, ποσότητα τσιμέντου, και μέθοδος αναμίξεως) παραμένουν σταθερές. Επομένως πρέπει να ελέγχεται σχολαστικά η χρήση του νερού, κυρίως για σκυροδέματα που πρέπει να έχουν αντοχή ανώτερη από το Β 160, και να χρησιμοποιείται ακριβώς όση ποσότητα χρειάζεται για κάθε περίπτωση.

5.9.4 Ανάμιξη των πρώτων υλών.

Η ανάμιξη των υλικών του σκυροδέματος πρέπει να γίνεται γενικά με μηχανικά μέσα και όχι με εργαλεία χεριού. Έτσι, επιτυγχάνεται ομοιογενέστερο και καλύτερης ποιότητας υλικό, αυξάνεται σημαντικά η ταχύτητα παρασκευής του και επομένως το έργο που πρόκειται να κατασκευασθεί εκτελείται ταχύτερα και οικονομικότερα.

Για το ισχνό σκυρόδεμα και το σκυρόδεμα Β 120, που προορίζονται για μικρές κατασκευές δευτερεύουσας σημασίας, η ανάμιξη των υλικών μπορεί να γίνει με εργαλεία χεριού.

Για τις λοιπές κατηγορίες σκυροδέματος πρέπει να χρησιμοποιούνται αναμικτήρες διακοπτόμενης λειτουργίας (κοινώς μπετονιέρα) (σχ. 5.9ζ). Όταν πρόκειται να παραχθούν μεγάλες ποσότητες σκυροδέματος, όπως σε εργοτάξια εκτεταμένων έργων ή σε εγκαταστάσεις παραγωγής έτοιμου σκυροδέματος χρησιμοποιούνται αναμικτήρες συνεχούς λειτουργίας (σχ. 5.9η).



Σχ. 5.9θ.
Σχηματική παράσταση εγκαταστάσεως για την παρασκευή και μεταφορά σκυροδέματος. Κύρια σημεία: 1. Αναμικτήρας με κάδο φορτώσεως. 2. Σιδηροτροχιές κινήσεως φορείου. 3. Φορείο σε θέση λίγο πριν από την εκφόρτωση του σκυροδέματος. 4. Χοάνη (σιλό) παραμονής του νωπού σκυροδέματος πριν από τη μεταφορά του στους τύπους.

5.9.5 Μεταφορά νωπού σκυροδέματος.

Η μεταφορά του νωπού σκυροδέματος στις θέσεις, όπου θα διαστρωθεί, γίνεται με διάφορα μέσα ανάλογα με το μέγεθος και τη σοβαρότητα του εκτελούμενου έργου.

Στα κοινά οικοδομικά έργα η κατακόρυφη μεταφορά, από τον αναμικτήρα ως τη στάθμη, όπου θα διαστρωθεί, γίνεται συνήθως με καδοφόρο ανελκυστήρα (αναβατόριο), ο οποίος γεμίζει ένα μικρό σιδερένιο δοχείο (σχ. 5.9θ).

Σε σοβαρότερα και μεγάλου ύψους κτήρια η μεταφορά του σκυροδέματος από τον αναμικτήρα γίνεται με κυλινδρικούς ή ορθογωνικούς κάδους που ανυψώνονται με γερανό (σχ. 5.9ι).

Σε έργα μεγάλου όγκου (φράγματα, γέφυρες) η μεταφορά του σκυροδέματος γίνεται με ντεκωβίλ και αυτοκίνητα ή ακόμη με άντληση από το σημείο παρασκευής του.

Όταν το σκυρόδεμα παρασκευάζεται σε εργοστάσια, η μεταφορά του στο έργο γίνεται με ειδικά αυτοκίνητα (σχ. 5.9ια). Από το αυτοκίνητο αυτό η μεταφορά του σκυροδέματος στα καλούπια γίνεται με ειδικές αυτοκινούμενες αντλίες (σχ. 5.9ιβ).

Τέλος εάν πρόκειται να μεταφερθεί σκυρόδεμα σε θέσεις χαμηλότερες των 2,5 m όπως προβλέπει ο ελληνικός κανονισμός από τη θέση αναμίξεως (διάστρωση σκυροδέματος κάτω από το νερό σε λιμενικά έργα, σε πηγάδια, στον πυθμένα βαθιών θεμελίων κλπ..) χρησιμοποιούνται σωληνωτοί αγωγοί (σχ. 5.9ιγ). Ειδικά για έργα κάτω από το νερό οι αγωγοί αυτοί τοποθετούνται κατακόρυφα στη θέση διαστρώσεως, γεμίζονται εν μέρει με νωπό σκυρόδεμα και στη συνέχεια με μικρή ανύψωση αφήνουν ένα μέρος της ποσότητας να εξέλθει από το κάτω μέρος. Σημειώνομε ότι απαγορεύεται το σκυρόδεμα να πέφτει ελεύθερα από οποιοδήποτε ύψος, γιατί τα υλικά του (αδρανή, κονία) διαχωρίζονται κατά την πτώση. Τα βαρύτερα από αυτά, όπως είναι τα σκύρα, πέφτουν ταχύτερα από τα ελαφρότερα (άμμος και πολτός κονίας).

5.9.6 Κατεργασία του νωπού σκυροδέματος.

Η κατεργασία του νωπού σκυροδέματος στις θέσεις διαστρώσεως έχει σκοπό το γέμισμα των καλουπιών και τη συμπύκνωσή του. Περιλαμβάνει τις εξής επί μέρους εργασίες:

– Τη διάστρωση.

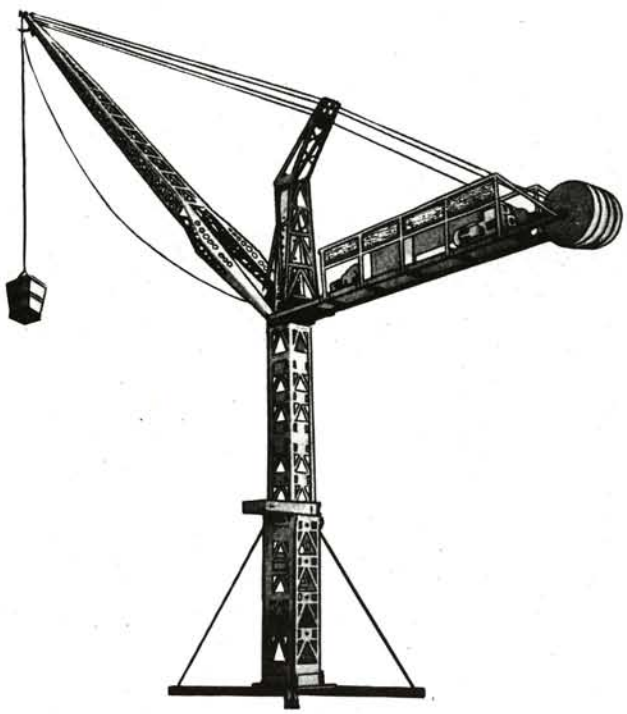
– Τη συμπύκνωση (τύπανση ή κοπάνισμα) και

– την προφύλαξή του κατά την περίοδο της πήξεως.

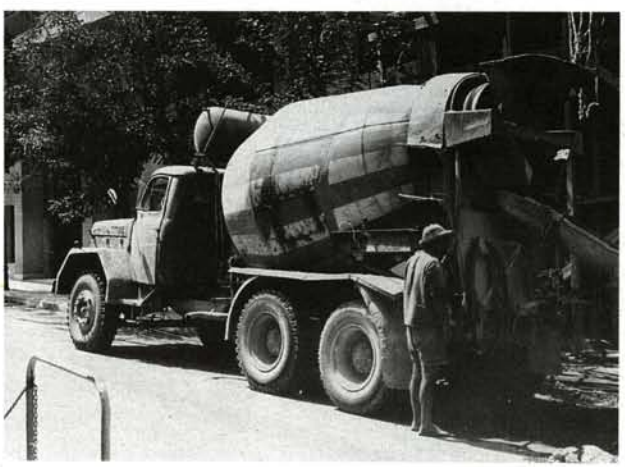
1) ***Η διάστρωση*** του σκυροδέματος (σχ. 5.9ιδ), δηλαδή η τοποθέτησή του μέσα στους ξυλότυπους, όπου θα γίνει η πήξη του, γίνεται αμέσως μετά το τέλος της αναμίξεως.

Η διάστρωση πρέπει να γίνεται σε στρώσεις, πάχους μικρότερου από 15 cm προκειμένου για στεγνό (ύφυγρο) ή πλαστικό σκυρόδεμα. Το πάχος των στρώσεων πρέπει να είναι ακόμη μικρότερο, όταν το κοπάνισμα γίνεται με τα χέρια και όχι με δονητές.

Οι ατμοσφαιρικές συνθήκες, που επικρατούν κατά το χρόνο της διαστρώσεως επηρεάζουν ουσιαστικά την ποιότητα και τις ιδιότητες του



Σχ. 5.9ι.
Γερανός μεταφοράς νωπού σκυροδέματος σε μεγάλα ύψη.



Σχ. 5.9ια.
Μεταφορά έτοιμου σκυροδέματος με αυτοκίνητα-αναδευτήρες. Τα αυτοκίνητα αυτά φέρουν ειδικά τύμπανα (βαρέλες) τα οποία περιστρέφονται κατά τη διάρκεια της πορείας του αυτοκινήτου από το εργοστάσιο στον τόπο διαστρώσεως του σκυροδέματος.

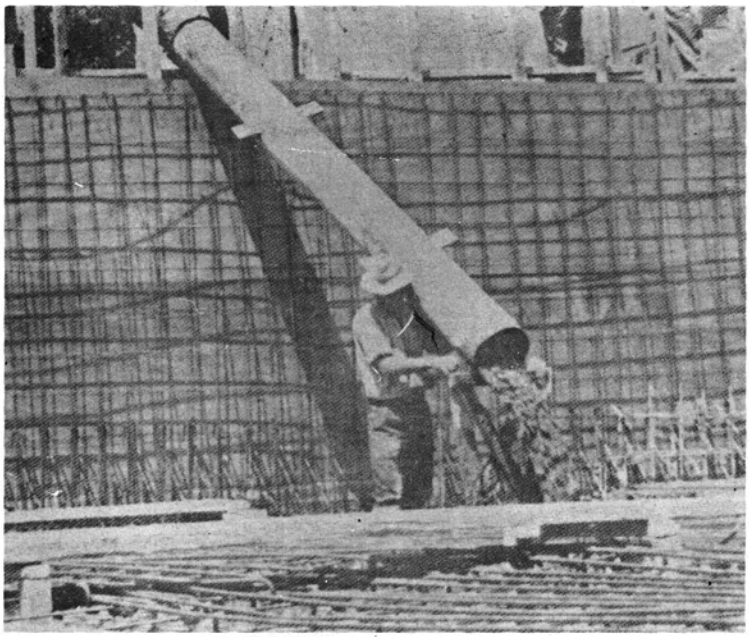


α

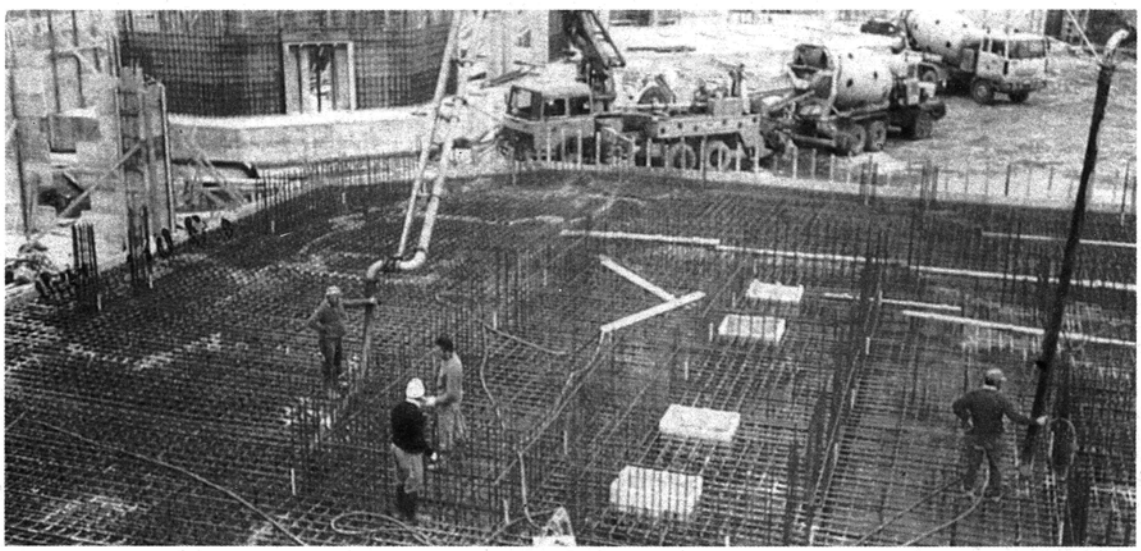


β

Σχ. 5.9ιδ.
Μεταφορά έτοιμου σκυροδέματος στα σημεία διαστρώσεώς του με τη βοήθεια ειδικής αντλίας (κοινώς πρέσσας). Το ύψος μεταφοράς μπορεί να φθάσει τα 45 m και η απόσταση τα 40 m. α) Αυτοκινούμενη πρέσσα. β) Εργοτάξιο.



Σχ. 5.9ιγ.
Σωληνωτός αγωγός μεταφοράς σκυροδέματος σε θέση χαμηλότερη από τη θέση της παρασκευής του.



Σχ. 5.9ιδ.
Διάστρωση σκυροδέματος στο καλούπι πλάκας. Στο επάνω μέρος της φωτογραφίας διακρίνονται ο αυτοκινούμενος αναδευτήρας (μπετονιέρα) που μεταφέρει το έτοιμο σκυρόδεμα και η αντλία (πρέσσα) που το στέλνει, μέσω σωληνώσεως στη θέση διαστρώσεως

σκυροδέματος.

Όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη των 5°C τότε δεν πρέπει να εκτελούνται εργασίες διαστρώσεως. Εάν είναι απαραίτητο να γίνει η εργασία σε θερμοκρασία κάτω των 5°C, τότε πρέπει να παίρνονται ορισμένα μέτρα, ώστε να διατηρείται η θερμοκρασία του σκυροδέματος επάνω από το βαθμό αυτό. Τα μέτρα αυτά είναι:

– Θέρμανση των αδρανών υλικών και του νερού, όταν η εξωτερική θερμοκρασία κατέβει μέχρι –3°C.

– Περίφραξη του χώρου εργασίας και θέρμανσή του, καθώς και θερμανση των αδρανών υλικών και του νερού σε περίπτωση παρατεταμένου παγετού κάτω των –3°C.

– Κάλυψη της επιφάνειας του σκυροδέματος ύστερα από τη διάστρωση με κενούς σάκους ή με ροκανίδια.

Τμήματα έργων από σκυρόδεμα, που έχουν υποστεί την επιρροή παρατεταμένου παγετού κατά το χρόνο της διαστρώσεως πρέπει να ξανακατασκευάζονται, γιατί έχουν χάσει μεγάλο μέρος της αντοχής τους και της συνοχής τους λόγω της διαστολής του νερού που είχε παγώσει.

Επίσης στη διάρκεια ισχυρού καύσωνα πρέπει να αποφεύγονται οι εργασίες διαστρώσεως, γιατί η γρήγορη και έντονη εξάτμιση του νερού εμποδίζει την κανονική πήξη του τσιμέντου.

2) ***Η συμπύκνωση*** (τύμπανση, κοπάνισμα) του σκυροδέματος έχει ως σκοπό τη συμπύκνωσή του και την εξάλειψη των κενών ή των φυσαλίδων, που δημιουργούνται στη μάζα του κατά τη διάστρωση. Αποτελεί το σπουδαιότερο μέρος της κατεργασίας και πρέπει να γίνεται με εξαιρετική επιμέλεια και από πεπειραμένους τεχνίτες.

Σε μικρά έργα και για σκυρόδεμα πλαστικό, η συμπύκνωση μπορεί να γίνει με εργαλεία χειριού, δηλαδή με σιδερένια ράβδο και με ελαφρές τυπάδες (κόπανους).

Σε σοβαρότερα έργα, όπου επιδιώκομε την παρασκευή σκυροδέματος ανώτερης ποιότητας και μεγαλύτερης αντοχής χρησιμοποιούνται μηχανικοί δονητές και τυπάδες.

Οι μηχανικές τυπάδες ενεργούν όπως οι τυπάδες χειριού και προκαλούν τη συμπίεση του σκυροδέματος με ελαφρές κρούσεις.

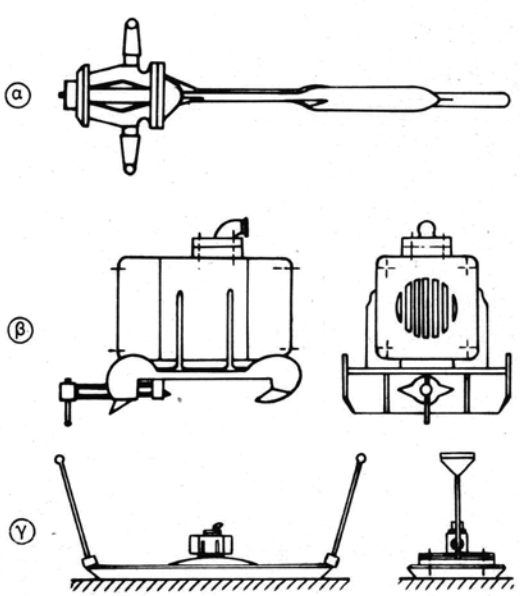
Οι δονητές (σχ. 5.9ιε και σχ. 5.9ιστ) λειτουργούν με πεπιεσμένο αέρα ή με μικρούς κινητήρες που βρίσκονται στο εσωτερικό τους. Τα εργαλεία αυτά προκαλούν κραδασμούς (2000 έως 9000 κραδασμοί ανά min ανάλογα με τον τύπο του δονητή) στη μάζα του σκυροδέματος και έτσι προκαλείται η συμπύκνωσή του. Η ενέργεια των κραδασμών αυτών φθάνει σε ακτίνα 30 cm περίπου από το σημείο που ενεργεί ο δονητής.

Οι δονητές διακρίνονται σε δονητές μάζας (φιαλοδονητές), επιφάνειας (δονητικές τράπεζες) και εξωτερικοί που τοποθετούνται στην εξωτερική παρειά των καλουπιών.

Η χρήση των δονητών συνετέλεσε πολύ στην παρασκευή σκυροδεμάτων υψηλής αντοχής, όπως είναι τα Β 225 και Β 300 και γενικά βοήθησε στη μεγάλη ανάπτυξη, που παρατηρήθηκε τα τελευταία χρόνια στην κατασκευή σοβαρών έργων από σκυρόδεμα.

3) Ύστερα από τη διάστρωση και το κοπάνισμα, που πρέπει να έχουν τελειώσει μέσα σε δύο ώρες από την παρασκευή του, το σκυρόδεμα πρέπει να παραμείνει σε απόλυτη ηρεμία, ώσπου να συντελεσθεί η πήξη του. Ο χρόνος τελικής πηξεως εξαρτάται, όπως είναι γνωστό, από το είδος του τσιμέντου που χρησιμοποιείται, από τον τρόπο επεξεργασίας του σκυροδέματος, από τις ατμοσφαιρικές συνθήκες κ.α.

Όσο διαρκεί η πήξη, το σκυρόδεμα πρέπει να προφυλάσσεται από το κρύο και τον παγετό, καθώς επίσης και από τον καύσωνα. Αλλά και με κανονικές ατμοσφαιρικές συνθήκες πρέπει να διατηρείται υγρό με τακτικό κατάβρεγμα της επιφάνειάς του ή με επικάλυψή της με υγρά υφάσματα.



Σχ. 5.9ιε.
Διάφοροι τύποι δονητών συμπυκνώσεως νωπού σκυροδέματος: α) Φιαλοδονητής. β) Εξωτερικής χρήσεως δονητής. γ) Επιφανειακός δονητής.



Σχ. 5.9ιστ.
Φιαλοδονητής (δονητής μάζας) σε λειτουργία κατά τη διάρκεια διαστρώσεως νωπού σκυροδέματος.

5.9.7 Ιδιότητες του σκυροδέματος.

Οι κυριότερες ιδιότητες του σκυροδέματος είναι:

1) ***Το βάρος.*** Το φαινόμενο βάρος του σκυροδέματος εξαρτάται από το είδος των αδρανών υλικών που χρησιμοποιούνται και από τον τρόπο που γίνεται η κατεργασία κατά τη διάστρωση.

Τα γρανιτικά σκύρα και η χαλαζιακή άμμος δίνουν βαρύτερο σκυρόδεμα από τα αντίστοιχα ασβεστολιθικά.

Η χρησιμοποίηση μηχανικών δονητών κατά την κατεργασία δημιουργεί μεγαλύτερη συμπύκνωση (ελάττωση των κενών) και συνεπώς αύξηση του φαινόμενου βάρους.

Για τα κοινά σκυροδέματα με ασβεστολιθικά σκύρα και άμμο, το βάρος ενός m^3 λαμβάνεται ίσο με 2200 kg.

Μπορεί να κατασκευασθούν και ελαφρότερα σκυροδέματα με βάρος 500 kg έως 1800 kg ανά m^3, εάν χρησιμοποιηθούν σκύρα ελαφρόπετρας ή περλίτη ή εάν δημιουργηθούν κενά στη μάζα του με τη βοήθεια διαφόρων μεθόδων, ή βαρύτερα με βάρος έως 3500 kg/m^3 εφ' όσον χρησιμοποιηθούν σκύρα από βαριά πετρώματα (γρανίτης κλπ.) ή από μικρά τεμάχια σιδήρου.

2) ***Το πορώδες και η στεγανότητα.*** Το σκυρόδεμα είναι υλικό πορώδες, δηλαδή περιέχει κενά και τριχοειδείς πόρους στη μάζα του.

Οι λόγοι που δημιουργούν τα κενά και οι πόροι είναι οι εξής:

– Τα υλικά που το αποτελούν, δηλαδή η άμμος και τα σκύρα είναι υλικά πορώδη.

– Τα κενά, που σχηματίζονται μεταξύ των κόκκων της άμμου, δεν είναι δυνατόν να γεμίσουν τελείως με τον πολτό του τσιμέντου, καθώς επίσης και τα μεταξύ των σκύρων κενά δεν είναι δυνατόν να γεμίσουν με το τσιμεντοκονίαμα.

– Ένα μέρος του νερού επεξεργασίας, αυτό που δεν χρειάζεται για την πήξη του τσιμέντου, εξατμίζεται και στη θέση του παραμένουν κενά και τέλος,

– οσοδήποτε καλά και αν γίνει η διάστρωση και το κοπάνισμα, πάντοτε θα παρουσιάζονται περιοχές με ελαττωμένη συμπύκνωση.

Όταν η ιδιότητα του πορώδους εκδηλώνεται σε μεγάλο βαθμό, τότε το σκυρόδεμα θεωρείται κακής ποιότητας. Εξαιρείται η περίπτωση που, για την κάλυψη ειδικών απαιτήσεων, επιδιώκεται η παρασκευή πορώδους σκυροδέματος (ελαφρά σκυροδέματα κλπ..).

Το μεγάλο πορώδες μειώνει την ποιότητα του σκυροδέματος, διότι :

– Ελαττώνει τη μηχανική αντοχή του.

– Αυξάνει την αεροπερατότητά του. Ο αέρας που στις βιομηχανικές κυρίως περιοχές, είναι αναμιγμένος με διάφορα αέρια επιβλαβή στο σίδερο και στο σκυρόδεμα, μπαίνει εύκολα μέσα στη μάζα του και προκαλεί οξείδωση του σιδερένιου οπλισμού και αποσάθρωση του υλικού (σχ. 5.9ιζ).



Σχ. 5.9ιζ.
Καταστροφή του σκυροδέματος τοίχου λόγω οξειδώσεως του σιδερένιου οπλισμού.

– Αυξάνει την υδροπερατότητά του. Όπως ο αέρας έτσι και το νερό μπαίνει εύκολα στη μάζα και οξειδώνει το σιδερένιο οπλισμό (σχ. 5.9ι). Επίσης το νερό όταν περιέχει επιβλαβείς ουσίες σε διάλυση, προκαλεί καταστροφές του σκυροδέματος και του οπλισμού (σχ. 5.9ιθ). Εκτός όμως από το δημιουργούμενο κίνδυνο καταστροφής του έργου ελαττώνεται και η στεγανότητα, που σε μερικά έργα είναι απαραίτητη, όπως σε δεξαμενές υγρών, σε πλάκες επικαλύψεως οικοδομών κλπ..

3) ***Η αντοχή σε θλίψη.*** Η αντοχή του σκυροδέματος είναι η βασικότερη ιδιότητά του γιατί ο βαθμός εκδηλώσεώς της είναι και το μέτρο της ποιότητάς του.

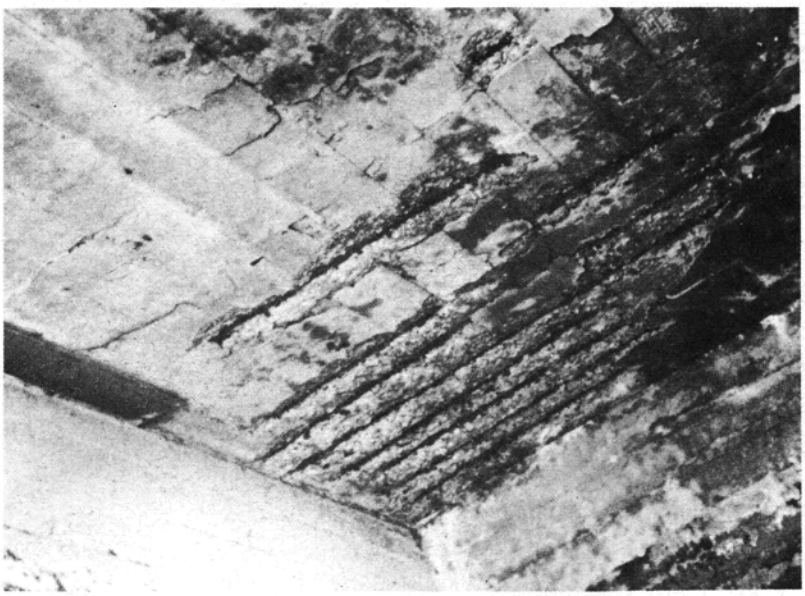
Σκυρόδεμα με μεγάλη αντοχή σε θλίψη, σημαίνει ότι οι περισσότερες από τις άλλες ιδιότητές του έχουν υψηλό βαθμό αποδόσεως. Στις περισσότερες περιπτώσεις αρκεί ο προσδιορισμός της αντοχής του σκυροδέματος σε θλίψη, για να εξακριβωθεί η καλή ή κακή ποιότητά του.

Είναι αυτονόητο ότι δεν πρέπει να κατασκευάζεται σκυρόδεμα με όσο το δυνατό μεγαλύτερη αντοχή, σε περιπτώσεις που δεν χρειάζεται μεγάλη αντοχή, γιατί αυτό προκα-

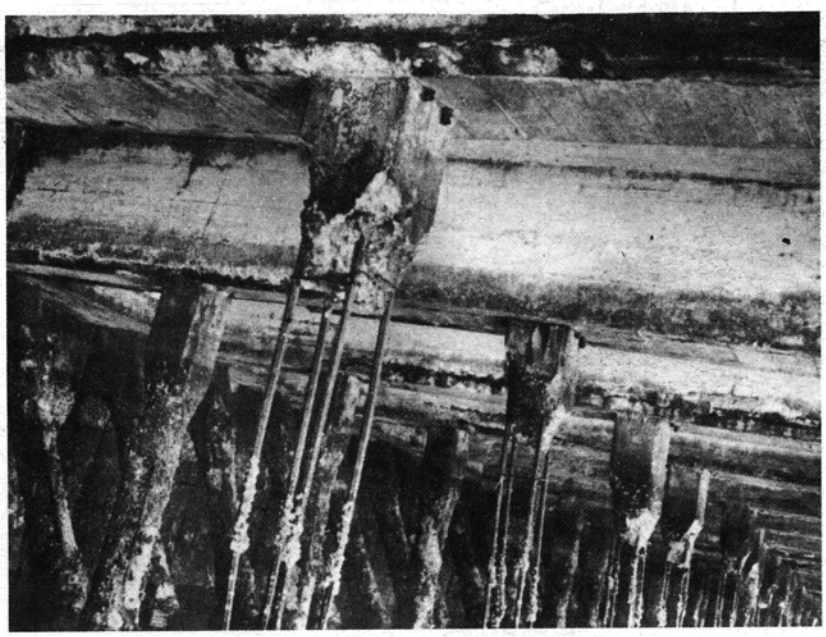
λεί αύξηση του κόστους του. Άλλη αντοχή απαιτείται π.χ. για σκυροδέματα διαστρώσεως δαπέδων και άλλη για οπλισμένα ή προεντεταμένα σκυροδέματα.

Το σκυρόδεμα διακρίνεται σε διάφορες κατηγορίες ή ποιότητες, ανάλογα με την αντοχή σε θραύση, που παρουσιάζει ένα κυβικό δοκίμιο ορισμένων διαστάσεων που παρασκευάζεται υπό σταθερές συνθήκες, όπως θα δούμε παρακάτω.

Ο Ελληνικός Κανονισμός χωρίζει το σκυρόδεμα, που προορίζεται να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με το χάλυβα (οπλισμένο σκυρόδεμα), στις εξής πέντε κανονικές κατηγορίες:



Σχ. 5.9ιη.
Απολέπιση πλάκας οροφής από οπλισμένο σκυρόδεμα λόγω της εισόδου νερού μέσα στη μάζα του σκυροδέματος και της οξειδώσεως των σιδερένιων ράβδων. Παρατηρούμε ότι στις περιοχές με μεγάλη υγρασία (σκοτεινά τμήματα στη φωτογραφία) η καταστροφή είναι εντονότερη.



Σχ. 5.9ιθ.
Τέλεια καταστροφή στύλων από σκυρόδεμα που κατασκευάσθηκαν μέσα στη θάλασσα. Η καταστροφή οφείλεται στην έντονη διαβρωτική ικανότητα του θαλασσινού νερού και στην κακή ποιότητα του σκυροδέματος. Παρατηρούμε ότι επάνω από τη στάθμη των νερών της πλημμυρίδας το σκυρόδεμα είναι άθικτο.

					kp/cm²
B 120	συμβατική	αντοχή	σε	θλίψη	W 28 = 120
B 160	"	"	"	"	W 28 = 160
B 225	"	"	"	"	W 28 = 225
B 300	"	"	"	"	W 28 = 300
B 450	"	"	"	"	W 28 = 450

Το σύμβολο B προέρχεται από τη λέξη Beton, και ο αριθμός που αναγράφεται δίπλα του δηλώνει την αντοχή κυβικού δοκιμίου 28 μέρες μετά την παρασκευή του (το W είναι αρχικό της γερμανικής λέξεως Wurfel που σημαίνει κύβος).

Το B 120 χρησιμοποιείται σε απλές κατασκευές και δεν απαιτείται ιδιαίτερη επιμέλεια για τη σύνθεση των αδρανών υλικών και την παρασκευή του. Στις συνηθισμένες κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα χρησιμοποιείται κατά κανόνα το σκυρόδεμα B 160 και προκειμένου για αντισεισμικές κατασκευές το B 225. Αυτό όμως προϋποθέτει ότι θα ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα, τόσο για τα υλικά, όσο και για την καλή οργάνωση της παρασκευής και της διαστρώσεως στους ξυλοτύπους, ώστε να επιτευχθούν οι επιδιωκόμενες χαρακτηριστικές ιδιότητες της ποιότητας αυτής.

Οι τελευταίες δύο κατηγορίες B 300 και B 450 εφαρμόζονται μόνο σε ειδικές περιπτώσεις σοβαρών έργων. Απαιτείται εξαιρετική προσοχή κατά την παρασκευή τους και πρέπει να γίνονται συχνοί και συνεχείς έλεγχοι των ιδιοτήτων τους, και ιδιαίτερα της αντοχής τους σε θλίψη, ώστε κάθε στιγμή να είναι δυνατή η διαπίστωση τυχόν αποκλίσεων από τα προβλεπόμενα όρια.

Οι παράγοντες, που επηρεάζουν την αντοχή του σκυροδέματος σε θλίψη, είναι πολλοί. Οι κυριότεροι από αυτούς είναι:

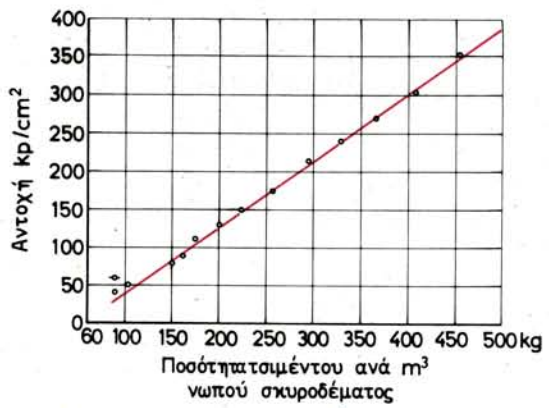
– Το ποσοστό του τσιμέντου που περιέχεται (σχ. 5.9κ).

– Η ποιότητα και η κοκκομετρική σύνθεση των αδρανών υλικών.

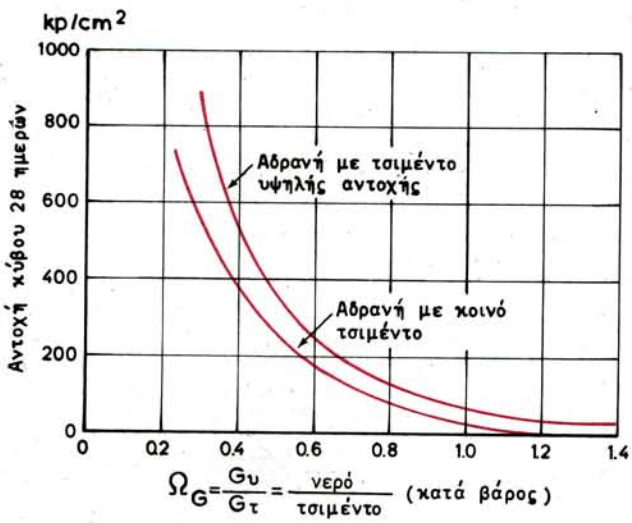
– Η ποσότητα του νερού (σχ. 5.9κα).

– Ο τρόπος παρασκευής.

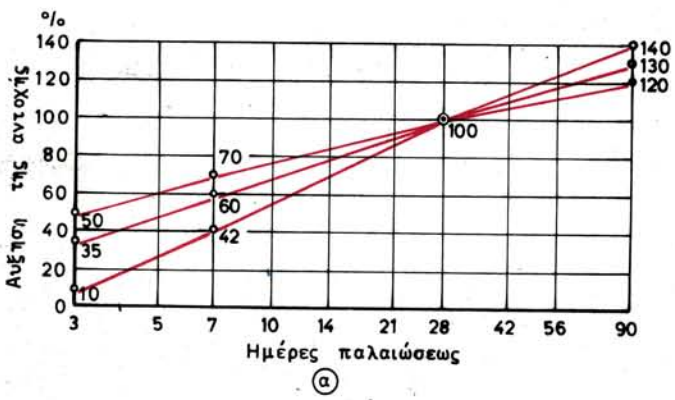
– Η παλαιότητα του σκυροδέματος (σχ. 5.9κβ).

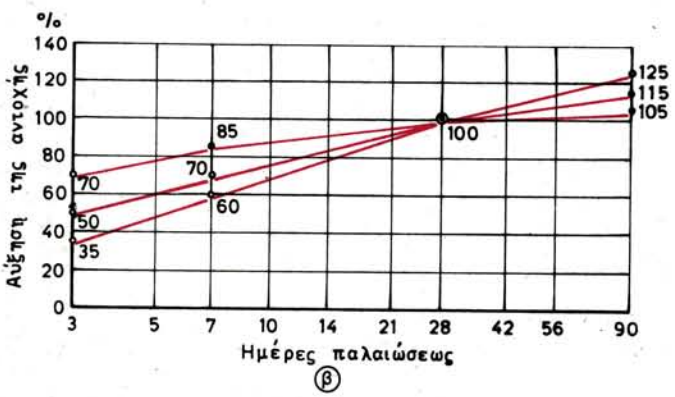


Σχ. 5.9κ.
Διάγραμμα επιρροής της ποσότητας του τσιμέντου στην αντοχή του σκυροδέματος.



Σχ. 5.9κα.
Επιρροή της μεταβολής του συντελεστή περιεκτικότητας σε νερό (Ω), στην αντοχή του σκυροδέματος.





Σχ. 5.9κβ.
Επιρροή της ηλικίας στην αντοχή του σκυροδέματος: α) Σκυρόδεμα με κοινό τσιμέντο Portland. β) Σκυρόδεμα με τσιμέντο υψηλής αντοχής. Οι τρεις καμπύλες παριστάνουν τρεις διαφορετικές ποιότητες σκυροδέματος. Τα ποσοστά αυξήσεως αναφέρονται στην αντοχή σκυροδέματος ηλικίας 28 ημερών.

4) ***Η αντοχή σε εφελκυσμό και σε κάμψη.*** Η αντοχή του σκυροδέματος σε εφελκυσμό και σε κάμψη είναι πολύ μικρή, όπως συμβαίνει σε όλα τα ψαθυρά υλικά.

Ο παράγοντας, που επιδρά κυρίως στις αντοχές αυτές, είναι η μορφή των κόκκων των αδρανών υλικών. Τα αδρανή που έχουν γωνιώδεις κόκκους δίνουν ισχυρότερα, ως προς τον εφελκυσμό και την κάμψη, σκυροδέματα, από αυτά που έχουν στρογγυλούς κόκκους. Ο προσδιορισμός της αντοχής στις αναφερόμενες καταπονήσεις δεν γίνεται πειραματικά, αλλά παίρνεται ίση με το 1/10 έως 1/15 της αντοχής σε θλίψη προκειμένου για τον εφελκυσμό και το 1/7 έως 1/10 προκειμένου για την κάμψη.

5) ***Η αντοχή σε τριβή***. Η αντοχή του σκυροδέματος στην τριβή και κατά συνέπεια η φθορά, που μπορεί να υποστεί όταν στην επιφάνειά του σέρνονται διάφορα αντικείμενα ή κινούνται άνθρωποι και οχήματα, εξετάζεται μόνον προκειμένου για οδοστρώματα, πεζοδρόμια και δάπεδα αποθηκών και εργοστασίων, που κατασκευάζονται από σκυρόδεμα.

Η αντοχή του σκυροδέματος σε θλίψη αποτελεί το κύριο κριτήριο για την εξακρίβωση της αντοχής του στη φθορά από τριβές. Σκυροδέματα δηλαδή υψηλής αντοχής παρουσιάζουν μεγαλύτερη αντοχή σε τριβές.

Για την αύξηση της αντοχής του σκυροδέματος στις τριβές σε ιδιαίτερα επιβαρυμένες περιπτώσεις (δάπεδα εργοστασίων και αποθηκών), μπορεί να προστεθεί στην τελική επίστρωση του δαπέδου σιδηρόσκονη, σμυριδόσκονη ή νεώτερα συνθετικά υλικά.

6) ***Συμπεριφορά στη θερμότητα και στις θερμοκρασιακές μεταβολές.*** Αν το νωπό σκυρόδεμα επηρεασθεί από χαμηλές θερμοκρασίες πριν αρχίσει η πήξη του ή όσο αυτή διαρκεί, η αντοχή του σκυροδέματος ελαττώνεται αισθητά και είναι δυνατό να καταστραφεί τελείως, αν η διάρκεια της επιδράσεως αυτής είναι μεγάλη.

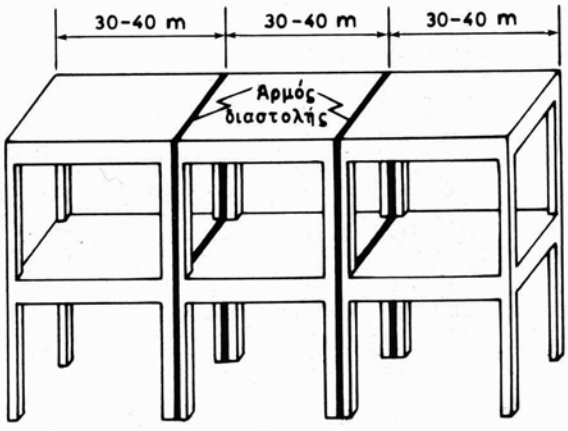
Το ίδιο συμβαίνει και όταν υποστεί την επίδραση υψηλών θερμοκρασιών, στις θερμές και ξερές μέρες του καλοκαιριού, οπότε, επειδή εξατμίζεται απότομα το νερό, δεν συμπληρώνεται η πήξη του.

Μετά το τέλος της πήξεως και της σκληρύνσεώς του, το σκυρόδεμα δεν επηρεάζεται σοβαρά από τις θερμοκρασιακές μεταβολές.

Διαστέλλεται ή συστέλλεται όμως όπως όλα τα σώματα, ανάλογα με την αύξηση ή ελάττωση της θερμοκρασίας.

Αυτές οι μεταβολές επιβάλλουν την πρόβλεψη ***αρμών διαστολής*** σε έργα από σκυρόδεμα μεγάλου μήκους, όπως είναι τα επιμήκη κτήρια, οι γέφυρες, τα οδοστρώματα, τα πεζοδρόμια κ.α. Οι αρμοί διαστολής είναι διακοπές της συνέχειας του έργου και πρέπει να εξαπλώνονται σ' όλο το μήκος και το πάχος του σκυροδέματος (σχ. 5.9κγ και 5.9κδ). Οι αρμοί γεμίζονται με ένα στεγανωτικό υλικό, για να εμποδισθεί η είσοδος νερού. Ο συντελεστής γραμμικής διαστολής του σκυροδέματος αναφέρεται στον πίνακα 4 του παραρτήματος.

Στις θερμοκρασίες, που αναπτύσσονται κατά τις συνηθισμένες πυρκαϊές, το σκυρόδεμα αντέχει ικανοποιητικά και δεν καταστρέφεται εύκολα. Ελαττώνεται όμως σημαντικά η μηχανική αντοχή του και η ελαστικότητά του, και η απότομη ψύξη από το νερό των πυροσβεστικών αντλιών προκαλεί επιφανειακή απολέπιση. Γενικά έργα από σκυρόδεμα δεν κινδυνεύουν από πυρκαϊές μέσης εκτάσεως και μικρής διάρκειας.



Σχ. 5.9κγ.
Αρμοί διαστολής σε σκελετό από οπλισμένο σκυρόδεμα κτηρίου μεγάλου μήκους.



Σχ. 5.9κδ.
Καταστροφή σκυροδέματος κοντά στον αρμό διαστολής, λόγω ανεπαρκούς πλάτους του αρμού αυτού.

Σε περίπτωση όμως ισχυρών πυρκαϊών μεγάλης διάρκειας το σκυρόδεμα καταστρέφεται τελείως, όπως φαίνεται στα σχήματα 5.9κε και 5.9κστ.

Στις περιπτώσεις αυτές, που απαιτείται μεγαλύτερη θερμική αντοχή, κατασκευάζεται σκυρόδεμα με αδρανή από πυριγενή πετρώματα, που περιέχουν χαλαζία, ή από σκουριές ή από θραύσματα ψημένης αργίλου (τούβλα, κεραμίδια) και με μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε τσιμέντο.

Στις πολύ χαμηλές θερμοκρασίες του παγετού, το σκυρόδεμα δεν παθαίνει σοβαρές βλάβες. Οι διαδοχικές όμως πήξεις και τήξεις του νερού, που βρίσκεται μέσα στους πόρους του προκαλούν επιφανειακές φθορές, που προχωρούν με το χρόνο βαθύτερα, οπότε καταστρέφεται το στοιχείο. Αποδείχθηκε ότι τα ελαφρά σκυροδέματα, που παρουσιάζουν κενά στη μάζα τους, αντέχουν καλύτερα από τα συμπαγή σκυροδέματα στην επιρροή του παγετού.

Η θερμική αγωγιμότητα του σκυροδέματος, δηλαδή η ικανότητα μεταδόσεως της θερμότητας διά της μάζας του, είναι αρκετά μεγάλη και εξαρτάται από το είδος των αδρανών και από την πυκνότητά του.



Σχ. 5.9κε.
Καταστροφή στέγης εργοστασίου από οπλισμένο σκυρόδεμα λόγω πυρκαϊάς μεγάλης εντάσεως.



Σχ. 5.9κστ.
Μεγάλη παραμόρφωση δοκού και πλάκας και καταστροφή των στύλων λόγω έντονης πυρκαϊάς.

Τα ελαφρά σκυροδέματα εξ' αιτίας των κενών που υπάρχουν στη μάζα τους παρουσιάζουν μικρότερη θερμική αγωγιμότητα από τα πυκνά. Επίσης μικρότερη είναι η αγωγιμότητα, αυτή, όταν χρησιμοποιηθούν σκύρα από ελαφρόπετρα αντί για τα κοινά ασβεστολιθικά.

Σε σύγκριση με άλλα υλικά, όπως είναι τα τούβλα, τα κεραμίδια και το ξύλο το σκυρόδεμα παρουσιάζει μεγαλύτερη θερμική αγωγιμότητα, είναι δηλαδή καλύτερος αγωγός της θερμότητας.

Επομένως πλάκες ή στέγες κτηρίων καθώς και τοίχοι κατασκευασμένοι από σκυρόδεμα, πρέπει να καλύπτονται με ειδικά μονωτικά υλικά μικρής θερμοαγωγιμότητας, ώστε να εμποδίζεται η μετάδοση της θερμότητας. Για τα μονωτικά αυτά υλικά θα αναφερθούμε σε άλλο κεφάλαιο.

7) ***Αντοχή στις χημικές επιδράσεις***. Η ιδιότητα αυτή ελέγχεται στην περίπτωση που το σκυρόδεμα θα χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή δεξαμενών διαφόρων υγρών (κρασιού, λαδιού, ορυκτελαίων), για την κατασκευή έργων, που έρχονται σε επαφή με το θαλάσσιο νερό και για την κατασκευή βόθρων και σωλήνων αποχετευτικών δικτύων.

Τα διαλύματα διαφόρων οξέων επιδρούν δυσμενώς στο σκυρόδεμα, γιατί σχηματίζουν ενώσεις με το ελεύθερο ασβέστιο του τσιμέντου.

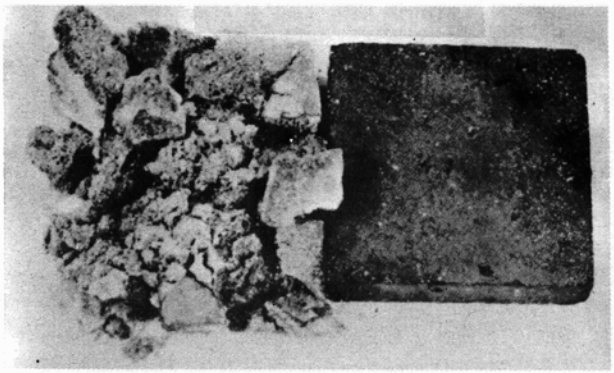
Έτσι η επιφάνεια του σκυροδέματος που έρχεται σε επαφή με διαβρωτικά υγρά φθείρεται σιγά - σιγά και ύστερα από ορισμένο χρόνο, που η διάρκειά του εξαρτάται από την πυκνότητα του διαλύματος και από την ποιότητα του σκυροδέματος, το στοιχείο καταστρέφεται τελείως (σχ. 5.9κζ).

Επίσης ορισμένα άλατα, ιδιαίτερα του θείου, προσβάλλουν το τσιμέντο και προκαλούν διόγκωση και ρήγματα στο σκυρόδεμα. Ένα από τα άλατα αυτά είναι το θειικό μαγνήσιο ($MgSO_4$), που βρίσκεται στο θαλάσσιο νερό και μπορεί να προκαλέσει φθορές στα λιμενικά έργα που είναι κατασκευασμένα από σκυρόδεμα (σχ. 5.9ιθ και 5.9κη).

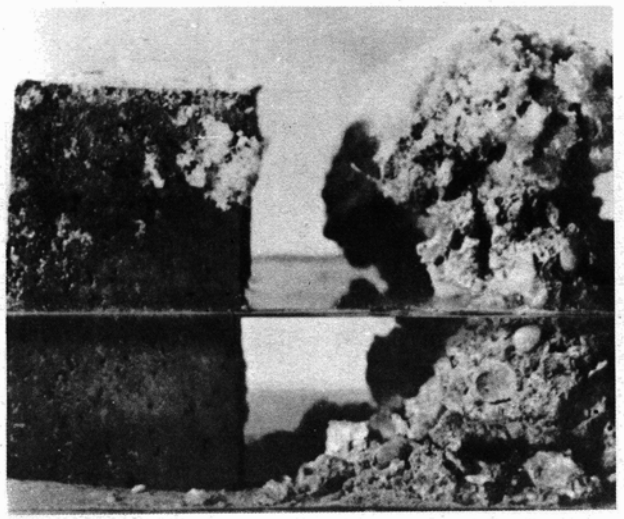
Τα φυτικά και ζωικά λάδια και λίπη φθείρουν το σκυρόδεμα, ενώ τα ορυκτέλαια και τα ασφαλτικά υλικά δεν το προσβάλλουν.

Η προστασία του σκυροδέματος από τις χημικές αυτές επιδράσεις εξασφαλίζεται με επάλειψη της επιφάνειάς του με ορισμένες ουσίες, που δεν προσβάλλονται από τα οξέα ή τα άλατα, ή με τη χρησιμοποίηση ειδικών τσιμέντων.

8) ***Συστολή και διαστολή από την πήξη***. Το σκυρόδεμα έχει την ιδιότητα να συστέλλεται ή να διαστέλλεται κατά τη διάρκεια της πήξεώς του και της σκληρύνσεώς του. Συστολή εμφανίζεται, όταν το σκυρόδεμα σκληραίνει στον αέρα, ενώ αντίθετα διαστολή παρατηρείται, όταν σκληραίνει μέσα στο νερό.



Σχ. 5.9κζ.
Αποτέλεσμα της επιδράσεως του ελαιολάδου σε δοκίμια από σκυρόδεμα. Αριστερά σκυρόδεμα με κοινό τσιμέντο Portland ύστερα από βάπτισμα 27 ημερών σε ελαιόλαδο. Δεξιά σκυρόδεμα με ειδικό τσιμέντο μετά από βάπτισμα επί 8 1/2 χρόνια.



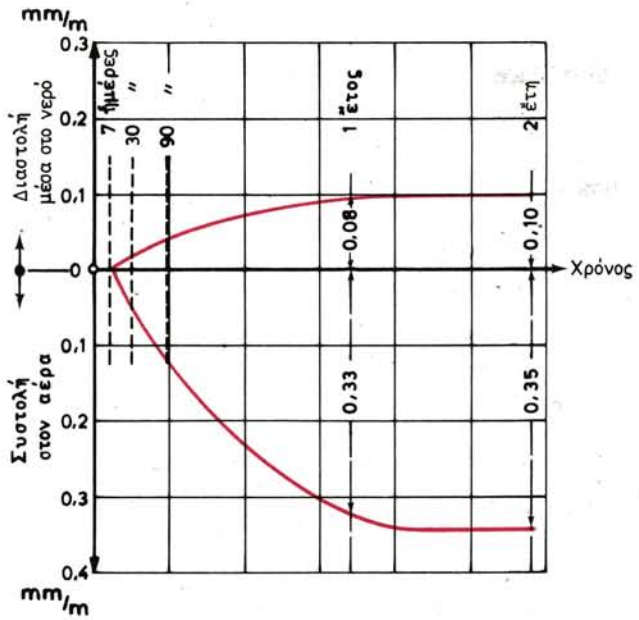
Σχ. 5.9κη.
Αποτέλεσμα της επιδράσεως θειικού μαγνησίου σε δοκίμια από σκυρόδεμα, που κατασκευάσθηκαν με ειδικό τσιμέντο (αριστερό δοκίμιο) και με κοινό τσιμέντο (δεξιό δοκίμιο). Διάρκεια παραμονής και των δύο δοκιμίων στο ίδιο διάλυμα 2 χρόνια.

Η πορεία των μεταβολών αυτών φαίνεται στο σχήμα 5.9κθ.

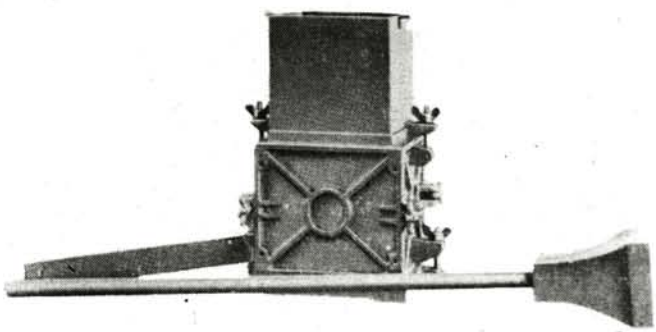
9) ***Ηχομόνωση***. Το σκυρόδεμα εμφανίζει πολύ μικρή ηχητική μόνωση. Και εδώ, όπως και στη θερμότητα, όσο πιο πυκνό είναι το σκυρόδεμα τόσο μικρότερη είναι η ικανότητά του να εμποδίζει τη μετάδοση του ήχου. Τα ελαφρά και πορώδη σκυροδέματα παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη ηχομονωτική ικανότητα.

5.9.8 Έλεγχος των ιδιοτήτων του σκυροδέματος.

Οι δοκιμασίες, στις οποίες υποβάλλεται το



Σχ. 5.9κθ.
Συστολή και διαστολή σκυροδέματος σε συνάρτηση με το χρόνο σκληρύνσεως.



Σχ. 5.9λ.
Μήτρα (καλούπι) με τα αναγκαία εργαλεία, για την παρασκευή δοκιμίων από σκυρόδεμα.

σκυρόδεμα, γίνονται για να ελεγχθούν οι ιδιότητές του και για να διαπιστωθεί, αν είναι κατάλληλο να χρησιμοποιηθεί στο έργο για το οποίο προορίζεται.

Οι κανονισμοί των διαφόρων κρατών προσδιορίζουν ποιες δοκιμασίες πρέπει να γίνουν και με ποιο τρόπο πρέπει να εκτελεσθούν αυτές.

Οι προβλεπόμενοι έλεγχοι από τον Ελληνικό Κανονισμό για σκυροδέματα που προορίζονται για κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα είναι οι εξής:

– Δοκιμές για την επιλογή της σύνθέσεως του σκυροδέματος.

– Έλεγχος της αντοχής σε θλίψη.

– Έλεγχος της αντοχής σε εφελκυσμό και κάμψη σε ειδικές περιπτώσεις.

– Έλεγχος της προόδου σκληρύνσεως και

– έλεγχος της συνεκτικότητας ή ρευστότητας.

Οι έλεγχοι και οι δοκιμές γίνονται κατά κανόνα σε ειδικά εργαστήρια. Μόνο ο έλεγχος της συνεκτικότητας είναι προτιμότερο να γίνεται στο εργοτάξιο κοντά στη θέση διαστρώσεως.

Επίσης στο εργοτάξιο γίνεται η δειγματοληψία των αδρανών και η παρασκευή των δοκιμίων που θα σταλούν στο εργαστήριο.

Με τη σωστή δειγματοληψία επιτυγχάνεται η λήψη των δειγμάτων που αντιπροσωπεύουν κατά τον καλύτερο τρόπο τα υλικά που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν. Ένα μέρος των δειγμάτων θα σταλεί στο εργαστήριο και ένα άλλο θα χρησιμοποιηθεί για τα δοκίμια που θα ελεγχθούν σε θλίψη.

Τα δοκίμια αυτά παρασκευάζονται όπως προδιαγράφεται στον Κανονισμό, σε ειδικά σιδερένια καλούπια (σχ. 5.9λ).

Ο Ελληνικός Κανονισμός κατατάσσει τα σκυροδέματα από την άποψη της ρευστότητας στις εξής τρεις κατηγορίες με τα αντίστοιχα μέτρα εξαπλώσεως.

– ***Ύφυγρο.*** Δεν μπορεί να μετρηθεί η συνεκτικότητά του με δοκιμή εξαπλώσεως.

– ***Πλαστικό***. Μέτρο εξαπλώσεως μικρότερο από 50 cm.

– ***Ρευστό***. Μέτρο εξαπλώσεως μεταξύ 50 και 60 cm.

5.9.9 Κατηγορίες και χρήσεις του σκυροδέματος.

Τα διάφορα είδη των σκυροδεμάτων κατατάσσονται ανάλογα με :

– Το ποσό του τσιμέντου, που περιέχουν.

– Το είδος των αδρανών υλικών, που χρησιμοποιούνται.

– Τη χρήση ή μη άλλων ουσιών ή υλικών για την παρασκευή τους.

– Τον τρόπο παρασκευής και χρησιμοποιήσεώς τους.

1) Από την άποψη της περιεκτικότητας σε τσιμεντοκονία ή σε τσιμέντο τα σκυροδέματα διακρίνονται σε:

– ***Ισχνά (γκρο μπετόν)*** και

– ***κανονικά***.

Τα ***ισχνά*** σκυροδέματα χρησιμοποιούνται συνήθως για την κατασκευή δαπέδων και χαμηλών τοίχων, την κατασκευή τεχνητών λίθων και άλλων μικρότερης σημασίας στοιχείων. Τα ***κανονικά*** χρησιμοποιούνται κατά κανόνα σε συνδυασμό με το χάλυβα, για την παρασκευή του οπλισμένου σκυροδέματος.

2) Με βάση τις χρησιμοποιούμενες αδρανείς ύλες διακρίνονται σε:

– ***Λεπτοσκυροδέματα***, όταν περιέχουν άμμο και λεπτά σκύρα (γαρμπίλι, σύντριμμα) με μέγεθος κόκκου μέχρι 1,5 cm.

– ***Συνήθη σκυροδέματα*** με μέγεθος κόκκου μέχρι 3 cm.

– ***Χαλικοδέματα*** με μέγεθος κόκκου μέχρι 7 cm.

– ***Κισσηροδέματα***, όταν χρησιμοποιούνται σκύρα ελαφρόπετρας και όχι ασβεστολιθικά ή άλλης προελεύσεως.

– ***Περλιτοδέματα***, όταν χρησιμοποιούνται ως αδρανή υλικά μεγάλοι κόκκοι περλίτη.

Τα διάφορα αυτά είδη σκυροδεμάτων χρησιμοποιούνται εκεί όπου απαιτούνται οι ιδιαίτερες ιδιότητες, που εκδηλώνει το κάθε ένα.

3) Εάν περιέχουν ή όχι σιδερένιο οπλισμό διακρίνονται σε :

– ***Ισχνά*** ή ***άοπλα*** σκυροδέματα.

– ***Οπλισμένα*** ή ***σιδηροφόρα*** σκυροδέματα. Αυτά διακρίνονται σε:

– ***Συνήθη οπλισμένα σκυροδέματα.***

– ***Προεντεταμένα σκυροδέματα.***

Η τελευταία αυτή κατηγορία των οπλισμένων σκυροδεμάτων, που προήλθε, όπως θα δούμε από τη σύμπτωση ορισμένων ιδιοτήτων του χάλυβα και του απλού σκυροδέματος, αποτελεί τον πιο διαδεδομένο τρόπο εφαρμογής του σκυροδέματος.

4) Τέλος ως προς τον τρόπο παρασκευής τους και τον τρόπο που λειτουργούν διακρίνονται σε:

– ***Αεροσκυροδέματα.***

– ***Σκυροδέματα εν κενώ*** κ.α.

Σε κάθε μια από τις αναφερόμενες κατηγορίες περιλαμβάνονται ένα πλήθος ειδών, από τα οποία εξετάζονται πιο κάτω τα κυριότερα.

5.9.10 Ισχνό και άοπλο σκυρόδεμα.

Παρασκευάζονται κατά τα γνωστά από κοινό τσιμέντο Portland και ασβεστολιθικά αδρανή. Η περιεκτικότητά τους σε τσιμέντο δεν υπερβαίνει συνήθως τα 200 kg/m^3 και σπάνια φθάνει τα 250 kg/m^3. Γι' αυτό καλούνται ισχνά σκυροδέματα ή gros beton (γκρο μπετόν).

Χρησιμοποιούνται για την κατασκευή είτε ολοσώμων στοιχείων στο εργοτάξιο και απ' ευθείας στο υπό κατασκευή έργο, είτε διαφόρων στοιχείων και τεχνητών λίθων στα εργοστάσια.

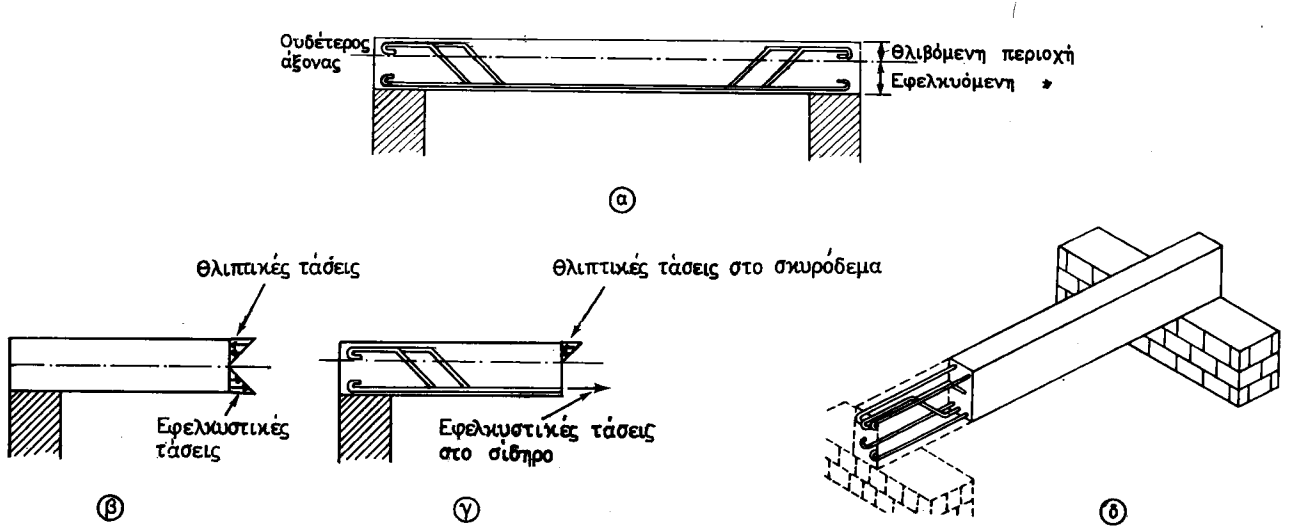
Τα ολόσωμα στοιχεία που κατασκευάζονται από απλό σκυρόδεμα είναι μεταξύ άλλων:

Δάπεδα κατοικιών, εργοστασίων και αποθηκών που εδράζονται σε στερεή βάση. Θεμέλια τοίχων και υποστυλωμάτων. Διαχωριστικοί ή φέροντες τοίχοι. Επιστέψεις στηθαίων, μανδροτοίχων κλπ. Κρασπεδόρειθρα πεζοδρομίων. Οδοστρώματα. Φράγματα. Κρηπιδώματα λιμένων και τεχνητοί ογκόλιθοι διαφόρων λιμενικών έργων. Γενικά από απλό σκυρόδεμα κατασκευάζεται οποιασδήποτε μορφής στοιχείο που δεν δέχεται φορτία, εκτός από το δικό του βάρος, είτε τα φορτία που δέχεται προκαλούν μόνο τάσεις θλίψεως μικρής εντάσεως.

Τα στοιχεία και οι τεχνητοί λίθοι, που κατασκευάζονται σε εργοστάσια είναι, όπως θα δούμε, απειράριθμα και διαρκώς παράγονται νέοι τύποι.

5.9.11 Οπλισμένο σκυρόδεμα.

Ένα σοβαρό μειονέκτημα του απλού σκυροδέματος απέναντι σε άλλα υλικά, όπως είναι ο σίδηρος και το ξύλο, είναι η μικρή αντοχή που



Σχ. 5.9λα.
Παραλαβή των εφελκυστικών τάσεων που αναπτύσσονται από κάμψη από σιδερένιες ράβδους σε μία δοκό: α) Κατά μήκος τομή. β) Τομή όπου φαίνεται που αναπτύσσονται οι θλιπτικές και εφελκυστικές δυνάμεις, σε άοπλο σκυρόδεμα. γ) Η ίδια τομή σε περίπτωση οπλισμένου σκυροδέματος. δ) Προοπτικό της δοκού.

έχει στις εφελκυστικές δυνάμεις και η μεγάλη διαφορά που παρουσιάζεται, μεταξύ της αντοχής σε θλίψη και της αντοχής σε εφελκυσμό.

Για τα διάφορα δομικά στοιχεία, στα οποία εμφανίζονται δυνάμεις εφελκυσμού ή δημιουργείται κάμψη, δεν είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί απλό σκυρόδεμα.

Στην περίπτωση της κάμψεως, που είναι μια από τις πιο συνηθισμένες μορφές καταπονήσεως, το δομικό στοιχείο (π.χ. μια δοκός) (σχ. 5.9λα) υφίσταται εφελκυσμό στις κάτω ίνες και θλίψη στις άνω. Εάν η δοκός είναι σιδερένια ή ξύλινη αντέχει, εφ' όσον βέβαια το φορτίο είναι ανάλογο προς τις διαστάσεις της διατομής και προς το άνοιγμά της. Εάν όμως είναι από απλό σκυρόδεμα, τότε καταστρέφεται έστω και εάν οι θλιπτικές τάσεις, που αναπτύσσονται στο άνω μέρος της θλιβόμενης περιοχής, δηλαδή στις άνω ίνες, είναι μικρότερες από την αντοχή του σκυροδέματος, γιατί οι ακραίες κάτω ίνες δεν θα μπορέσουν να αντέξουν στον εφελκυσμό.

Το μειονέκτημα αυτό είναι σημαντικό, γιατί τα περισσότερα από τα φέροντα στοιχεία μιας κατασκευής υφίστανται κάμψη και κατά συνέπεια περιορίζεται σε μεγάλο βαθμό η χρησιμοποίηση του σκυροδέματος, που κατά τα άλλα, είναι ένα πρώτης τάξεως υλικό.

Η εξάλειψη του μειονεκτήματος αυτού επετεύχθη με την επινόηση μιας ομάδας μηχανικών, τέλος του περασμένου αιώνα, να τοποθετήσουν, στην περιοχή των εφελκυομένων ινών, υλικά με μεγάλη αντοχή σε εφελκυστικές δυνάμεις και με ισχυρή πρόσφυση με το σκυρόδεμα ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος να αποκολληθούν απ' αυτό. Υλικά με αυτές τις ιδιότητες είναι ο σίδηρος και το γυαλί. Σήμερα χρησιμοποιούνται μόνον ράβδοι σιδήρου γιατί το γυαλί παρουσιάζει σημαντικές δυσκολίες, που δεν έχουν υπερνικηθεί.

Η στενή συνεργασία σκυροδέματος - σιδήρου οφείλεται στους εξής βασικούς λόγους:

– Αναπτύσσεται ισχυρή πρόσφυση μεταξύ των δύο υλικών και η αποκόλλησή τους απαιτεί πολύ μεγάλες δυνάμεις.

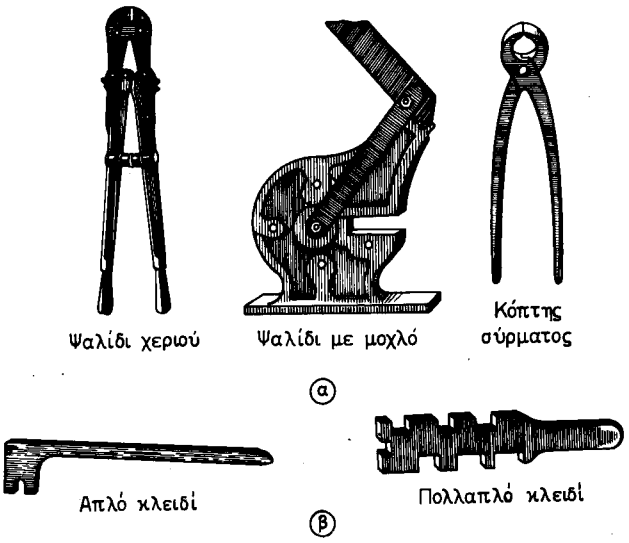
– Έχουν τον ίδιο περίπου γραμμικό συντελεστή διαστολής. Έτσι κατά τις συστολές ή διαστολές του σύνθετου στοιχείου "σκυρόδεμα - σίδηρος" το ένα υλικό παρακολουθεί το άλλο και δεν αναπτύσσονται δυνάμεις μεταξύ τους.

– Το σκυρόδεμα και ειδικότερα το τσιμέντο, που περιέχεται σ' αυτό, προστατεύει απόλυτα το σίδηρο από την επιρροή του νερού και έτσι αποφεύγεται το σκούριασμά του.

– Ο σίδηρος παρουσιάζει μεγάλη αντοχή στον εφελκυσμό.

– Το σύνθετο στοιχείο είναι πολύ φθηνότερο από το αντίστοιχο από σίδερο ή ξύλο, που θα είχε την ίδια αντοχή σε κάμψη ή σε εφελκυσμό.

Ο σίδηρος που χρησιμοποιείται έχει κατά κανόνα τη μορφή σιδηρών ράβδων με διαμέτρους από 6 mm έως 30 mm και κάμπτεται σε διάφορα σχήματα. Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιείται σιδηρούς οπλισμός με ανάγλυφη επιφάνεια. Στην περίπτωση αυτή δεν δημιουργούνται άγγιστρα στα άκρα των ράβδων (σχ. 5.9λγ και 5.9λδ).



Σχ. 5.9λ6.
Διάφορα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για τη μόρφωση των σιδηρών ράβδων του οπλισμού του σκυροδέματος.

Σπανίως και μόνο για ειδικές κατασκευές χρησιμοποιούνται σιδερένιες ράβδοι μη στρογγυλής διατομής.

Η κάμψη των ράβδων γίνεται σε ειδικά εργαστήρια.

Παλαιότερα γίνονταν στο εργοτάξιο με ειδικά εργαλεία (σχ. 5.9λβ).

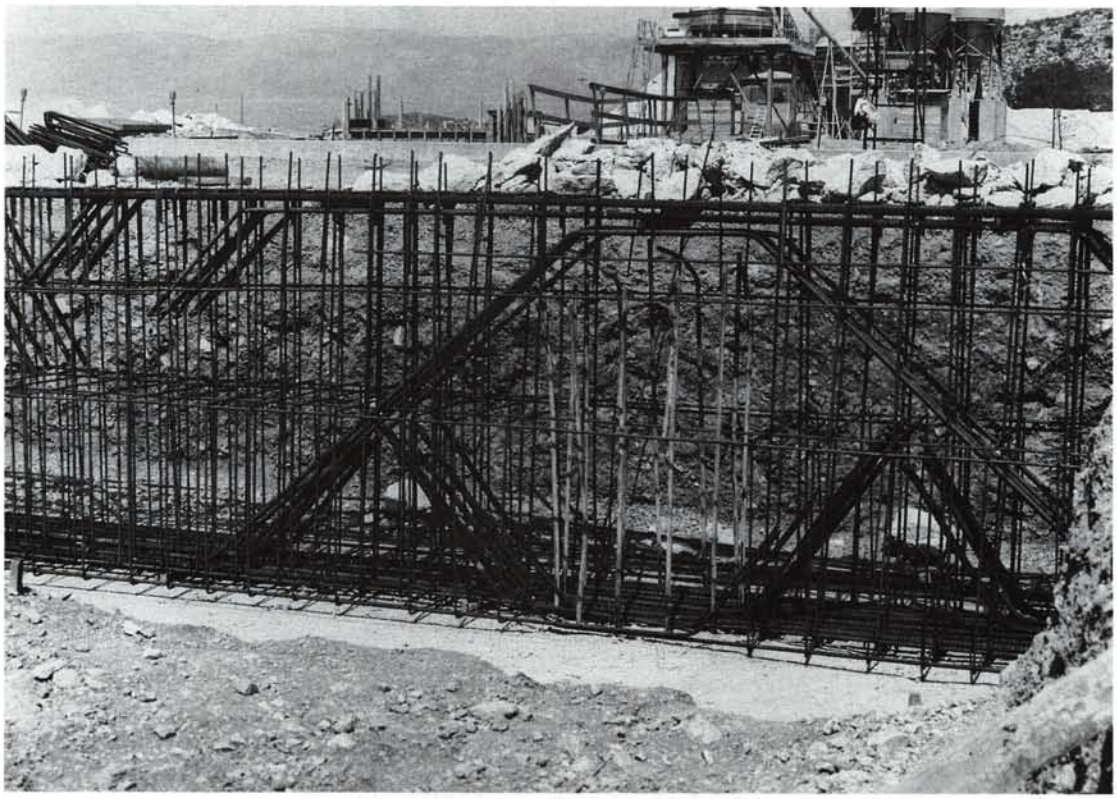
Εκτός από τις ράβδους χρησιμοποιούνται συχνά και πλέγματα, με ορθογωνική ή τετραγωνική οπή, από χαλύβδινα χοντρά σύρματα που συνδέονται με ηλεκτροσυγκόλληση.

Το οπλισμένο σκυρόδεμα παρασκευάζεται στο εργοτάξιο. Κατασκευάζεται κατ' αρχήν ο ξυλότυπος ή σιδηρότυπος των διαφόρων στοιχείων, στύλων (σχ. 5.9λε), πλακών και δοκών (σχ. 5.9λστ), τοποθετείται ο σιδερένιος οπλισμός στις θέσεις που προβλέπεται από τη μελέτη και τέλος διαστρώνεται το σκυρόδεμα.

Η παρασκευή, διάστρωση και τα μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται μετά την πήξη του σκυροδέματος αναφέρονται στην παράγραφο 5.9.6.

Ο Ελληνικός Κανονισμός καθορίζει ότι ανοίγματα μικρότερα από 10 m και σε θερμοκρασία περιβάλλοντος κατά τη σκλήρυνση μεγαλύτερη από 5°C, πρέπει να διατηρούνται οι ξυλότυποι τουλάχιστον όσο χρόνο (σε μέρες) αναφέρεται στον πίνακα 5.9.2.

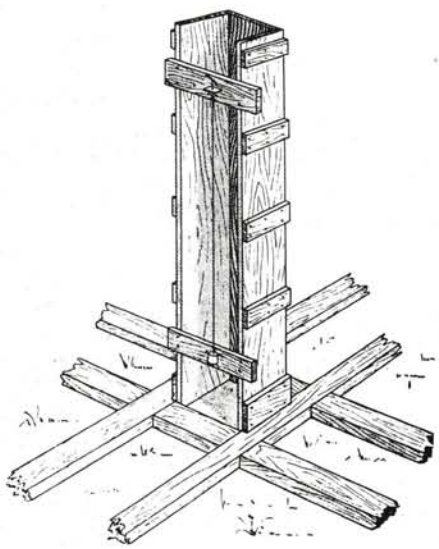
Αν κατά τη διάρκεια της σκληρύνσεως σημειώθηκε παγετός, τα χρονικά αυτά όρια πρέπει να παραταθούν τόσο, όσο διάρκεσε ο παγετός.



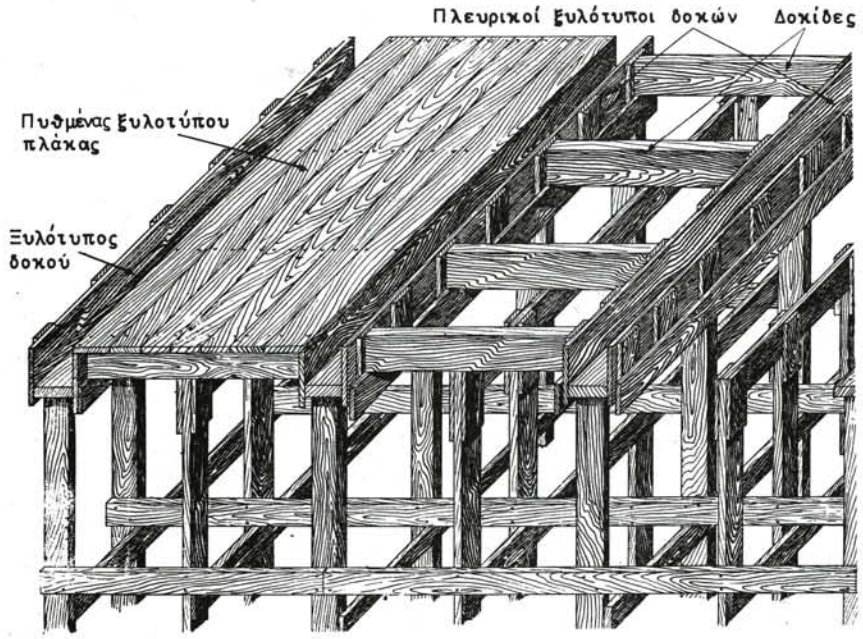
Σχ. 5.9λγ.
Χαλύβδινες ράβδοι με κατάλληλα σχήματα, τοποθετημένες σε μεγάλη δοκό, πριν από τη διάστρωση του σκυροδέματος.



Σχ. 5.9λδ.
Χαλύβδινες ράβδοι με ανάγλυφη επιφάνεια που αυξάνει σε μεγάλο βαθμό την πρόσφυση του σκυροδέματος.



Σχ. 5.9λε.
Ξυλότυπος υποστυλώματος.



Σχ. 5.9λστ.
Ξυλότυπος πλακών και δοκών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.9.2

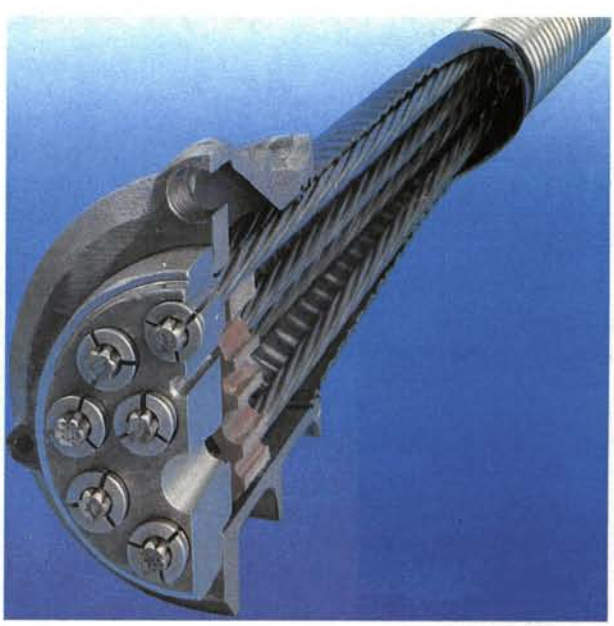
Χρόνοι αφαιρέσεως των ξυλοτύπων (σε ημέρες) σύμφωνα με τον Ελληνικό Κανονισμό (τεχνολογία σκυροδέματος)

	Στοιχεία κατασκευής	Τύποι τσιμέντου	
		I	II
1.	Πλευρικοί δοκών, πλακών, υποστυλωμάτων και τοιχείων	2	3
2.	Πλακών και δοκών	5	8
3.	Πλακών και δοκών ανοίγματος μεγαλύτερου των 5 m	10	16
4.	Υποστυλωμάτων ασφαλείας δοκών, πλαισίων και πλακών ανοίγματος άνω των 5 m	28	28

Σημ.: Ο τύπος I αναφέρεται σε τσιμέντα πόρτλαντ και ο τύπος II σε τσιμέντα ελληνικού τύπου (ποζουλανικά).

Εκτός από το χυτό σκυρόδεμα που εκτελείται επί τόπου του έργου, κατασκευάζονται και δομικά στοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα (στύλοι, δοκοί, πλάκες σε εργοστάσια που μεταφέρονται και συναρμολογούνται στον τόπο του έργου. Τα προκατασκευασμένα αυτά στοιχεία που χρησιμοποιούνται σε μερικές περιπτώσεις εκτεταμένων και απλής μορφής έργων (μεγάλες αίθουσες εργοστασίων ή γηπέδων κλπ.) συντείνουν στη μείωση του κόστους του έργου.

Το οπλισμένο σκυρόδεμα χρησιμοποιείται σε όλες τις κατασκευές και τείνει να εκτοπίσει όλα σχεδόν τα μέχρι σήμερα χρησιμοποιούμενα υλικά. Σε ορισμένα έργα (κατοικίες, εργοστάσια κλπ.) οι φυσικοί λίθοι και το ξύλο έχουν τελείως σχεδόν αντικατασταθεί από αυτό. Κατά τα τελευταία κυρίως χρόνια έχουν βελτιωθεί τόσο πολύ οι ιδιότητές του, και έχουν βρεθεί τόσοι νέοι τρόποι χρησιμοποιήσεώς του



Σχ. 5.9λζ.
Συρματόσχοινο προεντάσεως μέσα σε σωλήνα. Στην άκρη του σωλήνα τοποθετείται η κεφαλή με το σύστημα προεντάσεως.

(προεντεταμένο σκυρόδεμα), ώστε να κατασκευάζονται σήμερα έργα με μικρότερη δαπάνη και μεγαλύτερη αντοχή.

5.9.12 Προεντεταμένο σκυρόδεμα.

Ένας άλλος τρόπος χρησιμοποιήσεως του σιδερένιου οπλισμού εφαρμόζεται στο ***προεντεταμένο σκυρόδεμα.*** Ο σίδηρος με μορφή συρμάτων ή καλωδίων δεν τοποθετείται στο ξυλότυπο γυμνός, αλλά σε σωλήνες, ώστε κατά τη διάστρωση να μην έρχεται σε επαφή με το σκυρόδεμα (σχ. 5.8λζ). Μετά τη σκλήρυνση του σκυροδέματος εφαρμόζονται δυνάμεις εφελκυσμού στα σιδερένια καλώδια και με κατάλληλη διάταξη συγκρατούνται στην κατάσταση της εντάσεως (σχ. 5.9λη). Με τη μέθοδο αυτή μεγάλωσαν οι δυνατότητες κατασκευής έργων από οπλισμένο σκυρόδεμα και μπορεί να κατασκευασθούν σήμερα δοκοί ή πλάκες μεγάλων ανοιγμάτων που παλαιότερα ήταν αδύνατο με το κοινό οπλισμένο σκυρόδεμα. Το προεντεταμένο σκυρόδεμα χρησιμοποιείται σε μεγάλη έκταση στην Ελλάδα κυρίως σε έργα γεφυροποιίας και σε κτήρια εργοστασίων.

5.9.13 Σκυρόδεμα εν κενώ.

Εάν μετά τη διάστρωση, αφαιρεθεί το νερό επεξεργασίας με κατάλληλες αντλητικές συσκευές, τότε επιτυγχάνεται γρήγορη αύξηση της αντοχής του σκυροδέματος και επομένως η αφαίρεση των ξυλοτύπων γίνεται σε πολύ μικρότερο χρονικό διάστημα από το προβλεπόμενο για το κοινό οπλισμένο σκυρόδεμα. Το παραγόμενο με αυτόν τον τρόπο υλικό λέγεται ***σκυρόδεμα εν κενώ***. Με το σκυρόδεμα αυτό επιταχύνεται η κατασκευή των στοιχείων και ελαττώνεται το κόστος τους, γιατί ο ίδιος ξυλότυπος μπορεί να χρησιμοποιηθεί περισσότερες φορές σε ορισμένο χρόνο.

5.9.14 Ειδικά σκυροδέματα.

Για να καλυφθούν ειδικές απαιτήσεις ορισμένων έργων, παρασκευάσθηκαν τα ειδικά σκυροδέματα. Αυτά έχουν, ανάλογα με την περίπτωση, βελτιωμένες ορισμένες ιδιότητες. Με τη χρήση ειδικών τσιμέντων ή ειδικών αδρανών ή άλλων προσμιγμάτων επιτυγχάνεται:

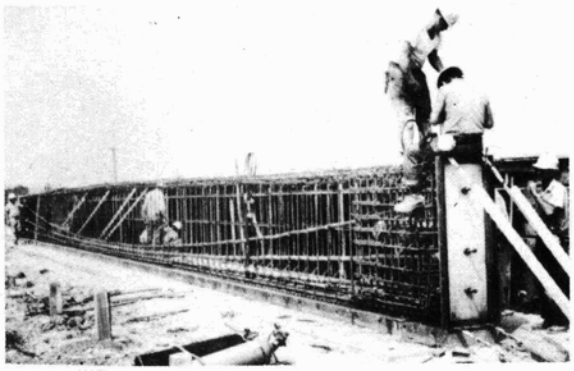
– Αύξηση της αντοχής και ελάττωση του χρόνου πήξεως και σκληρύνσεως.

– Ελάττωση του ειδικού βάρους.

– Αύξηση της θερμικής και ηχητικής μονωτικής ικανότητας.

– Αύξηση της στεγανότητας.

– Αύξηση της αντοχής τους στον παγετό κλπ.



Σχ. 5.9λη.
Προετοιμασία για την κατασκευή μεγάλης δοκού από προεντεταμένο σκυρόδεμα: Ο πλευρικός ξυλότυπος δεν έχει τοποθετηθεί ακόμα και διακρίνονται οι σωλήνες από τις οποίες θα διέλθουν τα καλώδια προεντάσεως. Στην κεφαλή της δοκού έχει τοποθετηθεί μεταλλική πλάκα, από της οποίας τις τρύπες θα διέλθουν τα καλώδια και θα υποστούν την προένταση μετά τη διάστρωση και την πήξη του σκυροδέματος.

Η βελτίωση όμως μιας ή περισσοτέρων ιδιοτήτων προκαλεί μείωση των άλλων ιδιοτήτων και κυρίως μείωση της μηχανικής αντοχής των σκυροδεμάτων αυτών, πράγμα που επιβάλλει τη χρησιμοποίησή τους μόνο όταν ειδικές απαιτήσεις πρόκειται να ικανοποιηθούν.

Τα ειδικά σκυροδέματα διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες από τις οποίες οι σπουδαιότερες είναι:

α) Αργιλικά σκυροδέματα ή σκυροδέματα υψηλής αντοχής.

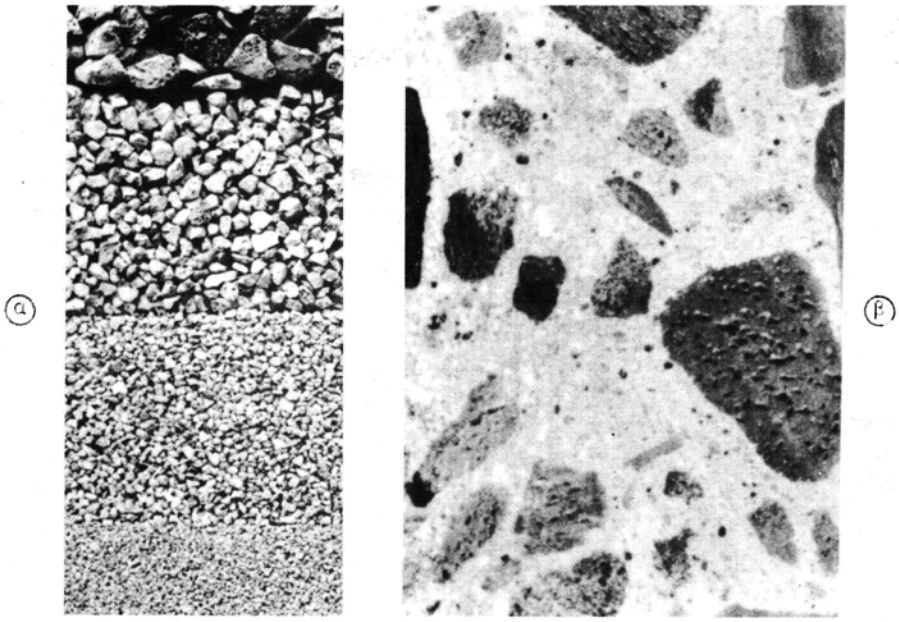
Κατά την παρασκευή τους δεν χρησιμοποιείται κοινό τσιμέντο Portland, αλλά αργιλικό τσιμέντο. Η παρασκευή του σκυροδέματος αυτού γίνεται κατά τα γνωστά, αλλά χρειάζονται ιδιαίτερα μέτρα απαγωγής της θερμότητας κατά τη διάρκεια της πήξεως, γιατί τα αργιλικά τσιμέντα εκλύουν μεγάλα ποσά θερμότητας με την επαφή τους με το νερό.

Τα αργιλικά σκυροδέματα σε σύγκριση με τα κοινά, πήζουν και σκληρύνονται πολύ ταχύτερα και αποκτούν ψηλή μηχανική αντοχή σε μικρότερο χρόνο. Έτσι είναι δυνατό να αφαιρεθούν ταχύτερα οι ξυλότυποι (πίνακας 5.9.1). Επίσης η τελική αντοχή τους σε θλίψη είναι μεγαλύτερη από την αντοχή των κοινών σκυροδεμάτων.

Τα αργιλικά σκυροδέματα χρησιμοποιούνται κυρίως σε κατασκευές, που εκτελούνται το χειμώνα ή σε κατασκευές, που θα υποστούν την επίδραση μεγάλων φορτίων σε σύντομο χρόνο.

β) Ελαφρά σκυροδέματα.

Στα σκυροδέματα αυτά αντί για τα συνηθι-



Σχ. 5.9λθ.
α) Διαβαθμισμένη κατά μέγεθος κόκκου ελαφρόπετρα κατάλληλη για παρασκευή ελαφρού κισσηροδέματος. β) Τομή κισσηροδέματος που έχει σκληρυνθεί.

σμένα αδρανή υλικά ασβεστολιθικής ή άλλης προελεύσεως χρησιμοποιούνται πορώδη και ελαφρά υλικά, όπως είναι οι σκουριές των υψικαμίνων, η ελαφρόπετρα και ο περλίτης.

Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται ο περλίτης που δημιουργεί το ***περλιτόδεμα*** και συχνότερα η ελαφρόπετρα. Παρασκευάζεται έτσι το λεγόμενο ***κισσηρόδεμα***, που είναι μίγμα τσιμέντου, θηραϊκής γης και ελαφρόπετρας, με διάφορες αναλογίες (σχ. 5.9λθ). Το ειδικό βάρος του κισσηροδέματος μπορεί να κατέβει σε 1200 kp/m^3. Χρησιμοποιείται συνήθως για την κατασκευή μονωτικών πλακών και ελαφρών τεχνητών λίθων, καθώς και για τη μόνωση ταρατσών.

Η χρησιμοποίησή του με σιδερένιο οπλισμό πρέπει να αποφεύγεται, γιατί η κίσσηρη οξειδώνει το σίδηρο λόγω της παρουσίας θειούχων ενώσεων και της συγκρατήσεως νερού μέσα στους πόρους της.

γ) Τα αεροσκυροδέματα.

Είναι μίγμα σκύρων και ενός αεροκονιάματος. Η παρασκευή τους γίνεται όπως και των κοινών σκυροδεμάτων με τη διαφορά ότι κατά τη διάρκεια της αναμίξεως, ρίχνονται τα προσμίγματα εκείνα, που θα προκαλέσουν τη δημιουργία των κυψελών. Έτσι δημιουργείται ένα σκυρόδεμα με σπογγώδη μάζα, του οποίου το φαινόμενο βάρος μπορεί να φθάσει και τα 500 kp/m^3.

Το αεροσκυρόδεμα παρουσιάζει άριστες μονωτικές ιδιότητες ως προς τη θερμότητα και τον ήχο, αλλά έχει πολύ χαμηλή αντοχή, καθώς και μικρή υδατοστεγανότητα.

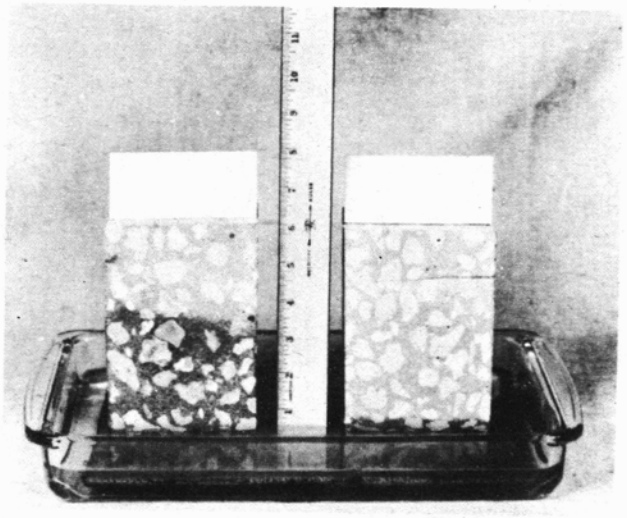
Χρησιμοποιείται ως μονωτικό υλικό δαπέδων, στεγών κ.α. Επίσης χρησιμοποιείται στην κατασκευή πεζοδρομίων και προκυμαιών, κυρίως σε ψυχρές χώρες, γιατί παρουσιάζει εξαιρετική αντοχή στις επιφανειακές φθορές, που προκαλεί η πήξη και η τήξη του νερού, όταν αυτό παραμένει μέσα στους πόρους του, κατά την περίοδο του χειμώνα. Τα αεροσκυροδέματα μπορεί να χρησιμοποιηθούν με το σίδερο, αρκεί αυτός να καλυφθεί καλά από στρώμα τσιμεντοκονίας.

δ) Τα στεγανά σκυροδέματα.

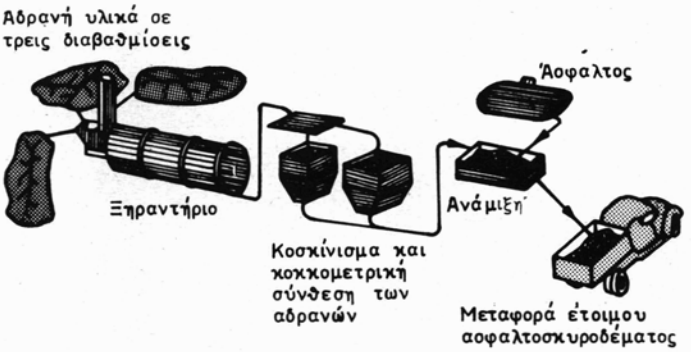
Εάν στο κοινό σκυρόδεμα προστεθούν ορισμένες χημικές ουσίες, που κυκλοφορούν στο εμπόριο με διάφορες ονομασίες αυξάνεται η στεγανότητά του και ελαττώνεται η υδραπορροφητικότητά του (σχ. 5.9μ). Οι ουσίες αυτές μπορεί να χρησιμοποιηθούν και για την αύξηση της στεγανότητας οπλισμένων σκυροδεμάτων.

5.10 Ασφαλτοσκυρόδεμα.

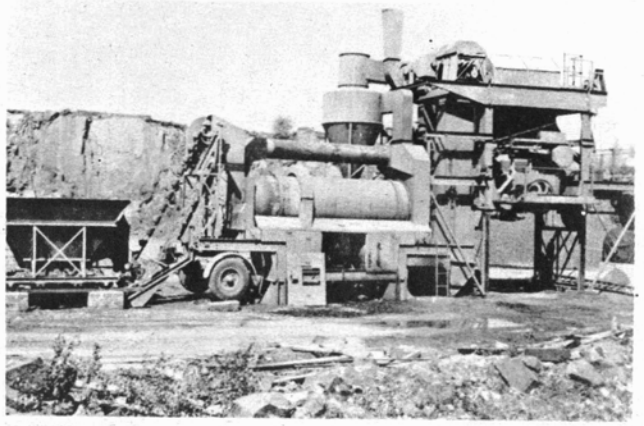
Το ασφαλτοσκυρόδεμα είναι μίγμα ασφαλτικών υλικών, άμμου και σκύρων. Τα ασφαλτικά υλικά, που αποτελούν τη συγκολλητική ύλη, γεμίζουν τα κενά της άμμου και συγκολλούν τους κόκκους της με τους κόκκους των σκύρων,



Σχ. 5.9μ.
Δοκιμή δύο κομματιών σκυροδέματος με προσθήκη στο δεξιό δοκίμιο ουσίας, που ελαττώνει την υδροαπορροφητικότητα του σκυροδέματος.



Σχ. 5.10α.
Διάγραμμα παρασκευής ασφαλτοσκυροδέματος στο εργοτάξιο.



Σχ. 5.10β.
Εγκατάσταση παρασκευής ασφαλτοσκυροδέματος τοποθετημένη κοντά σε λατομείο, από το οποίο λαμβάνονται τα αδρανή υλικά.

ακριβώς όπως ενεργεί το τσιμέντο στο τσιμεντοσκυρόδεμα.

Τα ασφαλτικά υλικά που χρησιμοποιούνται είναι φυσικές ή τεχνητές άσφαλτοι και πίσσες των λιθανθράκων.

Τα υλικά αυτά έχουν ισχυρές συγκολλητικές ιδιότητες, μεγάλη ευστάθεια, δηλαδή αντοχή στο χρόνο και δεν επηρεάζονται από τις καιρικές μεταβολές. Η επιλογή του καταλληλότερου υλικού για κάθε περίπτωση γίνεται πειραματικά και ύστερα από σύγκριση προς άλλα υλικά που έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί.

Τα αδρανή υλικά πρέπει να έχουν μεγάλη αντοχή στις τριβές, γιατί τα ασφαλτοσκυροδέματα χρησιμοποιούνται κυρίως για την κατασκευή οδοστρωμάτων, όπου η μεγαλύτερη καταπόνηση προέρχεται από τις τριβές των κινουμένων οχημάτων. Πρέπει επομένως τα σκύρα να λαμβάνονται από πετρώματα μεγάλης σκληρότητας και να είναι απαλλαγμένα από πηλό και άλλες ξένες ουσίες. Στα οδοστρώματα δρόμων με συνηθισμένη κυκλοφορία τα σκύρα λαμβάνονται από ασβεστολιθικά πετρώματα.

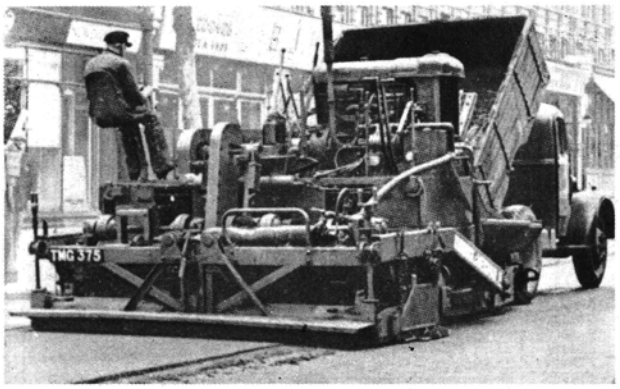
Οι αναλογίες των υλικών του ασφαλτοσκυροδέματος εξαρτώνται από το είδος του ασφαλτικού υλικού και από την κατηγορία του δρόμου, στον οποίο θα γίνει το οδόστρωμα. Άλλες αναλογίες θα χρησιμοποιηθούν για ορεινούς δρόμους, που υφίστανται κατά το χειμώνα τις επιδράσεις του χιονιού και του πάγου και άλλες για πεδινούς δρόμους.

Επίσης με διαφορετική σύνθεση θα είναι το ασφαλτοσκυρόδεμα που προορίζεται για δρόμους θερμών ή ψυχρών κλιμάτων και για δρόμους πόλεων ή υπαίθρου. Πάντως ο καθορισμός των αναλογιών γίνεται, αφού προηγούμενα υπολογισθούν τα κενά των αδρανών υλικών, ώστε η ασφαλτική ύλη που θα χρησιμοποιηθεί να μην είναι περισσότερη ή λιγότερη από αυτήν που απαιτείται. Το ποσοστό της ασφαλτοκονίας είναι συνήθως ίσο με το 4% έως 10% του βάρους των αδρανών.

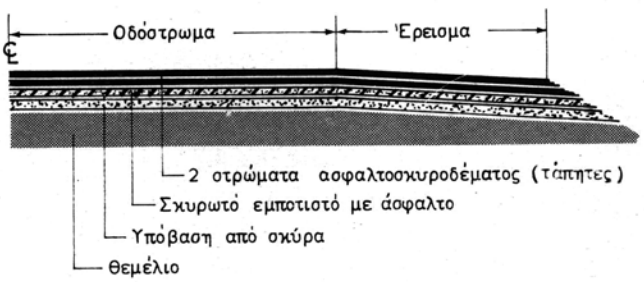
Η παρασκευή του ασφαλτοσκυροδέματος γίνεται με ανάμιξη των αδρανών υλικών με την άσφαλτο σε ειδικούς αναμικτήρες (σχ. 5.10α και 5.10β). Τα αδρανή πριν από την ανάμιξη θερμαίνονται σε 100°C έως 150°C σε ειδικά ξηραντήρια.

Επίσης προθερμαίνονται η άσφαλτος ή η πίσσα. Μετά την ολοκλήρωση της αναμίξεως και τη λήψη ομοιογενούς μίγματος το υλικό μεταφέρεται στη θέση διαστρώσεώς του και με τη βοήθεια ειδικών μηχανημάτων (διαστρωτήρες) και κυλίνδρων διαστρώνεται και συμπυκνώνεται ώσπου να λάβει το προβλεπόμενο πάχος (σχ. 5.10γ).

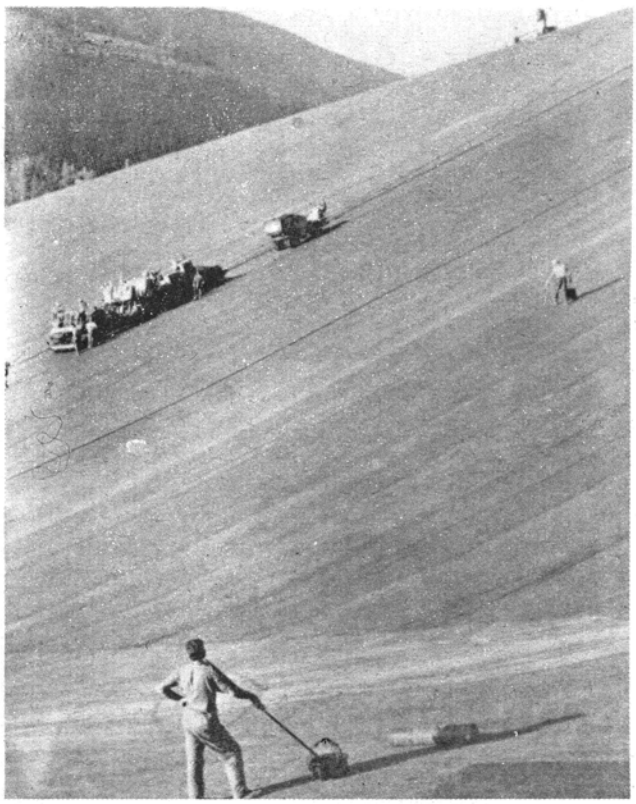
Το ασφαλτοσκυρόδεμα χρησιμοποιείται κυρίως για την κατασκευή του πρώτου στρώμα-



Σχ. 5.10γ.
Διάστρωση τάπητα ασφαλτοσκυροδέματος στο οδόστρωμα με ειδικό μηχάνημα.



Σχ. 5.10δ.
Κατά πλάτος τομή ασφαλτικού οδοστρώματος.



Σχ. 5.10ε.
Προστατευτική επένδυση πρανών φράγματος με ασφαλτοσκυρόδεμα.

τος (τάπητα) και της επιφάνειας κυκλοφορίας (τελικός τάπητας) των ασφαλτικών οδοστρωμάτων και των διαδρόμων των αεροδρομίων (σχ. 5.10δ). Επίσης χρησιμοποιείται σε πολλά υδραυλικά έργα για τη σφράγιση υδροπερατών εδαφών και τη συγκράτηση των πρανών τάφρων, αρδευτικών αυλακιών, φραγμάτων κλπ.. (σχ. 5.10ε).

Η ποιότητα και το είδος των υλικών, που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν στην παρασκευή ασφαλτοσκυροδέματος, ο έλεγχος των ιδιοτήτων και η κοκκομετρική σύνθεση των αδρανών, ο τρόπος αναμίξεως και παρασκευής και ο τρόπος διαστρώσεως αναφέρονται με λεπτομέρεια στις Πρότυπες Τεχνικές Προδιαγραφές (ΠΤΠ) του Υπουργείου Δημοσίων Έργων, προκειμένου για κατασκευές οδοστρωμάτων στους ελληνικούς δρόμους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

ΤΕΧΝΗΤΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΑΠΟ ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ

6.1 Γενικά περί των τεχνητών προϊόντων.

6.1.1 Ορισμός. Εξέλιξη.

Στο κεφάλαιο αυτό εξετάζονται τα δομικά υλικά, που έχουν ως πρώτες ύλες μια από τις γνωστές συγκολλητικές κονίες και ένα ή περισσότερα είδη αδρανών υλικών.

Μπορούμε επίσης να πούμε ότι τα υλικά αυτά προέρχονται από λεπτοκονιάματα ή χονδροκονιάματα, που με τη βοήθεια μηχανικών μέσων παίρνουν ορισμένη μορφή.

Ανάλογα με το σχήμα τους και τον προορισμό τους τα τεχνητά αυτά υλικά κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες:

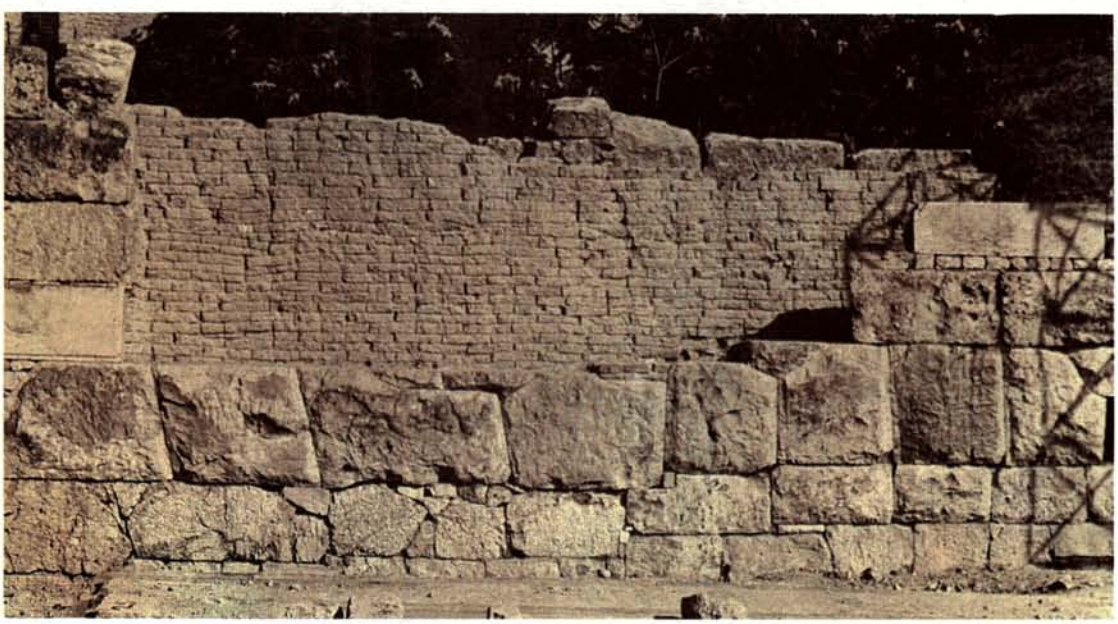
1) ***Τεχνητοί λίθοι.*** Έχουν σχήμα πρισματικό ή πλακοειδές και χρησιμοποιούνται αντί για ακατέργαστους ή κατεργασμένους φυσικούς λίθους. Τεχνητοί λίθοι είναι μεταξύ των άλλων τα τούβλα (οπτόλπινθοι), οι κισσηρόπλινθοι, οι προκατασκευασμένες δοκοί και πλάκες, οι τσιμεντόπλακες, τα κεραμίδια και οι κεραμικές γενικά πλάκες και πλακίδια.

2) ***Είδη για εγκαταστάσεις και μονώσεις.*** Περιλαμβάνουν τα τεχνητά προϊόντα, που χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις αποχετεύσεως και υδρεύσεως, όπως σωλήνες, υδραυλικοί υποδοχείς κ.α., και αυτά που χρησιμοποιούνται για μονωτικούς ή διακοσμητικούς σκοπούς, όπως γύψινες διακοσμήσεις, μονωτικές πλάκες κ.α.

Μερικά από τα τεχνητά αυτά υλικά, όπως π.χ. οι ωμόπλινθοι (πλήθρες) και οι οπτόπλινθοι (τούβλα), χρησιμοποιούνται ήδη από αρχαιοτάτων χρόνων (σχ. 6.1α). Η πρώτη κονία, που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή των υλικών αυτών, ήταν η πηλοκονία, που βρίσκεται στις αργίλους και στους πηλούς. Με απλή μορφοποίηση και στέγνωμα του πηλοκονιάματος και χωρίς άλλη κατεργασία, κατασκευάσθηκαν οι πρώτοι τεχνητοί λίθοι.

Αργότερα ανακαλύφθηκαν νέες ισχυρότερες κονίες, όπως π.χ. ο ασβέστης και ο γύψος, και τα τεχνητά υλικά βελτιώθηκαν σημαντικά.

Η ανάγκη που ώθησε τον άνθρωπο στη χρήση των τεχνητών υλικών ήταν κατ' αρχήν η έλλειψη φυσικών λίθων, πράγμα που συνέβαινε στις εκτεταμένες πεδιάδες, όπου αναπτύχθηκαν οι πρώτοι πολιτισμοί (Αίγυπτος, Μεσοποταμία κλπ.). Και σε περιοχές όμως με αφθονία φυσικών λίθων χρησιμοποιήθηκαν εξ αρχής και



Σχ. 6.1α.
Ωμές πλίνθοι χρησιμοποιήθηκαν από τους αρχαίους Αθηναίους για να συμπληρωθεί το τμήμα των μακρών τειχών στη περιοχή της Ακρόπολης. Τμήμα κοντά στην Ιερά Πύλη του Κεραμεικού.

τεχνητά υλικά, επειδή υπήρχε δυσκολία στην εξόρυξη και στη μεταφορά των φυσικών.

Παρ' όλα αυτά οι φυσικοί λίθοι μέχρι του τέλους του περασμένου αιώνα αποτελούσαν το κύριο οικοδομικό υλικό.

Η ανακάλυψη όμως του τσιμέντου με όλα τα παρεπόμενα ανέτρεψαν την κατάσταση. Σήμερα δεν χρησιμοποιούνται πια φυσικοί λίθοι ως κύρια υλικά δομής στις κατασκευές κτηρίων, εργοστασίων, γεφυρών κ.α. Περιορίσθηκαν σε άλλα τεχνικά έργα (δρόμοι, αεροδρόμια, λιμάνια, φράγματα).

Η εξέταση των τεχνητών υλικών, που ακολουθεί, γίνεται με βάση τη συγκολλητική ύλη που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή τους, γιατί οι ιδιότητες και τα λοιπά χαρακτηριστικά των τεχνητών υλικών, εξαρτώνται άμεσα από το είδος της συγκολλητικής ύλης.

6.1.2 Πλεονεκτήματα τεχνητών υλικών.

Τα σπουδαιότερα πλεονεκτήματα των τεχνητών υλικών σε σχέση προς τα φυσικά υλικά είναι:

1) Σταθερότητα στην εκδήλωση των ιδιοτήτων και γενικά στη συμπεριφορά τους στις εξωτερικές επιδράσεις. Οι τεχνητοί λίθοι, εφ' όσον κατασκευάζονται σε εργοστάσιο με όλους τους κανόνες της επιστήμης και υφίστανται τους προβλεπόμενους από τους κανονισμούς ελέγχους, αποκτούν σταθερές ιδιότητες. Επίσης η ποιότητα κάθε είδους τεχνητών λίθων είναι ενιαία και ανεξάρτητη από το χρόνο ή τον τόπο κατασκευής τους, πράγμα που δεν συμβαίνει με τους φυσικούς λίθους.

2) Ευχέρεια κατασκευής υλικών με αυξημένο βαθμό εκδηλώσεως ορισμένων ιδιοτήτων, για την κάλυψη ειδικών απαιτήσεων ενός έργου. Μπορεί να κατασκευασθούν τεχνητοί λίθοι με αυξημένη μηχανική αντοχή, ή με μεγάλη αντοχή στη φωτιά.

3) Δυνατότητα αποκτήσεως υλικών οιασδήποτε μορφής και διαστάσεων. Επειδή τα τεχνητά υλικά προέρχονται από κονιάματα ή κονιοδέματα, που πριν από την πήξη τους βρίσκονται σε ρευστή κατάσταση, μπορεί να αποκτήσουν διάφορα επιθυμητά σχήματα και διαστάσεις.

Για τους φυσικούς λίθους η δυνατότητα αυτή είναι πολύ περιορισμένη και γενικά πολυδάπανη, επειδή αυτό μπορεί να γίνει μόνο με τη λάξευσή τους.

4) Τυποποίηση των διαστάσεων και της ποιότητάς τους. Η ευχέρεια να ελέγχονται εύκολα οι ιδιότητες και η ποιότητά τους, καθώς και η δυνατότητα κατασκευής τους με διαστάσεις από πριν καθορισμένες επιτρέπουν την τυποποίησή τους. Μπορεί δηλαδή με κοινή συμφωνία των κατασκευαστών ή με κρατική επέμβαση (με τους Κανονισμούς), να κατασκευάζονται από όλα τα εργοστάσια ή τις βιοτεχνίες ενός κράτους ή μιας ομάδας κρατών, τεχνητά υλικά με τις ίδιες πάντοτε διαστάσεις και με την ίδια ποιότητα για κάθε είδος.

Έτσι τα τεχνητά υλικά υπερτερούν σε σύγκριση με τους φυσικούς λίθους ως προς τα εξής:

– ***Είναι ελαφρότερα.*** Επομένως τα νεκρά φορτία που μεταβιβάζονται στα φέροντα στοιχεία και στο έδαφος είναι μικρότερα και επομένως είναι δυνατή η κατασκευή μεγαλυτέρων έργων (περισσότεροι όροφοι στα κτήρια, μεγαλύτερα ανοίγματα δοκών κ.α.).

– ***Προσφέρουν μεγαλύτερη ασφάλεια*** από κίνδυνο καταρρεύσεως, φωτιάς κ.α. Οι ιδιότητες των τεχνητών υλικών είναι από πριν γνωστές και σταθερές και είναι εύκολος ο έλεγχός τους.

– ***Παρέχουν μεγαλύτερη προστασία*** έναντι των ατμοσφαιρικών μεταβολών των ήχων και του νερού, γιατί υπάρχουν και μπορεί να χρησιμοποιηθούν υλικά με αυξημένες τις αντίστοιχες ιδιότητες.

– ***Είναι φθηνότερα,*** γιατί τα βιομηχανικώς παραγόμενα υλικά έχουν κατά κανόνα μικρότερη τιμή από τα φυσικά και κατασκευάζονται σε πολύ μικρό χρόνο εάν συγκριθούν με το χρόνο που απαιτείται για τη συλλογή και κατεργασία των φυσικών υλικών.

6.2 Τεχνητά υλικά από πηλοκονίαμα.

Τα υλικά αυτά κατασκευάζονται από πηλοκονίαμα που περιέχει διάφορες αναλογίες πηλοκονίας και άμμου. Διαιρούνται βασικά σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

– ***Άνοπτοι (ωμές) πλίνθοι (πλήθρες)*** και

– ***οπτά (ψημένα) υλικά, (κεραμικά υλικά).***

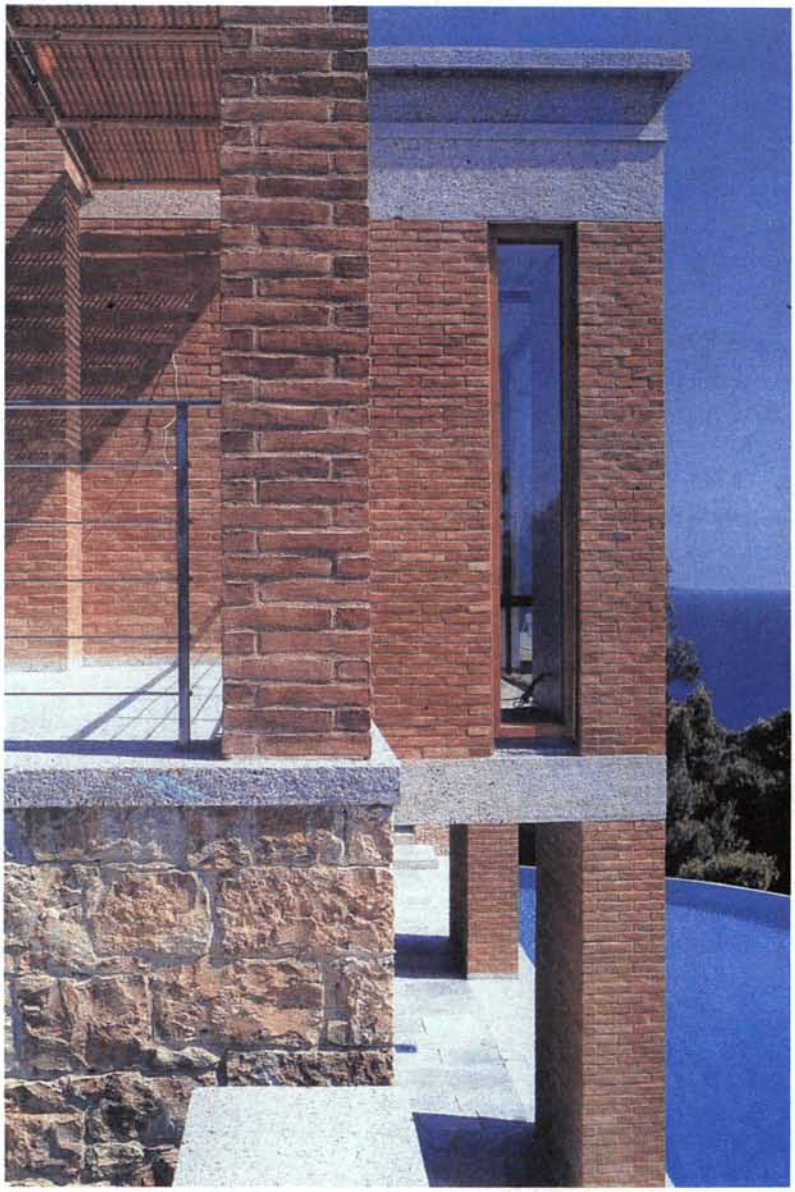
6.2.1 Άνοπτοι πλίνθοι ή ωμόπλινθοι (πλήθρες).

Η χρήση των υλικών αυτών είναι σήμερα πολύ περιορισμένη και έχουν τάση να εκλείψουν τελείως λόγω κυρίως της ευπάθειας που παρουσιάζουν στο νερό. Πάντως χρησιμοποιούνται ακόμη σε δευτερεύουσες βοηθητικές κατασκευές, γιατί εμφανίζουν πολύ καλή θερμομονωτική ικανότητα και είναι φθηνότεροι από τα άλλα αντίστοιχα υλικά.

6.2.2 Κεραμικά προϊόντα.

α) Ορισμός. Εξέλιξη.

Ονομάζομε κεραμικά, τα υλικά, που κατασκευάζονται με το ψήσιμο αργίλου (πηλοκονιάματος), αφού προηγουμένως η άρ-



Σχ. 6.2α.
Έκθεση ωμοπλίνθων σε ανοικτό χώρο για να ξηρανθούν.

γιλος πάρει κατάλληλη μορφή. Η ποικιλία και η χρήση των κεραμικών προϊόντων είναι εξαιρετικά μεγάλη.

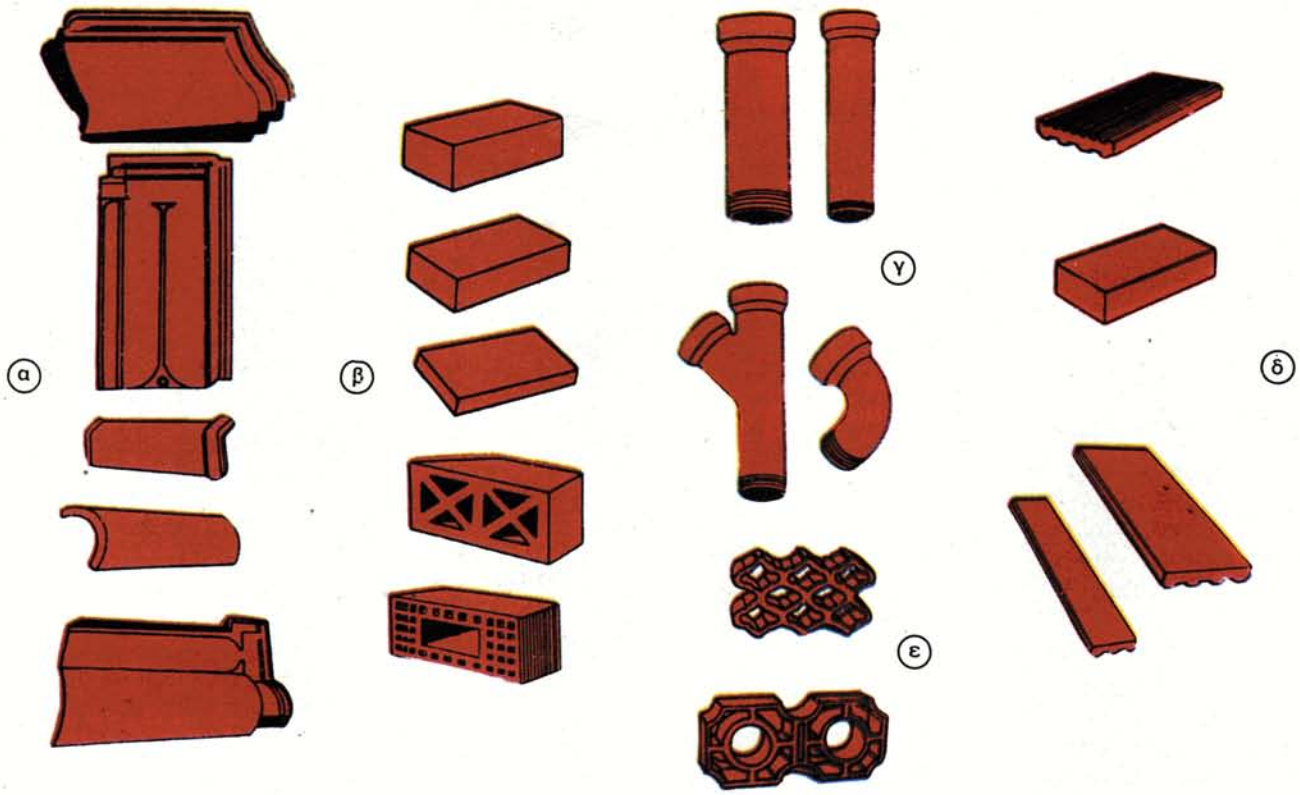
Κατασκευάζονται προϊόντα για οικιακή και βιομηχανική χρήση, για εργαστηριακούς σκοπούς, για διακοσμητικούς σκοπούς και κυρίως για οικοδομικές εργασίες.

Εδώ θα εξετάσομε μόνο τα κεραμικά προϊόντα, που χρησιμοποιούνται στην οικοδομική και τα οποία είναι (σχ. 6.2α και 6.2β):

- Οι οπτόπλινθοι (τούβλα).
- Οι κέραμοι (κεραμίδια).
- Οι κεραμικές πλάκες και τα πλακίδια.
- Οι πηλοσωλήνες και
- τα είδα υγιεινής.

Η τέχνη που ασχολείται με την κατασκευή όλων των κεραμικών προϊόντων, καλείται ***κεραμευτική***. Ιδιαίτερη άνθηση αυτής της τέχνης παρατηρήθηκε στον Ασσυροβαβυλωνιακό και Αιγυπτιακό πολιτισμό.

Στην αρχαία Ελλάδα η κεραμευτική αναπτύχθηκε μόνο για την κατασκευή οικιακών σκευών, δοχείων αποθηκεύσεως τροφίμων, διακοσμητικών στοιχείων και καλλιτεχνικών αντικειμένων, όπως π.χ. οι Ταναγραίες. Σε καθαρά δομικές εργασίες τα κεραμικά ελάχιστα χρησιμοποιήθηκαν (κατασκευάζονταν κυρίως κεραμίδια) γιατί υπήρχαν άφθονοι και άριστης



Σχ. 6.2β.
Μερικά από τα κατασκευαζόμενα σήμερα κεραμικά δομικά υλικά. α) Διάφοροι τύποι κεραμιδιών. β) Οπτόπλινθοι (τούβλα). γ) Σωλήνες. δ) Πλακίδια δαπέδων. ε) Διακοσμητικά στοιχεία.

ποιότητας φυσικοί λίθοι (ασβεστόλιθοι - μάρμαρα). Το σοβαρότερο τεχνικό έργο, που κατασκευάσθηκε με τούβλα, ήταν το Αδριάνειο υδραγωγείο των Αθηνών.

β) Παρασκευή κεραμικών υλικών.

Για όλα τα κεραμικά προϊόντα ακολουθείται η εξής παραγωγική διαδικασία:

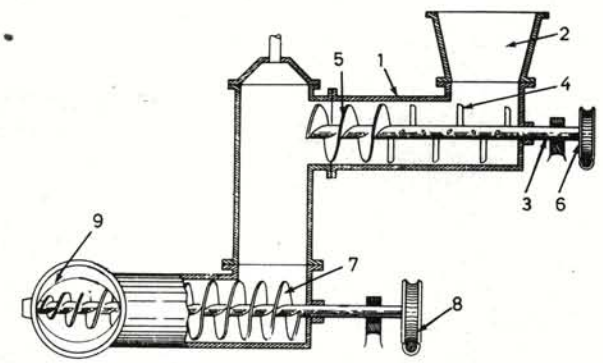
– Προετοιμάζεται η πρώτη ύλη (το πηλοκονίαμα), αφού καθορισθεί η σχέση κατ' όγκο ή κατά βάρος μεταξύ της πηλοκονίας, της άμμου και του νερού. Η σχέση αυτή εξαρτάται από το είδος που πρόκειται να κατασκευασθεί και από τη μέθοδο που θα ακολουθηθεί.

– Δίνεται το σχήμα, που θα έχει τελικά το προϊόν με τη βοήθεια καταλλήλων μηχανών και καλουπιών ή σε ορισμένες περιπτώσεις με τα χέρια.

– Εκτίθεται το υλικό στον αέρα ή τοποθετείται σε ειδικούς θαλάμους για να ξηρανθεί και τέλος

– μεταφέρεται σε κατάλληλα καμίνια, όπου ψήνεται και έτσι επιτυγχάνεται η στερεοποίηση του προϊόντος.

Κατά το πρώτο στάδιο συγκεντρώνεται η πρώτη ύλη (άργιλος ή πηλός) και ερευνάται η ποσότητα της πηλοκονίας που αποτελεί το δραστικό συστατικό της πρώτης ύλης. Με διάφορες μεθόδους και τη χρήση καταλλήλων μηχανών αυξάνεται με αφαίρεση της άμμου ή μειώνεται με προσθήκη της άμμου η περιεκτικότητα σε πηλοκονία της πρώτης ύλης ώστε η απομένουσα δραστική ύλη να πληροί όσο είναι δυνατό τα κενά της άμμου. Τέλος μαλάζεται το αποκτηθέν υλικό σε ειδικές μηχανές ώστε να αποκτήσει ομοιογένεια (σχ. 6.2γ).



Σχ. 6.2γ.
Μηχανή μαλάξεως πηλοκονιάματος: 1) Περίβλημα μηχανής. 2) Χοάνη φορτίσεως. 3) και 6) Άξονας και οδοντωτός τροχός μεταδόσεως κινήσεως. 4) και 5) Πτερύγια ατέρμονα κοχλία. 7) Δεύτερος ατέρμονας κοχλίας μεταβλητής διαμέτρου. 8) Οδοντωτός τροχός μεταδόσεως κινήσεως. 9) Έξοδος πηλοκονιάματος.

Στο επόμενο στάδιο μορφώνεται το υλικό με τη βοήθεια καταλλήλων μηχανών ή καλουπιών ώστε να αποκτήσει το επιθυμητό σχήμα.

Η μόρφωση γίνεται με εφαρμογή πιέσεως στην πρώτη ύλη. Η πίεση εξασκείται με ειδικές μηχανές και με τη βοήθεια καλουπιών ή άλλων εξαρτημάτων. Παλαιότερα εξασκείτο με τα χέρια.

Το τρίτο στάδιο είναι η ***ξήρανση***, δηλαδή η απομάκρυνση του νερού επεξεργασίας από τη μάζα του προϊόντος. Η ξήρανση γίνεται είτε με έκθεση των προϊόντων στον αέρα (σχ. 6.2δ) (όχι στον ήλιο) είτε σε ειδικούς θαλάμους που καλούνται ***ξηραντήρια*** (σχ. 6.2ε).

Τέλος το τελευταίο στάδιο αφορά στην όπτηση (ψήσιμο) για να σταθεροποιηθεί το σχήμα του και το προϊόν να αποκτήσει ορισμένες ιδιότητες. Κατά την όπτηση και σε θερμοκρασία άνω των 1500°C αρχίζει η εξυάλωση του προϊόντος. Αυτή οφείλεται στο λιώσιμο ευτήκτων συστατικών της πηλοκονίας και της άμμου.

Τα πολύ εξυαλωμένα προϊόντα διακρίνονται από τη στιλπνότητα και την υαλώδη όψη, από τη στεγανότητα της μάζας τους και από τη μεγάλη σκληρότητά τους.

Σε μερικές περιπτώσεις χρειάζεται επιφανειακή μόνο εξυάλωση για την αύξηση της στεγανότητας του προϊόντος, όπως π.χ. στους πηλοσωλήνες. Αντί για την καθολική εξυάλωση, γίνεται η καλούμενη ***εφυάλωση,*** ως εξής: Αλείφονται εξωτερικά τα προϊόντα με εύτηκτα υλικά πριν από το ψήσιμο. Τα υλικά αυτά λιώνουν πριν από τη θερμοκρασία εξυαλώσεως και καλύπτουν τα προϊόντα με ένα στεγανό δέρμα.

Μετά το τέλος του ψησίματος πρέπει να κρυώσουν με αργό ρυθμό. Αυτό επιτυγχάνεται με κατάλληλη ρύθμιση της πτώσεως της θερμοκρασίας. Απότομη ψύξη προκαλεί ραγίσματα, σπασίματα και γενικά καταστροφή του προϊόντος. Σε ορισμένα είδη τεχνητών λίθων η ψύξη διαρκεί 7 ως 8 μέρες.

6.2.3 Οπτόπλινθοι (τούβλα).

α) Μορφές και είδη τούβλων.

Τα τούβλα είναι τεχνητοί λίθοι, που έχουν κατά κανόνα σχήμα πρισματικό (σχ. 6.2στ). Το χρώμα τους εξαρτάται από τη χημική σύσταση της αργίλου και κυρίως από την περιεκτικότητά της σε οξείδια του σιδήρου. Στην Ελλάδα είναι συνήθως κόκκινα και σπανιότερα υποκίτρινα ως υπόλευκα.

Τα τούβλα διακρίνονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

– Συμπαγή.

– Διάτρητα.



Σχ. 6.2δ.
Τούβλα μετά τη μορφοποίησή τους, τοποθετούνται σε υπόστεγα ξηράνσεως.

– Ειδικά.

1) Τα συμπαγή έχουν συνήθως διαστάσεις 20 x 9,5 x 4 cm και φέρουν στη μια από τις μεγαλύτερες πλευρές τους δύο επιμήκη αυλάκια [σχ. 6.2στ(α1)] και στην άλλη ένα αυλάκι για να προσφύεται καλύτερα το κονίαμα. Παλαιότερα έφεραν στη μια μόνο από τις μεγαλύτερες επιφάνειες σκαφοειδή εκσκαφή βάθους 1,5 cm περίπου [(σχ. 6.2στ (α3) και 6.2ζ].

Εμφανίζουν σημαντική μηχανική αντοχή και χρησιμοποιούνται, εφ' όσον κατά τη δόμηση χρησιμοποιηθεί ισχυρό κονίαμα (τσιμεντοκονίαμα), για να κατασκευασθούν φέροντα στοιχεία και ειδικότερα τοίχοι.

Μπορούν να αντικαταστήσουν σε όλες τους σχεδόν τις χρήσεις τους φυσικούς λίθους. Η χρησιμοποίηση, όμως, των συμπαγών τούβλων έχει περιορισθεί πολύ κατά τα τελευταία χρόνια, λόγω της μεγάλης εξαπλώσεως των κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα.

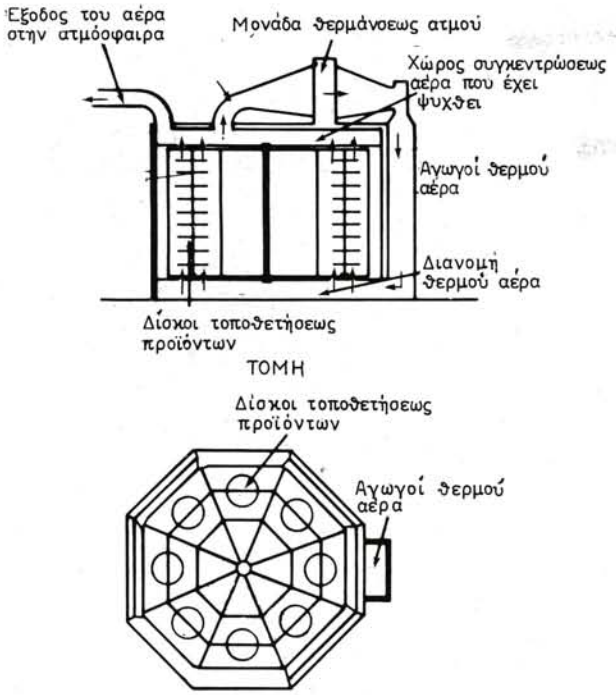
2) ***Τα διάτρητα τούβλα***, με συνήθεις διαστάσεις 19 x 9 x 6 cm περίπου, είναι ελαφρύτερα από τα συμπαγή, ακριβώς επειδή υπάρχουν οι τρύπες [σχ. 6.2στ (β), (γ) και 6.2η].

Οι τρύπες των τούβλων αυτών διατάσσονται συνήθως κατά μήκος του μεγαλύτερου άξονά τους και είναι 6 ή και περισσότερες.

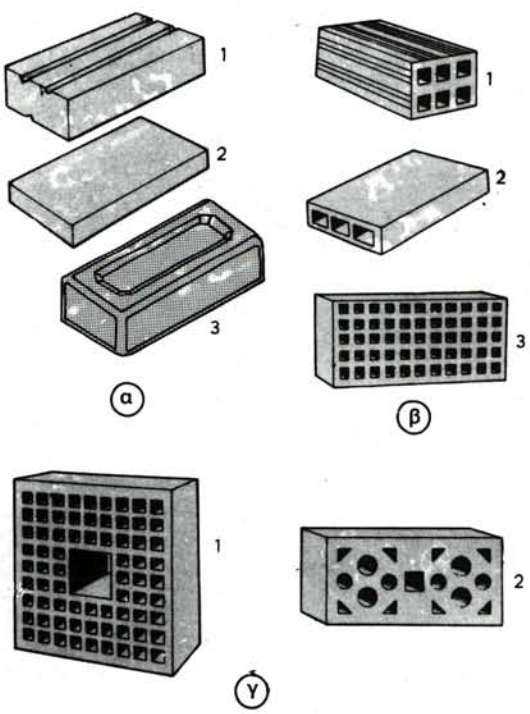
Κατασκευάζονται όμως και διπλά τούβλα με περισσότερες τρύπες (σχ. 2.6η) ή τούβλα με τις τρύπες διαταγμένες κάθετα προς τις δύο μεγαλύτερες πλευρές [σχ. 6.2στ (β3) και (γ) και σχ. 6.2θ].

Οι τρύπες είναι τετραγωνικές ή στρογγυλές. Πλεονεκτούν όμως τα τούβλα με στρογγυλές τρύπες, γιατί παρουσιάζουν μεγαλύτερη αντοχή σε πιέσεις που εφαρμόζονται κάθετα προς τον άξονα των τρυπών.

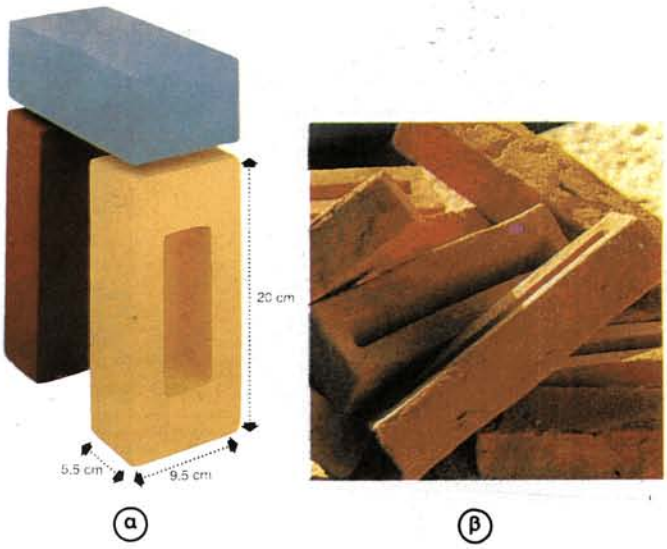
Τα διάτρητα τούβλα εμφανίζουν ελαττωμένη μηχανική αντοχή και γι' αυτό δεν χρησιμοποιούνται, εκτός από ειδικούς τύπους, για την κατασκευή φερόντων στοιχείων. Χρησιμο-



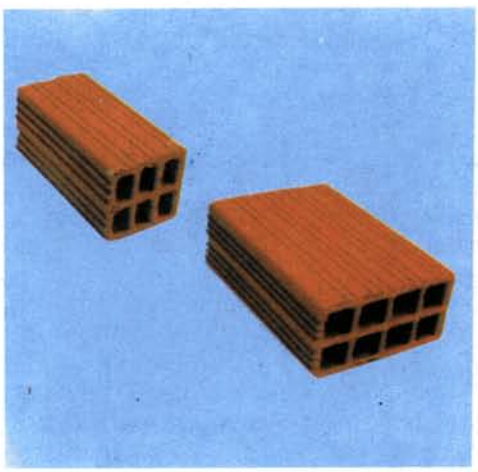
Σχ. 6.2ε.
Διάγραμμα ξηραντηρίου με θερμό αέρα που κυκλοφορεί διά του δαπέδου. Χρησιμοποιείται κυρίως για ξήρανση μεγάλων αντικειμένων (είδη υγιεινής).



Σχ. 6.2στ.
Τύποι τούβλων: α) Συμπαγή. β) Διάτρητα με οριζόντιες τρύπες. γ) Διάτρητα με κατακόρυφες τρύπες.

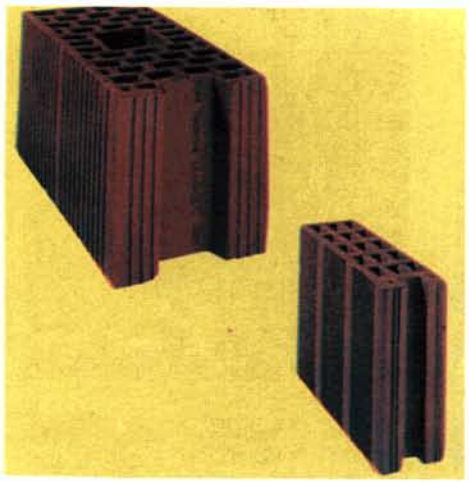


Σχ. 6.2ζ.
Συμπαγή τούβλα: α) Έγχρωμα. β) Χειροποίητα.





Σχ. 6.2η.
Κοινά τούβλα μεγάλα. Κυκλοφορούν στο εμπόριο σε διάφορες διαστάσεις.



Σχ. 6.2θ.
Ορθότρυπα τούβλα.

ποιούνται όμως ευρύτατα σε διαχωριστικούς λεπτούς τοίχους ή σε εξωτερικούς τοίχους, εφ' όσον τα φέροντα στοιχεία έχουν κατασκευασθεί από οπλισμένο σκυρόδεμα (σκελετός μπετόν - αρμέ).

3) ***Τα ειδικά τούβλα*** έχουν διάφορα σχήματα και χρησιμοποιούνται για την κατασκευή πλακών και οροφών σε συνδυασμό με οπλισμένο σκυρόδεμα ή για μονώσεις ταρατσών (σχ. 6.2ι). Επίσης κατασκευάζονται θερμομονωτικά τούβλα (σχ. 6.2ια) και τούβλα ειδικής μορφής.

Για την τυποίηση των τούβλων υπάρχει στην Ελλάδα "Κανονισμός τυποποιήσεως οπτοπλίνθων". Κατά τον Κανονισμό αυτό τα κατασκευαζόμενα και διατιθέμενα στο εμπόριο τούβλα πρέπει να είναι σύμφωνα με τις προβλεπόμενες κατηγορίες. Στον πίνακα 6.2.1 αναφέρονται μερικοί από τους προβλεπόμενους από τον Κανονισμό τύπους.

β) Κατασκευή τούβλων.

1) ***Μέθοδοι κατασκευής.***

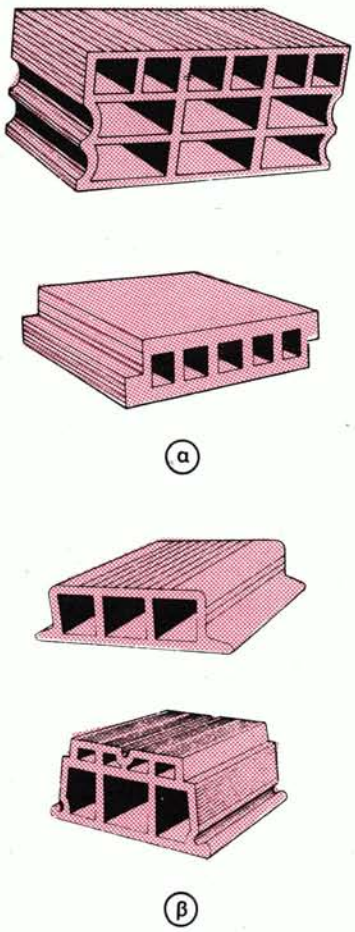
Από την άποψη της μεθόδου κατασκευής τους τα τούβλα διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

- Χειροποίητα.
- Μηχανοποίητα κοινά και
- μηχανοποίητα πρέσσας.

Τα συμπαγή τούβλα μπορεί να ανήκουν στην πρώτη ή στην τρίτη κατηγορία ενώ τα διάτρητα ανήκουν όλα στη δεύτερη κατηγορία.

Η μορφοποίηση με χειροκίνητα εργαλεία απαιτεί πολύ χρόνο και σπανίως εφαρμόζεται σήμερα και μόνο για μικρή παραγωγή.

Για τα μηχανοποίητα τούβλα χρησιμο-



Σχ. 6.2ι.
Ειδικά τούβλα: α) Για πλάκες από οπλισμένο σκυρόδεμα. β) Για μονώσεις ταρατσών.

ποιούνται σημαντικές εγκαταστάσεις. Η κυρίως μηχανή μορφοποιήσεως απεικονίζεται στο σχήμα 6.2ιβ.

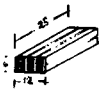
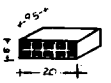
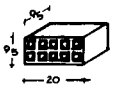
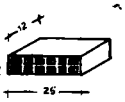
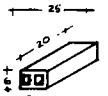
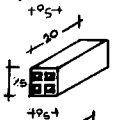
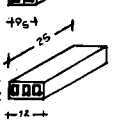
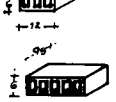
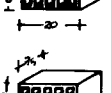
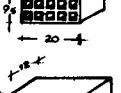
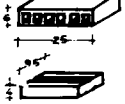
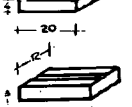
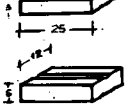
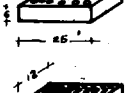
Τα μηχανοποίητα πρέσσας κατασκευάζονται σε ειδικές μηχανές (σχ. 6.2ιγ), όπου η πρώτη ύλη συμπιέζεται ισχυρώς μέσα σε ειδι-

---

Σημείωση: α) Με τα γράμματα Δ, Φ και Σ χαρακτηρίζεται ο τύπος του τούβλου ως εξής:
Δ = Απλά διάτρητα
Φ = Φέροντα διάτρητα
Σ = Συμπαγή μηχανοποίητα ή χειροποίητα
β) Με τους αριθμητικούς δείκτες χαρακτηρίζεται η κατεύθυνση των τρυπών:
Δείκτες 1, 2, 3: διαμήκεις τρύπες
Δείκτες 10, 20, 32: εγκάρσιες τρύπες
γ) Στο βάρος 1 m2 οπτοπλινθοδομής περιλαμβάνεται και το βάρος των επιχρισμάτων και των δύο πλευρών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2.1

Τύποι τούβλων προβλεπόμενοι από τον "Κανονισμό τυποποιήσεως οπτοπλίνθων" και διάφορα χαρακτηριστικά τους καθώς και χαρακτηριστικά πλινθοδομών

α/α	Τύπος	Μορφή	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ	Βάρος τεμαχίου σε kg	Βάρος 1 m² τοίχου					
					Δρομική οπτοπλινθοδομή ($^1/_2$ τούβλο)		Με πάχος 1 τούβλο		Με πάχος $1^1/_2$ τουβλο	
					Αριθμός τεμ./m²	Βάρος kg/m²	Αριθμός τεμ./m²	Βάρος kg/m²	Αριθμός τεμ./m²	Βάρος kg/m²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Δ_1		0,19	1,14	68	190	135	320	204	450
2	Δ_2		0,16	1,50	45	190	90	320	136	450
3	Δ_3		0,21	2,00	55	240	110	425	165	610
4	Δ_{10}		0,18	1,05	68	190	135	320	204	450
5	Δ_{20}		0,14	1,29	45	190	90	320	136	450
6	Δ_{30}		0,19	1,90	55	240	110	425	165	610
7	Φ_1		0,24	1,40	68	215	135	370	204	530
8	Φ_2		0,23	2,15	45	215	90	370	136	530
9	Φ_3		0,25	2,25	55	260	110	465	165	670
10	Φ_{10}		0,23	1,38	68	215	135	370	204	530
11	Φ_{20}		0,23	2,12	45	215	90	370	136	530
12	Φ_{30}		0,26	2,36	55	260	110	465	165	670
13	Σ_1		0,40	1,26	96	250	190	450	286	650
14	Σ_2		0,40	2,50	64	300	128	545	192	785
15	Σ_3		0,40	2,95	55	300	110	545	165	785
16	Σ_{30}		0,28	2,45	55	270	110	485	165	700
17	Σ_{31}		0,28	2,45	55	270	110	485	165	700

κά καλούπια.

Από άποψη ποιότητας γενικά προηγούνται τα τούβλα πρέσσας. Είναι συμπαγέστερα, βαρύτερα και εκδηλώνουν μεγαλύτερη μηχανική αντοχή, είναι τελειότερα κατά το σχήμα και οι ακμές τους είναι απολύτως ευθείες. Όμως το κόστος παραγωγής τους είναι υψηλότερο από το κόστος παραγωγής των δύο άλλων κατηγοριών.

Στη δεύτερη σειρά ποιοτικώς έρχονται τα μηχανοποίητα τούβλα. Τα χειροποίητα είναι κατώτερα από τα άλλα τόσο κατά το σχήμα όσο και κατά τις ιδιότητες.

2) ***Όπτηση (ψήσιμο).***

Μετά την ξήρανση τα τούβλα ψήνονται σε ειδικά καμίνια. Ο παλαιότερος τύπος είναι η πυροκάμινος (σχ. 6.2ιδ), η οποία χρησιμοποιείται ελάχιστα και μόνο σε μικρές εγκαταστάσεις βιοτεχνικού τύπου.

Ο εφαρμοζόμενος σήμερα τύπος είναι το διακτυλιοειδές καμίνι συνεχούς κυκλικής λειτουργίας (σχ. 6.2ιε) ή επιμήκους (σχ. 6.2ιστ) κατόψεως.

3) ***Ιδιότητες των τούβλων.***

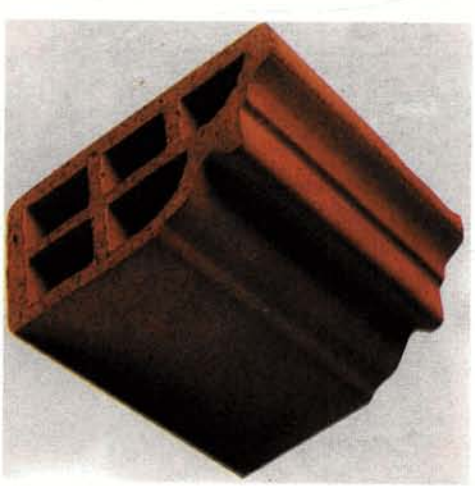
– Το ***βάρος*** των διαφόρων τύπων τούβλων, εφ' όσον έχουν τις διαστάσεις και τα λοιπά χαρακτηριστικά, που προβλέπονται από τον "Κανονισμό τυποποιήσεως οπτοπλίνθων", έχει τις τιμές που αναφέρονται στη στήλη 5 του πίνακα 6.2.1.

Επίσης αναφέρεται ο αριθμός των απαιτουμένων τεμαχίων για 1 m^2 τοίχου και το βάρος ενός 1 m^2 τοίχου.

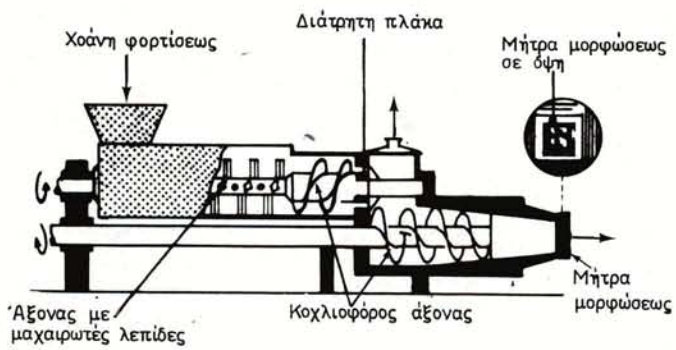
– ***Η αντοχή σε θλίψη*** των τούβλων εξαρτάται από την κατηγορία στην οποία ανήκουν, από την ποιότητα της πρώτης ύλης και από την κανονικότητα του ψησίματος.

Ο ελληνικός Κανονισμός προβλέπει τις ελά-

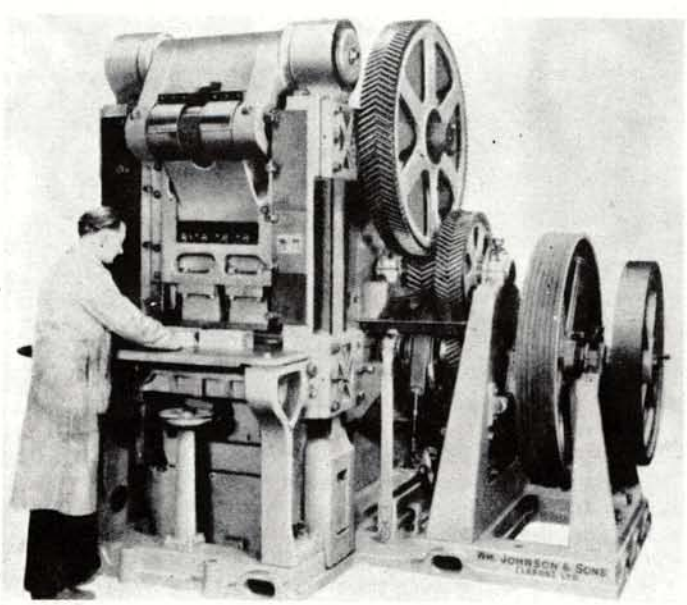




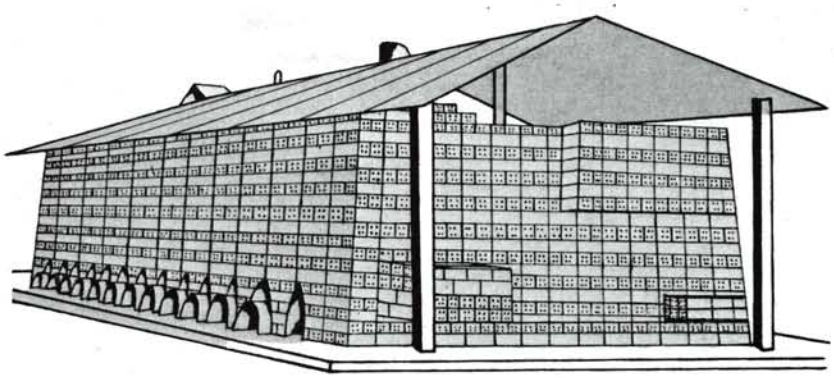
Σχ. 6.2ια.
Θερμομονωτικά τούβλα ειδικής μορφής.



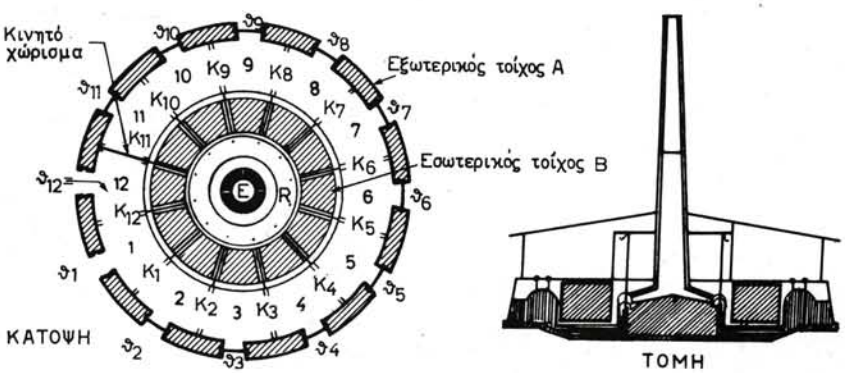
Σχ. 6.2ιθ.
Μηχανή μορφοποιήσεως τούβλων.



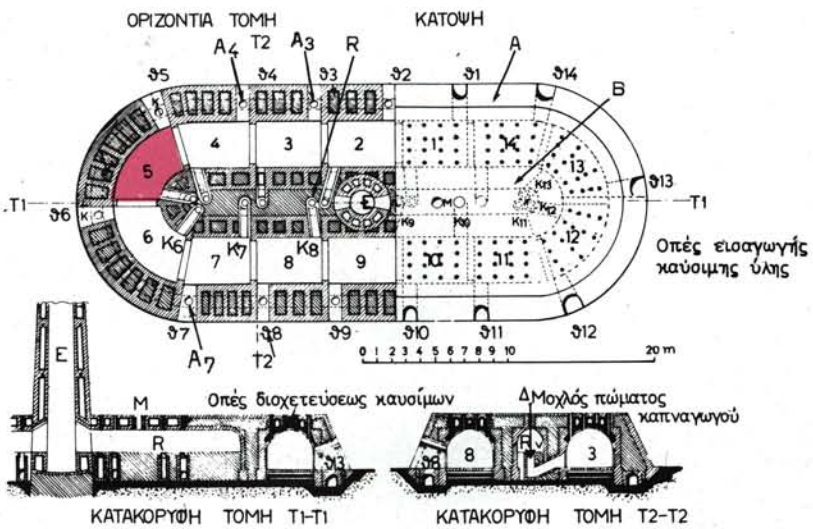
Σχ. 6.2ιγ.
Βαριά πρέσσα χρησιμοποιούμενη για την κατασκευή συμπαγών τούβλων με την ξηρή μέθοδο.



Σχ. 6.2ιδ.
Ετοιμασία σωροκαμίνου για το ψήσιμο τούβλων.



Σχ. 6.2ιε.
Δακτυλιοειδές καμίνι Hoffman κυκλικής κατόψεως.



Σχ. 6.2ιστ.
Επίμηκες καμίνι Hoffman χρησιμοποιούμενο σήμερα για ψήσιμο τούβλων.

χ!στες αντοχές που πρέπει να έχουν οι διάφορ τύποι των τούβλων τόσο στη φέρουσα επιφάνεια, όσο και στην επιφάνεια εδράσεως. Η αντοχή των διατρήτων τούβλων, που προορίζονται για διαχωριστικούς τοίχους, είναι απλώς ενδεικτική της ποιότητας του υλικού, γιατί απαγορεύεται να χρησιμοποιούνται ως φέροντες.

Η αντοχή που έχουν τα διάτρητα φέροντα τούβλα είναι περίπου ίση με το μισό της αντοχής των συμπαγών.

Επίσης διαφορετική αντοχή παρουσιάζει κάθε τούβλο στις τρεις διαφορετικές επιφάνειες που έχει. Η μεγαλύτερη αντοχή εμφανίζεται, όταν η δύναμη εφαρμόζεται στη μικρότερη επιφάνεια παράλληλα προς τη μεγαλύτερη διάσταση (σχ. 6.2ιζ), και η μικρότερη, όταν εφαρμόζεται στην ενδιάμεση επιφάνεια. Στην επιφάνεια εδράσεως, που είναι η μεγαλύτερη επιφάνεια, η αντοχή σε θλίψη βρίσκεται ανάμεσα στις δύο προηγούμενες αντοχές.

Ενδεικτικά αναφέρομε ότι η τάση θραύσεως στην επιφάνεια εδράσεως είναι:

$$\text{Τύπος } \Delta_1 : \sigma_{\theta\rho} = 60 \text{ kp/cm}^2$$

$$\text{Τύπος } \Phi_1 : \sigma_{\theta\rho} = 85 \text{ kp/cm}^2$$

$$\text{Τύπος } \Sigma_1 : \sigma_{\theta\rho} = 150 \text{ kp/cm}^2$$

Τα σύμβολα Δ_1, Φ_1 και Σ_1 επεξηγούνται στον πίνακα 6.2.1.

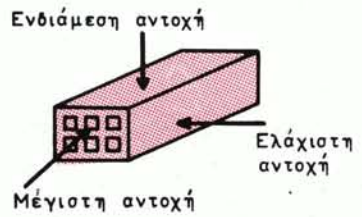
– Η ***θερμική αγωγιμότητα*** των τούβλων, κυρίως των διατρήτων, είναι αρκετά χαμηλή. Επομένως, οι οπτοπλινθοδομές που κατασκευάζονται παρουσιάζουν καλή μόνωση στις θερμοκρασιακές μεταβολές.

Η μόνωση αυτή εξαρτάται από το πάχος d (χωρίς το κονίαμα) της οπτοπλινθοδομής και από το συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ, των τούβλων (πιν. 6.2.1). Ο ελληνικός Κανονισμός προβλέπει ότι το πάχος αυτό πρέπει να λαμβάνεται τουλάχιστον ίσο προς το διδόμενο από τον τύπο:

$$d\,\{m\} = \left(\frac{\Delta t}{28} - 0{,}25 \right) \lambda$$

εφ' όσον τα τούβλα κτίζονται με τις τρύπες κατά μήκος του τοίχου και όχι κάθετα στο επίπεδό του.

Το Δt είναι η διαφορά της εσωτερικής θερμοκρασίας του χώρου από τη μέγιστη ή ελάχιστη εξωτερική, που αναπτύσσεται σε κάθε τόπο. Η εσωτερική θερμοκρασία λαμβάνεται σταθερή και ίση προς 18 °C έως 20 °C δεδομένου ότι στη θερμοκρασία αυτή μπορεί να παραμείνει άνετα ο άνθρωπος. Το λ, για διάτρητα τούβλα κάθετα προς τη διεύθυνση που έχουν οι τρύπες, είναι ίσο προς 0,140 έως 0,400 kcall/h.m.gd ανάλογα με τον τύπο του τούβλου (πιν. 6.2.1).



Σχ. 6.2ιζ.
Η αντοχή σε θλίψη των τούβλων εξαρτάται από τη διεύθυνση της φορτίσεώς τους.

– Η ***αντοχή στη γήρανση*** των τούβλων είναι μεγάλη και πρακτικά θεωρείται απεριόριστη, γιατί δεν παθαίνουν αλλοιώσεις από τους εξωτερικούς παράγοντες.

Εάν παρουσιασθούν επανθίσματα σ' αυτά (άσπροι λεκέδες) σημαίνει ότι υπήρχαν διαλυτά άλατα στην άργιλο ή στο νερό επεξεργασίας. Τα επανθίσματα δεν προκαλούν φθορές στο τούβλα. Πρέπει όμως να αποφεύγεται η χρήση τούβλων με επανθίσματα, γιατί προκαλούνται φθορές στα επιχρίσματα και αλλοιώσεις στους χρωματισμούς των τοίχων.

δ) Έλεγχος των ιδιοτήτων των τούβλων.

Προκειμένου να παραληφθούν μεγάλες ποσότητες τούβλων για σοβαρά έργα, είναι απαραίτητο να προηγηθεί στο εργαστήριο ποιοτικός έλεγχος.

Ο έλεγχος αυτός αναφέρεται στη μηχανική αντοχή τους, στην υδροαπορροφητικότητά τους, στο ειδικό βάρος και στην αντοχή τους σε κρούση. Σε περιπτώσεις ειδικών έργων χρειάζεται να γίνει έλεγχος και σε άλλες ιδιότητες ανάλογα με τις απαιτήσεις των έργων αυτών. Ο έλεγχος γίνεται όπως και στους φυσικούς λίθους.

Σε περίπτωση που χρησιμοποιούνται μικρότερες ποσότητες και για τα συνηθισμένα έργα, τότε γίνεται πρόχειρος έλεγχος στο εργοτάξιο. Με τον έλεγχο αυτό επιζητούμε να εξακριβωθεί εάν τα τούβλα παρουσιάζουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά για να θεωρηθούν καλής ποιότητας:

– Πρέπει να έχουν κανονικό σχήμα. Δηλαδή παράλληλες και επίπεδες επιφάνειες, ακμές ευθύγραμμες και τις συνεχόμενες επιφάνειες διαταγμένες σε ορθή γωνία.

– Πρέπει όλα να έχουν το ίδιο σχήμα και τις ίδιες ακριβώς διαστάσεις.

– Πρέπει να έχουν ομοιόμορφο ιστό και χρώμα και να είναι καλά ψημένα. Η θραυσιγενής επιφάνεια τούβλου πρέπει να παρουσιάζει

τέλεια ομοιομορφία. Εάν εμφανίζονται σ' αυτήν μικρές κοιλότητες, μαύρες ή άσπρες κηλίδες κλπ. τότε τα τούβλα είναι κακής ποιότητας.

– Πρέπει να είναι ακέραια χωρίς θραυσμένες γωνίες και ακμές, χωρίς ραγίσματα. Θραυσμένα τούβλα πρέπει να απορρίπτονται.

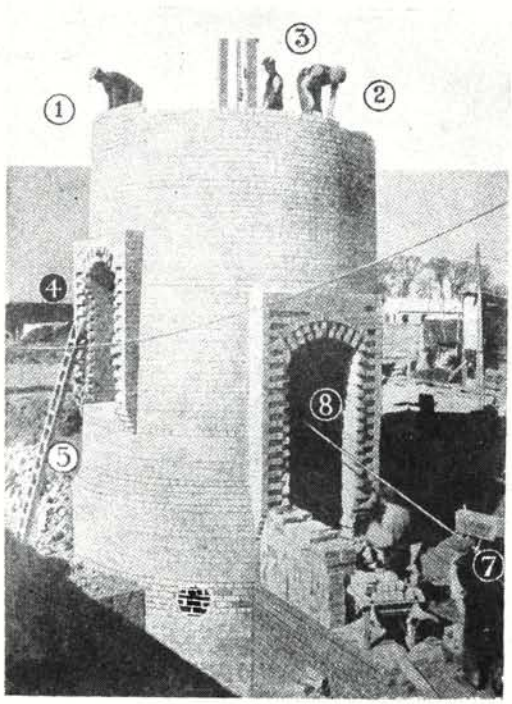
– Τέλος πρέπει να αποδίδουν μεταλλικό ήχο, όταν κτυπηθούν με ένα σφυρί ή με άλλο τούβλο.

ε) Χρήσεις τούβλων.

Τα ***συμπαγή τούβλα*** [σχ. 6.2ζ(α), (β)] χρησιμοποιούνται σήμερα για την κατασκευή ειδικών τεχνικών έργων, όπως π.χ. είναι οι καπνοδόχοι (σχ. 6.2ιη), οι εξωτερικοί τοίχοι πυρεστιών, καμίνων, τοίχων κ.α. (σχ. 6.2ιθ και 6.2κ).

Τα ***διάτρητα*** [σχ. 6.2στ (β), 6.2η και 6.2θ] εφαρμόζονται σε πολλές περιπτώσεις. Εξωτερικοί και εσωτερικοί τοίχοι οικοδομών με σκελετό από οπλισμένο σκυρόδεμα, επενδύσεις τοίχων από σκυρόδεμα, γέμισμα των κενών στις πλάκες με νευρώσεις κ.α.

Ειδικά τούβλα. Χρησιμοποιούνται κυρίως στην κατασκευή πλακών από οπλισμένο σκυρόδεμα με νευρώσεις (σχ. 6.2ι).



Σχ. 6.2ιη.
Κατασκευή καμινάδας από συμπαγή τούβλα: 1) έως 3) Δόμηση τούβλων. 4) και 8) Αναμονές για την κατασκευή οριζοντίων αγωγών. 5) και 6) Βάση καμινάδας. 7) Προετοιμασία κονιάματος.

6.2.4 Πυρίμαχα τούβλα.

α) Γενικά.

Τα πυρίμαχα τούβλα (πυρότουβλα ή τούβλα της φωτιάς) (σχ. 6.2κα) είναι τεχνητοί λίθοι με την ίδια περίπου σύσταση με τα τούβλα, αλλά με μεγαλύτερη αντοχή στις υψηλές (πάνω από 1500°C) και παρατεταμένες θερμοκρασίες. Στις θερμοκρασίες αυτές δεν θραύονται και δεν παθαίνει ουσιώδη μεταβολή ο όγκος τους από διαστολή. Επίσης δεν καταστρέφονται, όταν η θερμοκρασία ελαττωθεί απότομα.

Τα κύρια συστατικά των πυροτούβλων στα οποία οφείλεται η αντοχή τους στη φωτιά, είναι τα οξείδια του αργιλίου (Al_2O_3) και του πυριτίου (SiO_2). Εάν η πρώτη ύλη (ο πηλός) περιέχει σε μεγαλύτερη αναλογία από 8% έως 10% οξείδια του σιδήρου, του ασβεστίου, του νατρίου και του καλίου, τότε θεωρείται ακατάλληλη για την κατασκευή πυριμάχων υλικών. Επίσης η σχέση μεταξύ των οξειδίων του αργιλίου και του πυριτίου καθορίζει τη χημική τους συμπεριφορά.

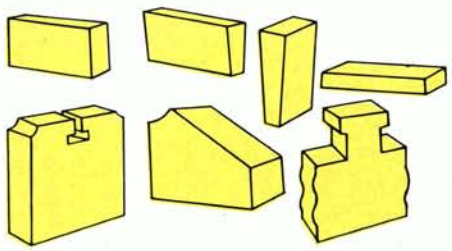
Για τη δόμηση των πυροτούβλων χρησιμοποιείται ειδικό κονίαμα, που παρασκευάζεται από το ίδιο υλικό, που χρησιμοποιείται για την κατασκευή των πυροτούβλων. Στο εμπόριο φέρεται με το όνομα "χώμα της φωτιάς" ή "πυρόχωμα". Το πυρόχωμα αναμιγνύεται με



Σχ. 6.2ιθ.
Εμφανής και έγχρωμη τοιχοποιία από συμπαγή τούβλα.



Σχ. 6.2κ.
Κτήρια με εξωτερικούς τοίχους από τούβλα.



Σχ. 6.2κα.
Πυρίμαχα τούβλα διαφόρων σχημάτων και ειδικών μορφών. Αντέχουν σε θερμοκρασίες 1650°C.

νερό ή καλύτερα με υδρύαλο και αποκτά την απαιτούμενη πλαστικότητα. Οι αρμοί της πλινθοδομής που κατασκευάζεται από πυρότουβλα πρέπει να είναι όσο το δυνατό λεπτότεροι, γιατί το πυρόχωμα προσβάλλεται από τη φωτιά γρηγορότερα από ό,τι οι πυρίμαχοι πλίνθοι.

Τα πυρότουβλα χρησιμοποιούνται σε μεγάλη έκταση στις βιομηχανίες για την εσωτερική επένδυση κλιβάνων, καμίνων, εστιών και καπνοδόχων και γενικά όπου αναπτύσσονται υψηλές θερμοκρασίες (σχ. 6.2ιη).

β) Είδη πυροτούβλων.

Επειδή στα μεταλλουργικά καμίνια πραγματοποιούνται και χημικές δράσεις, κατασκευάζονται διάφορα είδη πυροτούβλων. Κάθε είδος αντέχει σε ορισμένες από τις χημικές αυτές δράσεις. Ανάλογα με τη χημική τους συμπεριφορά τα πυρότουβλα διακρίνονται σε:

– Ουδέτερα.
– Όξινα.
– Βασικά.

Τα κυριότερα είδη είναι:

1) ***Αργιλικά πυρότουβλα.*** Ανήκουν στην κατηγορία των βασικών πυριμάχων και κατασκευάζονται από όσο το δυνατό καθαρότερη άργιλο (καολίνη). Αντέχουν σε θερμοκρασία πάνω από 1700 °C.

2) ***Πυριτικά πυρότουβλα.*** Ανήκουν στην κατηγορία των οξίνων πυριμάχων. Η πρώτη ύλη τους αποτελείται αποκλειστικά σχεδόν από οξείδιο του πυριτίου, που βρίσκεται άφθονο στη φύση. Πρώτη ύλη αυτής της κατηγορίας είναι ο καθαρός χαλαζίας (96% έως 98% οξείδιο του πυριτίου), ο οποίος αλευροποιείται και αναμιγνύεται στη συνέχεια με γαλάκτωμα ασβέστου σε αναλογία 2% για να αποκτήσει πλαστικότητα. Μετά μορφοποιείται στα κατάλληλα σχήματα και διαστάσεις και ψήνεται σε καμίνια σε θερμοκρασίες 1360°C έως 1500°C.

6.2.5 Κεραμίδια.

α) Τύποι, διαστάσεις, κατασκευή.

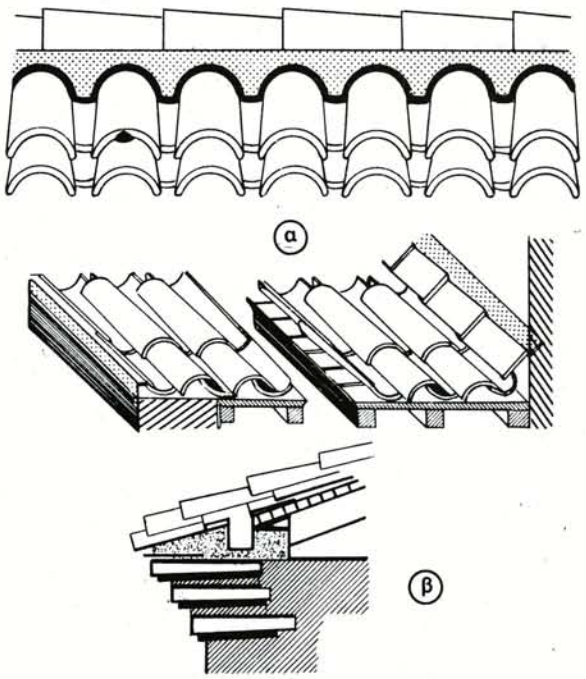
Χρησιμοποιούνται για την κάλυψη επικλινών στεγών που έχουν κατασκευασθεί με ξύλινα ζευκτά ή με πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος. Η χρήση τους περιορίζεται όμως με το χρόνο λόγω της επικρατήσεως των οριζοντίων στεγών (ταράτσες ή δώματα) (σχ. 6.2κβ).

Οι κυριότεροι τύποι κεραμιδιών είναι:

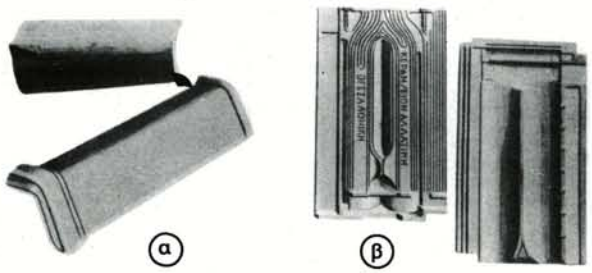
– Κυρτά (βυζαντινά κεραμίδια) [σχ. 6.2κβ(α)].
– Επίπεδα πτυχωτά (γαλλικά κεραμίδια) (σχ. 6.2κγ).
– Ρωμαϊκά κεραμίδια (σχ. 6.2κδ και 6.2κε).
– Ολλανδικά κεραμίδια (σχ. 6.2κδ).
– Γερμανικά κεραμίδια (σχ. 6.2κστ).

Τα ***κυρτά*** κεραμίδια χρησιμοποιούνται από την αρχαιότητα, αλλά η μεγαλύτερη εφαρμογή τους έγινε στις βυζαντινές εκκλησίες, από όπου πήραν και το όνομα βυζαντινά κεραμίδια. Σήμερα παράγονται σε διάφορες διαστάσεις και κυρτότητες.

Τα ***πτυχωτά*** και ***πλακοειδή*** κεραμίδια χρησιμοποιήθηκαν κατά την νεώτερη εποχή. Οι διαστάσεις τους ποικίλλουν. Οι πιο συνηθισμένες είναι:



Σχ. 6.2κβ.
Βυζαντινά κεραμίδια: α) Μορφή κεραμιδιού. β) Τοποθέτηση σε ξύλινη στέγη.



Σχ. 6.2κγ.
Γαλλικά κεραμίδια: α) Καλυπτήρες κεραμιδιών γαλλικού τύπου. β) Κεραμίδια γαλλικού τύπου.

ΤΥΠΟΣ	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ cm	ΒΑΡΟΣ kg
ΡΩΜΑΙΚΑ	41,5 x 25	3.200
ΟΛΛΑΝΔΙΚΑ	41,5 x 25	3.200
ΚΑΛΥΠΤΡΑ	40,5	3.000

Σχ. 6.2κδ.
Ρωμαϊκά και ολλανδικά κεραμίδια.



Σχ. 6.2κε.
Έγχρωμα κεραμίδια ρωμαϊκού τύπου.





Σχ. 6.2κστ.
Τοποθέτηση γερμανικών κεραμιδιών σε ξύλινη κεκλιμένη και οριζόντια στέγη.

42 × 25 × 1 cm ή 40 × 23 × 1 cm

β) Ποιοτικά χαρακτηριστικά.

Κατά τον έλεγχο της ποιότητας των κεραμιδιών πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη ότι:

– Δεν πρέπει να παρουσιάζουν ραγίσματα ή τριχοειδείς ρωγμές.

– Να είναι ομοιόχρωμα σε όλη τη μάζα τους και να μην εμφανίζουν κηλίδες (ασπράδια).

– Να παρουσιάζουν αρκετή σκληρότητα, ώστε να χαράσσονται δύσκολα με μαχαιρίδιο.

– Όταν κτυπηθούν με μεταλλικό αντικείμενο να παράγουν ήχο οξύ.

– Το πορώδες τους να είναι μικρό, ώστε να αντέχουν στον παγετό και να μη περνάει εύκολα το νερό από τη μάζα τους.

Για τον έλεγχο της τελευταίας ιδιότητας διατηρούμε με κατάλληλη διάταξη στη επάνω επιφάνεια του κεραμιδιού νερό, σε ύψος 5 cm για δύο ώρες. Εάν δεν παρουσιασθεί μετά την παρέλευση των δύο ωρών εφίδρωση στην κάτω επιφάνεια, τότε το πορώδες του κεραμιδιού θεωρείται ικανοποιητικό.

– Να παρουσιάζουν αρκετή μηχανική αντοχή. Η αντοχή αυτή θεωρείται ικανοποιητική, όταν σε ένα κεραμίδι που στηρίζεται σε δύο στηρίγματα που απέχουν μεταξύ τους 25 m, πατήσει άνδρας μετρίου βάρους και το κεραμίδι δεν σπάσει.

– Να μην εμφανίζουν αλλοιώσεις μετά τη θέρμανσή τους και η μεταβολή των διαστάσεών τους από διαστολή να μην υπερβαίνει το 2%.

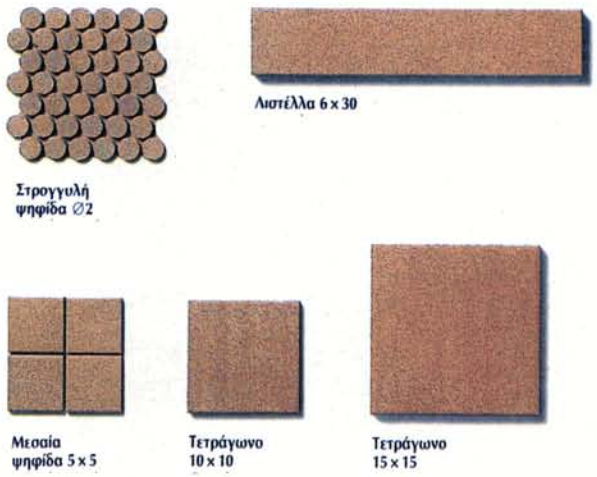
6.2.6 Πλάκες και πλακίδια.

α) Διαστάσεις. Είδη.

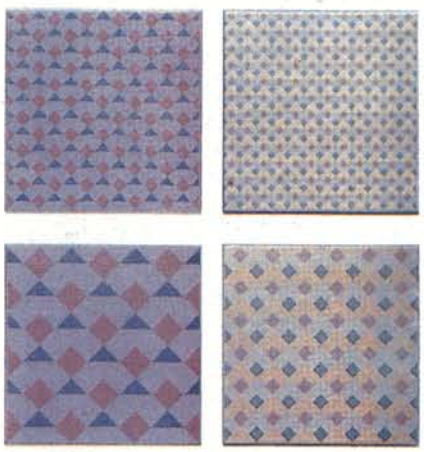
Από κοινές αργίλους κατασκευάζονται πλάκες τετραγωνικού, ορθογωνικού ή πολυγωνικού σχήματος, μονόχρωμοι (σχ. 6.2κζ) ή με γεωμετρικά σχήματα επάνω στην επιφάνειά τους (σχ. 6.2κη). Επίσης κατασκευάζονται πλάκες με ραβδώσεις και πλάκες με σχέδια διαφόρων μορφών (σχ. 6.2κθ και 6.2λ). Οι πλάκες αυτές είναι αντιολισθηρές και κατάλληλες για εξωτερικούς χώρους.

Χρησιμοποιούνται για την επίστρωση δαπέδων, τοίχων, εξωτερικών χώρων (π.χ. πεζοδρομίων, πλατειών). Επίσης κατασκευάζονται και ειδικά τεμάχια από πορσελάνη για την κάλυψη γωνιών που εξέχουν ή σχηματίζουν εσοχή (σχ. 6.2λα).

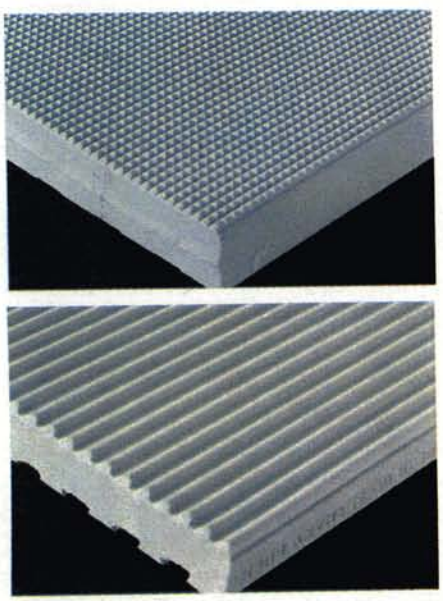
Από άσπρες αργίλους (πορσελάνες) κατασκευάζονται ***πλακίδια*** λευκά μονόχρωμα ή με σχέδια για την επικάλυψη τοίχων (σχ.6.2λβ). Τα πλακίδια πορσελάνης κυκλοφορούν στο εμπόριο τετράγωνα με πλευρά 15 cm ή 20 cm



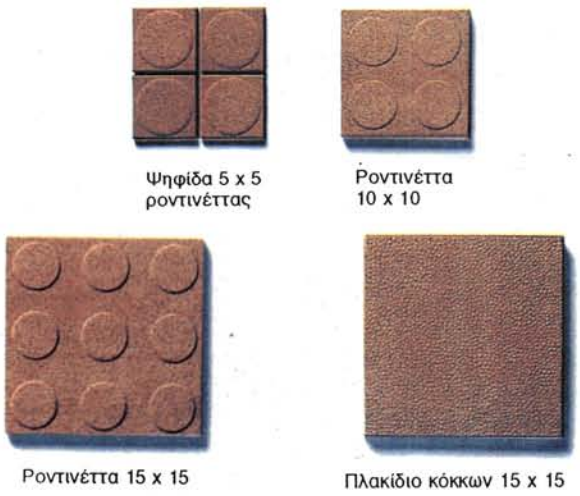
Σχ. 6.2κζ.
Πλακίδια δαπέδου διαφόρων σχημάτων.



Σχ. 6.2κη.
Πλακίδια δαπέδου με έγχρωμα γεωμετρικά σχέδια.



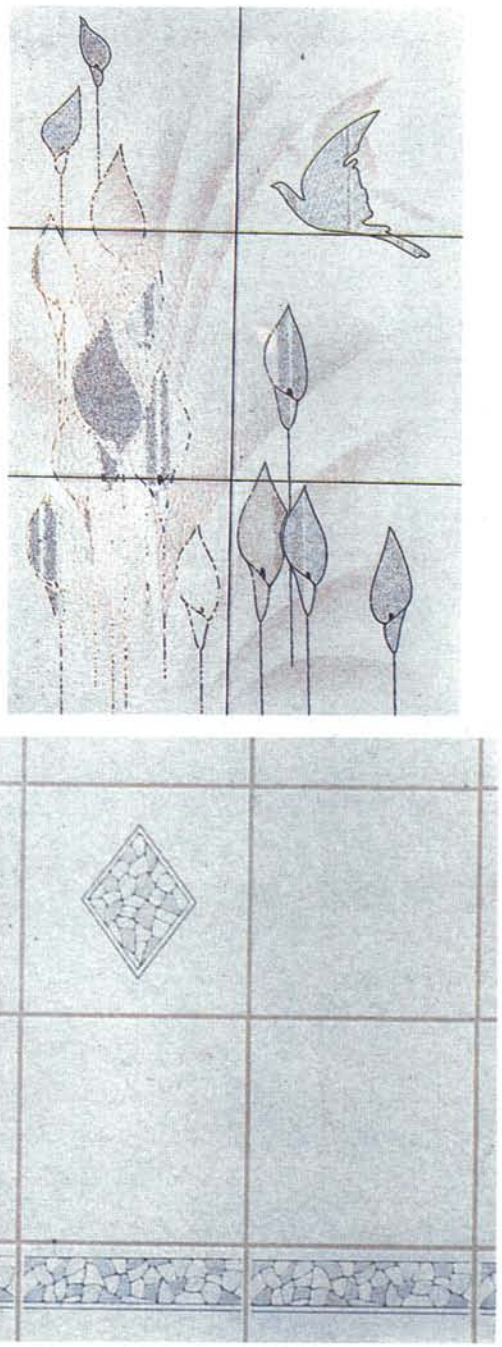
Σχ. 6.2κθ.
Πλακίδια αντιολισθηρά με ανάγλυφη διαμόρφωση της επιφάνειάς τους.



Σχ. 6.2λ.
Αντιολισθηρά κεραμικά στοιχεία.



Σχ. 6.2λα.
Ειδικά τεμάχια για σοβατεπιά και καλύψεις εισεχουσών ή εξεχουσών γωνιών.



Σχ. 6.2λβ.
Επικάλυψη τοίχων λουτρού με πλακίδια πορσελάνης διαστάσεων 20 x 20 cm. Στην επιφάνειά τους απεικονίζονται γεωμετρικά σχήματα ή λουλούδια.

και ορθογώνια διαστάσεων 4 x 15 cm, 10 x 20 cm, 20 x 30 cm κλπ.

Τέλος από ειδικής συνθέσεως αργίλους κατασκευάζονται πλάκες με αυξημένες ορισμένες ιδιότητες όπως π.χ. οξύμαχες (σχ. 6.2λγ), στεγανές, μεγάλης μηχανικής αντοχής, πολύ σκληρές και αντιολισθηρές.

Χρησιμοποιούνται ανάλογα για επενδύσεις αποχετευτικών αγωγών και δεξαμενών, σε δομικά στοιχεία χημικών βιομηχανιών, για επιστρώσεις δαπέδων εργοστασίων, για πλακοστρώσεις πεζοδρομίων κ.α.

Ειδικά για τις πλακοστρώσεις χώρων με βαριά κυκλοφορία (σχ. 6.2λδ και 6.2λε) πρέπει να χρησιμοποιούνται πλάκες με μεγάλη αλλά με την ίδια σκληρότητα όλες, γιατί είναι συνηθισμένο το φαινόμενο της ανομοιόμορφης επιφανειακής φθοράς από τριβές (σχ. 6.2λστ).



Σχ. 6.2λγ.
Οξύμαχα και αντιολισθητικά πλακίδια για βιομηχανικές εγκαταστάσεις.



Σχ. 6.2λδ.
Δάπεδο σταθμού αυτοκινήτων με κεραμικά πλακάκια που διακρίνονται για τη μεγάλη μηχανική αντοχή τους, την μεγάλη διάρκεια ζωής τους και την εξαιρετική αισθητική εμφάνισή τους.



Σχ. 6.2λε.
Πλακίδια με μεγάλη αντοχή στην τριβή.



Σχ. 6.2λστ.
Ανομοιόμορφη φθορά πλακών από άργιλο, που οφείλεται σε μεγάλες τριβές και σε διαφορετική σύνθεση της αργίλου στις λευκές και μαύρες πλάκες.



Σχ. 6.2λζ.
Επικάλυψη επιπέδων και καμπύλων τοίχων με έγχρωμες κεραμικές πλάκες.

Οι διαστάσεις των πλακών ποικίλλουν. Συνήθως οι τετράγωνες έχουν πλευρά 23 m ή 20 cm, οι ορθογώνιες 8 x 24 cm ή 10 x 20 cm και οι εξαγωνικές έχουν μήκος πλευράς 5 cm ή 10 cm.

Μεγάλη εφαρμογή σήμερα έχουν οι κεραμικές πλάκες στις επενδύσεις κτηρίων (σχ. 6.2λζ).

β) Κατασκευή.

1) Οι ***πλάκες*** κατασκευάζονται από κοινούς πηλούς, που συνήθως είναι χρωματισμένοι (κόκκινοι ή κίτρινοι). Αυτό οφείλεται στην ύπαρξη οξειδίου του σιδήρου και άλλων χρωστικών. Η πρώτη ύλη πρέπει να είναι αρκετά πλαστική καθώς και ομοιογενής, για να έχουν ομοιοχρωμία οι ορατές επιφάνειες της πλάκας.

Η μορφοποίηση της πρώτης ύλης γίνεται με τις γνωστές μεθόδους.

Ο πηλός τοποθετείται σε χαλύβδινα καλούπια και πιέζεται ισχυρά από χειροκίνητες ή μηχανοκίνητες πρέσσες. Εάν πρόκειται να παραχθούν χρωματιστές πλάκες, τότε τοποθετείται στην αρχή στο καλούπι ένα λεπτό στρώμα πηλού, που έχει το επιθυμητό χρώμα και ύστερα το υπόλοιπο υλικό.

Το ψήσιμο γίνεται στα συνηθισμένα καμίνια και σε θερμοκρασία 1300°C περίπου.

Κατά μία άλλη μέθοδο ο πηλός με την απαιτούμενη πλαστικότητα τροφοδοτεί τη γνωστή από τα τούβλα μηχανή μορφοποιήσεως (σχ. 6.2ιβ) στην οποία τοποθετείται η κατάλληλη μήτρα. Από τη μηχανή βγαίνει μια συνεχής λωρίδα που κόβεται στις επιθυμητές διαστάσεις.

Οι νωπές πλάκες αφήνονται λίγο να στεγνώσουν (να τραβήξουν), για να είναι εύκολη η μετακίνησή τους και μετά φέρονται σε ένα μηχάνημα, που αποτελείται από δύο κυλίνδρους. Η απόσταση μεταξύ των κυλίνδρων είναι ίση με το πάχος της πλάκας. Ο ένας κύλινδρος είναι μπρούτζινος και στιλβώνει την ορατή επιφάνεια της πλάκας, ο άλλος από χυτοσίδηρο με ραβδώσεις και δημιουργεί αυλάκια στην κάτω επιφάνεια για να προσφύεται καλύτερα το κονίαμα.

2) Τα ***πλακίδια πορσελάνης*** κατασκευάζονται από λευκούς πηλούς, που δεν περιέχουν οξείδια του σιδήρου.

Η πρώτη ύλη περιέχει 60% περίπου λευκή άργιλο και καολίνη και 40% άμμο και αστρίους.

Τα υλικά αναμιγνύονται σε υγρή ή σε ξηρή κατάσταση.

Τα πλακίδια μορφοποιούνται με την πρέσσα ή με τη μηχανή των τούβλων με αλλαγή μήτρας.

Μετά τη μορφοποίηση πραγματοποιείται το ψήσιμο σε 1200°C περίπου.

Μετά το ψήσιμο ακολουθεί η ***εφυάλωση***. Η εφυάλωση επιτυγχάνεται με επάλειψη των πλακιδίων με λευκές ή χρωματιστές αλοιφές από ουσίες, που λιώνουν σε θερμοκρασίες χαμηλότερες από αυτές του ψησίματος. Μετά την επάλειψη τα πλακίδια ψήνονται για δεύτερη φορά, για να ενσωματωθεί η αλοιφή με την κύρια μάζα.

Τα κεραμικά είδη, που κατασκευάζονται από λευκές ή ακόμα και χρωματισμένες αργίλους και στη συνέχεια καλύπτονται με ένα υάλωμα, καλούνται ***φαγιάντσες*** (και ***φαγεντιανά***). Πορσελάνες καλούνται τα είδη, που κατασκευάζονται από καθαρή άργιλο (καολίνη) και από υαλώματα λευκά ή χρωματιστά.

Το ψήσιμο στις πορσελάνες φθάνει ως το σημείο της μερικής εξυαλώσεως.

6.2.7 Σωλήνες.

α) Μορφές - Διαστάσεις - Είδη.

Από κοινές αργίλους ψημένες ως το σημείο μερικής εφυαλώσεως κατασκευάζονται σωλήνες (πηλοσωλήνες) για διάφορες χρήσεις και κυρίως για υπόγεια δίκτυα αποχετεύσεως, για δίκτυα αποστραγγίσεως, για μικρές καπνοδόχους ή αγωγούς διελεύσεως αερίων κ.α.

1) Οι ***πηλοσωλήνες αποχετεύσεως*** κατασκευάζονται σε μικρά μήκη (συνήθως 0,50 m) και σε διάφορες διαμέτρους (συνηθισμένες εσωτερικές διάμετροι: 8, 10, 12, 14, 16 cm).

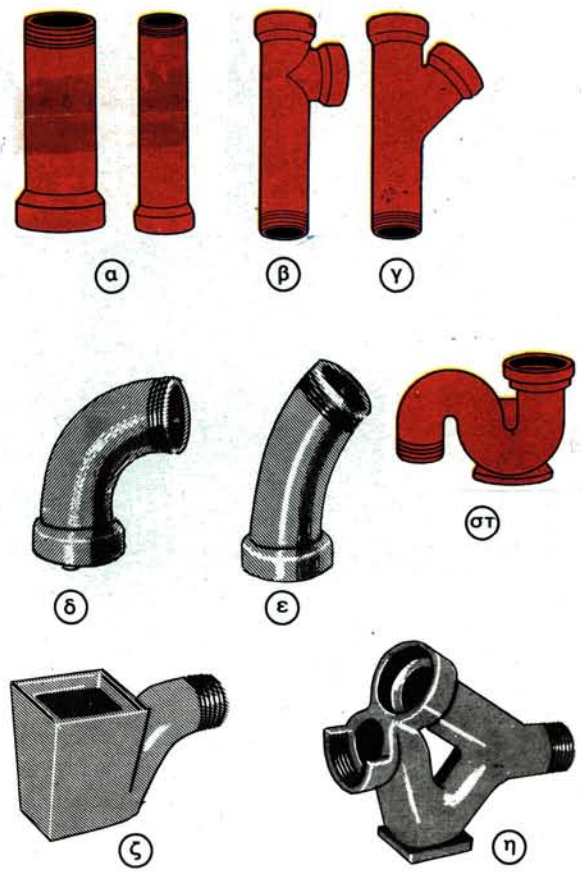
Επίσης κατασκευάζονται σε διάφορα σχήματα, ώστε να επιτυγχάνεται οποιαδήποτε διάταξη κατά την κατασκευή ενός δικτύου αποχετεύσεως. Έτσι υπάρχουν (σχ. 6.2λη) σωλήνες ευθύγραμμοι (α), καμπύλοι, τόξου 90° (δ) και τόξου 135° (ε), σχήματος Τ (β) και σχήματος V (γ).

Κατασκευάζονται επίσης κοινά σιφώνια, σιφώνια δαπέδων και μηχανοσίφωνες [σχ. 6.2λη (στ), (ζ) και (η)].

Το ένα άκρο του σωλήνα αποχετεύσεως έχει την ίδια διάμετρο με το σώμα του και πολλές φορές φέρει χαραγές για την πρόσφυση του κονιάματος και το άλλο διευρύνεται. Έτσι κατά τη σύνδεση δύο σωλήνων το στενό άκρο του ενός μπαίνει στο μεγάλο άκρο του άλλου και με τη βοήθεια τσιμεντοκονίας ή ασφαλτομαστίχας επιτυγχάνεται η πλήρης στεγανοποίηση της ενώσεως.

2) Οι ***πηλοσωλήνες αποστραγγίσεων*** κατασκευάζονται συνήθως με μήκος 31,4 cm και με διαμέτρους 4, 5, 6, 8, 10 και 16 cm.

Το σχήμα τους είναι κυλινδρικό, χωρίς τη διεύρυνση του ενός άκρου, που υπάρχει στους αποχετευτικούς σωλήνες. Αυτό συμβαίνει γιατί κατά την τοποθέτησή τους δεν έρχονται σε επαφή τα άκρα τους, αλλά απέχουν κατά 2 έως 3 cm, ώστε το εδαφικό νερό να βρίσκει



Σχ. 6.2λη.
Κεραμικά υλικά δικτύων αποχετεύσεων: α), β), γ), δ) και ε) Σωλήνες. στ) Σίφωνας. ζ) Σίφωνας καζανάκι. η) Μηχανοσίφωνας.

δίοδο, να εισέρχεται μέσα σ' αυτούς και να απομακρύνεται.

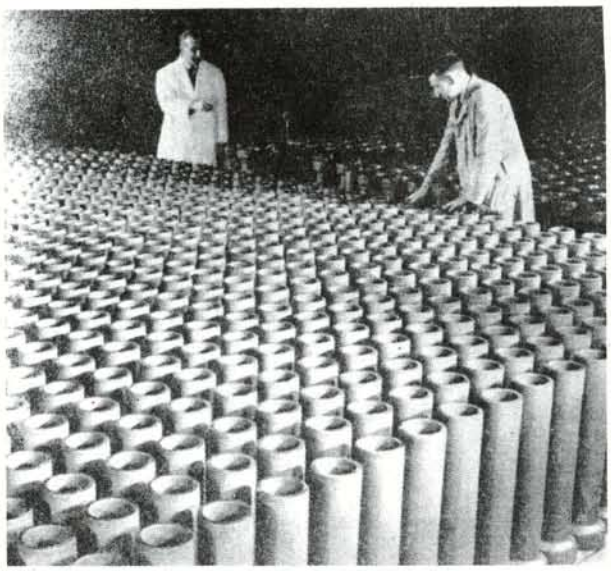
β) Κατασκευή.

Η ***πρώτη ύλη των σωλήνων αποχετεύσεως*** αποτελείται από μίγμα κοινών και πυριμάχων αργίλων. Η ανάμιξη πρέπει να είναι όσο το δυνατόν τελειότερη, ώστε να προκύψει ομοιογενές υλικό. Η μορφοποίηση γίνεται με πρέσσες ή μηχανές παρόμοιες με αυτές των τούβλων.

Το ψήσιμο γίνεται σε 1300°C. Στο σημείο αυτό αρχίζουν να λιώνουν τα οξείδια του πυριτίου και του αργιλίου.

Η μερική αυτή εξυάλωση είναι απαραίτητη, για να αποκτήσουν οι σωλήνες ικανή μηχανική αντοχή, ώστε να αντέχουν στα φορτία που εξασκούνται επάνω τους μετά την τοποθέτησή τους μέσα στο έδαφος και για να αποκτήσουν μεγάλη στεγανότητα (μικρό πορώδες).

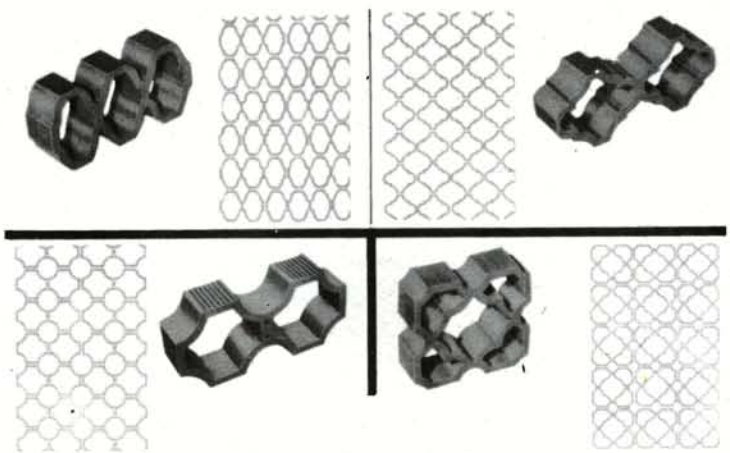
Η στεγανότητα επαυξάνεται, αν πριν από το ψήσιμο επιχρισθούν η εσωτερική και η εξωτερική επιφάνεια με κατάλληλες εύτηκτες ουσίες (αλοιφές). Η εφυάλωση των σωλήνων γίνεται και με άλλο τρόπο. Όταν η θερμοκρασία μέσα



Σχ. 6.2λθ.
Σωλήνες εφυαλωμένοι με αλάτι έτοιμοι προς χρήση.



Σχ. 6.2μ.
Μεγάλης διαμέτρου σωλήνας προοριζόμενος για κεντρικό αποχετευτικό δίκτυο.



Σχ. 6.2μα.
Διακοσμητικά κεραμικά στοιχεία.

στο καμίνι πλησιάζει το σημείο τήξεως των πυριτικών και αργιλικών οξειδίων, τότε ρίχνεται μια ποσότητα κοινού μαγειρικού άλατος (χλωριούχο νάτριο). Το αλάτι αυτό διασπάται και το ελεύθερο νάτριο ενώνεται με την τηκόμενη πυριτία. Σχηματίζεται έτσι μια υαλώδης μεμβράνη στις επιφάνειες των σωλήνων (σχ. 6.2λθ). Η ποσότητα του αλατιού εξαρτάται από το πάχος, που θέλομε να έχει η μεμβράνη αυτή.

Ο έλεγχος της αντοχής των πηλοσωλήνων αποχετεύσεως σε θλίψη και της στεγανότητάς τους πρέπει να γίνεται στο εργαστήριο.

Η ***πρώτη ύλη των σωλήνων αποστραγγίσεως*** είναι η ίδια με αυτήν που χρησιμοποιείται στους πηλοσωλήνες αποχετεύσεως (σχ. 6.2μ), αλλά το ψήσιμο δεν φθάνει στο σημείο εξυαλώσεως, γιατί πρέπει οι σωλήνες αυτοί να είναι πορώδεις. Αντίθετα η μηχανική αντοχή τους πρέπει να είναι εξ ίσου μεγάλη.

Ο έλεγχος της αντοχής τους σε θλίψη πρέπει να γίνεται στο εργαστήριο.

6.2.8 Διακοσμητικά στοιχεία.

Κατασκευάζονται διάφορα είδη διακοσμήσεως και διαμορφώσεως διαχωρισμάτων από ψημένη εφυαλωμένη άργιλο (σχ 6.2μα). Η πρώτη ύλη είναι κοινός πηλός και η όλη διαδικασία της κατασκευής τους είναι η ίδια που εφαρμόζεται για τα άλλα κεραμικά είδη.

6.2.9 Υδραυλικοί υποδοχείς.

Γενικά ονομάζονται υδραυλικοί υποδοχείς (είδη υγιεινής) τα αντικείμενα, που χρησιμοποιούνται για να δέχονται το νερό, τα ακάθαρτα υγρά και τις άχρηστες οικιακές ή βιομηχανικές ουσίες, που μπορούν να παρασυρθούν από το νερό. Τα απόβλητα αυτά διοχετεύονται με τους υποδοχείς στο δίκτυο αποχετεύσεως.

Οι πιο συνηθισμένοι υδραυλικοί υποδοχείς είναι:

– Οι λεκάνες αποχωρητηρίου ευρωπαϊκού τύπου (σχ. 6.2μβ).

– Οι νιπτήρες διαφόρων τύπων και διαστάσεων (σχ 6.2μβ).

– Οι λεκάνες πλύσεως (μπιντέ) (σχ. 6.2μβ).

– Οι λεκάνες αποχωρητηρίου τουρκικού τύπου (σχ. 6.2μγ).

– Οι λεκάνες καταιονητήρων (ντους) (σχ. 6.2μγ).

– Τα ατομικά ουρητήρια τοίχου και τα ουρητήρια ορθίων (σχ.6.2μδ).

– Οι λουτήρες (μπανιέρες).



Σχ. 6.2μβ.
Υδραυλικοί υποδοχείς λουτρού. Λεκάνη με καζανάκι χαμηλής πιέσεως, ποδολεκάνη, νιπτήρας με κολώνα.

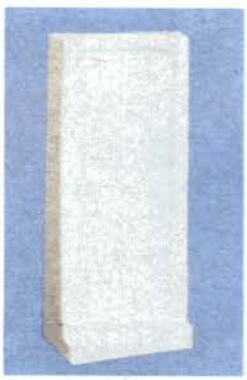


Λεκάνη δαπέδου τούρκικου τύπου, 60 x 50 εκ.



Ντουσιέρα 70 x 70 εκ.

Σχ. 6.2μγ.
Υδραυλικοί υποδοχείς λουτρού. Λεκάνη αποχωρητηρίου τουρκικού τύπου και λεκάνη καταιονητήρα (ντουσιέρα).

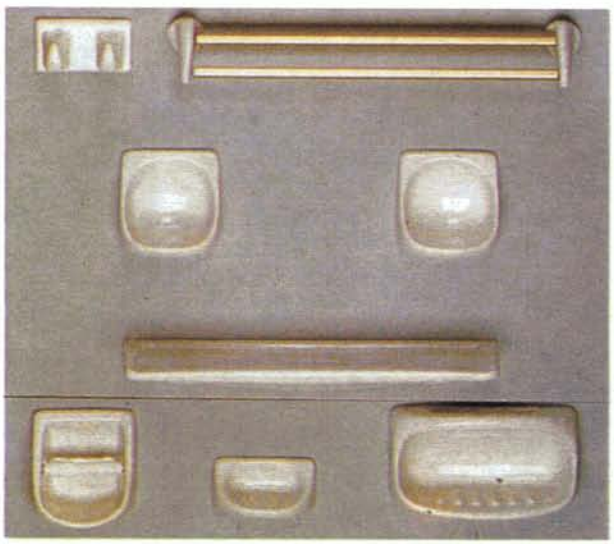


Ουρητήριο όρθιο



Ουρητήριο τοίχου

Σχ. 6.2μδ.
Ουρητήρια ορθίων και τοίχου.



Σχ. 6.2με.
Διάφορα εξαρτήματα λουτρού.

– Οι λεκάνες πλύσεως πιάτων, ποτηριών κλπ. (νεροχύτες).

– Τα διάφορα εξαρτήματα των υδραυλικών υποδοχέων, δηλαδή σαπουνοθήκες, σπογγοθήκες, άγκιστρα κλπ. (σχ. 6.2με).

Από τα παραπάνω είδη, οι νιπτήρες, οι λεκάνες αποχωρητηρίων και καταιονητήρων και τα διαφόρων τύπων ουρητήρια κατασκευάζονται από ψημένη άργιλο, ενώ οι λουτήρες και οι νεροχύτες κατασκευάζονται από άλλα υλικά (ανοξείδωτος χάλυβας, μάρμαρο κλπ.) και σπάνια από άργιλο.

Ως πρώτη ύλη χρησιμοποιείται η καθαρή λευκή άργιλος και ο καολίνης. Η μορφοποίηση γίνεται με τη βοήθεια ειδικών καλουπιών και το ψήσιμο συνεχίζεται ώσπου να εξυαλωθούν τα συστατικά της αργίλου.

Μετά το ψήσιμο εφυαλώνονται τα αντικείμενα και ψήνονται ξανά, ώστε να αποκτήσουν τα είδη λεία, σκληρή και στεγανή επιφάνεια.

Παλαιότερα κατασκευάζονταν οι λεκάνες των αποχωρητηρίων και οι νιπτήρες από κοινή κόκκινη άργιλο με εφυάλωση της επιφάνειάς τους, ακριβώς όπως κατασκευάζονται οι πηλοσωλήνες. Σήμερα κατασκευάζονται συνήθως φαγεντιανοί.

6.3 Τεχνητά υλικά από ασβεστοκονίαμα.

Ο σβησμένος ασβέστης χρησιμοποιείται μαζί με την άμμο, για την κατασκευή τούβλων, που μοιάζουν με τα συμπαγή τούβλα. Τα τούβλα αυτά καλούνται ***ασβεστοπυριτικά.***

Έχουν ομαλή επιφάνεια, κανονικό σχήμα και αρκετά καλή αντοχή στη θλίψη. Υστερούν όμως από τα τούβλα από πηλό ως προς την αντοχή στους ατμοσφαιρικούς παράγοντες, στη δράση του παγετού και στη φωτιά.

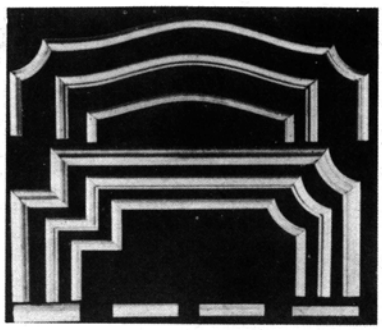
Η χρήση τους στην Ελλάδα είναι πολύ περιορισμένη.

Η πρώτη ύλη είναι μίγμα σβησμένου ασβέστη με μορφή σκόνης και χαλαζιακής άμμου.

Η αναλογία των δύο αυτών υλικών είναι 1 μέρος ασβέστη προς 10 έως 15 μέρη άμμου, δηλαδή παρασκευάζεται ένα πολύ ισχνό ασβεστοκονίαμα.

6.4 Τεχνητά υλικά από γυψοκονίαμα.

Από πλαστικό γύψο κατασκευάζονται διάφορα διακοσμητικά στοιχεία μόνο για εσωτερική χρήση. Τέτοια στοιχεία είναι γύψινα περιθώρια, που τοποθετούνται στους τοίχους και στις οροφές, ροζέτες, που τοποθετούνται στο κέντρο των οροφών και άλλα παρεμφερή υλικά (σχ. 6.4α). Τα στοιχεία αυτά είναι ευπαθή στην υγρασία και γι' αυτό καταστρέφονται ταχύτατα, εάν τοποθετηθούν σε εξωτερικές θέσεις.



Σχ. 6.4α.
Γύψινα διακοσμητικά στοιχεία.

Για την κατασκευή τους χρησιμοποιείται πολτός πλαστικού γύψου, με τον οποίο αναμιγνύονται τρίχες ή πριονίσματα ξύλου ή άλλα ινώδη υλικά, για την αύξηση της συνοχής τους.

Ο πολτός που παρασκευάζεται χύνεται σε κατάλληλα καλούπια, όπου παίρνει το επιθυμητό σχήμα. Μετά την αφαίρεση των καλουπιών, τα γύψινα στοιχεία υφίστανται επιφανειακή επεξεργασία με πολτό καθαρού γύψου, για να εξομαλυνθούν οι ανωμαλίες που δημιουργήθηκαν.

Η τοποθέτησή τους στους τοίχους ή στις οροφές γίνεται με κάρφωμα. Τα καρφιά όμως πρέπει να είναι επιψευδαργυρωμένα και όχι σιδερένια. Τα σιδερένια καρφιά, όταν έλθουν σε επαφή με το γύψο, οξειδώνονται (σκουριάζουν) και λόγω της οξειδώσεως εμφανίζονται κηλίδες στην επιφάνεια του διακοσμητικού στοιχείου και χαλαρώνεται το κάρφωμα.

Στα τεχνικά υλικά από γύψο ανήκουν επίσης οι γυψοσανίδες οι οποίες είναι υλικά που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη έκταση στην ξηρά δόμηση. Έχουν πλάτος 1,20 m και μήκος 2-5 m. Διατίθενται στο εμπόριο γυψοσανίδες που προστατεύονται από τη μία ή και τις δύο πλευρές με ειδικό χαρτί. Χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ψευδοροφών, σε εσωτερικές επενδύσεις τοίχων και για εσωτερικά ελαφρά χωρίσματα. Τα χωρίσματα αυτά κατασκευάζονται επί τόπου με δύο συνήθως γυψοσανίδες που στερεώνονται σε μεταλλικό ή ξύλινο σκελετό. Μεταξύ των δύο φύλλων τοποθετείται ένα μονωτικό υλικό (σχ. 6.4β και 6.4γ). Κατασκευάζονται από πλαστικό γύψο, όπως ακριβώς και τα διακοσμητικά στοιχεία.

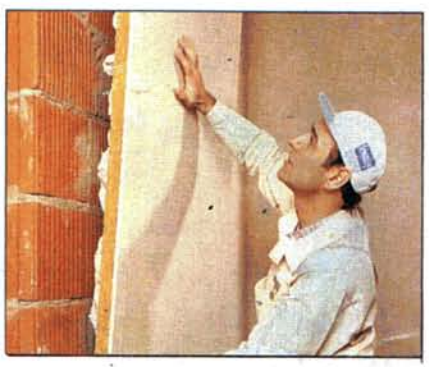
Παρουσιάζουν εξαιρετικά μεγάλη αντοχή στη φωτιά, είναι δυσθερμαγωγές και ηχομονωτικές και πριονίζονται και καρφώνονται εύκολα. Κατά την τοποθέτησή τους τα χρησιμοποιούμενα καρφιά πρέπει απαραίτητα να είναι επιψευδαργυρωμένα.



α



β

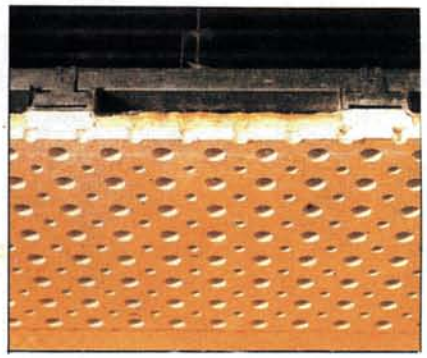


γ

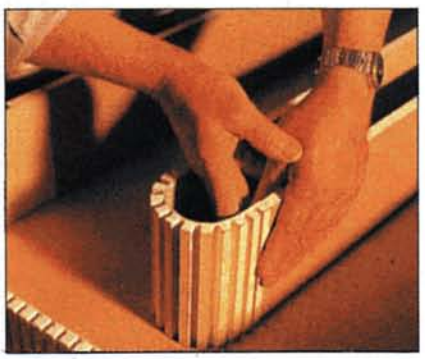


δ

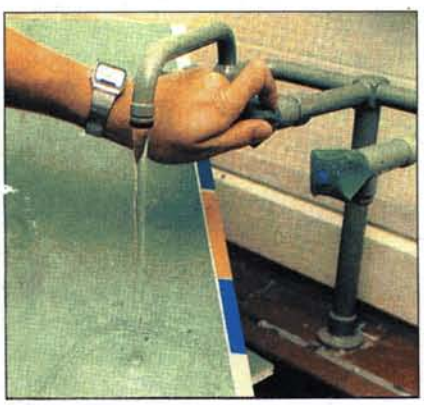
Σχ. 6.4α.
Διάφορα είδη γυψοσανίδων. α) Ψευδοροφή. β) Επενδύσεως τοίχων επί σκελετού. γ) Επενδεδυμένης με μονωτικό υλικό. δ) Δομική γυψοσανίδα.



α



β



γ



δ

Σχ. 6.4γ.
Ειδικοί τύποι γυψοσανίδας. α) Διάτρητη ηχομονωτική. β) Με εγκοπές για την κάλυψη κυλινδρικών επιφανειών. γ) Με ειδική κάλυψη για προστασία έναντι υγρασίας. δ) Ανθεκτική στην πυρά.

6.5 Τεχνητά υλικά από τσιμεντοκονίαμα.

Με συγκολλητική ύλη το τσιμέντο κατασκευάζονται πλήθος υλικά χρήσιμα στις δομικές εργασίες.

Τα υλικά αυτά διακρίνονται σε τρεις βασικές κατηγορίες:

– Τεχνητοί λίθοι και πλάκες.
– Σωλήνες.
– Διάφορα.

Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν τα υλικά, που χρησιμοποιούνται, όπου πρώτα χρησιμοποιούνταν φυσικοί λίθοι (λίθοι τοιχοποιίας, πλάκες επιστρώσεως δαπέδων, ταρατσών, στεγών κλπ.) καθώς και τα προκατασκευασμένα φέροντα στοιχεία του σκελετού ενός έργου, όπως είναι π.χ. οι δοκοί, οι πλάκες των δαπέδων κ.α.

Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν τα διάφορα είδη σωλήνων, ενώ στην τρίτη περιλαμβάνονται υλικά ποικίλων μορφών, διαστάσεων και χρήσεων, που δεν μπορούν να υπαχθούν στις προηγούμενες κατηγορίες.

6.5.1 Τεχητοί λίθοι και πλάκες.

Κατασκευάζονται τα εξής είδη:

1) ***Τσιμεντόλιθοι.*** Οι λίθοι αυτοί έχουν πρισματικό σχήμα με διαστάσεις 20x25x50 cm (σχ. 6.5α).

Για την παρασκευή της πρώτης ύλης χρησιμοποιούνται τσιμέντο, άμμος και ψηφίδες (γαρμπίλι) ασβεστολίθου σε αναλογία 1 μέρος τσιμέντου πρός 10 έως 12 μέρη άμμου και ψηφίδων. Το υλικό αυτό υγραίνεται ελαφρά με μικρή ποσότητα νερού, όση χρειάζεται για την πήξη της κονίας (του τσιμέντου), και μετά τοποθετείται σε σιδερένια καλούπια, όπου υφίσταται ισχυρό κοπάνισμα.

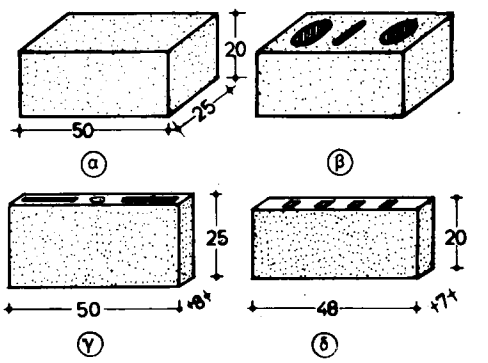
Στις απλές εγκαταστάσεις το κοπάνισμα γίνεται με τα χέρια και στις μεγαλύτερες με ειδικούς κοπάνους.

Μετά το τέλος της πήξεως του τσιμέντου, αφαιρούνται τα καλούπια και οι τσιμεντόλιθοι μεταφέρονται σε στεγασμένους χώρους όπου καταβρέχονται τακτικά, για να αποκτήσουν τη μέγιστη δυνατή αντοχή.

Η χρησιμοποίησή τους γίνεται τουλάχιστο ένα μήνα μετά την κατασκευή τους.

Επειδή οι τσιμεντόλιθοι έχουν σημαντικό βάρος και κατά συνέπεια είναι δύσχρηστοι κατά το κτίσιμό τους κατασκευάζονται πολλές φορές με κενά σε τέτοιες θέσεις, ώστε να μην επηρεάζεται σημαντικά η αντοχή τους. Τα κενά αυτά δημιουργούνται με κατάλληλους πυρήνες που τοποθετούνται μέσα στα καλούπια [σχ. 6.5α (β), (γ), (δ)].

Οι λίθοι αυτοί σε σύγκριση με τα τούβλα παρουσιάζουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, που συνοψίζονται πιο κάτω :



Σχ. 6.5α.
Διάφοροι τύποι τσιμεντολίθων: α) Συμπαγής. β) Διάτρητος. γ) και δ) Δρομικοί. Την ίδια μορφή έχουν οι κισσηρόπλινθοι και οι κισσηρόλιθοι.

– Είναι φθηνότεροι, ανά m^2 τοίχου γιατί κατασκευάζονται ευκολότερα και δεν απαιτούν ειδική εμπειρία ή σοβαρές μηχανικές εγκαταστάσεις, όπως συμβαίνει με τα τούβλα.
– Παρουσιάζουν μεγαλύτερη μηχανική αντοχή.
– Έχουν κανονικότερες διαστάσεις.
– Είναι στεγανότεροι.
– Έχουν μεγαλύτερο βάρος και επομένως δεν συνιστάται η χρησιμοποίησή τους σε εσωτερικούς τοίχους ή σε τοίχους κτηρίων με σκελετό από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Χρησιμοποιούνται συνήθως για την κατασκευή εξωτερικών φερόντων τοίχων και σε δευτερεύουσες κατασκευές.

2) ***Τσιμεντόπλινθοι. Κισσηρόπλινθοι.*** Από το τσιμέντο και χοντρόκκοκη άμμο κατασκευάζονται τσιμεντόπλινθοι σε διαστάσεις παρόμοιες με αυτές των τούβλων. Για την παρασκευή τους ακολουθείται η ίδια μέθοδος, που εφαρμόζεται για τους τσιμεντόλιθους.

Τα υλικά αυτά ελάχιστα χρησιμοποιούνται, λόγω του μεγάλου βάρους τους. Για να μειωθεί αυτό το μειονέκτημα κατασκευάζονται πλίνθοι με ελαφρά αδρανή υλικά, όπως είναι η ελαφρόπετρα.

Οι πλίνθοι με ελαφρόπετρα (κισσηρόπλινθοι ή κισσηρόλιθοι) κατασκευάζονται σε διάφορα μεγέθη συμπαγείς ή με κενά (σχ. 6.5α). Είναι πολύ ελαφροί, παρουσιάζουν άριστη ηχητική και θερμική μόνωση, αλλά η μηχανική αντοχή τους είναι πολύ μικρή.

Χρησιμοποιούνται σε περιορισμένη κλίμακα για το κτίσιμο εσωτερικών διαχωριστικών τοίχων.

3) ***Ογκόλιθοι.*** Κατασκευάζονται από σκυρόδεμα με αναλογία 200 έως 250 kg τσιμέντου ανά m^3 σκυροδέματος, με άμμο και σκύρα σε αναλογία 2:3 ή 3:5 και με προσθήκη θηραϊκής γης.

Είναι μεγάλοι λίθοι που χρησιμοποιούνται σε λιμενικά έργα (κρηπιδώματα, προβλήτες



Σχ. 6.5δ.
Εργοτάξιο κατασκευής ογκολίθων, που προορίζονται για την κατασκευή κρηπιδώματος λιμανιού που πρόκειται να κατασκευαστεί στην περιοχή του εργοταξίου.



Σχ. 6.5γ.
Τμήμα του εργοταξίου όπου διακρίνονται οι ξυλότυποι κατασκευής των ογκολίθων και οι έτοιμοι ογκόλιθοι.

κλπ.). Κατασκευάζονται είτε συμπαγείς είτε με κενά. Το σχήμα τους είναι συνήθως πρισματικό ή άλλο ανάλογο προς τις ανάγκες του έργου, για το οποίο προορίζονται (σχ. 6.5β, 6.5γ και 6.5δ).

Ο όγκος τους ποικίλλει. Συνήθως υπερβαίνει τα 10 m^3, το δε βάρος τους 15 t.

Οι ογκόλιθοι κατασκευάζονται με την ίδια μέθοδο που κατασκευάζονται τα σκυροδέματα. Σε κατάλληλες θέσεις έχουν άγκιστρα ή επιμήκεις υποδοχές, για να είναι δυνατή η ανάρτησή τους και η μεταφορά και τοποθέτησή τους από τους πλωτούς γερανούς στις προβλεπόμενες θέσεις μέσα στη θάλασσα (σχ. 6.5δ).

Παλαιότερα οι ογκόλιθοι αυτοί κτίζονταν με αργούς λίθους (ασβεστόλιθους) και με ασβεστοθηροκονίαμα.

4) ***Πλάκες και πλακίδια***. Από λεπτό σκυρόδεμα (τσιμέντο, άμμος και ψηφίδες) κατασκευάζονται πλάκες επιστρώσεως δωμάτων (ταρατσών), πλάκες πεζοδρομίων και πλατειών και πλακίδια επιστρώσεως εσωτερικών και εξωτερικών χώρων (σχ. 6.5ε).

Οι διαστάσεις, τα πάχη, ο τρόπος κατασκευής και οι απαιτούμενοι έλεγχοι για τις πλάκες πεζοδρομίων και πλατειών καθορίζονται από την Πρότυπο Προδιαγραφή "Πλάκες πεζοδρομίων εκ σκυροδέματος", η οποία είναι υποχρεωτική για τους κατασκευαστές.

Οι διαστάσεις τους αναφέρονται στον πίνακα 6.5.1.

Τα χρησιμοποιούμενα για τα πλακίδια και τις πλάκες υλικά είναι:

– Τσιμέντα πόρτλαντ κοινά ή υψηλής αντοχής ή λευκά τσιμέντα.

– Αδρανή, που προέρχονται από σκληρά πετρώματα, όπως είναι τα πυριτικά, η σμύριδα, ο γρανίτης κ.α. εφ' όσον πρόκειται για πλάκες που προορίζονται για πεζοδρόμια μεγάλης



Σχ. 6.5δ.
Ειδικής μορφής ογκόλιθος, που μεταφέρεται με πλωτό γερανό στη θέση που θα βυθισθεί.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.5.1

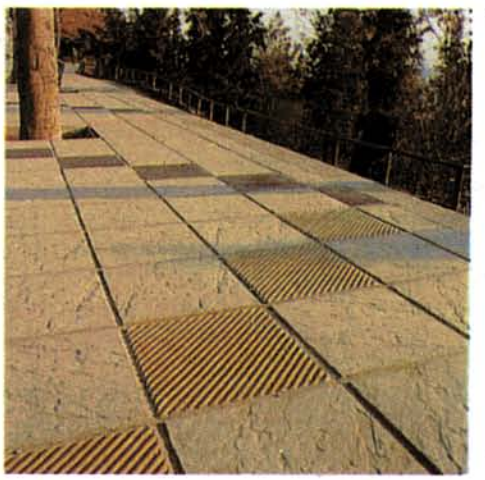
Τύποι και διαστάσεις πλακών από σκυρόδεμα

Μέγεθος υπ' αριθ.	Διαστάσεις επιφάνειας σε cm	Πάχη σε (cm)	
		α	β
1	50×50	5	6
2	25×50	5	6
3	12,5×50	5	6
4	40×40	5	5
5	20×40	5	5
6	10×40	5	5

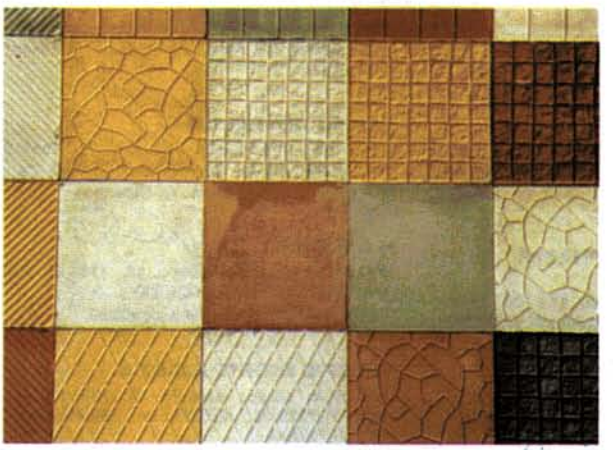
κυκλοφορίας ή για δάπεδα εργοστασίων. Για πλάκες που προορίζονται για ελαφρότερη κυκλοφορία τα αδρανή προέρχονται από σκληρά ασβεστολιθικά πετρώματα.

– Χρώματα τσιμέντου, τα οποία προστίθενται μέσα στη μάζα του σκυροδέματος.

Οι προκατασκευασμένες πλάκες πεζοδρομίων ελέγχονται για την αντίστασή τους στη φθορά, την αντοχή τους σε κάμψη και την υδροαπορροφητικότητά τους. Οι ελάχιστες απαιτούμενες τιμές των ανωτέρω ιδιοτήτων



Σχ. 6.5ε.
Διάφοροι τύποι πλακών από σκυρόδεμα πεζοδρομίων, ταρατσών κλπ. διαστάσεων 50 x 50 x 5 ή 50 x 30 x 5 ή 50 x 25 x 5 για τη διάστρωση εξωτερικών χώρων.



Σχ. 6.5στ.
Διάφοροι τύποι πλακιδίων σκυροδέματος εσωτερικών χώρων.

καθορίζονται από την "Πρότυπο Προδιαγραφή" που αναφέραμε.

Τα από τσιμέντο πλακίδια έχουν διαστάσεις 20 x 20 cm ή 15 x 15 cm και πάχος 18 mm (σχ. 6.5στ). Χρησιμοποιούνται για την επίστρωση δαπέδων κατοικιών, εργοστασίων κλπ.

Κατασκευάζονται σε δύο στρώσεις μέσα σε σιδερένια καλούπια. Η πρώτη στρώση αποτελείται από τσιμέντο και χοντροκοκκώδη άμμο και έχει πάχος 1 cm. Η δεύτερη που βρίσκεται προς το μέρος της ορατής επιφάνειας, έχει πάχος 0,8 cm και αποτελείται από τσιμέντο και μαρμαρόσκονη. Στο μίγμα της στρώσεως αυτής προστίθενται διάφορα χρώματα (χρώματα πλακοποιίας), οπότε προκύπτουν τα χρωματιστά πλακίδια. Εάν προστεθούν λευκές και έγχρωμες μαρμαροψηφίδες δημιουργούνται τα

μωσαϊκά πλακίδια και οι μωσαϊκές πλάκες επιστρώσεως (σχ. 6.5ζ και σχ. 6.5η).

Το τσιμέντο της δεύτερης στρώσεως μπορεί να είναι κοινό τσιμέντο (μαύρο) ή λευκό. Στη δεύτερη περίπτωση η ορατή επιφάνεια του πλακιδίου παρέχει ωραιότερη όψη.

Μετά τη συμπλήρωση της δεύτερης στρώσεως εφαρμόζεται ισχυρή πίεση από πρέσσα. Στη συνέχεια τοποθετούνται σε θαλάμους, όπου καταβρέχονται τακτικά για διάστημα 2 περίπου μηνών. Τέλος λειαίνεται και στιλβώνεται η ορατή επιφάνεια με τα συνήθη λειαντικά μέσα, που χρησιμοποιούνται και στα μάρμαρα.

5) ***Ανάγλυφες πλάκες διαχωρισμάτων και επενδύσεων***. Κατασκευάζονται από σκυρόδεμα και με κατάλληλη επεξεργασία και με τη βοήθεια χημικών ουσιών κατορθώνεται η αποκάλυψη των χονδρών αδρανών της μιας όψεως και έτσι δημιουργείται ανάγλυφη η ορατή επιφάνεια. Κατασκευάζονται σε ποικίλα μεγέθη (σχ. 6.5θ) και χρησιμοποιούνται για διαχωριστικούς τοίχους, για επενδύσεις τοίχων και για μονωτικούς σκοπούς.

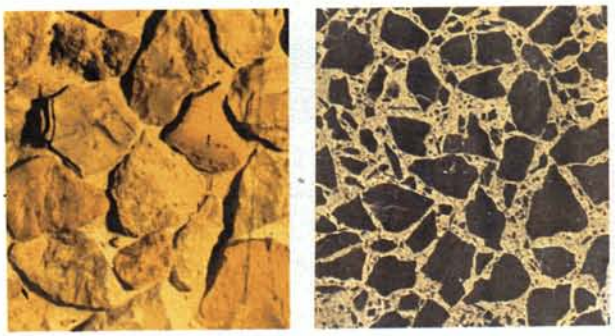
6) ***Υλικά επιστρώσεων***. Με τη μέθοδο και τα υλικά που χρησιμοποιούνται στα πλακίδια και με προσθήκη κόκκων χαλαζία κατασκευάζονται είδη και για άλλες χρήσεις. Τέτοια είδη είναι πεζούλια στηθέων και μαρκιζών, βαθμίδες κλιμάκων, περιθώρια (σοβατεπιά). Επίσης κατασκευάζονται με τον ίδιο τρόπο κυβόλιθοι διαφόρων σχημάτων και χρωμάτων (σχ. 6.5ι) που χρησιμοποιούνται για την επίστρωση εξωτερικών χώρων (σχ. 6.5ια).

7) ***Τεχνητά μάρμαρα***. Από μίγμα μαγνησιακού τσιμέντου, χαλαζιακού αλεύρου ή άχνης μαρμάρου και διαφόρων χρωστικών ουσιών κατασκευάζονται πλάκες διαφόρων μεγεθών. Η επιφάνειά τους μπορεί να στιλβωθεί και παρουσιάζει όψη χρωματιστών μαρμάρων, με γραμμές (νερά) και ποικίλα άλλα σχέδια.

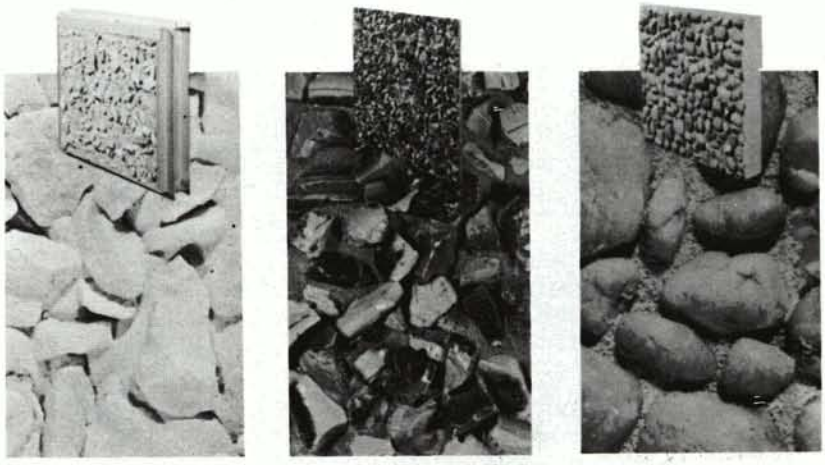
Η επιφανειακή τους σκληρότητα είναι μεγαλύτερη από αυτή των φυσικών μαρμάρων. Παρουσιάζουν όψη εξ ίσου ωραία, και η τιμή τους είναι μικρότερη. Η μέθοδος κατασκευής τους καθώς και οι αναλογίες του μίγματος αποτελούν ευρεσιτεχνία διαφόρων εργοστα-



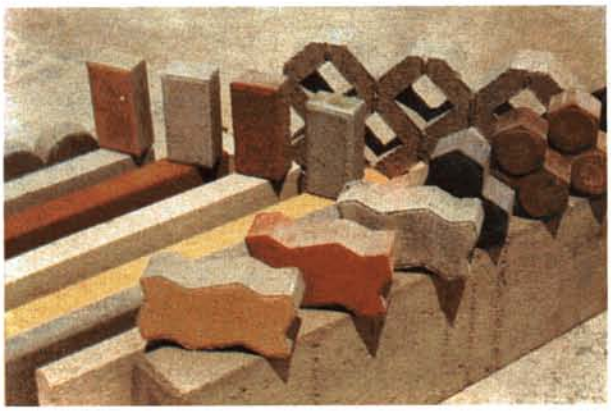
Σχ. 6.5ζ.
Διάφορα σχήματα σε πλάκες εξωτερικού χώρου. Η κάτω δεξιά πλάκα παρουσιάζει επιφάνεια με ανάγλυφα φυσικά βότσαλα.



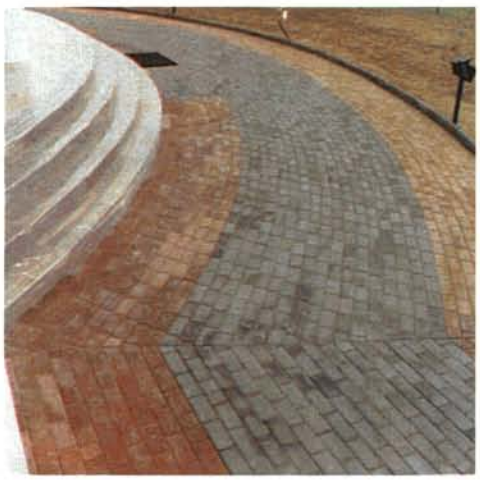
Σχ. 6.5η.
Μωσαϊκές πλάκες λείες (δεξιά) και ανάγλυφες (αριστερά).



Σχ. 6.5θ.
Μωσαϊκές πλάκες. Από αριστερά: Πλάκα διαχωριστικού τοίχου με χονδρά αδρανή από λευκό μάρμαρο. Πλάκα επενδύσεως τοίχων με αδρανή από χρωματιστό μάρμαρο. Πλάκα με αδρανή από φυσικές κροκάλες.



Σχ. 6.5ι.
Κυβόλιθοι διαφόρων σχημάτων και χρωμάτων και άλλα ειδικά στοιχεία επιστρώσεων και διακοσμήσεων από τσιμεντοκονία.



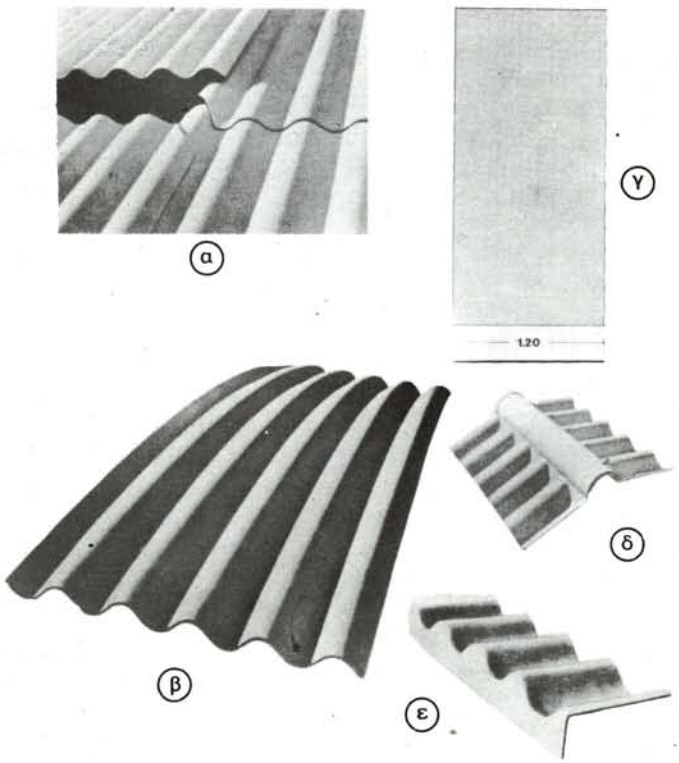
Σχ. 6.5ια.
Εξωτερικός χώρος στρωμένος με πρισματικούς κυβόλιθους.

σίων. Χρησιμοποιούνται για την επίστρωση δαπέδων ή επένδυση τοίχων.

Επίσης κατασκευάζονται πλάκες από κομμάτια φυσικού μαρμάρου, που συγκολλούνται μεταξύ τους με μια ισχυρή συνθετική κόλλα. Στο εμπόριο οι πλάκες αυτές φέρονται με το όνομα ***μαρμαρίνες.***

Τέλος ένας άλλος τρόπος κατασκευής τεχνητών μαρμάρων είναι η δημιουργία μεγάλων όγκων με διαστάσεις 1,20 x 1,20 x 4,00 m από μίγμα τεμαχίων χρωματιστών μαρμάρων διαφόρων μεγεθών (από άμμο μέχρι λίθους, πάνω από 25 cm) και τσιμέντου ή συνθετικής κονίας. Οι όγκοι αυτοί μετά τη σκλήρυνσή τους κόβονται σε μηχανήματα όπως οι όγκοι των φυσικών μαρμάρων.

8) ***Φύλλα από αμιαντοτσιμέντο***. Με ισχυρή πίεση σε μίγμα τσιμεντοκονιάματος από κοινό τσιμέντο Portland, άχνης μαρμάρου και ινών αμιάντου κατασκευάζονται λεπτά



Σχ. 6.5ιβ.
Φύλλα διαφόρων μορφών από αμιαντοτσιμέντο: α) Επίπεδο αυλακωτό φύλλο. β) Κυρτό αυλακωτό φύλλο. γ) Επίπεδο λείο φύλλο. δ) Καλύπτρα κορυφής. ε) Γείσωμα.

φύλλα σε διάφορες διαστάσεις και πάχη. Χρησιμοποιούνται κατά κανόνα για την κάλυψη στεγών και την επένδυση τοίχων.

Στο εμπόριο προσφέρονται με διάφορες ονομασίες, από τις οποίες οι πιο γνωστές είναι "ετερνίτ" και "ελλενίτ".

Τα φύλλα αυτά είναι επίπεδα ή αυλακωτά (σχ.6.5ιβ) και έχουν ορισμένες ιδιότητες, που τα κάνουν πρώτης τάξεως υλικά για ορισμένες χρήσεις.

Συγκεκριμένα:

– Παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή στην πίεση.

– Έχουν μικρό πάχος και μικρό βάρος σε σύγκριση με παρόμοια προϊόντα από άλλες πρώτες ύλες.

– Έχουν μεγάλη ελαστικότητα και γι' αυτό μπορούν να καμφθούν, μέσα σε όρια πάντοτε, χωρίς να σπάσουν ή να υποστούν ρωγμές.

– Είναι απολύτως στεγανά και αντέχουν στις καιρικές επιδράσεις.

– Είναι δυσθερμαγωγά και δεν καίγονται εύκολα.

– Είναι κακοί αγωγοί του ηλεκτρισμού, και τέλος

– αντέχουν στις επιδράσεις διαφόρων οξέων (οξύμαχα).

Τα φύλλα αυτά χρησιμοποιούνται για τη

στέγαση εργοστασίων, αποθηκών, υποστέγων αεροδρομίων και γενικά αντί για κεραμίδια ή φύλλα από λαμαρίνα ή από αλουμίνιο. Επίσης χρησιμοποιούνται για την κατασκευή κατακορύφων εσωτερικών ή εξωτερικών διαχωρισμάτων ή για επενδύσεις τοίχων για την προστασία τους από τη φωτιά.

Όπως θα δούμε πιο κάτω από το ίδιο υλικό του αμιαντοτσιμέντου, κατασκευάζονται και άλλα υλικά π.χ. σωλήνες αποχετεύσεων, σωλήνες υδρεύσεως κλπ.

9) ***Πλάκες ινοτσιμέντου***. Με ίνες κυτταρίνης και τσιμέντο πόρτλαντ κατασκευάζονται επίπεδες και αυλακωτές πλάκες (σχ. 6.5ιγ και 6.5ιδ) και σωλήνες υδρεύσεως, αρδεύσεως και αποχετεύσεως (σχ. 6.5ιε). Οι αυλακωτές χρησιμοποιούνται για στέγαση απλών κατασκευών και έχουν πάχος 6 mm. Οι επίπεδες μπορεί να χρησιμοποιηθούν σε εξωτερικά ή εσωτερικά τοιχώματα, επενδύσεις τοίχων, διπλές σε μορφή σάντουιτς, ψευδοροφές κλπ.

Οι πλάκες αυτές είναι άκαυστες, αδιάβροχες, παρουσιάζουν μεγάλη μηχανική αντοχή, ανθεκτικότητα σε χημικές επιδράσεις και είναι σχετικά ελαφρές. Καρφώνονται και κόβονται εύκολα με εργαλεία ξυλουργού.

Παράγονται υπερσυμπιεσμένες πλάκες με επικάλυψη της μιας επιφάνειάς τους με ανόργανο σμάλτο ή με διάφορους χρωματισμούς.

Τα πάχη τους κυμαίνονται μεταξύ 6 και 12 mm ή σε άλλα πάχη κατά παραγγελία. Τα μήκη τους είναι 1,25 m έως 3,00 m και το πλάτος τους κατά κανόνα 1,2 m.

10) ***Προκατασκευασμένα στοιχεία***. Το κόστος και ο χρόνος αποπερατώσεως στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα, καθώς και η ποιότητά τους, επηρεάζονται σε σημαντικό βαθμό από το γεγονός ότι το σκυρόδεμα διαστρώνεται μέσα σε ξυλότυπους που κατασκευάζονται στο εργοτάξιο στη θέση, που αναγείρεται το έργο, και ότι πρέπει κατά μέσο όρο να περάσουν 15 ημέρες για να αφαιρεθεί ο ξυλότυπος.

Σε ένα πολυώροφο π.χ. κτήριο πρέπει να κατασκευασθεί ο ξυλότυπος των στύλων, δοκών και πλακών του πρώτου ορόφου, να γίνει η διάστρωση του σκυροδέματος, να παραμείνει ο ξυλότυπος ως την τέλεια πήξη του σκυροδέματος για ένα χρονικό διαστημα που κυμαίνεται από 8 έως 15 ημέρες και κατόπιν να συνεχισθεί η κατασκευή του δεύτερου, του τρίτου κ.ο.κ. ορόφων, ώσπου να αποπερατωθεί ο σκελετός. Με αυτόν τον τρόπο η απαιτούμενη ποσότητα ξυλείας και επομένως η ακινητοποίηση κεφαλαίων, η φθορά της και η μεταφορά του νωπού σκυροδέματος σε μεγάλα ύψη (προκειμένου για τους τελευταίους ορόφους) αυξάνουν τα έξοδα κατασκευής. Συγχρόνως η ανάγκη να αποπερατωθεί ο σκελετός των υποκειμένων ορόφων, για να συνεχισθεί η



Σχ. 6.5ιγ.
Αυλακωτές πλάκες ινοτσιμέντου κατάλληλες για την κάλυψη στεγών αποθηκών κλπ.



Σχ. 6.5ιδ.
Οι επίπεδες πλάκες ινοτσιμέντου υφίστανται εύκολα διάφορες κατεργασίες με εργαλεία ξυλουργού.



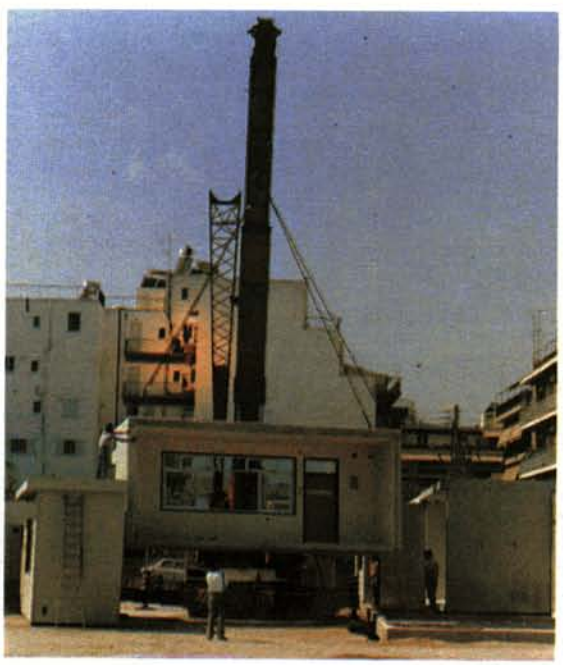
Σχ. 6.5ιε.
Σωλήνες από ινοτσιμέντο για ύδρευση, άρδευση και αποχέτευση.

κατασκευή των υπερκειμένων αυξάνει αισθητά το χρόνο αποπερατώσεως του έργου. Τέλος οι διάφοροι έλεγχοι και δοκιμασίες, στις οποίες πρέπει να υποβληθούν οι πρώτες ύλες και το έτοιμο σκυρόδεμα, εκτελούνται δύσκολα και χωρίς μεγάλη ακρίβεια στο εργοτάξιο.

Όλα αυτά τα μειονεκτήματα εξουδετερώνονται σε μεγάλο βαθμό με την κατασκευή εκ των προτέρων ορισμένων από τα φέροντα στοιχεία του έργου (κυρίως στύλων, δοκών και πλακών) ή ακόμη έτοιμους χώρους όπως βοηθητικούς χώρους κατοικιών, σχολικές αίθουσες, εργοστάσια (σχ. 6.5ιστ). Τα στοιχεία αυτά μεταφέρονται και τοποθετούνται με γερανούς στις προβλεπόμενες θέσεις του έργου και καλούνται ***προκατασκευασμένα.***

Κατασκευάζονται ταχύτατα στο εργοστάσιο με τη βοήθεια μηχανικών μέσων. Η σύνθεση του μίγματος των αδρανών υλικών του τσιμέντου και του νερού γίνεται σε μόνιμες εγκαταστάσεις και η φθορά των τύπων είναι ελάχιστη γιατί κατά κανόνα είναι μεταλλικοί (σχ. 6.5ιζ).

Η χρησιμοποίηση προκατασκευασμένων στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα αφορά κυρίως σε τυποποιημένα μεγάλα κτηριακά συγκροτήματα και σε μεγάλα εργοστάσια (σχ. 6.5ιη και 6.5ιθ). Η ταχύτατη ανοικοδόμηση των πόλεων που καταστράφηκαν από τον τελευταίο πόλεμο και των βιομηχανικών συγκροτημάτων στις ξένες χώρες οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στη χρησιμοποίηση προκατασκευασμέ-



Σχ. 6.5ιστ.
Προκατασκευασμένη αίθουσα σχολείου τοποθετείται με γερανό επί τόπου του έργου.



α



β



γ

Σχ. 6.5ιζ.
Προκατασκευασμένο δομικό στοιχείο από οπλισμένο σκυρόδεμα απεικονίζοντας τα στάδια (στοιχείο) κατασκευής του. α) Δέσιμο του οπλισμού σε κατάλληλη οριζόντια βάση. β) Διάστρωση του σκυροδέματος στους σιδηρότυπους. γ) Το έτοιμο στοιχείο.

νων στοιχείων. Στην Ελλάδα εφαρμόζεται η μέθοδος αυτή σε μεγάλη έκταση.

6.5.2 Σωλήνες.

Από λεπτό σκυροκονίαμα (με γαρμπίλι αντί με σκύρα) κατασκευάζονται σωλήνες κυκλικής διαατομής με εσωτερική διάμετρο έως 1 m. Το πάχος του τοιχώματος είναι ανάλογο με τη διάμετρο του σωλήνα και με τις προβλεπόμενες πιέσεις.

Οι σωλήνες αυτοί χρησιμοποιούνται όπου και οι πηλοσωλήνες, δηλαδή σε αποχετεύσεις και αποστραγγίσεις.

Μεγαλύτερης διαμέτρου σωλήνες κατασκευάζονται με οπλισμένο σκυρόδεμα και χρησιμοποιούνται για οχετοί κάτω από δρόμους (σχ. 6.5ικ) και κυρίως για υδραυλικά δίκτυα. Τμήμα του υδραγωγείου, που μεταφέρει το νερό από την Υλίκη στην Αθήνα κατασκευ-



Σχ. 6.5ιη.
Προκατασκευασμένο εργοστάσιο στη φάση της τοποθετήσεως των στύλων και μερικών δοκών ανοίγματος 16,0 m.

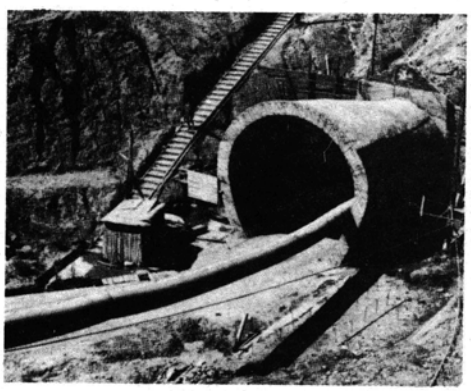


Σχ. 6.5ιθ.
Στο εργοστάσιο του σχήματος 6.5ιζ έχει ολοκληρωθεί η τοποθέτηση των στύλων και των δοκών και άρχισε η τοποθέτηση των τοίχων.

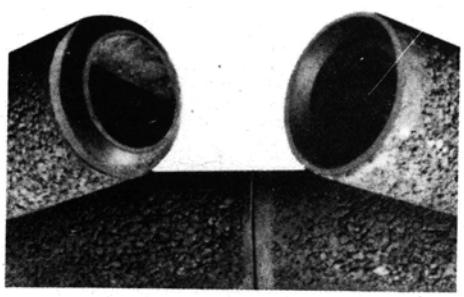
άσθηκε με τσιμεντοσωλήνες διαμέτρου 4 m και μήκους 4 m, από προεντεταμένο σκυρόδεμα. Ειδικά μέτρα είχαν ληφθεί για τη στεγανότητά τους.

Από απλό σκυρόδεμα κατασκευάζονται επίσης πολλαπλοί σωλήνες μικρής διάμετρου για τη διέλευση τηλεφωνικών ή ηλεκτρικών καλωδίων, καθώς και σωλήνες με μεγάλο πορώδες που χρησιμοποιούνται σε αποστραγγιστικά δίκτυα (σχ. 6.5κα).

Τέλος από αμιαντοτσιμέντο κατασκευάζονται σωλήνες, που χρησιμοποιούνται για ύδρευση ή για αποχέτευση βιομηχανικών υγρών, που περιέχουν οξέα ή άλλες επιβλαβείς για το κοινό σκυρόδεμα ουσίες.



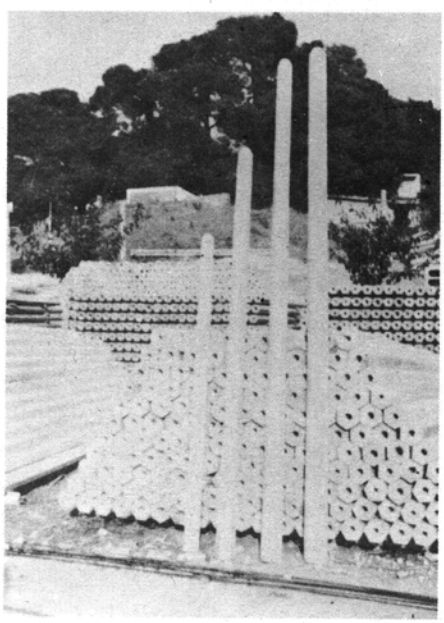
Σχ. 6.5κ.
Μεγάλοι σωλήνες οχετών από οπλισμένο σκυρόδεμα.



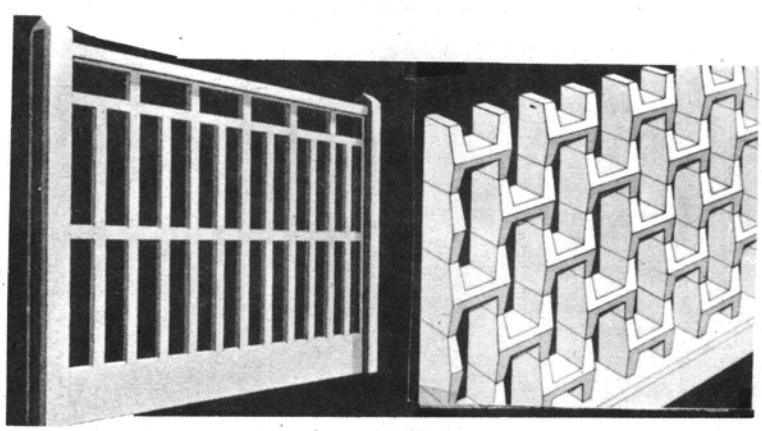
Σχ. 6.5κα.
Σωλήνες αποστραγγίσεως με μεγάλο πορώδες.

6.5.3 Διάφορα υλικά.

Από απλό ή οπλισμένο σκυρόδεμα κατασκευάζονται διαφόρων χρήσεων υλικά, όπως ηλεκτρικοί και τηλεφωνικοί στύλοι (σχ. 6.5κβ), βαθμίδες, ρείθρα πεζοδρομίων, αυλάκια αποχετεύσεων και αρδεύσεων, είδη υγιεινής (νεροχύτες, νιπτήρες, λεκάνες τουρκικού τύπου), κιγκλιδώματα (σχ. 6.5κγ) και στύλοι περιφράξεως (σχ. 6.5κδ), διάφορα διακοσμητικά στοιχεία, στοιχεία καπνοδόχων (σχ. 6.5κε) και πλήθος άλλων υλικών.



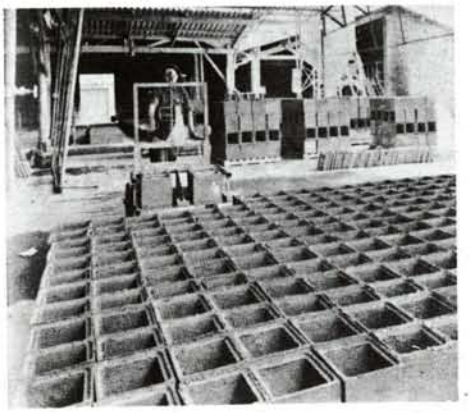
Σχ. 6.5κβ.
Προκατασκευασμένοι ηλεκτρικοί και τηλεφωνικοί στύλοι.

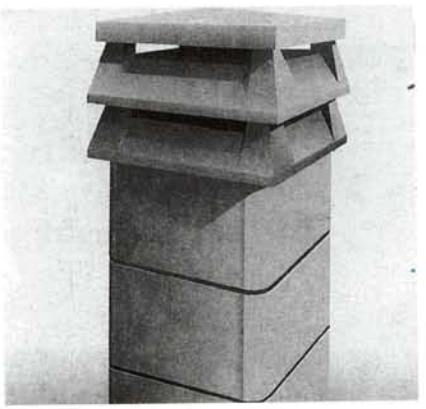


Σχ. 6.5κγ.
Κιγκλιδώματα από οπλισμένο σκυρόδεμα και στοιχεία για την κατασκευή καφασωτών.



Σχ. 6.5κδ.
Στύλοι περιφράξεως από οπλισμένο σκυρόδεμα.





Σχ. 6.5κε.
Στοιχεία καπνοδόχων από ασπρομπετόν.

Τα υλικά αυτά κατασκευάζονται σε εργοστάσια με διαφόρους μεθόδους, που είναι ανάλογες με το είδος του στοιχείου.

Παρουσιάζουν αρκετή αντοχή, έχουν χαμηλό κόστος, αλλά υπολείπονται άλλων προϊόντων για όμοια χρήση που κατασκευάζονται από άλλες πρώτες ύλες κυρίως ως προς την εμφάνιση. Αναφέρομε ενδεικτικά ότι κατασκευάζονται νεροχύτες από μωσαϊκό, από μάρμαρο ή από ανοιξείδωτο χάλυβα. Οι πρώτοι είναι φθηνότεροι, αλλά υστερούν ποιοτικά.

Από οπλισμένα με ίνες γυαλιού τσιμεντοκονιάματα κατασκευάζονται ένα πλήθος υλικά ή έτοιμα στοιχεία. Τα υλικά αυτά πλεονεκτούν σε σύγκριση με τα απλά ή οπλισμένα κονιάματα υλικών γιατί:

– Παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή σε εφελκυστικές και καμπτικές δυνάμεις.

– Έχουν μικρότερο βάρος σε σχέση με αντίστοιχα υλικά της ίδιας αντοχής.

– Η επιφάνειά τους μπορεί να υποστεί διάφορες επεξεργασίες και να αποκτήσει ωραία όψη. Τέτοια υλικά είναι φύλλα απλά ή σύνθετα (τύπου σάντουιτς) με πυρήνα από μαλακό υλικό, σωλήνες, πλαίσια (κάσσες) θυρών και παραθύρων, προκατασκευασμένα έτοιμα στοιχεία κ.α.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

ΤΟ ΞΥΛΟ ΚΑΙ ΤΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΤΟΥ

7.1 Προέλευση και φύση του ξύλου.

7.1.1 Γενικά.

Οι λίθοι, το ξύλο και η ψημένη άργιλος (τούβλα) αποτελούσαν επί χιλιάδες χρόνια τα κύρια υλικά δομής. Η χρήση τους όμως μειώθηκε σημαντικά από τον περασμένο αιώνα λόγω της αναπτύξεως της χαλυβουργίας και της επινοήσεως του οπλισμένου σκυροδέματος.

Από την αρχή της εμφανίσεως του σημερινού ανθρώπου (10.000-15.000 χρόνια π.Χ.) το ξύλο αποτελούσε, μαζί με τους λίθους, το μοναδικό δομικό υλικό. Σε χώρες πλούσιες σε δάση οι κατασκευές ήταν εξ ολοκλήρου ξύλινες, ενώ σε άλλες όπως η Ελλάδα το ξύλο χρησίμευε κυρίως για τη στέγαση των κατοικιών και σπανιότερα για την κατασκευή μικρών τεχνικών έργων προσωρινού χαρακτήρα (γέφυρες, φράγματα, αγωγοί μεταφοράς νερού κλπ.). Ειδικότερα το ξύλο, επειδή έχει μεγαλύτερη αντοχή σε καμπτικές δυνάμεις [παράγρ. 1.6.2(δ)] από τους λίθους, χρησιμο-





Σχ. 7.1α.
α) Σκελετός ξυλίνων σπιτιών. Η στέγη θα καλυφθεί με ξύλινα κεραμίδια και οι εξωτερικοί και εσωτερικοί τοίχοι θα κατασκευαστούν με ξύλινες πλάκες. β) Ξύλινες δοκοί μεγάλης διατομής για την κάλυψη των κερκίδων αθλητικών γηπέδων.



Σχ. 7.1β.
Ξύλινα οικήματα. Αποτελούν τμήμα ενός προγράμματος μαζικής κατασκευής 90 κατοικιών στη Γαλλία.



Σχ. 7.1γ.
Χαρακτηριστικό δείγμα κτηρίου με εξωτερικούς τοίχους από ξύλο.

ποιούταν για τη γεφύρωση σχετικά μεγάλων ανοιγμάτων (οροφές και στέγες κτηρίων).

Σήμερα το ξύλο εξακολουθεί να χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη σε πλήθος προϊόντων. Η σύγχρονη τεχνολογία δημιουργεί συνεχώς νέα προϊόντα όχι μόνο στην παραδοσιακή δομική αλλά και σε άλλες βοηθητικές εφαρμογές όπως συνθετικές ίνες, πλαστικά υλικά, βερνίκια, εκρηκτικές ύλες κλπ.

Ιδιαίτερα χρησιμοποιείται ακόμη ευρύτατα σε χώρες πλούσιες σε δάση όπως οι χώρες της κεντρικής και βόρειας Εύρώπης, οι ΗΠΑ, ο Καναδάς κ.α. (σχ. 7.1α, 7.1β, 7.1γ).

Η μεγάλη διάδοση της χρήσεως του ξύλου οφείλεται σε μερικές ιδιότητες που υπερτερούν των αντιστοίχων ιδιοτήτων των γνωστών δομικών υλικών (λίθοι, ψημένη άργιλος).

Από αισθητική άποψη υπερτερεί των άλλων υλικών λόγω της μεγάλης ποικιλίας των χρωμάτων και της μορφής των σχεδίων που εμφανίζει η επιφάνειά του. Δημιουργεί ένα αίσθημα ζεστασιάς στην αφή και στην όραση. Από μηχανική και τεχνολογική άποψη εμφανίζει μεγάλη μηχανική αντοχή σε σχέση με το βάρος του. Έχει αξιοσημείωτες μονωτικές ιδιότητες έναντι της θερμότητας και του ηλεκτρισμού. Παρουσιάζει μικρή θερμική συστολή και διαστολή και δεν οξειδώνεται σε αραιά διαλύματα οξέων. Τέλος λόγω της μικρής πυκνότητάς του απαιτείται πολύ μικρή ενέργεια για την κατεργασία του.

Μειονεκτεί όμως γιατί η διάρκεια της ζωής του είναι περιορισμένη δεδομένου ότι προσβάλλεται εύκολα από διάφορους οργανισμούς οι οποίοι τρέφονται με αυτό.

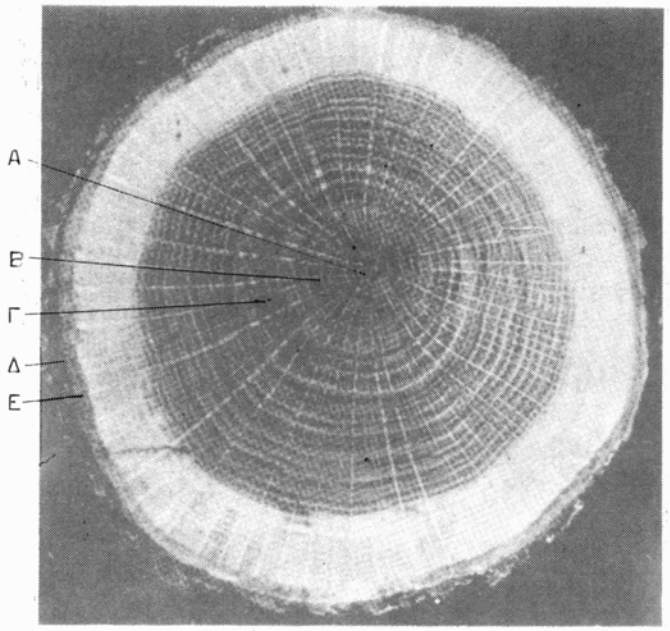
7.1.2 Ανάπτυξη του δέντρου. Δομή του κορμού.

Για να γίνουν κατανοητές οι ιδιότητες και η συμπεριφορά του ξύλου που χαρακτηρίζεται από μια σαφή ανομοιογένεια (βλέπε παρακάτω), είναι απαραίτητο να γνωρίσομε πώς αναπτύσσεται το δέντρο, πώς παράγεται το ξυλώδες τμήμα του και ποια είναι η δομή του.

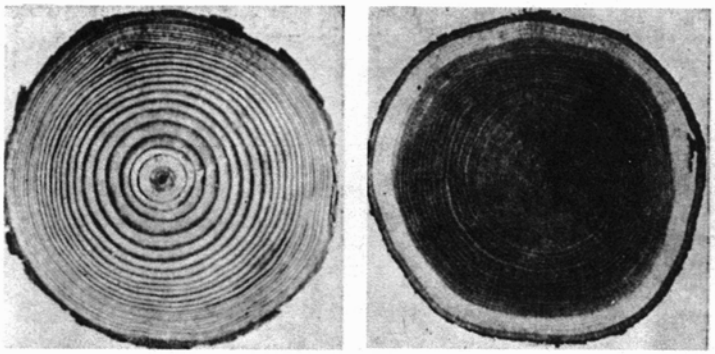
Αν γίνει μια κάθετη προς τον άξονα του δέντρου τομή η οποία υπό κανονικές συνθήκες αναπτύξεώς του έχει κυκλικό σχήμα, παρατηρούνται τα εξής (σχ. 7.1δ):

– Ένας κεντρικός πυρήνας (Α) σκουρότερος από το λοιπό ξύλο που καλείται ***εντεριώνη*** ή ψύχα.

– Ένας αριθμός ομοκέντρων δακτυλίων (Β και Γ) που αναπτύσσονται συμμετρικά γύρω από την εντεριώνη και καλούνται ***ετήσιοι*** δακτύλιοι. Οι δακτύλιοι που είναι κοντά στην εν-



Σχ. 7.1δ.
Εγκάρσια (κάθετη προς τον άξονα ενός δέντρου) τομή.

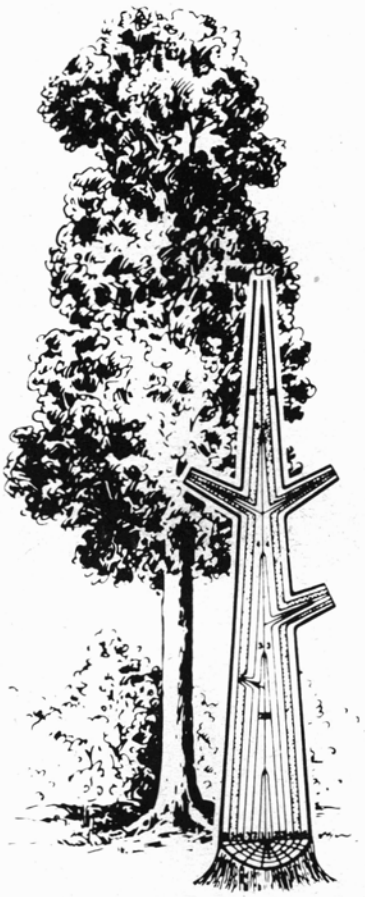


Σχ. 7.1ε.
Εγκάρσιες τομές δύο διαφορετικού είδους δέντρων: α) Διακρίνονται καθαρά οι εαρινοί από τους θερινούς δακτυλίους. Οι τελευταίοι είναι σκουρότεροι και σκληρότεροι. β) Οι δακτύλιοι είναι δυσδιάκριτοι, αλλά το ξύλο της καρδιάς είναι πιο σκούρο και πιο συμπαγές.

τεριώνη (Β) είναι ***σκοτεινότεροι*** και σκληρότεροι και καλούνται ***εγκάρδιο*** ή ***καρδιά,*** ενώ οι ευρισκόμενοι προς τα έξω (Γ) είναι ανοικτότεροι και μαλακότεροι και καλούνται ***σομφός.*** Η περιοχή αυτή των δακτυλίων είναι το ξύλο και αποτελεί το τμήμα του κορμού που χρησιμοποιείται ως δομικό υλικό.

– Ένας εξωτερικός δακτύλιος που αποτελεί το ***φλοιό*** (φλούδα) (Δ).

– Μεταξύ του τελευταίου (εξωτερικού) δακτυλίου του σομφού και του φλοιού υπάρχει ένας λεπτός μαλακός δακτύλιος (Ε) που ονομάζεται ***κάμβιο***, μέσα στο οποίο κυκλοφορούν οι χυμοί με τα θρεπτικά συστατικά των κυττάρων. Τα κύτταρα αυτά αποθέτονται τόσο προς την πλευρά του κάμβιου δημιουργώντας νέο



Σχ. 7.1στ.
Όψη τυπικού δέντρου και διαγραμματική κατακόρυφη τομή του. Αποτυπώνονται οι αυξητικοί μανδύες που ο ένας καλύπτει τον άλλο καθώς το δέντρο μεγαλώνει. Η εγκάρσια τομή εμφανίζει τους μανδύες ως δακτυλίους.

δακτύλιο όσο και προς την πλευρά του φλοιού.

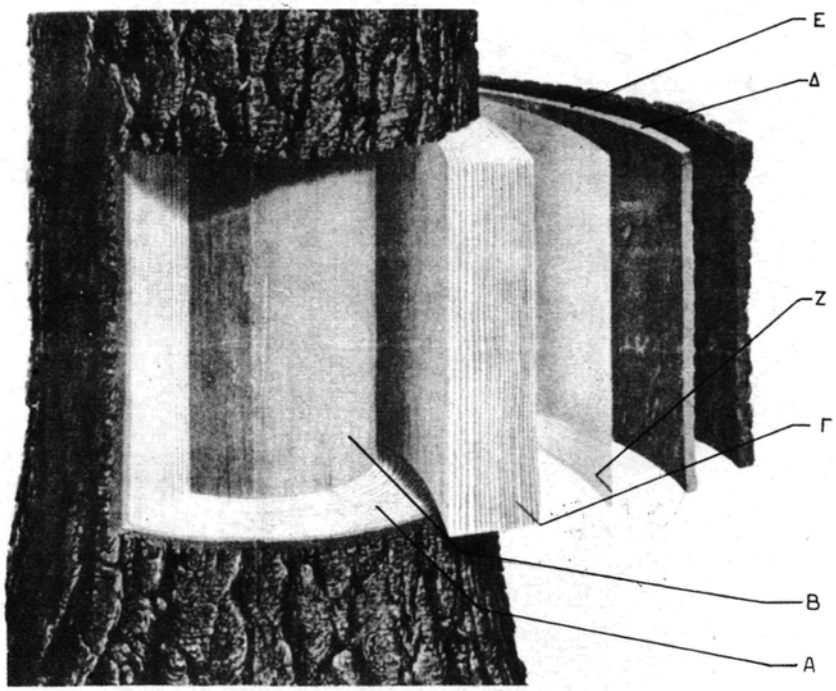
Η δημιουργία των νέων δακτυλίων του σομφού συντελείται την άνοιξη και το καλοκαίρι κάθε έτους γι' αυτό και καλούνται ***ετήσιοι.*** Το τμήμα του δακτυλίου που δημιουργείται την άνοιξη είναι μαλακότερο και ανοικτότερο του τμήματος που δημιουργείται το καλοκαίρι. Κάθε έτος προστίθεται ένας νέος δακτύλιος και ως εκ τούτου ο αριθμός των δακτυλίων κάθε δέντρου δείχνει και τα χρόνια της ζωής του (σχ. 7.1ε). Συγχρόνως τα κύτταρα των παλαιών δακτυλίων αρχίζουν σιγά-σιγά να νεκρώνονται με συνέπεια το ξύλο της περιοχής αυτής, δηλαδή της καρδιάς, να είναι σκληρότερο και να περιέχει λιγότερη υγρασία από το αντίστοιχο ξύλο του σομφού. Το τελευταίο συμβαίνει γιατί τα κύτταρα δεν έχουν νεκρωθεί ακόμη και επομένως είναι μαλακά και περιέχουν περισσότερη υγρασία.

Εάν εξεταστεί ο κορμός σε μια τομή κατά μήκος του άξονά του (σχ. 7.1στ) παρατηρούμε ότι εκείνα που εμφανίζονται ως δακτύλιοι στην εγκάρσια τομή είναι στην πραγματικότητα κυ-

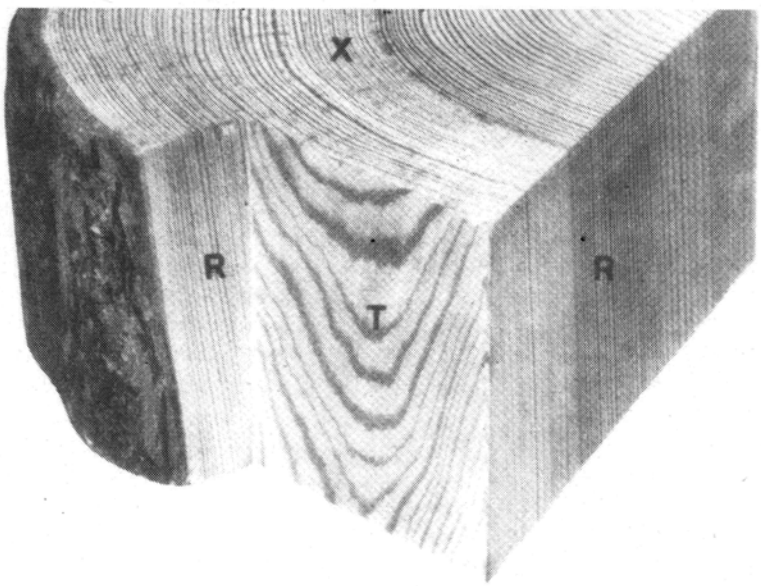
λινδρικοί μανδύες που περιβάλλουν ο ένας τον άλλο. Κάθε μανδύας αποτελείται από επιμήκεις δέσμες ινών κυτταρίνης μήκους όσο το ύψος του κορμού. Οι ίνες κατά το χρόνο της δημιουργίας (σχ. 7.1ζ και 7.1η) συνδέονται ισχυρά μεταξύ τους με μια συγκολλητική ουσία (λιγνίνη).

Είναι φανερό ότι αυτή η διάταξη των ινών του ξύλου προκαλεί την ανομοιογένεια του υλικού που αναφέραμε προηγουμένως. Δηλαδή η συμπεριφορά του ξύλου απέναντι στις εξωτερικές δυνάμεις είναι διαφορετική όταν οι δυνάμεις ενεργούν κάθετα προς τις ίνες ή παράλληλα με αυτές. Π.χ. σε ένα τεμάχιο ξύλου (σχ. 7.1θ) η δύναμη θραύσεως όταν ενεργεί παράλληλα προς τις ίνες είναι 3 έως 5 φορές μεγαλύτερη από την αντίστοιχη δύναμη που ενεργεί κάθετα προς αυτές.

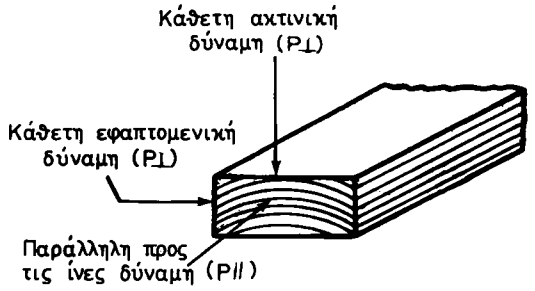
Εκτός από τους ετήσιους δακτυλίους παρατηρούνται στην εγκάρσια τομή ορισμένων δέντρων (δρυς, οξυά) (σχ. 7.1δ) πλατιές ακτίνες με διεύθυνση από το κέντρο προς την περιφέ-



Σχ. 7.1ζ.
Κατά μήκος και εγκάρσια τομή κορμού. Α) Ετήσιοι δακτύλιοι. Β) Ξύλο καρδιάς. Γ) Ξύλο σομφού. Δ) Ζωντανός φλοιός (βύβλος). Ε) Ξηρός φλοιός. Ζ) Κάμβιο.



Σχ. 7.1η.
Τομές κατά διάφορες διευθύνσεις ενός κορμού. Χ εγκάρσια, R ακτινική, Τ εφαπτομενική.



Σχ. 7.18.
Διεύθυνση των δυνάμεων θλίψεως σε σχέση με την κατεύθυνση των ινών. Το σύμβολο P⊥ σημαίνει δύναμη κάθετη στις ίνες, ενώ το P// δείχνει ότι η δύναμη είναι παράλληλη προς τις ίνες.

ρεια. Οι γραμμές αυτές ονομάζονται ***εντεριωνικές*** ακτίνες (βένες) και αποτελούνται από ξύλο σκληρότερο αυτού που τις περιβάλλει. Στα ξύλα που παρουσιάζονται οι ακτίνες αυτές δημιουργείται επιφάνεια με ωραία εμφάνιση. Αποτελούν ενδεικτικό καλής ποιότητας. Στο εμπόριο οι ακτίνες αυτές καλούνται ***χρυσαλλίδες.***

Το πάχος και η διάταξη των ετησίων δακτυλίων γύρω από την εντεριώνη καθώς και οι εντεριωνικές ακτίνες ποικίλλουν στα διάφορα είδη των δέντρων. Διαφορές επίσης μπορεί να παρουσιαστούν και σε δέντρα του αυτού είδους. Τούτο συμβαίνει διότι η ανάπτυξη του δέντρου και η ποιότητα του ξυλώδους μέρους του εξαρτώνται από την ηλικία, την καλή ή κακή θρέψη, από τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή, από την ποιότητα του εδάφους, από την κλίση του εδάφους και από τη θέση του δέντρου μέσα στο δάσος. Οι αποκλίσεις από τη συμμετρική διάταξη των δακτυλίων και άλλες παραμορφώσεις του κορμού θα αναφερθούν στο μέρος που αναφέρεται στα ελαττώματα του ξύλου.

7.2 Είδη δέντρων δομικής ξυλείας.

Τα δέντρα από τα οποία εξάγεται η δομική ξυλεία ανήκουν σε τρεις κατηγορίες:
- Στα βελονόφυλλα ή κωνοφόρα.
- Στα πλατύφυλλα και
- στα τροπικά.

Από τα βελονόφυλλα παράγεται μαλακό ξύλο το οποίο καλύπτει το μεγαλύτερο ποσοστό της χρησιμοποιούμενης στη δομική ξυλείας. Από τα πλατύφυλλα, που το ξύλο τους είναι σκληρότερο, παράγεται σε μικρότερο ποσοστό ξύλο κατάλληλο στη δομική (πατώματα, στέγες, σε μικρότερη έκταση παράθυρα κλπ.). Το υπόλοιπο χρησιμοποιείται κυρίως για έπιπλα κ.α.

Τα συνηθέστερα είδη δέντρων που δίνουν ξυλεία κατάλληλη για δόμηση και σε αξιόλογη ποσότητα είναι τα εξής:

7.2.1 Οικογένεια βελονοφύλλων.

α) Ελάτη (έλατο).

Από τις διάφορες ποικιλίες της ελάτης η ερυθρελάτη δίδει καλύτερης ποιότητας ξύλο. Ο κορμός του δέντρου είναι ίσιος και το ύψος του φθάνει τα 50 m. Στο εμπόριο, το ξύλο όλων των ειδών της ελάτης φέρεται με το όνομα λευκή ή άσπρη ξυλεία. Στην Ελλάδα απαντάται ερυθρελάτη στη Ροδόπη. Υπάρχουν όμως και άλλα είδη που δίνουν εκλεκτής ποιότητας λευκή ξυλεία.

β) Πεύκο.

Υπάρχουν πολλές ποικιλίες πεύκου που δίνουν ξυλεία διαφόρων ποιοτήτων και χρήσεων. Τα συνηθέστερα είδη είναι:

– Το ***δασικό πεύκο*** ή πεύκο του βορρά. Από αυτό παράγεται η λεγόμενη σουηδική ξυλεία. Χρησιμοποιείται ευρύτατα στη δομική. Στην Ελλάδα παράγεται μικρή ποσότητα. Η περισσότερη εισάγεται από το εξωτερικό.

– Το ***λάρτσινο*** (λαρικοειδής πεύκη). Αναπτύσσεται στην Ελλάδα (Στερεά και Μακεδονία). Παράγεται αρκετή ξυλεία που δεν καλύπτει όμως τις εσωτερικές ανάγκες. Το ξύλο του είναι σκληρότερο του δασικού πεύκου και αντέχει περισσότερο στους εξωτερικούς παράγοντες και ιδίως στις τριβές. Έχει όμως αρκετούς ρόζους.

– Το ***άροζο λάρτσινο*** (μαύρη πεύκη). Μοιάζει με το ξύλο της προηγούμενης ποικιλίας αλλά είναι τελείως άροζο. Το χρώμα του είναι κοκκινωπό και έχει πυκνές και λεπτές ίνες.

– Το ***πιτς-πάιν***. Εισάγεται κυρίως από τις νότιες περιοχές των ΗΠΑ. Έχει χρώμα μελί, είναι πυκνό και έχει βάρος πολύ μεγαλύτερο από τα άλλα είδη πεύκων.

– Το ***όριγκον-πάιν*** (πεύκη του Όριγκον). Έχει χρώμα ανοικτότερο από το πιτς-πάιν και υπερτερεί των άλλων πεύκων λόγω της αντοχής του έναντι της υγρασίας. Εισάγεται από τις ΗΠΑ.

7.2.2 Οικογένεια πλατυφύλλων.

Τα καταλληλότερα για τη λήψη δομικής ξυλείας είναι:

α) Η δρυς.

Το ξύλο της θεωρείται από τα καλύτερα, τόσο λόγω της ωραίας εμφανίσεώς του, όσο και λόγω της αντοχής του σε διάφορες επιδράσεις. Εκδηλώνει μεγάλη μηχανική αντοχή. Είναι βαρύ ξύλο, αρκετά σκληρό και έχει λί-

γους και μικρούς πόρους. Χαρακτηριστικό της ποιότητάς του είναι η ύπαρξη χρυσαλλίδων. Στην Ελλάδα παράγεται αρκετή ποσότητα ξύλου όχι όμως εξαιρετικής ποιότητας, όπως είναι τα εισαγόμενα από κεντρική Ευρώπη και ΗΠΑ.

β) Η οξυά.

Το ξύλο της έχει χρώμα ωχροκόκκινο και διακρίνεται για την πυκνότητα των ινών του. Η χρήση του στη δομική περιορίζεται σε πατώματα, στρωτήρες, αντικολλητά (κόντρα πλακέ) κλπ.

γ) Η καστανιά.

Έχει ξύλο αρκετά σκληρό, μαλακότερο όμως από της δρυός. Στην Ελλάδα παράγεται καλής ποιότητας. Χρησιμοποιείται στην κατασκευή πατωμάτων, κλιμάκων και κυρίως επίπλων.

δ) Η ***φτελιά*** ή ***καραγάτσι (πτελιά).***

Έχει ξύλο πολύ σκληρό και ελαστικό κατάλληλο για καμπτόμενα στοιχεία και διατηρείται για μεγάλο χρονικό διάστημα.

ε) Σημύδα, σκλήθρο (κλήθρα ή άλιος), οκουμέ.

Το ξύλο και των τριών αυτών δέντρων χρησιμοποιείται για την κατασκευή κόντρα πλακέ. Εισάγεται είτε ως ξύλο είτε ως κόντρα πλακέ.

7.2.3 Τροπικά δέντρα.

Εκτός από τα προαναφερθέντα δέντρα που αναπτύσσονται σε εύκρατο κλίμα, χρησιμοποιούνται τα τελευταία χρόνια και ξύλα από τροπικά δέντρα που εισάγονται από την Αφρική, την τροπική περιοχή της Αμερικής, την Ν.Α. Ασία και τη Μαδαγασκάρη.

Τα κυριότερα από τα δέντρα αυτά που το ξύλο τους χρησιμοποιείται στην Ελλάδα είναι:

α) Τικ.

Το ξύλο του παρουσιάζει μικρή συρρίκνωση (σταθερότητα διαστάσεων) και είναι ανθεκτικό σε θαλάσσιους οργανισμούς και σε χημικές ουσίες. Χρησιμοποιείται σε οικοδομικές εργασίες, πατώματα, έπιπλα, αντικολλητά κλπ.

β) Παλίσσαντρο.

Εμφανίζει ωραία νερά και στιλβώνεται καλά. Είναι ανθεκτικό και μέσα στο νερό. Κατάλληλο για εσωτερικές επενδύσεις.

γ) Ιρόκο.

Έχει ικανοποιητική διάρκεια και σταθερότητα διαστάσεων. Ανθεκτικό σε μικροοργανισμούς. Υφίσταται εύκολα κάθε είδους κατεργασία. Εφαρμόζεται σε διάφορες οικοδομικές εργασίες (πατώματα, εσωτερικές επενδύσεις, αντικολλητά κλπ.).

δ) Σάπελε.

Σκληρό ξύλο όπως η δρυς, εμφανίζει καλή αντοχή σε τριβές και είναι αρκετά ελαστικό. Εφαρμόζεται στις δομικές κατασκευές όπως τα προηγούμενα ξύλα.

ε) Μαόνια.

Διατίθεται μεγάλη ποικιλία ξύλων αυτού του είδους. Μαόνια Ν. Αμερικής, αφρικανικά μαόνια (ακαζού, κάιαξ, σίπο κλπ.). Χρησιμοποιούνται σε οικοδομικές εργασίες και ειδικά σε επικαλύψεις τοίχων, σε αντικολλητά ξύλα κλπ.

στ) Οκουμέ.

Ικανοποιητική η κατεργασία του. Η μηχανική του αντοχή εξαρτάται από τον τόπο προελεύσεώς του.

ζ) Νιαγκόν.

Είναι βαρύτερο από το αφρικανικό μαόνι και εμφανίζει ωραία σχέδια σε επιφάνεια κομμένη κατά την ακτίνα. Ανθεκτικό σε προσβολές. Χρησιμοποιείται σε οικοδομικές κατασκευές αντί πιτς-πάιν.

7.3 Κατεργασία των κορμών για την παραγωγή ξυλείας.

Οι εργασίες που απαιτούνται για να παραχθούν τα διάφορα είδη δομικής ξυλείας από τους κορμούς των καταλλήλων δέντρων εκτελούνται σε διάφορα στάδια που εξαρτώνται από το είδος της ξυλείας που πρόκειται να παραχθεί. Τα είδη της ξυλείας που προσφέρονται στο εμπόριο είναι τα εξής:

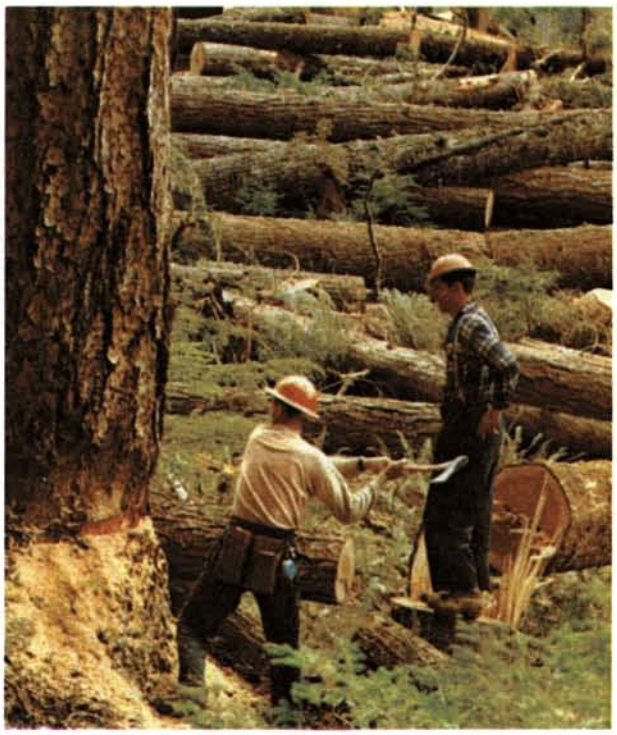
- Στρογγυλή.
- Πελεκητή.
- Πριονιστή ή πριστή.

Τα στάδια επεξεργασίας των κορμών είναι τα εξής (βλ. και το διάγραμμα των σελίδων 192 και 193):

7.3.1 1ο στάδιο.

Στο στάδιο αυτό εκτελούνται εργασίες οι





Σχ. 7.3α.
Υλοτομία δέντρων με πριόνι αριστερά και τσεκούρι δεξιά.

οποίες γίνονται στο δάσος. Αφορούν και στα τρία είδη και είναι:

α) Η υλοτομία.

Αναφέρεται στην κοπή των δέντρων στο δάσος. Γίνεται κατά τους χειμερινούς μήνες οπότε έχει διακοπεί η κυκλοφορία των χυμών μέσα στους κορμούς. Σημαδεύονται τα δέντρα που πρόκειται να κοπούν λαμβάνοντας υπ' όψη την ηλικία και την υγεία του δέντρου. Αποκλείονται δέντρα που έχουν προσβληθεί από μύκητες ή έντομα (σαράκια). Επίσης εξετάζεται η μορφή του κορμού που πρέπει να είναι ίσιοι και κατακόρυφοι. Η κοπή γίνεται ή με πέλεκεις (τσεκούρια) ή με πριόνια (σχ. 7.3α).

β) Ο καθαρισμός και η αποφλοίωση του κορμού.

Κόβονται η κορυφή και τα μικρά και ακατάλληλα κλαδιά τα οποία θα χρησιμοποιηθούν ως καυσόξυλα ή σαν πρώτη ύλη για την κατασκευή της τεχνητής ξυλείας και αποχωρίζονται οι μεγάλοι κλώνοι. Τέλος αφαιρείται ο φλοιός. Η ξυλεία που προκύπτει μετά από αυτές τις εργασίες καλείται ***στρογγυλή*** ξυλεία (σχ. 7.3β). Χρησιμοποιείται σε δευτερεύουσες εργασίες αφού υποστεί τις αναφερόμενες στο 2ο στάδιο α και β εργασίες.



Σχ. 7.3β.
Στρογγυλή ξυλεία που συσκευάζεται σε μεγάλα δέματα για τη μεταφορά της.

γ) Η μεταφορά.

Η μεταφορά από το δάσος γίνεται στα εργοστάσια όπου θα εκτελεστούν άλλες εργασίες. Η μεταφορά των κορμών εξαρτάται κυρίως από το έδαφος που βρίσκεται το δάσος.

Σε πεδινά δάση οι κορμοί σύρονται με ζώα μέχρι του πλησιέστερου δρόμου όπου φορτώνονται σε αυτοκίνητα (σχ. 7.3γ). Σε έδαφος κεκλιμένο δημιουργούνται κατωφερείς διάδρομοι στους οποίους αφήνουν τους κορμούς να γλιστρήσουν μέχρι του κατώτερου σημείου. Τέλος όταν υπάρχουν ποτάμια ρίχνονται σε αυτά οι κορμοί και οδηγούνται με πεπειραμένους εργάτες μέχρι τα εργοστάσια (σχ. 7.3δ).

7.3.2 2ο στάδιο.

Στο στάδιο αυτό ανήκουν η μόρφωση της ***πελεκητής ξυλείας***, το ***ξέπλυμα των κορμών*** και η ***ξήρανση των ξύλων***.

α) Η μόρφωση.

Η μόρφωση του κορμού για να αποκτηθεί πελεκητή ξυλεία μπορεί να γίνει και στο δάσος αμέσως μετά το κόψιμο και την αποφλοίωσή του. Το ξύλο είναι ακόμη πολύ μαλακό και η κατεργασία του εύκολη. Στην πελεκητή ξυλεία ανήκουν τα ξύλα που προέρχονται από κορμούς ορθογωνισμένους με πέλεκυ (τσεκούρι).



Σχ. 7.3γ.
Μεγάλος κορμός βάρους πολλών τόνων μεταφέρεται με αυτοκίνητο στο εργοστάσιο κατεργασίας.



Σχ. 7.3δ.
Μεταφορά κορμών από το δάσος στο εργοστάσιο επεξεργασίας τους μέσω ποταμών. Σε περιπτώσεις ορεινών ποταμών χρησιμοποιούνται ειδικευμένοι εργάτες, ενώ σε πεδινούς μικρά ρυμούλκα, όπως φαίνεται στην εικόνα.

Στο εμπόριο ονομάζονται ***τράβα*** (σχ. 7.3ε).

β) Το ξέπλυμα.

Γίνεται στα εργοστάσια και αφορά και στα τρία είδη της ξυλείας. Είναι ουσιαστική εργασία που αποσκοπεί στην απομάκρυνση του φυσικού υγρού (του χυμού) που βρίσκεται μέσα στα κύτταρα του ξύλου. Έτσι απομακρύνεται ο κίνδυνος σαπίσματός του από τους μικροοργανισμούς που αναπτύσσονται στο χυμό και συγχρόνως αυξάνεται η σκληρότητα και η μηχανική αντοχή του. Το ξέπλυμα γίνεται μέσα σε μεγάλες δεξαμενές ή σε ειδικές θέσεις του ποταμού (σχ. 7.3στ). Εκεί οι κορμοί παραμένουν ανάλογα με το είδος του δέντρου 2 έως 3 μήνες. Το νερό επειδή είναι αραιότερο από τα κυτταρικά υγρά μπαίνει μέσα στα κύτταρα και εκδιώκει τους χυμούς. Έτσι εκτός των άλλων επιτυγχάνεται και ταχύτερη ξήρανση διότι το νερό εξατμίζεται ευκολότερα από τους χυμούς.

γ) Η ξήρανση.

Το ξύλο μετά το κόψιμο του δέντρου περιέχει περίπου 40% έως 50% υγρασία. Η παραμονή της υγρασίας στο ξύλο πέρα από ορισμένα όρια τού προκαλεί σοβαρές βλάβες. Αλλά και η απότομη ή ακανόνιστη αφαίρεση της υγρασίας δημιουργεί ελαττώματα. Γι' αυτό το ξύλο πρέπει να ξηραίνεται βαθμιαία και ομοιόμορφα.

Με την ξήρανση εξασφαλίζονται σημαντικά πλεονεκτήματα:

– Μειώνεται η συρρίκνωση και αποφεύγεται η στρέβλωση και η δημιουργία ραγάδων.

– Αποφεύγεται η προσβολή από μύκητες.

– Ελαττώνεται το βάρος κατά τη μεταφορά.

– Επιτυγχάνεται καλύτερη βαφή και εμποτισμός γιατί το ξύλο πρέπει να είναι στεγνό για να εκτελεστούν αυτές οι εργασίες.

– Αυξάνεται η μηχανική αντοχή του.

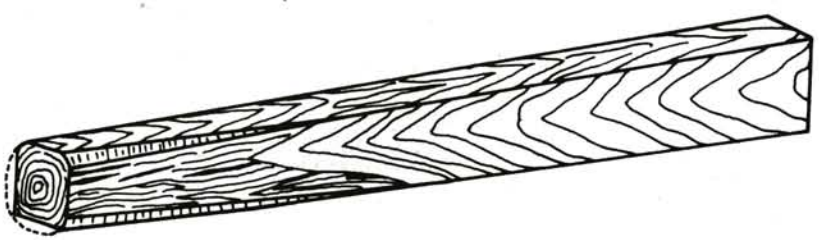
– Με την υψηλή θερμοκρασία κατά την τεχνητή ξήρανση σκοτώνονται έντομα και μύκητες που πιθανόν να υπάρχουν μέσα στο ξύλο.

Η υγρασία που πρέπει να έχει ελαττωθεί κάτω του 20% επιτυγχάνεται με δύο μεθόδους:

– Τη φυσική ή αερική και

– την τεχνητή.

1) Κατά την πρώτη μέθοδο τα ξύλα, μετά το



Σχ. 7.3ε.
Τρόπος κοπής κορμού για την απόκτηση πελεκητής ξυλείας.



Σχ. 7.3στ.
Παραμονή στο νερό των κορμών για το ξέπλυμά τους και την ταξινόμησή τους.

Η πορεία παραγωγής πριστής ξυλείας διάθεσή της στην

Μετά το κόψιμο του δέντρου, επιλέγεται το καλύτερο τμήμα του κορμού, που θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή της πριστής ξυλείας. Το άνω τμήμα του προορίζεται για τη βιομηχανία του χάρτου, ενώ τα λεπτά κλαδιά και τα φύλλα αφήνονται κατά κανόνα στο δάσος για τη λίπανσή του.

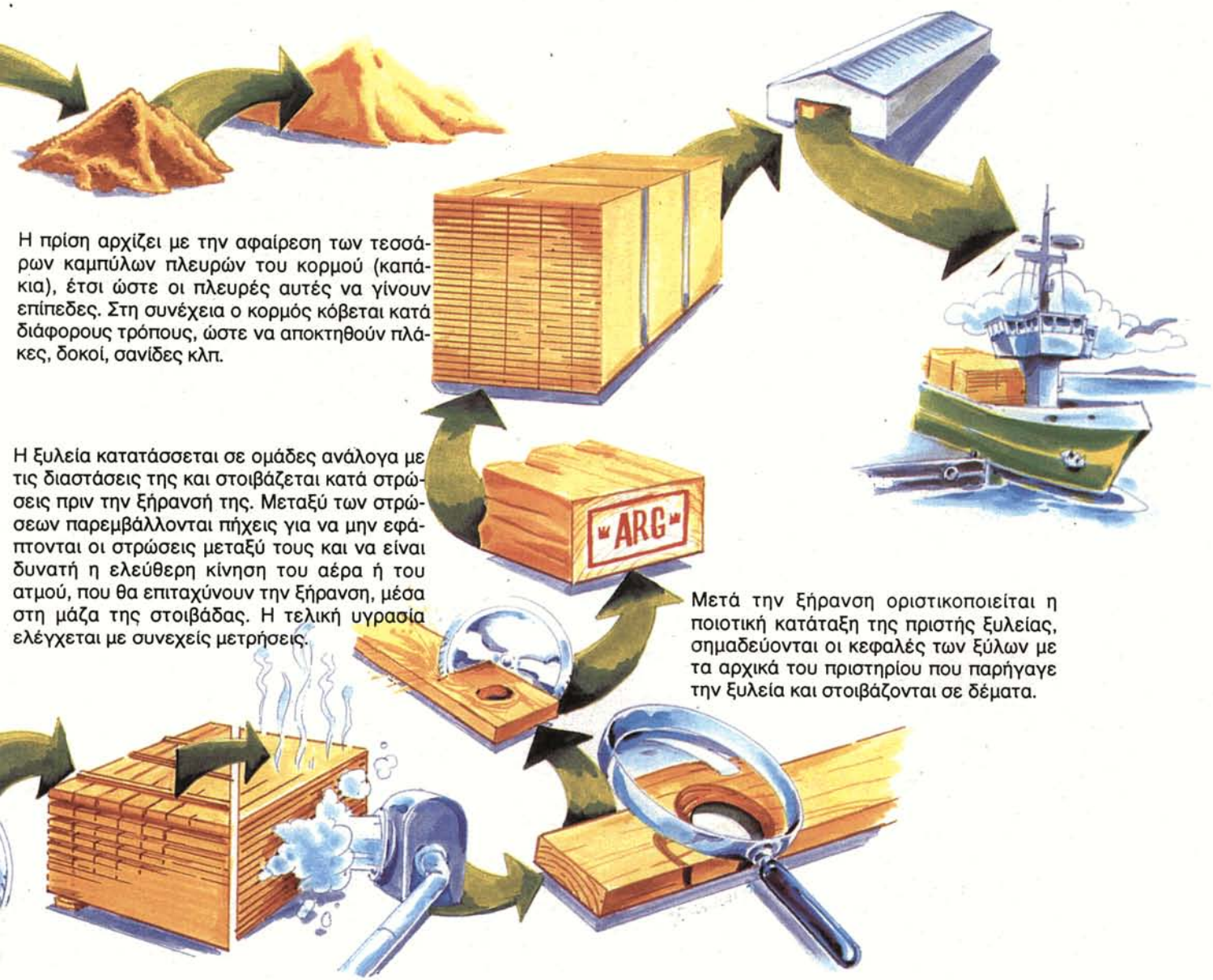
Οι κορμοί μεταφέρονται στα πριστήρια οδικώς με κατάλληλα αυτοκίνητα. Παλαιότερα η μεταφορά γινόταν διά των ποταμών, αλλά η μακρόχρονη παραμονή του κορμού μέσα στο νερό αλλοίωνε τις ιδιότητες του ξύλου.

Ένα δέντρο υλοτομείται, στις βόρειες χώρες της Ευρώπης και της Αμερικής σε ηλικία μεταξύ 80 και 100 ετών. Για τη διατήρηση του δάσους φυτεύονται 5 νεαρά δακτύλια για κάθε δέντρο που κόβεται.

Στο πριστήριο, οι κορμοί κατ' αρχήν αποφλοιώνονται. Ο φλοιός χρησιμοποιείται ως καύσιμη ύλη των κλιβάνων του πριστηρίου. Μετά την αποφλοίωση οι κορμοί ομαδοποιούνται ανάλογα με τη διάμετρο της κορυφής τους, το μήκος τους και την πυκνότητα των ρόζων. Ταυτόχρονα γίνεται και ο πρώτος ποιοτικός έλεγχος. Οι κορμοί που δεν πλοιρούν τις προκαθορισθείσες απαιτήσεις μιας ορισμένης ποιότητας αποκλείονται από το επόμενο στάδιο που είναι η πρίση (σχίσιμο) του κορμού.

από το φύτεμα του δέντρου μέχρι τη κατανάλωση

Τέλος τα δέματα μεταφέρονται σε κλειστές αποθήκες απ' όπου θα μεταφερθούν με πλοία ή αυτοκίνητα στην κατανάλωση.



Η πρίση αρχίζει με την αφαίρεση των τεσσάρων καμπύλων πλευρών του κορμού (καπάκια), έτσι ώστε οι πλευρές αυτές να γίνουν επίπεδες. Στη συνέχεια ο κορμός κόβεται κατά διάφορους τρόπους, ώστε να αποκτηθούν πλάκες, δοκοί, σανίδες κλπ.

Η ξυλεία κατατάσσεται σε ομάδες ανάλογα με τις διαστάσεις της και στοιβάζεται κατά στρώσεις πριν την ξήρανσή της. Μεταξύ των στρώσεων παρεμβάλλονται πήχεις για να μην εφάπτονται οι στρώσεις μεταξύ τους και να είναι δυνατή η ελεύθερη κίνηση του αέρα ή του ατμού, που θα επιταχύνουν την ξήρανση, μέσα στη μάζα της στοιβάδας. Η τελική υγρασία ελέγχεται με συνεχείς μετρήσεις.

Μετά την ξήρανση οριστικοποιείται η ποιοτική κατάταξη της πριστής ξυλείας, σημαδεύονται οι κεφαλές των ξύλων με τα αρχικά του πριστηρίου που παρήγαγε την ξυλεία και στοιβάζονται σε δέματα.

ξέπλυμά τους και το σχίσιμό τους στην περίπτωση της πριονιστής ξυλείας, τοποθετούνται σε οριζόντιες στρώσεις (σχ. 7.3ζ). Ανάμεσα στις στρώσεις παρεμβάλλονται λεπτές πήχεις ώστε να μην έρχονται τα ξύλα σε επαφή μεταξύ τους. Συχρόνως ο αέρας κυκλοφορεί ελεύθερα μέσα στο σωρό και παρασύρει το εξατμιζόμενο υγρό. Ο σωρός των ξύλων σκεπάζεται με ξύλινη σκεπή για να προφυλαχθεί από τις ηλιακές ακτίνες και τη βροχή (σχ. 7.3η). Κακή στοίβαση της πριονιστής ξυλείας (σχ. 7.3θ) προκαλεί σοβαρές στρεβλώσεις και παραμορφώσεις.

Ο χρόνος της φυσικής ξηράνσεως ποικίλλει συνήθως από 1 έως 2 χρόνια και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Οι σημαντικότεροι είναι:

– Το είδος της ξυλείας. Τα μαλακά ξύλα (πεύκο, έλατο) ξηραίνονται ταχύτερα από τα σκληρά (καρυδιά, δρυς).

– Το πάχος και γενικά ο όγκος των ξύλων. Τα ογκωδέστερα ξύλα ξηραίνονται αργότερα από τα λεπτότερα.

– Οι κλιματολογικές συνθήκες. Σε θερμά και ξηρά κλίματα επιτυγχάνεται ταχύτερη ξήρανση παρά σε ψυχρά και υγρά.

– Ο προορισμός της ξυλείας.

Ξυλεία κοινών κατασκευών (καλούπια μπετόν κ.α.) αφήνεται συνήθως 1 χρόνο. Ξύλα που προορίζονται για κουφώματα και κυρίως για έπιπλα ξηραίνονται επί 2 ή περισσότερα χρόνια, ενώ αυτά με τα οποία πρόκειται να κατασκευαστούν ειδικά αντικείμενα (μουσικά όργανα) μπορεί να παραμείνουν για ξήρανση για περισσότερα από 4 χρόνια.

2) Η τεχνητή ξήρανση επεβλήθη στα περισσότερα είδη ξυλείας γιατί με τη μέθοδο αυτή επιτυγχάνεται εξαιρετικά μεγάλη μείωση του χρόνου που μεσολαβεί μεταξύ της κοπής του δέντρου και της παραδόσεως στον καταναλωτή της έτοιμης ξυλείας. Ο χρόνος αυτός όπως αναφέραμε πιο πάνω είναι πολύ μεγάλος όταν εφαρμόζεται η φυσική ξήρανση. Η τεχνική ξήρανση επιτυγχάνεται με τρεις τρόπους:

– Ξήρανση με θερμό αέρα.

– Ξήρανση με ατμό.

– Ξήρανση με καπνό.

Η συνηθισμένη μέθοδος είναι η τοποθέτηση των ξύλων μέσα σε κλειστούς ορθογωνικούς θαλάμους (σχ. 7.3ι και 7.3ια). Τα ξύλα σωρεύονται όπως στην περίπτωση της φυσικής ξηράνσεως. Στο θάλαμο αυτό διοχετεύεται θερμός αέρας ή ατμός ή καπνός που προκαλεί την εξάτμιση ή την έκπλυση των χυμών των ξύλων.

Βελτιωμένη μέθοδος με την οποία επιτυγχάνεται ταχύτερα η ξήρανση μεγάλων ποσοτήτων ξυλείας είναι η συνεχής ξήρανση.

Η καλύτερη μέθοδος ξηράνσεως είναι η φυσική και ακολουθούν η τεχνητή με καπνό, με αέρα και τελευταία με ατμό.



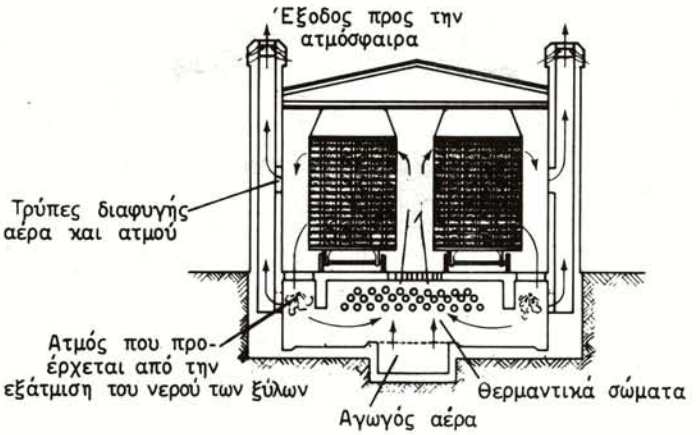
Σχ. 7.3ζ.
Τοποθέτηση μεγάλων κορμών για τη φυσική ξήρανσή τους, αφού προηγουμένως έχουν κοπεί κατά μήκος του άξονά τους. Ανάλογα με το είδος του δέντρου καθορίζεται το πάχος των πλακών.



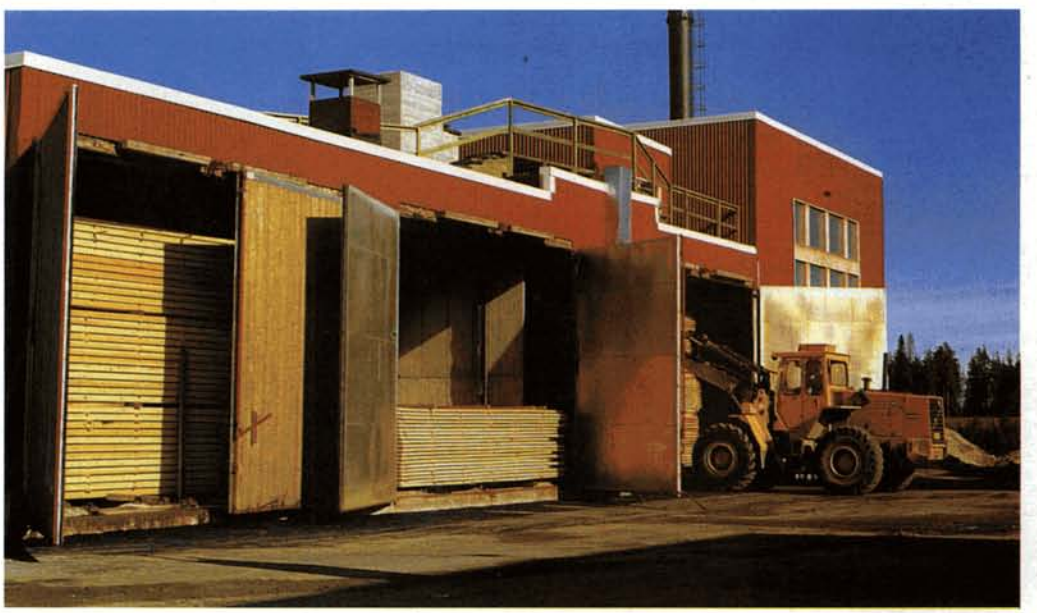
Σχ. 7.3η.
Πριστή ξυλεία τοποθετημένη κάτω από στέγαστρο για τη φυσική ξήρανσή της.



Σχ. 7.3θ.
Κακή στοίβαση, όπως αυτή της φωτογραφίας προκαλεί μόνιμες παραμορφώσεις και στρεβλώσεις της πριστής ξυλείας.



Σχ. 7.3ι.
Σχηματική παράσταση ξηραντηρίου. Τα ξύλα μεταφέρονται με φορείο ή με περονοφόρο όχημα και τοποθετούνται μέσα στο ξηραντήριο. Από ορισμένες οπές διοχετεύεται θερμός αέρας ή ατμός.



Σχ. 7.3ια.
Ξηραντήρια θερμού αέρα ή ατμού.

7.3.3 3ο στάδιο.

Το στάδιο αυτό αναφέρεται μόνο στην πριονιστή ή πριστή ξυλεία. Το πριόνισμα (αλλιώς πρίση ή σχίσιμο) γίνεται μετά την επιλογή των καταλλήλων κορμών και προτού γίνει το ξέπλυμα και η ξήρανση. Η εργασία γίνεται σε εργοστάσια που διαθέτουν διαφόρων τύπων πριόνια. Οι συνηθέστεροι τύποι είναι οι δισκοπρίονες, οι καταρράκτες (σχ. 7.3ιβ), οι κατακόρυφοι πρίονες, κοινώς κορδέλες (σχ. 7.3ιγ και 7.3κε) και οι οριζόντιοι πρίονες.

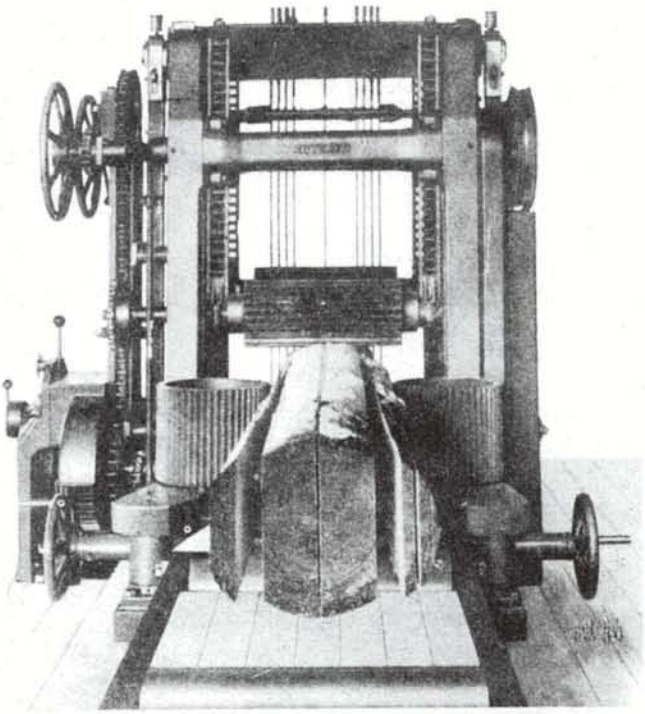
Το πριόνισμα γίνεται με διάφορους τρόπους ανάλογα με το είδος της πριστής ξυλείας που επιδιώκομε να αποκτήσομε και με την αξία που έχει το ξύλο. Τα βασικά είδη πριστής ξυλείας που χρησιμοποιούνται στη δομική είναι τα κάτωθι (σχ. 7.3κ).

– Δοκοί. Έχουν συνήθως ορθογωνική διατομή (σχ. 7.3ιδ).

– Καδρόνια με τετραγωνική διατομή ή με μικρή διαφορά μεταξύ πλάτους και ύψους (πάχους) (σχ. 7.3ιε).

– Πλάκες που έχουν πλάτος πολύ μεγαλύτερο από το πάχος τους, που είναι όμως αρκετά μεγάλο (σχ. 7.3ιστ).

– Σανίδες. Λεπτό πάχος αλλά μεγαλύτερο πλάτος (σχ. 7.3ιζ).



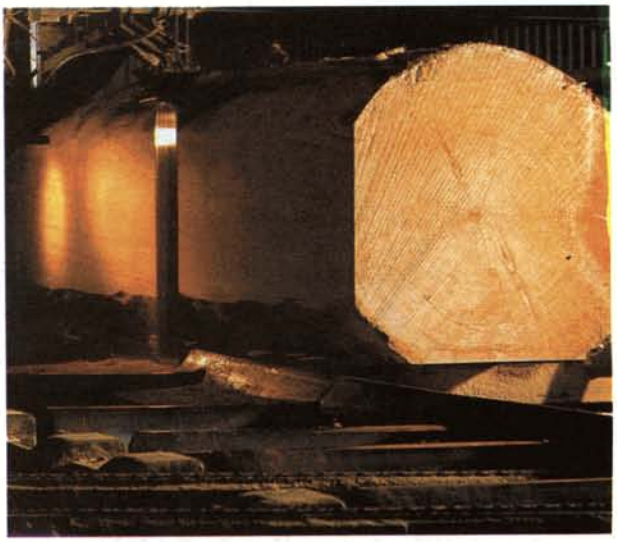
Σχ. 7.3ιθ.
Καταρράκτης ή πολυπρίονο παλαιού τύπου. Μπορεί να κόψει ταυτόχρονα ένα κορμό σε περισσότερα από ένα τμήματα κατά μήκος του άξονα του κορμού.



Σχ. 7.3ιδ.
Δοκοί ορθογωνικής διατομής.



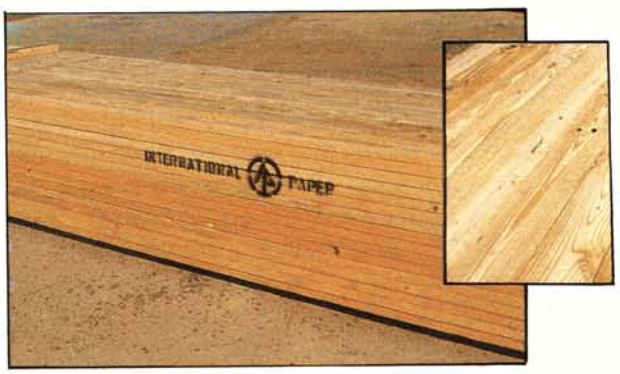
Σχ. 7.3ιε.
Καδρόνια.



Σχ. 7.3ιγ.
Κατακόρυφο πριόνι για την κοπή μεγάλων κορμών.



Σχ. 7.3ιστ.
Πλάκες.



Σχ. 7.3ιζ.
Σανίδες.

– Οροφοπήχεις. Λεπτά τετράγωνα ή ορθογώνια ξύλα.

– Λεπτά φύλλα (καπλαμάδες) (σχ. 7.3ιη).

– Ειδικά τεμάχια προοριζόμενα για διάφορες κατασκευές (κουφώματα κ.α.) (σχ. 7.3ιθ).

Στο σχήμα 7.3κ διακρίνονται τα διάφορα είδη πριστής ξυλείας και πώς μπορεί αυτά να προκύψουν από ένα κορμό.

Για να αποκτηθούν τα είδη αυτά της ξυλείας πρέπει να πριονιστεί ο κορμός με διαφορετικούς τρόπους. Υπάρχουν τρεις βασικοί τρόποι πριονισμού (σχ. 7.3κα και 7.3κβ).

Πριονισμός κατά τη χορδή, κατά την ακτίνα και κάθετος προς τον άξονα του κορμού. Ανάλογα με τον τρόπο κοπής του κορμού προκύπτει ξυλεία διαφορετικής ποιότητας και διαφορετικής εμφανίσεως των επιφανειών όπως φαίνεται στα σχήματα 7.3κγ και 7.3κδ. Ειδικότερα η κοπή του κορμού πρέπει να γίνει όπως αναφέρεται σχηματικά πιο κάτω ώστε να παραχθούν τα διάφορα είδη ξυλείας.

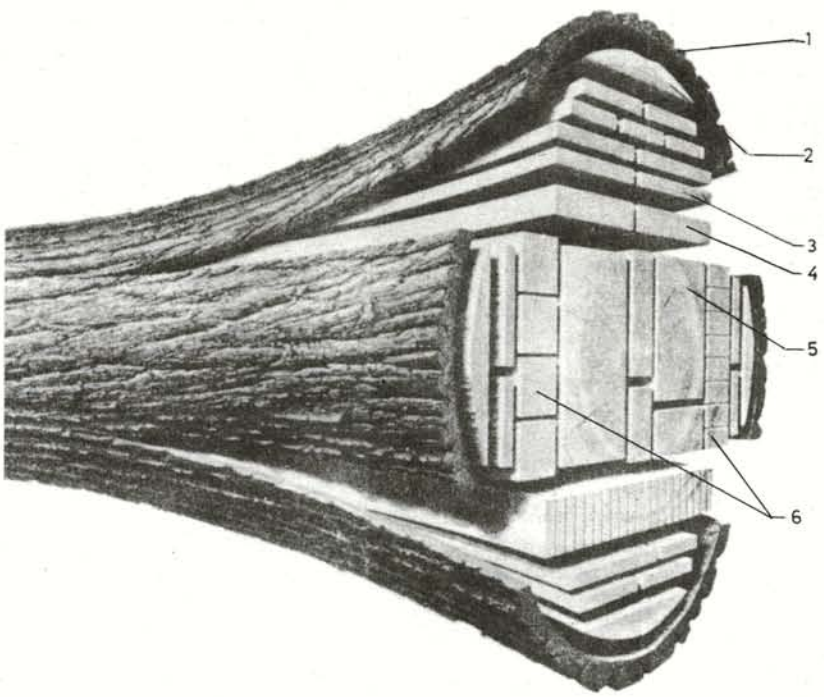
Δοκοί και ***καδρόνια***. Γίνονται τομές κατά



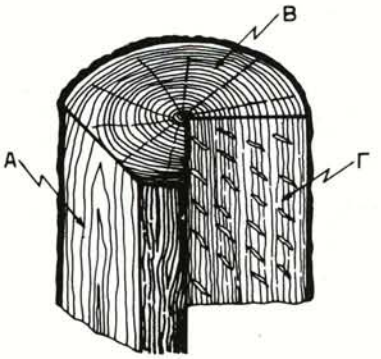
Σχ. 7.3ιη.
Λεπτά φύλλα (καπλαμάδες).



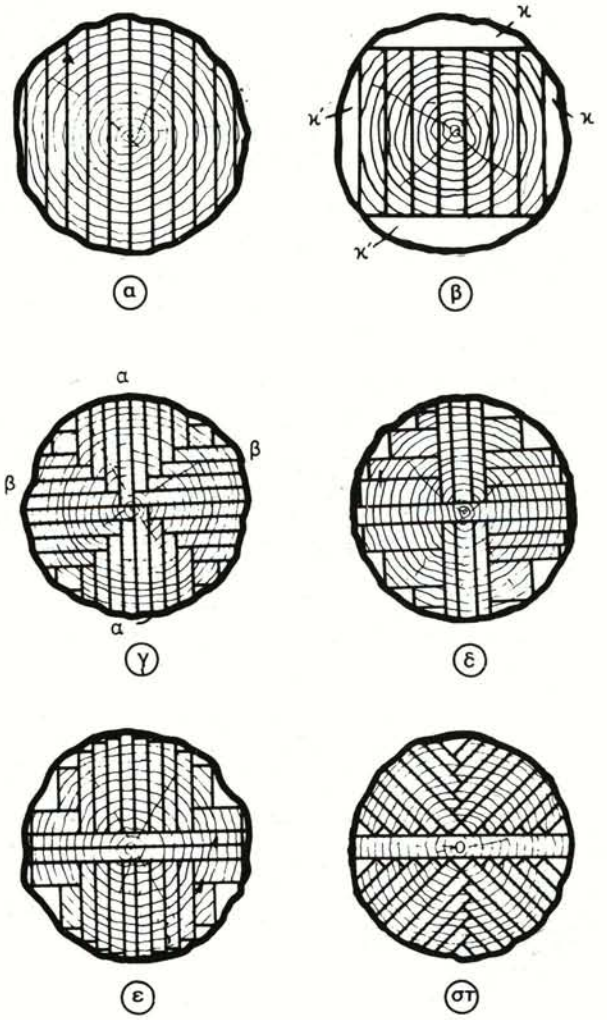
Σχ. 7.3ιθ.
Ειδικά τεμάχια κατάλληλα για συμπληρωματικά στοιχεία των κτηρίων (π.χ. κουφώματα).



Σχ. 7.3κ.
Τα διάφορα είδη πριστής ξυλείας, που μπορεί να προκύψουν από τον πριονισμό ενός κορμού: 1) Φλοιός, κατάλληλος μόνο για 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.



Σχ. 7.3κα.
Βασικοί τρόποι κοπής ενός κορμού για να προκύψουν είδη πριστής ξυλείας: Α) Κοπή κατά τη χορδή ή την εφαπτομένη. Β) Εγκάρσια τομή. Γ) Κοπή κατά την ακτίνα. Διακρίνεται η διαφορετική εμφάνιση των επιφανειών των τομών αναλόγως της κατευθύνσεως της κοπής.



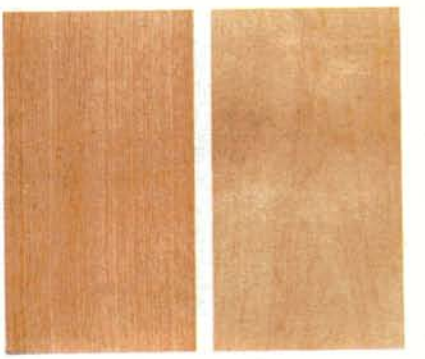
Σχ. 7.3κβ.
Διάφοροι τρόποι κοπής κορμού κατά μήκος για την απόκτηση πριστής ξυλείας ειδικής μορφής.



Σχ. 7.3κγ.
Διακοσμητική επιφάνεια λεπτών φύλλων που προέρχονται από πολύτιμα ξύλα.



Σημύδα | Μαύρη καρυδιά | Λευκή δρυς



Κόκκινη δρυς | Σκληρή σφένδαμος

Σχ. 7.3κδ.
Επιφάνεια λεπτών φύλλων (καπλαμάδων) από συνήθη δένδρα.

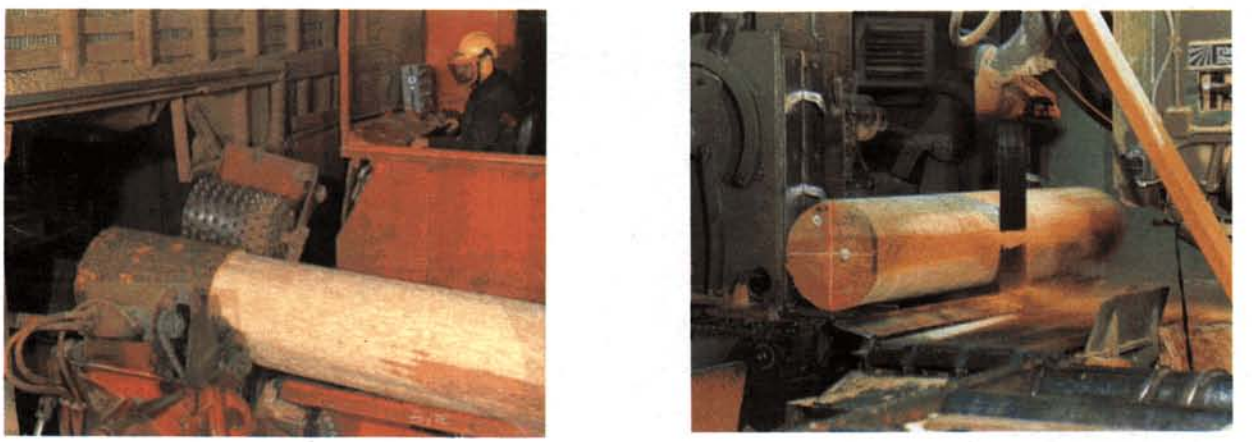
τη χορδή και εν συνεχεία κατά την ακτίνα [(σχ. 7.3κβ (α) και (β)] για δοκούς και κατά τη χορδή για καδρόνια [(σχ. 7.3κβ (γ), (δ) και (ε)].

Πλάκες και σανίδες. Γίνεται πριονισμός κατά τη χορδή ή κατά την ακτίνα. Με σχίσιμο κατά τη χορδή [(σχ. 7.3κβ (α)] προκύπτουν πλάκες πάχους 4 cm έως 12 cm που καλούνται ***αξεφάρδιστες*** διότι δεν έχουν όλες το ίδιο πλάτος και ταυτόχρονα οι στενές πλευρές τους δεν έχουν ορθογωνιαστεί. Εάν η τομή γίνει όπως στο σχήμα 7.3κβ, δηλαδή αφαιρεθούν πρώτα τα τέσσερα εξωτερικά τμήματα του κορμού (κοινώς καπάκια) και μετά γίνει ο πριονισμός κατά τη χορδή παραλαμβάνομε τις λεγόμενες ***ξεφαρδισμένες*** πλάκες. Και στις δύο περιπτώσεις επισημαίνομε ότι οι μεσαίες πλάκες είναι καλύτερης ποιότητας από τις ακραίες διότι περιλαμβάνουν το ξύλο της καρδιάς. Επίσης ότι η αντοχή σε φθορά της επιφάνειας των πλακών είναι μειωμένη γιατί οι τομές είναι κάθετες στους ετήσιους δακτύλιους.

Στον πριονισμό κατά την ακτίνα που εφαρμόζεται συνήθως σε μεγάλης διαμέτρου κορμούς, κόβεται ο κορμός σε τέσσερα ίσα τεμάχια κατά τις διαμέτρους α-α και β-β [(σχ. 7.3κβ (γ)[. Κατόπιν πριονίζονται εναλλάξ οι δύο επίπεδες επιφάνειες του τεμαχίου και έτσι δημιουργούνται σανίδες συνεχώς στενότερες. Στο τέλος προκύπτουν και τέσσερα καδρόνια.

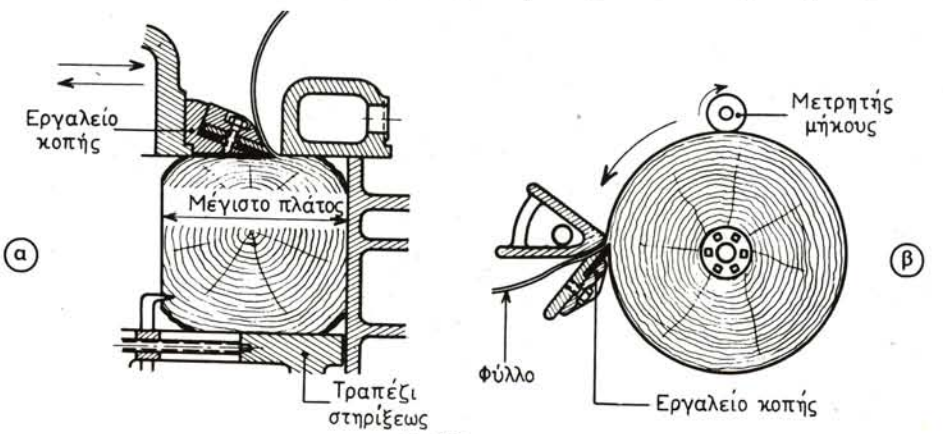
Λεπτά φύλλα. Από κορμούς ορισμένων δέντρων (σκλήθρο, οκουμέ κ.α.) παράγονται λεπτά φύλλα για την κατασκευή αντικολλητών φύλλων (***κόντρα-πλακέ***). Από κορμούς πολυτίμων ξύλων (καρυδιά κλπ.) παράγονται ακόμη λεπτότερα φύλλα που χρησιμοποιούνται στην επιπλοποιία (***καπλαμάδες***). Τα φύλλα αυτά εμφανίζουν θαυμάσια σχέδια στην επιφάνειά τους και χρησιμοποιούνται κυρίως στην επιπλοποιία (σχ. 7.3κγ).

Οι επιλεγμένοι κορμοί τοποθετούνται σε κλειστούς χώρους με ατμό υπό πίεση για να μαλακώσουν και να κοπούν ευκολότερα. Η κοπή γίνεται με τη βοήθεια καταλλήλων μηχανημάτων κατά επίπεδες επιφάνειες [(σχ. 7.3κστ(α)] ή κατά την περιφέρεια [(σχ. 7.3κστ (β)] με συνεχή περιστροφή του κορμού. Στην πρώτη περίπτωση το πάχος των φύλλων κυμαίνεται μεταξύ 1/4 mm και 4 mm, ενώ στη



α β

Σχ. 7.3κε.
Προετοιμασία και κοπή του κορμού με κατακόρυφο πριόνι: α) Αποφλοίωση του κορμού. β) Κοπή του κορμού.



Σχ. 7.3κστ.
Τρόποι αποκτήσεως λεπτών φύλλων: α) Κοπή σε παράλληλα φύλλα. β) Κοπή κατά την περιφέρεια.

δεύτερη περίπτωση το πάχος μπορεί να είναι 1/2 mm έως 8 mm. Τα πολύ λεπτά φύλλα (καπλαμάδες) έχουν πάχος 1/4 έως 1 mm.

7.4 Ιδιότητες του ξύλου.

Ο βαθμός εκδηλώσεως των ιδιοτήτων του ξύλου διαφέρει σημαντικά στα ξύλα που προέρχονται από τα διάφορα δέντρα και ακόμη στα ξύλα που προέρχονται από δέντρα του αυτού είδους και στα ξύλα που προέρχονται από διάφορα μέρη του κορμού.

Οι διαφορές αυτές οφείλονται:

– Στο γεγονός ότι η ανάπτυξη των δέντρων των διαφόρων ειδών αλλά και των δέντρων του αυτού είδους εξαρτώνται από τη βιολογική τους δομή και από παράγοντες εδάφους, κλίματος, ηλικίας, προσανατολισμού κλπ.

– Στην ανομοιογένεια της μάζας του ξύλου που οφείλεται στην ύπαρξη των επαλλήλων στρωμάτων των ινών, τα οποία έχουν διαφορετική ηλικία και σκληρότητα.

– Στην ύπαρξη ελαττωμάτων αφανών ή εμφανών.

Για τους λόγους αυτούς είναι εξαιρετικά δύσκολος ο προσδιορισμός των ιδιοτήτων ενός τεμαχίου ξύλου έστω και αν προέρχεται από γνωστό είδος. Μόνον πεπειραμένοι ειδικοί μπορούν να δώσουν κατά προσέγγιση ικανοποιητικά αποτελέσματα. Σε περιπτώσεις μεγάλων ή σημαντικών έργων είναι απαραίτητη η εργαστηριακή έρευνα των ιδιοτήτων της ξυλείας που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί.

Οι βασικές ιδιότητες που πρέπει να εξετασθούν είναι οι παρακάτω:

7.4.1 Πυκνότητα. Απόλυτο και φαινόμενο ειδικό βάρος.

α) Η πυκνότητα (ρ), δηλαδή ο όγκος της ύλης που περιέχεται στη μονάδα του φαινόμενου όγκου, κυμαίνεται στα διάφορα είδη των ξύλων μεταξύ 0,05 και 0,85. Υπάρχουν δηλαδή ξύλα στα οποία τα κενά καταλαμβάνουν όγκο το 0,95 του συνολικού όγκου και άλλα που τα κενά τους καταλαμβάνουν μόνο το 15% του όλου όγκου. Αλλά και ξύλα που προέρχονται από διάφορα τμήματα του ίδιου κορμού εμφανίζουν διαφορετική πυκνότητα.

Η πυκνότητα επηρεάζει σημαντικά άλλες ιδιότητες του ξύλου και ειδικότερα το ειδικό βάρος του, τη σκληρότητά του, την αντοχή του και κυρίως την απορροφητικότητά του. Όσο αραιότερο είναι το ξύλο τόσο περισσότερη υγρασία απορροφά, πράγμα που θεωρείται σοβαρό μειονέκτημα. Η υγρασία που παραμένει μέσα στη μάζα του ξύλου συντελεί στην ανάπτυξη διαφόρων μικροοργανισμών οι οποίοι προκαλούν το σάπισμά του. Επίσης το κάνει μαλακότερο. Τα μικρής πυκνότητας ξύλα ξεραίνονται πολύ δύσκολα και συγκρατούν μεγαλύτερα ποσοστά υγρασίας από ότι τα μεγάλης πυκνότητας. Από την πυκνότητα επηρεάζεται η συρρίκνωση και η διόγκωση του ξύλου. Τέλος επηρεάζει τις ιδιότητες που έχουν σχέση με τη βιομηχανική επεξεργασία. Κατά συνέπεια πρέπει να χρησιμοποιούνται ξύλα μεγάλης πυκνότητας όταν κυρίως προορίζονται για κατασκευές που έρχονται σε άμεση επαφή με το περιβάλλον.

β) Φαινόμενο ειδικό βάρος (s) και απόλυτο ειδικό βάρος (u).

Το φαινόμενο ειδικό βάρος, το βάρος δηλαδή της ύλης που περιέχεται στη μονάδα του φαινόμενου όγκου, είναι ιδιότητα αντίστοιχη προς την πυκνότητα και ανάλογη προς αυτήν. Επομένως ισχύουν οι ίδιες παρατηρήσεις με αυτές που αναφέρθηκαν προηγουμένως για την πυκνότητα. Μεγάλο φαινόμενο ειδικό βάρος s αντιστοιχεί σε μεγάλη πυκνότητα ρ σύμφωνα με τον τύπο:

$$s = \rho \times u$$

όπου u το απόλυτο ειδικό βάρος που ισούται στα ξύλα με 1,5 p/cm^3.

Η μέτρηση του φαινόμενου ειδικού βάρους γίνεται κατά τα γνωστά [βλ. παρ. 6.1(β)]. Επειδή δε ο προσδιορισμός του φαινόμενου ειδικού βάρους είναι ευκολότερος από τον προσδιορισμό της πυκνότητας, στη βιβλιογραφία αναφαίρεται το s (πίνακας 7.4.1).

Στον πίνακα δίνονται τα s για διάφορα είδη ξύλων και για διάφορους βαθμούς υγρασίας. Στην πρώτη στήλη αναφέρονται τα βάρη των ξύλων με μηδενική σχεδόν υγρασία, στη δεύ-

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.4.1
Φαινόμενα βάρη ξύλων (σε kp/m^3)

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	570	-
Φλαμούρι	740	450	-

τερη τα βάρη με υγρασία 12% έως 15%, που κατά τον ελληνικό κανονισμό περί "βαρών και φορτίσεων οικοδομικών κατασκευών" θεωρείται η κανονική υγρασία στα χρησιμοποιούμενα ξύλα. Προϋπόθεση για τη διατήρηση των τιμών αυτών είναι η προφύλαξή τους από την εξωτερική υγρασία. Πέραν των αναφερομένων στον πίνακα βαρών υπάρχουν και ορισμένα ξύλα που είναι βαρύτερα του νερού με φαινόμενο ειδικό βάρος 1290 kp/m^3 (σιδηρόξυλο).

Το απόλυτο ειδικό βάρος του ξύλου, το βάρος δηλαδή της ύλης που περιέχεται στον απόλυτο όγκο είναι περίπου σταθερό και ίσο με 1500 kp/m^3 . Έχει όμως πολύ μικρή πρακτική σημασία και χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της πυκνότητας σύμφωνα με τον τύπο που αναφέρθηκε προηγουμένως εφ' όσον είναι γνωστό το φαινόμενο ειδικό βάρος.

7.4.2 Σκληρότητα.

Το ξύλο όπως άλλωστε όλα τα στερεά σώματα προβάλλει αντίσταση στην είσοδο ενός μυτερού αντικειμένου (π.χ. ενός καρφιού) μέσα στη μάζα του ή στη φθορά που υφίσταται στις δυνάμεις τριβής. Η ικανότητα αυτή καλείται σκληρότητα και αναφέρεται πάντοτε στην επιφάνεια ενός τεμαχίου ξύλου. Η σκληρότητα εξαρτάται κυρίως από την πυκνότητα του ξύλου και από την υγρασία που περικλείει. Επίσης εξαρτάται αν η επιφάνεια που υφίσταται την τριβή είναι κάθετη ή παράλληλη προς τις ίνες.

Τα ξύλα που προέρχονται από διάφορα είδη δέντρων ή από τμήματα του ίδιου δέντρου παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές στο βαθμό σκληρότητας. Ο βαθμός αυτός προσδιορίζεται ακριβώς με διάφορες μεθόδους. Υπάρχει όμως μια κατάταξη των ξύλων όσον αφορά στη σκληρότητά τους που βασίζεται στην εμπειρία και που στις περισσότερες περιπτώσεις καλύπτει τις απαιτήσεις των συνηθισμένων έργων. Η κατάταξη αυτή είναι:

– Σκληρά ξύλα: Δρυς, φτελιά, δεσποτάκι, καστανιά.

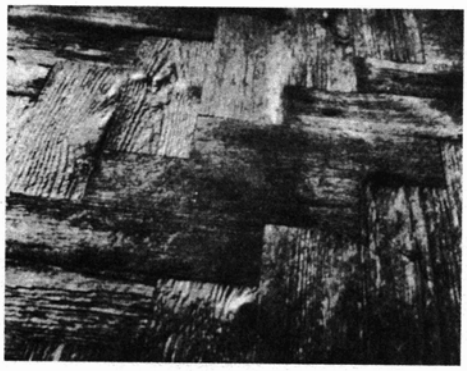
– Ημίσκληρα: Λαρικοειδές πεύκο, σκλήθρο.

– Μαλακά: Έλατο, φλαμούρι κ.α.

Ο προσδιορισμός του βαθμού σκληρότητας εξετάζεται σε ξύλα που προορίζονται για πατώματα ή σε άλλες κατασκευές που υφίστανται τριβές.

Πάντως η αντοχή των ξύλων έναντι τριβών είναι σημαντικά μικρότερη συγκρινόμενη με την αντίστοιχη αντοχή των περισσοτέρων δομικών υλικών.

Στο σχήμα 7.4α εικονίζεται η φθορά που υπέστη πάτωμα από μακροχρόνια χρήση. Χαρακτηριστικό είναι ότι οι ίνες του θερινού ξύλου όπως και οι ρόζοι παρουσιάζουν μεγαλύτερη σκληρότητα από τις ίνες του ανοιξιάτικου ξύλου.



Σχ. 7.4α.
Στη μικρή σκληρότητα του ξύλου οφείλονται οι φθορές που φαίνονται στο εικονιζόμενο τμήμα πατώματος.

7.4.3 Μηχανική αντοχή.

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

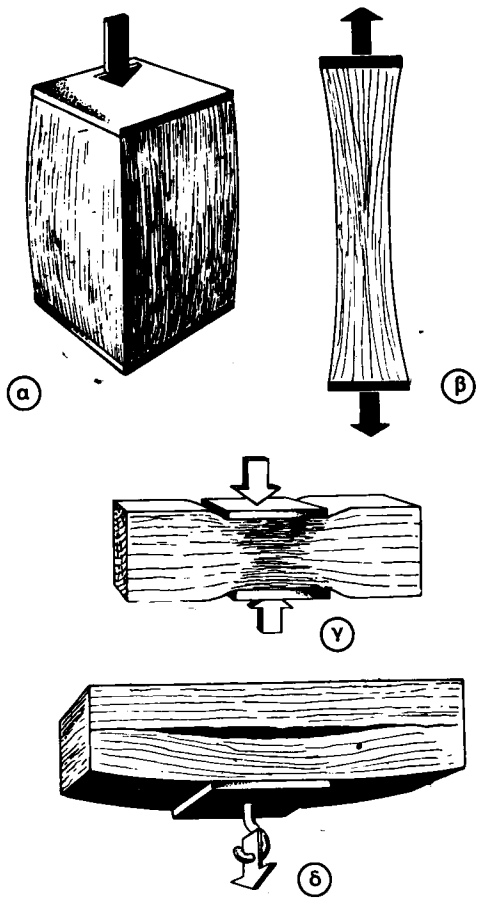
Έχομε ήδη αναφέρει ότι λόγω της ιδιάζουσας δομής του η αντοχή που εμφανίζει το ξύλο στις εξωτερικές δυνάμεις εξαρτάται από τη διεύθυνση των δυνάμεων αυτών σε σχέση με τη διεύθυνση των ινών. Η αντοχή του ξύλου είναι διαφορετική όταν οι δυνάμεις δρουν παράλληλα (συμβολισμός P//) παρά όταν δρούν κάθετα προς τις ίνες (συμβολισμός P$\perp$) (σχ. 7.4β).

α) Αντοχή σε εφελκυσμό και θλίψη.

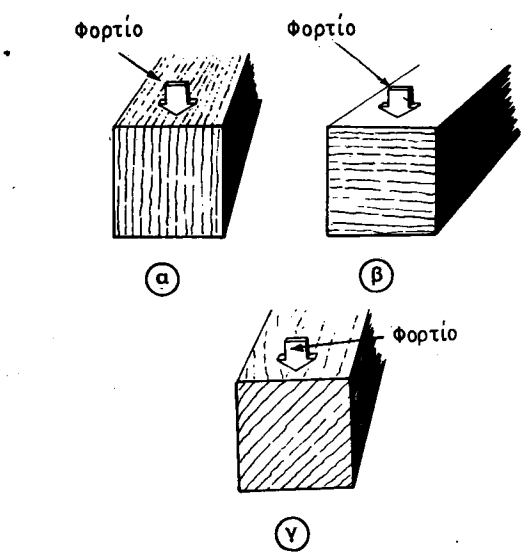
Όταν μια δύναμη εφελκυσμού [(σχ. 7.4β (β)) δρα παράλληλα προς τις ίνες πρέπει για να θραυστεί το ξύλο να σπάσει τις ίνες ενώ όταν δρα κάθετα προς αυτές αρκεί να τις διαχωρίσει [(σχ. 7.4β (δ)]. Το ίδιο συμβαίνει και όταν πρόκειται για δυνάμεις θλίψεως [(σχ. 7.4β (α) και (γ)]. Είναι φανερό ότι η μεγαλύτερη αντοχή του ξύλου σε εφελκυσμό και θλίψη εμφανίζεται όταν οι δυνάμεις δρουν παράλληλα προς τις ίνες και η μικρότερη όταν δρουν κάθετα προς αυτό [σχ. 7.4γ (α) και (β)]. Η ελάχιστη αντοχή εμφανίζεται όταν δρουν υπό γωνία 45° προς τις ίνες [(σχ. 7.4γ (γ)].

β) Αντοχή σε διάτμηση.

Στην περίπτωση που εφαρμόζονται δυνάμεις που προκαλούν διάτμηση (σχ. 7.4δ) η μέγιστη αντοχή εμφανίζεται όταν οι δυνάμεις ενεργούν κάθετα προς τις ίνες και η ελάχιστη παράλληλα προς αυτές.



Σχ. 7.46.
Τρόποι φορτίσεως ξύλων με εξωτερικές δυνάμεις: α) και β) Θλίψη και εφελκυσμός παράλληλοι με τις ίνες. γ) και δ) Θλίψη και εφελκυσμός κάθετοι στις ίνες.



Σχ. 7.4γ.
Η αντοχή του ξύλου σε θλίψη είναι μεγαλύτερη όταν φορτίζεται με δυνάμεις παράλληλες με τις ίνες (α). Η αμέσως μικρότερη αντοχή εμφανίζεται όταν οι δυνάμεις δρουν κάθετα στις ίνες (β) και η πιο αδύνατη αντοχή εμφανίζεται όταν δρουν με γωνία 45° προς τις ίνες (γ).

γ) Αντοχή σε κάμψη.

Όταν οι δυνάμεις προκαλούν κάμψη (σχ. 7.4ε) η μεγαλύτερη αντοχή εμφανίζεται όταν αυτές ενεργούν κάθετα προς τις ίνες. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι σε ένα καμπτόμενο στοιχείο (σχ. 7.4ε) αναπτύσσονται στο εσωτερικό του ξύλου τάσεις θλίψεως στο άνω μισό της διατομής παράλληλα προς τις ίνες και τάσεις εφελκυσμού στο κάτω μισό, επίσης παράλληλα προς τις ίνες. Έτσι οι εξωτερικές δυνάμεις που προκαλούν κάμψη και οι οποίες είναι κάθετες στις ίνες προκαλούν στο εσωτερικό δυνάμεις (τάσεις) θλίψεως και εφελκυσμού παράλληλα προς τις ίνες και κατά συνέπεια ισχύουν αυτά που αναφέρθηκαν προηγουμένως στην περίπτωση θλίψεως και εφελκυσμού.

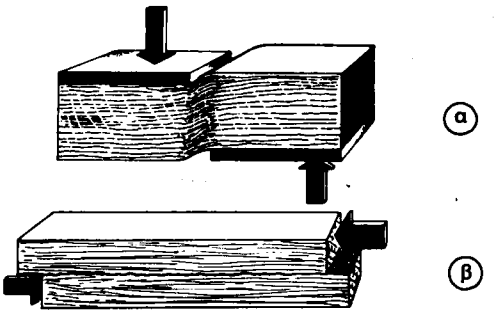
Η αντοχή του ξύλου εξαρτάται εκτός από τη διεύθυνση των εξωτερικών δυνάμεων και από το είδος του δέντρου από το οποίο προέρχεται. Όσο βαρύτερο και σκληρότερο είναι ένα ξύλο τόσο μεγαλύτερη αντοχή στις καταπονήσεις εμφανίζει. Το ίδιο ισχύει και για την επίδραση της υγρασίας που περιέχει. Τα υγρά ή χλωρά ξύλα εμφανίζουν μικρότερη μηχανική αντοχή από τα ξηρά.

Τέλος βασικός παράγων που επηρεάζει δυσμενώς την αντοχή του ξύλου είναι η ύπαρξη ελαττωμάτων (παρ. 7.5). Ένας ρόζος που δεν είναι καλά ενσωματωμένος μέσα στη μάζα του ξύλου μπορεί να ελαττώσει το μισό ή και περισσότερο την αντοχή του ξύλου. Το ίδιο θα συμβεί όταν υπάρχει ένα τμήμα του ξύλου που εμφανίζει ενδείξεις σαπίσματος ή όταν τα νερά του ξύλου αλλάζουν απότομα κατεύθυνση.

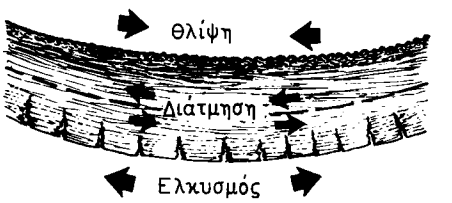
Στον πίνακα 7.4.2 αναγράφονται οι επιτρεπόμενες τιμές ορθών ($\sigma_{επ}$) και διατμητικών τάσεων ($\tau_{επ}$) διαφόρων ειδών ξύλων, που έχουν φυσικώς ξεραθεί και η υγρασία που περιέχουν είναι μικρότερη του 20% του όγκου τους. Για ξύλα με μεγαλύτερο ποσοστό υγρασίας ή για τμήματα ξύλων που είναι βυθισμένα στο νερό οι επιτρεπόμενες τάσεις είναι πολύ μικρότερες και μπορεί να μειωθούν στο μισό των αναγραφομένων στον πίνακα 7.4.2.

7.4.4 Ελαστικότητα. Ευκαμψία.

Ελαστικότητα ονομάζεται η ικανότητα ενός παραμορφωμένου σώματος να αναλάβει την αρχική του μορφή αμέσως μετά την αφαίρεση των εξωτερικών δυνάμεων που έχουν προκαλέσει την παραμόρφωση. Το ξύλο κατέχει σε μεγάλο βαθμό την ικανότητα αυτή. Κάμπτεται σημαντικά κάτω από την επίδραση διαφόρων δυνάμεων χωρίς να θραύεται και ξαναπαίρνει το αρχικό του σχήμα πολύ γρήγορα. Αντίθετα τα υλικά που έχομε αναπτύξει προηγουμένως (φυσικοί λίθοι, τεχνητοί λίθοι, σκυρόδεμα) στε-



Σχ. 7.4δ.
Διεύθυνση των εξωτερικών δυνάμεων που προκαλούν διάτμηση. Η μέγιστη αντοχή εμφανίζεται όταν δρουν καθέτως προς τις ίνες και η ελάχιστη όταν δρουν παράλληλα με αυτές.



Σχ. 7.4ε.
Συμπεριφορά του ξύλου, όταν υφίσταται κάμψη από εξωτερικές δυνάμεις κάθετες προς τις ίνες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.4.2
Επιτρεπόμενες τάσεις $\sigma_{επιτρ.}$ και $\tau_{επιτρ.}$ (kp/cm²)

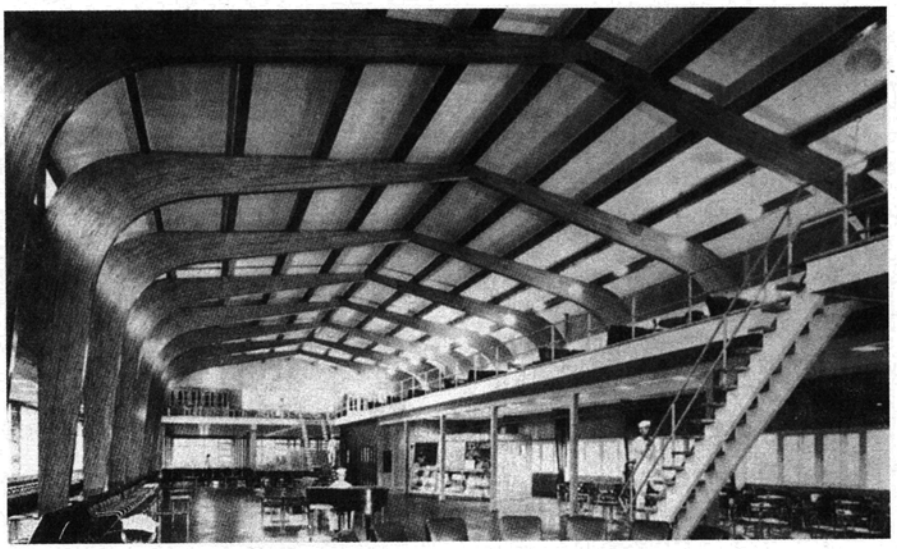
α/α	Είδος καταπονήσεως	Κατηγορία III		Κατηγορία II		Κατηγορία I	
		Κωνοφόρα	Δρυς Οξυά	Κωνοφόρα	Δρυς Οξυά	Κωνοφόρα	Δρυς Οξυά
1	Κάμψη-$\sigma_{επιτρ.}$	70	75	100	110	130	140
2	Κάμψη σε συνεχείς δοκούς σ_b	75	80	110	120	140	155
3	Εφελκυσμός // προς διεύθυνση. ινών σ_z	0	0	85	100	105	110
4	Θλίψη // προς 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 συμπιέσεις σ_d⊥	25	40	25	40	25	40
7	Διάτμηση // προς διεύθυνση ινών και **επιφανειών** συγκολλήσεως $\tau_{επιτρ.}$	9	10	9	10	9	12

ρούνται πρακτικά αυτή την ιδιότητα.

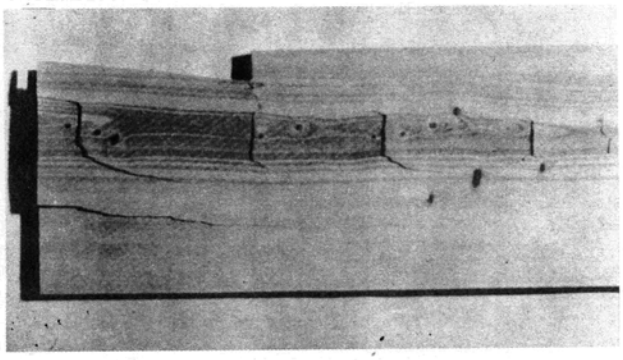
Η μεγάλη ελαστικότητα αποτελεί σπουδαίο προσόν για το ξύλο σε πολλές περιπτώσεις. Κυρίως για τη δομική ξυλεία γιατί μια έντονη παραμόρφωση αποτελεί ένδειξη μιας επικείμενης θραύσεως. Σε περιπτώσεις όμως που απαιτείται η κατασκευή να είναι άκαμπτη αποτελεί μειονέκτημα. Η ελαστικότητα διαφέρει στα διάφορα είδη των ξύλων. Εξαρτάται από τη διάταξη των ινών, από τη διεύθυνση των εξωτερικών δυνάμεων, από το είδος του ξύλου, από την υγρασία που περιέχει και από άλλους μικρότερης σημασίας παράγοντες.

Έχει παρατηρηθεί ότι τα ξύλα με μικρό ειδικό βάρος είναι ελαστικότερα αυτών με μεγάλο βάρος. Επίσης τα χλωρά ή υγρά ξύλα είναι ελαστικότερα των ξηρών και τα στερούμενα ρυτίνης είναι ελαστικότερα των περιεχόντων ρητίνη.

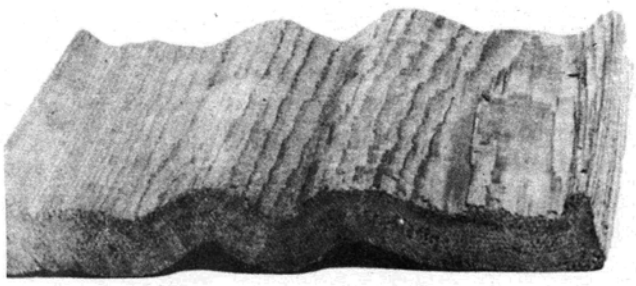
Ανάλογη προς την ελαστικότητα ιδιότητα είναι η ***ευκαμψία***. Η ιδιότητα αυτή επιτρέπει στο ξύλο να φορτιστεί πέραν ενός ορισμένου ορίου, του ορίου ελαστικότητας και να υποστεί μόνιμη παραμόρφωση χωρίς να σπάσει. Η ιδιότητα αυτή που λείπει στα παραδοσιακά υλικά, επιτρέπει την απόκτηση καμπύλων δομικών στοιχείων (σχ. 7.4στ) καθώς και πλήθος άλλων αντικειμένων (μουσικά όργανα κλπ.).



Σχ. 7.4στ.
Μεγάλη αίθουσα με σκελετό από καμπύλα ξύλινα πλαίσια που κατασκευάστηκαν με συγκολλητά στοιχεία (τεχνητή ξυλεία). Η κατασκευή αυτή έγινε δυνατή λόγω της ευκαμψίας του ξύλου.



Σχ. 7.4ζ.
Έντονες σχισμές παρουσιάζονται στο μαλακό ξύλο του σομφού λόγω ανομοιομορφίας συρρικνώσεως των ινών.



Σχ. 7.4η.
Καταστροφή τεμαχίου ξύλου λόγω ισχυρής συρρικνώσεως.

7.4.5 Υγροσκοπικότητα.

Η ιδιότητα αυτή που επιτρέπει στο ξύλο να προσλαβάνει και να αποδίδει υγρασία είναι σημαντική. Αποτελεί σοβαρό μειονέκτημα διότι η υγρασία είναι η αιτία σοβαρών βλαβών και καταστροφών.

Τα μαλακά ξύλα είναι περισσότερο υγροσκοπικά των σκληρών και γι' αυτό πρέπει να αποφεύγεται γενικώς η χρήση τους σε δομικές εργασίες εξωτερικού χώρου.

7.4.6 Συρρίκνωση ή συστολή.

Το ξύλο έχει την ιδιότητα να συστέλλεται και να διαστέλλεται σε μεγάλο βαθμό ανάλογα με το ποσό της υγρασίας που συγκρατεί. Αυτό αποτελεί σοβαρότατο μειονέκτημα και εξαρτάται από την υγροσκοπικότητα του ξύλου, από το είδος του ξύλου και από τη θέση του χρησιμοποιούμενου τεμαχίου στον κορμό του δέντρου.

Η ολική συρρίκνωση (Β) ενός ξύλου προσδιορίζεται από τον τύπο:

$$B = \frac{V_1 - V_2}{V} \times 100$$

όπου V_1 και V_2 είναι αντίστοιχα οι όγκοι του κορεσμένου από υγρασία και του εντελώς ξερού ξύλου. Η ολική συρρίκνωση στα διάφορα είδη των ξύλων κυμαίνεται μεταξύ 5% και 20%. Τα καταστρεπτικά αποτελέσματα της συρρικνώσεως φαίνονται στα σχήματα 7.4ζ και 7.4η.

7.5 Ελαττώματα του ξύλου.

Τα ελαττώματα του ξύλου, που θα αναπτυχθούν παρακάτω και οι ιδιότητες που εκδηλώνει προσδιορίζουν την ποιότητά του και την καταλληλότητά του για τις διάφορες κατασκευές.

Τα κυριότερα ελαττώματα είναι:

7.5.1 Οι ρόζοι.

Οι ρόζοι είναι μικρά ή μεγάλα εγκλείσματα, που εμφανίζονται μέσα στη μάζα του ξύλου. Είναι διαφορετικής συστάσεως από το ξύλο που τους περιβάλλει. Εμφανίζονται στην επιφάνεια ενός πριονισμένου ξύλου με κυκλική ελλειψοειδή ή σπανιότερα επιμήκη μορφή (σχ. 7.5α).

Οι ρόζοι οφείλονται στους νεότερους κλάδους που φυτρώνουν στον κορμό των δέντρων. Δημιουργούνται κατά τον εξής τρόπο: Ο κεντρικός δακτύλιος, η εντεριώνη δηλαδή των κλάδων αποτελεί συνέχεια της εντεριώνης του κορμού. Οι ετήσιοι δακτύλιοι του κορμού αλλάζουν διεύθυνση στη βάση του κλάδου και δημιουργούνται έτσι οι ετήσιοι δακτύλιοι του κλάδου [(σχ. 7.5β (α)] που αποτελούν συνέχεια των δακτυλίων του κορμού. Επειδή όμως η ανάπτυξη του κλάδου δεν ακολουθεί την ανάπτυξη του κορμού, το πάχος των δακτυλίων του είναι πολύ μικρότερο και το ξύλο του πολύ σκληρότερο από τα αντίστοιχα του κορμού.

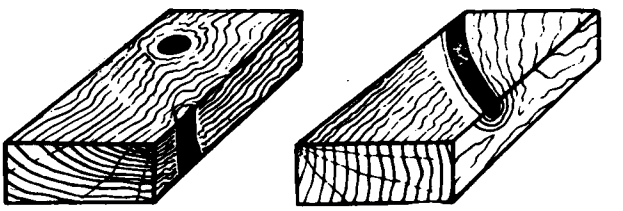
Εάν ο κλάδος νεκρωθεί και πάψει να αναπτύσσεται δεν δημιουργούνται νέοι δακτύλιοι γύρω από αυτόν [(σχ. 7.5β (β)]. Ο κορμός όμως συνεχίζει να δημιουργεί τους νέους ετήσιους δακτύλιους, οι οποίοι περιβάλλουν τη βάση του κλάδου που νεκρώθηκε χωρίς όμως να συνδέονται με το ξύλο του νεκρού κλάδου. Έτσι δημιουργείται σιγά-σιγά ένα νεκρό σώμα μέσα στη μάζα του ξύλου του κορμού. Όταν όμως ο κορμός πριονιστεί σε σανίδες, καδρόνια, δοκούς κλπ. τότε ένα τμήμα του νεκρωθέντος κλάδου παραμένει ως ρόζος μέσα στο κομμένο ξύλο. Ο ρόζος αυτός φεύγει εύκολα με μια απλή πίεση του χεριού και στη θέση του μένει μια τρύπα. Εάν η βάση του κλάδου αρχίζει να σαπίζει, τότε υπάρχει κίνδυνος να καταστραφεί και το ξύλο του κορμού.

Από την ανάλυση που προηγήθηκε προκύπτει ότι υπάρχουν δύο ειδών ρόζοι.

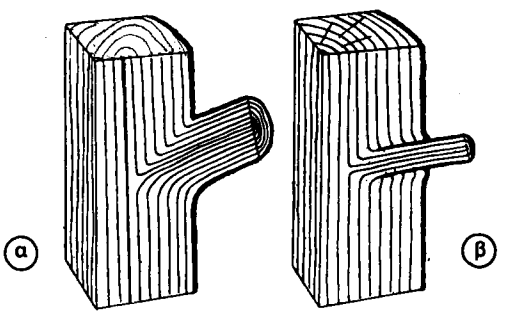
– Ρόζοι που οφείλονται σε ζωντανούς κλάδους. Είναι οργανικά δεμένοι με το ξύλο, διακόπτουν όμως τη συνέχεια των ινών και είναι σκληρότεροι και ξηρότεροι από το υπόλοιπο ξύλο. Δεν παύουν όμως να δημιουργούν μια ελαττωματική περιοχή στο ξύλο (σχ. 7.5α).

– Ρόζοι που οφείλονται σε νεκρούς κλάδους. Δεν συνδέονται με το ξύλο και φεύγουν εύκολα αφήνοντας μια τρύπα. Σοβαρό ελάττωμα που προκαλεί μεγάλη σπατάλη ξύλου διότι τα τμήματα που περιέχουν αυτού του τύπου ρόζους πρέπει να αφαιρούνται (σχ. 7.5γ).

Ρόζοι του πρώτου είδους επιτρέπεται να εμφανίζονται σε διάφορα είδη ξυλείας (δοκοί, σανίδες κλπ.) αλλά μειώνουν την ποιότητά της.



Σχ. 7.5α.
Διάφοροι ρόζοι σε σανίδα.



Σχ. 7.5β.
Δημιουργία ρόζων από τους κλάδους: α) Ζωντανός κλάδος. β) Νεκρός κλάδος.

Όσο περισσότεροι τέτοιοι ρόζοι περιέχονται σε ένα τεμάχιο τόσο χαμηλότερης ποιότητας θεωρείται. Η απόσταση επίσης μεταξύ των ρόζων που περιέχει ένα τεμάχιο προσδιορίζει, σύμφωνα με τον κανονισμό των ξυλίνων κατασκευών, την ποιότητά του.

Η ελαττωματικότητα του ξύλου λόγω της υπάρξεως των ρόζων οφείλεται:

1) Στην ελάττωση της μηχανικής αντοχής του. Οι ρόζοι διακόπτουν τη συνέχεια των ινών και κατά συνέπεια εξασθενίζουν το ξύλο στο σημείο εκείνο.

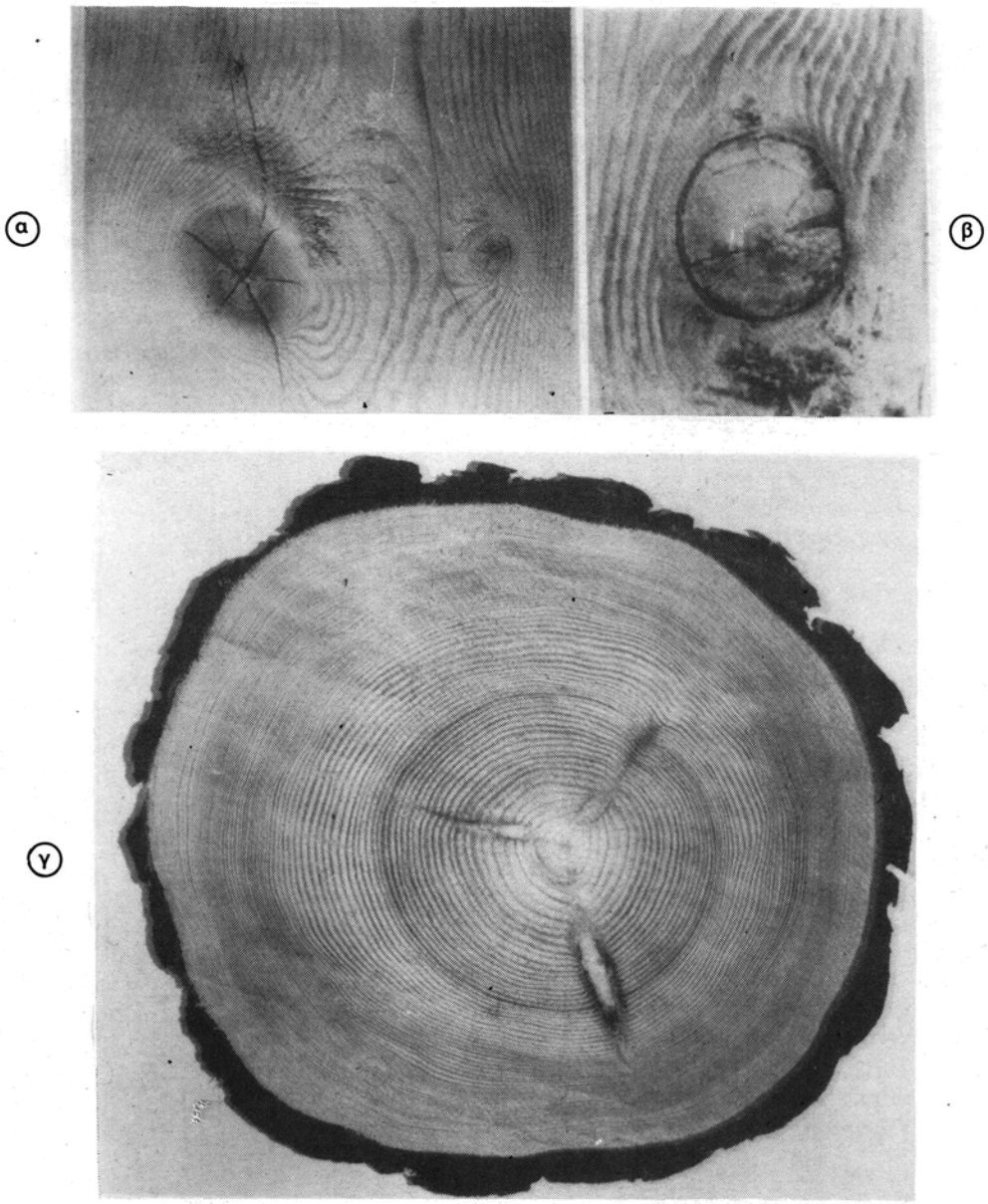
2) Στη δυσκολία της τελικής επεξεργασίας. Η μεγαλύτερη σκληρότητα του ρόζου δυσκολεύει τις εργασίες της τελικής μορφώσεως του ξύλου (ροκάνισμα, πλάνισμα κλπ.) και προκαλεί ζημιές στα εργαλεία.

3) Στην εμφάνιση ραγάδων στη θέση του ρόζου. Κατά την ξήρανση το ξύλο ενός τεμαχίου συστέλλεται περισσότερο από το ξύλο του ρόζου που είναι πυκνότερο.

4) Στην εμφάνιση λεκέδων στην επιφάνεια των βαφών γιατί ο ρόζος περιέχει περισσότερη ρητίνη, προκειμένου για ρητινώδη δέντρα. Το μειονέκτημα αυτό μπορεί να διορθωθεί εάν προ της βαφής αφαιρεθεί τμήμα του ρόζου με ένα εργαλείο ή με κάψιμο (ξερόζιασμα). Η κοιλότητα που δημιουργείται γεμίζει με στόκο.

7.5.2 Ελικοειδείς ίνες. (Στριμμένα νερά).

Αρκετές φορές ο κορμός δεν αναπτύσσεται ομαλά αλλά οι ίνες του συστρέφονται ελικοειδώς δίνοντας την εικόνα ενός σχοινιού (σχ.



Σχ. 7.5γ.
Τύποι ρόζων: α) Δεμένος με το ξύλο του κορμού (ζωντανός ρόζος) αλλά με ραγάδες λόγω της αδυναμίας του να παρακολουθήσει τις διαστολές του ξύλου που τον περιβάλλει. β) Ρόζος νεκρός που πέφτει και αφήνει τρύπα στο ξύλο. γ) Ρόζοι υγιείς που αποτελούν μικρό ελάττωμα της πριστής ξυλείας.

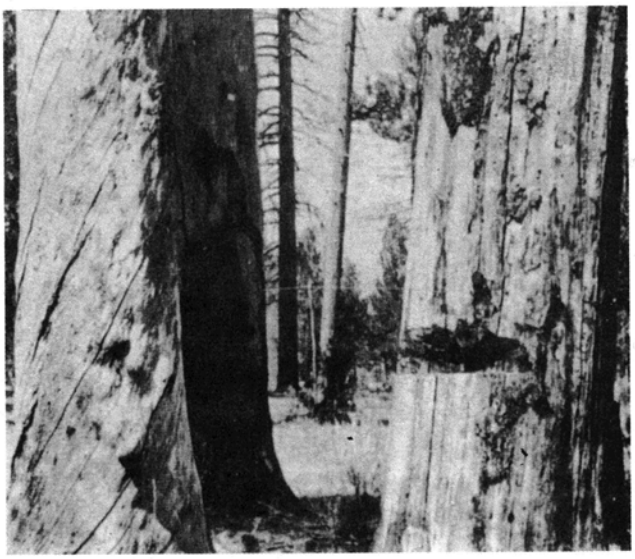
7.5δ). Το στρίψιμο αυτό είναι συνηθισμένο στα ελαιόδεντρα. Σπανιότερα εμφανίζεται στα έλατα και στα πεύκα και μόνο όταν κλιματικές ή εδαφικές συνθήκες δεν επιτρέπουν την κανονική ανάπτυξη του δέντρου (σχ. 7.5δ).

Τα "στριμμένα νερά" αποτελούν σοβαρό ελάττωμα, προκειμένου για πριονιστά ξύλα (σανίδες, καδρόνια κλπ.), γιατί αποτελούν τη βασική αιτία της στρεβλώσεως (πετσικάρισμα) κατά την ξήρανσή τους. Το ελάττωμα αυτό δεν διορθώνεται και γι' αυτό απαγορεύεται η χρησιμοποίηση ξύλων, που εμφανίζουν αυτή τη στρέβλωση των ινών, όταν πρόκειται να κατασκευαστούν παράθυρα, πόρτες και γενικά στοιχεία που το στρέβλωμα αυτό δεν θα τους επιτρέπει να λειτουργήσουν.

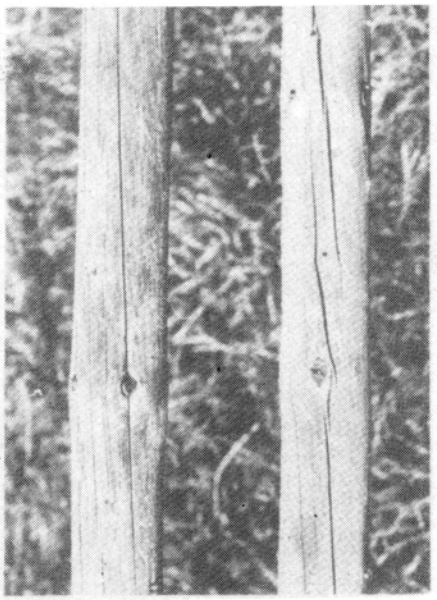
Τα "στριμμένα νερά" δεν αποτελούν ουσιώδες ελάττωμα όταν εμφανίζονται σε κορμούς που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για στρογγυλή πελεκητή ξυλεία (σχ. 7.5ε). Αντιθέτως αποτελούν προτέρημα προκειμένου να κατασκευαστούν καπλαμάδες για έπιπλα κυρίως διότι δημιουργούνται ωραία σχήματα στην επιφάνειά τους.

7.5.3 Ρωγμές (σκασίματα-ραγάδες).

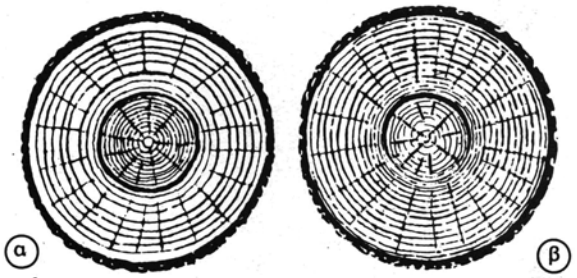
Στα ξύλα εμφανίζονται δύο ειδών ρωγμές:



Σχ. 7.5δ.
Αριστερά κορμός με στριμμένες ίνες και δεξιά κορμός με ευθύγραμμες ίνες.



Σχ. 7.5ε.
Στύλοι με στριμμένα νερά (στρεψοίνια). Η φορά των ινών φαίνεται από τις ραγάδες.



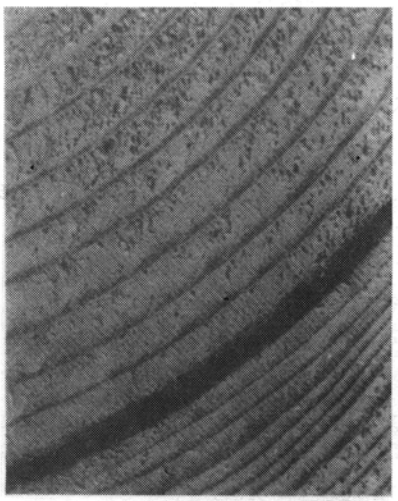
Σχ. 7.5στ.
Εσωτερικές ραγάδες: α) Περιφερειακή. β) Τοξοδειδής.

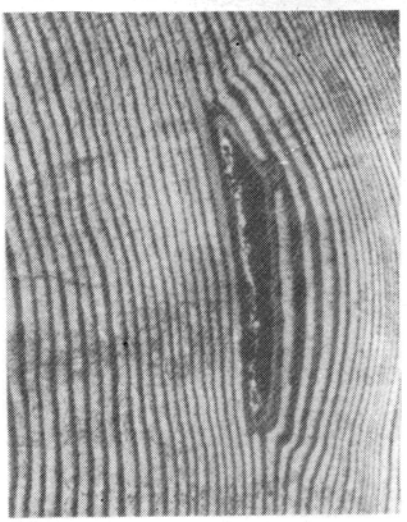
– Οι εσωτερικές και
– οι εξωτερικές.

α) Εσωτερικές ρωγμές.

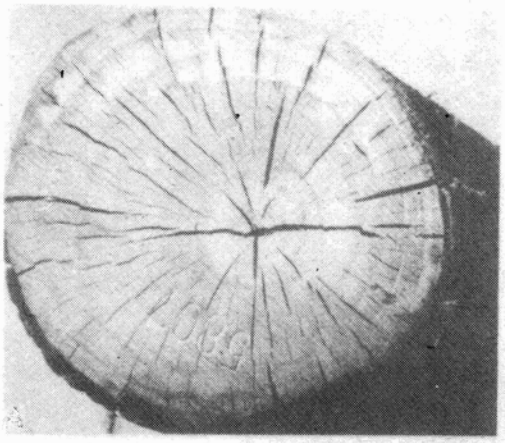
Δημιουργούνται στη μάζα του κορμού. Στις περισσότερες περιπτώσεις δεν είναι γνωστή η αιτία της δημιουργίας τους. Σε μερικές περιπτώσεις οφείλονται στη μεγάλη ηλικία του δέντρου. Οι εσωτερικές ραγάδες προκαλούν κατά κανόνα αποκόλληση του ξύλου του σομφού από το ξύλο της καρδιάς σε όλη την περιφέρεια ενός δακτυλίου ή σε τμήμα αυτής (σχ. 7.5στ, 7.5ζ και 7.5η). Επίσης δημιουργούνται και ακτινικές ραγάδες, οι περισσότερες των οποίων φθάνουν μέχρι την επιφάνεια του κορμού.

Οι κορμοί που έχουν εσωτερικές ρωγμές μπορεί να χρησιμοποιηθούν, ύστερα από προσεκτική εξέταση, για στρογγυλή ή πελεκητή ξυλεία. Σε καμιά περίπτωση δεν πρέπει να χρησιμοποιηθούν για πριονιστή ξυλεία.

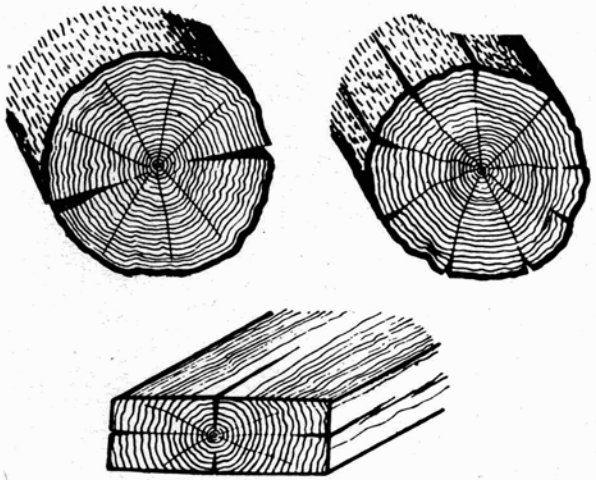




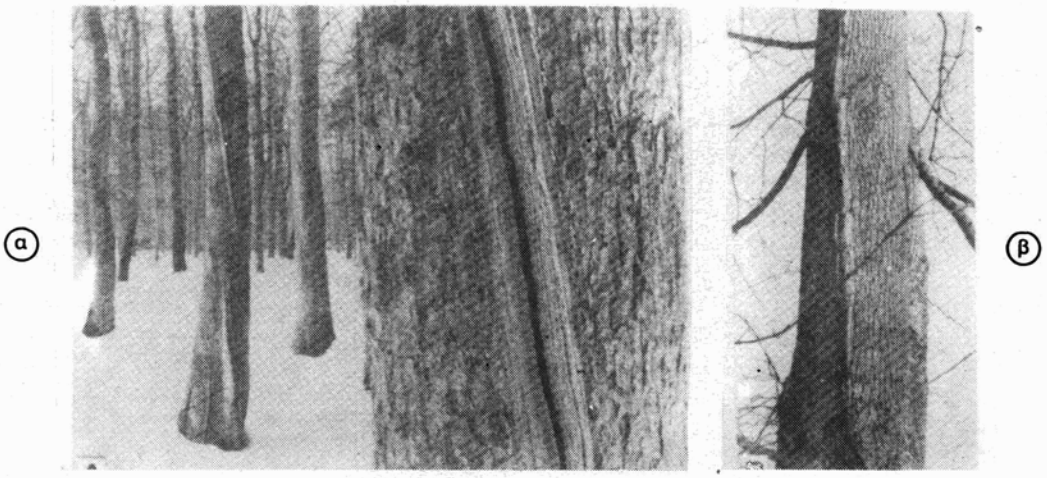
Σχ. 7.5ζ.
Περιφερειακή ραγάδα ελάτου.



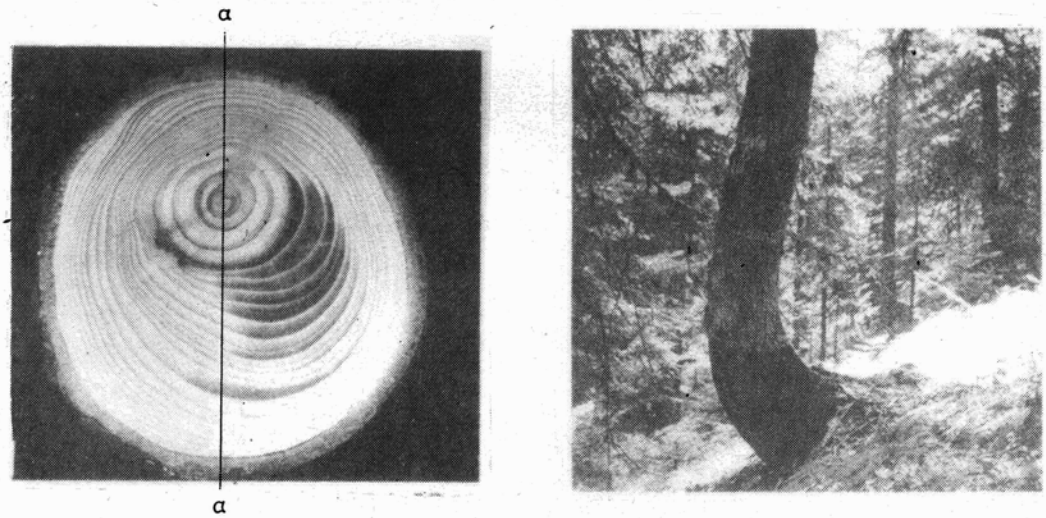
Σχ. 7.5η.
Εσωτερικές ακτινικές ραγάδες.



Σχ. 7.5θ.
Εξωτερικές ρωγμές οι οποίες οφείλονται στην απότομη ξήρανση.



Σχ. 7.5ι.
Παγοραγάδες. α) Δρυός. β) Σφενδάμου.



Σχ. 7.5ια.
Έκκεντρο ξύλο καρδιάς αριστερά. Δεξιά ανάπτυξη κορμού σε απότομη πλαγιά. Τέτοια ανάπτυξη προκαλεί την εκκεντρότητα της καρδιάς.

β) Εξωτερικές ρωγμές.

Δημιουργούνται μετά την κοπή του κορμού (σχ. 7.5θ). Οφείλονται στην απότομη ξήρανση. Ο σομφός του δέντρου είναι μαλακότερος από την καρδιά και κατά συνέπεια συστέλλεται γρηγορότερα και σκάζει. Όταν οι ρωγμές είναι βαθιές και πλατιές καθιστούν το ξύλο άχρηστο. Λεπτές και αβαθείς ρωγμές δεν θεωρούνται σοβαρό ελάττωμα.

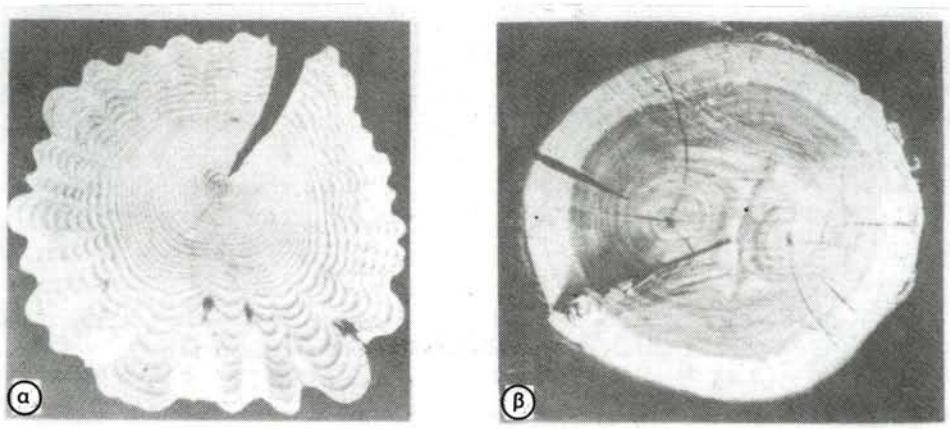
Οι εξωτερικές ρωγμές παρατηρούνται κατά κανόνα στη στρογγυλή και πελεκητή ξυλεία. Σε μεγάλα δέντρα παρατηρούνται μεγάλου μήκους ρωγμές που οφείλονται σε ισχυρή ψύξη των εξωτερικών στρωμάτων του κορμού (σχ. 7.5ι).

7.5.4 Έκκεντρος καρδιά.

Σε μερικές περιπτώσεις οι δακτύλιοι που δημιουργούνται γύρω από την καρδιά δεν είναι ισοπαχείς αλλά εμφανίζονται παχύτεροι προς μια πλευρά (σχ. 7.5ια). Έτσι η καρδιά δεν βρίσκεται στο κέντρο του κορμού αλλά είναι μετατοπισμένη προς μια πλευρά. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται κυρίως σε δέντρα που βρίσκονται σε απότομες πλαγιές και το ριζικό τους σύστημα αναπτύσσεται προς τα ανάντη. Το ελάττωμα αυτό δημιουργεί ασύμμετρη διάταξη των ινών όταν σχιστεί κατά τη διάμετρο α-α του σχήματος 7.5ια και επομένως προκαλείται ανομοιόμορφη συρρίκνωση (μάζωμα).

7.5.5 Αποκλίσεις από την τυπική μορφή των δέντρων.

Σε αρκετά δέντρα παρατηρούνται δαντελωτοί ετήσιοι δακτύλιοι [(σχ. 7.5ιβ (α)], διπλή



Σχ. 7.5ιγ.
Ακανόνιστες και ελλειψοειδείς διατομές κορμού.



Σχ. 7.5ιδ.
Δαντελωτοί δακτύλιοι (α) και διπλή καρδιά (β).

καρδιά [(σχ. 7.5ιβ (β)], ακανόνιστες ή ελλειψοειδείς διατομές (σχ. 7.5ιγ) και διάφορες άλλες παραμορφώσεις. Οι αποκλίσεις αυτές οφείλονται κυρίως σε επιδράσεις του περιβάλλοντος, όπως είναι οι ισχυροί άνεμοι, το χιόνι, η μετακίνηση του εδάφους κ.α. ή σε γενετικές αιτίες.

Οι παραμορφώσεις της μορφής του ξύλου μπορεί να προκαλέσουν πλήρη αχρήστευση του ξύλου, ή μεγάλο ποσοστό φθοράς και σοβαρή μείωση των μηχανικών ιδιοτήτων του.

7.6 Βλαβεροί παράγοντες και μέτρα προφυλάξεως.

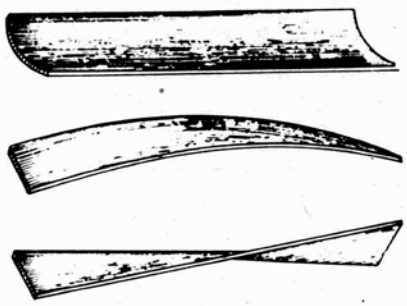
Το ξύλο είναι υλικό κατ' εξοχή ευπαθές και προσβάλλεται εύκολα από τις εξωτερικές επιδράσεις και από διάφορους οργανισμούς. Για το λόγο αυτό έχει μικρή διάρκεια ζωής και ο βαθμός εκδηλώσεως των ιδιοτήτων του μεταβάλλεται σημαντικά. Πρέπει επομένως να λαμβάνονται εξαιρετικά μέτρα προφυλάξεως ώστε και οι ιδιότητές του να παραμένουν σταθερές και να αντιστέκεται επιτυχώς στις εξωτερικές επιρροές. Είναι κατά συνέπεια απαραίτητο να γνωρίσομε ποιοι είναι οι κυριότεροι παράγοντες που επιδρούν στο ξύλο και ποια είναι τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν για την προστασία του.

7.6.1 Η υγρασία.

Διακρίνεται σε ενδογενή και εξωγενή και επηρεάζει κατά διαφόρους τρόπους το ξύλο.

α) Η ενδογενής υγρασία.

Οφείλεται στην παραμονή στο ξύλο μέρους του χυμού του δέντρου. Το ξύλο χαρακτηρίζεται χλωρό και είναι ακατάλληλο για οποιαδήποτε χρήση. Σαπίζει λόγω της αποσυνθέσεως του παραμένοντος χυμού και στραβώνει (πετσικάρει) εύκολα (σχ. 7.6α) εάν ξεραθεί μετά την κατασκευή του δομικού στοιχείου. Αποτελεσματικός τρόπος αντιμετωπίσεως αυτού του παράγοντα είναι το τέλειο ξέπλυμα του ξύλου προτού χρησιμοποιηθεί.



Σχ. 7.6α.
Διάφορες μορφές στρεβλώσεως (πετσικάρισμα) σανίδας μετά την ξήρανσή της.

β) Η εξωγενής υγρασία.

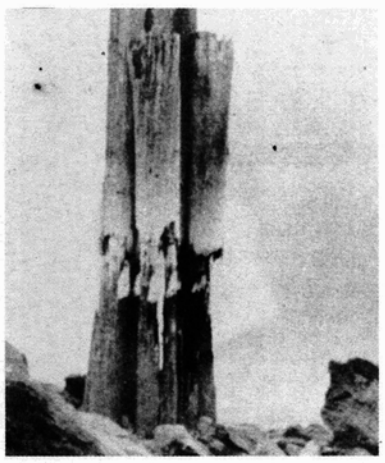
Προέρχεται από την απορρόφηση νερού από το περιβάλλον, δεδομένου ότι το ξύλο είναι εξαιρετικά πορώδες υλικό. Μπορεί να απορροφήσει μεγάλη ποσότητα νερού, ανάλογα προς την πυκνότητά του και να το συγκρατήσει στη μάζα του αρκετό χρόνο (βλέπε υγροσκοπικότητα). Η εξωγενής υγρασία αποβάλλεται πολύ εύκολα αρκεί το ξύλο να εκτεθεί σε ξηρό περιβάλλον που αερίζεται καλά.

γ) Η εναλλαγή υγρότητας και ξηρότητας.

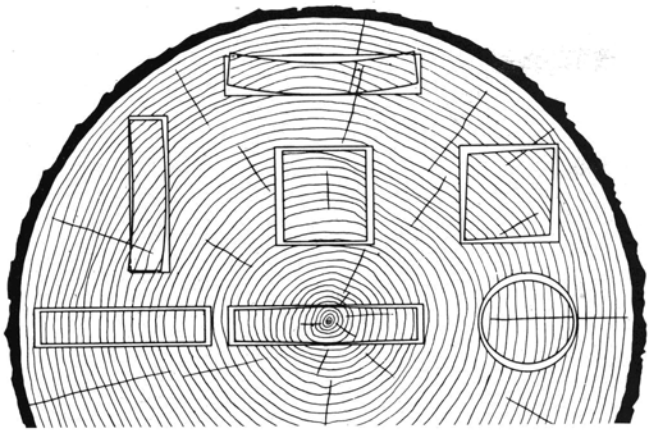
Μια δυσμενής κατάσταση στο ξύλο προκαλείται από την εναλλαγή υγρότητας και ξηρότητας που δημιουργεί χαλάρωση της συνοχής των ινών του. Ξύλα που είναι συνεχώς βυθισμένα στο νερό δεν σαπίζουν και δεν αποσυντίθενται εύκολα όπως είναι οι πάσσαλοι θεμελιώσεως και τα ύφαλα τμήματα ξυλίνων βάθρων γεφυρών ή προβλήτων. Στα ίσαλα όμως τμήματα, εκεί δηλαδή όπου η στάθμη του νερού ανεβοκατεβαίνει λόγω των παλιρροιών και των αμπώτιδων παρατηρούνται σημαντικές φθορές και τελικά καταστροφή του ξύλινου στοιχείου αν δεν ληφθούν ισχυρά μέτρα προστασίας (σχ. 7.6β).

δ) Απορρόφηση και απόδοση υγρασίας.

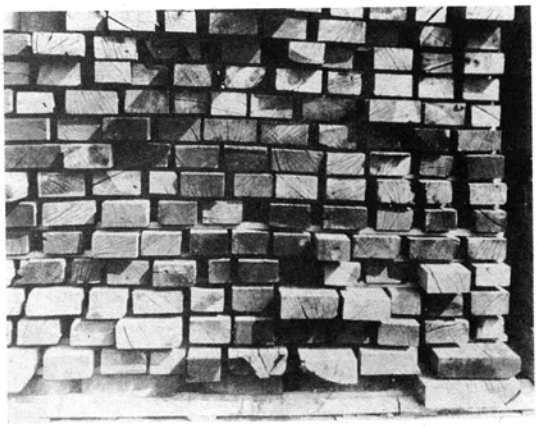
Τέλος σοβαρές βλάβες δημιουργούνται από την απορρόφηση και την απόδοση υγρασίας, γεγονός που προκαλεί μόνιμες ή προσωρινές παραμορφώσεις (στρέβλωση και συρρίκνωση)



Σχ. 7.6β.
Καταστροφή ξύλινου στύλου βυθισμένου στη θάλασσα στην περιοχή όπου το νερό ανεβαίνει και κατεβαίνει λόγω της πλημμυρίδας και της άμπωτης. Η καταστροφή οφείλεται στη μείωση της ανοχής των ινών και στην ενέργεια μικροοργανισμών. Το τμήμα που βρίσκεται επάνω ή κάτω από την κατεστραμμένη περιοχή παραμένει ανέπαφο.



Σχ. 7.6γ.
Τρόπος συρρικνώσεως ενός τεμαχίου σανίδας που εξαρτάται από τη θέση στον κορμό που ελήφθη αυτή.



Σχ. 7.6δ.
Ακραίες ρωγμές και σκασίματα σε καδρόνια από σκληρή δρυ. Οφείλονται κυρίως σε εναλλαγή της υγρότητας.

και τελικά σημαντικές καταστροφές όταν το ξύλο έχει ήδη τοποθετηθεί στο έργο.

Η κυριότερη αιτία αυτών των παραμορφώσεων που οφείλονται γενικά στην υγρασία είναι η ανομοιογένεια της μάζας του ξύλου και η αλληλοδιαδοχή στρωμάτων με διαφορετική πυκνότητα και υγροσκοπικότητα (σομφός-καρδιά, εαρινοί-θερινοί δακτύλιοι). Τα μαλακότερα στρώματα του ξύλου συστέλλονται περισσότερο κατά την αποβολή της υγρασίας και διαστέλλονται περισσότερο κατά την πρόσληψή της. Έτσι μια σανίδα μπορεί να παραμορφωθεί κατά διαφόρους τρόπους (σχ. 7.6α) που εξαρτώνται από την περιοχή του κορμού από την οποία ελήφθη το υλικό αυτό (σχ. 7.6γ). Στο σχήμα 7.6δ διακρίνονται οι ρωγμές και τα σκασίματα που έχουν υποστεί τα άκρα (κεφαλές) δρυίνων καδρονιών.

Τα μέτρα προστασίας έναντι της εξωγενούς υγρασίας είναι:

– Ο εμποτισμός του ξύλου με διάφορες ελαιώδεις ουσίες (π.χ. λινέλαιο) ή διάφορες συνθετικές ρητίνες.

– Η βαφή της επιφάνειας με επικαλυπτικές ύλες όπως είναι τα ελαιοχρώματα, τα συνθετικά χρώματα, τα βερνίκια κ.α. Η βαφή πρέπει να επαναλαμβάνεται σε κανονικά διαστήματα που εξαρτώνται από τη θέση του ξύλινου αντικειμένου στο έργο και από την υγρασία του περιβάλλοντος. Π.χ. οι εσωτερικές ξύλινες πόρτες μπορεί να βάφονται κάθε τρία ή τέσσερα χρόνια, ενώ οι εξωτερικές πόρτες και παράθυρα κάθε δύο χρόνια ή κάθε χρόνο σε περιοχές που το κλίμα είναι πολύ υγρό.

– Η επάλειψη με πίσσα. Προστατεύει πιό αποτελεσματικά το ξύλο από τους προηγούμενους τρόπους. Γίνεται κυρίως σε τμήματα ξυλίνων κατασκευών και ειδικότερα στύλων, όπου παρατηρείται εναλλαγή ξηρότητας και υγρότητας.

7.6.2 Βακτήρια και μύκητες.

Οι μικροοργανισμοί αυτοί προσβάλλουν το ξύλο και κυρίως το σομφό του όταν βρίσκεται σε κατάλληλες συνθήκες υγραδίας, θερμοκρασίας και αερισμού. Ζουν παρασιτικά, δηλαδή τρέφονται από το χυμό του δέντρου κατ' αρχήν και εν συνεχεία απ' αυτό το ίδιο το ξύλο. Τα είδη των παρασίτων είναι πολλά και κάθε ένα προσβάλλει ορισμένα μόνο είδη δέντρων προ της υλοτομίας ή μετά απ' αυτή.

Η προσβολή των μικροοργανισμών προκαλεί το σάπισμα και την καταστροφή του ξύλου. Το σάπισμα εκδηλώνεται στην αρχή με αλλαγή του χρώματος στην επιφάνεια του ξύλου (άναμμα), χαρακτηριστική σε κάθε είδος δέντρου. Επακολουθεί εμφάνιση μούχλας και το ξύλο αναδίδει δυσάρεστη οσμή. Τελικά μετατρέπεται σε σκόνη ή σε σάπια μάζα (σχ. 7.6ε).

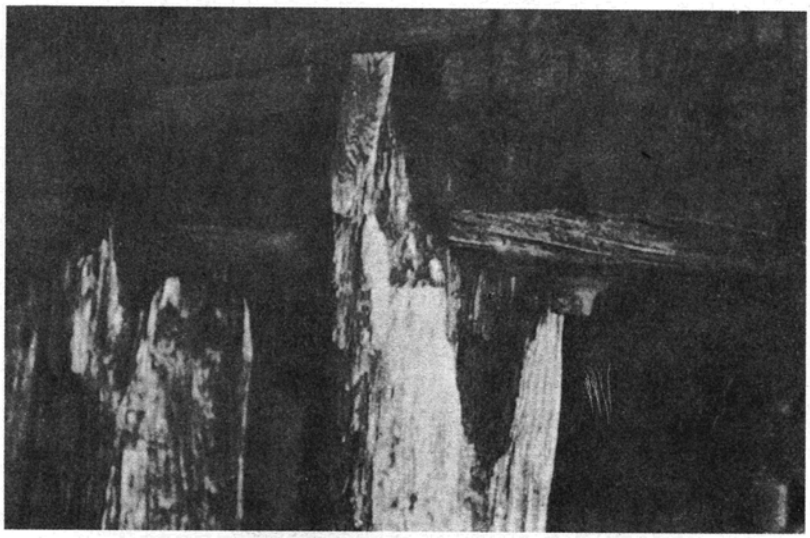
Τα πιο ευπαθή στο σάπισμα ξύλα είναι τα μαλακά (σουηδικό πεύκο, έλατο, λευκή ξυλεία), τα χλωρά γενικά, έστω και αν έχουν βαφεί, και τα υγρά και μη αεριζόμενα καλά ξύλα. Επίσης προσβάλλονται εύκολα τα τμήματα ξυλίνων κατασκευών που βρίσκονται σε επαφή με υγραινόμενες επιφάνειες. Τέτοιες περιπτώσεις εμφανίζονται σε στύλους που έρχονται σε επαφή με το έδαφος, ξύλινα δοκάρια που στηρίζονται σε τοιχοποιία ή σε προσκέφαλα από σκυρόδεμα κ.α.

Αναμμένα ξύλα δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται στις κατασκευές έστω και αν δεν έχει προχωρήσει το σάπισμα. Τα κυριότερα προφυλακτικά μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται είναι:

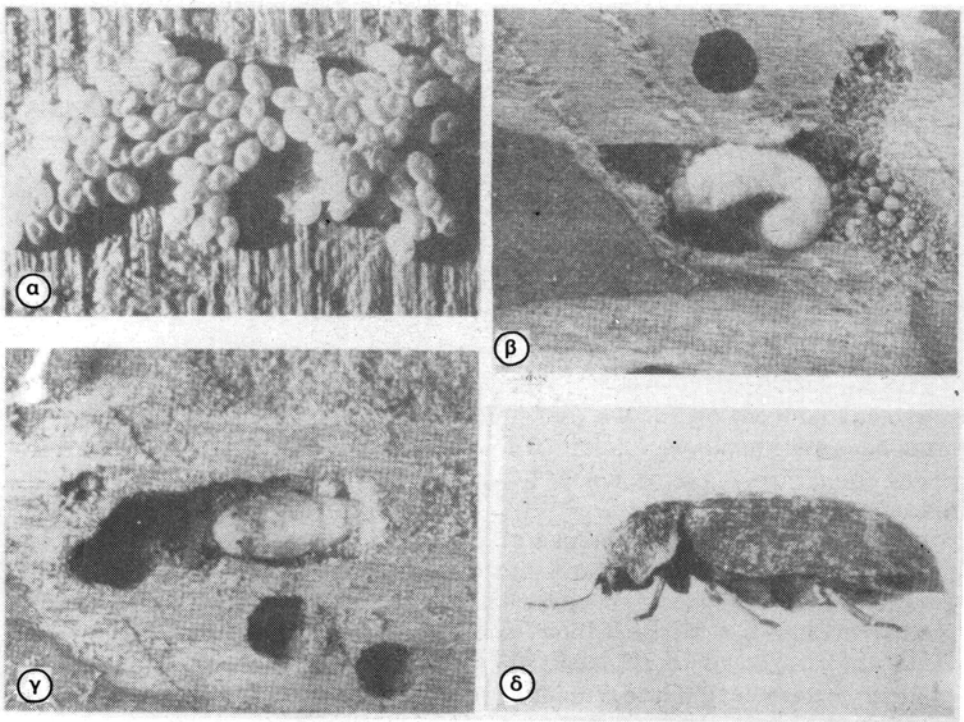
– Πολύ καλή ξήρανση της ξυλείας.

– Καλή αποθήκευση της ξυλείας σε χώρους ξηρούς και καλά αεριζόμενους.

– Χρήση αντισηπτικών ουσιών για την παρεμπόδιση αναπτύξεως παρασίτων.



Σχ. 7.6ε.
Σάπισμα στις κεφαλές ξυλίνων στύλων που οφείλεται σε σαπρομύκητες.



Σχ. 7.6στ.
Τα τέσσερα στάδια του βιολογικού κύκλου ενός εντόμου. α) Αυγά στις σχισμές του φλοιού. β) Προνύμφη που έχει εισχωρήσει στο εσωτερικό του ξύλου και το κατατρώει. γ) Νύφη έχει περιπέσει σε νάρκη και δεν τρέφεται. δ) Το τέλειο έντομο που έχει τρυπήσει το ξύλο και έχει βγει έξω.

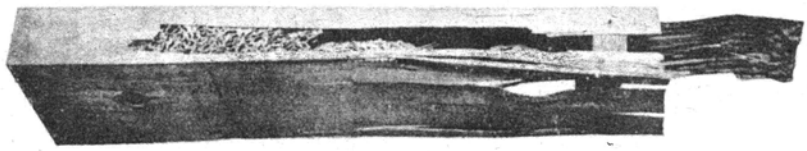
Στην παράγραφο 7.7 αναπτύσσονται οι ουσίες αυτές και οι τρόποι που εφαρμόζονται.

7.6.3 Έντομα.

Ορισμένα έντομα προκαλούν μεγάλες καταστροφές στα ξύλα. Ο βιολογικός κύκλος των εντόμων διαρκεί από 1 έως 10 χρόνια. Περιλαμβάνει τέσσερα στάδια (σχ. 7.6στ). Στα εύκρατα κλίματα, όπως αυτό της Ελλάδας συναντώνται δύο κυρίως είδη.

Ο λύκτος και το ανόβιο.

Τα έντομα αυτά αφήνουν τα αυγά τους στις σχισμές του φλοιού και του κορμού. Οι κάμπιες που βγαίνουν από αυτά προχωρούν προς το εσωτερικό, τρέφονται από το ξύλο και δημιουργούν ένα λαβύρινθο στοών και σπηλιών σε μικρό βάθος από την επιφάνεια του κορμού (σχ. 7.6ζ). Σε λίγο σχετικά χρόνο το ξύλο των



Σχ. 7.6ζ.
Κατεστραμμένο τμήμα ξύλινου στοιχείου από την ενέργεια εντόμων.

ακραίων στρωμάτων, όχι όμως του τελευταίου, έχει μετατραπεί σε σκόνη. Όταν μεταμορφωθεί η κάμπια το τέλειο έντομο ανοίγει μια τρύπα στο ξύλο και βγαίνει έξω όπου συνεχίζει το βιολογικό του κύκλο. Έτσι η επιφάνεια του ξύλου δεν παρουσιάζει καμιά αλλοίωση πλην μερικών οπών από τις οποίες βγήκε το έντομο. Κάτω όμως από την επιφάνεια το ξύλο έχει τελείως καταστραφεί και έχει καταστεί τελείως άχρηστο. Οι κάμπιες ανομάζονται ***σαράκια***, έχουν μήκος 3 mm έως 7 mm και το χρώμα τους είναι σχεδόν μαύρο. Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι λευκό.

Τα σαράκια προσβάλλουν το ξύλο προ ή μετά την κοπή και την επεξεργασία του.

Τα μέτρα προφυλάξεως κατά των σαρακιών είναι:

– Διατήρηση της επιφάνειας των ξυλίνων στοιχείων σε όσο το δυνατό καλύτερη κατάσταση για να αποφευχθεί η δημιουργία σχισμών και ραγάδων.

– Επάλειψη των επιφανειών με διάφορα καλυπτικά υλικά όπως θα αναπτύξουμε παρακάτω.

Εάν ένα ξύλο έχει προσβληθεί θα πρέπει να υποστεί φούρνισμα ή να εμποτιστεί με ορισμένες ουσίες, ή να τοποθετηθεί σε λουτρό ατμών ή δηλητηριωδών αερίων.

7.6.4 Παγετός.

Η απότομη ψύξη που οφείλεται σε πτώση της εξωτερικής θερμοκρασίας προκαλεί ραγίσματα στην επιφάνεια των χλωρών ξύλων. Οφείλονται στο πάγωμα του χυμού των κυττάρων ή της εξωγενούς υγρασίας και στην εν συνεχεία διαστολή του πάγου που έχει δημιουργηθεί. Τα ραγίσματα σε εξαιρετικές περιπτώσεις ισχυρού πάγου είναι πολύ βαθιά οπότε το ξύλο αχρηστεύεται. Συνήθως όμως είναι επιφανειακά.

Ο μόνος τρόπος για την αντιμετώπιση αυτού του κινδύνου είναι να χρησιμοποιούνται στεγνά και ξηρά ξύλα, τα οποία πρέπει να προστατεύονται από την είσοδο υγρασίας και νερού με επάλειψη.

7.6.5 Φωτιά.

Το ξύλο είναι εξαιρετικά εύφλεκτο υλικό. Καίγεται εύκολα αλλά συντελεί και στην ανάπτυξη και μετάδοση της φωτιάς.

Η προφύλαξη έναντι της φωτιάς παρουσιάζει σημαντικές δυσκολίες. Πάντως περιορίζεται ο κίνδυνος αυτός εάν ληφθούν ορισμένα μέτρα όπως:

– Επάλειψη με άκαυστα υλικά όπως είναι τα χρώματα φωτιάς, ουσίες με βάση τον αμίαντο κ.α.

– Επένδυση σημαντικών στοιχείων με λεπτά μεταλλικά φύλλα, ή με φύλλα αμιάντου ή με γυψοσανίδες κ.α.

– Εμποτισμός με διάλυση ορισμένων αλάτων. Τα συνηθέστερα είναι το θειικό και φωσφορικό αμμώνιο. Εάν προσβληθεί από φωτιά ένα ξύλινο τεμάχιο εμποτισμένο με άλατα, τότε τα άλατα υπό την επίδραση της θερμότητας, διασπώνται σε αέρια (άζωτο, ατμοί αμμωνίας κ.α.) τα οποία σβήνουν τη φωτιά. Εάν όμως η πυρκαϊά συνεχιστεί, το ξύλο σιγά-σιγά απανθρακώνεται, αλλά δεν καίγεται με φλόγα και δεν μεταδίδει τη φωτιά.

7.7 Προληπτικά μέτρα προστασίας. Συντήρηση.

7.7.1 Πρόληψη.

Για να αντιμετωπιστούν οι βλαβεροί παράγοντες που αναφέρθηκαν προηγουμένως πρέπει τα ξύλα να υποστούν προληπτικά ορισμένες κατεργασίες. Αυτές οι κατεργασίες γίνονται κυρίως σε ξύλα που πρόκειται να εκτεθούν σε βαριές συνθήκες περιβάλλοντος, όπου οι εναλλαγές υγρασίας, θερμότητας και οι προσβολές από τους άλλους παράγοντες είναι ιδιαιτέρως έντονες. Τέτοια ξύλα προορίζονται κυρίως για στρωτήρες σιδηροδρόμων, τηλεγραφικούς και ηλεκτρικούς στύλους, δοκούς και στύλους στηρίξεως στοών μεταλλείων κ.α.

Οι συνηθέστερες προληπτικές κατεργασίες είναι η ***επάλειψη***, το ***βάπτισμα*** και ο ***εμποτισμός***. Οι ουσίες που χρησιμοποιούνται είναι συνήθως χημικά αντισηπτικά παρασκευάσματα, όπως π.χ. ο χλωριούχος υδράργυρος, ο θειικός χαλκός (γαλαζόπετρα), ο διχλωριούχος ψευδάργυρος, το θειικό και φωσφορικό αμμώνιο κ.α. Επίσης γίνεται χρήση διαφόρων παραγώγων της πίσσας καθώς και συνθετικών ουσιών.

Αναλυτικά οι κατεργασίες έχουν ως εξής:

α) Επάλειψη.

Γίνεται με πινέλο αφού προηγουμένως διαπιστωθεί ότι το ξύλο είναι τελείως ξερό.

β) Βάπτισμα.

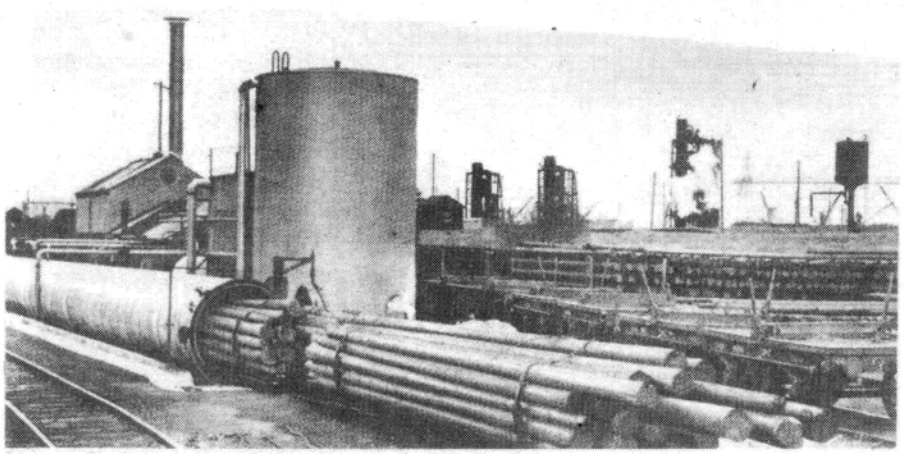
Γίνεται σε σοβαρότερες περιπτώσεις με βύθιση του ξερού ξύλου σε λουτρό ενός αραιού και θερμού διαλύματος της ουσίας που έχει επιλεγεί για κάθε συγκεκριμένη περίπτωση. Η παραμονή του ξύλου μέσα στο θερμό διάλυμα πρέπει να διαρκέσει αρκετό χρόνο, ώστε η αντισηπτική ουσία να προχωρήσει όσο το δυνατό βαθύτερα μέσα στη μάζα του. Η μέθοδος αυτή είναι οικονομική γιατί δεν χρειάζονται ειδικές μηχανικές εγκαταστάσεις και μπορεί να εφαρμοστεί και στο εργοτάξιο.

γ) Εμποτισμός.

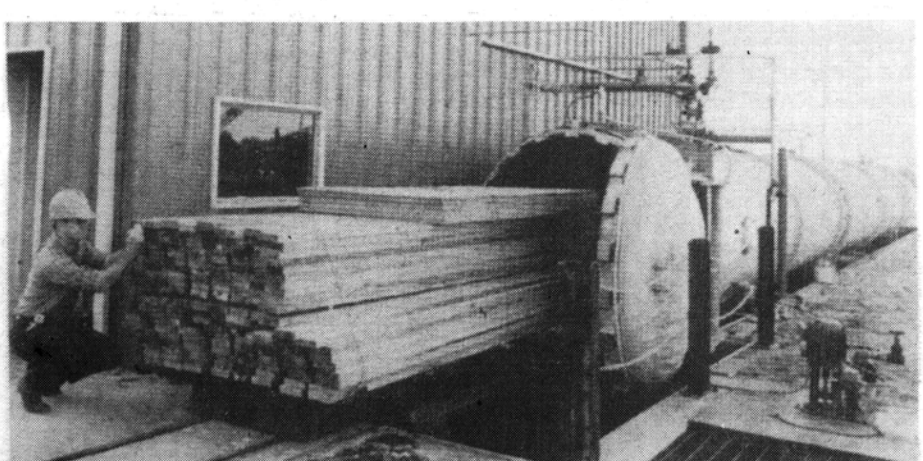
Η μέθοδος αυτή είναι αποτελεσματικότερη από την προηγούμενη γιατί γεμίζουν όλοι οι πόροι του ξύλου. Είναι όμως πιο δαπανηρή γιατί χρειάζεται εργοστασιακές εγκαταστάσεις.

Προ του εμποτισμού τα ξύλα υφίστανται προεργασία με ατμό ώστε να φύγει ο αέρας από τους πόρους τους. Μετά τοποθετούνται σε κλειστό δοχείο (σχ. 7.7α και 7.7β) όπου η αντισηπτική ουσία με μορφή υγρού ή αερίου διοχετεύεται με πίεση ώστε να διευκολυνθεί η είσοδός της σε όλη τη μάζα.

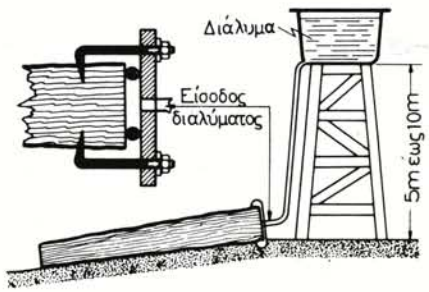
Για ολόκληρους κορμούς προ της αφαιρέσεως του φλοιού εφαρμόζεται η εξής μέθοδος (σχ. 7.7γ). Στο ένα άκρο του κορμού τοποθετείται ένας κώδωνας (ένα κοίλο καπάκι). Στο κέντρο του κώδωνα τοποθετείται ένας σωλήνας που συνδέεται με δοχείο γεμάτο με το διάλυμα. Το δοχείο αυτό τοποθετείται αρκετά υψηλά (10 m έως 15 m) ώστε να δημιουργείται η απαιτούμενη πίεση. Λόγω της πιέσεως το διάλυμα μπαίνει προδευτικά μέσα στη μάζα του ξύλου. Η εργασία αυτή θεωρείται ότι ολοκληρώθηκε όταν στο ελεύθερο άκρο του ξύλου



Σχ. 7.7α.
Εμποτισμός με πίεση στύλων σε κλειστό κύλινδρο.



Σχ. 7.7β.
Εμποτισμός με πίεση σε κλειστό κύλινδρο.



Σχ. 7.7γ.
Εμποτισμός με υδροστατική μέθοδο.

εμφανιστούν σταγόνες του διαλύματος.

Η κατεργασία με εμποτισμό προστατεύει το ξύλο τελείως έναντι της υγρασίας και των βλαβερών μυκήτων και μειώνει σημαντικά τους κινδύνους από φωτιά.

7.7.2 Συντήρηση.

Εκτός από τα προληπτικά μέτρα πρέπει το ξύλο να συντηρηθεί, δηλαδή να διατηρηθεί σε καλή κατάσταση μετά την ενσωμάτωσή του στο έργο. Οι εργασίες συντηρήσεως γίνονται σε δύο στάδια.

Το πρώτο στάδιο αφορά στην επιθεώρηση της ξύλινης κατασκευής σε ορισμένα χρονικά διαστήματα και στην επιδιόρθωση τυχόν φθορών που έχουν συμβεί, για την πρόληψη επεκτάσεών τους.

Στο δεύτερο στάδιο επαναλαμβάνονται οι εργασίες, κυρίως επικαλύψεων, που έχουν γίνει όταν πρωτοχρησιμοποιήθηκε το ξύλο. Οι εργασίες αυτές κατά περίπτωση είναι:

– Ο ελαιοχρωματισμός που εκτελείται σε πόρτες, παράθυρα, ζευκτά στεγών κ.α.

– Το βερνίκωμα με συνηθισμένα ή συνθετικά βερνίκια.

– Η επάλειψη με κερί ή άλλα περεμφερή υλικά των πατωμάτων.

– Η επάλειψη με πίσσα ή άλλα υλικά των τμημάτων ξυλίνων στοιχείων που έρχονται σε επαφή με υγρές επιφάνειες. Η συντήρηση είναι τελείως απαραίτητη γιατί σε αντίθετη περίπτωση το αντίστοιχο στοιχείο θα καταστραφεί γρήγορα. Ταυτόχρονα όμως αποτελεί και ένα αντικίνητρο για τη χρήση του ξύλου γιατί επιβαρύνει το κόστος των ξυλίνων κατασκευών.

7.8 Χαρακτηριστικά της ποιότητας του ξύλου.

Οι κανονισμοί διαφόρων κρατών κατατάσσουν τα ξύλα σε ποιότητες και προσδιορίζουν ποια είναι τα καταλληλότερα για κάθε ξύλινη κατασκευή.

Γενικώς όταν πρέπει να επιλεγεί ένα ξύλο για κάποια κατασκευή, εκτός από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που απαιτούνται (χρώμα, μέγεθος κλπ.) είναι απαραίτητο να παρουσιάζει τα εξής γενικά χαρακτηριστικά:

– Να έχει ίσιες ίνες (ίσια νερά) τα οποία να είναι παράλληλα προς τη μεγάλη διάσταση του τεμαχίου.

– Οι ίνες να είναι λεπτές και πυκνές.

– Να μην έχει ρόζους ή αν έχει να είναι λίγοι, μικροί και δεμένοι με το ξύλο.

– Να μην έχει ρωγμές παράλληλες ή κάθετες προς τα νερά.

– Το χρώμα του, οποιασδήποτε αποχρώσεως, να είναι ζωηρό και να μην παρουσιάζει κηλίδες, οι οποίες πιθανόν να οφείλονται σε άναμμα.

Επίσης πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη, κατά την επιλογή του ξύλου για κάποια συγκεκριμένη εργασία, ότι το χρώμα των διαφόρων ξύλων μεταβάλλεται σημαντικά όταν το στοιχείο που θα κατασκευαστεί εκτεθεί στο φυσικό φως ή όταν καλυφθεί με διάφορες ουσίες για να γυαλίσει. Στο σχήμα 7.8α φαίνονται οι μεταβολές του χρώματος σε διάφορα είδη ξύλων.

– Η οσμή του να είναι ευχάριστη.



1) Μαόνι Δυτικής Αφρικής



2) Οξυά Ευρώπης



3) Πεύκο ευρωπαϊκό (ερυθρά ξυλεία)

Σχ. 7.8α.
Μεταβολή του χρώματος διαφόρων ξύλων λόγω της εκθέσεώς τους στο φως ή της καλύψεώς τους με διαφανές βερνίκι ή με υλικά γυαλίσματος. Η κλείδα των τεσσάρων τμημάτων που φαίνονται σε κάθε ξύλο έχει ως εξής:

Μη εκτεθειμένο στο φως Μη βερνικωμένο	Εκτεθειμένο Μη βερνικωμένο
Μη εκτεθειμένο Βερνικωμένο	Εκτεθειμένο Βερνικωμένο

– Να είναι ξερό και να παρουσιάζει ελαστικότητα χωρίς να σπάζει.

– Να αποδίδει ξερό ήχο όταν κτυπηθεί με ένα σφυρί, ένδειξη ότι δεν προέρχεται από γερασμένο δέντρο, ότι δεν έχει εσωτερικές ρωγμές και ότι είναι εντελώς ξερό.

7.9 Αποθήκευση.

Οι αποθήκες, οι χώροι δηλαδή που πρόκειται να παραμείνουν τα ξύλα για πολύ ή για λίγο χρόνο, πρέπει να είναι καλά προφυλαγμένες από τις εξωτερικές επιδράσεις. Ιδιαιτέρως πρέπει να κατασκευάζονται από άφλεκτα υλικά, π.χ. οπλισμένο σκυρόδεμα, να είναι προφυλαγμένες από το νερό και την υγρασία και να αερίζονται πολύ καλά με φυσικά ή τεχνητά μέσα.

Η αποθήκευση των ξύλων πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να μην κινδυνεύουν να υποστούν μόνιμες παραμορφώσεις (στρεβλώσεις, πετσικαρίσματα) και σάπισμα λόγω κακής κυκλοφορίας του αέρα. Συνήθως τα μαλακά ξύλα, όπως το έλατο και το πεύκο, τοποθετούνται όρθια με μικρή κλίση προς τον τοίχο (σχ. 7.9α). Το κάτω άκρο τους πρέπει να ακουμπά σε ξύλινο τάκο και όχι απ' ευθείας στο δάπεδο. Τα σκληρά ξύλα καθώς επίσης και τα τεχνητά από ξύλο υλικά (κόντρα-πλακέ, χαρντ-μπόαρντ κ.α.) τοποθετούνται σε οριζόντιες στρώσεις (σχ. 7.9β και 7.9γ) επάνω σε ξύλινη σκάρα.

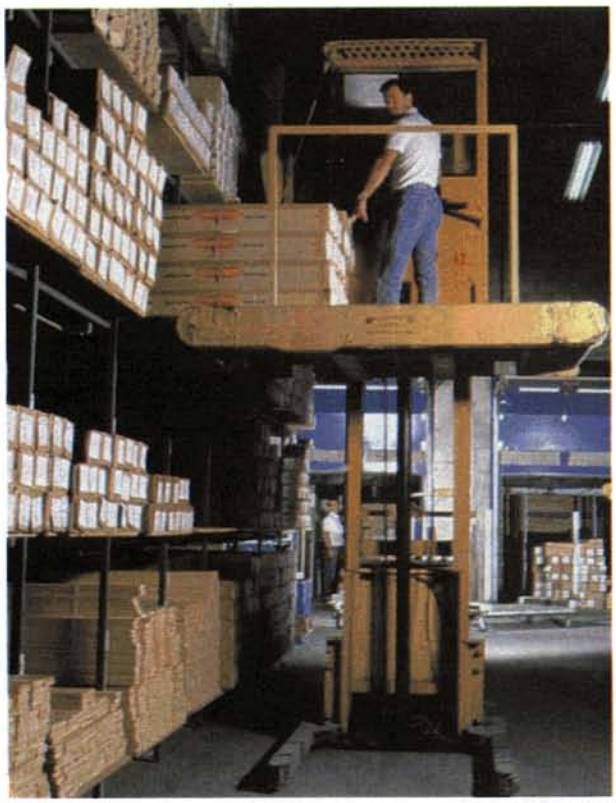
Χλωρά ή βρεγμένα ξύλα δεν πρέπει να τοποθετούνται αμέσως μέσα στην αποθήκη, αλλά



Σχ. 7.9α.
Αποθήκη μαλακής ξυλείας και κόντρα πλακέ. Αριστερά όρθια διάφορα είδη πριστής ξυλείας και δεξιά κόντρα πλακέ.



Σχ. 7.9β.
Αποθήκη σκληρής ξυλείας. Διάφορα είδη τοποθετούνται οριζόντια και η μεταφορά τους στην κατανάλωση γίνεται με αυτοκίνητα.



Σχ. 7.9γ.
Τοποθέτηση με περονοφόρο όχημα δεμάτων κόντρα πλακέ.

να παραμένουν σε ανοιχτό στεγασμένο χώρο μέχρι να στεγνώσουν. Επίσης δεν πρέπει να τοποθετούνται σε κλειστές αποθήκες ξύλα που έχουν ακόμη το φλοιό τους.

Χαρακτηριστική ένδειξη ότι τα ξύλα μιας αποθήκης βρίσκονται σε καλή κατάσταση είναι η διάχυτη ευχάριστη οσμή που αναδίδει η καλή ξυλεία.

Η διακίνηση των ξύλων μέσα και έξω από τις αποθήκες γίνεται με ειδικά περονοφόρα ή γερανοφόρα οχήματα (σχ. 7.9γ και 7.9δ).

7.10 Μορφές, διαστάσεις και χρήση της ξυλείας.

7.10.1 Μονάδες μετρήσεως.

Για τα περισσότερα είδη ξυλείας ως μονάδα μετρήσεως λαμβάνεται συνήθως το m^3 (κυβικό μέτρο). Για τα σπάνια και πολύτιμα ξύλα λαμβάνεται ως μονάδα μετρήσεως το kg.

Στο διεθνές εμπόριο μονάδα μετρήσεως είναι το Standard (στάνταρντ) που είναι ίσο με 4,59 m^3 και μονάδα μήκους ή ίντσα (inch = 2,54 cm).

Ο κυβισμός των ξύλων, δηλαδή ο προσδιορισμός του όγκου τους, γίνεται με βάση τις ονομαστικές διαστάσεις τους και όχι τις πραγματικές. Οι ονομαστικές διαστάσεις προκύπτουν από τη στρογγύλευση των πραγματικών διαστάσεων στον αμέσως ανώτερο αριθμό που λήγει σε 5 ή 0. Π.χ. οι σανίδες έχουν πάχος 24 mm και ονομαστικό 25 mm. Οι διπλοσανίδες έχουν πραγματικό πάχος 48 mm και ονομαστικό 50 mm κ.ο.κ.

7.10.2 Μορφές και διαστάσεις της ξυλείας.

Στην παράγραφο 7.3 αναφέραμε τους τρεις τύπους της δομικής ξυλείας. Τη στρογγυλή, την πελεκητή και την πριονιστή. Οι τύποι αυτοί



Σχ. 7.9δ.
Φόρτωση αυτοκινήτου με περονοφόρο όχημα.





Σχ. 7.10α.
Τύποι στρογγυλής ξυλείας.



Σχ. 7.10β.
Στρογγυλή ξυλεία χρησιμοποιείται σε στύλους μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος.

κυκλοφορούν στο εμπόριο με ποικίλες μορφές και διάφορες διαστάσεις.

α) Στρογγυλή ξυλεία.

Προέρχεται από ολόκληρους κορμούς και έχει κολουροκωνική μορφή, δηλαδή το ένα άκρο της έχει μεγαλύτερη διάμετρο από το άλλο. Στο εμπόριο αναφέρεται με τη μέση διάμετρο (σχ. 7.10α).

Όταν η μέση διάμετρος είναι μεγαλύτερη από 20 cm τα ξύλα ονομάζονται ***βουβά***. Όταν είναι μικρότερη ονομάζονται ***στρογγυλά.***

Το μήκος των ξύλων αυτού του τύπου δεν είναι σταθερό. Εξαρτάται από το ύψος του δέντρου από το οποίο ελήφθη.

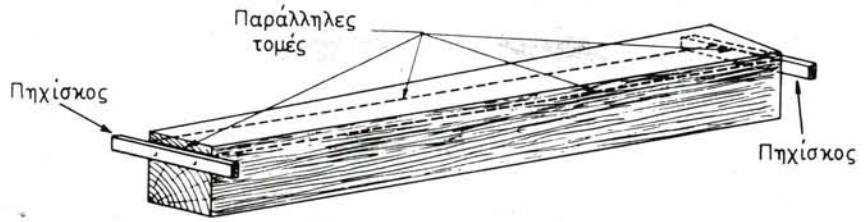
Στην Ελλάδα παράγεται στρογγυλή ξυλεία κυρίως από πεύκο, έλατο και χοντρούς ή λεπτούς κορμούς δρυός.

Χρησιμοποιείται κυρίως για την κατασκευή στύλων υποστηρίξεως στοών μεταλλείων ή άλλων προσωρινών κατασκευών, για κατάρτια μικρών πλοίων και για κολώνες των τηλεγραφικών και ηλεκτρικών δικτύων (σχ. 7.10β).

β) Πελεκητή ξυλεία.

Προέρχεται από κορμούς που έχουν αποκτήσει κανονική ορθογωνική ή τετραγωνική διατομή με εντελώς διαμορφωμένες ακμές. Σε μερικές περιπτώσεις οι ακμές δεν είναι τελείως διαμορφωμένες (σχ. 7.10γ). Στο εμπόριο ονομάζονται ***τράβα*** και κυκλοφορούν με δύο μορφές :

Τα ***ισοκέφαλα***, εκείνα που έχουν τις ίδιες διαστάσεις στα δύο άκρα και τα ***ανισοκέφαλα*** που εμφανίζουν διαφορετικές διαστάσεις στα δύο άκρα. Στη δεύτερη περίπτωση για



Σχ. 7.10γ.
Ανισοκέφαλο πελεκητό ξύλο. Οι μικροί πήχεις στις κεφαλές χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό των ευθυγράμμων ακμών και της επιπεδότητας των πλευρών.



Σχ. 7.10δ.
Πάτωμα με λωρίδες τροπικής ξυλείας.

τον υπολογισμό του όγκου της ξυλείας λαμβάνονται υπ' όψη οι διαστάσεις του μέσου του ξύλου.

Οι συνηθέστερες διαστάσεις της πελεκητής ξυλείας που διατίθεται στο εμπόριο αναφέρονται στον πίνακα 7.10.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.10.1
Διαστάσεις πελεκητής ξυλείας (έλατου)

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

Το μήκος των ξύλων αυτών είναι πάντοτε ακέραιος αριθμός μέτρων και κυμαίνεται μεταξύ 4 m και 13 m.

Χρησιμοποιείται στην κατασκευή ζευκτών στεγών, ικριωμάτων, βάθρων γεφυρών και γενικά για την κατασκευή δοκών και στύλων διαφόρων έργων.

Η πελεκητή ξυλεία παράγεται κυρίως από κορμούς ελάτου και σπανιότερα πεύκου.

γ) Πριονιστή (πριστή) ξυλεία.

Η ποικιλία των μορφών και των διαστάσεων της πριονιστής ξυλείας είναι πολύ μεγάλη. Οι κορμοί σχίζονται κατά διαφόρους τρόπους και έτσι παράγονται καδρόνια, σανίδες και πλάκες (βλ. παρ. 7.3 και σχ. 7.3ιδ, 7.3ιε, 7.3ιστ, 7.3ιζ).

Από τις βασικές αυτές μορφές κατασκευάζονται και πλήθος άλλων στοιχείων καταλλήλων για την εκτέλεση ειδικών κατασκευών. Ειδικότερα παράγονται:

– Στενόμακρες σανίδες (λωρίδες) διαφόρων μηκών με κατάλληλες εγκοπές για την κατασκευή πατωμάτων (σχ. 7.10δ).

– Μικρά ορθογωνικά τεμάχια (παρκέτα) για την κατασκευή άλλου τύπου πατωμάτων (σχ. 7.10ε).

– Πήχεις διαστάσεων 1,2 x 2,4 cm και μήκους 1 m έως 4 m.

– Ειδικά τεμάχια με ποικίλες διατομές (σχ. 7.10στ και 7.10ζ).

Η οικοδομήσιμη ξυλεία που προέρχεται από έλατο και πεύκο παράγεται συνήθως με μορφή καδρονιών και σανίδων. Οι συνηθισμένες διαστάσεις των υλικών αυτών που κυκλοφορούν στην Ελλάδα αναγράφονται στον πίνακα 7.10.2.

Οι διαστάσεις της ερυθρής ξυλείας που πωλείται στην Ελλάδα ποικίλλουν σε μεγάλο βαθμό. Στον πίνακα 7.10.2 φαίνονται οι συνηθέστερες.

Τα ξύλα που προέρχονται από άλλα δέντρα κυκλοφορούν συνήθως με μορφή πλακών και σανίδων. Έτσι:



Σχ. 7.10ε.
Πάτωμα με παρκέτα κολλητά. Οι διαστάσεις των παρκέτων είναι: Μήκος 30 cm, πλάτος 5 cm και πάχος 0,10 cm.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.10.2
Συνηθισμένες διαστάσεις κόκκινης ξυλείας (πεύκου)

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



Σχ. 7.10στ.
Διάφορες διατομές πριστής ξυλείας.



Σχ. 7.10ζ.
Ειδικά τεμάχια για την κατασκευή διαφόρων στοιχείων.

– Από όριγκον-πάιν και πιτς-πάιν οι πλάκες έχουν πάχος μεταξύ 1,5 in και 4 in (3,80 cm έως 10 cm), πλάτος 8 in έως 12 in (20 cm έως 30 cm) και μήκη 8 έως 18 ft (2,45 έως 5,50 m).

– Από δρεις οι πλάκες έχουν διαστάσεις: πάχος 2,7 cm έως 10 cm, πλάτος 25 έως 40 cm και μήκος 2 m έως 6 m. Οι σανίδες έχουν πάχος 2,4 cm, πλάτος 8 cm έως 20 cm και μήκος μεταξύ 1,50 m και 3,0 m.

– Από οξυά οι πλάκες έχουν πάχος 1,3 cm έως 12 cm, πλάτος 14 cm έως 40 cm και μήκος άνω των 2 m. Επίσης οι σανίδες έχουν τις ίδιες διαστάσεις με τις αντίστοιχες της δρυός.

– Κυκλοφορούν τέλος παρκέτα δρυός, πιτς-πάιν και καστανιάς μήκους 25 cm έως 40 cm.

7.10.3 Επιλογή του καταλληλότερου ξύλου.

Η επιλογή είναι μια δύσκολη εργασία και γίνεται μόνο από ειδικούς και τεχνίτες με μεγάλη πείρα. Πάντως οι βασικοί παράγοντες

που θα επηρεάσουν αποφασιστικά την κρίση τους είναι:

– Οι γενικές ιδιότητες του κάθε είδους ξυλείας και η ποιότητα των συγκεκριμένων τεμαχίων που θα χρησιμοποιηθούν.

– Οι ειδικές απαιτήσεις κάθε έργου και

– η δαπάνη προμήθειας των υλικών.

Ενδεικτικώς παραθέτομε 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.

Σκάλες: πεύκο, λάρτσινο, πιτς-πάιν.

2) ***Συγκοινωνιακά έργα:***

Γέφυρες: δρυς, καραγάτσι (φτελιά), καστανιά, σουηδικό πεύκο.

Στρωτήρες σιδηροδρόμων: λάρτσινο, οξυά, δρυς.

3) ***Μεταλλευτικά έργα.***

Υποστηρίξεως στοών: πεύκο, δρυς καστανιά.

4) ***Διάφορα κιγκλιδώματα***: πεύκο, ιτιά, λεύκη, σκλήθρο.

Προστατευτικά βοηθητικά ικριώματα: έλατο, πεύκο.

Ξυλότυποι: έλατο.

Κιβώτια: έλατο, πεύκο, οξυά.

Βαρέλια: πεύκο, δρυς, οξυά, καστανιά.

7.11 Τεχνητή ξυλεία.

Τα εξετασθέντα μέχρι τώρα δομικά υλικά του ξύλου προέρχονται από τους κορμούς και τους μεγάλους κλάδους των δέντρων. Δεν έχουν υποστεί καμιά μηχανική και χημική δράση εκτός της κοπής και της μορφοποιήσεώς τους. Παρουσιάζουν όμως σοβαρά ελαττώματα και μειονεκτούν έναντι άλλων υλικών (βλ. παρ. 7.5). Για να αντιμετωπιστούν αυτά τα ελαττώματα αλλά και για να αξιοποιηθούν τα τεράστια απορρίμματα που αφήνουν η υλοτομία (μικρά κλαδιά, φύλλα κλπ.) και η κατεργασία του ξύλου (ροκανίδια, άχρηστα κομμάτια) καθώς και τα άχρηστα ή κακής ποιότητας ξύλα επινοήθηκε η τεχνητή ξυλεία.

Για την παραγωγή της χρησιμοποιούνται διάφορες μηχανικές και χημικές μέθοδοι που εφαρμόζονται στα αναφερθέντα άχρηστα υλικά. Η τεχνητή ξυλεία δεν διατηρεί κανένα από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του ξύλου από το οποίο προέρχεται. Περιλαμβάνει ένα πλήθος υλικών μεγάλης ποικιλίας και εξειδικευμένης χρήσεως σε σύγκριση με το κοινό ξύλο.

Η τεχνητή ξυλεία παράγεται συνήθως με τη μορφή φύλλων, πλακών και δοκών. Τα φύλλα έχουν πάχος δεκάτων του χιλιοστού έως μερικά εκατοστά. Για το πλάτος και το μήκος τους δεν υπάρχουν όρια. Εξαρτώνται από τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή τους.

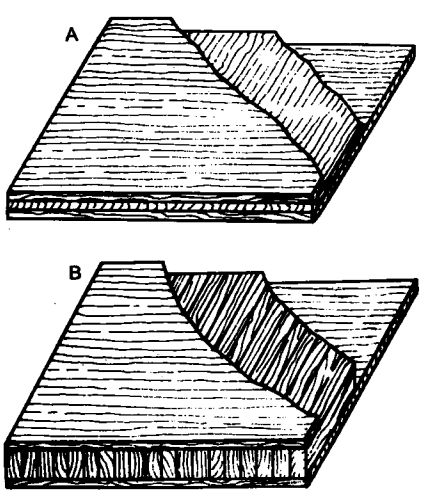
Τα σημαντικότερα είδη τεχνικής ξυλείας αναφέρονται αμέσως πιο κάτω.

7.11.1 Αντικολλητά φύλλα (κόντρα πλακέ).

Αποτελούνται από ένα αριθμό λεπτών φύλλων που το καθένα έχει πάχος 1 έως 2,5 mm. Τα φύλλα αυτά προέρχονται από την κοπή των κορμών δέντρων με μαλακό και χωρίς ρόζους ξύλο όπως είναι το σκλήθρο, η λεύκα, η σημύδα, ο οκουμές κ.ά. Η κοπή των κορμών γίνεται ή κατά επίπεδα φύλλα ή με ξετύλιγμα του κορμού (σχ. 7.3κστ).

Τα φύλλα αυτά χρησιμοποιούνται με δύο τρόπους. Ο πρώτος τρόπος είναι να επικολληθούν επάνω σε άλλα ξύλινα στοιχεία, κατά κανόνα επίπεδα, και έτσι το στοιχείο αυτό να αποκτήσει την εμφάνιση του ξύλου από το οποίο προέρχεται το λεπτό φύλλο (καπλαμάς). Κατά το δεύτερο τρόπο τα φύλλα αφού κοπούν σε ορισμένες διαστάσεις τοποθετούνται το ένα επάνω στο άλλο [σχ. 7.11α (Α)] αφού προηγουμένως επαλειφθεί το καθένα με μια κόλλα. Τα φύλλα τοποθετούνται έστι ώστε τα "νερά" κάθε φύλλου να είναι κάθετα στα "νερά" του προηγούμενου. Τα δύο εξωτερικά φύλλα πρέπει να έχουν τα "νερά" τους προς την αυτή κατεύθυνση. Έτσι ο αριθμός των φύλλων των κόντρα πλακέ είναι μονός (3, 5, 7 κλπ.).

Για το κόλλημα των φύλλων χρησιμοποιούνται διαφόρων ειδών κόλλες (σχ. 7.11β). Εξαρ-



Σχ. 7.11α.
Αντικολλητά φύλλα. α) Τοποθέτηση λεπτών φύλλων το ένα επάνω στο άλλο. Οι ίνες (νερά) κάθε φύλλου πρέπει να έχουν αντίθετη διεύθυνση από τις ίνες των γειτονικών τους φύλλων. β) Στοιχείο πάχους μέχρι 5 cm (πλακάζ) αποτελούμενο από ένα πυρήνα πήχεων ή λεπτών καδρονιών πάχους μέχρι 2,5 cm, ο οποίος καλύπτεται με δύο ή περισσότερα λεπτά φύλλα.

τάται από τον προορισμό του υλικού. Για κόντρα πλακέ εξωτερικής χρήσεως χρησιμοποιούνται ισχυρές συνθετικές κόλλες. Για εσωτερικής χρήσεως οι κόλλες είναι ασθενέστερες και πολύ φθηνότερες. Μια από τις πιο διαδεδομένες ελαφρές κόλλες είναι η καζεΐνη. Κάτω από ειδικές συνθήκες πιέσεως και σε θερμοκρασία 120°C που επιτυγχάνεται με τη διοχέτευση ατμού η κόλλα αυτή ξεραίνεται απότομα. Δεν διαλύεται από το νερό αφού ξεραθεί και αντέχει σε υψηλές θερμοκρασίες.

Στο εμπόριο κυκλοφορούν (σχ. 7.11γ) κόντρα πλακέ πάχους 3 έως 5 mm ή μεγαλύτερου όταν προορίζονται για εξωτερικές χρήσεις. Οι άλλες διαστάσεις είναι 0,90 έως 1,0 m για το πλάτος και 2,0 m έως 2,20 m για το μήκος.

Διατίθενται επίσης κόντρα πλακέ που η μια πλευρά τους είναι καλυμμένη με ένα πολύ λεπτό φύλλο (καπλαμά) από ακριβό ξύλο. Προορίζονται για έπιπλα.

Το κόντρα πλακέ επηρεάζεται από την



Σχ. 7.11β.
Μετά την επάλειψη των λεπτών φύλλων με κόλλα, τα κόντρα πλακέ τοποθετούνται σε θερμαινόμενη πρέσσα για τη σκλήρυνση της κόλλας και τη συμπίεση.



Σχ. 7.11γ.
Αποθήκη κόντρα-πλακέ.

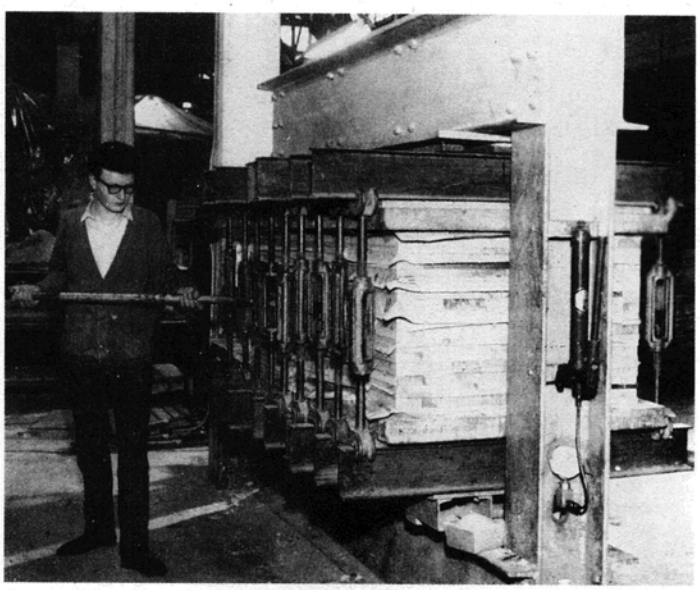
υγρασία πολύ λιγότερο από ότι τα κοινά ξύλα. Δεν παραμορφώνονται εύκολα (δεν πετσικάρουν) λόγω της διασταυρώσεως των νερών που τα απαρτίζουν και παρουσιάζουν μεγαλύτερη μηχανική αντοχή από το ξύλο.

Χρησιμοποιούνται σε μεγάλη έκταση κυρίως στην κατασκευή εσωτερικών θυρών, ντουλαπιών και επίπλων. Επίσης σε ξύλινες επενδύσεις τοίχων και οροφών και εσωτερικών χωρισμάτων. Χρησιμοποιούνται επίσης στη ναυπήγηση ελαφρών σκαφών και σε πολλές άλλες εργασίες.

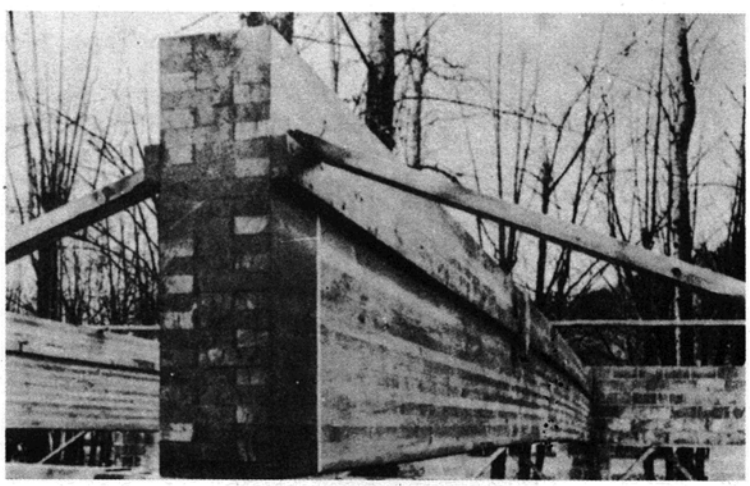
Παρόμοιο προς το κόντρα πλακέ υλικό, με τις ίδιες περίπου ιδιότητες και χρήσεις αλλά με μεγαλύτερο πάχος, είναι το ***πλακάζ*** ([σχ. 7.11α (Β)]. Το πάχος του φθάνει τα 5 cm. Κατασκευάζεται με πυρήνα από πήχεις που έχουν πάχος 2,5 cm ή μικρά καδρόνια από μαλακό ξύλο. Ο πυρήνας καλύπτεται εξωτερικά από ένα ή δύο λεπτά φύλλα. Ο πυρήνας μπορεί να κατασκευαστεί και από άλλης μορφής και είδους υλικά όπως λωρίδες από πριστή ξυλεία ή από ινόπλακες, ή κυματοειδές χαρτί. Το πλακάζ που προκύπτει έτσι είναι ελαφρότερο από αυτό που έχει πυρήνα από πήχεις.

7.11.2 Συγκολλητή ξυλεία (σύνθετη ξυλεία).

Από ξυλεία κακής ποιότητας ή άχρηστης για άλλη χρήση και μορφής κυρίως σανίδας,



Σχ. 7.11δ.
Κατασκευή πλακών με επάλειψη κόλλας στις στενές πλευρές των σανίδων. Διακρίνονται οι σφιγκτήρες με τους οποίους συγκρατούνται οι σανίδες.



Σχ. 7.11ε.
Ευθύγραμμη συγκολλητή ράβδος μεγάλου μήκους.



Σχ. 7.11στ.
Καμπύλα δοκάρια από συγκολλητή ξυλεία. Αποτελούν τον σκελετό για την κάλυψη αρχαιολογικού χώρου στα Μάλλια της Κρήτης.



Σχ. 7.11ζ.
Συγκόλληση σανίδων κατά δύο τρόπους για την κατασκευή καμπύλων δοκών. α) Κατά το πλάτος των σανίδων και β) κατά το πάχος τους.

κατασκευάζονται στα εργοστάσια διάφορα σύνθετα φέροντα στοιχεία (πλάκες, σχ. 7.11δ) και δοκοί ευθύγραμμοι ή καμπύλοι (σχ. 7.11ε και 7.11στ). Εκδηλώνουν ιδιότητες καλύτερες από τις αντίστοιχες ιδιότητες του ατόφιου ξύλου και με μειωμένα σημαντικά τα ελαττώματά του.

Οι σανίδες συγκολλούνται μεταξύ τους είτε κατά το πλάτος τους [(σχ. 7.11ζ (α)] είτε κατά το πάχος τους [(σχ. 7.11ζ (β)] με ισχυρές συνθετικές κόλλες.

Κατά την πρώτη μέθοδο προκύπτουν δοκοί με διαστάσεις διατομής που εξαρτώνται από τον αριθμό και το πλάτος των σανίδων. Κατά τη δεύτερη μέθοδο τα σύνθετα στοιχεία έχουν πλάτος και ύψος που εξαρτάται από το πλήθος των σανίδων.

Οι δοκοί χρησιμοποιούνται ως φέροντα στοιχεία για κατασκευή ζευκτών μεγάλων ανοιγμάτων (σχ. 7.11στ), πλακών πατωμάτων και στεγών κ.α. Οι πλάκες χρησιμοποιούνται για κατασκευή ξυλοτύπων και διαχωρισμάτων.

Η συγκολλητή ξυλεία πλεονεκτεί σημαντικά έναντι της κοινής ξυλείας γιατί:

– Κατασκευάζονται στοιχεία με μεγάλη ποικιλία διαστάσεων διατομής και μήκους που δεν εξαρτώνται από τις διαστάσεις διατομής και μήκους των σανίδων και κατά συνέπεια από τις διαστάσεις του κορμού από τον οποίο προήλθαν τα ξύλα.

– Κατασκευάζονται στοιχεία με διάφορες μορφές, τόξα, τρίγωνα κλπ.

– Έχουν μεγαλύτερη αντοχή θλίψεως, εφελκυσμού, κάμψεως κλπ.

– Δεν στρεβλώνονται και δεν συρρικνώνονται με την απορρόφηση υγρασίας.

– Τα ελαττώματα του ξύλου δεν επηρεάζουν σοβαρά τις ιδιότητές τους.

7.11.3 Πλάκες από αποϊνωμένο ξύλο (ινόπλακες).

Από ίνες ξύλων κατωτέρας ποιότητας κατασκευάζεται ένας μεγάλος αριθμός δομικών υλικών. Χρησιμοποιούνται ευρύτατα στη δομική και σε πολλές άλλες εφαρμογές.

Η αποΐνωση του ξύλου, δηλαδή το ξεχώρι-

σμα των ινών και η αφαίρεση διαφόρων ουσιών που περιέχονται στη μάζα του γίνεται με δύο μεθόδους:

– Η πρώτη μέθοδος αφορά σε μηχανική και χημική κατεργασία.

– Στη δεύτερη μέθοδο χρησιμοποιείται ατμός και υψηλή πίεση (μέχρι 85 at). Με απότομη πτώση της πιέσεως και ταυτόχρονης εξατμίσεως επιτυγχάνεται αποχωρισμός των ινών.

Οι ίνες που αποχωρίστηκαν υφίστανται νέα επεξεργασία με τη βοήθεια νερού και ατμού. Ο πολτός που δημιουργείται μεταφέρεται σε πιεστήρια όπου υπό την πίεση διαφόρων εντάσεων παίρνει τη μορφή πλάκας με διάφορα πάχη.

Ανάλογα με την πίεση που δέχεται ο πολτός και τη χρησιμοποίηση ή όχι κόλλας κατασκευάζονται πλάκες με ποικίλα φαινόμενα βάρη. Τα βάρη αυτά κυμαίνονται μεταξύ 20 έως 1450 kp/m^3.

Σύμφωνα με τα φαινόμενα βάρη τους οι ινόπλακες διαιρούνται στις εξής κατηγορίες που αναφέρονται στον πίνακα 7.11.1.

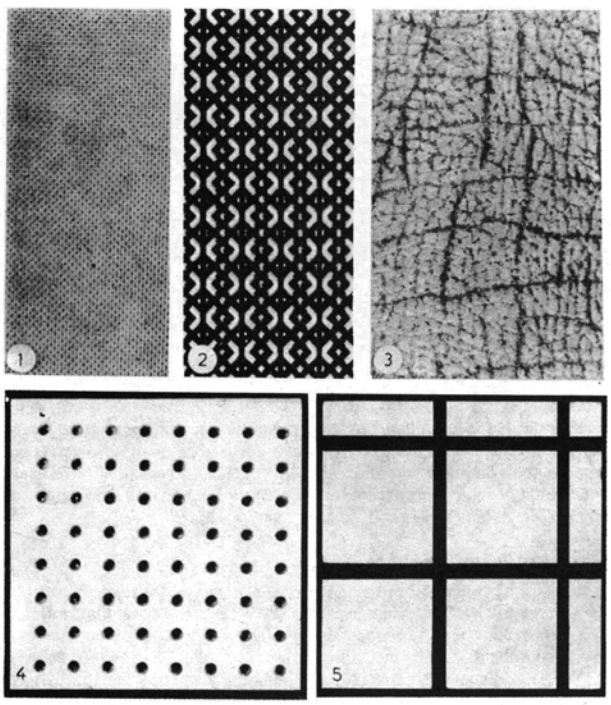
Οι ιδιότητες των πλακών αυτών εξαρτώνται από το ειδικό βάρος τους, από την ύπαρξη συνδετικής ουσίας (κόλλας) και από το είδος της ουσίας αυτής. Ειδικότερα:

1) Οι δύο πρώτες κατηγορίες των υπερπορωδών και πορωδών πλακών [(σχ. 7.11η (4 και 5) και 7.11θ)] εμφανίζουν εξαιρετικές ηχομονωτικές και θερμομονωτικές ιδιότητες. Έχουν όμως μηδενική ή μικρή μηχανική αντοχή και

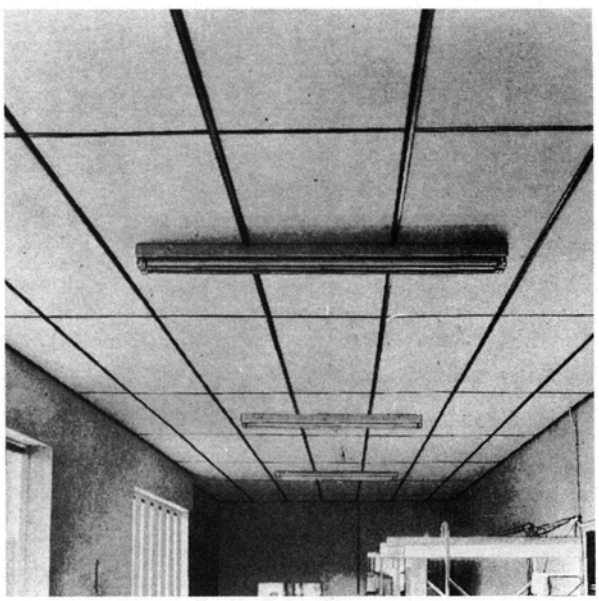
ΠΙΝΑΚΑΣ 7.11.1

Κατηγορίες ινοπλακών

α/α	Ονομασία πλάκας	Ειδικό φαινόμενο βάρος p/cm^3
1	Εύκαμπτες μονωτικές πλάκες	0,02 - 0.15
2	Δύσκαμπτες μονωτικές ή πορώδεις πλάκες	0,15 - 0,40
3	Μέσης πυκνότητας ή ημίσκληρες πλάκες	0,40 - 0,80
4	Σκληρές πλάκες (hard board)	0,80 - 1,15
5	Εξαιρετικά σκληρές πλάκες	1,15 - 1,45



Σχ. 7.11η.
Ινόπλακες διαφόρων τύπων: 1) Κάτω επιφάνεια σκληρής πλάκας. 2) και 3) Διακοσμητικές σκληρές ινόπλακες. 4) και 5) Διακοσμητικές μονωτικές πλάκες.



Σχ. 7.11θ.
Επένδυση οροφής αίθουσας με ηχομονωτικές ινόπλακες.

είναι εξαιρετικά εύφλεκτες.

Χρησιμοποιούνται για επενδύσεις τοίχων και ορόφων και γενικά όπου απαιτείται κυρίως ισχυρή θερμομόνωση.

2) Οι πλάκες των δύο επομένων κατηγοριών, οι ημίσκληρες και οι σκληρές παρουσιάζουν μεγάλη μηχανική αντοχή, αντοχή σε τριβές, πολύ μικρή υγροσκοπικότητα και τέλος σταθερότητα στις θερμοκρασιακές μεταβολές (μικρή συστολή και διαστολή) [(σχ. 7.11η (1, 2, 3)].

Για την κατασκευή των πλακών αυτών χρησιμοποιούνται διάφορες συγκολλητικές ύλες όπως π.χ. το κολοφώνιο, ο βακελίτης και διάφορες συνθετικές ή φυσικές ρητίνες. Η εκλογή της συγκολλητικής ύλης εξαρτάται από τον επιθυμητό βαθμό σκληρότητας.

Σε ορισμένες από τις πλάκες αυτές η μία επιφάνεια υφίσταται ειδική επεξεργασία. Με λείανση ή χρωματισμό ή με χάραξη αναγλύφων σχεδίων κατασκευάζονται πλάκες για ειδικές χρήσεις. Χρησιμοποιούνται σε μεγάλη έκταση σε διάφορες κατασκευές όπως και το κόντρα πλακέ. Σταδιακά τείνουν να αντικαταστήσουν το τελευταίο σε όλες τις εφαρμογές του λόγω κυρίως των καλυτέρων ιδιοτήτων και την μικρότερης τιμής τους. Στο εμπόριο κυκλοφορούν με τη γενική ονομασία χαρντ-μπόαρντ ((Hard-Board).

3) Οι εξαιρετικώς σκληρές πλάκες κατασκευάζονται με την επιβολή υψηλότερης πιέσεως και τη χρήση ισχυρότερης συγκολλητικής ύλης από τις προηγούμενες.

Χρησιμοποιούνται κυρίως για βιομηχανικές μικροκατασκευές όπως μήτρες, ηλεκτρικοί πίνακες κ.α.

7.11.4 Πλάκες από απορρίμματα ξύλου (μοριοπλάκες).

Για την κατασκευή τους χρησιμοποιούνται ροκανίδια ή μικρά τεμάχια ξύλου που προήλθαν από την κατεργασία των κορμών. Επίσης χρησιμοποιούνται μικρά κλαδιά, καλάμια, άχυρα, κώνοι αραβοσίτου και γενικά ευτελή φυτικά προϊόντα. Ως συγκολλητική ύλη χρησιμοποιείται μια συνθετική ρητίνη.

Τα διάφορα αυτά υλικά τεμαχίζονται με ειδικές μηχανές και παίρνουν διαστάσεις: μήκος 5 mm έως 15 mm, πλάτος 1 mm έως 8 mm και πάχος 0,3 mm έως 0,8 mm. Μετά τον τεμαχισμό μετατρέπονται σε πολτό με τη βοήθεια νερού και ατμού. Ο πολτός αναμιγνύεται με τη ρητίνη και μεταφέρεται σε ειδικά πιεστήρια όπου κάτω από υψηλές πιέσεις και θερμοκρασίες μορφοποιείται σε πλάκες διαφόρων παχών.

Το ειδικό βάρος τους εξαρτάται, όπως και στις ινόπλακες, από την ένταση της πιέσεως που εξασκείται. Συνήθως κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες.

– Ελαφρές πλάκες με φαινόμενο βάρος 400 kp/m^3.

– Μέσου βάρους πλάκες με φαινόμενο βάρος 400-850 kp/m^3.

– Βαριές πλάκες με φαινόμενο βάρος 850-1100 kp/m^3.

Οι ελαφρές χρησιμοποιούνται για μονώσεις έναντι ήχου και συνήθων θερμοκρασιών. Οι μέσου βάρους για ελαφρά χωρίσματα, φύλλα ντουλαπιών. Οι βαριές πλάκες θεωρούνται κατάλληλες για ελαφρές κατασκευές.

Σε σύγκριση με τις ινόπλακες αντίστοιχου βάρους θεωρούνται κατώτερες γιατί εκδηλώνουν μικρότερη θερμομονωτική και ηχομονωτική ικανότητα καθώς και μικρότερη αντοχή. Στην Ελλάδα κυκλοφορούν οι μέσου βάρους πλάκες με πάχη 10 mm έως 20 mm με το όνομα "Νοβοπάν".

Παρόμοιες πλάκες κατασκευάζονται με πρώτη ύλη φυτικά προϊόντα επιμήκη (π.χ. φύκια κ.α.) και ως συγκολλητική ύλη τη μαγνησιακή κονία. Οι πλάκες αυτές παρουσιάζουν μεγάλη μηχανική αντοχή, σημαντική αντοχή έναντι υγρασίας, δεν καίγονται εύκολα και δεν προσβάλλονται από μικροοργανισμούς, δηλαδή δεν σαπίζουν (σχ. 7.11ι). Η θερμομονωτική τους ιδιότητα αυξάνεται σημαντικά εάν η πλάκα έχει ως πυρήνα διογκωμένη πολυστε-



Σχ. 7.11ι.
Μοριόπλακες με επένδυση λεπτής στρώσεως συνθετικών ρητινών.

ρίνη και επένδυση δύο μοριοπλάκες (σχ. 7.11ια). Συνήθως οι μοριοπλάκες χρησιμοποιούνται αντί σανιδώματος στον ξυλότυπο των πλακών από οπλισμένο σκυρόδεμα (σχ. 7.11ιβ και 7.11ιγ). Ένα υλικό αυτού του τύπου ονομάζεται στην Ελλάδα Ερακλίτ (Heraklith) (σχ. 7.11ιδ).



Σχ. 7.11ια.
Μοριόπλακα με φυτικής προελεύσεως ίνες.



Σχ. 7.11ιβ.
Μοριόπλακα θερμομονωτική τύπου σάντουιτς. Έχει πυρήνα από διογκωμένη πολυστερίνη και επένδυση δύο λεπτές μοριόπλακες.



Σχ. 7.11ιγ.
Μοριόπλακες που τοποθετούνται απ' ευθείας επάνω στο σκελετό που συγκρατεί το σανίδωμα των ξυλοτύπων στο οπλισμένο σκυρόδεμα.

7.12 Ξυλάλευρο, ξυλοβάμβακας, ξυλόμαλλο, ξυλόλιθος.

Τα υλικά αυτά προέρχονται από το άλεσμα ή το ξαίσιμο αχρήστων ξύλων. Χρησιμοποιούνται ως προσμίγματα για την κατασκευή διαφόρων υλικών ή αυτοτελώς.

Το ξυλάλευρο θεωρείται καλό υλικό προσμίξεως με διάφορες συνθετικές ρητίνες για την κατασκευή πλαστικών υλικών επειδή έχει μικρό ειδικό βάρος, διαβρέχεται εύκολα από τις ρητίνες και έχει χαμηλή τιμή.

Ο ξυλοβάμβακας και το ξυλόμαλλο είναι λεπτές και σγουρές ίνες μαλακού ξύλου μήκους 25 cm έως 35 cm. Χρησιμοποιούνται για την κατασκευή μονωτικών πλακών και για το γέμισμα κενών σε κατασκευές από μη μονωτικά υλικά. Π.χ. σε διπλούς τοίχους με κενό μεταξύ τους.

Το ξυλάλευρο, το ξυλόμαλλο και άλλα ξυλώδη παρόμοια υλικά χρησιμοποιούνται για την κατασκευή του ξυλολίθου με τη βοήθεια μιας συνθετικής κόλλας. Ο ξυλόλιθος αποτελείται από τα αναφερθέντα προϊόντα που αναμιγνύονται με λειοτριβημένο μαγνησίτη (ανθρακικό μαγνήσιο, $MgCO_3$, το οποίο στην Ελλάδα λαμβάνεται από το ορυκτό λευκόλιθος) και διάλυση χλωριούχου μαγνησίου ($MgCl_2$).

Ο ξυλόλιθος χρησιμοποιείται για την κατασκευή πλακών ή χυτών δαπέδων χωρίς αρμούς.

7.13 Φελλός και υλικά από φελλό.

Ο φελλός προέρχεται από τον εξωτερικό φλοιό ενός δέντρου της οικογένειας της δρυός που αναπτύσσεται κυρίως στην περιοχή της δυτικής Μεσογείου. Ενώ ο φλοιός των περισσοτέρων δέντρων είναι ινώδης, αποτελείται δηλαδή από δέσμες λεπτών ινών, ο φλοιός από τον οποίο προέρχεται ο φελλός δεν έχει ίνες αλλά μικροσκοπικές κυψέλες που είναι ορατές μόνο με μικροσκόπιο. Ένα cm^3 φελλού περιέχει περί τα 12 εκατομμύρια κυψέλες μέσα στις οποίες είναι κλεισμένος αέρας. Ο αέρας, όπως είναι γνωστό είναι το καλύτερο μονωτικό για τη θερμότητα και τον ήχο. Ο φελλός συγκεντρώνει ορισμένες ιδιότητες που το καθιστούν πρώτης τάξεως υλικό για ειδικές χρήσεις. Οι ιδιότητες αυτές είναι οι εξής:

– Είναι εξαιρετικό θερμομονωτικό αλλά και ηχομονωτικό υλικό.

– Έχει μικρό φαινόμενο βάρος που κυμαίνεται μεταξύ 90 kp/m^3 έως 130 kp/m^3. Ποσοστό 75% του φαινόμενου όγκου καταλαμβάνεται από αέρα.

– Παρουσιάζει μικρή απορροφητικότητα στα περισσότερα υγρά γιατί στερείται τριχοειδών πόρων. Επομένως επηρεάζεται πολύ λίγο από την υγρασία.

– Χαρακτηρίζεται από αξιοσημείωτη ελαστικότητα και ξαναπαίρνει το αρχικό σχήμα μετά την απομάκρυνση της δυνάμεως που προκάλεσε την παραμόρφωση.

– Απορροφά και δεν μεταδίδει τις δονήσεις που προκαλούνται από τα κινητά μέρη των μηχανών.

– Οι πλάκες από φελλό δεν στρεβλώνονται, δεν διαστέλλονται και δεν συστέλλονται σε περιβάλλον υγρό ή θερμό.

– Δεν σαπίζει και δεν προσβάλλεται από έντομα ή μήκυτες που καταστρέφουν το ξύλο.

– Τέλος ο φελλός περιλαμβάνεται στα υλικά που επιβραδύνουν τη μετάδοση της φωτιάς. Δεν αναφλέγεται από σπινθήρες και καίγεται αργά μόνο το τμήμα του που βρίσκεται σε επαφή με τις φλόγες. Ο φελλός δεν μεταδίδει τη φωτιά και δεν υποκαίεται.

Ο φελλός στη φυσική του κατάσταση χρησιμοποιείται σε πολύ περιορισμένη κλίμακα, κυρίως για κατασκευή πλωτήρων, σημαντήρων, στόπερ κλπ.

Χρησιμοποιείται όμως σε μεγάλη έκταση όταν μετατραπεί σε κόκκους και πλάκες. Ο φυσικός φελλός αλέθεται και μετατρέπεται σε κόκκους διαφόρων μεγεθών. Διατίθεται στο εμπόριο είτε κοσκινισμένος είτε ακοσκίνιστος. Χρησιμοποιείται για το γέμισμα κενών άλλων κατασκευών ώστε να αυξηθεί η θερμομόνωσή τους.

7.14 Χαρτί.

Παράγεται από την κυτταρίνη του ξύλου ή από άλλα υλικά που περιέχουν κυτταρίνη, όπως τα βαμβακερά ή λινά ράκη, τα άχυρα κ.α. Με κατάλληλη χημική επεξεργασία δημιουργείται η χαρτόμαζα ή χαρτοπολτός και εν συνεχεία κατασκευάζεται το χαρτί υπό μορφή φύλλων.

Η ποιότητα του χαρτιού εξαρτάται από το είδος της πρώτης ύλης. Από τη μέθοδο παραγωγής και από την επιμελημένη ή όχι επεξεργασία τα ράκη δίνουν την καλύτερη ποιότητα.

Στο εμπόριο κυκλοφορεί σε φύλλα διαφόρων διαστάσεων και πάχους. Μονάδα μετρήσεως του χαρτιού είναι το βάρος ενός m^2 φύλλου ορισμένου πάχους ή το βάρος μιας δεσμίδας ορισμένου αριθμού φύλλων (π.χ. 500) ορισμένων διαστάσεων και πάχους.

Στη δομική έχει περιορισμένη χρήση. Χρησιμοποιείται κυρίως για την κατασκευή ***πισσοχάρτων, χαρτοταπήτων*** και ***φορμάικας.*** Επίσης χρησιμοποιείται με τη μορφή χαρτονιών για την κατασκευή ειδικών καλουπιών για κυκλικούς στύλους.



Σχ. 7.11ιδ.
Η κάτω όψη πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος στην οποία αντί σανιδώματος χρησιμοποιήθηκαν μοριόπλακες τύπου Heraklith.

Το πισσσόχαρτο κατασκευάζεται με φύλλα χαρτιού τα οποία εμποτίζονται με πίσσα. Είναι υλικό με καλή στεγανότητα και χρησιμοποιείται για την κάλυψη στεγών και δωμάτων και γενικά για υγρομονώσεις διαφόρων κατασκευών.

Οι χαρτοτάπητες είναι φύλλα χαρτιού διαφόρων ποιοτήτων κολλημένα μεταξύ τους. Το τελευταίο φύλλο έχει διάφορα σχέδια χρωματιστά. Χρησιμοποιείται για την τελική κάλυψη τοίχων. Αντικαθιστά τη βαφή.

Η φορμάικα είναι προϊόν της χημικής βιομηχανίας. Αποτελείται από λεπτά φύλλα χαρτιού, τα οποία εμποτίζονται με μια συνθετική ρητίνη (συνήθως μελαμίνη). Στη συνέχεια συμπιέζονται σε ισχυρές πρέσσες και δημιουργείται ένα συμπαγές σκληρό σώμα. Το πρώτο από τα φύλλα είναι διαφανές και προστατεύει το δεύτερο που περιέχει το χρώμα και τα σχέδια. Η ορατή επιφάνεια είναι γυαλιστερή ή θαμπή (ματ). Η φορμάικα παρουσιάζει εξαιρετική αντοχή στις τριβές και δεν χαράσσεται εύκολα, αντέχει στις μέσες θερμοκρασίες και δεν επηρεάζεται από το νερό και από τις περισσότερες χημικές ουσίες. Χρησιμοποιείται για την κάλυψη ξυλίνων κατασκευών όπως π.χ. τραπέζια, ντουλάπια, τοίχοι κλπ. Λόγω των εξαιρετικών ιδιοτήτων της και της ωραίας εμφανίσεως της εξωτερικής επιφάνειάς της αποτελεί πρώτης τάξεως καλυπτικό υλικό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΟΟ

ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

8.1 Εισαγωγή.

Είναι γνωστή η επίδραση που άσκησαν τα μέταλλα στην εξέλιξη του ανθρώπου καθώς και η σημασία τους για την οικονομική και κοινωνική πρόοδό του. Η σημερινή ανάπτυξή του οφείλει πάρα πολλά στη χρήση των μετάλλων.

Τα πρώτα μέταλλα, που χρησιμοποιήθηκαν προ 3500 ετών, ήταν ο χαλκός και ο σίδηρος. Η χρήση τους περιοριζόταν στην κατασκευή όπλων, εργαλείων, οικιακών σκευών, νομισμάτων και διαφόρων διακοσμητικών στοιχείων.

Η επέκταση όμως της χρήσεως και της αξιοποιήσεως των ιδιοτήτων των μετάλλων αυτών καθώς και των ανακαλυφθέντων νέων υπήρξε εξαιρετικά αργή. Βασικός λόγος της καθυστερήσεως ήταν η έλλειψη μέσων για την παραγωγή ισχυρής ενέργειας απαραίτητης για την κατεργασία των μετάλλων. Μόλις στις αρχές του περασμένου αιώνα χάρη στην εκμετάλλευση των δυνατοτήτων του ατμού, την κατασκευή καταλλήλων μηχανών και την επινόηση νέων μεθόδων άρχισε η πραγματική κυριαρχία των μετάλλων και των κραμάτων τους.

Μεγάλες προσπάθειες καταβλήθηκαν από τότε και καταβάλλονται ακόμη για να γίνει οικονομικότερη η παραγωγή τους και να δημιουργηθούν κράματα με ιδιότητες ικανές να ανταποκριθούν επιτυχώς στις συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες του ανθρώπου και ειδικότερα της τεχνικής.

Στη δομική η ευρεία χρησιμοποίηση των μετάλλων εφαρμόστηκε πολύ αργά. Μόνον όταν δημιουργήθηκε η ανάγκη κατασκευής μεγαλυτέρων και συνθετοτέρων έργων επιδιώχθηκε η βελτίωση και η παρασκευή νέων υλικών με βελτιωμένες ιδιότητες και χαμηλό κόστος κατασκευής. Μεταξύ αυτών τα μέταλλα και τα συνθετικά υλικά (πλαστικά) κατέλαβαν εξέχουσα θέση.

Τα πρώτα μεταλλικά τεχνικά έργα κατασκευάστηκαν από χυτοσίδηρο. Περιλάμβαναν οδικές και σιδηροδρομικές γέφυρες, δοκούς και στύλους κτηρίων και διάφορα άλλα διακοσμητικά των οικοδομών στοιχεία.

Εν συνεχεία χρησιμοποιήθηκαν ισχυρότερα προϊόντα με βάση το σίδηρο όπως τα διάφορα είδη του χάλυβα, καθώς και κράματα σιδήρου με μέταλλα όπως το νικέλιο, το χρώμιο κλπ. Τέλος στα νεότερα χρόνια χρησιμοποιήθηκαν και άλλα μέταλλα όπως το αλουμίνιο και το μαγγάνιο.

Προσπάθειες για την κατασκευή μεταλλικών γεφυρών από χυτοσίδηρο άρχισαν το 1755 στη Γαλλία. Γρήγορα όμως εγκαταλείφθηκε το πρόγραμμα λόγω του υψηλού κόστους του υλικού.

Η πρώτη χυτοσιδηρά γέφυρα κατασκευάστηκε στην Αγγλία το 1779. Έχει άνοιγμα από βάθρο σε βάθρο 30,50 m (σχ. 8.1α), ζυγίζει 378 t και χρειάστηκαν τρεις μήνες για να συναρμολογηθεί. Επίσης στις αρχές του περασμένου αιώνα κατασκευάστηκαν στέγες μεγάλων κτηρίων και τρούλοι εκκλησιών με χυτοσιδηρές δοκούς και στύλους (σχ. 8.1β).

Από τότε με τις νέες μέθοδους που εφαρμόστηκαν, με τη βελτίωση της ποιότητας του χάλυβα και με τη δημιουργία νέων κραμάτων δημιουργήθηκαν εντυπωσιακά έργα από χάλυβα, αλουμίνιο και μαγγάνιο. Χαρακτηριστικό έργο από χάλυβα είναι ο πύργος του Άιφελ στο Παρίσι που κατασκευάστηκε σε διάστημα δύο ετών (1887-1889) (σχ. 8.1γ). Έχει ύψος 300 m και ζυγίζει 9700 t. Αντίστοιχο έργο στη γεφυροποιία είναι η γέφυρα Φορθ (Forth bridge) στη Σκωτία (σχ. 8.1δ). Αποτελείται από δύο κεντρικά ανοίγματα μήκους 521 m το καθένα και ύψους από το νερό 45,7 m. Το συνολικό βάρος της υπερβαίνει τους 50.000 t χαλυβδίνων σωλήνων και δοκών. Η κατασκευή της ολοκληρώθηκε το 1890 και παρέμεινε για πολλά χρόνια η μεγαλύτερη γέφυρα στον κόσμο με σύστημα προβόλων .

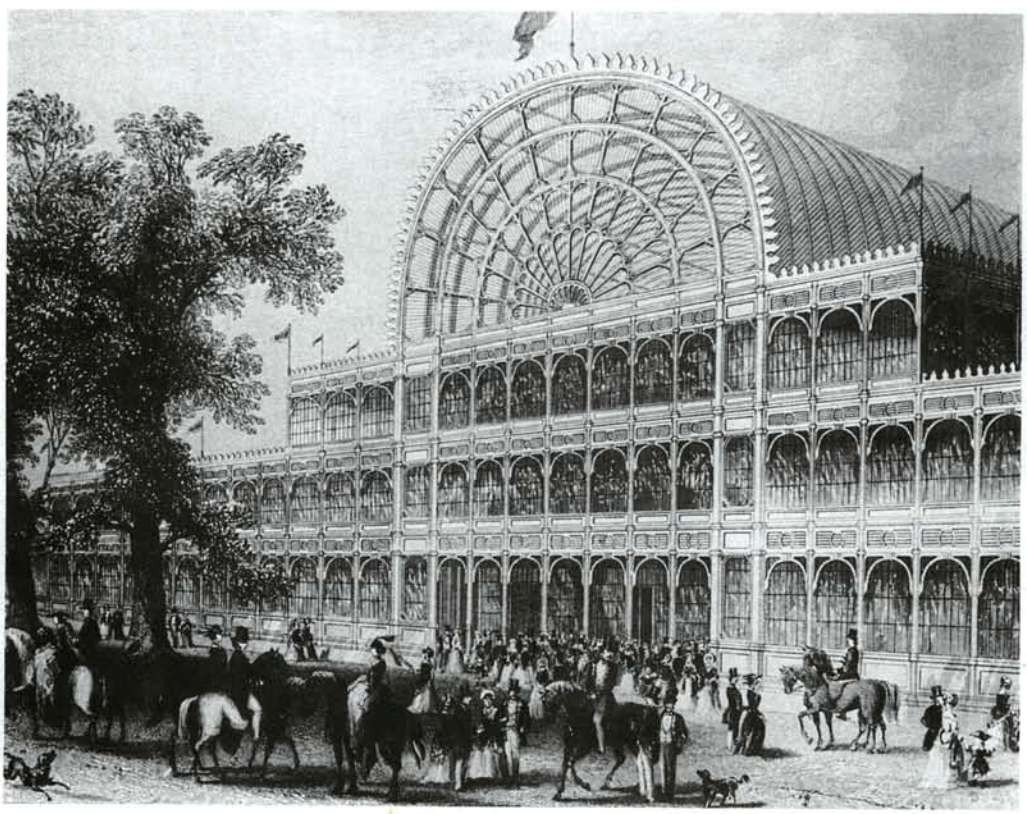
Στη σύγχρονη εποχή κατασκευάστηκαν και κατασκευάζονται έργα με χάλυβες υψηλής αντοχής, με ανοξείδωτους χάλυβες, με αλουμίνιο και με διάφορα κράματα σιδήρου - νικελίου - χρωμίου ή αλουμινίου - μαγγανίου κλπ. Αντιπροσωπευτικά έργα αυτής της εποχής είναι:

– Η κρεμαστή γέφυρα του Mackina στις Η.Π.Α. που κατασκευάστηκε στα 1957. Έχει συνολικό μήκος 2.595 m και μέγιστο ελεύθερο άνοιγμα 1158 m.

– Η κρεμαστή γέφυρα στον Αγ. Φραγκίσκο (Colden Gate) με μέγιστο ελεύθερο άνοιγμα



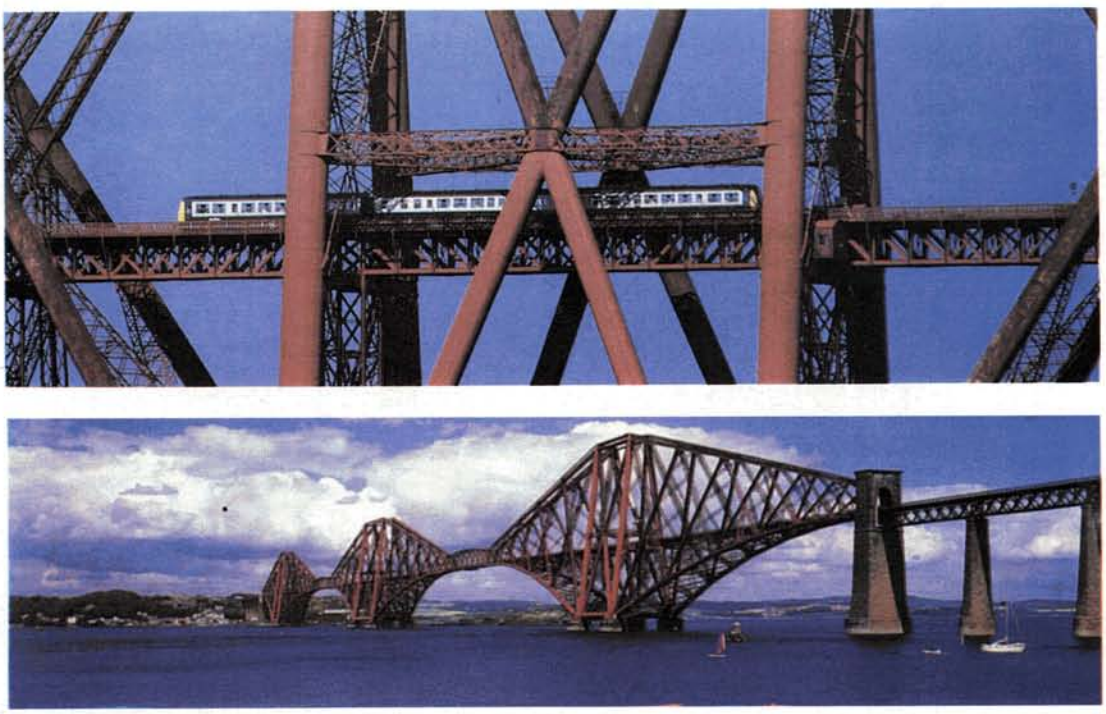
Σχ. 8.1α.
Η πρώτη χυτοσιδερένια γέφυρα. Κατασκευάστηκε το 1779.



Σχ. 8.1β.
Το κτήριο Crystal Palace στο Λονδίνο. Κατασκευάστηκε εξ ολοκλήρου με χυτοσιδηρούς στύλους και δοκούς. Τελείωσε το 1859, αποσυναρμολογήθηκε και αναγέρθηκε εκ νέου σε άλλη θέση. Το 1936 καταστράφηκε από πυρκαϊά.



Σχ. 8.1γ.
Ο χαλύβδινος πύργος του Άιφελ στο Παρίσι. Αποτελεί την πρώτη ένδειξη των δυνατοτήτων του χάλυβα στις κατασκευές.



Σχ. 8.1δ.
Γέφυρα στο Forth της Σκωτίας. Κατασκευάστηκε το 1890 και αποτελείται από τρία σωληνωτά βάθρα τα οποία δημιουργούν με προβόλους δύο κύρια ανοίγματα που το καθένα έχει μήκος 521 m.



Σχ. 8.1ε.
Η κρεμαστή γέφυρα Colden Gate στον Άγιο Φραγκίσκο.

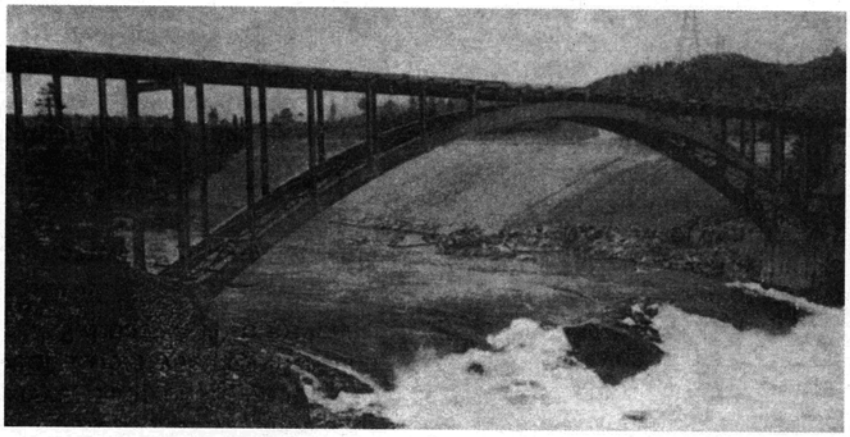
1280 m (σχ. 8.1ε) που κατασκευάστηκε το 1937.

– Η μεγάλη γέφυρα του Seto στην Ιαπωνία που συνδέει τα δύο νησιά Housoú και Σικοκού (σχ. 8.1στ). Έχει συνολικό μήκος 8,9 km και εγκαινιάστηκε το 1988.

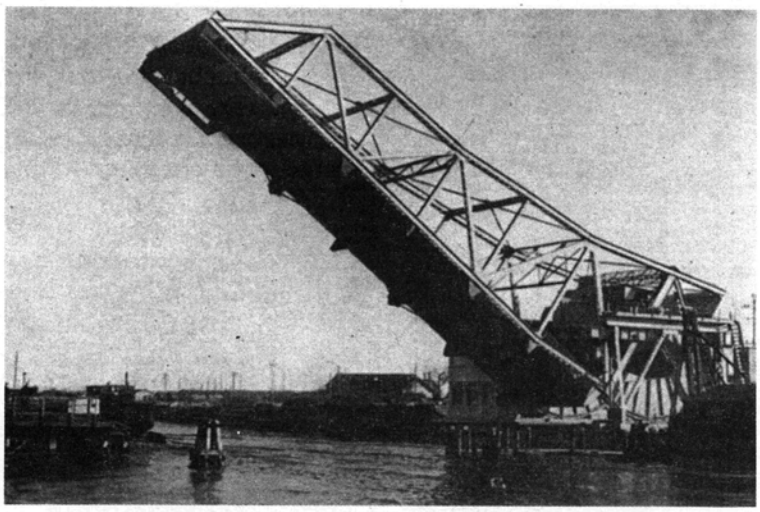
Εκτός από τις χαλύβδινες γέφυρες κατασκευάζονται και γέφυρες, κυρίως οδικές, από κράματα αλουμινίου. Η πρώτη οδική γέφυρα κατασκευάστηκε στο Κεμπέκ του Καναδά το 1950 και έχει μέγιστο άνοιγμα 88,50 m. Ζυγίζει μόνο 181,2 t. Η πρώτη σιδηροδρομική γέφυρα, ολόκληρη από αλουμίνιο, κατασκευάστηκε το 1946 στον ποταμό Grasse της Ν. Υόρκης. Το άνοιγμά της είναι 30,50 m και το βάρος της μόλις φθάνει τους 24 t. Μια αντίστοιχη χαλύβδινη γέφυρα θα ζύγιζε 58 t. Η χυτοσιδηρά γέφυρα του σχήματος 8.1α ζυγίζει 378 t. Χαρακτηριστικό έργο από αλουμίνιο είναι η γέφυρα στο Arvida του Καναδά (σχ. 8.1ζ) κατασκευασμένη εξ ολοκλήρου με κράματα αλουμινίου. Έχει συνολικό μήκος 152 m και το κεντρικό τόξο έχει άνοιγμα 88 m. Το βάρος της είναι 181 t. Αν είχε κατασκευαστεί από χάλυβα θα είχε βάρος 405 t. Ενδιαφέρον



Σχ. 8.1στ.
Η μεγάλη γέφυρα του Seto στην Ιαπωνία. Τα περισσότερα τμήματά της είναι κρεμαστές γέφυρες.



Σχ. 8.1ζ.
Γέφυρα από αλουμίνιο στο Arvida του Καναδά.



Σχ. 8.1η.
Κινητή γέφυρα αλουμινίου στη Χάβρη της Γαλλίας.

επίσης παρουσιάζει η κινητή γέφυρα στη Χάβρη της Γαλλίας (σχ. 8.1η).

Ο χάλυβας και το αλουμίνιο χρησιμοποιούνται και για έργα άλλης χρήσεως. Αντιπροσωπευτικό τέτοιο έργο είναι το μνημειακό τόξο του Πυλώνα της πόλεως Σαίντ Λούις ΗΠΑ (σχ. 8.1θ). Η κορυφή του απέχει από το έδαφος 192 m. Η διατομή κάθε σκέλους είναι ισοσκελές τρίγωνο του οποίου κάθε πλευρά έχει μήκος 16,5 m στη βάση του σκέλους και 5,2 m στην κορυφή. Τα σκέλη είναι κενά εσωτερικώς και οι πλευρές του τριγώνου αποτελούνται από δύο φύλλα ανοξείδωτου χάλυβα. Ανάμεσα στα δύο φύλλα που απέχουν μεταξύ τους χύθηκε οπλισμένο σκυρόδεμα.

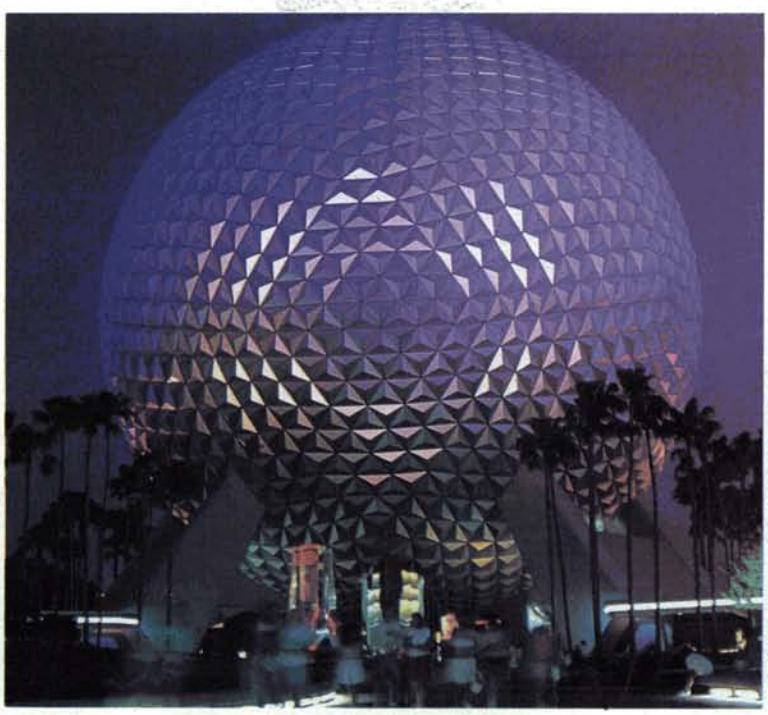
Ένα άλλο εξίσου εντυπωσιακό έργο είναι το "όχημα του διαστήματος γη" (σχ. 8.1ι). Έχει το σχήμα γαιωδετικής σφαίρας. Ο εσωτερικός όγκος της είναι 56.630 m^3 και το ύψος της αντιστοιχεί σε 18 ορόφους. Η φέρουσα κατασκευή αποτελείται από χαλύβδινα δικτυώματα που σχηματίζουν την εσωτερική σφαίρα (σχ. 8.1ια). Για το εξωτερικό κέλυφος χρησιμοποιήθηκαν 1000 περίπου φύλλα αλουμινίου.

Αλλά και σε συνήθη έργα είναι εκτεταμένη η χρήση σιδήρου και αλουμινίου. Κατασκευάζονται στέγες μεγάλων αιθουσών (σχ. 8.1ιβ και 8.1ιγ), υποστέγων και γενικώς χώρων με μεγάλα ανοίγματα, που δεν ήταν δυνατόν να καλυφθούν με άλλα υλικά. Επίσης επιτυγχάνεται με τη χρήση των μετάλλων η κατασκευή πολυωρόφων κτηρίων (σχ. 8.1ιδ) και ουρανοξυστών (σχ. 8.1ιε).

Από μέταλλα επίσης κατασκευάζονται δο-



Σχ. 8.1θ.
Μνημειακό τόξο στην πόλη Σαίντ Λούις (ΗΠΑ).



Σχ. 8.1ι.
Μεγάλη γαιωδετική σφαίρα στην πόλη Ορλάντο της Φλώριντα (ΗΠΑ) που ονομάζεται "Όχημα του διαστήματος γη".



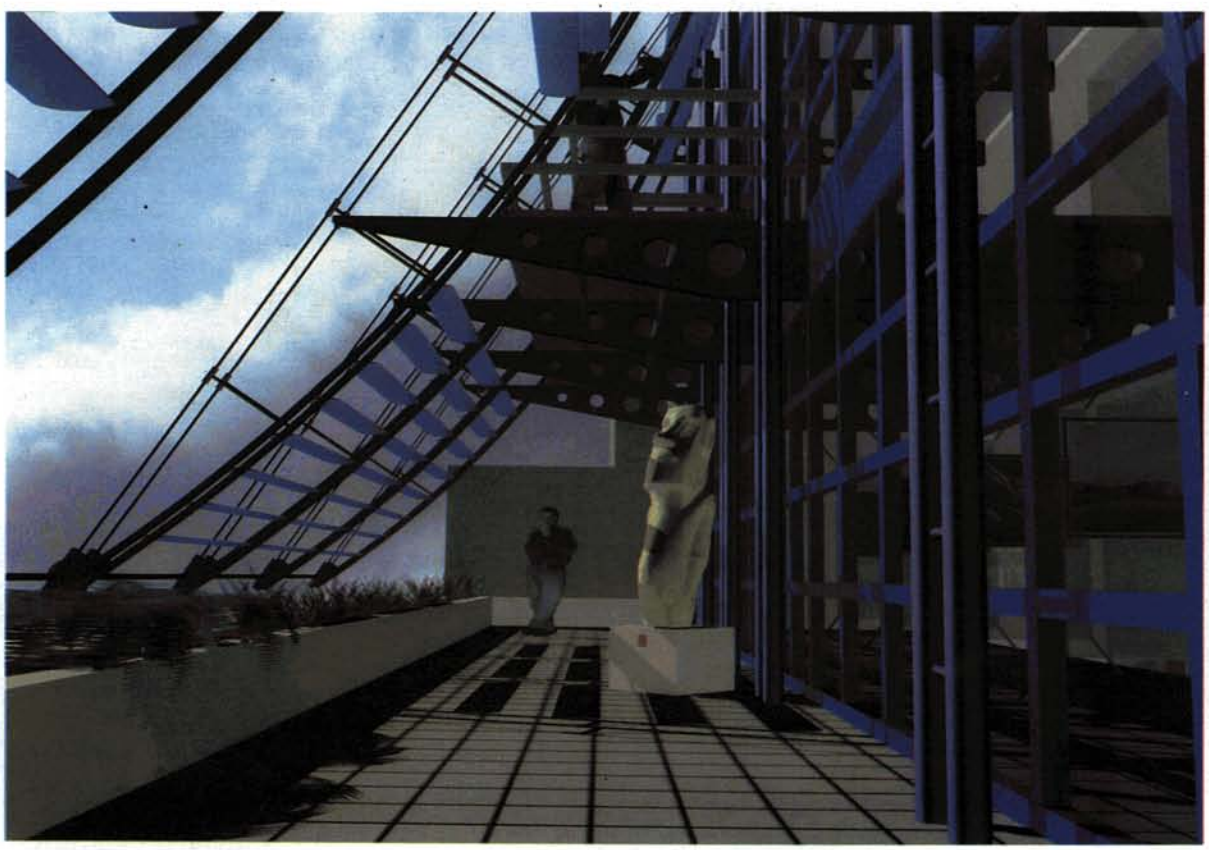
Σχ. 8.1ια.
Το όχημα του διαστήματος. Ο εσωτερικός χαλύβδινος σκελετός του που συγκρατεί την εξωτερική κάλυψη από φύλλα αλουμινίου μορφής τρίεδρης επιφάνειας.



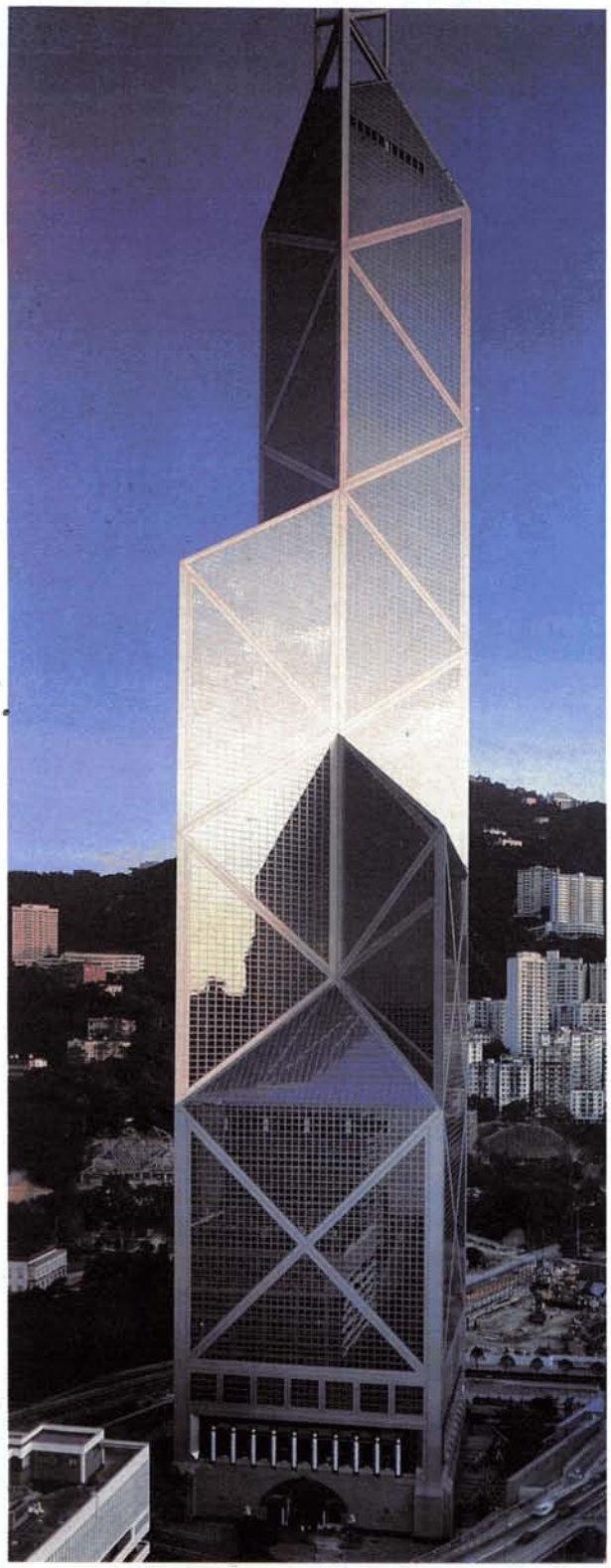
Σχ. 8.1ιβ.
Στέγη μεγάλου ανοίγματος που καλύπτεται με χωροδικτύωμα.



Σχ. 8.1ιγ.
Χαλύβδινα ζευκτά που καλύπτουν χώρο 3.000 m^2.



Σχ. 8.1ιδ.
Τμήμα μεταλλικού κτηρίου. Διακρίνονται οι χαλύβδινοι στύλοι, διάφορα αρχιτεκτονικά στοιχεία, δάπεδα κλπ.



Σχ. 8.1ιε.
Πολυώροφο κτήριο με σκελετό χαλύβδινο. Αποπερατώθηκε το 1980. Έχει 43 ορόφους και στηρίζεται σε οκτώ ισχυρούς ιστούς που περιβάλλουν το κτήριο. Στεγάζει τα γραφεία της τράπεζας του Χονγκ-Κονγκ.

μικά στοιχεία, που καλύπτουν ορισμένες ανάγκες των κτηρίων και των άλλων τεχνικών έργων. Κατασκευάζονται μεταλλικές πόρτες και παράθυρα από σίδερο και αλουμίνιο, σωλήνες από σίδηρο, αλουμίνιο, χαλκό και μόλυβδο, σύρματα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας από χαλκό και αλουμίνιο, σύρματα και συρματόσχοινα και πλήθος άλλων δευτερευόντων δομικών υλικών.

Τέλος ο χάλυβας σε συνεργασία με το σκυρόδεμα αποτέλεσαν ένα νέο δομικό υλικό, το οπλισμένο σκυρόδεμα, που δημιούργησε επανάσταση στην κατασκευή τεχνικών έργων.

Τα χρησιμοποιούμενα για την παρασκευή δομικών υλικών μέταλλα είναι κυρίως ο σίδηρος και ακολουθούν το αλουμίνιο, ο χαλκός, ο ψευδάργυρος και ο μόλυβδος. Κατά δεύτερο λόγο χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία κραμάτων με τα προαναφερθέντα μέταλλα το νικέλιο, το χρώμιο, ο κασσίτερος, το μαγγάνιο, το βολφράμιο και το μαγνήσιο.

Τα μέταλλα δεν χρησιμοποιούνται στην καθαρή χημική μορφή τους. Αναμιγνύονται με άλλα μέταλλα ή αμέταλλα στοιχεία (άνθρακας, πυρίτιο κλπ.) και έτσι δημιουργούνται τα κράματα. Τα κράματα διαθέτουν πολύ καλύτερες ιδιότητες από τα μέταλλα που τα αποτελούν και καλύπτουν ειδικές απαιτήσεις της τεχνικής. Στα κράματα οφείλονται οι μεγάλες πρόοδοι στις μεταλλικές κατασκευές.

Τα κυριότερα κράματα που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή δομικών υλικών είναι:

– Ο χυτοσίδηρος και ο χάλυβας (κράματα σιδήρου και άνθρακα).

– Ο νικελιούχος και χρωμιούχος χάλυβας (κράμα σιδήρου και νικελίου ή χρωμίου).

Τα κράματα αλουμινίου:

– Ο μπρούντζος (κράμα χαλκού και κασσιτέρου).

– Ο ορείχαλκος (κράμα χαλκού και ψευδαργύρου).

Τα κράματα μολύβδου κ.α.

Τα μέταλλα λαμβάνονται από τα μεταλλεύματά τους με τη βοήθεια κυρίως υψηλών θερμοκρασιών που αναπτύσσονται σε κατάλληλα καμίνια. Το σχήμα και οι διαστάσεις των καμινίων εξαρτώνται από το είδος του μεταλλεύματος και από τη μέθοδο που θα εφαρμοστεί. Μετά την απόκτηση του μετάλλου γίνεται η ανάμιξή του με άλλα μέταλλα ή αμέταλλα στοιχεία για τη δημιουργία των κραμάτων.

Τα κράματα τέλος με κατάλληλες και ειδικές επεξεργασίες, αποκτούν τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά που απαιτούνται για κάθε συγκεκριμένη ανάγκη της τεχνικής. Η μεγάλη

ανάπτυξη της τεχνολογίας των μετάλλων σήμερα δημιουργεί άπειρα σχεδόν κράματα που είναι δυνατό να καλύψουν απολύτως εξειδικευμένες χρήσεις.

Τα κύρια χαρακτηριστικά των μετάλλων και των κραμάτων, τα οποία τα καθιστούν ασυναγώνιστα έναντι των άλλων δομικών υλικών είναι:

– Η μεγάλη ***μηχανική αντοχή*** που εμφανίζουν σε οποιοδήποτε είδος καταπονήσεως (εφελκυσμό, θλίψη, κάμψη, διάτμηση, στρέψη, σκληρότητα, κρούση κ.α.).

– Η ***καλή θερμική*** και ***ηλεκτρική*** αγωγιμότητα.

– Η ***ολκιμότητα*** που διευκολύνει τη μετατροπή τους σε σύρμα με έλξη.

– Η ***ελατότητα*** που τα καθιστά ικανά να μετατρέπονται σε ελάσματα και φύλλα με σφυρηλάτηση ή έλαση.

– Το ***εύκτηκτο***· η ικανότητά τους να λιώνουν υπό την επίδραση υψηλών θερμοκρασιών, να παίρνουν το σχήμα του καλουπιού μέσα στο οποίο χύνονται και να επανέρχονται στη στερεή κατάσταση μετά την πτώση της θερμοκρασίας χωρίς να μεταβληθούν τα χαρακτηριστικά τους και οι ιδιότητές τους.

– Το ***συγκολλητό***· η ικανότητα δύο τεμαχίων του ίδιου μετάλλου ή κράματος να ενώνονται σε ένα σώμα, όταν υποστούν κτυπήματα από σφυρί υπό ορισμένη θερμοκρασία.

– Η ικανότητα να αυξάνεται η επιφανειακή σκληρότητα και αντοχή τους, όταν θερμανθούν και αμέσως ψυχθούν απότομα.

Τα χαρακτηριστικά αυτά δεν εμφανίζονται σε όλα τα μέταλλα και κράματα στον ίδιο βαθμό. Σε πολλές περιπτώσεις οι διαφορές είναι μεγάλες. Η επιλογή του καταλληλότερου μετάλλου ή κράματος εξαρτάται από τις απαιτήσεις που έχει ένα συγκεκριμένο έργο ως προς ένα ή περισσότερα χαρακτηριστικά (ιδιότητες) που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Εάν π.χ. απαιτείται η κατασκευή χυτών αντικειμένων θα επιλεγεί ένα μέταλλο ή κράμα που εκτός των άλλων έχει αναπτυγμένη σε υψηλό βαθμό την ιδιότητα του εύκτηκτου κ.ο.κ.

Η μέτρηση του βαθμού εκδηλώσεως των ιδιοτήτων γίνεται με κατάλληλες πρότυπες μεθόδους και συσκευές. Οι μέθοδοι αυτές έχουν γίνει αποδεκτές από διάφορα κράτη ή από ομάδες κρατών και είναι υποχρεωτικές τόσο από τους κατασκευαστές των μεταλλικών στοιχείων όσο και από τους μελετητές αυτών. Με τη χρήση των προτύπων τα αποτελέσματα των μετρήσεων είναι ανεξάρτητα του τόπου και του χρόνου που εκτελούνται και έτσι γίνεται δυνατή η σύγκρισή τους με τις προδιαγραφές που επιβάλλουν οι κανονισμοί των κρατών.

8.2 Ιδιότητες των μεταλλικών υλικών.

Τα μεταλλικά υλικά εμφανίζουν αντίστοιχες ιδιότητες ή χαρακτηριστικά προς τα μέταλλα ή τα κράματα με τα οποία κατασκευάζονται. Οι ιδιότητες αυτές διακρίνονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες, οι οποίες περιλαμβάνουν αρκετά από τα χαρακτηριστικά που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο.

Οι κατηγορίες αυτές αναφέρονται σε:

– Φυσικές και χημικές ιδιότητες.

– Μηχανικές ιδιότητες.

– Τεχνολογικές ιδιότητες.

Οι φυσικές ιδιότητες αφορούν στο ειδικό βάρος, στις θερμοκρασίες τήξεως (λιωσίματος), στην ευχέρεια χημικής ενώσεως με άλλα στοιχεία, στην ηλεκτρική και θερμική αγωγιμότητα, στο συντελεστή γραμμικής διαστολής και σε άλλες πιο εξειδικευμένες ιδιότητες (πίνακας 8.2.1).

Οι μηχανικές ιδιότητες αφορούν στη συμπεριφορά των μεταλλικών υλικών έναντι της επιδράσεως των πάσης φύσεως εξωτερικών και εσωτερικών δυνάμεων.

Οι τεχνολογικές τέλος ιδιότητες αφορούν στη συμπεριφορά των υλικών κατά την εκτέλεση διαφόρων μηχανικών και θερμικών κατεργασιών.

8.2.1 Φυσικές και χημικές ιδιότητες.

Οι ιδιότητες αυτές ενδιαφέρουν περισσότερο τους κατασκευαστές των μεταλλικών υλικών και λιγότερο τους τεχνικούς. Οι ιδιότητες που ενδιαφέρουν ειδικά τους τεχνικούς αναφέρονται στον πίνακα 8.2.1.

8.2.2 Μηχανικές ιδιότητες.

α) Σκληρότητα.

Όπως είναι γνωστό, σκληρότητα ενός στερεού ονομάζεται η αντίσταση που προβάλλει η επιφάνειά του στη χάραξή της από άλλο σώμα. Στην κλίμακα Mohs (πίνακας 6 παραρτήματος) έχουν παρατεθεί δέκα ορυκτά κατά σειρά αυξανόμενης σκληρότητας.

Τα μέταλλα κατατάσσονται ως προς τη σκληρότητά τους μεταξύ αυτών των ορυκτών και συγκεκριμένα μεταξύ εκείνου το οποίο χαράσσουν και εκείνου από το οποίο χαράσσο-

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.2.1
Φυσικές ιδιότητες των κυριοτέρων δομικών μετάλλων και κραμάτων

Μέταλλο ή κράμα	Ειδικό βάρος	Φαινόμενο βάρος kp/m³	σημείο τήξεως °C	Συντελεστής γραμμικής διαστολής α (ανά °C μέχρι τους 100 °C)	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ kcal/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

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.2.2
Σκληρότητα κατά Mohs μετάλλων και κραμάτων

Ονομασία μετάλλου	Σκληρότητα	Ονομασία μετάλλου	Σκληρότητα
Αλουμίνιο	2,0 Η 2,9	Ορείχαλκος	3,0 Η 4,0
Αντιμόνιο	3,0 Η 3,3	Σίδηρος	4,0 Η 5,0
Κασσίτερος	1,5 Η 1,8	Χαλκός	2,4 Η 3,0
Μαγνήσιο	2,0	Χάλυβας	5,0 Η 8,5
Μόλυβδος	1,5	Ψευδάργυρος	2,5

νται. Στον πίνακα 8.2.2 αναγράφεται η σκληρότητα κατά Mohs των δομικών μετάλλων.

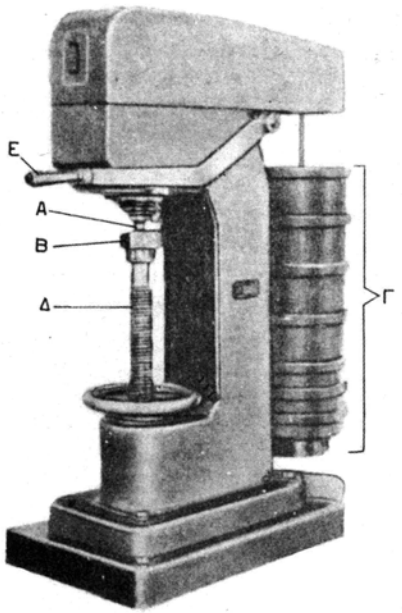
Ο προσδιορισμός της σκληρότητας με την κλίμακα Mohs είναι εμπειρικός. Τα αποτελέσματα κατά προσέγγιση μόνο εκφράζουν τη σκληρότητα του στερεού. Για τον ακριβέστερο προσδιορισμό της σκληρότητας μετρείται το ίχνος που αφήνει στην επιφάνεια του εξεταζόμενου μετάλλου ή κράματος ένα σκληρό σώμα αυστηρά προσδιοριζόμενο ως προς τις διαστάσεις του και την ποιότητα του υλικού του, όταν το μέταλλο ή το κράμα υποστεί μια ορισμένη πίεση. Τέτοιο σκληρό σώμα, μπορεί να είναι ανάλογο προς τη μέθοδο που εφαρμόζεται, ένας χαλύβδινος κώνος, μια σφαίρα χαλύβδινη ή μια μικρή πυραμίδα από διαμάντι. Το βάθος ή οι οριζόντιες διαστάσεις του ίχνους προσδιορίζουν το βαθμό ή το μέτρο της σκληρότητας.

Οι πιο γνωστές μέθοδοι μετρήσεως της σκληρότητας είναι:

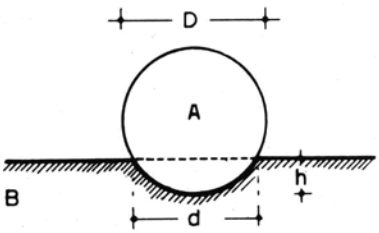
– Η μέθοδος Brinell στην οποία χρησιμοποιείται χαλύβδινη σφαίρα (σχ. 8.2α και 8.2β).

– Η μέθοδος Rockwell στην οποία χρησιμοποιείται κώνος (σχ. 8.2γ).

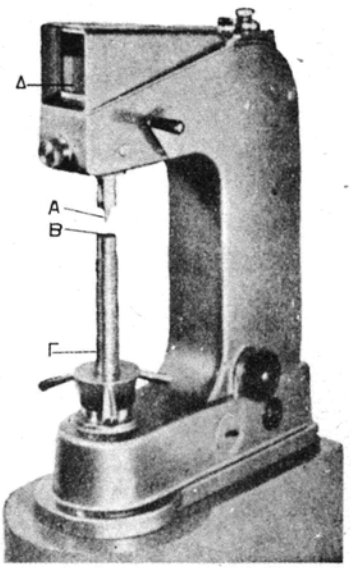
– Η μέθοδος Vickers όπου χρησιμοποιείται



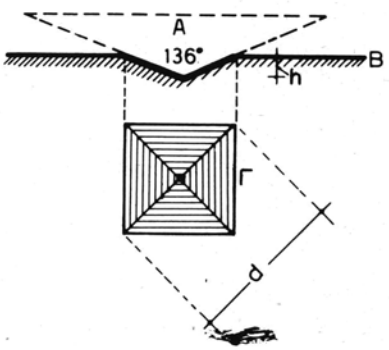
Σχ. 8.2α.
Σκληρόμετρο για τον έλεγχο της σκληρότητας κατά Brinell: Α) Χαλύβδινη σφαίρα. Β) Δοκίμιο του μετάλλου. Γ) Μεταβλητό φορτίο, το οποίο θα ασκήσει την πίεση. Δ) Κινούμενο στέλεχος για τη συγκράτηση της σφαίρας και του ελεγχόμενου δοκιμίου. Ε) Μοχλός απελευθερώσεως του φορτίου.



Σχ. 8.2β.
Προσδιορισμός του αριθμού σκληρότητας κατά Brinell: Α) Χαλύβδινη σφαίρα. Β) Προς έλεγχο τεμάχιο: D = διάμετρος της σφαίρας. d = διάμετρος του ίχνους. h = βάθος του ίχνους.



Σχ. 8.2γ.
Σκληρόμετρο για τον προσδιορισμό της σκληρότητας κατά Rockwell: Α) Κώνος από διαμάντι. Β) Θέση δοκιμίου ελεγχόμενου τεμαχίου. Γ) Κινητός κοχλίας. Δ) Κλίμακα αναγνώσεως του αριθμού σκληρότητας H_{rc}.



Σχ. 8.2δ.
Προσδιορισμός του αριθμού σκληρότητας (H_v) κατά Vickers: Α) Αδαμάντινη πυραμίδα. Β) Ελεγχόμενο δοκίμιο. Γ) Ίχνος της πυραμίδας επί της επιφάνειας του δοκιμίου: h=βάθος του ίχνους. d = διαγώνιος του ίχνους.

μικρή διαμαντένια πυραμίδα (σχ. 8.2δ).

Μονάδα μετρήσεως του μέτρου ή βαθμού σκληρότητας λαμβάνεται συνήθως το kp/cm^2 ή το kp/mm^2. Στο διάγραμμα του πίνακα 8.2.3 αναφέρεται η αντιστοιχία του βαθμού σκληρότητας ορισμένων μετάλλων - κραμάτων και κεραμικών μετρημένου με τις διάφορες μεθόδους που αναφέρθηκαν.

β) Μηχανική αντοχή.

Με τον όρο αυτό καθορίζεται όπως είναι γνωστό η ικανότητα των στερεών σωμάτων να αντιστέκονται στις εξωτερικές και εσωτερικές δυνάμεις οι οποίες τείνουν να τα παραμορφώσουν και να τα σπάσουν.

Το μέτρο αντοχής προσδιορίζεται από την τιμή που αποκτούν οι τάσεις (εσωτερικές δυνάμεις) κατά τη στιγμή της θραύσεως του σώματος. Η τιμή αυτή συμβολίζεται με $\sigma_{\alpha\nu}$ (τάση αντοχής) ή $\sigma_{\theta\rho}$ (τάση θραύσεως).

Τα μέταλλα γενικά παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή σε όλα τα είδη των παραμορφώσεων που προκαλούνται από εφελκυσμό, θλίψη, διάτμηση και στρέψη. Η αντοχές αυτές είναι πολύ μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες των άλλων δομικών υλικών. Από όλα όμως τα είδη των αντοχών το μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τις

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.2.3
Αντιστοιχία της σχετικής σκληρότητας διαφόρων μετάλλων και κεραμικών στις κλίμακες μετρήσεως Brinell, Vickers και Mohs

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

μεταλλικές δομικές κατασκευές παρουσιάζει η αντοχή σε εφελκυσμό και σε δεύτερη θέση η αντοχή σε θλίψη. Αυτό συμβαίνει γιατί τα μεταλλικά στοιχεία και κυρίως τα κατασκευαζόμενα με κράματα σιδήρου χρησιμοποιούνται για να παραλαμβάνουν εφελκυστικές ή θλιπτικές δυνάμεις, και τούτο λόγω της υψηλής αντοχής τους σ' αυτές τις επιπονήσεις. Η αντοχή σε εφελκυσμό προσδιορίζει και την ποιότητα των μεταλλικών υλικών, όπως η αντοχή σε θλίψη αποτελεί κριτήριο ποιότητας των φυσικών λίθων και των σκυροδεμάτων.

Ο έλεγχος ή προσδιορισμός της αντοχής σε εφελκυσμό ενός μεταλλικού υλικού εκτελείται σε εργαστήρια που διαθέτουν ειδικές μηχανές (σχ. 8.2ε). Στις μηχανές αυτές μπορεί να ελεγχθεί η αντοχή των υλικών σε εφελκυσμό, θλίψη, κάμψη και διάτμηση με τη βοήθεια ειδικών διαγραμμάτων δυνάμεων-επιμηκύνσεων (σχ. 8.2στ).

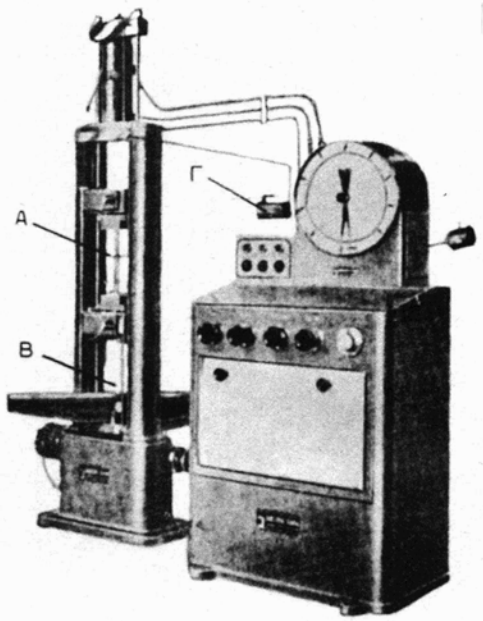
Εάν το δοκίμιο που τοποθετείται στη μηχανή έχει διατομή F (σε cm^2) και δύναμη P (σε kp) που το θραύει τότε η αντοχή του υλικού σε εφελκυσμό εκφράζεται από τον τύπο:

$$\sigma_{\theta\rho} \quad \text{ή} \quad \sigma_{\alpha\nu} = \frac{P_{\theta\rho}}{F}$$

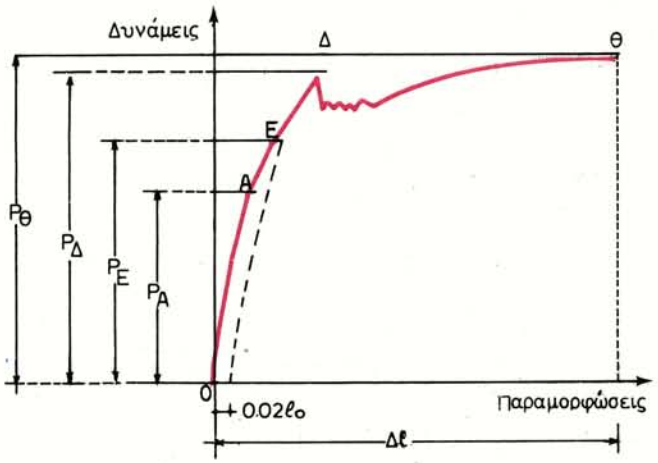
Μονάδα μετρήσεως της αντοχής είναι το kp/cm^2.

γ) Ελαστικότητα - Πλαστικότητα.

Από τις σπουδαιότερες ιδιότητες των μεταλλικών υλικών είναι η ικανότητά τους να παραμορφώνονται χωρίς να θραύονται κάτω από την επίδραση εξωτερικών δυνάμεων. Το μέγεθός τους μπορεί να μεταβάλλεται μέσα σε μια μεγάλη περιοχή τιμών. Σε ορισμένες τιμές των δυνάμεων, οι παραμορφώσεις που εξαρτώνται από το είδος του μετάλλου, είναι προσωρινές και το σώμα αποκτά την αρχική του μορφή μόλις οι δυνάμεις που το παραμόρφωσαν αφαιρεθούν. Η ιδιότητα αυτή καλείται ***ελαστικότητα***. Όταν οι δυνάμεις αυξηθούν περισσό-



Σχ. 8.2ε.
Μηχανή ελέγχου μεταλλικών δοκιμίων για διάφορα είδη καταπονήσεως. Στη θέση Α τοποθετείται το δοκίμιο για τον έλεγχο σε εφελκυσμό και θλίψη. Στη θέση Β τοποθετείται για τον έλεγχο σε κάμψη. Στον κύλινδρο Γ τοποθετείται χαρτί στο οποίο σχεδιάζεται το διάγραμμα τάσεων παραμορφώσεων.



Σχ. 8.2στ.
Διάγραμμα δυνάμεων-επιμηκύνσεων που δημιουργείται κατά τον εφελκυσμό ενός χαλύβδινου δοκιμίου.

τερο τότε οι παραμορφώσεις είναι μόνιμες και η ιδιότητα αυτή ονομάζεται ***πλαστικότητα.***

Ο έλεγχος των ιδιοτήτων αυτών γίνεται με τη μηχανή που ελέγχει την αντοχή τους σε εφελκυσμό ή θλίψη. Με τη βοήθεια ειδικής διατάξεως, η πορεία της παραμορφώσεως των δοκιμίων υπό την ενέργεια της μεταβαλλόμενης δυνάμεως P αποτυπώνεται σε ένα διάγραμμα. Ένα χαρακτηριστικό διάγραμμα δυνάμεων-παραμορφώσεων είναι το εικονιζόμενο στο σχήμα 8.2στ. Αναφέρεται στις επιμηκύνσεις που υφίσταται ένα δοκίμιο διατομής F από κοινό χάλυβα υπό την επίδραση μιας εφελκυστικής δυνάμεως. Οι διάφορες περιοχές του διαγράμματος ερμηνεύονται ως εξής:

– Περιοχή ΟΑ. Οι παραμορφώσεις ε (επιμηκύνσεις εδώ) είναι απόλυτα ελαστικές και ανάλογες προς το μέγεθος της δυνάμεως. Στην περιοχή αυτή ισχύουν οι σχέσεις:

$$\sigma_A = \frac{P_A}{F} \quad \text{και} \quad \varepsilon = \frac{\sigma}{E} \quad \text{όπου } \sigma \le \sigma_A$$

Η τάση σ_A καλείται ***όριο αναλογίας.*** Η σταθερά Ε είναι το μέτρο ***ελαστικότητας*** του υλικού [βλ. κεφ. 1, παράγρ. 1.6.2 (γ)].

– Περιοχή ΑΕ. Και εδώ οι παραμορφώσεις είναι ανάλογες προς τις τάσεις αλλά μετά την αποφόρτιση παραμένει μια μικρή μόνιμη παραμόρφωση ίση με 0,02 l_o όπου l_o το αρχικό μήκος του δοκιμίου. Η τάση σ_E καλείται ***όριο ελαστικότητας*** και ισούται με:

$$\sigma_E = \frac{P_E}{F}$$

– Περιοχή ΕΔ. Οι παραμορφώσεις εξακολουθούν να είναι ανάλογες πρός τις τάσεις και η τάση σ_Δ ισούται με:

$$\sigma_\Delta = \frac{P_\Delta}{F}$$

Μετά την αποφόρτιση όμως του δοκιμίου παραμένουν σημαντικές μόνιμες παραμορφώσεις. Εάν η δύναμη P αυξηθεί λίγο περισσότερο από την P_Δ παρατηρείται μία κατάρρευση του υλικού, δηλαδή εξακολουθεί να επιμηκύνεται με μικρότερη δύναμη από την P_Δ. Η κατάσταση αυτή ονομάζεται ***διαρροή*** και η τιμή της σ_Δ που και εδώ ισούται με $\frac{P_\Delta}{F}$ καλείται ***όριο διαρροής.***

– Περιοχή ΔΘ. Μετά την κατάσταση διαρροής το υλικό με πολύ μικρή αύξηση της δυνάμεως επιμηκύνεται σε μεγάλο βαθμό και στο τέλος θραύεται στη θέση Θ. Η τιμή της τάσεως σ_θ καλείται ***όριο θραύσεως*** ή ***αντοχή*** του υλικού. Ισχύει εδώ η σχέση:

$$\sigma_{\theta p} = \frac{P_{\theta p}}{F}$$

Όταν η δύναμη που ενεργεί στο χαλύβδινο δοκίμιο είναι θλιπτική δημιουργείται το αντίστοιχο διάγραμμα. Αυτό δείχνει ότι η συμπεριφορά και η αντοχή του χάλυβα είναι περίπου ίδιες για εφελκυστικές και θλιπτικές δυνάμεις.

Ανάλογα διαγράμματα με μικρές ή μεγάλες διαφορές δημιουργούνται και για τα άλλα μέταλλα και κράματα.

Από την ανάλυση που προηγήθηκε γίνεται φανερό ότι σε καμιά περίπτωση δεν επιτρέπεται να αναπτυχθούν σε ένα δομικό στοιχείο τάσεις μεγαλύτερες από το όριο διαρροής σ_Δ. Οι μεγάλες παραμορφώσεις που θα αναπτυχθούν θα προκαλέσουν μεταβολή στο γεωμετρικό σχήμα του στοιχείου με συνέπεια την καταστροφή μεγάλου τμήματος του τεχνικού έργου.

Για να έχομε μεγαλύτερη ασφάλεια έναντι καταστροφής, οι κανονισμοί προβλέπουν ότι πρέπει να αναπτυχθούν τάσεις ακόμη μικρότερες από την σ_Δ. Το πόσο μικρότερες πρέπει να είναι αυτές οι τάσεις που χαρακτηρίζονται με τον όρο επιτρεπόμενες προσδιορίζεται από έναν αριθμό που ονομάζεται ***συντελεστής ασφαλείας*** και συμβολίζεται με ν.

Η επιτρεπόμενη αυτή τάση $\sigma_{\varepsilon\pi}$ ισούται με:

$$\sigma_{\varepsilon\pi} = \frac{\sigma_\Delta}{\nu}$$

Στις μεταλλικές κατασκευές ο συντελεστής ασφαλείας κυμαίνεται μεταξύ 1,3 και 2. Η τιμή του ν εξαρτάται από το είδος του μετάλλου,

τη μορφή και τη θέση στο έργο του συγκεκριμένου δομικού στοιχείου, το είδος της φορτίσεως και διάφορους άλλους παράγοντες.

Για να γίνει κατανοητός ο συντελεστής ασφαλείας παραθέτομε το εξής παράδειγμα:

Ο χάλυβας με τον οποίο έχει κατασκευαστεί μια δοκός δικτυώματος έχει όριο διαρροής $\sigma_{\Delta} = 2400$ kp/cm^2 το οποίο προέκυψε πειραματικώς όπως αναφέραμε προηγουμένως. Εάν λάβομε ως συντελεστή ασφαλείας ν = 1,6, τότε η μέγιστη τάση που επιτρέπεται να αναπτυχθεί στη ράβδο θα είναι:

$$\sigma_{\epsilon\pi} = \frac{2400}{1,6} = 1500 \text{ kp/cm}^2$$

Εάν σε άλλο χαλύβδινο στοιχείο άλλου έργου θεωρηθεί ότι ο συντελεστής ασφαλείας μπορεί να είναι ν=1,3, τότε η επιτρεπόμενη τάση θα είναι:

$$\sigma_{\epsilon\pi} = \frac{2400}{1,3} = 1850 \text{ kp/cm}^2$$

Εάν η ράβδος και στις δύο περιπτώσεις φορτιστεί με εφελκυστική δύναμη 36.000 kp, τότε στην πρώτη περίπτωση θα πρέπει να έχει διατομή:

$$F = \frac{36.000}{1500} = 24 \text{ cm}^2$$

και στη δεύτερη περίπτωση η διατομή της θα είναι:

$$F = \frac{36.000}{1850} = 19,45 \text{ cm}^2$$

Από το παράδειγμα αυτό φαίνεται η σημασία της εκλογής του συντελεστή ασφαλείας εκτός των άλλων και στην οικονομικότητα ενός μεταλλικού έργου.

δ) Το εύθραστο (αντοχή σε κρούση).

Η ιδιότητα αυτή που αναπτύχθηκε στο 1ο κεφάλαιο δεν παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τις δομικές μεταλλικές κατασκευές. Σπανίως και σε ειδικές περιπτώσεις (γέφυρες σιδηροδρομικές, ειδικές περιπτώσεις αντισεισμικών κατασκευών) ελέγχεται η ιδιότητα αυτή. Πάντως τα μέταλλα γενικώς παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή σε κρουστικές δυνάμεις.

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

Η αντοχή των μεταλλικών υλικών σε δυναμικές δυνάμεις, δηλαδή σε δυνάμεις εναλλασσόμενης διευθύνσεως είναι αρκετά μεγάλη. Στις δομικές μεταλλικές κατασκευές ελέγχεται σε περιπτώσεις που τα τεχνικά έργα κατασκευάζονται σε σεισμογενείς περιοχές.

Στον πίνακα 8.2.4 αναφέρονται διάφορες τιμές μηχανικών μεγεθών των μετάλλων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.2.4
Τιμές χαρακτηριστικών μηχανικών μεγεθών των μετάλλων

Μέταλλο ή Κράμα	Ελαστικές σταθερές			Τάσεις διαρροής kp/cm^2	Αντοχή σε εφελκυσμό kp/cm^2	Επιμήκυνση %
	E kp/cm^2	G kp/cm^8	μ			
Αλουμίνιο	700000	260000	0,33	170	770	25
Αλουμινίου κράματα	740000	280000	0,33	3080	4200	12
Μαγνησίου κράματα	455000	170000	0,35	1760	2700	8
Μόλυβδος	140000	49000	0,43	140	175	50
Μπρούντζος φωσφοροούχος	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
Χυτοσίδηρος τεφρός	910000	390000	0,20	—	8400*	—
Χυτοσίδηρος ειδικός	1750000	650000	—	4760	6300	7

* Η αντοχή που αναφέρεται στον τεφρό χυτοσίδηρο είναι θλιπτική.

8.2.3 Τεχνολογικές ιδιότητες.

α) Ελατότητα.

Έτσι καλείται η ικανότητα ενός μετάλλου να αλλάζει σχήμα και μορφή υπό την ενέργεια εξωτερικών δυνάμεων χωρίς να επηρεάζονται οι φυσικές και μηχανικές ιδιότητές του και χωρίς να υφίσταται ρήγματα ή θραύση.

Η αλλαγή του σχήματος μπορεί να γίνει είτε όταν το υλικό βρίσκεται στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος είτε στη θερμοκρασία της ερυθροπυρώσεως.

Χάρη σ' αυτή την ιδιότητα ένα μεταλλικό τεμάχιο μπορεί να υποστεί τις εξής κατεργασίες:

– Έλαση ψυχρή ή θερμή. Με την κατεργασία αυτή μπορεί να μετατραπεί σε λεπτά φύλλα (λαμαρίνες), σε ράβδους κανονικής διατομής (ορθογώνιας ή τετράγωνης) και τυποποιημένης μορφής (γωνιακά, ταυ, διπλά ταυ κλπ.), τραβηχτούς (χωρίς ραφή) σωλήνες και σε άλλα υλικά ποικίλης μορφής.

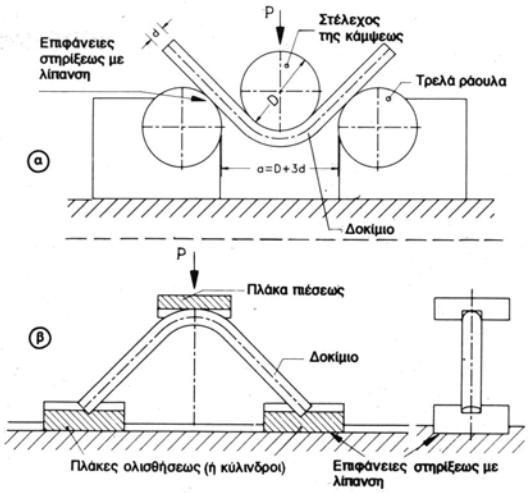
– Εξέλαση. Τα λεπτά επίπεδα φύλλα μετατρέπονται σε κοίλα ή κυρτά στοιχεία (αμαξώματα αυτοκινήτων, περιβλήματα συ-σκευών κλπ.).

– Εξέλκυση. Με την επεξεργασία αυτή είναι δυνατό, τεμάχια από ορισμένα μέταλλα να μετατραπούν σε ελάσματα τυποποιημένης μορφής με τη διέλευση του υλικού μέσα από καλούπια.

– Σφυρηλάτηση. Με κτυπήματα με σφύρες ή με πρεσσάρισμα το υλικό μπορεί σε ψυχρή ή θερμή κατάσταση να λάβει διάφορες μορφές.

– Τύπωση (στάμπωμα). Με τη μέθοδο αυτή αποτυπώνονται επί του μεταλλικού τεμαχίου με πίεση μέσα σε καλούπια διάφορα σχήματα.

Τα μέταλλα παρουσιάζουν μεταξύ τους σημαντικές διαφορές ως προς την ελατότητα που εκδηλώνουν. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο χρυσός, το πιο ελατό μέταλλο, ο οποίος μπορεί να μετατραπεί σε φύλλα πάχους 1 μ [1 μ (μικρό) = 1 χιλιοστό του χιλιοστού του μέτρου]. Από τα δομικά μέταλλα τη μεγαλύτερη ελατότητα έχει το αλουμίνιο και τη μικρότερη το νικέλιο. Η ελατότητα των δομικών είναι



Σχ. 8.2ζ.
Δοκιμή κάμψεως - ανακάμψεως ενός δοκιμίου χαλύβδινου ελάσματος. α) Κάμψη. β) Ανάκαμψη.

κατά σειρά η εξής:

1. Αργίλιο (αλουμίνιο).
2. Χαλκός.
3. Κασσίτερος.
4. Μόλυβδος.
5. Ψευδάργυρος.
6. Σίδηρος.

Ο έλεγχος του βαθμού ελατότητας γίνεται με τη δοκιμή της αναδιπλώσεως. Το δοκίμιο του υπό έλεγχο μετάλλου που έχει μορφή φύλλου ή ράβδου, διπλώνεται αργά έως ότου εμφανισθούν οι πρώτες ρωγμές στην κυρτή επιφάνειά του (σχ. 8.2ζ και 8.2η).

β) Ολκιμότητα.

Ιδιότητα που επιτρέπει στα μέταλλα να μετατρέπονται σε σύρματα όταν υποστούν εφελκυστικές δυνάμεις με τη βοήθεια κατάλληλης συσκευής που καλείται συρματοσύρτης. Το πιο όλκιμο είναι ο χρυσός. Από 1 g χρυσού μπορεί να κατασκευαστεί συνεχές σύρμα μήκους 3000 m. Τα δομικά μέταλλα έχουν πολύ μικρότερη ολκιμότητα και κατατάσσονται κατά σειρά με μειωμένη ολκιμότητα ως εξής:

1. Αλουμίνιο.
2. Νικέλιο.
3. Σίδηρος.
4. Χαλκός.
5. Ψευδάργυρος.
6. Κασσίτερος.
7. Μόλυβδος.



Σχ. 8.2η.
Δοκίμια χυτοσιδήρου που καταστράφηκαν κατά τον έλεγχο αναδιπλώσεως.

Ο έλεγχος της ολκιμότητας γίνεται με τη μετατροπή σε σύρμα ενός κυλινδρικού δοκιμίου ορισμένου βάρους από το εξεταζόμενο μέταλλο. Το μήκος του σχηματισθέντος σύρματος και η διάμετρός του ορίζουν το μέτρο της ολκιμότητας.

γ) Το εύχυτο.

Είναι η ικανότητα των μετάλλων να λαμβάνουν οποιοδήποτε σχήμα, εφόσον μετά την τήξη (λιώσιμό) τους χυθούν μέσα σε κατάλληλα καλούπια. Η εργασία αυτή καλείται ***χύτευση*** και τα αντικείμενα που δημιουργούνται ονομάζονται ***χυτά.*** Στην πράξη τα χυτά ορισμένων μετάλλων είναι ακατάλληλα για χρήση. Είναι πορώδη και παρουσιάζουν μικρή μηχανική αντοχή. Τα πλέον εύχυτα μέταλλα είναι ο χυτοσίδηρος και ο χάλυβας. Τα χυτά αυτών των μετάλλων είναι συμπαγή, ανθεκτικά και αποτυπώνουν πλήρως τις λεπτομέρειες των καλουπιών. Στον πίνακα 8.2.1 σημειώνεται η θερμοκρασία τήξεως των κυριοτέρων μετάλλων και κραμάτων.

δ) Το συγκολλητό.

Η ιδιότητα αυτή επιτρέπει σε δύο τεμάχια ενός μετάλλου να συγκολλούνται μεταξύ τους και να αποτελούν ένα ενιαίο σύνολο. Η συγκόλληση γίνεται με δύο τρόπους:

1) Θερμαίνονται τα δύο τεμάχια μέχρι ορισμένης θερμοκρασίας και τοποθετείται το άκρο του ενός μετάλλου επάνω στο άκρο του άλλου. Μετά γίνεται ισχυρή σφυρηλάτηση και επέρχεται η συγκόλληση.

2) Λιώνονται τα άκρα των δύο τεμαχίων που βρίσκονται σε επαφή με τη βοήθεια φλόγας ή ηλεκτρικού τόξου. Μετά τη στερεοποίηση του λιωμένου υλικού η ένωση των δύο τεμαχίων είναι πλήρης (αυτογενής συγκόλληση).

Χάρη σ' αυτήν την ιδιότητα οι μεταλλικές κατασκευές πήραν μεγάλη ανάπτυξη διότι παλαιότερα (προ του Β΄Παγκοσμίου Πολέμου) η ένωση δύο τεμαχίων γινόταν με ήλους (καρφωτές κατασκευές) ενώ με την αυτογενή συγκόλληση επιταχύνθηκαν και ελάφρυναν οι σιδηροκατασκευές.

8.3 Ο σίδηρος και τα κράματά του.

8.3.1 Γενικά.

Ο σίδηρος είναι ένα από τα βασικότερα στοιχεία της ύλης. Δεν βρίσκεται ελεύθερος στη φύση αλλά είναι πάντοτε ενωμένος με άλλα στοιχεία όπως οξυγόνο, υδρογόνο, άνθρακας, θείο κ.α. Με αυτό τον τρόπο σχηματίζονται τα ορυκτά του σιδήρου, ορισμένα από τα οποία είναι κατάλληλα για την εξαγωγή του σιδήρου. Τα κατάλληλα αυτά ορυκτά αποτελούν τα ***σιδηρομεταλλεύματα.***

Για την εξαγωγή του σιδήρου από τα σιδηρομεταλλεύματα και την εν συνεχεία δημιουργία των κραμάτων και των τελικών προϊόντων τους ακολουθείται μια ορισμένη διαδικασία. Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει τρία στάδια κατεργασιών που συνιστούν τη μεταλλουργία. Τα στάδια αυτά είναι:

1) Προπαρασκευή του μεταλλεύματος. Περιλαμβάνει κονιοποίηση και πιθανό εμπλουτισμό του, ώστε να αυξηθεί η περιεκτικότητά του σε σίδηρο.

2) Εκκαμίνευση σε κατάλληλα καμίνια και λήψη του μετάλλου σε καθαρή σχεδόν κατάσταση.

3) Θερμική και μηχανική επεξεργασία του μετάλλου όπως ελήφθη από τα καμίνια, ανάμιξή του με διάφορα άλλα στοιχεία για τη δημιουργία των κραμάτων και τελικά μορφοποίηση του τελικού προϊόντος που θα χρησιμοποιηθεί στις κατασκευές.

Ο καθαρός σίδηρος σπανίως χρησιμοποιείται στις εφαρμογές, διότι είναι πολύ μαλακός και προσβάλλεται εύκολα από οξείδωση. Χρησιμοποιείται πάντοτε με ανάμιξη σε διάφορες αναλογίες με άνθρακα και με άλλα μέταλλα όπως νικέλιο, χρώμιο, μαγγάνιο.

Τρεις είναι οι μεγάλες κατηγορίες των κραμάτων του σιδήρου.

1) Χυτοσίδηρος (κοινώς μαντέμι). Κράμα σιδήρου-άνθρακα με περιεκτικότητα 1,7 έως 6% (πρακτικώς 3 έως 4,5%) σε άνθρακα.

2) Χάλυβας (σίδερο). Περιέχει άνθρακα λιγότερο από 1,7%. Λαμβάνεται από το χυτοσίδηρο με αφαίρεση μέρους του άνθρακα.

3) Ειδικός χάλυβας (ατσάλι). Κράμα χάλυβα και άλλων μετάλλων που αυξάνουν ορισμένες ιδιότητες του κοινού χάλυβα.

8.4 Χυτοσίδηρος.

8.4.1 Γενικά.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως ο χυτοσίδηρος λαμβάνεται από την εκκαμίνευση σιδηρομεταλλευμάτων. Είναι κράμα σιδήρου και άνθρακα. Περιέχει και άλλες ουσίες σε πολύ μικρές ποσότητες. Η σχετικά μεγάλη περιεκτικότητα σε άνθρακα επηρεάζει σημαντικά τις

ιδιότητες του παραγόμενου υλικού.

Διακρίνομε δύο κατηγορίες χυτοσιδήρου:

– ***Κοινός χυτοσίδηρος***. Αποτελεί την πρώτη ύλη για την παρασκευή ειδικών χυτοσιδήρων, χαλύβων και ειδικών χαλύβων.

– ***Ειδικός χυτοσίδηρος***.

α) Κοινός χυτοσίδηρος.

Σχηματική παράσταση των πρώτων υλών και των προϊόντων που προκύπτουν αναφέρονται στο σχήμα 8.4α.

1) ***Πρώτες ύλες.***

Οι πρώτες ύλες για την παρασκευή του είναι:

– Ένα σιδηρομετάλλευμα.

– Άνθρακας υπό μορφή μεταλλουργικού κωκ, που προέρχεται από την ξηρή απόσταξη λιθανθράκων.

– Διάφορες ασβεστούχες και πυριτικές ουσίες που ονομάζονται ***συλλιπάσματα***.

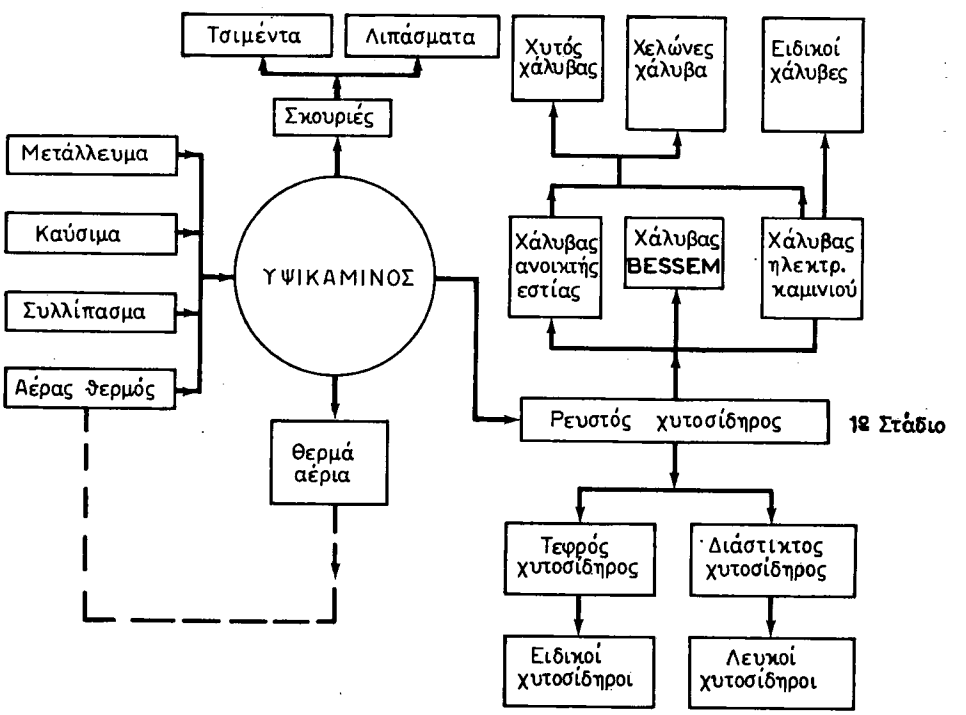
Οι μέσες αναλογίες των τριών αυτών συστατικών που χρησιμοποιούνται κατά την εκκαμίνευση είναι:

Σιδηρομετάλλευμα 1 t, μεταλλουργικό κωκ 1/4 t και συλλιπάσματα 1/4 t. Από το μίγμα αυτό παράγεται:

Ρευστός χυτοσίδηρος 1/2 t, σκουριές 1/4 t και περίπου 2000 m^3 αέρια προϊόντα (αέρια υψικαμίνου).

2) ***Εκκαμίνευση***: Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει το λιώσιμο του μίγματος και την παραλαβή του χυτοσιδήρου. Γίνεται σε ειδικά καμίνια που ονομάζονται υψικάμινοι (σχ. 8.4β). Είναι κατακόρυφες κατασκευές από οπτόπλινθους με εσωτερική επένδυση από πυρίμαχους πλίνθους. Εξωτερικά καλύπτονται με ισχυρό σιδερένιο μανδύα, στον οποίο στηρίζονται ικριώματα που φέρουν διάφορα βοηθητικά για τη λειτουργία της υψικαμίνου μηχανήματα και συσκευές. Είναι κυλινδρικές κατασκευές με διάμετρο 5 m έως 7 m και συνολικού ύψους 20 έως 30 m.

Η λειτουργία της υψικαμίνου είναι απλή. Από την κορυφή ρίχνονται εναλλάξ ποσότητα μεταλλουργικού κωκ και ανάλογη ποσότητα σιδηρομεταλλεύματος ανακατεμένου με τα συλλιπάσματα. Έτσι μέσα στην υψικάμινο δημιουργούνται επάλληλα στρώματα κωκ και σιδηρομεταλλεύματος. Το κατώτερο στρώμα που περιέχει το κωκ καίγεται και προκαλεί το λιώσιμο του επόμενου στρώματος στο οποίο βρίσκεται το σιδηρομετάλλευμα. Το λιωμένο υλικό, ο χυτοσίδηρος, διοχετεύεται μέσω ειδικής διατάξεως σε καλούπια όπου στερεοποιείται. Από άλλο σημείο του κατώτερου τμήματος της υψικαμίνου εκρέουν οι σκουριές. Αυτές χρησιμοποιούνται για την παρασκευή ειδικών τσιμέντων. Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται με τα επόμενα στρώματα κωκ και σιδηρομε-



Σχ. 8.4α.
Σχηματική παράσταση των πρώτων υλών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή του χυτοσιδήρου και τα προϊόντα που παράγονται από την κατεργασία του.

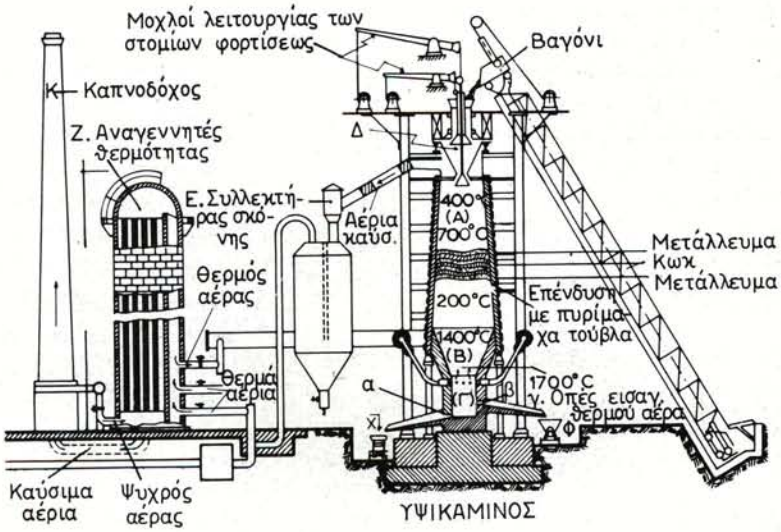
ταλλεύματος που παίρνουν τη θέση των ήδη αναλωθέντων στρωμάτων. Η λειτουργία μιας υψικαμίνου είναι συνεχής και διαρκεί περίπου 5 χρόνια, όσος είναι ο χρόνος αντοχής της πυρίμαχης επενδύσεως.

Η θερμοκρασία λιωσίματος του μεταλλεύματος κυμαίνεται μεταξύ 1200°C και 1500°C, ενώ η θερμοκρασία στην περιοχή των σκουριών φθάνει έως 1700°C.

Η 24ωρη παραγωγή μιας υψικαμίνου είναι ανάλογη προς το μέγεθός της και κυμαίνεται μεταξύ 200 t και 800 t χυτοσιδήρου. Στην Ελλάδα λειτουργεί μία υψικάμινος με περιορισμένη παραγωγή (σχ. 8.4γ).

3) ***Είδη κοινού χυτοσιδήρου***. Διακρίνονται τρία είδη:

– Ο ***τεφρός (γκρίζος)*** χυτοσίδηρος. Ο περισσότερος άνθρακας ευρίσκεται ελεύθερος, υπό μορφή φυλλιδίων γραφίτου. Έχει μικρή σκληρότητα αλλά χυτεύεται εύκολα. Το



Σχ. 8.4β.
Σχηματική παράσταση λειτουργίας υψικαμίνου για την παραγωγή χυτοσιδήρου.



Σχ. 8.4γ.
Η λειτουργούσα στην Ελλάδα υψικάμινος.

χρώμα του είναι ανοικτό γκρίζο έως σκούρο.

– Ο ***λευκός χυτοσίδηρος***. Ο περισσότερος άνθρακας είναι χημικώς ενωμένος με το σίδηρο (Fe_3C). Χυτεύεται δυσκολότερα από τον τεφρό αλλά έχει μεγαλύτερη σκληρότητα και αντοχή σε θλίψη. Χρησιμοποιείται κυρίως για την παρασκευή του χάλυβα.

– Ο ***διάστικτος χυτοσίδηρος***. Περιέχει άνθρακα μισό ελεύθερο και μισό χημικώς ενωμένο (σχ. 8.4δ).

4) ***Ιδιότητες κοινού χυτοσιδήρου***. Ο χυτοσίδηρος πλην του άνθρακα που βρίσκεται σε αναλογία 1,7% έως 6%, περιέχει και άλλα στοιχεία όπως πυρίτιο, μαγγάνιο, φωσφόρο και θείο. Τα στοιχεία αυτά επηρεάζουν ευνοϊκώς ή δυσμενώς τις ιδιότητές του. Έτσι η αύξηση του άνθρακα κατεβάζει το σημείο τήξεως και κάνει το χυτοσίδηρο περισσότερο ρευστό. Η ύπαρξη του φωσφόρου και του θείου θεωρείται γενικώς επιβλαβής, διότι αυξάνει τη σκληρότητά του, τον καθιστά περισσότερο εύθραυστο και ελαττώνει την αντοχή του.

Η σκληρότητα του χυτοσιδήρου είναι αρκετά υψηλή και κυμαίνεται μεταξύ 150 kp/cm^2 και 400 kp/cm^2 κατά Brinell.

Η αντοχή του σε εφελκυσμό (τάση θραύσεως) είναι σχετικά μικρή και ισούται με 1500 kp/cm^2 έως 2600 kp/cm^2, αντίθετα η αντοχή του σε θλίψη είναι εξαιρετικά υψηλή ($\sigma_{\theta\rho}$ = 8400 kp/cm^2).

Εμφανίζει μικρή ελαστικότητα. Παρουσιάζει τέλος μικρή αντοχή σε κρούση και κατά συνέπεια είναι εξαιρετικά εύθραυστος.

Ο χυτοσίδηρος υστερεί γενικά ως προς τις τεχνολογικές ιδιότητες. Δεν είναι ελατός ούτε όλκιμος και συγκολλάται με μεγάλη δυσκολία και μόνο με ειδικά μέσα και μεθόδους. Χυτεύεται όμως πολύ εύκολα και οι περισσότερες εφαρμογές του βασίζονται σε αυτή την ιδιότητα.

Τέλος αξιοσημείωτη είναι η αντοχή του χυτοσιδήρου στις διαβρωτικές επιδράσεις του περιβάλλοντος, οι οποίες καταστρέφουν ταχύτατα τα άλλα εκ σιδήρου προϊόντα.



Σχ. 8.4δ.
Θραυστή επιφάνεια τεμαχίου διάστικτου χυτοσιδήρου.

β) Ειδικός χυτοσίδηρος.

Επειδή ο κοινός χυτοσίδηρος είναι υλικό ανομοιογενές και οι ιδιότητές του δεν είναι ικανοποιητικές, πλην της αντοχής του σε θλίψη και της ικανότητάς του να χυτεύεται εύκολα, η μεταλλουργική βιομηχανία πέτυχε να παρασκευάσει διάφορα είδη χυτοσιδήρου με βελτιωμένες ορισμένες ιδιότητες. Τα είδη αυτά γενικά είναι χυτοσίδηροι:

– Με βελτιωμένες μηχανικές ιδιότητες.

– Ανθεκτικοί σε μεγάλες θερμοκρασίες.

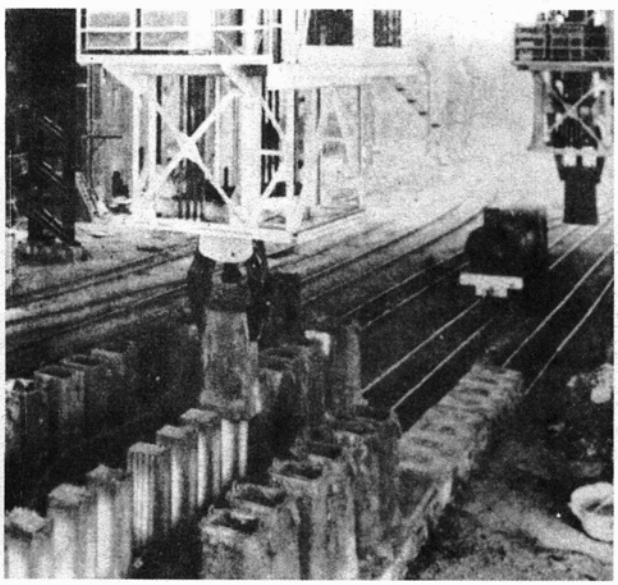
– Οξύμαχοι. Ανθεκτικοί σε πιέσεις υγρών και αερίων.

Οι χυτοσίδηροι αυτοί χρησιμοποιούνται κυρίως σε μηχανολογικές κατασκευές.

γ) Χρήσεις - Εφαρμογές.

Μόνο ο κοινός ή ρευστός χυτοσίδηρος χρησιμοποιείται για την κατασκευή δομικών υλικών και στοιχείων που δέχονται δυνάμεις θλίψεως ή βρίσκονται σε διαβρωτικό περιβάλλον που οξειδώνει τους χάλυβες. Επειδή παρουσιάζει μικρή αντοχή σε εφελκυσμό και κάμψη και είναι εύθραυστος αποκλείεται η χρησιμοποίησή του σε υλικά που μπορούν να δεχθούν αντίστοιχες δυνάμεις.

Η κατασκευή των δομικών υλικών από χυτοσίδηρο γίνεται με τη μέθοδο της χυτεύσεως. Ως πρώτη ύλη χρησιμοποιούνται τα πρισματικά σώματα (χελώνες) που προήλθαν από τη στερεοποίηση μέσα σε καλούπια του λιωμένου χυτοσιδήρου των υψικαμίνων (σχ. 8.4ε). Οι χε-



Σχ. 8.4ε.
Χελώνες χυτοσιδήρου και τα καλούπια στα οποία στερεοποιήθηκαν.

λώνες λιώνουν σε κοινά καμίνια και μετά χυτεύονται σε καλούπια ανάλογου σχήματος με το προϊόν που πρόκειται να παραχθεί.

Τα δομικά υλικά που κατασκευάζονται από χυτοσίδηρο μπορεί να καταταγούν σε τρεις κατηγορίες.

1) Υλικά που δέχονται θλιπτικές δυνάμεις όπως στύλοι, φανοστάτες, βάσεις στύλων (σχ. 8.4στ), έδρανα γεφυρών κ.α.

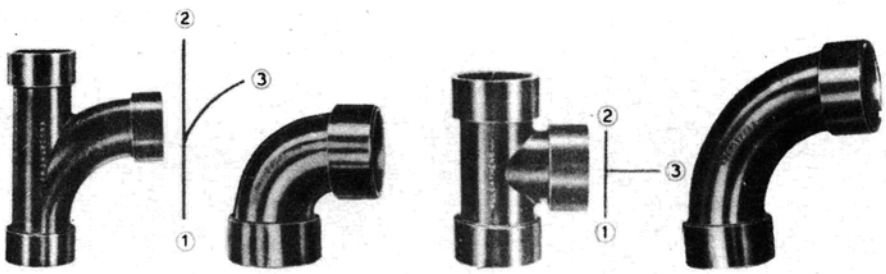
2) Υλικά δικτύων μεταφοράς υγρών. Λόγω της αντιδιαβρωτικής ικανότητας του χυτοσιδήρου κατασκευάζονται σωλήνες, ειδικά τεμάχια (σχ. 8.4ζ), διακόπτες και συρταρωτές δικλείδες (βάνες) των δικτύων αποχετεύσεως οικιακών λημάτων, βιομηχανικών αποβλήτων, μεταφοράς πετρελαίου και άλλων υγρών κ.α.

Επίσης κατασκευάζονται λουτήρες (σχ. 8.4η) και λεκάνες καταιονητήρων (ντους), ουρητήρια κ.α. Κατασκευάζονται επίσης καλύμματα ανθρωποθυρίδων φρεάτων (σχ. 8.4θ) εσχάρες διαφόρων τύπων και μεγεθών που καλύπτουν τα φρεάτια συλλογής ομβρίων υδάτων (σχ. 8.4ι, 8.4ια και 8.4ιβ) και άλλα ειδικής μορφής προϊόντα όπως στηρίγματα διαφόρων τύπων (σχ. 8.4ιγ) και βαθμίδες που τοποθετούνται σε κατακόρυφους τοίχους (σχ. 8.4ιδ).

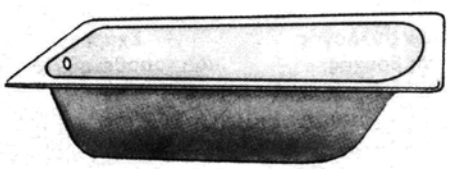
3) Διακοσμητικά υλικά, όπως κιγκλιδώματα κλιμάκων και εξωστών (σχ. 8.4ιε), καφασωτά παραθύρων, ελαφρά χωρίσματα κ.α.



Σχ. 8.4στ.
Βάσεις στύλων από χυτοσίδηρο.



Σχ. 8.4ζ.
Ειδικά τεμάχια χυτοσιδηρών σωλήνων.



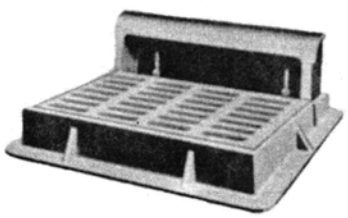
Σχ. 8.4η.
Χυτοσιδηρός λουτήρας με εσωτερική επένδυση από υάλωμα (εμαγιέ).



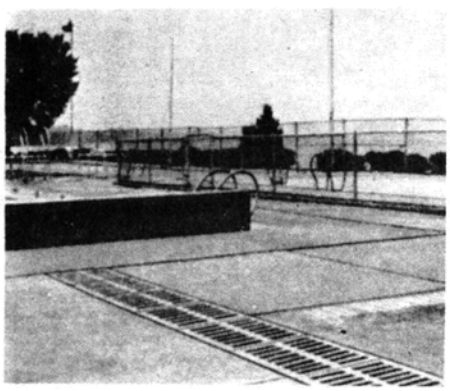
Σχ. 8.4θ.
Κάλυμμα ανθρωποθυρίδας κυκλικού τύπου.



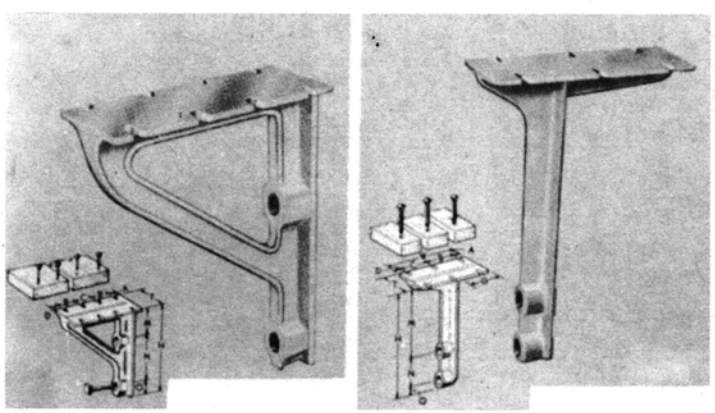
Σχ. 8.4ι.
Εσχάρες φρεατίων συλλογής υδάτων.



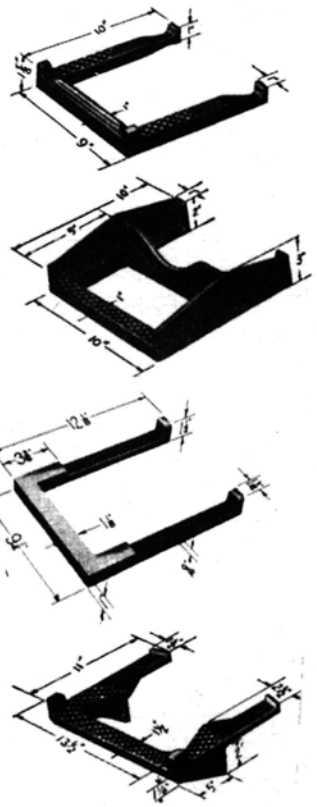
Σχ. 8.4ια.
Εσχάρα στο ρείθρο συλλογής ομβρίων υδάτων.



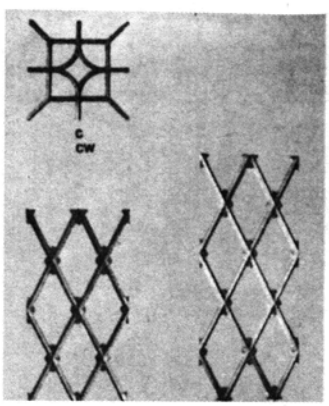
Σχ. 8.4ιβ.
Εσχάρα ομβρίων υδάτων που τοποθετείται εγκαρσίως του δρόμου.



Σχ. 8.4ιγ.
Στηρίγματα τοίχου διαφόρων τύπων από χυτοσίδηρο.



Σχ. 8.4ιδ.
Βαθμίδες χυτοσιδηρές που τοποθετούνται σε τοίχους, κυρίως από σκυρόδεμα, σε πηγάδια, σε κρηπιδώματα λιμανιών κ.α.





Σχ. 8.4ιε.
Διακοσμητικά στοιχεία για κιγκλιδώματα καφασωτά κλπ.

8.5 Χάλυβες.

8.5.1 Γενικά.

Οι χάλυβες όπως προαναφέραμε, είναι κράματα σιδήρου και άνθρακα σε αναλογία μέχρι 1,7%. Περιέχουν επίσης και άλλα στοιχεία όπως μαγγάνιο, πυρίτιο, φωσφόρο, θείο σε μικρότερες αναλογίες. Οι χάλυβες αυτοί καλούνται ***χάλυβες φυσικής σκληρότητας*** και οφείλουν τις ιδιότητές τους στην αρχική χημική σύνθεσή τους.

Από τους χάλυβες φυσικής σκληρότητας παράγονται, με την προσθήκη άλλων μετάλλων (νικέλιο, χρώμιο κλπ.) ή κατόπιν διαφόρων επεξεργασιών, ειδικοί χάλυβες με εξειδικευμένες ιδιότητες που θα αναλυθούν στις επόμενες παραγράφους.

Βάσει ενός άλλου ορισμού, χαρακτηρίζεται ως χάλυβας κάθε είδος σιδήρου που είναι δυνατό να σφυρηλατηθεί χωρίς προηγούμενη κατεργασία.

Οι χάλυβες κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες:

– ***Χάλυβες αναδεύσεως.*** Παράγονται σε φλογοβόλα καμίνια από χυτοσίδηρο υψικαμίνου. Το υλικό στερεοποιείται σε πρίσματα βάρους 40 έως 50 kg τα οποία υποβάλλονται σε σφυρηλάτηση. Οι χάλυβες αυτοί χρησιμοποιούνται πολύ σπάνια.

– ***Ρευστοπαγείς χάλυβες.*** Παράγονται και αυτοί από χυτοσίδηρο υψικαμίνου. Προσκομίζεται ρευστός σε ειδικά καμίνια όπως θα δούμε πιο κάτω, όπου αποβάλλεται όλος ή μέρος του άνθρακα καθώς και οι διάφορες προσμίξεις οι οποίες κατά κανόνα είναι ανεπιθύμητες. Είναι υλικό εξαιρετικά ανθεκτικό και αποτελεί την πρώτη ύλη για την κατασκευή όλων σχεδόν των σιδηρών δομικών υλικών.

8.5.2 Παραγωγή.

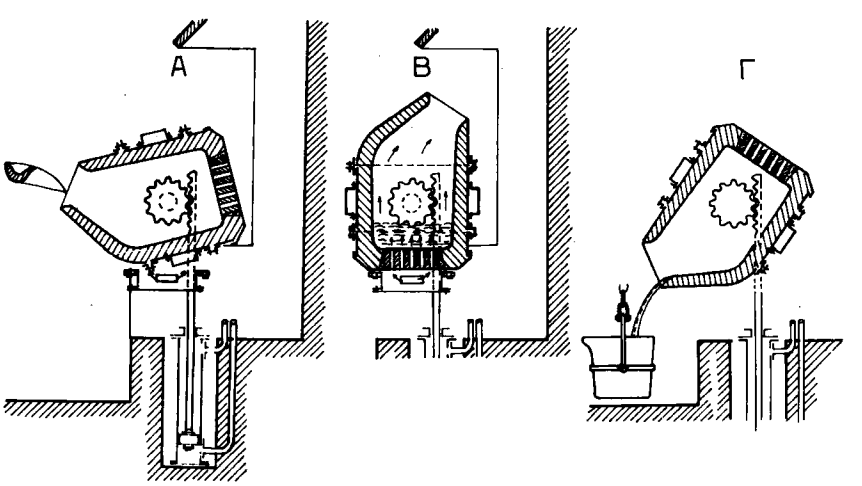
Για την παραγωγή του ρευστοπαγούς χάλυβα εφαρμόζονται βασικά τρεις μέθοδοι που χαρακτηρίζονται από το τύπο του καμινιού ή της συσκευής που χρησιμοποιείται:

– ***Μέθοδος Bessemer*** και ***Thomas*** (σχ. 8.5α). Λιωμένος χυτοσίδηρος μεταφέρεται (σχ. 8.5β) σε ειδικά δοχεία που καλούνται ***μετατροπείς***, σχήματος αχλαδιού (σχ. 8.5γ).

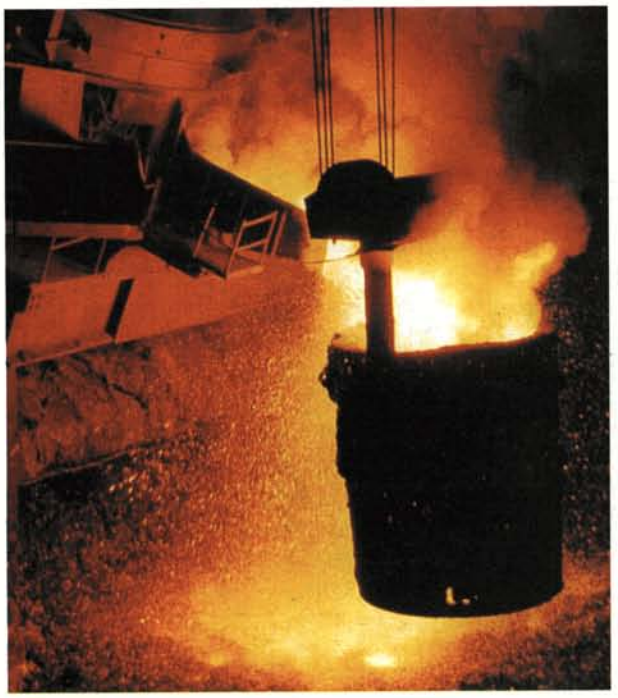
Οι μετατροπείς αυτοί είναι μεταλλικοί και έχουν εσωτερική πυρίμαχη επένδυση από χαλαζιακό αργιλόλιθο (στο μετατροπέα του Bessemer) ή βασικό δολομίτη (στο μετατροπέα του Thomas). Στους μετατροπείς εισάγεται κρύος αέρας και καίγονται ο άνθρακας και οι άλλες προσμίξεις. Σε ειδικές περιπτώσεις εισάγεται οξυγόνο.

– ***Μέθοδος Siemens-Martin.*** Κατά τη μέθοδο αυτή, που διαφέρει τελείως από την προηγούμενη, δεν χρησιμοποιείται ο λιωμένος χυτοσίδηρος της υψικαμίνου, αλλά μίγμα χυτοσιδήρου γνωστής περιεκτικότητας σε άνθρακα και τεμάχια παλαιού χάλυβα. Στο καμίνι αυτό εισάγεται θερμός αέρας που μπορεί να αναπτύξει πολύ υψηλές θερμοκρασίες.

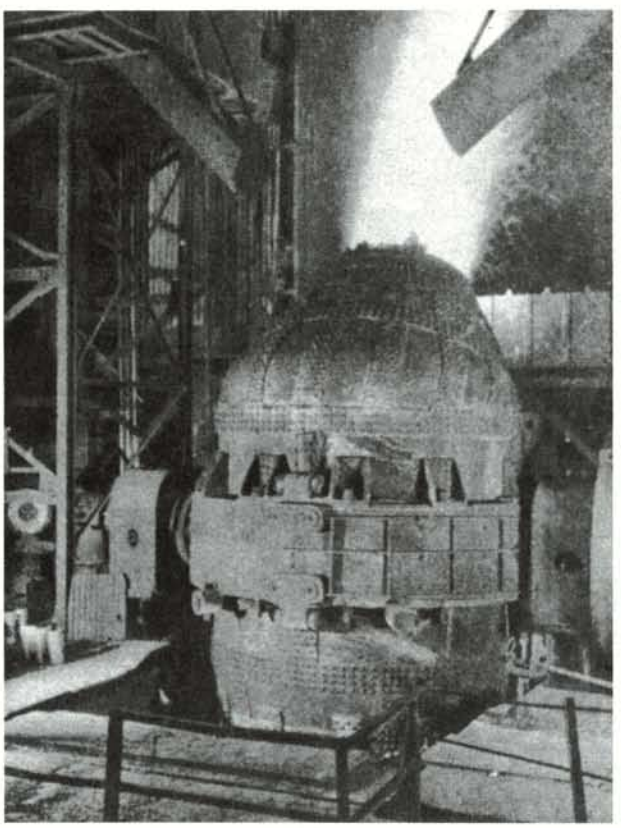
– ***Μέθοδος ηλεκτρικού καμινιού.*** Χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη χάλυβας που παρασκευάστηκε με τη μέθοδο Bessemer ή Thomas από τον οποίο έχει αφαιρεθεί τελείως ο άνθρακας. Στο καμίνι αυτό προστίθεται καθαρός άνθρακας συγκεκριμένης ποσότητας καθώς



Σχ. 8.5α.
Σχηματική παράσταση μετατροπέα του Bessemer στις φάσεις της λειτουργίας του. Α) Θέση φορτίσεως με χυτοσίδηρο. Β) Θέση καύσεως του άνθρακα και των σκουριών. Γ) Θέση εκφορτίσεως.



Σχ. 8.56.
Δοχείο μεταφοράς λυωμένου χυτοσιδήρου για τη φόρτιση του μετατροπέα ή για το γέμισμα των καλουπιών χελωνών.



Σχ. 8.5γ.
Μετατροπέας Bessemer κατά τη φάση που καίγεται ο άνθρακας με τη διοχέτευση οξυγόνου.

και άλλα μέταλλα. Έτσι αποκτάται χάλυβας με απολύτως καθορισμένες αναλογίες των διαφόρων συστατικών του. Με τη μέθοδο αυτή παράγονται χάλυβες εξαιρετικής ποιότητας.

Με τις αναφερθείσες μεθόδους παράγεται μεγάλο πλήθος χαλύβων με σημαντικές διαφορές στις βασικές ιδιότητές τους. Αυτό επιτυγχάνεται με προσθήκη άνθρακα και άλλων μετάλλων κατά διάφορες αναλογίες. Περαιτέρω βελτίωση ορισμένων ιδιοτήτων γίνεται με ψυχρή κατεργασία διαφόρων χαλύβων όπως π.χ. έλξη, στρέψη, τάνυση κλπ. Επίσης γίνεται η λεγόμενη βαφή για την επιφανειακή σκληρότητα.

8.5.3 Είδη χαλύβων.

Χρησιμοποιούνται στη δομική πολλά είδη χαλύβων. Από αυτά σημαντικότερα είναι:

1) ***Χάλυβες ακατέργαστοι (φυσικής σκληρότητας)***, των οποίων κύριο συστατικό εκτός του σιδήρου είναι ο άνθρακας σε αναλογία έως 1,7%. Έχουν μεγάλη αντοχή και δεν πρέπει να είναι εύθραστοι σε ψυχρή ή θερμή κατάσταση. Κατά τη δοκιμή αναδιπλώσεως πρέπει να κάμπτονται κατά 180° χωρίς να εμφανίζουν ρωγμές σε εφελκυόμενη (εξωτερική) περιοχή (σχ. 8.2ζ).

2) ***Χάλυβες κατεργασμένοι***. Οι προηγούμενοι χάλυβες μπορεί να υποστούν διάφορες κατεργασίες σε ψυχρή κατάσταση όπως έλξη, στρέψη κλπ. ή σε θερμή κατάσταση για να βελτιωθούν ορισμένες ιδιότητες και κυρίως η αντοχή τους σε εφελκυσμό και η σκληρότητά τους.

3) ***Σφυρήλατοι χάλυβες***. Με τη σφυρηλάτηση ή θλίψη του ρευστοπαγούς χάλυβα επιτυγχάνεται μεγάλη αύξηση της αντοχής του.

4) ***Ανοξείδωτος χάλυβας***. Με προσθήκη χρωμίου σε αναλογία άνω του 12% καθώς και νικελίου, παράγονται χάλυβες που αντέχουν σε ισχυρές διαβρωτικές επιδράσεις. Απόλυτη ανθεκτικότητα στη διάβρωση επιτυγχάνεται με χάλυβα που περιέχει 18% χρώμιο, 10% νικέλιο και 2% έως 3% μολυβδαίνιο.

5) Ένα άλλο είδος χάλυβα είναι ο ***χυτοχάλυβας***. Έχει περιεκτικότητα σε άνθρακα μέχρι 2,0%. Τα προϊόντα του παίρνουν τη μορφή τους εάν αυτός χυθεί σε τύπους από άμμο ή πυρίμαχο άργιλο. Χρησιμοποιείται όταν η παραγωγή ορισμένων προϊόντων δεν είναι δυνατή με άλλο τρόπο παρά μόνο με χύτευση.

6) Μια μεγάλη κατηγορία χαλύβων που προέρχονται από τα δύο πρώτα είδη και η οποία ενδιαφέρει τα δομικά έργα είναι οι ***δομικοί χάλυβες***. Οι χάλυβες αυτοί χρησιμο-

ποιούνται για ήλους, λεπτά ελάσματα, σωλήνες χωρίς ραφή και κυρίως για την κατασκευή των ράβδων οπλισμού του οπλισμένου και προεντεταμένου σκυροδέματος. Λεπτομέρειες στην παράγραφο "Προϊόντα και εφαρμογές των χαλύβων".

8.5.4 Ιδιότητες και χαρακτηριστικά.

Ιδιότητες και παράγοντες που τις επηρεάζουν.

1) Η σημαντικότερη ιδιότητα των χαλύβων είναι η αντοχή τους σε εφελκυσμό και θλίψη. Η ιδιότητα αυτή συντέλεσε περισσότερο από κάθε άλλη, στην τεράστια χρήση και εξάπλωσή τους όχι μόνο στα τεχνικά έργα αλλά και σε άλλες επιτεύξεις της τεχνολογίας εν γένει. Αποτελεί συγχρόνως και κριτήριο προσδιορισμού της ποιότητάς τους. Η αντοχή αυτή επηρεάζεται από δύο κυρίως παράγοντες: Από τη χημική σύστασή τους και από την κατεργασία που υφίστανται μετά την παραλαβή τους από τα καμίνια που αναφέρθηκαν στην παράγραφο 8.5.2.

Οι αναλογίες του άνθρακα καθώς και των διαφόρων μετάλλων και κυρίως των μαγγανίου, χρωμίου και μολυβδαινίου αυξάνουν σημαντικά την αντοχή τους (βλ. πίνακα 8.5.1).

Σημαντική επίσης αύξηση της αντοχής τους επιτυγχάνεται όταν βρίσκεται σε ψυχρή ή σε θερμή κατάσταση ή σε συνδυασμό και με τις δύο καταστάσεις.

Οι αντοχές των χαλύβων κυμαίνονται μεταξύ των ορίων 3400 kp/cm^2 (ή 34 kp/mm^2) και 18.000 kp/cm^2 (180 kp/mm^2).

Τα λοιπά χαρακτηριστικά που έχουν σχέση με την αντοχή και τη συμπεριφορά των χαλύβων όταν υφίστανται την επίδραση εξωτερικών δυνάμεων, δηλαδή οι ελαστικές σταθερές E, G και μ, οι τάσεις διαρροής και αντοχής θραύσεως και οι ανηγμένες επιμηκύνσεις αναφέρονται στον πίνακα 8.2.4.

2) Οι τεχνολογικές ιδιότητες (παράγρ. 8.2.3) των χαλύβων εξαρτώνται από τη χημική σύστασή τους, δηλαδή από την περιεκτικότητά τους σε άνθρακα και σε άλλα μέταλλα και προσμίξεις που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Στον πίνακα 8.5.1 φαίνεται η επίδραση των στοιχείων αυτών στις ιδιότητες του χάλυβα.

3) Αντοχή στη θερμότητα. Οι χάλυβες γενικά σε θερμοκρασίες άνω των 450°C χάνουν μεγάλο μέρος της αντοχής τους και υφίστανται μεγάλες επιμηκύνσεις. Στα δύο αυτά αίτια οφείλεται η μειωμένη αντοχή των σιδηρών κατασκευών κατά τη διάρκεια πυρκαϊών.

4) Αντοχή στη διάβρωση. Διάβρωση (σκούριασμα) γενικά καλείται η αλλοίωση της επιφάνειας ενός δομικού στοιχείου λόγω της

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.5.1
Επιρροή των συστατικών του χάλυβα στις ιδιότητές του

	Συστατικά κραμάτων											
Ιδιότητες	Άνθρακας C	Πυρίτιο Si	Μαγγάνιο Mn	Νικέλιο Ni	Χρώμιο Cr	Βολφράμιο W	Βανάδιο V	Μολυβδαίνιο Mo	Κοβάλτιο Co	Τιτάνιο Ti	Φώσφορος P	Θείο S
Αντοχή σε εφελκυσμό	+ +	+	+ +	+	+ +	+	+	+ +	+	+	+	x
Αντοχή σε κρούση	+	x	+	+	+	+	+	+	+	– – –	x	x
Σκληρότητα	+ +	+	+ +	+	+ +	+	+	+ +	x	– – –	+	x
Ελατότητα	–	x	+	+ +	+	+	+	+	x	+	-	–
Ελαστικότητα	+	+ +	+	x	+	x	+	+	x	x	x	x
Σφυρηλάτηση	x	x	+	+	x	x	+	+		+	x	–
Ικανότητα συγκολλήσεως	–	–	+	x	x	x	+	+	x	x	x	–
Επεξεργασία	–	–	–	x	–	x	x	+	x	x	+	+
Αντοχή στη φωτιά	x	–	–	+	+ +	+	x	+	x	+	x	x
Μαγνητισμός	x	–	x	–	+	+ +	x	x	+ +	x	x	x

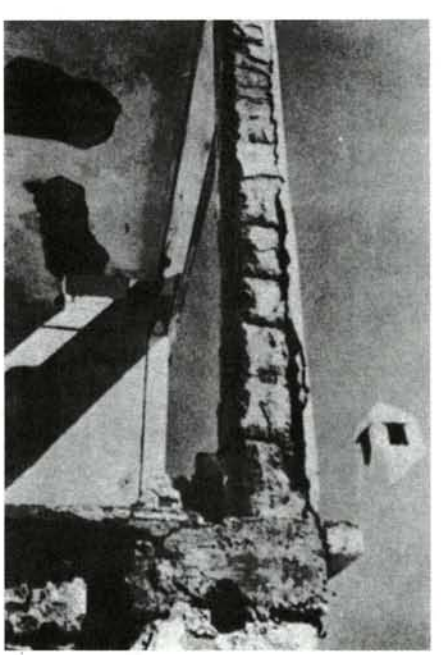
Σημείωση: x: Καμιά επιρροή + +: Σημαντική βελτίωση της ιδιότητας
+ : Βελτίωση της ιδιότητας –: Μείωση της ιδιότητας



Σχ. 8.5δ.
Τυπικό δείγμα διαβρώσεως (σκωριάσματος) χαλυβδίνων στοιχείων. Οι κοχλιοφόροι ήλοι και οι πλάκες στηρίξεως μιας δέστρας που δένουν τα πλοία έχουν αρχίσει να καταστρέφονται.

επιδράσεως διαφόρων εξωτερικών παραγόντων. Οι κυριότεροι από αυτούς είναι ο ατμοσφαιρικός αέρας, η ατμοσφαιρική ρύπανση, το νερό, τα αέρια, το έδαφος, οι χημικές ουσίες (βάσεις, οξέα) κ.α.

Η ευπάθεια των μετάλλων στη διάβρωση αποτελεί το σοβαρότερο μειονέκτημά τους. Η σκουριά προχωρεί σε βάθος και σε ορισμένο χρόνο προκαλεί πλήρη αποσύνθεση του μεταλλικού στοιχείου (σχ. 8.5δ). Συγχρόνως λόγω της διογκώσεως της σκουριάς προκαλούνται καταστροφές και σε άλλα υλικά με τα οποία είναι ενσωματωμένο το στοιχείο αυτό όπως το ξύλο, τα σκυροδέματα (σχ. 8.5ε), τα επιχρίσματα κλπ.



Σχ. 8.5ε.
Καταστροφή στύλου από σκυρόδεμα. Η διόγκωση του σιδηρού οπλισμού και η εκ του λόγου αυτού καταστροφή του σκυροδέματος οφείλεται στο σκούριασμα του οπλισμού.

Η αντιδιαβρωτική προστασία των μεταλλικών κατασκευών και ιδιαιτέρως των σιδήρων, είναι απολύτως αναγκαία. Η προστασία αυτή επιτυγχάνεται με διάφορες μεθόδους. Χρησιμοποιούνται μέθοδοι ενεργητικής και παθητικής προστασίας. Στην πρώτη περίπτωση λαμβάνεται πρόνοια εκπονήσεως μιας κατάλληλης μελέτης του έργου και επιλογής των υλικών με σύγχρονη απομάκρυνση εάν είναι δυνατόν ή εξουδετερώσεως των διαβρωτικών ουσιών.

Στη δεύτερη περίπτωση (παθητικής προστασίας) χρησιμοποιούνται διάφοροι τρόποι επιμεταλλώσεως. Οι συχνότερα χρησιμοποιούμενοι είναι:

– Ανόργανες επιμεταλλώσεις με πύρωση, φωσφατική στρώση βαρέων μετάλλων κ.α.

– Μεταλλικές επιμεταλλώσεις, όπως εμβάπτηση σε λιωμένο μέταλλο (κασσίτερο, χρώμιο, νικέλιο), γαλβανισμός, επικονίαση χρωμίου και επιμεταλλώσεις με ευγενή μέταλλα όπως χαλκός, άργυρος, ψευδάργυρος, αλουμίνιο.

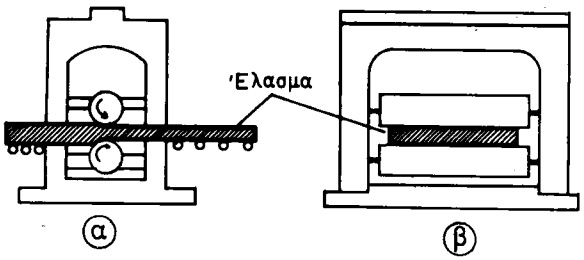
– Μη μεταλλικές ανόργανες επιμεταλλώσεις με πυριτικά άλατα (εφυάλωση) με τσιμέντο (εκτόξευση).

– Μη μεταλλικές οργανικές επιχρίσεις με ασφαλτικά υλικά, με πλαστικές επενδύσεις και ρητινικές επιχρίσεις, χρώματα κ.α.

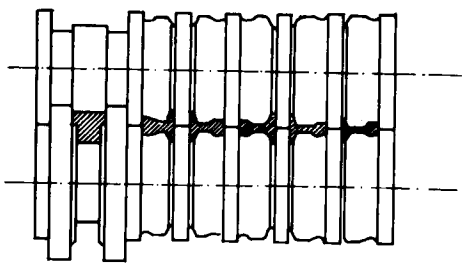
Ισχυρότερη προστασία έναντι της διαβρώσεως παρέχουν οι ανοξείδωτοι χάλυβες [παράγρ. 8.5.3(δ)], οι οποίοι όμως σπανίως χρησιμοποιούνται σε δομικά έργα λόγω της μεγάλης τιμής τους.

8.5.5 Μορφοποίηση των χαλύβων.

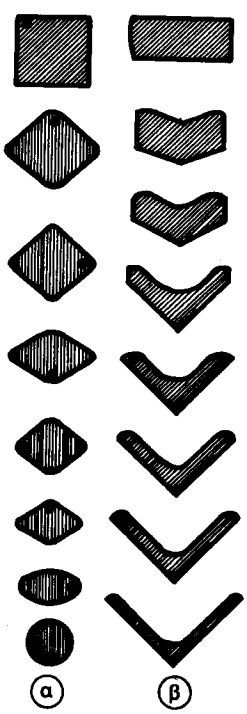
Στα προηγούμενα αναπτύχθηκαν οι τρόποι που παράγονται τα διάφορα είδη των χαλύβων, οι ιδιότητές τους και οι κατεργασίες που χρησιμοποιήθηκαν στις μεταλλουργικές βιο-



Σχ. 8.5στ.
Σχηματική παράσταση απλού ελάστρου με δύο κυλίνδρους για επίπεδα φύλλα. α) Τομή. β) Όψη.



Σχ. 8.5ζ.
Έλαστρο κατασκευής σιδηροτροχιών.



Σχ. 8.5η.
Διαδοχικές μορφές που παίρνει ένα χαλύβδινο πρίσμα (τετραγωγικής ή ορθογωνικής διατομής) κατά τις διαδοχικές ελάσεις, έως ότου αποκτήσει το επιθυμητό σχήμα: α) Ράβδος κυκλικής διατομής που προέκυψε από τετραγωνικής διατομής έλασμα. β) Ράβδος διατομής ισοσκελούς τριγώνου που προέκυψε από έλασμα ορθογωνικής διατομής.

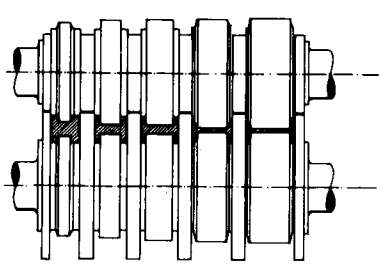
μηχανίες για να αποκτήσουν τα είδη αυτά την κατάλληλη χημική σύσταση και τις απαιτούμενες ιδιότητες.

Τα προϊόντα όμως των βιομηχανιών αυτών είναι συμπαγή στερεά σώματα πρισματικού ή κώλουρου σχήματος (χελώνες). Το σχήμα αυτό είναι ακατάλληλο για τις εφαρμογές και την κατασκευή των δομικών υλικών. Πρέπει να τροποποιηθεί ώστε τα δομικά στοιχεία να έχουν εκείνη τη μορφή που η επιστήμη και η εμπειρία έχει καθορίσει ως πλέον κατάλληλη για το μεγάλο πλήθος των εφαρμογών που απαιτούνται από τα τεχνικά έργα.

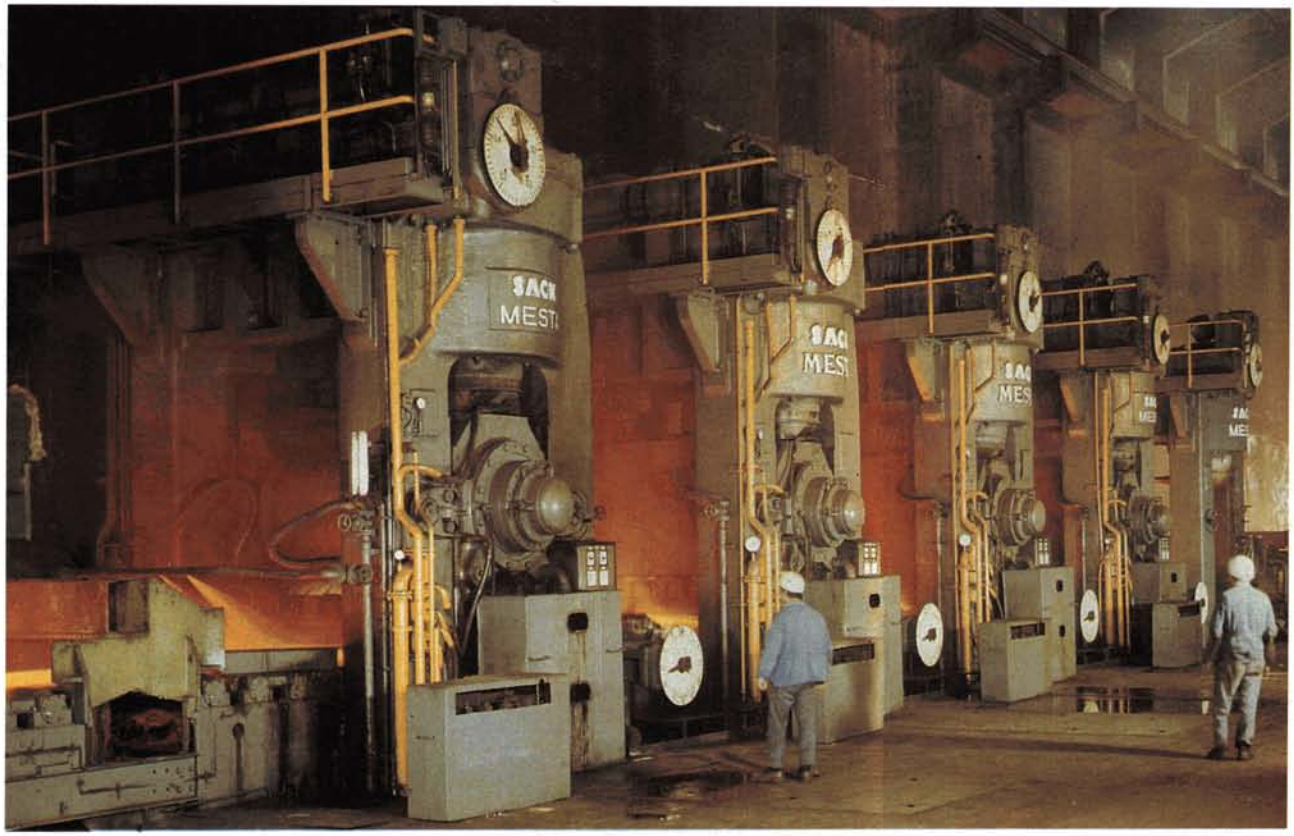
Η μετατροπή του σχήματος γίνεται στις χαλυβουργικές βιομηχανίες με χρήση καταλλήλων μηχανών και μεθόδων που βασίζονται στις τεχνολογικές ιδιότητες που αναφέρθηκαν στην παράγραφο 8.2.3.

Οι κύριες μέθοδοι μορφοποιήσεως των χαλυβδίνων στοιχείων είναι η έλαση (κυλίδρωση) και η έλξη (τράβηγμα). Σπανίως χρησιμοποιείται η χύτευση και μόνο για ειδικά τεμάχια όπως εφέδρανα γεφυρών κ.α.

Στην έλαση χρησιμοποιούνται ειδικοί κύλινδροι (έλαστρα) που η επιφάνειά τους διαμορφώνεται έτσι ώστε όταν περάσει ένα έλασμα ή μια ράβδος ανάμεσα σε δύο εν επαφή κυλίνδρους (σχ. 8.5στ και 8.5ζ) να παίρνει ένα συγκεκριμένο σχήμα, π.χ. μιας τετραγωνικής διατομής ράβδος ή ένα παχύ έλασμα μπορεί ύστερα από διαδοχικές διελεύσεις από τα κατάλληλα έλαστρα να αποκτήσει διατομή, διπλού ταυ (I) (σχ. 8.5θ και 8.5ι), κύκλου ή γωνίας (σχ. 8.5η). Σε έλαστρα με επίπεδη επιφάνεια παράγονται πλάκες και φύλλα (σχ. 8.5ια και 8.5ιβ). Στο σχήμα 8.5ιγ φαίνονται διάφορες μορφές χαλυβδίνων ράβδων. Η μέθοδος της έλξεως, που βασίζεται στην ολκιμότητα του υλικού, χρησιμοποιείται κυρίως για την κατασκευή τετραγωνικής, ορθογωνικής και πολυγωνικής διατομής ράβδων. Η έλξη γίνεται με τη βοήθεια καταλλήλων μηχανών (σχ. 8.5ιδ και 8.5ιε).



Σχ. 8.5θ.
Αντιστρεπτό έλασμα παραγωγής ράβδων διατομής I.



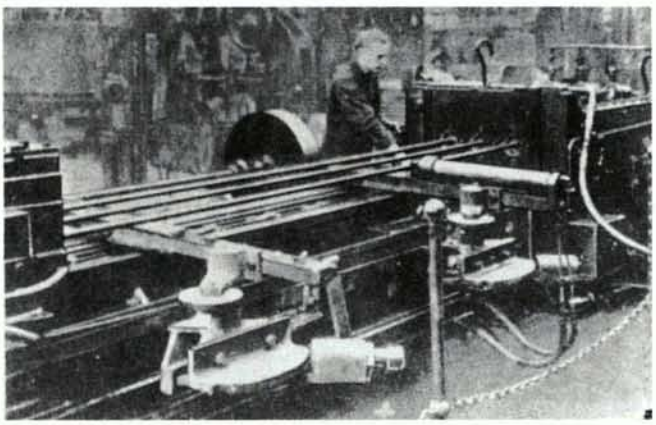
Σχ. 8.5ι.
Σειρά ελάστρων τελικής ελάσεως ράβδων τυπικής διατομής (προφίλ). Αριστερά η πρώτη διέλευση από το έλαστρο και δεξιά η τελευταία διέλευση οπότε διαμορφώνεται και το τελικό προϊόν.



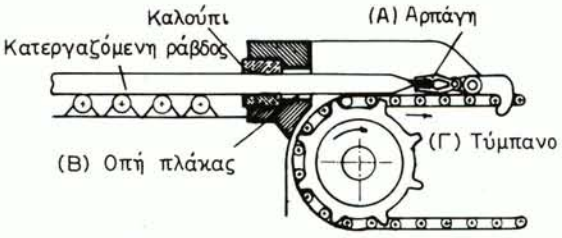
Σχ. 8.5ια.
Χαλύβδινη πλάκα μετά την έξοδό της από προπαρασκευαστικά ελάσματα. Διακρίνεται η ανυψωμένη λεπίδα με την οποία κόβεται η πλάκα σε ορισμένα μήκη. Θα επακολουθήσει η τελική έλαση με την οποία θα οριστικοποιηθούν οι τελικές διαστάσεις.



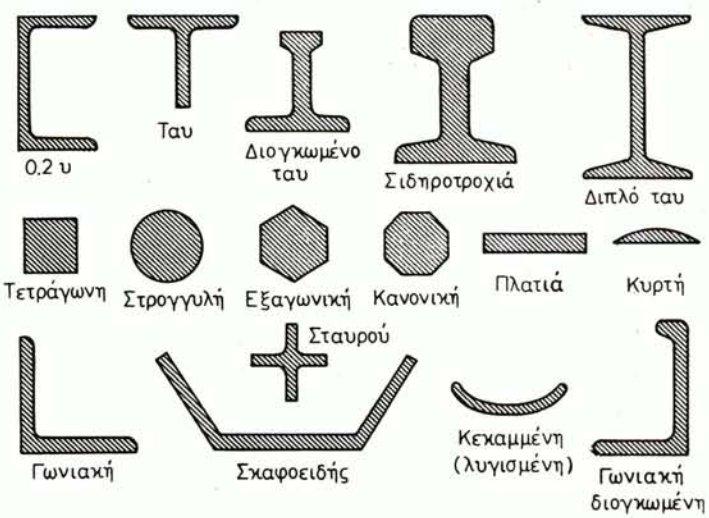
Σχ. 8.5ιβ.
Έλαστρο με τρεις κυλίνδρους για την εν ψυχρώ επεξεργασία και το φινίρισμα φύλλων από χρωμονικελιούχο χάλυβα.



Σχ. 8.5ιδ.
Μηχανή μορφοποιήσεως ράβδων με τη μέθοδο της έλξεως.



Σχ. 8.5ιε.
Τμήμα της μηχανής έλξεως, όπου υπάρχει το καλούπι (μήτρα) και το σύστημα έλξεως των ράβδων.



Σχ. 8.5ιγ.
Διατομές χαλυβδίνων ράβδων που δημιουργήθηκαν με τη μέθοδο της ελάσεως.

8.5.6 Δομικά υλικά της σιδηροβιομηχανίας.

Με τη μέθοδο της ελάσεως και σπανιότερα με τις μεθόδους έλξεως και σφυρηλατήσεως παράγονται από χάλυβα προϊόντα σε μεγάλη ποικιλία και ποιότητα.

Από κοινούς χάλυβες στους οποίους η αντοχή σε θραύση κυμαίνεται μεταξύ 33 kp/mm^2 και 70 kp/mm^2 και σε ειδικές περιπτώσεις μέχρι 90 kp/mm^2 παράγονται χωρίς ιδιαίτερη επεξεργασία τα εξής δομικά υλικά:

– Ραβδόμορφοι χάλυβες σκυροδέματος.
– Μορφοχάλυβες.
– Επίπεδα ελάσματα (ταινίες, φύλλα, λεπίδες).
– Χάλυβες κοίλης, τετραγωνικής ή ορθογωνικής διατομής.
– Σφυρήλατα εξαρτήματα.

Από ανθεκτικότερους χάλυβες που έχουν υποστεί επεξεργασία εν ψυχρώ ή εν θερμώ ή από ανοξείδωτους χάλυβες κατασκευάζονται τα εξής υλικά:

– Κυκλικοί σωλήνες συγκολλημένοι ή χωρίς ραφή.
– Επίπεδα ελάσματα εν ψυχρώ χωρίς επικάλυψη.

– Επίπεδα ελάσματα με επικάλυψη.
– Χάλυβες με λειασμένη επιφάνεια.
– Διατομές μορφωμένες εν ψυχρώ.

Ακολουθεί μικρή ανάπτυξη των κυριοτέρων ειδών.

α) Χάλυβες σκυροδέματος.

Οι χάλυβες αυτοί, κυκλικής διατομής, διακρίνονται κατά τους γερμανικούς κανονισμούς στις εξής κατηγορίες:

– Ακατέργαστοι χάλυβες φυσικής σκληρότητας (σύμβολο U) που οφείλουν τις ιδιότητές τους στην αρχική χημική σύνθεσή τους.
– Χάλυβες ψυχρής κατεργασίας (σύμβολο K). Οφείλουν τις ιδιότητές τους σε τάνυση, στρέψη ή έλξη του χάλυβα U.
– Λείος κυκλικός χάλυβας (σύμβολο G).
– Νευροχάλυβες με εγκάρσιες ή κάθετες νευρώσεις (σύμβολο R) (σχ. 8.5ιστ και 8.5ιζ).
– Νευροχάλυβες τυποποιημένης διατομής (σύμβολο P) για την κατασκευή συγκολλητών δομικών πλεγμάτων (σχ. 8.5ιη και 8.5ιθ).
– Ειδικοί χάλυβες υψηλής αντοχής για το προεντεταμένο σκυρόδεμα.

Με τους χάλυβες αυτούς κατασκευάζονται τα εξής είδη ράβδων για τα οπλισμένα και προεντεταμένα σκυροδέματα:

– Λείες ράβδοι κυκλικής διατομής με τεχνικά στοιχεία BSt 22/34 GU.
– Ράβδοι με νευρώσεις εγκάρσιες κυκλικής διατομής με τεχνικά στοιχεία BSt 22/34 RU.
– Ράβδοι με λοξές νευρώσεις κυκλικής διατομής με τεχνικά στοιχεία BSt 42/50 RK.
– Λείες ράβδοι ψυχρής κατεργασίας για κατασκευή δομικών πλεγμάτων με στοιχεία BSt 50/55 GK.
– Λείες ράβδοι τυποποιημένης διατομής ψυχρής κατεργασίας για κατασκευή δομικών πλεγμάτων με στοιχεία BSt 50/55 PK.
– Ράβδοι με λοξές νευρώσεις ψυχρής κατεργασίας για κατασκευή δομικών πλεγμάτων με στοιχεία BSt 50/55 RK.

Τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό των τεχνικών χαρακτηριστικών του χάλυβα έχουν την εξής σημασία:

Το B και το St σημαίνουν σκυρόδεμα ((Beton στη γερμανική) και χάλυβας (Stahl). Στο κλάσμα ο αριθμητής σημαίνει το όριο διαρροής σε kp/mm^2 και ο παρανομαστής την αντοχή θραύσεως επίσης σε kp/mm^2. Τέλος η σημασία των γραμμάτων U, R κλπ. αναφέρθηκε προηγουμένως.

Εκτός των χαλύβων αυτών χρησιμοποιούνται ανώτερης ποιότητας χάλυβες με εξαιρετικά υψηλά όρια διαρροής και αντοχής.

Συνήθως χάλυβες αυτής της ποιότητας είναι οι:

– St 85/105 με κατεργασία τανύσεως επαναφοράς.
– St 145/160 βελτιωμένος χάλυβας και
– St 160/180 διελκυσμένος εν ψυχρώ.

Η δημιουργία των νευρώσεων στις ράβδους (σχ. 8.5ιστ και 8.5ιζ) οφείλεται στην ανάγκη αυξήσεως της προσφύσεως του οπλισμού με το σκυρόδεμα, λόγω της αυξημένης αντοχής του χάλυβα. Σε παλαιότερες κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα, η πρόσφυση αυτή επιτυγχανόταν με τη δημιουργία αγκίστρων στα άκρα των ράβδων. Σήμερα τα άγκιστρα αντικαταστάθηκαν με τις νευρώσεις. Οι νευρώσεις είναι συνήθως εγκάρσιες ή λοξές κατά μία ή κατά δύο διευθύνσεις.



Σχ. 8.5ιστ.
Ράβδοι με νευρώσεις που χρησιμοποιούνται στο οπλισμένο σκυρόδεμα.



Σχ. 8.5ιζ.
Σιδερένιος οπλισμός με νευρώσεις τοποθετημένος στο ξυλότυπο πλάκας.

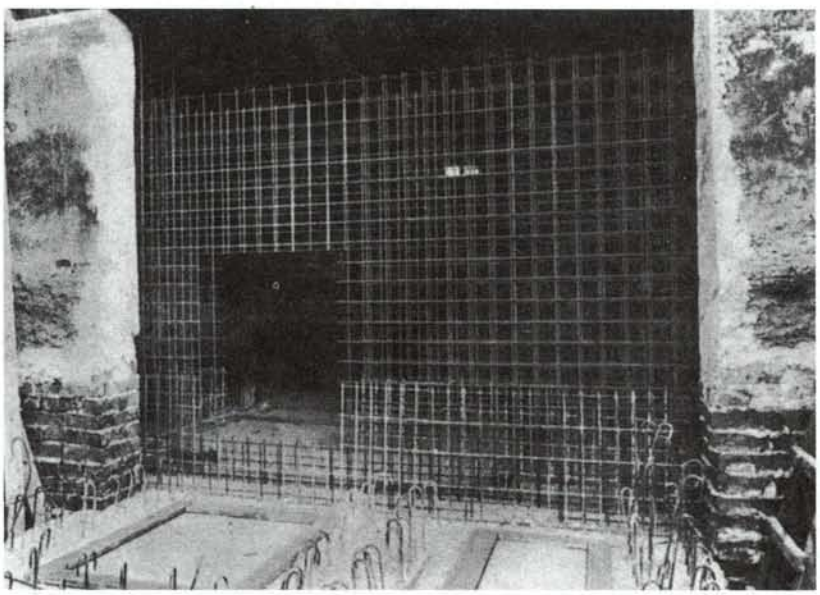
Τα δομικά πλέγματα (σχ. 8.5ιη και 8.5ιθ) είναι εργοστασιακά προϊόντα. Χρησιμοποιούνται λεπτές ράβδοι 4 έως 16 mm υψηλής αντοχής, οι οποίες τοποθετούνται κατά δύο κάθετες διευθύνσεις και ηλεκτροσυγκολλούνται τα σημεία επαφής. Οι οπές των πλεγμάτων είναι ορθογωνικές ή τετραγωνικές.

β) Μορφοχάλυβες. Τυποποιημένες διατομές (προφίλ) (σχ. 8.5κ).

Τα κυριότερα είδη που ανήκουν στην κατηγορία αυτή είναι τα εξής (βλέπε και πίνακα 8.5.1):

– Δοκοί Ι (διπλό ταυ).

Υπάρχουν πολλοί τύποι αυτής της δοκού.



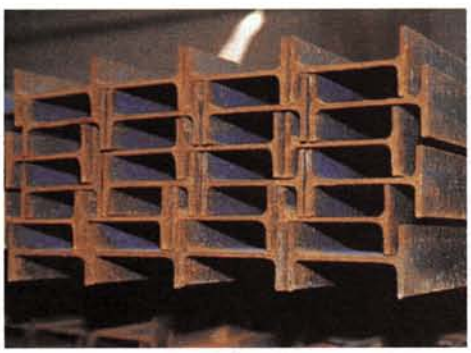
Σχ. 8.5ιη.
Δομικό πλέγμα. Χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον ως οπλισμός ελαφρών κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα.



Σχ. 8.5ιθ.
Δομικό πλέγμα συσκευασμένο σε ρολά.



(α)



(β)



(γ)



(δ)

Σχ. 8.5κ.
Τυποποιημένες διατομές (προφίλ) δοκών και ελασμάτων. α) Πλατύπελμα I. β) Υψίκορμα I. γ) Δοκοί Π. δ) Ελάσματα διατομής Τ.

Υψίκορμοι, πλατύπελμα κλπ. που έχουν διάφορους συμβολισμούς (IPE, IPB κλπ). Η μόρφωσή τους γίνεται εν θερμώ σε μια σειρά καταλλήλων ελάστρων.

Το υλικό είναι συνήθως χάλυβας με αντοχή 3.700 kp/cm^2 (37 kp/mm^2). Οι δοκοί I και τα ελάσματα που θα αναφερθούν αμέσως πιο κάτω χρησιμοποιούνται στην κατασκευή γεφυρών, στεγών, ικριωμάτων, μεταλλικών κτηριακών έργων κλπ. Για απλά έργα χρησιμοποιούνται μεμονωμένοι δοκοί. Συνήθως όμως διαμορφώνονται σύνθετες διατομές με χρησιμοποίηση περισσοτέρων δοκών και ελασμάτων με διάφορες διατομές (σχ. 8.5κα).

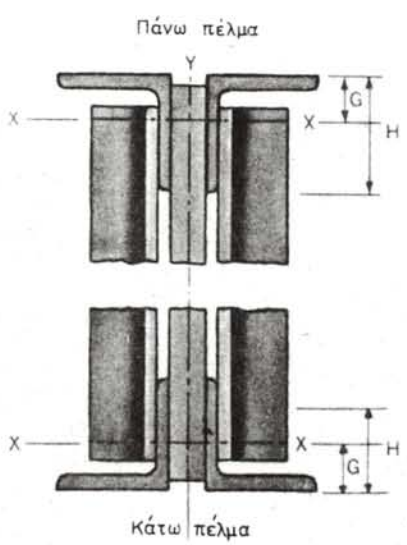
– Ράβδοι διατομής [(σύμβολο U). Έλαση εν θερμώ χάλυβα St 33 (αντοχής σε θραύση 3300 kp/cm^2). (πίνακας 8.5.1).

– Ελάσματα. Κατασκευάζονται ελάσματα διαφόρων διατομών όπως γωνιακά, ισοσκελή και ανισοσκελή, απλού ταυ με ισοπαχή κορμό, απλού ταυ υψίκορμα ή πλατύπελμα, διατομής Z (ζήτα) κ.α. (βλέπε πίνακα 8.5.2). Ο χάλυβας των στοιχείων αυτών είναι St 33, St 37 (πίνακας 8.5.1).

– Ράβδοι τετραγωνικής διατομής (σχ. 8.5κβ).

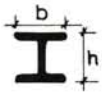
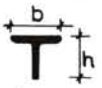
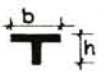
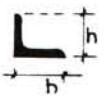
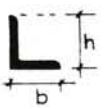
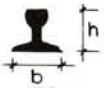
γ) Χαλυβδόφυλλα.

– Χαλύβδινες λεπίδες. Κατασκευάζονται με έλασμα εν θερμώ. Με τις λεπίδες αυτές μορφώνονται εν ψυχρώ ελάσματα απλής διατομής του σχήματος 8.5κγ. Με την ηλεκτροσυγκόλληση δύο απλών διατομών δημιουργούνται νέα στοιχεία σύνθετης διατομής.



Σχ. 8.5κα.
Σύνθετοι ράβδοι που αποτελούνται από απλές ράβδους τυποποιημένης διατομής (προφίλ) του πίνακα 8.5.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.5.2
Τυποποιημένες ράβδοι και ελάσματα (προφίλ)

	Ονομασία υλικού	Σύμβολο	Σχήμα διατομής	Διαστάσεις διατομής σε mm
1 21,6	Δοκός διπλού «ταυ» υψίκορμος	Ih		ύψος h = 80-600 πλάτος b = 42-215 πάχος s = 3,
2	Δοκός διπλού "ταυ" πλατύπελμα	IPPIh		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

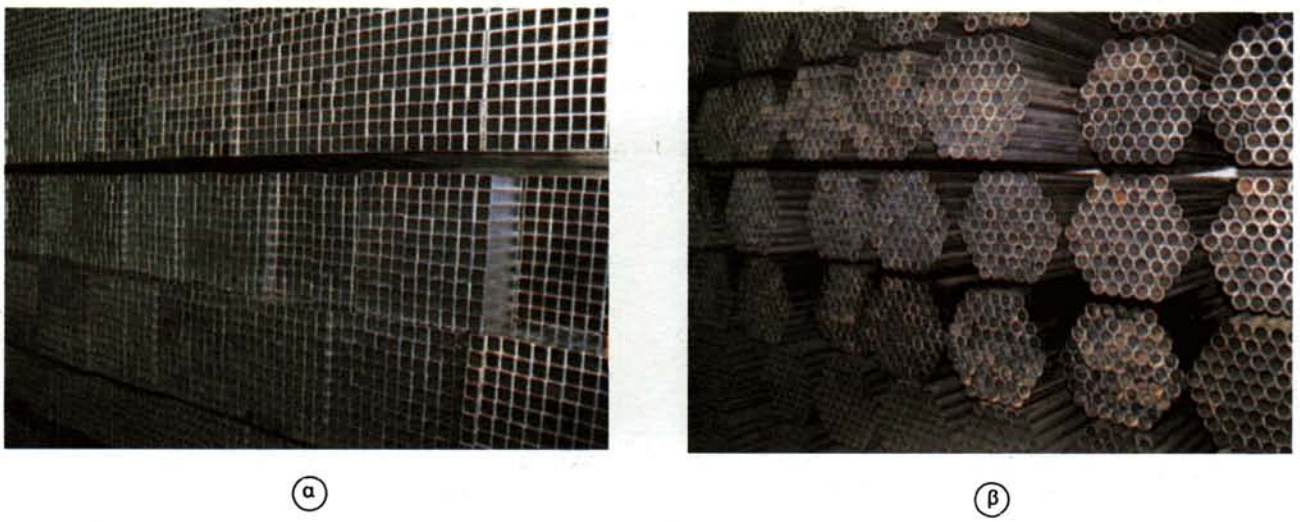
*Το σύμβολό τους είναι ένας αριθμός, που αντιπροσωπεύει το βάρος της τροχιάς ανά m μήκους.



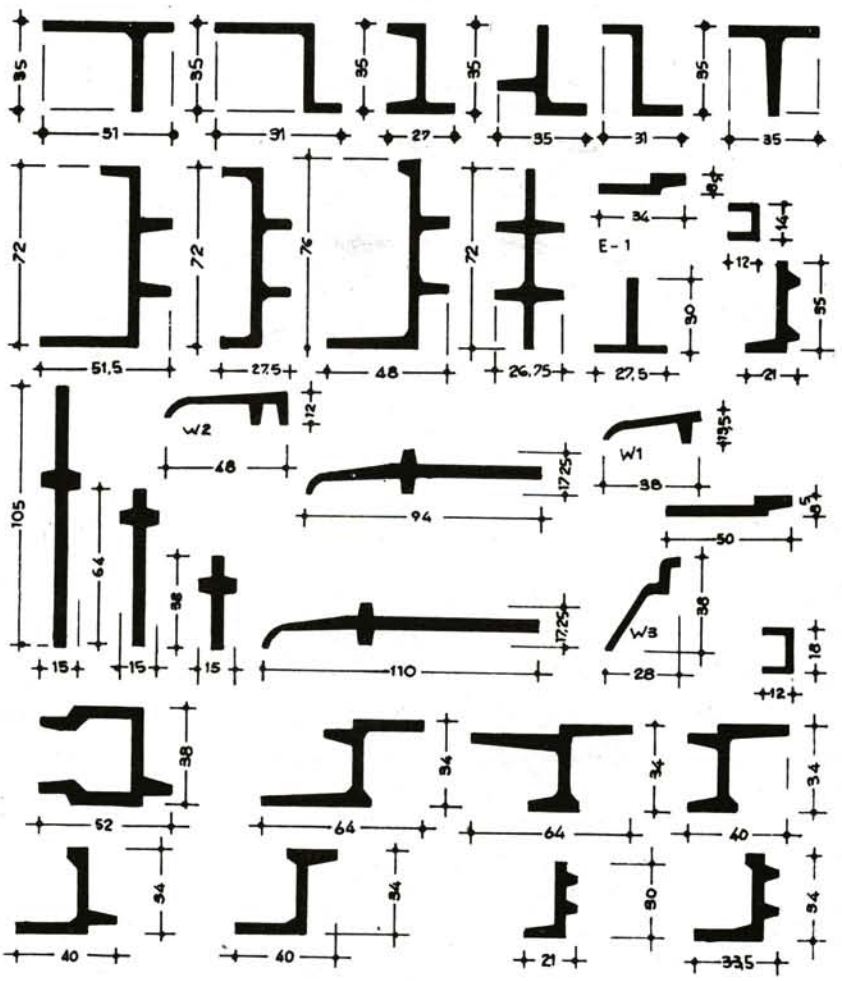
Σχ. 8.5κθ.
Ράβδοι τετραγωγικής διατομής.

– Κοίλοι δοκοί κυκλικής ορθογωνικής και τετραγωνικής διατομής (κοιλοδοκοί) [(σχ. 8.5κγ (α) και (β)].

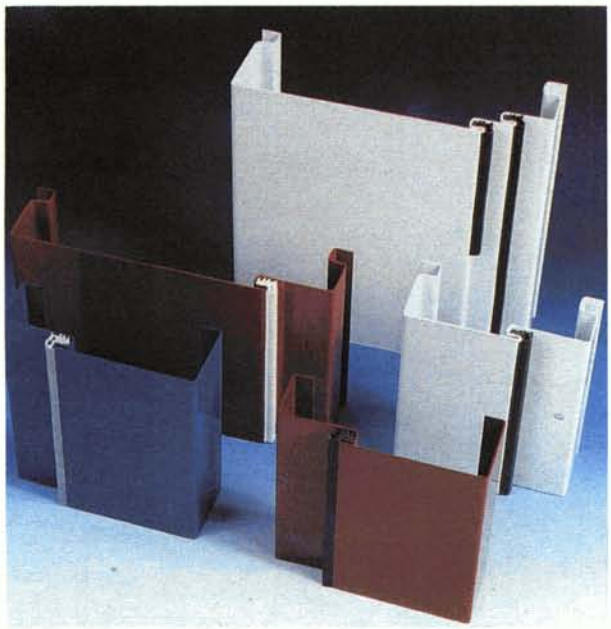
– Επίπεδα φύλλα πάχους 0,8 έως 1,5 mm και πλάτους 1,50 m από ανοιξείδωτο και θερμάντοχο χάλυβα. Τα φύλλα αυτά παράγονται σε διάφορες ποιότητες και είδη. Π.χ. φύλλα ψυχρής ελάσεως, θερμικά κατεργασμένα και επιφανειακά επεξεργασμένα, απλά ή στιλβωμένα με έλαστρο. Λειασμένα ή στιλβωμένα φύλλα και ταινίες. Με τα φύλλα αυτά και τις ταινίες κατασκευάζονται πλήθος ελασμάτων με διάφορες διατομές (σχ. 8.5κδ). Επίσης κατασκευάζονται ειδικά ελάσματα για την κατασκευή κασών θυρών (σχ. 8.5κε). Τα ελάσματα



Σχ. 8.5κγ.
Κοιλοδοκοί. α) Τετραγωνικοί. β) Κυκλικοί.



Σχ. 8.5κδ.
Ειδικές μορφές σιδερένιων ελασμάτων για την κατασκευή των πλαισίων παραθύρων ή άλλων συνθέτων στοιχείων.



Σχ. 8.5κε.
Ειδικά ελάσματα για την κατασκευή των πλαισίων τών θυρών.



Σχ. 8.5κστ.
Κυματοειδείς λαμαρίνες διαφόρων διατομών και χρωμάτων, απλές ή σε συνδυασμό με ένα μονωτικό υλικό.

αυτά καλούνται στρατζαριστά.

Μεγάλη χρήση στη δομική γίνεται με τα χαλυβδόφυλλα (λαμαρίνες) κοινού χάλυβα. Εάν το πάχος τους υπερβαίνει τα 5 mm καλούνται ***πλάκες,*** ενώ κάτω των 5 mm καλούνται ***φύλλα***. Τα φύλλα διατίθενται στο εμπόριο με επικάλυψη των επιφανειών τους με ψευδάργυρο (γαλβανισμένες λαμαρίνες) για να προστατεύονται από τη σκουριά ή χωρίς επικάλυψη (μαύρες λαμαρίνες).

Από τα φύλλα αυτά, με κατάλληλη κατεργασία, κατασκευάζονται τα κυματοειδή φύλλα (αυλακωτές λαμαρίνες) που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη έκταση για κάλυψη στεγών και για πλαγιοκαλύψεις. Η επιφάνειά τους διαμορφώνεται με μεγάλη ποικιλία σχημάτων και χρωμάτων (σχ. 8.5κστ). Συνήθως επικρατούν οι αυλακωτές λαμαρίνες (σχ. 8.5κζ) και αυτές που έχουν τραπεζοειδή διατομή (σχ. 8.5κη). Σε αρκετές περιπτώσεις συνδυάζονται με ένα συνθετικό υλικό για θερμική προστασία των χώρων που καλύπτουν (σχ. 8.5κστ).

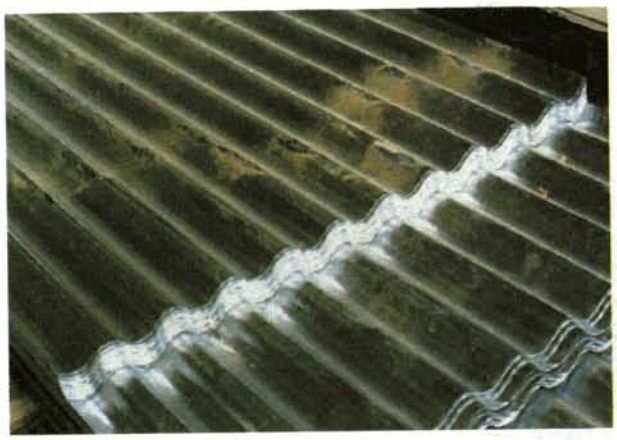
Με τις γαλβανισμένες λαμαρίνες κυρίως κατασκευάζονται διάφορα στοιχεία των εγκαταστάσεων αερισμού, αποχετεύσεως κλπ. ή ελάσματα για επικαλύψεις τοίχων κλπ. Επίσης κατασκευάζονται διάτρητα γωνιακά ελάσματα για ελαφρές λυόμενες στέγες ή για ράφια εμπορευμάτων (σχ. 8.5κθ και 8.5λ).

Από λεπτά χαλυβδόφυλλα κατασκευάζονται με κατάλληλη μέθοδο διάφορα πλέγματα γνωστά ως νευρομετάλ (σχ. 8.5λα), ειδικά γωνιακά συνδυαζόμενα με νευρομετάλ για την ενίσχυση των ακμών των τοίχων και των επιχρισμάτων (σχ. 8.5λβ) και διάφορα εξαρτήματα από ανοξείδωτο χάλυβα για την ενίσχυση της τοιχοποιίας (σχ. 8.5λγ).

Τέλος προσφέρονται στο εμπόριο ραβδωτά ή ανάγλυφα φύλλα (μπακλαβαδωτές λαμαρίνες) (σχ. 8.5λδ). Είναι επίπεδα φύλλα, που φέρουν στην επιφάνεια ραβδώσεις ή μικρές προεξοχές. Χρησιμοποιούνται για να καλύπτουν ανοίγματα επί των δαπέδων στα οποία κυκλοφορούν άνθρωποι ή ελαφρά οχήματα ή για την κατασκευή πεζοδρομίων μεταλλικών γεφυρών. Κύριο χαρακτηριστικό είναι η αντιολισθηρότητα που παρουσιάζουν.

δ) Σύρματα.

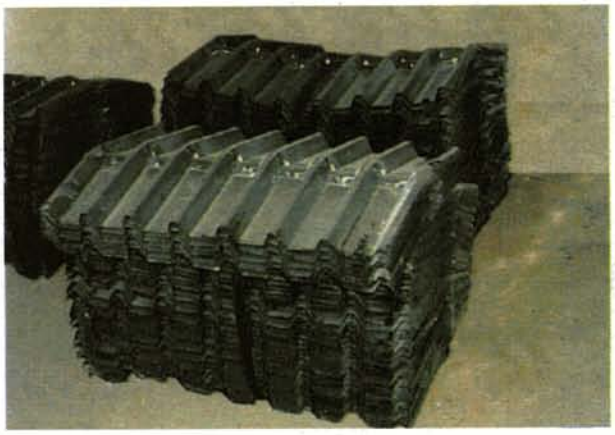
Με τη μέθοδο της έλξεως κατασκευάζονται σε ειδικές μηχανές (σχ. 8.5λε) σύρματα διαφόρων διαμέτρων. Ως σύρματα χαρακτηρίζονται τα ραβδόμορφα υλικά όταν η διάμετρός τους είναι μικρότερη των 5 mm.



Σχ. 8.5κζ.
Αυλακωτές λαμαρίνες.

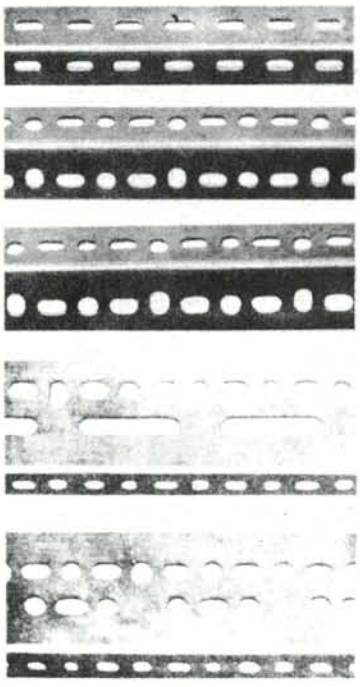


(α)

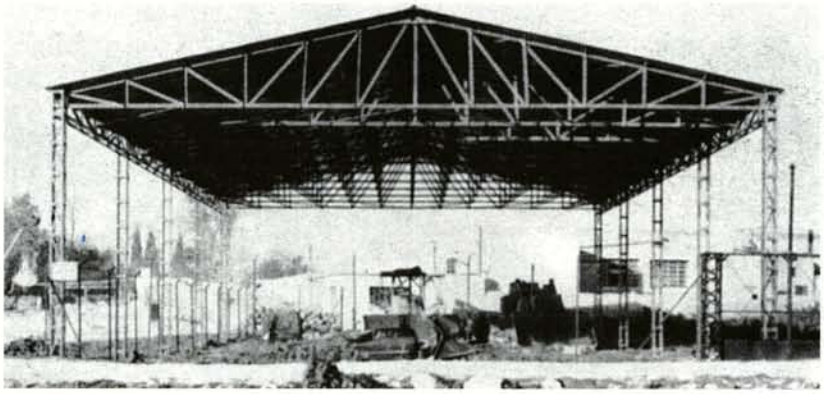


(β)

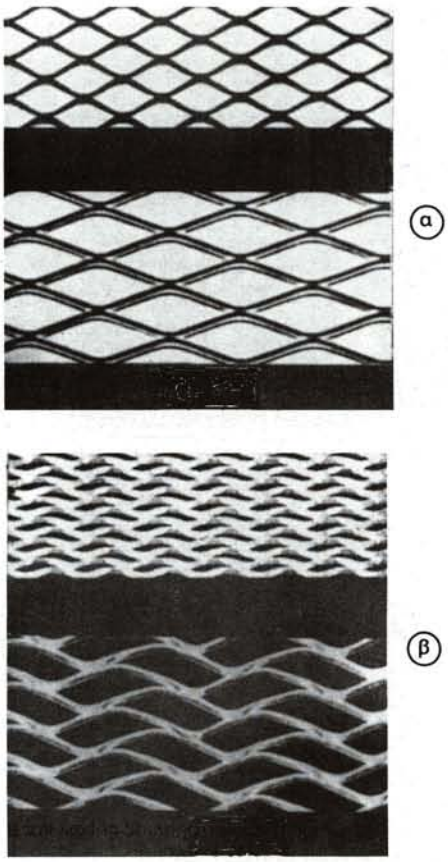
Σχ. 8.5κη.
α) Τραπεζοειδούς διατομής λαμαρίνες. β) Ειδικά τεμάχια για την κάλυψη της κορυφής κεκλιμένων στεγών (κορφιάδες).



Σχ. 8.5κθ.
Διάτρητα ελάσματα διαφόρων τύπων.



Σχ. 8.5λ.
Υπόστεγο κατασκευασμένο με διάτρητα γωνιακά τύπου Dexion.



Σχ. 8.5λα.
Μορφές πλεγμάτων από μαύρα ή γαλβανισμένα χαλύβδινα φύλλα: α) Ρομβοειδή. β) Κυματοειδή.



Σχ. 8.5λβ.
Ειδικά γωνιακά συνδυασμένα με νευρομετάλ για την ενίσχυση των ακμών των τοίχων και των επιχρισμάτων.



Σχ. 8.5λγ.
Ειδικά εξαρτήματα από ανοξείδωτο χάλυβα για την ενίσχυση της τοιχοποιίας (ανοξείδωτα πρέκια, συνδετήρες που συνδέουν τους διπλούς τοίχους, γωνιακοί συνδετήρες που συνδέουν τοιχοποιίες από τούβλα με τοίχους και στύλους από οπλισμένο σκυρόδεμα κλπ.).

Διακρίνονται σε ***μαλακά*** όταν μετά το πέρας της κατασκευής τους επαναθερμαίνονται και σε ***σκληρά*** όταν δεν υφίστανται αυτήν την κατεργασία.

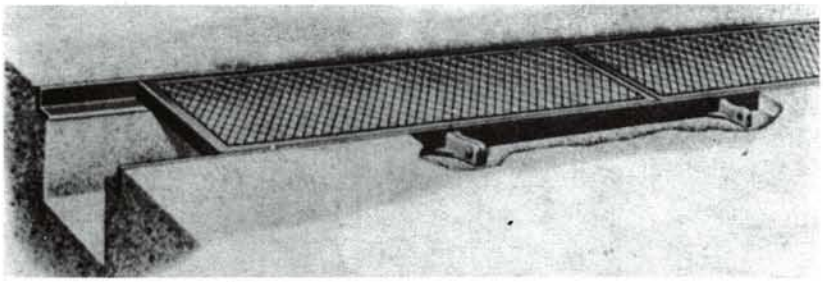
Στις δομικές κατασκευές χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα. Από μαλακό σύρμα κατασκευάζονται διάφοροι τύποι συρματοπλεγμάτων περιφράξεως, όπως π.χ. το απλό και ακιδωτό σύρμα, προστατευτικά διαφράγματα, ως οπλισμός κονιαμάτων, υλικό προσδέσεως του σιδηρού οπλισμού στα οπλισμένα σκυροδέματα κλπ.

Από σκληρό σύρμα κατασκευάζονται συρματόσχοινα διαφόρων τύπων για ανάρτηση βαρών, για αγκυρώσεις τεχνικών έργων, για καλώδια κρεμαστών γεφυρών (σχ. 8.5λστ) και τέλος για καλώδια οπλισμού των κατασκευών από προεντεταμένο σκυρόδεμα. Τα τελευταία πρέπει να έχουν ειδική προεργασία εν θερμώ (σχ. 8.5λζ).

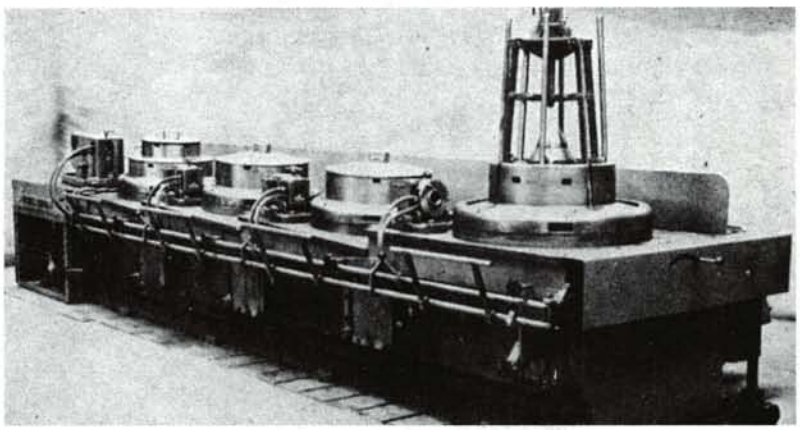
Επίσης κατασκευάζονται καρφιά, ξυλόβιδες, μπουλόνια και πλήθος άλλων μικροϋλικών διαφόρων χρήσεων (σχ. 8.5λη).

ε) Σωλήνες.

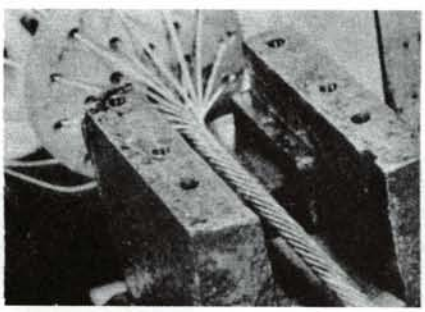
Ο σίδηρος και τα κράματά του χρησιμοποιούνται για την κατασκευή σωλήνων. Η διάμετρός τους μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ λίγων χιλιοστών και μερικών μέτρων.

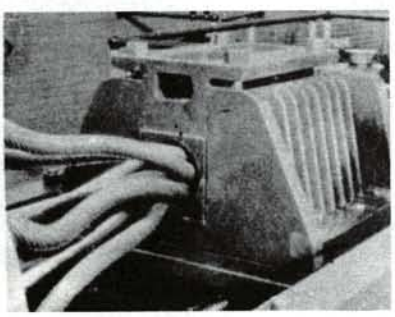


Σχ. 8.5λδ.
Ραβδωτά ή ανάγλυφα χαλυβδόφυλλα (μπακλαβαδωτές λαμαρίνες).

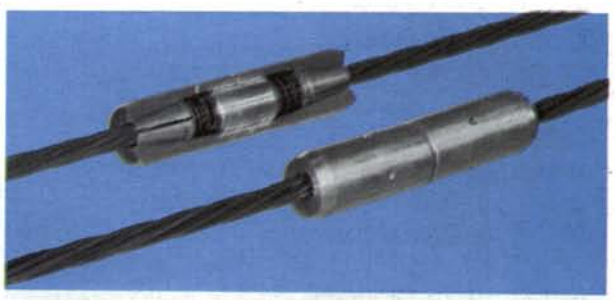


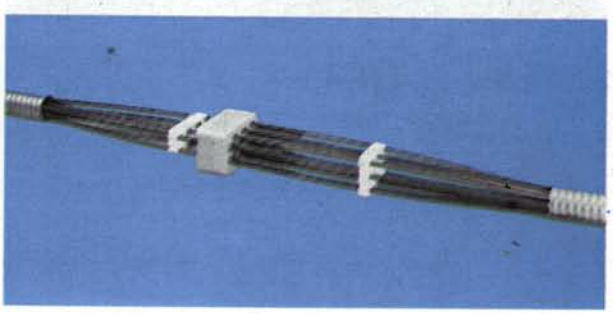
Σχ. 8.5λε.
Συρματοποιητική μηχανή. Κατασκευάζει σύρματα διαμέτρου μέχρι 2,5 mm με ταχύτητα 680 m/min.



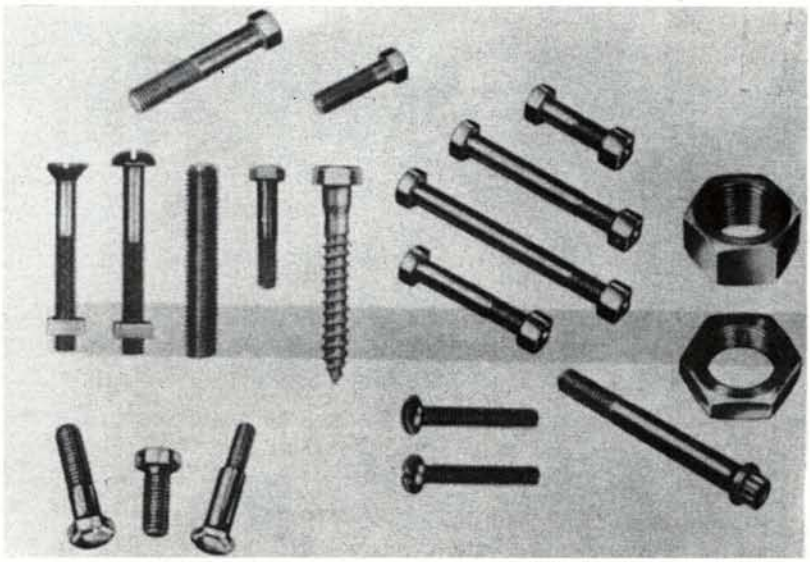


Σχ. 8.5λστ.
Τρόποι κατασκευής συρματοσχοίνων.





Σχ. 8.5λζ.
Καλώδια προεντεταμένου σκυροδέματος υψηλής αντοχής.



Σχ. 8.5λη.
Ήλοι, ξυλόβιδες, κοχλίες κλπ. κατασκευασμένα από σκληρό σύρμα.

Στις κατασκευές οι σωλήνες χρησιμοποιούνται:

– Στα εσωτερικά και εξωτερικά (σχ. 8.5λθ) δίκτυα των εγκαταστάσεων υδρεύσεως, αποχετεύσεως και κεντρικής θερμάνσεως.

– Στην κατασκευή οχετών κάτω από τεχνικά έργα (οδοί, σιδηροδρομικές γέφυρες κλπ.).

– Για την προστασία ηλεκτρικών ή τηλεφωνικών καλωδίων από εξωτερικές μηχανές δράσεως.

– Για την κατασκευή φερόντων στοιχείων σε βοηθητικές ή ελαφρές κατασκευές. Τέτοιες κατασκευές είναι οι σωληνωτές αντιρρίδες (σχ. 8.5μ), τα σωληνωτά ικριώματα (σκαλωσιές) (σχ. 8.5μα), οι σωληνωτές στέγες (σχ. 8.5μβ).

Οι σωλήνες κατασκευάζονται από χάλυβα φυσικής σκληρότητας ή χάλυβα που έχει υποστεί κατεργασία εν ψυχρώ ή εν θερμώ. Για την προστασία του χάλυβα της πρώτης περιπτώσεως από τη σκουριά γίνεται ψευδαργύρωση (γαλβάνισμα) ή εξωτερική επάλειψη με ασφαλτική μαστίχη και επένδυση με διπλή στρώση υαλοφάσματος (σχ. 8.5μγ).

Η κατασκευή των σωλήνων άνευ ραφής γίνεται σε κατάλληλες μηχανές. Σπανίως χρησιμοποιούνται στη δομική. Λόγω της μεγάλης αντοχής τους σε εσωτερικές πιέσεις χρησιμοποιούνται κατά κανόνα στη βιομηχανία για τη μεταφορά υγρών ή αερίων.

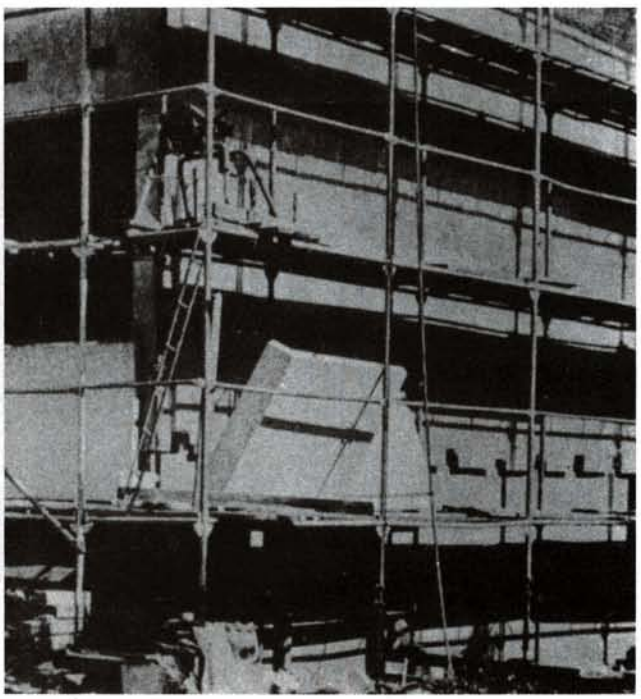
Οι μετά ραφής σωλήνες (συγκολλητοί) γίνονται από φύλλα ή ταινίες λαμαρίνας τα οποία με κατάλληλη μηχανή μορφώνονται σε σωλήνα. Η συγκόλληση γίνεται κατά τη διάρκεια της μορφοποιήσεως σε θερμοκρασία συγκολλήσεως.



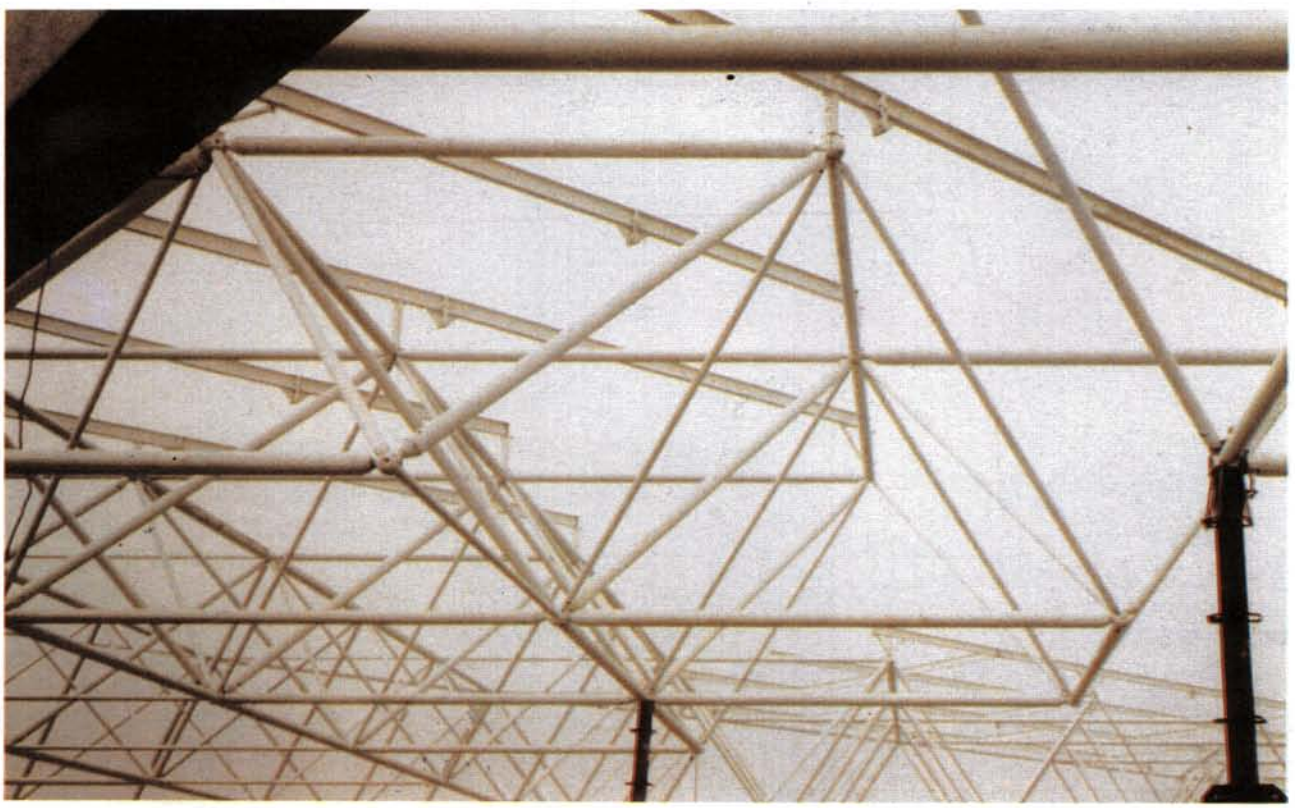
Σχ. 8.5λθ.
Αγωγός υδρεύσεως στην περιοχή Ασπροπύργου τύπου Τ 812,8 (διαμέτρου = 81,28 cm) συνολικού μήκους 8.000 m.



Σχ. 8.5μ.
Σωληνωτές αντιρρίδες στο σταθμό Λαρίσης του Μετρό διαμέτρου *Φ* 609,5 με πάχος τοιχώματος 12,7 mm. Χρησιμοποιούνται στην αντιστήριξη των πρανών μεγάλου ορύγματος.



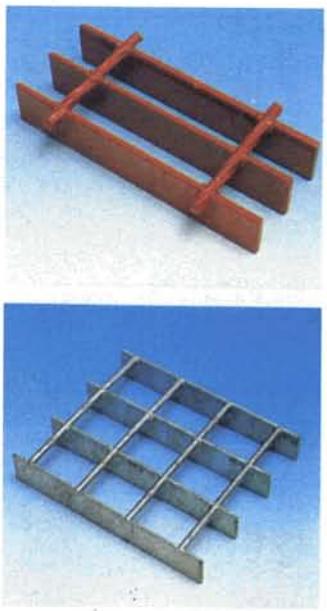
Σχ. 8.5μα.
Σωληνωτά ικριώματα.



Σχ. 8.5μβ.
Σωληνωτή φέρουσα κατασκευή στέγης.



Σχ. 8.5μγ.
Επένδυση χαλυβδοσωλήνων με ασφαλτική μαστίχη και διπλή στρώση υαλοφάσματος .



Σχ. 8.5μδ.
Ηλεκτροσυγκολλημένα ατσαλοπλέγματα από λεπτές λάμες.



Σχ. 8.5με.
Περίφραγμα από ατσαλόπλεγμα.

στ) Ειδικά προϊόντα χάλυβα.

Κατασκευάζονται από χάλυβα ένα πλήθος προϊόντων για τη λειτουργία και τη συμπλήρωση των πάσης φύσεως τεχνικών έργων. Τέτοια προϊόντα είναι:

– Ηλεκτροσυγκολλημένα ατσαλοπλέγματα (σχ. 8.5μδ και 8.5με) που χρησιμοποιούνται για δάπεδα επί ανοικτών αγωγών, για περιφράγματα κλπ.

– Διάφοροι τύποι καγκελωτών περιφράξεων (σχ. 8.5μστ).

Εξοπλισμός λουτρών και κουζίνας:

– Λεκάνες καταιονητήρων (ντους) και διάφορα εξαρτήματα των εγκαταστάσεων παροχής νερού (σχ. 8.5μζ). Κατά κανόνα τα είδη αυτά είναι επιχρωμιωμένα ή επιμεταλλωμένα.

– Νεροχύτες (σχ. 8.5μη) από ανοξείδωτους χάλυβες.

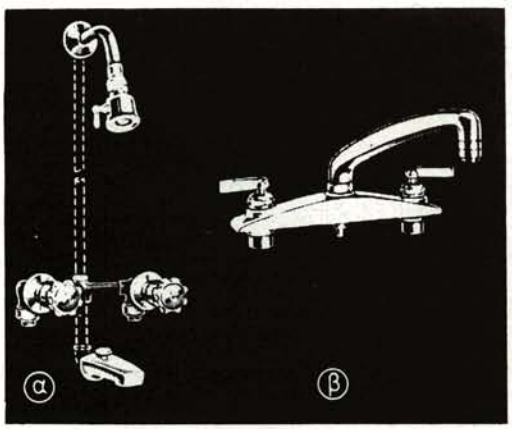
– Είδη για τις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις όπως πίνακες δικτύων, ανακλαστήρες φωτιστικών σωμάτων κλπ.

– Εξαρτήματα αναρτήσεως και λειτουργίας θυρών και παραθύρων (πόμολα, μεντεσέδες, στροφείς κλπ.) (σχ. 8.5μθ).

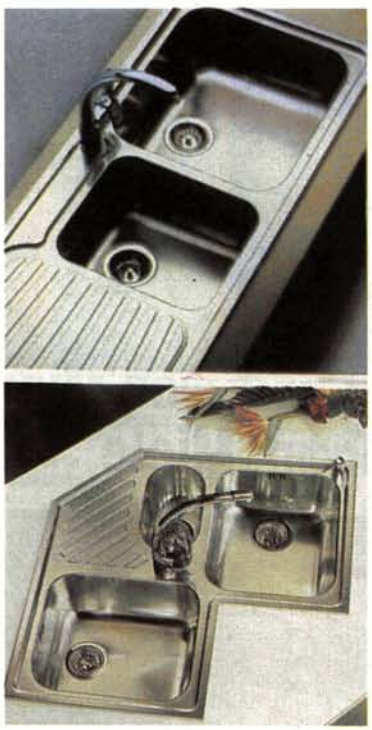
– Χαλύβδινα θερμαντικά σώματα κεντρικής θερμάνσεως (σχ. 8.5ν).



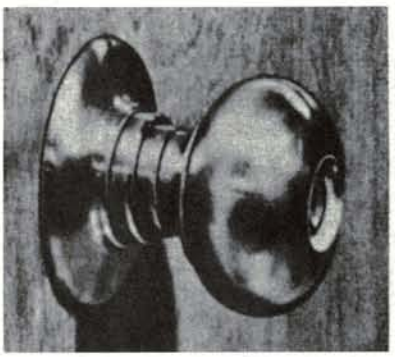
Σχ. 8.5μστ.
Κάγκελα από ράβδους ή ελάσματα χαλύβδινα.

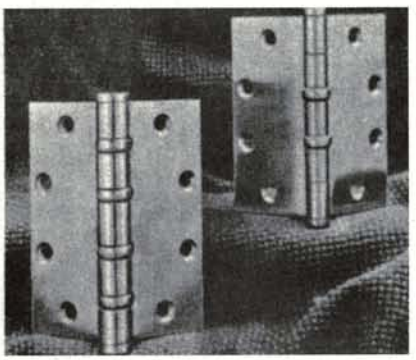


Σχ. 8.5μζ.
Εξαρτήματα εγκαταστάσεων παροχής νερού.



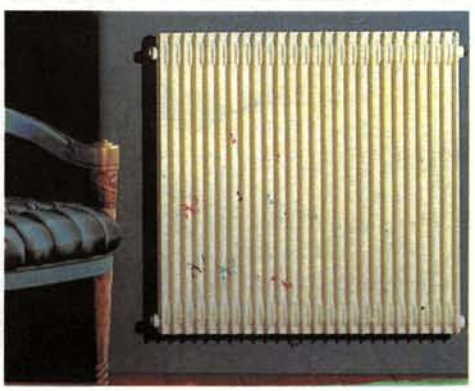
Σχ. 8.5μη.
Νεροχύτες από ανοξείδωτο χάλυβα:
α) Με δύο γούρνες. β) Γωνιακός.





Σχ. 8.5μθ.
Εξαρτήματα αναρτήσεως και λειτουργίας θυρών και παραθύρων.





Σχ. 8.5ν.
Χαλύβδινα σώματα για κεντρική θέρμανση.

8.6 Αλουμίνιο.

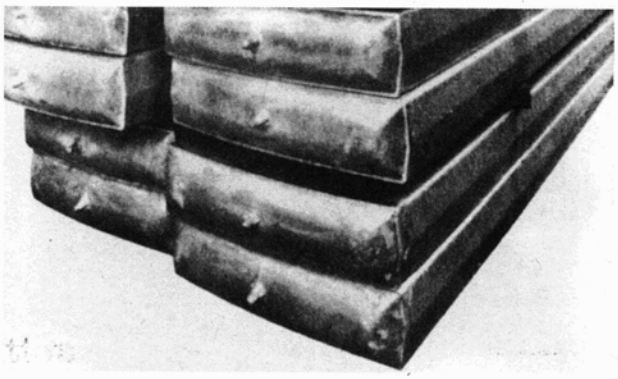
8.6.1 Προέλευση - Παραγωγή.

Το καθαρό αλουμίνιο που η επιστημονική ονομασία του είναι αργίλιο (Al) λαμβάνεται από τα ορυκτά του. Τα κυριότερα από αυτά είναι οι βωξίτες που αποτελούνται από ένυδρο οξείδιο του αργιλίου ($Al_2O_3\,2H_2O$) το οποίο είναι αναμιγμένο με διάφορες προσμίξεις όπως οξείδια του σιδήρου, του πυριτίου, του τιτανίου κλπ. Στην Ελλάδα υπάρχουν άφθονα κοιτάσματα βωξιτών.

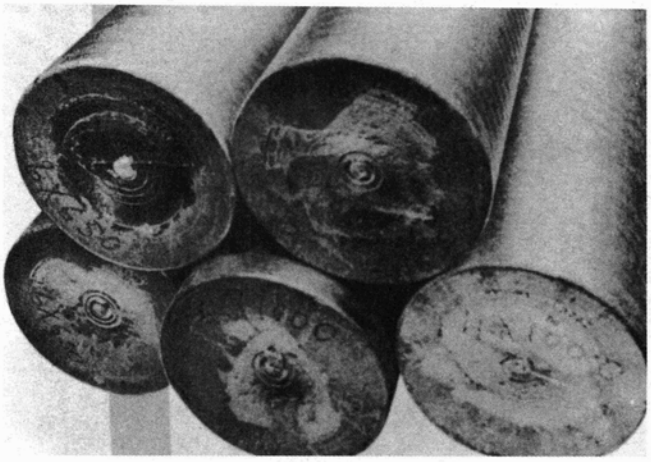
Για την εξαγωγή του αλουμινίου εφαρμόζεται σήμερα μια μέθοδος με δύο στάδια. Κατά το πρώτο στάδιο λαμβάνεται με πύρωση καθαρό οξείδιο (Al_2O_3) που ονομάζεται ***αλουμίνα***. Στο δεύτερο στάδιο, με τη βοήθεια ηλεκτρολύσεως η οποία απαιτεί πολύ μεγάλες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας αποκτάται το καθαρό αλουμίνιο το οποίο μετά την πήξη του αποκτά τη μορφή πρισμάτων (σχ. 8.6α) ή κυλίνδρων (σχ. 8.6β) που καλούνται χελώνες.

Για τη βελτίωση διαφόρων ιδιοτήτων του το καθαρό αλουμίνιο αναμιγνύεται με άλλα μέταλλα όπως χάλυβα, χαλκό, μαγνήσιο ή άλλα στοιχεία όπως πυρίτιο και σχηματίζονται έτσι τα κράματά του.

Οι εφαρμογές του αλουμινίου και των κραμάτων του είναι σχετικά νέες. Μόλις τις πρώτες δεκαετίες του αιώνα μας έγινε δυνατή η βιομηχανική παραγωγή του σε μεγάλη κλίμακα και η χρησιμοποίησή του στη δομική. Χάρη στις πολύ καλές φυσικές και τεχνολογικές ιδιότητες τόσο αυτού όσο και των κραμάτων του χρησιμοποιείται με επιτυχία σε διάφορες κατασκευές αντί του χάλυβα (σχ. 8.6γ, 8.6δ και 8.6ε).



Σχ. 8.6α.
Πρισματική μορφή χελωνών καθαρού αλουμινίου.



Σχ. 8.6β.
Κυλινδρική μορφή χελωνών καθαρού αλουμινίου.

8.6.2 Ιδιότητες.

1) Οι ***φυσικές*** ιδιότητες του καθαρού αλουμινίου αναφέρονται στον πίνακα 8.2.1. Τα κράματα παρουσιάζουν μικρές αποκλίσεις. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η σύγκρισή τους με τις αντίστοιχες του χάλυβα, τον οποίο το αλουμίνιο αντικαθιστά σε αρκετές εφαρμογές. Έτσι παρατηρούμε ότι:

– Είναι πολύ ελαφρύτερο του χάλυβα με ειδικό βάρος 2,7 έναντι 7,8 του χάλυβα.

– Είναι περισσότερο εύτηκτο. Θερμοκρασία τήξεως 650 °C ενώ του χυτοσιδήρου 1260°C και του χάλυβα 1550°C.

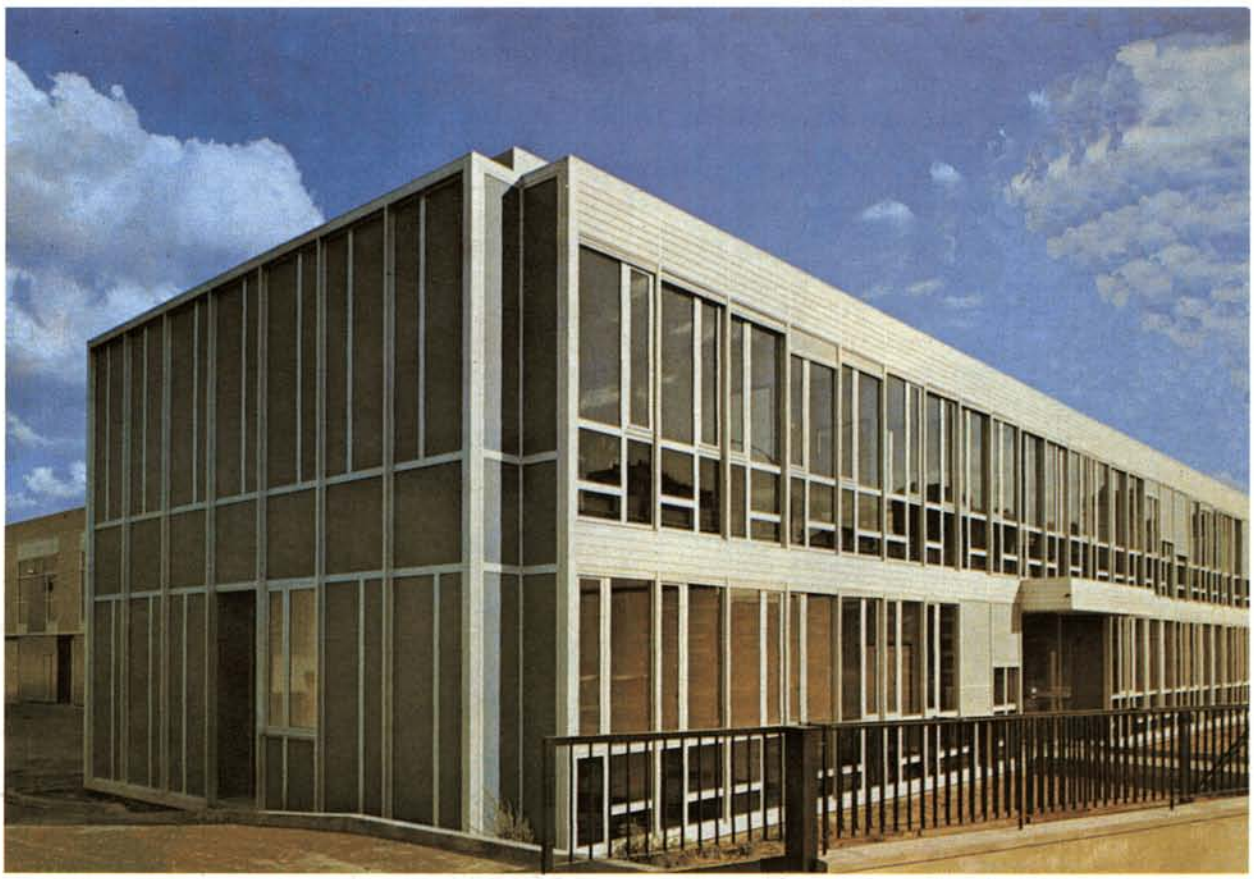
– Μαζί με το χαλκό είναι το αγωγιμότερο μέταλλο. Ο συντελεστής αγωγιμότητάς του και των κραμάτων του είναι λ = 191,0 έως 104,0 kcal/m.h.gd ενώ του χάλυβα είναι λ = 44,0 kcal/m.h.gd και του χαλκού λ = 331,0 kcal/m.h.gd.

2) Οι ***μηχανικές*** ιδιότητες του αλουμινίου και των κραμάτων του εμφανίζονται σημαντικά μειωμένες έναντι των αντιστοίχων του χάλυβα. Η αντοχή του σε εφελκυσμό κυμαίνεται μεταξύ 7 kp/mm^2 και 42 kp/mm^2 έναντι 34 kp/mm^2 και 180 kp/mm^2 των κραμάτων του σιδήρου και των χαλύβων.

Χαμηλός είναι επίσης και ο αριθμός σκληρότητας. Κυμαίνεται μεταξύ 20 kp/mm^2 και 43 kp/mm^2 κατά Brinell ενώ τα αντίστοιχα όρια στους χάλυβες είνα 100 και 200 kp/mm^2 και στους χυτοσίδηρους είναι 150 και 400 kp/mm^2.

3) Ως προς τις τεχνολογικές ιδιότητές του παρατηρούμε ότι είναι το περισσότερο ελατό και όλκιμο από όλα τα δομικά μέταλλα. Κατασκευάζονται φύλλα αλουμινίου πάχους μέχρι 1/100 του χιλιοστού και σύρματα πολύ λεπτά.

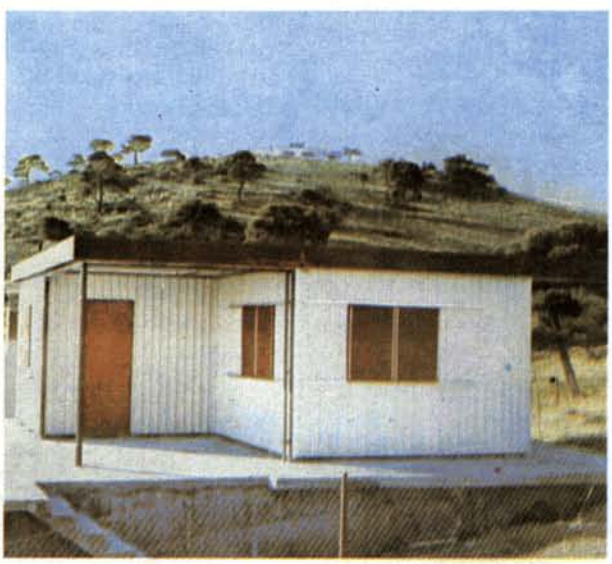
Επίσης χύνεται σε καλούπια πολύ ευκολό-



Σχ. 8.6γ.
Διαμόρφωση των όψεων κτηρίου με στοιχεία αλουμινίου που στηρίζονται σε σκελετό από χάλυβα.



Σχ. 8.6δ.
Πλαγιοκάλυψη κτηρίου με χρωματιστά αυλακωτά φύλλα αλουμινίου.



Σχ. 8.6ε.
Προκατασκευασμένο οίκημα με φύλλα αλουμινίου.

τερα από το χυτοσίδηρο λόγω του χαμηλότερου βαθμού τήξεως που έχει.

Το αλουμίνιο και τα κράματά του υφίστανται πολύ εύκολα και οικονομικότερα έναντι του σιδήρου και άλλων μετάλλων, διάφορες κατεργασίες, όπως πριόνισμα, πλάνισμα, φρεζάρισμα, κατεργασία στον τόρνο και τρύπημα.

4) Ενδιαφέρον παρουσιάζουν και άλλα χαρακτηριστικά του μετάλλου. Το σπουδαιότερο είναι η αντοχή του στις διαβρωτικές επιδράσεις του περιβάλλοντος, ιδιότητα που δεν την έχουν άλλα δομικά μέταλλα. Αυτό οφείλεται στο γρήγορο σχηματισμό μιας λεπτής διαφανούς μεμβράνης οξειδίου που είναι αποτέλεσμα της οξειδώσεως του μετάλλου. Η μεμβράνη αυτή προσκολλάται ισχυρά επί της επιφάνειας τού από αλουμίνιο στοιχείου και δεν επιτρέπει την εις βάθος διείσδυση της διαβρώσεως. Αυτή η προστασία δεν παρατηρείται σε άλλα μέταλλα και κυρίως στους χάλυβες όπου η διάβρωση (σκουριά) προσχωρεί μέσα στη μάζα τους και τους καταστρέφει τελείως. Σε περίπτωση ισχυρού διαβρωτικού περιβάλλοντος, όπως συμβαίνει στις χημικές βιομηχανίες, σε ατμόσφαιρα με μεγάλη πυκνότητα καυσαερίων, κοντά σε θάλασσα κλπ. ενισχύεται η αντιοξειδωτική μεμβράνη με διάφορα μέσα.

Στην ιδιότητα αυτή οφείλεται σε σημαντικό βαθμό η διάδοση της χρήσεως του μετάλλου σε διάφορες εφαρμογές, ιδαίτερα στη δομική. Επίσης χάρη σε αυτήν την ιδιότητα προστατεύονται με φύλλα αλουμινίου ή με άλλους τρόπους άλλα μέταλλα, κυρίως χάλυβες, τα οποία είναι ευπαθή στη διάβρωση.

Επίσης πολύ χρήσιμη είναι η ανακλαστική ιδιότητα που παρουσιάζει η λεία και απαστράπτουσα επιφάνειά του στο φως και στη θερμότητα. Φύλλα αλουμινίου χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα για την κάλυψη βραστήρων, οχημάτων που μεταφέρουν εύφλεκτα υγρά (π.χ. καύσιμα) κ.α. Επίσης καλύπτονται οι στέγες κτηρίων, κυρίως βιομηχανικών ή με φύλλα αλουμινίου ή με χαλύβδινα φύλλα ντυμένα από τη μια ή από τις δυο πλευρές τους με λεπτά φύλλα αλουμινίου.

Η ανακλαστική ικανότητά του στο φως το καθιστά απαραίτητο στην κατασκευή ανακλαστήρων προβολέων ή απλών φωτιστικών σωμάτων.

8.6.3 Κράματα αλουμινίου.

Το καθαρό αλουμίνιο δεν χρησιμοποιείται στη δομική σε μεγάλη έκταση. Για την αύξηση της μηχανικής αντοχής του και των άλλων ιδιοτήτων του αναμιγνύεται όταν βρίσκεται σε ρευστή κατάσταση με άλλα μέταλλα, όπως σίδηρο, χαλκό, μαγνήσιο κλπ. ή στοιχεία όπως το πυρίτιο. Έτσι δημιουργούνται τα κράματά του. Τα σπουδαιότερα από αυτά είναι:

1) ***Το ντουραλουμίνιο*** (Dural). Περιέχει αλουμίνιο 94%, χαλκό 4%, και σε μικρότερες αναλογίες μαγνήσιο, μαγγάνιο, σίδηρο, πυρίτιο κλπ. Χαρακτηρίζεται για την υψηλή αντοχή του σε εφελκυσμό ($\sigma_{\theta\rho}$ = 35 kp/mm^2). Επειδή η αντοχή του στην οξείδωση είναι πολύ μικρή, λόγω κυρίως της υπάρξεως του χαλκού, λαμβάνονται ιδιαίτερα μέτρα προστασίας που θα αναφερθούν στην επόμενη παράγραφο.

2) ***Το χιντουμίνιο*** (Hiduminium). Η τυπική χημική σύνθεσή του είναι αλουμίνιο 93% έως 97%, χαλκός 2%, σίδηρος έως 1,4%, νικέλιο 1%, μαγνήσιο κ.α. Έχει μικρότερη αντοχή από το ντουραλουμίνιο αλλά είναι ελαφρύτερο. Χρησιμοποιείται για την κατασκευή ράβδων, ελασμάτων, σωλήνων και φύλλων. Με αύξηση του μαγνησίου, που έχει ειδικό βάρος 1,75, κατασκευάζονται ελαφρύτερα κράματα που χρησιμοποιούνται κυρίως στην αεροναυπηγική.

Στο εμπόριο κυκλοφορούν και άλλα κράματα, τα οποία καλύπτουν εντελώς ειδικές απαιτήσεις, κυρίως μηχανολογικών και ηλεκτρολογικών εξαρτημάτων και συσκευών.

8.6.4 Επεξεργασία του αλουμινίου.

Για να βελτιωθούν οι μηχανικές και τεχνολογικές ιδιότητες του αλουμινίου και των κραμάτων του μπορεί να γίνουν κατά το στάδιο της μορφοποιήσεως των χελωνών του αλουμινίου ορισμένες κατεργασίες. Οι κατεργασίες αυτές είναι η χύτευση, η σφυρηλάτηση, η έλαση και η έλξη όπως ακριβώς και στο χάλυβα, καθώς και η επιφανειακή σκλήρυνση. Οι κατεργασίες αυτές μπορεί να γίνουν εν ψυχρώ ή εν θερμώ. Πρέπει να παρατηρήσομε ότι η αύξηση της θερμοκρασίας μειώνει την αντοχή του υλικού. Το γεγονός αυτό δυσκολεύει σημαντικά τη χρήση της ηλεκτροσυγκολλήσεως. Για τη συγκόλληση χρησιμοποιούνται και άλλες μέθοδοι όπως ήλωση, χρήση κόλλας κλπ. Επίσης το έτοιμο προϊόν μπορεί να υποστεί λείανση, στίλβωση για να εξαλειφθούν οι ανωμαλίες της επιφάνειας και να γυαλίσει.

Η σοβαρότερη όμως επεξεργασία γίνεται για να αυξηθεί η αντοχή του στη διάβρωση σε περιπτώσεις που είναι εκτεθειμένο σε επιβαρυμένο οξειδωτικό περιβάλλον. Το φυσικό στρώμα του οξειδίου, προσφέρει, όπως ανα-

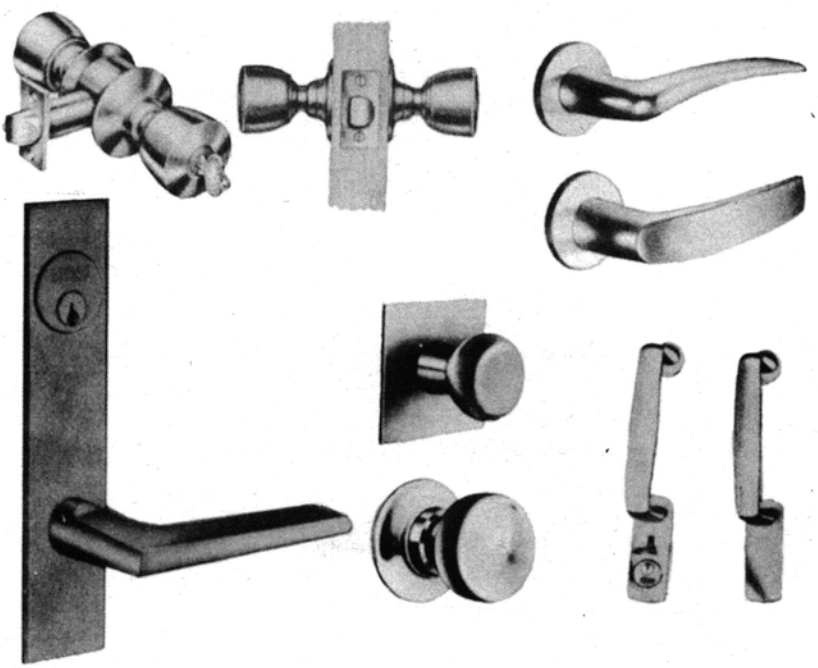
φέραμε προηγουμένως, μια σχετική προστασία σε/ή πιο διαβρωτικό περιβάλλον. Η ενίσχυση του στρώματος αυτού με αύξηση του πάχους του και η αύξηση της σκληρότητάς του ενισχύει την αντοχή του στη διάβρωση. Η ενίσχυση αυτή γίνεται με χημικές ή ηλεκτρολυτικές μεθόδους. Η τελευταία μέθοδος καλείται ***ανοδική οξείδωση*** (ανοδίωση). Τα νέα στρώματα που προστίθενται μπορεί να βαφούν σε όλο τους το πάχος με διάφορα χρώματα. Έτσι επιτυγχάνεται όχι μόνο αύξηση της αντιδιαβρωτικής προστασίας αλλά και αισθητική βελτίωση της επιφάνειάς του.

8.6.5 Υλικά από αλουμίνιο.

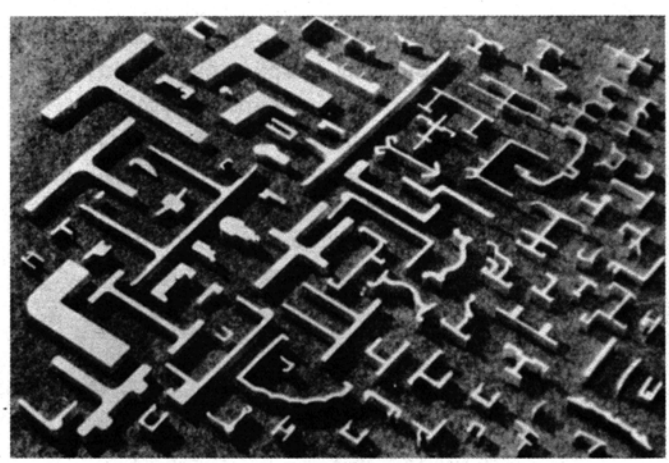
Με τις μεθόδους που αναφέραμε κατασκευάζονται τα εξής υλικά:

α) ***Με χύτευση***: Χειρολαβές θυρών και παραθύρων, πόμολα ντουλαπιών και διάφορα μικροαντικείμενα διακοσμητικού κυρίως χαρακτήρα (σχ. 8.6στ).

β) ***Με έλξη***: Κατασκευάζονται ράβδοι διαφόρων διατομών, ελάσματα τυποποιημένα



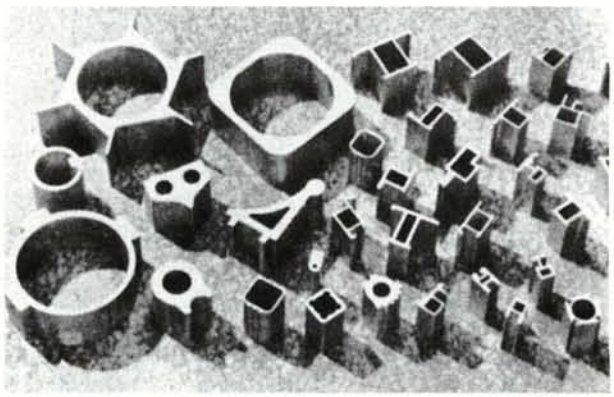
Σχ. 8.6στ.
Διάφορα χυτά υλικά αλουμινίου απαραίτητα για τη λειτουργία παραθύρου, θυρών κλπ.



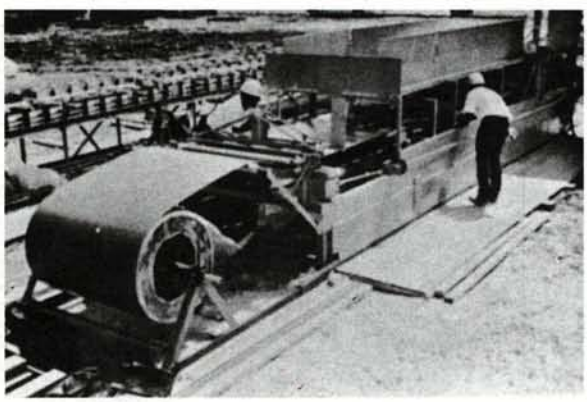
Σχ. 8.6ζ.
Διατομές τυποποιημένων ελασμάτων (προφίλ) και ειδικών εξαρτημάτων από αλουμίνιο που κατασκευάστηκαν με τη μέθοδο της έλξεως.



Σχ. 8.6η.
Στεγαστρο με φέροντα οργανισμό από δοκούς αλουμινίου.



Σχ. 8.6θ.
Διατομές κοίλων ελασμάτων διαφόρων μορφών που κατασκευάστηκαν με έλξη.



Σχ. 8.6ι.
Κατασκευή επιπέδων φύλλων αλουμινίου.

(προφίλ Ι, Τ κ.ά.) (σχ. 8.6ζ) με τα οποία κατασκευάζονται διάφορα στοιχεία ζευκτών και άλλων φερόντων στοιχείων (σχ. 8.6η). Επίσης κατασκευάζονται κοίλα ελάσματα (σχ. 8.6θ) που χρησιμοποιούνται σε ένα πλήθος εφαρμογών, όχι μόνο στη δομική.

γ) ***Με έλαση***: Παράγονται φύλλα διαφόρων διαστάσεων και παχών.

Διακρίνονται δύο τύποι:

– ***Επίπεδα φύλλα***. Παράγονται με ειδικές μηχανές (σχ. 8.6ι). Χρησιμοποιούνται σε ένα πλήθος εφαρμογών:

1) Ως προστατευτικά άλλων υλικών (χάλυβα, ξύλου, πλαστικών) έναντι των διαβρωτικών παραγόντων του περιβάλλοντος και της επιδράσεως των ηλιακών ακτίνων, οι οποίες ανακλώνται λόγω της στιλπνής επιφάνειας του αλουμινίου και κατά συνέπεια μειώνουν τη μεταφορά θερμότητας στο εσωτερικό των κτηρίων.

2) Με ορισμένη μηχανική ενέργεια (στρατζάρισμα) δημιουργούνται διατομές κατάλληλες για την κατασκευή ειδικών στοιχείων (σχ. 8.6ια) και συγκεκριμένα κασσών παραθύρων και θυρών και πλαισίων υαλοστασίων (σχ. 8.6ιβ). Επίσης από στρατζαριστό αλουμίνιο κατασκευάζονται τα στενά φύλλα των ρολών των παραθύρων (σχ. 8.6ιγ).

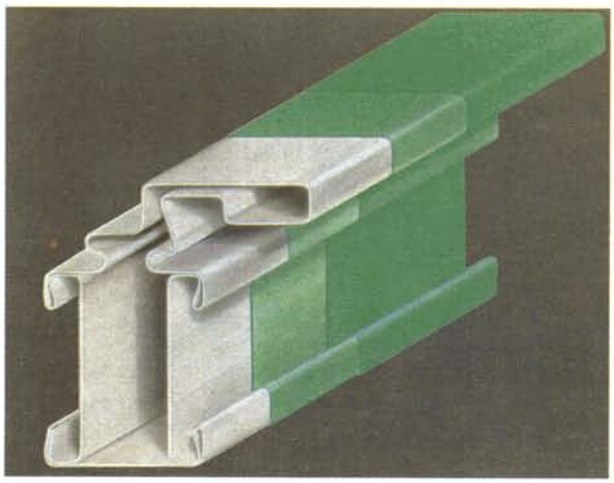
3) Από επίπεδα φύλλα κατασκευάζονται διαφόρων τύπων ψευδοροφές (σχ. 8.6ιδ και 8.6ιε).

4) Τέλος με κατάλληλη σύνθεση δύο φύλλων αλουμινίου κατασκευάζονται φύλλα θυρών που στηρίζονται σε κάσα από αλουμίνιο ή χάλυβα (σχ. 8.6ιστ) και επίσης φύλλα πυριμάχων και θερμοηχομονωτικών θυρών (σχ. 8.6ιζ).

– ***Κυματοειδή φύλλα***. Με κατάλληλη κατεργασία τα επίπεδα φύλλα αποκτούν κυματοειδή διατομή (αυλακωτή, τραπεζοειδή κλπ.) (σχ. 8.6ιη). Χρησιμοποιούνται κατά κανόνα για την κάλυψη στεγών (σχ. 8.6ιθ) ή των πλευρών κτηρίων (πλαγιοκάλυψη) ή για κατασκευή ελαφρών κατασκευών κ.α.

δ) Κατασκευάζονται ***σύρματα*** (σχ. 8.6κ) διαφόρων διαμέτρων που χρησιμοποιούνται κυρίως ως ηλεκτρικοί αγωγοί αντί του χαλκού, ο οποίος είναι ακριβότερος και βαρύτερος. Από τα σύρματα αυτά κατασκευάζονται πολύκλωνοι αγωγοί που περιβάλλονται με ισχυρά μονωτικά φύλλα, εφ' όσον πρόκειται να χρησιμοποιηθούν σε υπόγεια ηλεκτρικά ή τηλεφωνικά δίκτυα (σχ. 8.6κα).

ε) Από ράβδους και ελάσματα κατασκευάζονται ***κιγκλιδώματα*** εξωστών και κλιμάκων καθώς και ***αντιηλιακές*** και σκιάδες παραθύρων



Σχ. 8.6ια.
Στοιχεία ειδικών μορφών από κράμα μαγνησίου-αλουμινίου καλυμμένων με ειδική βαφή φωσφόρου χρωμίου και πολυεστέρων.

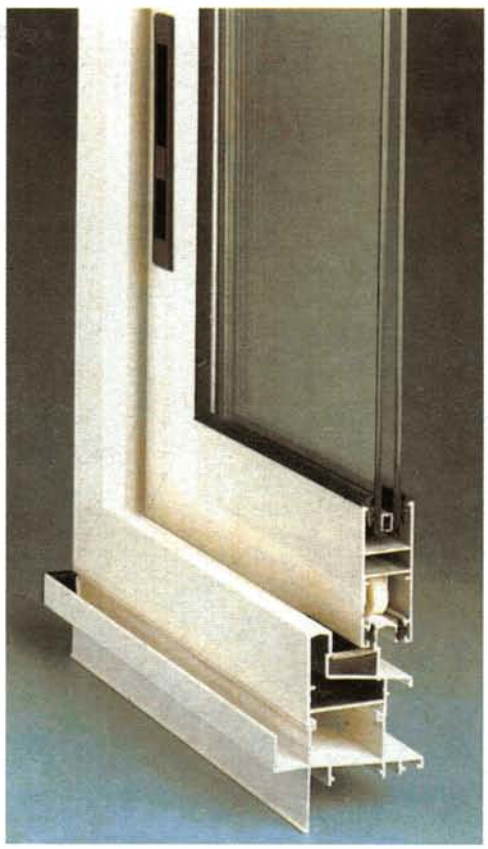


α



β

Σχ. 8.6ιγ.
Στοιχεία από αλουμίνιο για την κατασκευή ρολών παραθύρων και εξωθυρών. α) Τμήμα ρολού. β) Στοιχείο (φυλλαράκι) ρολού.



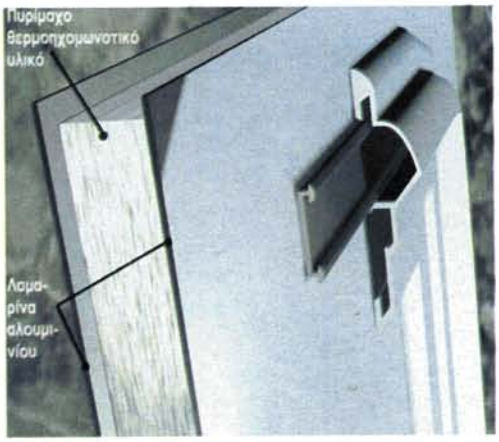
Σχ. 8.6ιβ.
Πλαίσιο (κάσσα) παραθύρου και πλαίσιο υαλοστασίου από κράμα αλουμινίου.

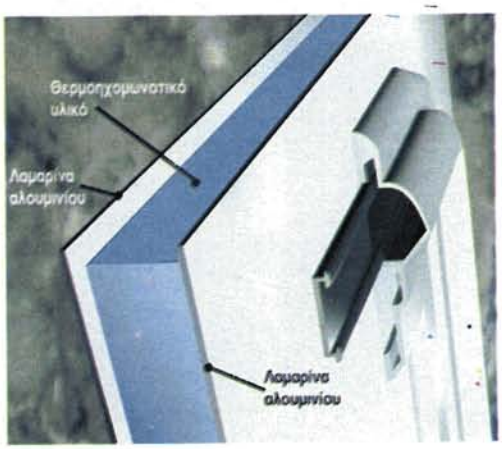


Σχ. 8.6ιδ.
Ψευδοροφή με κυψελωτά φύλλα αλουμινίου.



Σχ. 8.6ιε.
Ψευδοροφή με λάμες αλουμινίου.

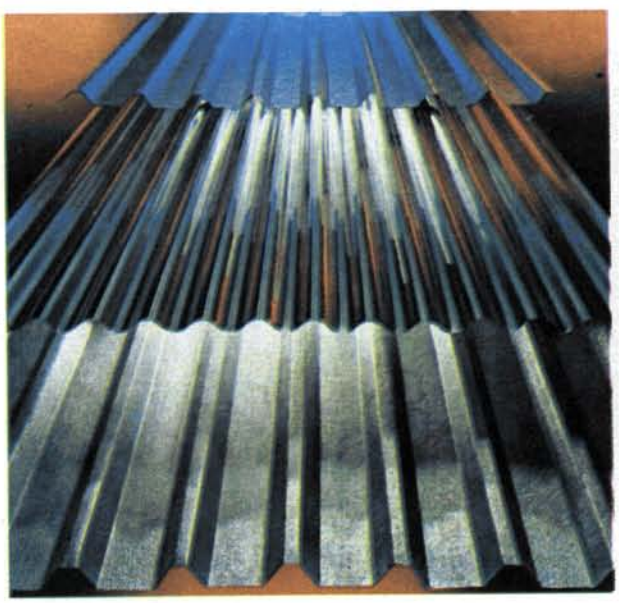




Σχ. 8.6ιζ.
Με φύλλα αλουμινίου κατασκευάζονται πυρίμαχες ή θερμοηχομονωτικές θύρες.



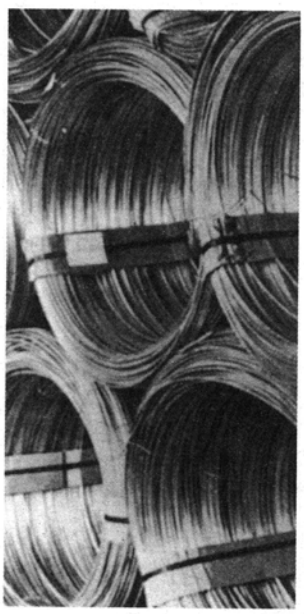
Σχ. 8.6ιστ.
Από φύλλα αλουμινίου κατασκευάζονται φύλλα θυρών που στηρίζονται σε πλαίσιο από αλουμίνιο ή από χάλυβα.



Σχ. 8.6ιη.
Κυματοειδή φύλλα αλουμινίου διαφόρων διατομών . Η πάνω επιφάνεια είναι βαμμένη με διάφορα χρώματα.



Σχ. 8.6ιθ.
Κυματοειδή φύλλα αλουμινίου για την κάλυψη στεγών.

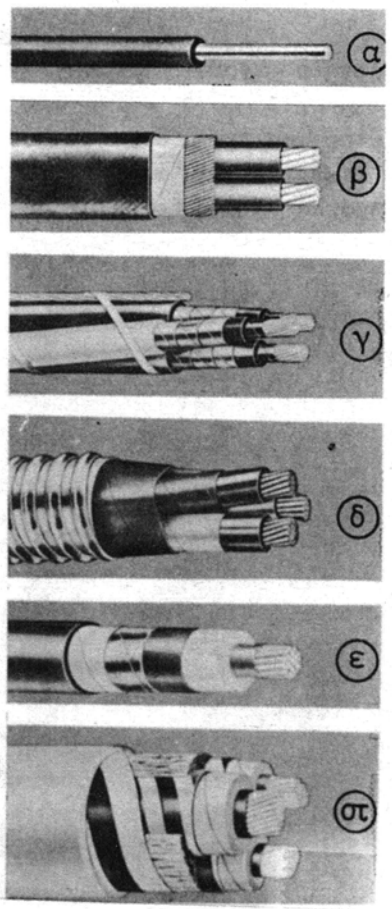


Σχ. 8.6κ.
Σύρματα αλουμινίου.

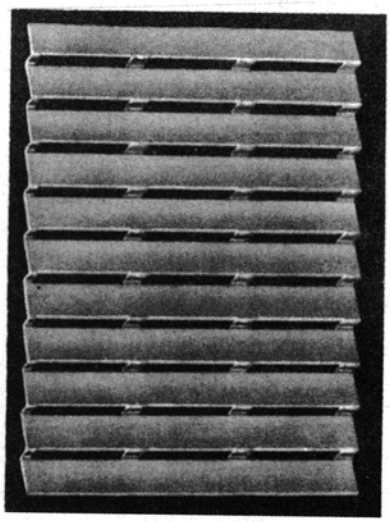
σχ. 8.6κβ). Επίσης κατασκευάζονται ελαφρά ***χωρίσματα*** (σχ 8.6κγ).

στ) Από λεπτές ράβδους και σύρματα κατασκευάζονται απλές και φυτευτές βίδες, περικόχλια, ξυλόβιδες κλπ.

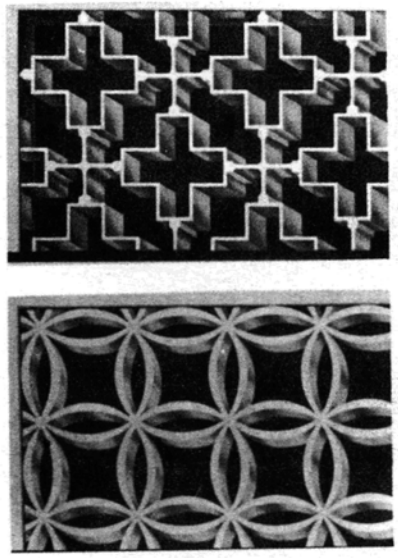
ζ) Τέλος από αλουμίνιο παρασκευάζονται ***σκόνες*** που χρησιμοποιούνται ως πρώτη ύλη χρωμάτων (χρώματα αλουμινίου).



Σχ. 8.6κα.
Διάφοροι τύποι καλωδίων μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. α) Απλό καλώδιο για εσωτερικές εγκαταστάσεις οικοδομών. β) και γ) Πολλαπλό καλώδιο για τη σύνδεση του δικτύου οικοδομής με το δίκτυο της πόλεως. δ) Ελαφρώς οπλισμένο. ε) Μονωμένο. στ) Ισχυρώς μονωμένο.



Σχ. 8.6κβ.
Σκιάδα από λεπτά φύλλα αλουμινίου.



Σχ. 8.6κγ.
Ελαφρά διαχωρίσματα (γρίλιες) από αλουμίνιο, με διάφορα σχέδια.

8.7 Χαλκός.

8.7.1 Προέλευση. Εξαγωγή.

Ο χαλκός είναι το πρώτο μέταλλο που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος. Μια ολόκληρη περίοδος του πολιτισμού του που κράτησε μερικές χιλιάδες χρόνια χαρακτηρίστηκε ως η ***εποχή του χαλκού***. Σήμερα χρησιμοποιείται σε μεγάλη έκταση σε διάφορες εφαρμογές, είτε καθαρός είτε αναμιγμένος με άλλα μέταλλα. Στη δομική η χρήση του είναι περιορισμένη και εφαρμόζεται στην κατασκευή δευτερευόντων ή ειδικών στοιχείων.

Ο χαλκός εξάγεται από τα μεταλλεύματά του που είναι οξείδια, θειούχα ή ανθρακούχα. Με συνεχείς εκκαμινεύσεις σε ειδικού τύπου υψικαμίνους λαμβάνεται ο καθαρός χαλκός.

8.7.2 Ιδιότητες.

– Το ειδικό βάρος του καθαρού χαλκού είναι 8,91. Είναι λίγο βαρύτερος του σιδήρου και των χαλύβων, αλλά έχει υπερτριπλάσιο βάρος από το αλουμίνιο (ειδ. βάρος 2,7).

– Το σημείο τήξεώς του είναι 1084 °C, χαμηλότερο από το αντίστοιχο του χυτοσιδήρου (1260 °C) και υψηλότερο από αυτό του αλουμινίου (650 °C).

– Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ είναι ο υψηλότερος από όλα τα δομικά μέταλλα (λ = 331kcal/πι.h.gd).

– Επίσης υψηλότερη από όλα τα δομικά μέταλλα είναι και η ηλεκτρική αγωγιμότητά του.

– Η χημική του συμπεριφορά είναι η ίδια με τη συμπεριφορά του αλουμινίου. Στον ατμοσφαιρικό αέρα οξειδώνεται εύκολα ή δύσκολα, αλλά το οξείδιο που σχηματίζεται στην επιφάνειά του προβάλλει, όπως συμβαίνει και στο αλουμίνιο, ισχυρή αντίσταση στην περαιτέρω προσβολή του μετάλλου. Έτσι αντέχει στις επιδράσεις των καιρικών συνθηκών και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ικανοποιητικά ως αντιδιαβρωτικό μέσο έναντι αραιών ασθενών οξέων, καυστικών αλκαλίων, θαλασσινού νερού κ.α.

Εάν παραμείνει για πολύ χρόνο εκτεθειμένος στον αέρα ή σε νερό, το λεπτό στρώμα του οξειδίου που έχει κατ' αρχή σχηματισθεί ισχυροποιείται περισσότερο, λόγω μετατροπής του οξειδίου σε διάφορα άλατα. Το νέο αυτό στρώμα έχει χρώμα πράσινο, όπως συμβαίνει με τις στέγες των κτηρίων που έχουν καλυφθεί με φύλλα χαλκού (κυρίως εκκλησιών). Στην κοινή γλώσσα το στρώμα αυτό καλείται ***πατίνα***.

Οι μηχανικές του ιδιότητες δεν διαφέρουν από τις αντίστοιχες του αλουμινίου αλλά υστερούν σημαντικά από τις αντίστοιχες των χαλύβων. Έτσι:

– Αντοχή σε εφελκυσμό. Στο χυτό χαλκό είναι 16-20 kp/mm^2 στον ανοπτηθέντα 20-25 kp/mm^2 και στο χαλκό που υπέστη κατεργασία ελάσεως εν ψυχρώ 40-49 kp/mm^2.

– Η σκληρότητα του κατά Brinell είναι 45 kp/mm^2, όση περίπου και του σκληρού αλουμινίου.

Οι τεχνολογικές ιδιότητές του είναι εξαιρετικές. Χυτεύεται σχετικά εύκολα, αλλά η μεγάλη αξία του έγκειται στην εξαιρετική ελατότητα και ολκιμότητα που εκδηλώνει. Επίσης ο χαλκός παρουσιάζει μεγάλη πλαστικότητα.

8.7.3 Επεξεργασία του χαλκού.

Χάρη στις ιδιότητές του ο χαλκός είναι ένα εξαιρετικά εργάσιμο υλικό. Η μόρφωση των προϊόντων του μπορεί να γίνει ως εξής:

1) Με αφαίρεση υλικού, δηλαδή με τόρνευση, πλάνισμα, τρύπημα, λείανση και με χρήση φρέζας.

2) Χωρίς αφαίρεση υλικού. Εν θερμώ μπορεί να ελαθεί, να πρεσαριστεί και να σφυρηλατηθεί. Εν ψυχρώ μπορεί επίσης να ελαθεί, να συρματοποιηθεί, να τυπωθεί, να υποστεί στρατζάρισμα, πρεσάρισμα κλπ.

3) Τα έτοιμα προϊόντα μπορούν να υποστούν και επιφανειακή επεξεργασία, για λόγους κυρίως προστασίας του από την διάβρωση, ή για λόγους αισθητικούς. Στη δομική

η επεξεργασία αυτή είναι μεγάλης σημασίας και περιλαμβάνει διάφορες επεμβάσεις ανάλογα με τον επιδιωκόμενο σκοπό. Τέτοιες επεμβάσεις είναι:

– Αφαίρεση της μεμβράνης του οξειδίου που καλύπτει το υλικό με χημικά μέσα για την απόκτηση λαμπερής και λείας επιφάνειας.

– Κάλυψη της επιφάνειας με διάφορες ουσίες όπως ειδικά βερνίκια διαφανή, κλπ. Καλυπτικά χρώματα δεν χρησιμοποιούνται.

– Επικασσιτέρωση σε ειδικές περιπτώσεις.

– Δημιουργία τεχνητής πατίνας. Η φυσική πράσινη πατίνα χρειάζεται πολλά χρόνια για να δημιουργηθεί. Εν τω μεταξύ έως ότου δημιουργηθεί το ωραίο γαλαζοπράσινο χρώμα η επιφάνεια του χαλκού αποκτά ποικίλα χρώματα τα οποία δημιουργούν μια αντιαισθητική εμφάνιση.

– Λείανση.

8.7.4 Κράματα χαλκού.

Στις δομικές κατασκευές εκτός του καθαρού χαλκού χρησιμοποιούνται και κράματα. Τα κυριότερα είναι ο ορείχαλκος και ο νεάργυρος και δευτερευόντως ο μπρούντζος.

1) ***Ορείχαλκος.*** Είναι κράμα χαλκού και ψευδαργύρου (τσίγκος) και μικρών ποσοτήτων κασσιτέρου, μολύβδου, φωσφόρου, μαγγανίου και αλουμινίου.

Οι αναλογίες των διαφόρων συστατικών του κράματος ποικίλλουν σε μεγάλο βαθμό, ανάλογα με τις ειδικές απαιτήσεις που πρόκειται να καλύψει. Έτσι παρασκευάζονται ορείχαλκοι ωχροκίτρινοι, κιτρινοκόκκινοι κ.α. Επίσης παρασκευάζονται και ειδικοί ορείχαλκοι υψηλής αντοχής ($\sigma_{\theta\rho}$ = 50 έως 55 kp/mm^2), μεγαλύτεροι του κοινού χάλυβα. Επίσης δημιουργούνται ορείχαλκοι με μεγάλη αντιδιαβρωτική ικανότητα και κυρίως έναντι του θαλασσινού νερού.

Γενικώς ο οιουδήποτε τύπου ορείχαλκος είναι ελαφρύτερος και σκληρότερος του καθαρού χαλκού. Χυτεύεται εύκολα χάρη στην παρουσία του ψευδαργύρου. Παρουσιάζει πολύ μικρή ηλεκτρική και θερμική αγωγιμότητα.

2) ***Νεάργυρος***. Είναι κράμα χαλκού και ψευδαργύρου με συμμετοχή όμως και νικελίου σε αναλογία άνω του 10%.

3) ***Μπρούντζος***. Είναι κράμα χαλκού και κασσιτέρου και ορισμένων άλλων μετάλλων σε μικρές αναλογίες. Τυπική σύσταση του κοινού μπρούντζου είναι 85% έως 90% χαλκός και 15% έως 10% κασσίτερος.

Χαρακτηριστικό του είναι η μεγάλη αντοχή του σε τριβές, δηλαδή η αντοχή του σε φθορά. Μικρή η χρήση του στη δομική.

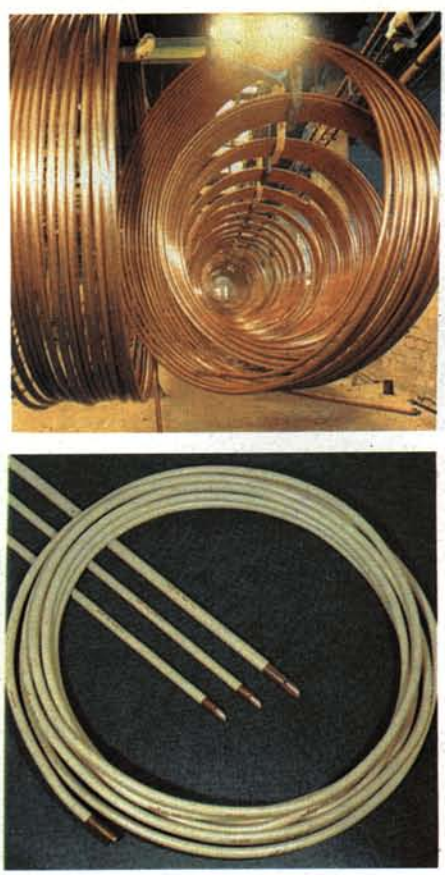
8.7.5 Υλικά από το χαλκό και τα κράματά του.

1) Από καθαρό χαλκό κατασκευάζονται:

– Σύρματα διαμέτρου 0,3 έως 10 mm για τα ηλεκτρικά δίκτυα. Για την κατασκευή μεγαλύτερης διαμέτρου αγωγών συνενώνονται περισσότερα σύρματα (πολύκλωνοι αγωγοί) ή περισσότεροι πολύκλωνοι αγωγοί. Σε περίπτωση υπογείων δικτύων προστατεύονται οι αγωγοί αυτοί με ισχυρά μονωτικά περιβλήματα (οπλισμένοι αγωγοί).

– Φύλλα επικαλύψεως στεγών ή φύλλα για υδραυλικές εγκαταστάσεις. Έχουν πάχος 0,3 έως 10 mm. Ανοικτές ή σωληνωτές υδρορροές κατασκευάζονται από χαλκό αντί λαμαρίνας μόνο σε μνημειακά έργα ή όταν είναι εξαιρετικά δύσκολη η αντικατάστασή του σε περίπτωση φθοράς της λαμαρίνας.

– Λωρίδες πάχους 0,5 mm για την κάλυψη εσωτερικών και εξωτερικών αρμών διαστολής.



Σχ. 8.7α.
Μικρής διαμέτρου χαλκοσωλήνες. α) Από καθαρό χαλκό χωρίς επένδυση. β) Με επένδυση με πλαστικό υλικό. Χρησιμοποιούνται για δίκτυα εσωτερικών εγκαταστάσεων υδρεύσεως και κεντρικής θερμάνσεως.

– Λεπτά φύλλα (foils) πάχους έως 0,15 mm. Παραδίδονται σε ρολούς πλάτους 650 mm.

– Χάλκινοι σωλήνες. Παράγονται με έλξη χωρίς ραφή και κυκλοφορούν στο εμπόριο σε τρεις ποιότητες: σκληροί, ημίσκληροι και μαλακοί. Χρησιμοποιούνται σε δίκτυα θερμού νερού, κεντρικών θερμάνσεων και σε άλλες υδραυλικές εγκαταστάσεις (σχ. 8.7α και 8.7β).

2) Από ορείχαλκο κατασκευάζονται χυτά προϊόντα όπως:

– Διαφόρων τύπων κρουνοί.

– Εξαρτήματα σωληνώσεων ύδατος (ρακόρ, μούφες, διακόπτες κοινοί και συρταρωτοί κλπ.).

– Χειρολαβές και πόμολα.

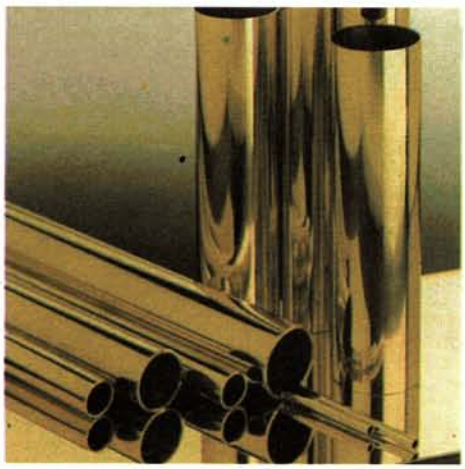
Επίσης από ορείχαλκο κατασκευάζονται:

– Ελάσματα τα οποία μορφοποιούνται σε διάφορα σχήματα που προορίζονται για την κατασκευή κασσών και πλαισίων θυρών και παραθύρων (σχ. 8.7γ και 8.7δ).

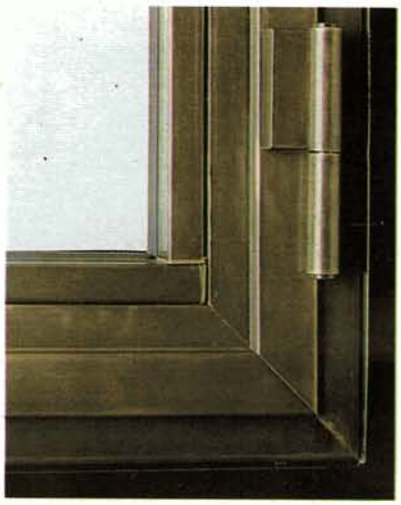
– Στροφείς διαφόρων τύπων για ξύλινες κατασκευές που βρίσκονται κοντά στη θάλασσα ή σε βιομηχανικό περιβάλλον.

– Διάφορα μικρούλικά διακοσμητικού χαρακτήρα.

Τα περισσότερα από τα υλικά αυτά υφίστανται επιμεταλλώσεις με χρώμιο, νικέλιο και αλουμίνιο.



Σχ. 8.7β.
Ορειχάλκινοι σωλήνες με γυαλιστερή επιφάνεια.



Σχ. 8.7γ.
Τμήμα μπρούντζινης πόρτας. Διακρίνεται η ορειχάλκινη στρόφιγγα (μεντεσές).



Σχ. 8.7δ.
Είσοδος πολυτελούς κτηρίου διαμορφωμένη με στοιχεία από ορείχαλκο.

8.8 Ψευδάργυρος (τσίγκος).

8.8.1 Προέλευση – Εξαγωγή.

Μέταλλο γνωστό από την αρχαιότητα. Χρησιμοποιούνταν για την παρασκευή του ορειχάλκου.

Παραλαμβάνεται από τα μεταλλεύματά του που είναι γνωστά στη μεταλλουργία με το όνομα ***καλαμίνα*** (άνθρακας και πυριτικά ορυκτά) και ***μπλέντα*** (θειούχα ορυκτά), με πύρωση και αναγωγή με θερμική ή ηλεκτρολυτική

μέθοδο.

Θεωρείται σημαντικό μέταλλο και έχει ευρύτατες εφαρμογές κυρίως ως προστατευτικό άλλων μετάλλων.

8.8.2 Ιδιότητες.

Ο ψευδάργυρος έχει χρώμα προς το λευκό υποκυανίζον.

Το τελευταίο χαρακτηριστικό τον διαφοροποιεί από τα άλλα λευκά μέταλλα (αλουμίνιο, κασσίτερος, άργυρος) κλπ. Επίσης ο ιστός των χυτών πλακών, χαρακτηρίζεται από βελονοειδείς κρυστάλλους.

Οι φυσικές του ιδιότητες έχουν ως εξής:

Ειδικό βάρος 7,13. Σημείο τήξεως 419,47°C. Αντοχή σε θερμοκρασιακές μεταβολές πολύ καλή.

Θερμική αγωγιμότητα μεταξύ 0°C και 100°C λ = 95,00 kcal/m.h. gd, ίδια περίπου με τα κράματα του αλουμινίου αλλά σημαντικά μικρότερη του χαλκού.

Οι μηχανικές του ιδιότητες είναι πολύ περιορισμένες.

Η αντοχή του σε εφελκυσμό κυμαίνεται μεταξύ 2,5 έως 4 kp/mm^2 στο χυτό, 14 - 45 kp/mm^2 στον πρεσαριστό και 12-14 kp/mm^2 στον ψευδάργυρο που έχει ελαθεί.

Η σκληρότητά του κατά Brinell είναι 28 - 40 kp/mm^2, ίδια περίπου με το αλουμίνιο και το χαλκό.

Από χημική άποψη ο ψευδάργυρος δεν προσβάλλεται σε ξηρό αέρα. Σε υγρό αέρα οξειδώνεται και δημιουργείται ένα λεπτό στρώμα άλατος ανθρακικού ψευδαργύρου. Η μεμβράνη αυτή δεν επιτρέπει τη συνέχιση της οξειδώσεως στη μάζα του μετάλλου. Στην ιδιότητα αυτή οφείλεται η μεγάλη χρήση του για την προστασία άλλων υλικών που διαβρώνονται.

Δεν προσβάλλεται επίσης από οργανικές ουσίες (λίπη, λάδια, οινόπνευμα κλπ.) και για αυτό χρησιμοποιείται στην κατασκευή δοχείων συσκευασίας τροφίμων.

Επηρεάζεται όμως από το υδροξείδιο του ασβεστίου (ασβέστης) και δεν επιτρέπεται στοιχεία από ψευδάργυρο (π.χ. υδρορροές) να έρχονται σε επαφή με νωπά κονιάματα. Επίσης προσβάλλεται από το θαλασσινό νερό.

Οι τεχνολογικές του ιδιότητες είναι περιορισμένες και μπορεί να υποστεί σχεδόν μόνο έλαση σε θερμοκρασία 100 έως 150°C. Με τη μέθοδο αυτή κατασκευάζονται φύλλα και ταινίες, τα οποία μπορεί να καμφθούν, άλλα μόνο κάθετα προς τη διεύθυνση της ελάσεως για την κατασκευή διαφόρων ατοιχείων (υδρορροές, σωλήνες κλπ.).

Ο ψευδάργυρος είναι υλικό πολύ εύθραστο και για αυτό όταν σφυρηλατηθεί μετατρέπεται σε σκόνη.

8.8.3 Χρήσεις του ψευδαργύρου.

Χρησιμοποιείται κυρίως:

– Στην επικάλυψη σιδηρών φύλλων και ελασμάτων για αντιδιαβρωτική προστασία (γαλβάνισμα).

– Στην παρασκευή του ορειχάλκου.

– Στην κατασκευή φύλλων, ταινιών και σωλήνων.

Επίσης το οξείδιο του υδραργύρου (ZnO) χρησιμοποιείται στη χωματουργία για παρασκευή λευκού χρώματος (λευκό του τσίγκου), που είναι σταθερότερο του λευκού του μολύβδου (στουπέτσι), το οποίο μαυρίζει από το υδρόθειο της ατμόσφαιρας.

Τέλος διάφορα διαλύματα ψευδαργύρου, όπως ο χλωριούχος και ο θειικός ψευδάργυρος, χρησιμοποιούνται για τη διαπότιση ξυλίνων στοιχείων (δοκοί, σανίδες) για να τα προφυλάξουν από τη σήψη.

8.9 Μόλυβδος.

8.9.1 Προέλευση – Εξαγωγή.

Μέταλλο γνωστό στους αρχαίους λαούς.

Εξάγεται από τα μεταλλεύματά του. Κυριότερο από αυτά είναι ο γαληνίτης (PbS). Με πύρωση του μεταλλεύματος μέρος του θειούχου μολύβδου μετατρέπεται σε οξείδιο του μολύβδου (PbO) και εν συνεχεία σε μόλυβδο και διοξείδιο του θείου (SO_2).

Ο μόλυβδος είναι βαρύ μέταλλο. Έχει χρώμα σκούρο κυανόλευκο. Σε πρόσφατη χαραγή εμφανίζει επιφάνεια στιλπνή. Η στιλπνότητα αυτή γρήγορα εξαφανίζεται λόγω της επιφανειακής οξειδώσεως του μετάλλου.

8.9.2 Ιδιότητες.

Οι φυσικές του ιδιότητες χαρακτηρίζονται κυρίως από το μεγάλο βάρος του και από την εξαιρετική αντοχή του στη διάβρωση.

Έχει ειδικό βάρος 11,40 και σημείο τήξεως 327,4°C.

Οι μηχανικές ιδιότητές του είναι αμελητέες. Ενδιαφέρον όμως παρουσιάζει η πολύ χαμηλή σκληρότητα που εκδηλώνει (μόνο 4 kp/mm^2 κατά Brinell) και η μεγάλη ευκαμψία του. Είναι

το μαλακότερο από τα μέταλλα και ιδίως από τα βαρέα.

Απεναντίας οι τεχνολογικές ιδιότητές του είναι εξαιρετικές. Μπορεί να κοπεί, να καμφθεί, να υποστεί έλαση, έλξη και κάθε άλλη κατεργασία με πολύ μικρή ενέργεια.

Η μεγάλη όμως αξία του μολύβδου έγκειται, όπως προαναφέρθηκε, στην εξαιρετική ανθεκτικότητά του στη διάβρωση που οφείλεται στη δημιουργία λεπτών επιφανειακών μεμβρανών που εμποδίζουν την περαιτέρω διάβρωση. Είναι ανθεκτικός στα διάφορα οξέα, ακόμα και στο υδροφθορικό και θειικό οξύ, στο βασιλικό ύδωρ και στο πυκνό υδροχλωρικό και νιτρικό οξύ. Επίσης δεν προσβάλλεται από την αμμωνία, τα θειικά και αμμωνιακά άλατα, τα αλκάλια, την ανθρακική σόδα και το χλώριο.

Προσβάλλεται όμως από το πόσιμο νερό όταν αυτό είναι μαλακό και περιέχει οξυγόνο και διοξείδιο του άνθρακα σε υψηλό ποσοστό. Σε αυτές τις περιπτώσεις είναι απαραίτητο εφόσον χρησιμοποιούνται μολύβδινοι σωλήνες, να επενδύονται εσωτερικά με κασσίτερο.

8.9.3 Υλικά από μόλυβδο.

Κατασκευάζονται από καθαρό μόλυβδο φύλλα, ταινίες και ελάσματα. Συνήθως τα υλικά αυτά κυκλοφορούν τυλιγμένα σε ρολλούς ή πλάκες. Επίσης για τα ίδια είδη χρησιμοποιείται κράμα μολύβδου και αντιμονίου αναλογία 75% έως 15% (σκληρός μόλυβδος), ο οποίος χρησιμοποιείται σε πάχη 0,5 έως 15 mm, για επικαλύψεις στηθαίων, αρμών διαστολής, ποδιών παραθύρων, συνδέσμων καμινάδων με ξύλινα στοιχεία κ.α.

Επίσης από σκληρό μόλυβδο κατασκευάζονται σωλήνες και σιφώνια· αποχετευτικών δικτύων, φωταερίου, χημικών υγρών κλπ.

Μεγάλη χρήση του μολύβδου γίνεται για την προστασία έναντι υπεριωδών και ακτίνων Χ.

Λόγω της μεγάλης ευκαμψίας του και τις ευκολίας που παρέχει ο χειρισμός του στο εργοτάξιο, σε πολλές περιπτώσεις όταν η χημική σύνθεση του νερού είναι κατάλληλη χρησιμοποιείται σε δίκτυα υδρεύσεως.

8.10 Κασσίτερος.

Είναι μέταλλο αργυρόχρουν με έντονη λάμψη. Εξάγεται από ένα μετάλλευμα που ονομάζεται κασσιτερίτης.

Έχει ειδικό βάρος 7,3 και σημείο τήξεως 232°C. Η φυσική του λάμψη δεν εξαφανίζεται ακόμη και ύστερα από πολλά χρόνια.

Η μηχανική αντοχή του είναι εξαιρετικά μικρή. Μόλις 4 kp/mm^2 σε εφελκυσμό.

Είναι από τα πιο εύπλαστα μέταλλα και μπορεί να συρματοποιηθεί, να ελαθεί εν ψυχρώ και να σφυρηλατηθεί.

Η βασική του ιδιότητα που τον καθιστά εξαιρετικά αντιδιαβρωτικό υλικό, είναι η ανθεκτικότητά του στις ατμοσφαιρικές επιδράσεις, στο νερό και στα ανόργανα (πλην του νιτρικού οξέος) και στα οργανικά οξέα.

Χρησιμοποιείται σε μεγάλη κλίμακα υπό μορφή φύλλων στην επένδυση δεξαμενών και υπό μορφή λεπτών φύλλων (Foils) για αντιδιαβρωτικές μονώσεις με επικασσιτέρωση υλικών από σίδηρο και χαλκό. Παλαιότερα γινόταν επικασσιτέρωση (γάνωμα) στα χάλκινα μαγειρικά σκεύη.

8.11 Νικέλιο και χρώμιο.

Τα δύο αυτά μέταλλα χρησιμοποιήθηκαν μόλις περί τα τέλη του παρελθόντα αιώνα.

Εξάγονται με πολύπλοκες μεθόδους από μεταλλεύματα που περιέχουν οξείδια και άλλες ενώσεις αυτών των μετάλλων.

Το χρώμα του νικελίου είναι αργυρόλευκο και του χρωμίου κυανόλευκο.

Παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή έναντι των οξειδωτικών και λοιπών επιδράσεων της ατμόσφαιρας, του ύδατος, των οξέων και των αλκαλίων. Για το λόγο αυτόν χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα για την κατασκευή ανοξείδωτων κραμάτων ή για την κάλυψη άλλων υλικών για την προστασία τους από τις διαβρωτικές επιδράσεις του περιβάλλοντος.

Αυξάνουν τις μηχανικές ιδιότητες του σιδήρου σε κράματα σιδήρου που περιέχουν χρώμιο άνω του 13% (συνήθως 18%) και νικέλιο άνω του 8% (συνήθως 10%). Έτσι παρασκευάζονται χρωμιοχάλυβες, νικελιοχάλυβες και χρωμονικελιοχάλυβες εξαιρετικής αντοχής σε εφελκυσμό ($\sigma_{\theta\rho}$ = 180 kp/mm^2). Επίσης παρασκευάζονται κράματα με το χαλκό (νικελιούχος μπρούντζος, μέταλλο monel) ή αναμιγνύονται μεταξύ τους και σχηματίζουν το κράμα inconel.

Τέλος μεγάλη χρήση των δύο αυτών μετάλλων γίνεται για την επικάλυψη με προστατευτικό δέρμα σιδήρου, ορειχάλκου κ.α. (επινικέλωση, επιχρωμίωση) μεγάλου αριθμού εξαρτημάτων του υδραυλικού δικτύου (κρουνοί, σύνδεσμοι, διαστολές κλπ.) καθώς και άλλων υλικών διαφόρων χρήσεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

ΓΥΑΛΙ (ΥΑΛΟΣ)

9.1 Εισαγωγή.

Το γυαλί είναι το αρχαιότερο, μαζί με την ψημένη άργιλο, τεχνητό υλικό, που κατασκεύασε ο άνθρωπος.

Πρώτοι οι Φοίνικες και στη συνέχεια οι Αιγύπτιοι κατασκεύασαν από γυαλί διάφορα αντικείμενα διακοσμητικού χαρακτήρα.

Οι αρχαίοι Έλληνες και οι Ρωμαίοι ασχολήθηκαν με την υαλουργία, αλλά εκείνοι που έδωσαν τη μεγάλη ώθηση στη χρήση του γυαλιού ήταν οι Βυζαντινοί. Την τέχνη της υαλουργίας μετέφεραν οι Βυζαντινοί τεχνίτες στην Ιταλία όπου κατά τον 15ο αιώνα γνώρισε μεγάλη πρόοδο.

Ως δομικό υλικό το γυαλί με τη μορφή υαλοπινάκων χρησιμοποιήθηκε στο Βυζάντιο σε πολύ μικρή κλίμακα. Κατασκεύαζαν απλούς ή χρωματισμένους υαλοπίνακες για τις μεγάλες εκκλησίες και τα παλάτια. Το ίδιο συνεβαινε και στην Ιταλία και στη λοιπή Ευρώπη μέχρι τον 18° αιώνα. Μέχρι την εποχή εκείνη η υαλουργία εθεωρείτο μια από τις καλές τέχνες. Αξιοσημείωτο είναι ότι τα παράθυρα των κατοικιών καλύπτονταν με λαδόχαρτο.

Μόλις τον παρελθόντα αιώνα, οπότε οι μέθοδοι παραγωγής και κατεργασίας του γυαλιού βελτιώθηκαν και μειώθηκε το κόστος του άρχισαν να κατασκευάζονται χρήσιμα αντικείμενα, όπως π.χ. επιτραπέζια σκεύη, φιάλες, υαλοπίνακες κλπ. Η τέχνη της υαλουργίας μετατράπηκε στο μεγαλύτερο μέρος της σε βιομηχανία.

Η επιστημονική έρευνα ανέβασε την υαλουργία σε ψηλή βαθμίδα προόδου και έτσι σήμερα ικανοποιούνται και οι πιο ανόμοιες τεχνολογικές απαιτήσεις. Κατασκευάζονται υαλόπλινθοι μέχρι υαλοΐνες και ακόμη μέχρι υγρή υδρύαλος.

Στη δομική χρησιμοποιείται σε πολλές περιπτώσεις και κυρίως εκεί που απαιτείται από το δομικό υλικό διαφάνεια όπως π.χ. στην περίπτωση που επιζητείται φυσικός φωτισμός σε εσωτερικούς χώρους. Έτσι το κυριότερο δομικό υλικό από γυαλί είναι οι διαφόρων κατηγοριών υαλοπίνακες και σε πολύ μικρότερη κλίμακα οι υαλόπλινθοι. Σήμερα μεγάλος αριθμός κτηρίων, κυρίως γραφείων, κατασκευάζεται με εξωτερικούς τοίχους που αποτελούνται από φέροντα σκελετό χαλύβδινο ή αλουμινένιο και με επικάλυψη από υαλοπίνακες (σχ. 9.1α και 9.1β) ή εργοστασίων και μεγάλων αιθουσών με



Σχ. 9.1α.
Πολυώροφο κτήριο με εξωτερικούς τοίχους κατασκευασμένους με υαλοπίνακες. Ο μεταλλικός φέρων σκελετός είναι ορατός.



Σχ. 9.16.
Πολυώροφο κτήριο καλυμμένο τελείως με υαλοπίνακες.

στέγη από χαλύβδινο σκελετό και υαλοπίνακες (σχ. 9.1γ και 9.1δ).

9.2 Σύσταση και παρασκευή του γυαλιού.

9.2.1 Σύσταση.

Το γυαλί προέρχεται από τη σύντηξη ενός μίγματος που αποτελείται από διάφορες αναλογίες των εξής ουσιών:

Βασικές ουσίες:

– Χαλαζιακή άμμος (οξείδιο του πυριτίου (S_1O_2).

– Ανθρακική σόδα (οξείδιο του νατρίου (Na_2CO_3).

– Ασβεστόλιθος [οξείδιο του ασβεστίου ($CaCO_3$)].



Σχ. 9.1γ.
Στέγη μεγάλης αίθουσας με χαλύβδινο σκελετό στον οποίο στηρίζονται υαλοπίνακες.



Σχ. 9.1δ.
Μεγάλη αίθουσα με γυάλινη οροφή.

Πρόσθετες ουσίες:

– Δολομίτης [(οξείδιο ασβεστίου και μαγνησίου $CaMg(CO_3)_2$].

Διάφορα οξείδια μετάλλων.

Τα τρία βασικά συστατικά λαμβάνονται με αναλογία αντιστοίχως 70%, 16% και 14% περίπου. Υπάρχουν όμως περιπτώσεις ειδικών γυαλιών που μπορεί να αντικατασταθούν εν όλω ή εν μέρει τα οξείδια του νατρίου και του ασβεστίου με άλλες ουσίες. Π.χ. για την κατασκευή κρυστάλλων αντικαθίσταται το οξείδιο του νατρίου με οξείδιο του καλίου και μέρος του οξειδίου του πυριτίου και όλο το οξείδιο του ασβεστίου αντικαθίσταται με οξείδιο του μολύβδου (PbO).

Για την κατασκευή εγχρώμων γυαλιών προστίθενται σε μικρές ποσότητες 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 κόκκινο χρώμα, το υποξείδιο του σιδήρου κίτρινο κ.ο.κ.

9.2.2 Παρασκευή και μορφοποίηση.

Οι πρώτες ύλες που αναφέρθηκαν προηγουμένως κονιοποιούνται και μεταφέρονται σε ειδικά καμίνια όπου υπό την ενέργεια υψηλών θερμοκρασιών που φθάνουν τους 1600°C λιώνουν. Το λιωμένο μίγμα είναι μια παχύρρευστη διαυγής μάζα που ονομάζεται ***υαλομάζα*** ή ***υαλοζύμη***. Είναι το γυαλί σε ρευστή κατάσταση.

Για την κατασκευή των διαφόρων αντικειμένων η υαλομάζα υφίσταται διάφορες κατεργασίες. Οι συνηθέστερες μέθοδοι μορφοποιήσεως είναι:

Η εμφύσηση, η χύτευση σε συνδυασμό με πίεση, η κυλίδρωση και η έλξη.

Μετά τη μορφοποίηση τα αντικείμενα αφήνονται να κρυώσουν με πολύ αργό ρυθμό, γιατί απότομη ψύξη προκαλεί θραύση των αντικειμένων.

Τέλος σε ορισμένα έτοιμα προϊόντα γίνεται μια τελευταία μηχανική επεξεργασία που αφορά στη λείανση και στίλβωση της επιφάνειάς τους ή στη χάραξη διαφόρων σχεδίων στην επιφάνειά τους.

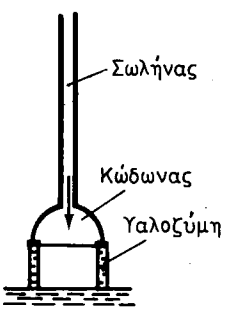
Αναλυτικότερα οι βασικές κατεργασίες είναι:

1) Η ***έμφυση*** είναι η παλαιότερη μέθοδος κατασκευής υαλοπινάκων (σχ. 9.2α), φιαλών (σχ. 9.2β) και διαφόρων αντικειμένων. Παράγονται με τη μέθοδο αυτή υλικά και αντικείμενα υψηλής ποιότητας αλλά είναι εξαιρετικά δαπανηρή. Χρησιμοποιείται σήμερα για κατασκευή διαφόρων κομψοτεχνημάτων και σπανιότερα για κατασκευή υαλοπλίνθων.

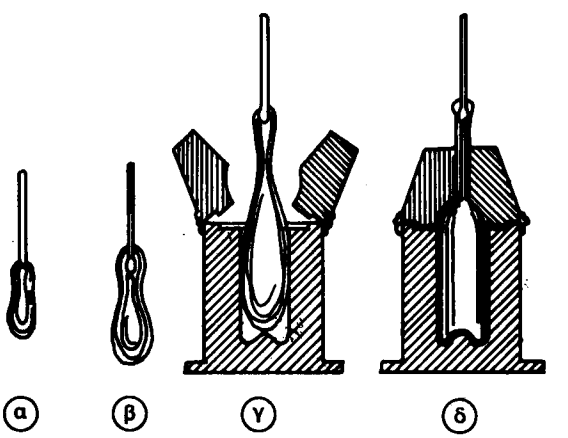
2) Η ***χύτευση*** σε συνδυασμό με τη συμπίεση (σχ. 9.2γ) επιτρέπει την κατασκευή διαφόρων υλικών όπως υαλόλιθοι, υαλοπίνακες φωταγωγών και πεζοδρομίων κλπ. Η μέθοδος αυτή είναι πολύ οικονομικότερη της προηγούμενης.

3) Η ***κυλίνδρωση*** (σχ. 9.2δ και 9.2ε). Εφαρμόζεται σήμερα σε όλες τις βιομηχανίες παραγωγής υαλοπινάκων. Είναι ταχύτερη, το κόστος των παραγομένων υλικών πολύ μικρότερο από τις προηγούμενες και η απόδοση εξαιρετικά μεγάλη. Το πάχος των υαλοπινάκων που κατασκευάζονται με αυτή τη μέθοδο κυμαίνεται μεταξύ 3 και 25 mm και το πλάτος τους μεταξύ 2 και 3 m.

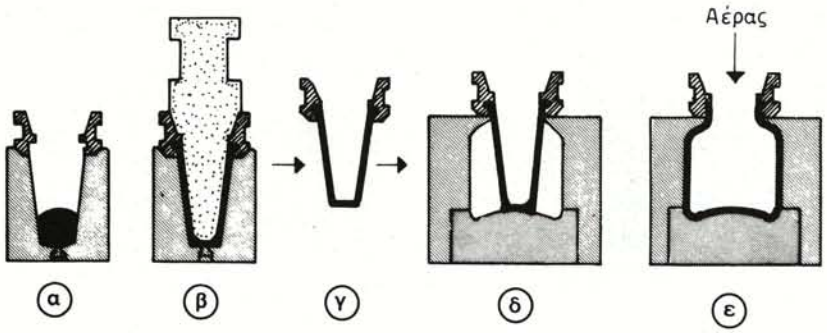
4) Η ***έλξη*** είναι και αυτή μια σύγχρονη μέθοδος παρασκευής υαλοπινάκων (σχ. 9.2στ). Επιτυγχάνονται πολύ λεπτοί υαλοπίνακες. Το πάχος εξαρτάται από την ταχύτητα έλξεως. Π.χ. με ταχύτητα 156-180 m/h παράγονται φύλλα πάχους 1 mm, ενώ με ταχύτητα 12-13



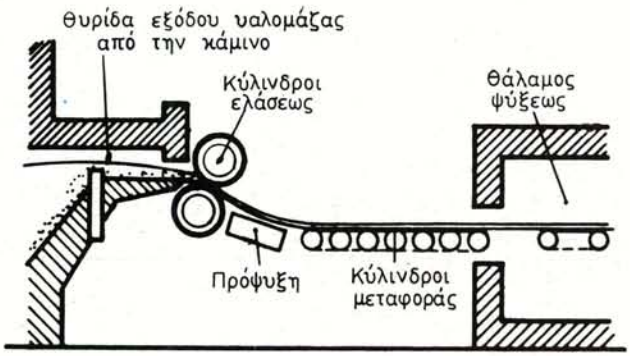
Σχ. 9.2α.
Κατασκευή υαλοπινάκων με τη μέθοδο της εμφυσήσεως. Το ένα άκρο του σωλήνα είναι διαμορφωμένο σε κώδωνα. Από το άλλο γίνεται το φύσημα από τεχνίτη παλαιότερα και από μηχάνημα σε νεώτερα χρόνια.



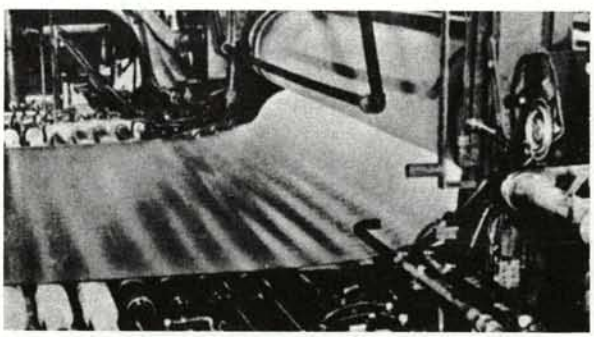
Σχ. 9.2β.
Κατασκευή φιάλης με εμφύσηση και χρήση καλουπιού. α) Η υαλοζύμη είναι κολλημένη στο άκρο του σωλήνα. β) Έναρξη της μορφώσεως με φύσημα του αέρα. γ) Τοποθέτηση της μισομορφωμένης φιάλης στο καλούπι. δ) Τελική μορφοποίηση.



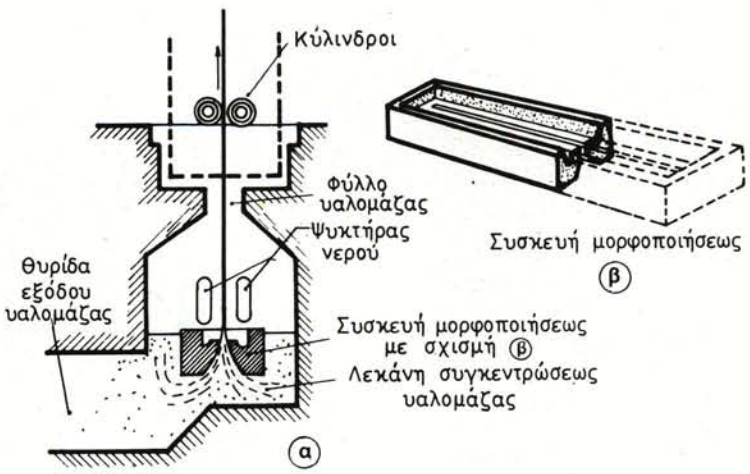
Σχ. 9.2γ.
Χύτευση και συμπίεση της υαλοζύμης για την κατασκευή ενός αντικειμένου. Κατά τα στάδια (α), (β), (γ), μορφοποιείται μερικώς η υαλοζύμη και μεταφέρεται υπό υψηλή θερμοκρασία στο τελικό καλούπι (δ) όπου με πίεση αέρα παίρνει το τελικό σχήμα (ε).



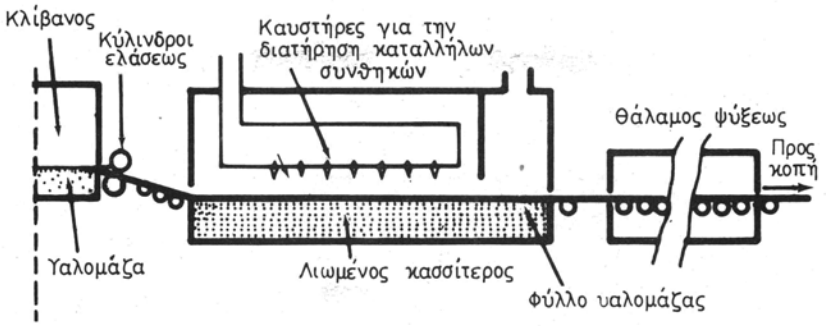
Σχ. 9.2δ.
Κατασκευή υαλοπινάκων με τη μέθοδο της κυλινδρώσεως.



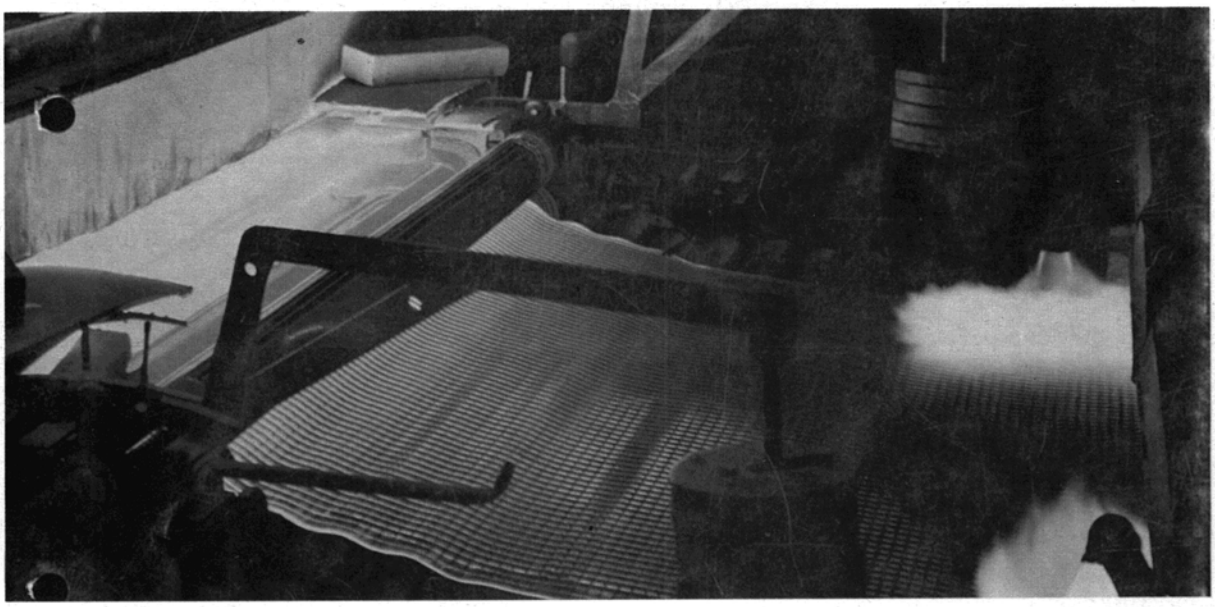
Σχ. 9.2ε.
Το φύλλο της υαλοζύμης μετά το πέρασμά της ανάμεσα στους δύο κυλίνδρους βρίσκεται σε ημίρρευστη κατάσταση και κινείται επάνω σε μεταφορικό σύστημα που αποτελείται από χαλύβδινους κυλίνδρους, προς το θάλαμο ψύξεως.



Σχ. 9.2στ.
Μέθοδος με έλξη: α) Διαμόρφωση της θυρίδας εξόδου της υαλοζύμης από τη λεκάνη συγκεντρώσεώς της. Η υαλοζύμη σύρεται προς τα πάνω αφού περάσει από τη σχισμή της συσκευής μορφοποιήσεως (β) και αποκτήσει τη μορφή λεπτής πλάκας με πλάτος όσο είναι το μήκος της σχισμής.



Σχ. 9.2ζ.
Σχηματική παράσταση κατασκευής υαλοπινάκων με τη μέθοδο "επιπλέουσα ύαλος".



Σχ. 9.2η.
Το υαλόφυλλο σε ρευστή κατάσταση διέρχεται μέσω δύο κυλίνδρων ενώ ταυτόχρονα ενσωματώνεται χαλύβδινο πλέγμα προκειμένου να κατασκευαστούν οπλισμένοι υαλοπίνακες. Εν συνεχεία διέρχεται από τη σήραγγα ψύξεως με μικρή ταχύτητα για να ψυχθεί με αργό ρυθμό. Το μήκος της σήραγγας φθάνει τα 80 m.

m/h τα παραγόμενα φύλλα έχουν πάχος 7 mm.

5) Μια παραλλαγή της κυλινδρώσεως και της έλξεως είναι η μέθοδος της ***επιπλέουσας υαλοζύμης*** (σχ. 9.2ζ). Σε αυτή αντικαθιστώνται οι κύλινδροι μεταφοράς με μια δεξαμενή γεμάτη με λιωμένο μέταλλο. Έτσι το φύλλο μετά την έξοδό του από τους κυλίνδρους βρίσκεται σε επαφή με το λιωμένο μέταλλο και οι επιφάνειές του γίνονται απόλυτα επίπεδες και λείες.

6) Μετά τη μορφοποίησή τους με μια από τις αναφερθείσες μεθόδους τα έτοιμα προϊόντα οδηγούνται στους θαλάμους ψύξεως που στην πραγματικότητα είναι σήραγγες μεγάλους μήκους που μπορεί να φθάνουν τα 80 m. Τα προϊόντα τοποθετούνται σε μια μεταφορική ταινία που κινείται με πολύ μικρή ταχύτητα και στο τέλος της σήραγγας ύστερα από 4 έως 12 ώρες αποκτούν τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Ειδικά για τους υαλοπίνακες γίνεται μια πρόψυξη (σχ. 9.2η) προ της εισόδου τους στη σήραγγα ψύξεως. Μετά την ψύξη οι υαλοπίνακες κινούνται σε κυλίνδρους μεταφοράς και κόβονται σε ορισμένα μεγέθη (σχ. 9.2θ).

Μετά την ψύξη τα αντικείμενα υφίστανται διάφορες μηχανικές επεξεργασίες ανάλογα με το είδος τους. Ειδικά οι υαλοπίνακες υφίστανται κατεργασίες της μιας ή και των δύο επιφανειών τους για να γίνουν επίπεδες και παράλληλες και να εξαλειφθούν διάφορα ελαττώματα. Έτσι προκύπτουν υαλοπίνακες απλής ή διπλής λειάνσεως. Η λείανση και η στίλβωση των επιφανειών γίνεται με διάφορα λειαντικά μέσα, όπως χαλαζιακή άμμος, σμυριδόσκονη, διάφορα πιλήματα κ.α.



Σχ. 9.28.
Το επίμηκες φύλλο που προορίζεται για την κατασκευή υαλοπινάκων έχει αποκτήσει την κανονική θερμοκρασία, μετά το πέρασμά του από το θάλαμο ψύξεως και ωθείται στο επόμενο τμήμα του μηχανήματος που είναι στρωμένο με τσόχα (μαύρη επιφάνεια). Εκεί κόβεται στις προγραμματισμένες διαστάσεις και στη συνέχεια ανυψώνεται το έτοιμο τζάμι με βεντούζες που είναι προσαρμοσμένες σε σιδερένιες δοκούς και μεταφέρεται στο τμήμα συσκευασίας.

9.3 Κατηγορίες γυαλιών.

Τα γυαλιά διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες ανάλογα προς τη σύνθεση του μίγματος των πρώτων υλών και ανάλογα προς τη χρήση των αντικειμένων που πρόκειται να κατασκευαστούν.

Στην πρώτη βασική κατηγορία ανήκουν τα ασβεστονατριούχα, τα μολυβδούχα κλπ. γυαλιά (πίνακας 9.3.1).

Στη δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνονται τα εξής είδη:

– Γυαλί κοινό ή λευκό. Ανήκει στα ασβεστονατριούχα. Όταν τα συστατικά του είναι πολύ καθαρά παρουσιάζει μεγάλη διαφάνεια και είναι άχρωμος.

– Γυαλί φιαλών. Είναι λίγο ή πολύ χρωματισμένο γιατί τα κύρια συστατικά του δεν έχουν καθαριστεί τελείως.

– Κρύσταλλα. Είναι μολυβδούχο γυαλί. Θεωρείται το καλύτερο είδος γυαλιού.

– Οπτικό γυαλί κατάλληλο για κατασκευή φακών κλπ.

– Έγχρωμο γυαλί.

– Ειδικά γυαλιά. Χρησιμοποιούνται για ειδικούς σκοπούς.

Στον πίνακα 9.3.2 αναφέρεται η εκατοστιαία σύνθεση του μίγματος σε σχέση προς τον προορισμό του γυαλιού.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.3.1
Εκατοστιαία αναλογία των συστατικών σε γυαλιά βασικών κατηγοριών

Κατηγορία	SiO_2	Na_2O	K_2O	CaO	PbO	B_2O_3	Al_2O_3
Ασβεστονατριούχα	70-75	12-18		13-17			
Μολυβδούχα	12-60		3-12		33-38		
Χωρίς αλκάλια ή βοριούχα	60					3	16
Πυριτικό γυαλί	99,8						

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.3.2
Εκατοστιαία αναλογία των συστατικών διαφόρων ειδών γυαλιού

	SiO_2	CaO	Na_2O	Al_2O_3	Fe_2O_3	K_2O	B_2O_3	ZnO
A) Κοινά γυαλιά								
1. Πράσινο φιαλών	60-65	13-20	7-15	2-7	1,4			
2. Λευκό φιαλών	71-76	5-15	12-18	1-4	Ίχνη			
3. Καθρεπτών	70-73	13-15	10-15	0,5	0,1			
4. Υαλοπινάκων I	71-74	10-15	13-17	0,5	0,2			
5. Υαλοπινάκων II	72-75	10-12	12-15	0-1	Ίχνη			
6. Υαλοπινάκων III	72-74	10-12	12-18	1-2	Ίχνη			
7. Ημικρυστάλλων	70-72	14-15	12-15	0-0,4	Ίχνη			
B) Ειδικά 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	1	-

9.4 Ιδιότητες του γυαλιού.

Το γυαλί κατέχει ορισμένες ιδιότητες που το καθιστούν πρώτης τάξεως υλικό για ορισμένες δομικές εφαρμογές. Οι κυριότερες από τις ιδιότητές του συνοψίζονται πιο κάτω.

9.4.1 Φυσικές ιδιότητες.

α) Ειδικό βάρος.

Το ειδικό βάρος των διαφόρων κατηγοριών του γυαλιού εξαρτάται από τη χημική σύστασή τους. Έτσι το ειδικό βάρος του κοινού γυαλιού είναι 2,5, των καθαρών κρυστάλλων 3,0 και των βαρέων κρυστάλλων μπορεί να φθάσει το 6,0. Το φαινόμενο βάρος και το ειδικό βάρος ταυτίζονται γιατί το γυαλί δεν έχει κενά. Είναι όπως λέγεται στερεό υγρό.

β) Διαφάνεια.

Είναι η βασική ιδιότητα του γυαλιού. Κανένα άλλο υλικό, πλην ορισμένων πλαστικών υλικών δεν έχει αυτήν την ιδιότητα. Η διαφάνεια εξαρτάται από την καθαρότητα και το είδος των πρώτων υλών και από την προσοχή που καταβλήθηκε κατά την παρασκευή της υαλοζύμης. Κυρίως όμως επηρεάζεται από την ομαλή ψύξη των προϊόντων του. Το κοινό γυαλί διαπερνιέται από τις ορατές ακτίνες του ηλιακού φάσματος, όχι όμως και από τις υπέρυθρες ή υπεριώδεις ακτίνες. Κατασκευάζονται όμως και γυαλιά διαπερατά από υπεριώδεις ακτίνες, που χρησιμοποιούνται σε ειδικές περιπτώσεις.

γ) Αντοχή στη γήρανση και τις χημικές δράσεις.

Τα γυαλιά με κακή σύνθεση του μίγματος των πρώτων υλών και κυρίως με μεγάλη αναλογία αλκαλίων ή με έλλειψη καλών συνθηκών κατά την παραγωγή τους επηρεάζονται από τις ατμοσφαιρικές δράσεις και από το νερό. Δημιουργούνται στην επιφάνεια εξανθήματα που οφείλονται στην αποσάθρωση του γυαλιού και που σχηματίζουν ένα αδιαφανές στρώμα (ψώριασμα). Η σύγχρονη όμως τεχνική και η υψηλή ποιότητα των παραγομένων προϊόντων συντελούν στην αυξημένη αντοχή του γυαλιού στη γήρανση.

Σημειώνομε όμως ότι παρατεταμένη παρουσία υγρασίας σε μη καλά αεριζόμενους χώρους μπορεί να προκαλέσει επιφανειακές αλλοιώσεις. Τέτοιες συνθήκες εμφανίζονται όταν αποθηκεύονται π.χ. υαλοπίνακες που είναι συσκευασμένοι σε χάρτινα κιβώτια, σε υγρές αποθήκες. Επίσης ο θερμός και υγρός αέρας των θερμοκηπίων, των πλυντηρίων, των στάβλων κλπ. προκαλεί ψώριασμα στους υαλοπίνακες.

Προκειμένου να τοποθετηθούν υαλοπίνακες σε τέτοιους χώρους πρέπει να γίνει έλεγχος της ανθεκτικότητάς τους στις ατμοσφαιρικές επιδράσεις των προσφερομένων από το εμπόριο υαλοπινάκων. Ο έλεγχος αυτός συνίσταται στο κρέμασμα λωρίδων από τους υαλοπίνακες μέσα σε κλειστά δοχεία, στα οποία έχει τοποθετηθεί μια κάψα πορσελάνης με πυκνό υδροχλωρικό οξύ (HCl). Μετά από μερικές ημέρες εξετάζονται οι λωρίδες και επιλέγεται εκείνος ο υαλοπίνακας στου οποίου τη λωρίδα έχει δημιουργηθεί το ελαφρύτερο στρώμα ψωριάσματος.

Το γυαλί δεν καταστρέφεται από τις δραστικές χημικές ενώσεις όπως είναι τα οξέα και οι βάσεις, ιδιότητα πολύ χρήσιμη σε εφαρμογές βιομηχανικών εγκαταστάσεων. Εξαίρεση αποτελεί το υδροφθόριο (HF) που αποσυνθέτει πολύ γρήγορα το γυαλί.

Αυτή η ιδιότητα του υδροφθορίου χρησιμοποιείται για κατασκευή υαλοπινάκων ή άλλων γυάλινων αντικειμένων με ανάγλυφες καλλιτεχνικές παραστάσεις. Η επιφάνεια αλείφεται με παραφίνη και επάνω σ' αυτή χαράσσεται το σχέδιο. Εν συνεχεία χύνεται διάλυμα υδροφθορίου το οποίο προσβάλλει μόνο τα τμήματα που δεν έχουν καλυφθεί από την παραφίνη.

δ) Αγωγιμότητα.

Η ηλεκτρική και θερμική αγωγιμότητα του γυαλιού είναι πολύ μικρή. Χρησιμοποιείται στην κατασκευή ηλεκτρομονωτικών και θερμομονωτικών υλικών.

ε) Πορώδες.

Το γυαλί δεν έχει πόρους και κατά συνέπεια το πορώδες του είναι μηδενικό, ενώ τα υγρά και αέρια δεν μπορούν να διαπεράσουν τη μάζα του. Μόνο σε σπάνιες περιπτώσεις ορισμένων διαλυμάτων πετρελαίου μπορεί να παρατηρηθεί μικρή διαπερότητα.

9.4.2 Μηχανικές ιδιότητες.

1) Αντοχή. Η αντοχή σε θλίψη των συνηθισμένων γυαλιών είναι της τάξεως των 2000 kp/cm^2 και σε ελκυσμό της τάξεως των 100 kp/cm^2. Κατασκευάζονται όμως ειδικά γυαλιά που η αντοχή τους σε θλίψη κυμαίνεται μεταξύ 5.000 και 10.000 kp/cm^2 και σε εφελκυσμό μεταξύ 500 και 1.000 kp/cm^2.

Στο διάγραμμα τάσεων-παραμορφώσεων απουσιάζουν οι περιοχές διαρροής και πλαστικότητας. Έτσι στην περίπτωση που οι δυνάμεις εφελκυσμού ή θλίψεως, δεν είναι απολύτως αξονικές, εμφανίζονται στο δοκίμιο μικρές επιφανειακές ρωγμές οι οποίες προκαλούν άμεση θραύση του αντικειμένου έστω και αν οι τάσεις δεν έχουν φθάσει στο όριο αντοχής. Η θραύση επέρχεται από τη συγκέντρωση μεγάλων τάσεων στην περιοχή των ρωγμών.

Χαρακτηριστικό του γυαλιού είναι ότι σε πολύ λεπτές ίνες και κάτω από απολύτως ηλεγμένες συνθήκες φορτίσεως έχει μετρηθεί αντοχή σε θλίψη $\sigma_{\theta\rho}$ = 14.000 kp/cm^2 και σε καλώδια κατασκευασμένα από ίνες η αντοχή τους έφθασε τα 10.500 kp/cm^2 .

Η υψηλή αυτή αντοχή, που πλησιάζει την αντοχή των καλυτέρων χαλύβων, έδωσε την αφορμή σε ερευνητές να προσπαθήσουν να βρουν τρόπο αντικαταστάσεως των χαλυβδίνων καλωδίων σε προεντεταμένα σκυρόδεματα με γυάλινα καλώδια.

2) Το γυαλί είναι σχεδόν απολύτως ελαστικό, όπως το νερό και δεν εμφανίζει μόνιμες παραμορφώσεις όταν επιβληθούν εξωτερικές δυνάμεις. Όμως η περιοχή των ελαστικών παραμορφώσεων είναι πολύ μικρή και για το λόγο αυτό τα γυάλινα προϊόντα παρουσιάζουν μικρή ευκαμψία. Πάντως με ειδικές μεθόδους έχει κατορθωθεί η κατασκευή λεπτών ταινιών εξαιρετικά ευκάμπτων.

9.4.3 Τεχνολογικές ιδιότητες.

Η ημίρρευστη υαλομάζα στους 1100°C είναι μια εύπλαστος ζύμη που επιτρέπει εύκολους χειρισμούς για τη μόρφωση των διαφόρων γυάλινων προϊόντων.

Χύνεται σε καλούπια και μορφοποιείται υπό την επίδραση πιέσεως.

Διέρχεται από έλαστρα και παίρνει τη μορφή πλακών και φύλλων.

Με τη βοήθεια καταλλήλων συσκευών έλκεται και έτσι δημιουργούνται πολύ λεπτά φύλλα.

Τέλος με εμφύσηση αέρα σε ποσότητα υαλοζύμης επιτυγχάνεται η δημιουργία καλής ποιότητας αντικειμένων (φιάλες, βάζα κ.α.).

Στην κανονική θερμοκρασία, όπου το γυαλί βρίσκεται σε στερεά κατάσταση δεν είναι δυνατή οποιαδήποτε κατεργασία διότι δεν είναι όλκιμο ή ελατό. Μπορεί μόνο να κοπεί σε διάφορα μεγέθη και να υποστεί λείανση και στίλβωση.

9.5 Υλικά από γυαλί και δομικές εφαρμογές.

9.5.1 Γενικά.

Το γυαλί λόγω των ιδιοτήτων του και ιδιαίτερα της αντοχής του σε διάφορες εξωτερικές επιδράσεις και της διαφάνειάς του χρησιμοποιείται με εξαιρετική επιτυχία σε ένα πλήθος εφαρμογών.

Κατασκευάζονται λεπτότατα όργανα χημικών εργαστηρίων, εξαρτήματα οπτικών οργάνων και ιδίως πάσης φύσεως φακοί και κρύσταλλα τηλεσκοπίων. Επίσης κατασκευάζονται μαγειρικά σκεύη που αντέχουν στη φωτιά (Pyrex) και ένα πλήθος διαφόρων χρησίμων αντικειμένων και καλλιτεχνημάτων.

Στη δομική το γυαλί έχει τρεις βασικές περιοχές εφαρμογής:

– Διαχωρίσματα χώρων κατακόρυφα ή οριζόντια όπως π.χ. παράθυρα, ημιδιαφανείς τοίχοι, φωταγωγοί, στέγες κλπ. Σκοπός των διαχωρισμάτων αυτών είναι αφ' ενός ο αποκλεισμός του εσωτερικού χώρου από τις ατμοσφαιρικές επιδράσεις, αφ' ετέρου η ελεύθερη διέλευση του φυσικού φωτός και η ορατότητα προς τα έξω.

– Διάφορα εξαρτήματα ηλεκτρικών εγκαταστάσεων (π.χ. λαμπτήρες, φωτιστικά σώματα κλπ.).

– Μονώσεις θερμικές, ηχητικές, στεγανωτικές κλπ.

Ακολουθεί λεπτομερέστερη περιγραφή των κυριοτέρων δομικών εφαρμογών.

9.5.2 Υαλοπίνακες.

Κατασκευάζεται ένας μεγάλος αριθμός διαφόρων ειδών υαλοπινάκων που καλύπτουν πολλές και ανόμοιες απαιτήσεις της δομικής. Τα κυριότερα είδη υαλοπινάκων που χρησιμοποιούνται στη δομική είναι τα εξής:

α) Κοινοί υαλοπίνακες (τζάμια).

Κατασκευάζονται με έλξη ή ανέλκυση [(παρ. 9.2(4)] σε συνεχή ταινία ορισμένου πλάτους που κόβεται σε ορισμένα μήκη. Είναι λείοι και από τις δύο πλευρές, επίπεδοι και ισοπαχείς.

Οι υαλοπίνακες αυτοί έχουν σκληρότητα μεταξύ 6 και 7 της κλίμακας Mohs και δεν πρέπει να χαράσσονται με μύτη από χάλυβα.

Το πάχος τους ελέγχεται με παχύμετρο. Είναι όμως προτιμότερο να τοποθετούνται 10 υαλοπίνακες ο ένας επάνω στον άλλο και να μετρείται το συνολικό πάχος ώστε να προκύψει το μέσο πάχος του καθ' ενός.

Για να κοπεί ένα τζάμι χαράσσεται μια γραμμή με ένα διάμαντι ή μια χαλύβδινη ροδέλα, στην επιφάνειά του. Με μικρή ανύψωση μιας άκρης και μικρό κτύπημα κόβεται το τζάμι. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι η γραμμή αυτή επουλώνει (θρέφει) αν δεν γίνει η κοπή και αφαιθεί για κάποιο διάστημα.

Στους κοινούς υαλοπίνακες επιτρέπεται να υπάρχουν μικρά ελαττώματα. Τέτοια είναι ελαφρές γραμμώσεις (νερά) κατά τη διεύθυνση της έλξεως, μικρές φυσαλίδες, μικροί κόμποι και περιοχές με διαφορετικό δείκτη διαθλάσεως. Κατά την τοποθέτηση των υαλοπινάκων πρέπει οι γραμμώσεις να είναι οριζόντιες.



Σχ. 9.5α.
Κοινοί υαλοπίνακες μικρών διαστάσεων. Υαλοπίνακες υαλοστασίων.

Οι κοινοί υαλοπίνακες διακρίνονται σε ***λεπτούς*** με πάχος 1,75 - 2 mm και σε ***μεγάλου πάχους*** άνω των 3 mm.

Στο εμπόριο κυκλοφορούν τέσσερις κατηγορίες υαλοπινάκων που διαφοροποιούνται κυρίως από την ποιότητα της διαφάνειάς τους. Αυτοί είναι:

– ***Υαλοπίνακες υαλοστασίων***. Έχουν πάχος άνω των 2 mm και χρησιμοποιούνται σε υαλοστάσια κατοικιών μικρών διαστάσεων και χωρίς μεγάλες απαιτήσεις διαφάνειας (σχ. 9.5α).

– ***Υαλοπίνακες με επεξεργασμένες επιφάνειες***. Κατασκευάζονται με πάχη άνω των 3 mm και έχουν υποστεί απλή ή διπλή λείανση. Παρουσιάζουν πολύ καλύτερη διαφάνεια από τα προηγούμενα τζάμια και χρησιμοποιούνται για να καλύπτουν μεγάλα ανοίγματα (σχ. 9.5β και 9.5γ).

– ***Υαλοπίνακες επικαλύψεων***.

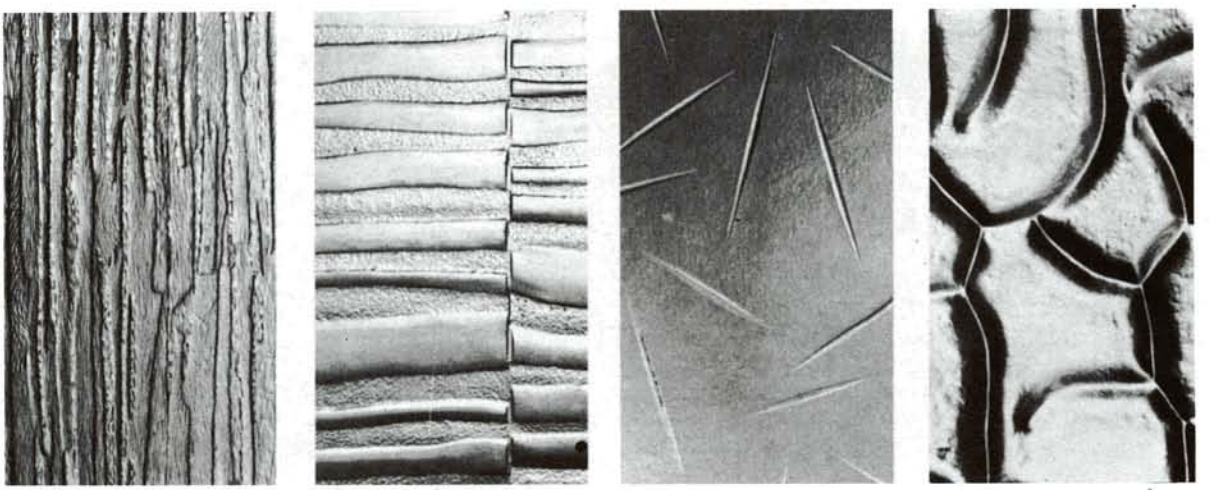
– ***Υαλοπίνακες θερμοκηπίων***.



Σχ. 9.5β.
Υαλοπίνακες μεγάλων διαστάσεων με επεξεργασμένες και τις δύο επιφάνειες.



Σχ. 9.5γ.
Υαλοπίνακες διπλής επεξεργασίας για στέγες.



Σχ. 9.5δ.
Σχέδια ανάγλυφα επί της μιας επιφάνειας των υαλοπινάκων.

Εκτός των διαφανών υαλοπινάκων κατασκευάζονται και ***ειδικοί*** κοινοί υαλοπίνακες. Είναι αδιαφανείς με μεταγενέστερη επεξεργασία. Σ' αυτή την κατηγορία ανήκουν:

– Οι θαμποί (ματ) υαλοπίνακες. Το θάμπωμα επιτυγχάνεται με αμμορριπή της μιας ή και των δύο επιφανειών ή με αέριο υδροφθορίου.

– Οι ανάγλυφοι με διάφορες διακοσμήσεις της επιφάνειάς τους (σχ. 9.5δ και 9.5στ) και οι έγχρωμοι υαλοπίνακες (σχ. 9.5ε).

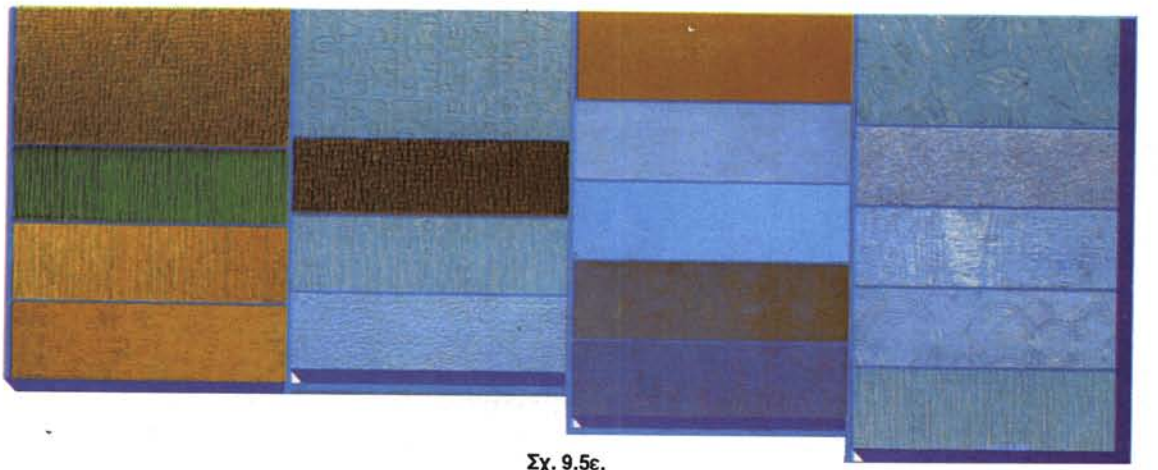
– Οι ταινιωτοί και αυλακωτοί υαλοπίνακες (σχ. 9.5δ).

– Οι υαλοπίνακες που κατασκευάζονται επί παραγγελία (σχ. 9.5ζ και 9.5η).

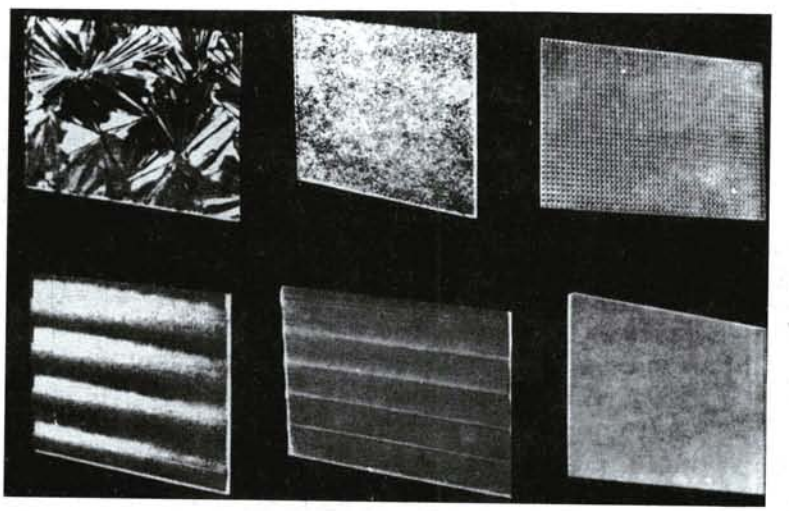
– Απλοί και οπλισμένοι υαλοπίνακες (σχ. 9.5θ).

Οι ειδικοί υαλοπίνακες χρησιμοποιούνται σε χώρους που απαιτείται μείωση της ορατότητας αλλά ελεύθερη διέλευση του φωτός. Τέτοιοι χώροι είναι αυτοί που γειτονεύουν με άσχημο περιβάλλον, που φωτίζουν λουτρά, W.C. κ.α.

Οι διαστάσεις των κοινών υαλοπινάκων



Σχ. 9.5ε.
Μεγάλη ποικιλία χρωματιστών υαλοπινάκων με σχέδια επί της μιας επιφάνειας.



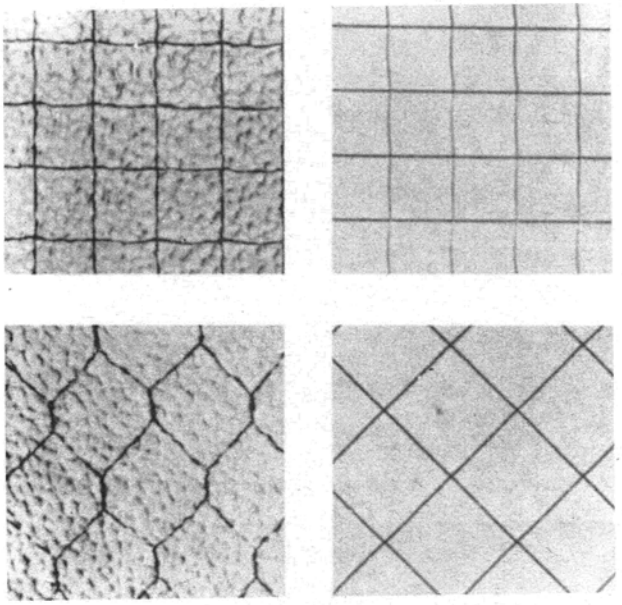
Σχ. 9.5στ.
Διάφοροι τύποι υαλοπινάκων διαμαντέ.



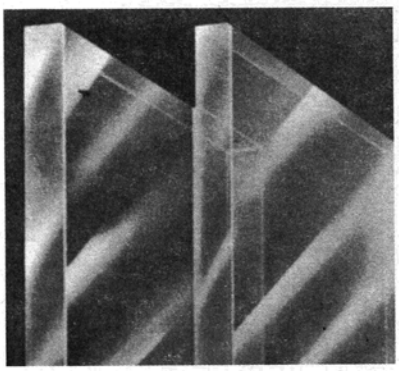
Σχ. 9.5ζ.
Υαλοπίνακες διαμαντέ κατασκευασμένοι επί παραγγελία.



Σχ. 9.5η.
Ολόσωμη θύρα από διαμαντέ υαλοπίνακα χωρίς πλαίσιο.



Σχ. 9.5θ.
Τύποι οπλισμένων υαλοπινάκων.



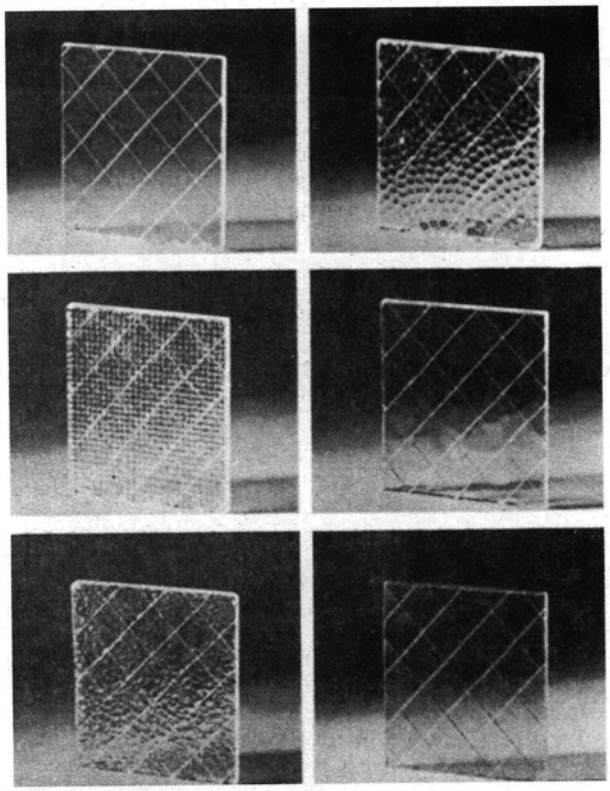
Σχ. 9.5ι.
Κρύσταλλα πάχους 3/16" (4,5 mm) και 1/32" (5,3 mm).

εξαρτώνται από το πάχος τους. Οι μέγιστες διαστάσεις έχουν ως εξής:

Υαλοπίνακες	Μέγιστες Διαστάσεις
– Λεπτοί μέχρι 2 mm	0,80 x 0,80.
– Μέσου πάχους 2,8 mm	1,32 x 2,60.
– Ενδιάμεσου πάχους 3,8 mm	1,88 x 3,00.
– Μεγάλου πάχους 4,5 mm	4,32 x 3,00.
5,5 mm	4,32 x 3,00.
6,5 mm	4,32 x 3,00.

β) Κρύσταλλα.

Η σύνθεση του μίγματος των πρώτων υλών είναι ιδιαίτερα προσεγμένη. Κατασκευάζονται με χύτευση και κυλίνδρωση και μετά τη στερεοποίηση υφίστανται στίλβωση και των δύο επιφανειών. Επίσης μπορεί να κατασκευαστούν



Σχ. 9.5ια.
Υαλοπίνακες-κρύσταλλα οπλισμένοι με λεπτά σύρματα.

και με τη μέθοδο του επιπλέοντος γυαλιού σε λιωμένο μέταλλο.

Η επιφάνειά τους δεν εμφανίζει κανένα ελάττωμα, είναι εντελώς επίπεδη και για τους λόγους αυτούς η διαφάνειά τους είναι τέλεια χωρίς παραμορφώσεις.

Παράγονται διάφορα είδη. Τα κυριότερα είναι:

– Κοινά κρύσταλλα με πάχη 5 έως 21 mm (σχ. 9.5ι).

– Ειδικά κρύσταλλα με πάχη 6, 8, 10 και 12 mm.

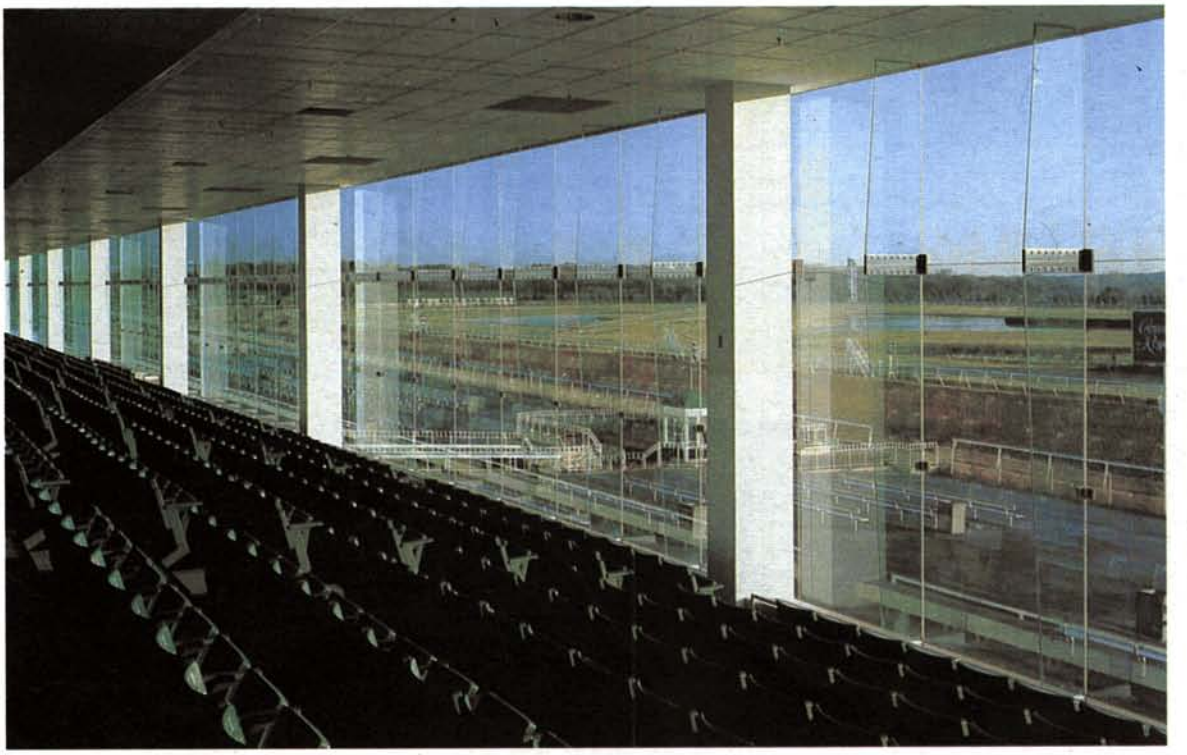
– Στιλβωμένες πλάκες με πάχη 38-42 mm.

– Οπλισμένα κρύσταλλα. Στη μάζα τους έχει ενσωματωθεί συρμάτινο πλέγμα. Είναι πυρασταλτικά (σχ. 9.5ια) και χρησιμοποιούνται όπου είναι αναγκαία η ασφάλεια έναντι του πυρός.

Γενικά τα κρύσταλλα χρησιμοποιούνται σε προθήκες (βιτρίνες), σε πολυτελή κτήρια (σχ. 9.5ιβ), σε τοιχώματα ενυδρίων και σαν πλάκες τραπεζιών (οι στιλβωμένες πλάκες κ.α.).

γ) Χυτοί υαλοπίνακες.

Οι υαλοπίνακες αυτής της κατηγορίας κατασκευάζονται με χύτευση. Η διαμόρφωση



Σχ. 9.5ι6.
Υαλοπίνακες-κρύσταλλα χωρίς μεταλλικά ή άλλου είδους πλαίσια σε πολυτελή κτήρια.

(στάμπωμα) της επιφάνειάς τους γίνεται με κυλίνδρωση. Μπορεί επίσης να κατασκευαστούν οπλισμένοι χυτοί υαλοπίνακες με εισαγωγή ενός συρμάτινου πλέγματος μέσα στην υαλομάζα. Η διαμόρφωση της μιας επιφάνειας με διάφορα ανάγλυφα κανονικά ή ακονόνιστα σχήματα (σχ. 9.5δ) γίνεται για να μειωθεί η διαφάνεια χωρίς να εμποδίζεται η διέλευση του φωτός. Είναι ισχυρότεροι των κοινών υαλοπινάκων διότι τα πάχη τους είναι μεγαλύτερα των 4 mm. Χρησιμοποιούνται τα εξής είδη:

– Χυτοί κοινοί υαλοπίνακες με αυλακωτή ή σφυρήλατη επιφάνεια. Έχουν πάχος μεταξύ 4 mm και 9 mm και διαστάσεις 2,00 x 4,50 cm (σχ. 9.5ζ).

– Διακοσμητικοί χυτοί υαλοπίνακες. Πάχος 3 έως 6 mm. Χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις που επιζητείται αδιαφάνεια αλλά ταυτόχρονα και καλή διαπερατότητα του φωτός.

– Οπλισμένοι χυτοί υαλοπίνακες με πάχη 4 έως 10 mm και διαστάσεις 2,00 x 4,50 m. Χρησιμοποιούνται σε φωταγωγούς στεγών κατοικιών, σε τζαμαρίες βιομηχανικών κτηρίων κ.α. Το μεταλλικό πλέγμα εμποδίζει την εύκολη θραύση τους και τη δημιουργία θραυσμάτων.

– Οπλισμένοι κυματοειδείς υαλοπίνακες.

– Υαλοπίνακες θερμοκηπίων με πάχη 3, 3,8, και 5 mm.

δ) Υαλοπίνακες ειδικών εφαρμογών.

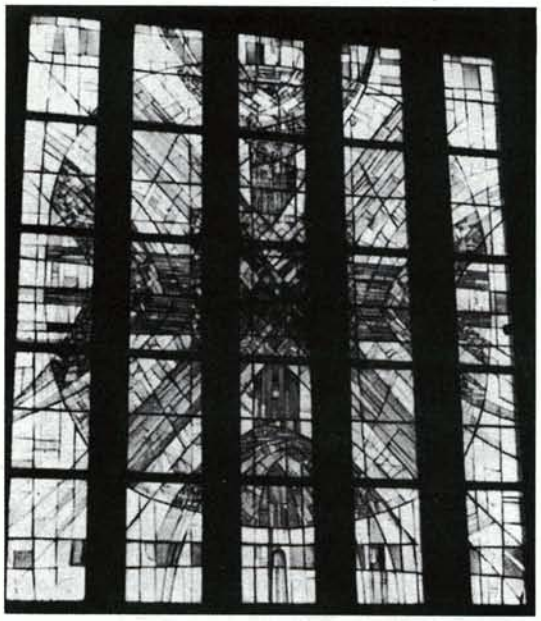
Κατασκευάζονται διάφορα είδη υαλοπινάκων που προορίζονται για ειδικές χρήσεις. Στο εμπόριο κυκλοφορούν:

– ***Χρωματιστοί υαλοπίνακες***. Το είδος αυτό κατασκευάζεται με εμφύσηση γιατί έτσι επιτυγχάνεται η πατίνα της παλαιότητας. Ο χρωματισμός επιτυγχάνεται με ανάμιξη των πρώτων υλών με ένα οξείδιο μετάλλου. Ο χρυσός δημιουργεί ένα βαθύ κόκκινο χρώμα (ρουμπίνι), το οξείδιο του κοβαλτίου ένα βαθύ μπλε, το οξείδιο του χρωμίου ένα έντονο πρασινοκίτρινο χρωματισμό.

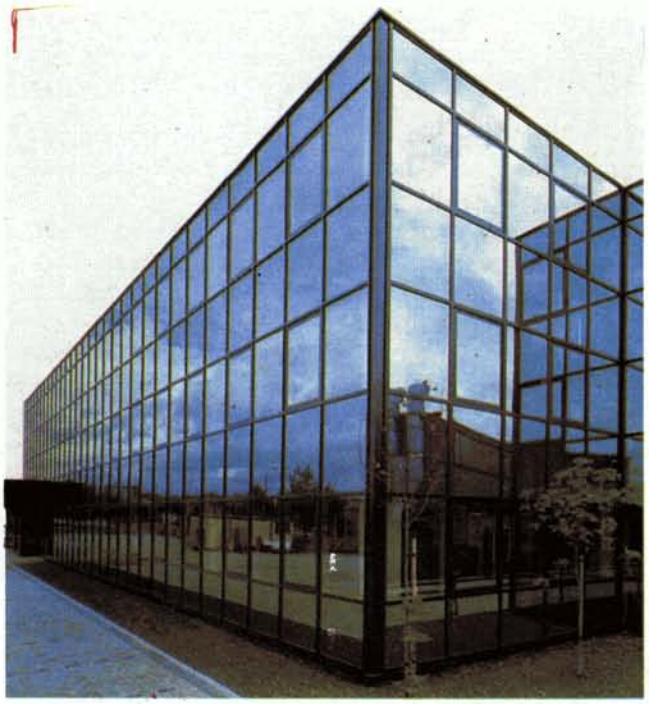
Με τέτοιους υαλοπίνακες κατασκευάζονται συνήθως διακοσμητικά σύνολα vitraux (σχ. 9.5ιγ) με γεωμετρικά σχήματα ή με παραστάσεις ζωγραφικής. Χρησιμοποιούνται σε εκκλησίες ή σε πολυτελείς κατοικίες.

– ***Υαλοπίνακες θερμικής προστασίας***. Κατασκευάζονται με χύτευση ή κυλίνδρωση υαλομάζας κοινών υαλοπινάκων ή κρυστάλλων. Διακρίνονται σε απορροφητικούς και σε ανακλαστικούς.

Στους απορροφητικούς η υαλομάζα είναι



Σχ. 9.5ιγ.
Με έγχρωμα τεμάχια υάλων δημιουργούνται αισθητικά σύνολα (Vitraux) που τοποθετούνται συνήθως σε παράθυρα ναών και σπανιότερα σε κατοικίες πολυτελείας.



Σχ. 9.5ιδ.
Κτήριο καλυμμένο με ανακλαστικούς υαλοπίνακες. Είναι έντονο το καθρέπτισμα του ουρανού και του περιβάλλοντος χώρου.

χρωματισμένη γκρι, μπρούντζινη ή πράσινη με διάφορα οξείδια. Ειδικά τα οξείδια του σιδήρου βοηθούν στη συγκράτηση των υπερύθρων ακτίνων. Γενικά η αντιηλιακή προστασία που προσφέρουν οφείλεται στην απορρόφηση ενός μέρους της υπέρυθρης ακτινοβολίας. Ο ελαφρός χρωματισμός των υαλοπινάκων είναι ορατός από έξω. Από μέσα γίνεται ελάχιστα αντιληπτός.

Στους ανακλαστικούς η εξωτερική επιφάνεια καλύπτεται με ένα ελαφρότατο στρώμα μεταλλικών οξειδίων. Έτσι η ηλιακή ακτινοβολία ανακλάται εν μέρει και μειώνεται η μετάδοση της θερμότητας στο εσωτερικό (σχ. 9.5ιδ).

Θερμοανακλαστικοί υαλοπίνακες είναι επίσης οι σύνθετοι υαλοπίνακες, οι υαλοπίνακες ασφαλείας και οι διπλοί υαλοπίνακες με στρώμα αέρα.

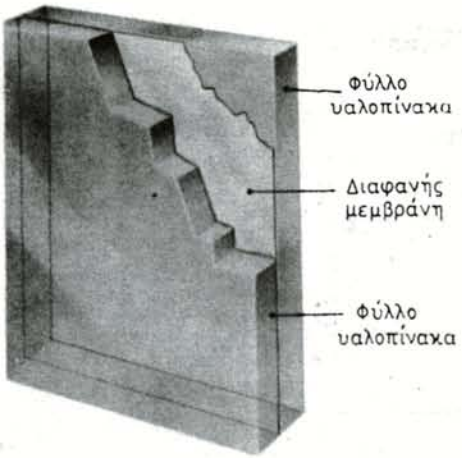
Οι σύνθετοι υαλοπίνακες πυριτικής προελεύσεως μεταξύ των οποίων τοποθετείται μια πολύ λεπτή διαφανής συνθετική μεμβράνη (π.χ. plexiglas) (σχ. 9.5ιε). Με ισχυρή συμπίεση σχηματίζεται ένας υαλοπίνακας ο οποίος, λόγω της μεμβράνης που θαμπώνει υπό την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας, αντανακλά τις ηλιακές ακτίνες. Οι υαλοπίνακες αυτοί δε θρυμματίζονται όταν υποστούν ισχυρή κρούση, απλώς ραγίζουν.

Επίσης κατασκευάζονται υαλοπίνακες για την προστασία έναντι της θερμότητας (θερμοπροστατευτικοί) και της φωτιάς (πυροπροστατευτικοί) με έκθεση σε ατμούς μετάλλου της εσωτερικής ή της εξωτερικής επιφάνειας του εξωτερικού τζαμιού αντιστοίχως (σχ. 9.5ιστ).

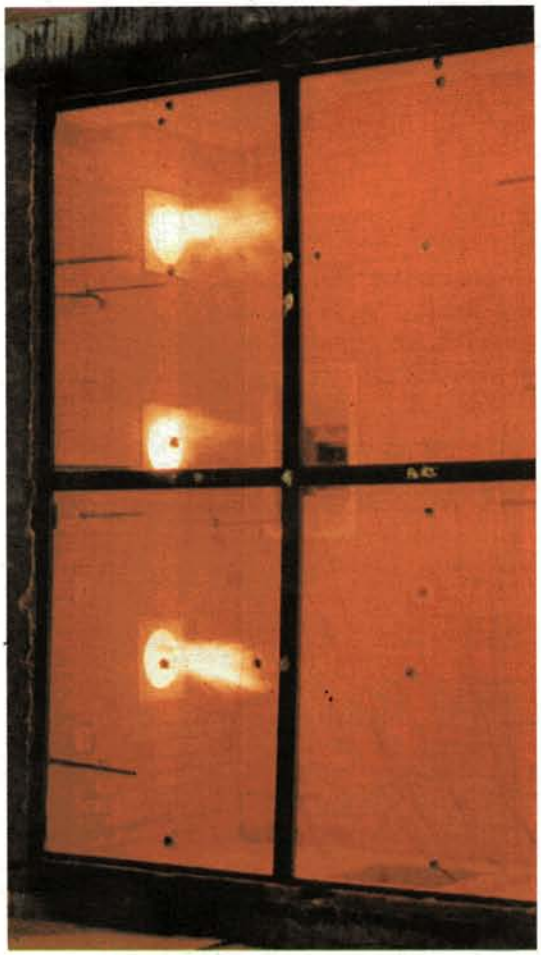
Οι υαλοπίνακες ασφαλείας έναντι υψηλών θερμοκρασιών είναι μονοί και έχουν υποστεί προένταση, έχουν δηλαδή αναπτυχθεί με διαφόρους μεθόδους στη μάζα τους ισχυρές τάσεις θλίψεως. Αντανακλούν την ακτινοβολία και απορροφούν ποσοστό 85% έως 90% της θερμότητας. Αντέχουν σε θερμοκρασία μέχρι +300°C. Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή κατά την τοποθέτησή τους στα μεταλλικά πλαίσια που τους συγκρατούν και πρέπει να χρησιμοποιείται ειδικός στόκος ανθεκτικός σε υψηλές θερμοκρασίες.

Οι διπλοί υαλοπίνακες με ενδιάμεσο στρώμα ξηρού αέρα αποτελούνται από δύο υαλοπίνακες που απέχουν μεταξύ τους μερικά χιλιοστά. Είναι αντιηλιακοί υαλοπίνακες με αυξημένες θερμομονωτικές και ηχομονωτικές ιδιότητες (σχ. 9.5ιζ).

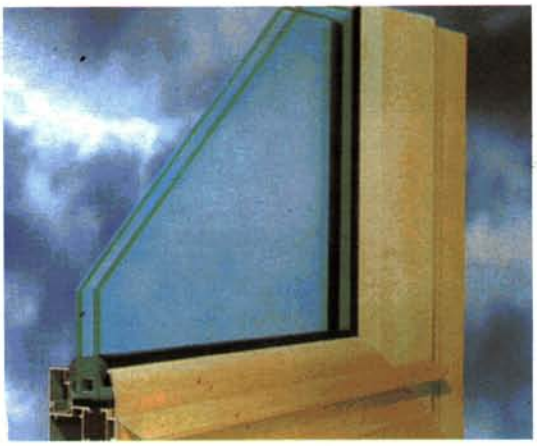
– ***Υαλοπίνακες με επικάλυψη***. Κατασκευάζονται από κοινό γυαλί. Η μια επιφάνειά τους καλύπτεται με ένα λεπτό χρωματιστό στρώμα γυαλιού. Επίσης μπορεί να έχει επικαλυφθεί η μια επιφάνειά τους με ένα λευκό χρώμα της λευκής πορσελάνης, όταν όμως φωτιστεί επιτρέπει να περάσει το 20 έως 30% του φωτός.



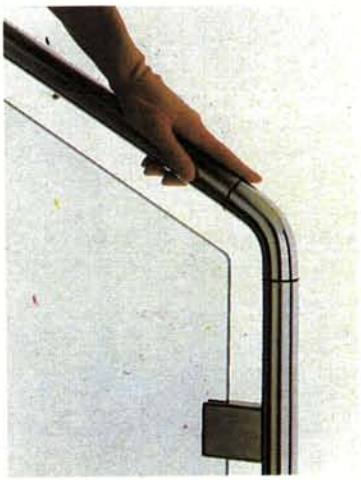
Σχ. 9.5ιε.
Σύνθετος υαλοπίνακας. Διακρίνεται η διαφανής μεμβράνη που παρεμβάλλεται μεταξύ δύο πινάκων.



Σχ. 9.5ιστ.
Πόρτα με υαλοπίνακες ασφαλείας που εμποδίζουν τη μετάδοση της φωτιάς από ένα χώρο σε άλλον. Αντέχουν σε ισχυρά κτυπήματα και επιτρέπουν την ορατότητα προς το χώρο που καίγεται.



Σχ. 9.5ιζ.
Διπλοί υαλοπίνακες με κενό μεταξύ τους πλήρες ξηρού αέρα. Παρουσιάζουν ισχυρές θερμοακουστικές ιδιότητες.



Σχ. 9.5ιη.
Στηθαίο κλιμακοστασίου με υαλοπίνακα ασφαλείας.

ε) Υαλοπίνακες ασφαλείας.

– Οπλισμένοι με συρμάτινα πλέγματα. Αναφέρθηκαν προηγουμένως [παράγρ. 9.5.2 (α) και (γ)].

– Σύνθετοι υαλοπίνακες ασφαλείας. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως έχουν υποστεί ειδική επεξεργασία και όταν υποστούν κρούση απλώς ραγίζουν και συγκρατούν τα θραύσματα, τα οποία στους απλούς υαλοπίνακες μπορούν να προκαλέσουν τραυματισμούς λόγω της αιχμηρότητάς τους. Εάν ο υαλοπίνακας αποτελείται από τρία ή τέσσερα υαλόφυλλα με ενδιάμεσες μεμβράνες μεγάλης ελαστικότητας, παρέχει ιδιαίτερα αυξημένη ασφάλεια. Χρησιμοποιούνται σε παράθυρα που ανήκουν σε χώρους υψηλής προστασίας, σε τζαμωτά χωρίσματα σε προθήκες, σε στηθαία κλιμακοστασίων (σχ. 9.5ιη και 9.5κβ) κλπ.

Για μεγαλύτερη ασφάλεια κατασκευάζονται και οπλισμένοι σύνθετοι υαλοπίνακες.

– Θωρακισμένοι υαλοπίνακες. Είναι ειδικοί υαλοπίνακες που χρησιμοποιούνται στα ταμεία τραπεζών. Σε πάχη μεγαλύτερα των 25 mm είναι αλεξίσφαιροι (σχ. 9.5ιθ).

– Προεντεταμένοι υαλοπίνακες ασφαλείας. Εκτός από τους υαλοπίνακες αυτής της κατηγορίας που χρησιμοποιούνται για θερμοπροστασία κατασκευάζονται και άλλου τύπου με προένταση υαλοπινάκων από κρύσταλλο. Με την επεξεργασία αυτή επιτυγχάνεται σημαντική βελτίωση διαφόρων ιδιοτήτων. Συγκεκριμένα αυξάνονται:

– Η καμπτική αντοχή στο πενταπλάσιο.

– Η ικανότητα κάμψεως και στρεβλώσεως.

– Η ανθεκτικότητα σε απότομες μεταβολές της θερμοκρασίας (άνω των 200°C).

– Η αντοχή σε κρούση. Απαιτείται εξαιρετικά ισχυρό κτύπημα για να υπερνικηθεί η συνοχή των μορίων του υαλοπίνακα (σχ. 9.5κ).

– Επίσης κατά τη θραύση τους δεν σχηματίζονται μεγάλα αιχμηρά θραύσματα (σχ. 9.5κ), αλλά μικρά σαν μπιζέλια (σχ. 9.5κα). Οι υαλοπίνακες αυτοί δεν μπορεί να κοπούν και για το λόγο αυτό πρέπει να παραγγέλνονται στις απαιτούμενες διαστάσεις. Χρησιμοποιούνται σε διάφορες κατασκευές. Κυρίως όμως κατασκευάζονται με αυτούς υαλόθυρες χωρίς πλαίσιο. Μέγιστες διαστάσεις 240 x 340 και 200 x 450 cm.

στ) Θερμομονωτικά στοιχεία.

Πρόκειται για σύνθετα στοιχεία από υαλοπίνακες και μεταλλικές λωρίδες που κατασκευάζονται βιομηχανικά και τοποθετούνται χωρίς καμιά κατεργασία στο έργο (σχ. 9.5κγ).

Αποτελούνται από δύο ή τρεις υαλοπίνακες που απέχουν μεταξύ τους από 6 έως 12 mm. Το κενό που δημιουργείται κλείνεται περιμετρικά αεροστεγώς με κατάλληλη διάταξη λωρίδων χαλκού και μολύβδου. Η λωρίδα του μολύβδου που γεφυρώνει το κενό, που κρατάει δηλαδή σταθερή την απόσταση μεταξύ των υαλοπινάκων, κολλιέται με καλάι σε δύο επικασσιτερωμένες χάλκινες λωρίδες που δημιουργούνται περιμετρικώς σε κάθε υαλοπίνακα. Έτσι το κενό κλείνεται αεροστεγώς και το στρώμα του αέρα που είναι εντελώς ξηρός δημιουργεί πολύ καλή μόνωση ήχου και θερμότητας. Επίσης το αεροστεγές κλείσιμο του αέρα δεν επιτρέπει την είσοδο στο χώρο μεταξύ των υαλοπινάκων υδρατμών και κατά συνέπεια αποφεύγεται το θάμπωμα.

Για την κατασκευή των στοιχείων αυτών μπορεί να χρησιμοποιηθούν κοινοί υαλοπίνακες, υαλοκρύσταλλα, υαλοπίνακες χυτοί, υαλοπίνακες θερμοπροστασίας καθώς και υαλοπίνακες ασφαλείας. Είναι φανερό ότι με τη χρησιμοποίηση ειδικών υαλοπινάκων αυξάνονται σημαντικά οι μονωτικές ιδιότητες του στοιχείου.



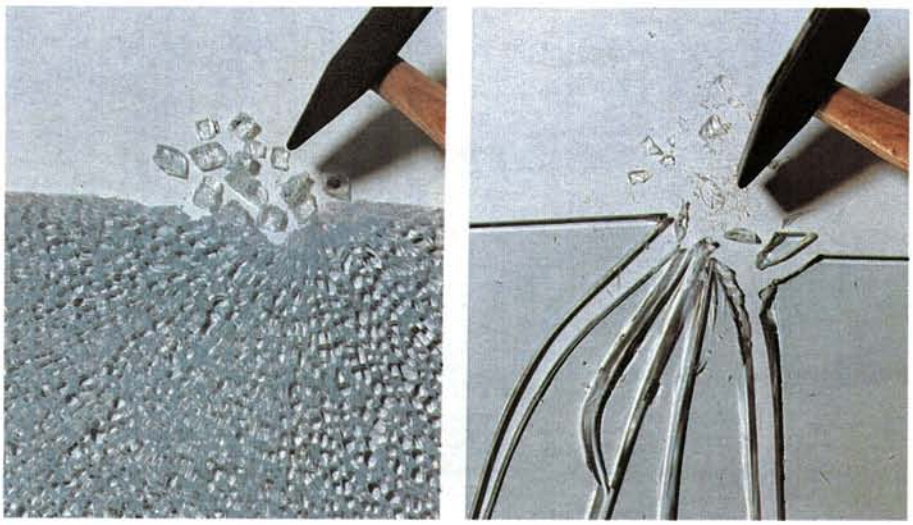
Σχ. 9.5ιθ.
Αλεξίσφαιρος υαλοπίνακας.

Οι υαλοπίνακες μπορεί να είναι ισοπαχείς ή ανισοπαχείς. Σε πολλά συστήματα οι κατασκευαστές χρησιμοποιούν εξωτερικά υαλοπίνακα παχύτερο από τον εσωτερικό. Με τους υαλοπίνακες αυτούς που τοποθετούνται επί καταλλήλου μεταλλικού σκελετού κατασκευάζονται οι εξωτερικοί τοίχοι πολλών κτηρίων (υαλοπετάσματα). Τα υαλοπετάσματα εφαρμόζονται ευρύτατα σε πολυώροφα συνήθως κτήρια (σχ. 9.5κδ και 9.5κε).

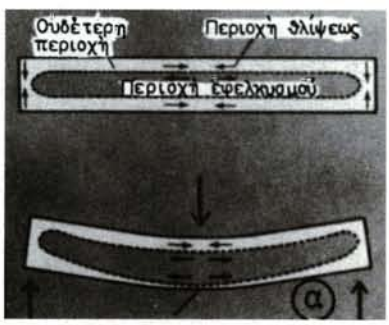
9.5.3 Υαλόπλακες και υαλόπλινθοι.

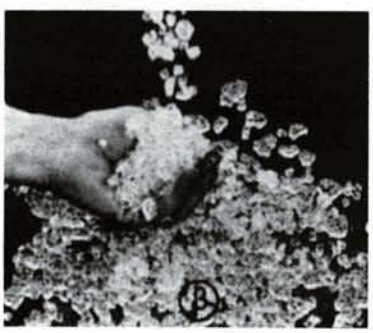
Κατασκευάζονται από κοινό ή χρωματιστό γυαλί διάφορα δομικά υλικά κατ' απομίμηση των γνωστών τεχνητών λίθων. Τα κυριότερα είναι υαλόπλακες, υαλόπλινθοι, κεραμίδια και πλακίδια. Δεν χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα λόγω της μικρής σχετικά αντοχής τους σε κρούση και της υψηλότερης τιμής τους από τους τεχνητούς λίθους. Απαιραίτητη όμως είναι η χρησιμοποίησή τους σε τοίχους ή οροφές κτηρίων που δε μπορεί να έχουν ανοίγματα αλλά απαιτείται η διέλευση του φωτός.

Η κατασκευή τους γίνεται με χύτευση και πρεσσάρισμα. Παλαιότερα οι κοίλοι υαλόπλινθοι κατασκευάζονταν με τη μέθοδο της εμφυσήσεως.



Σχ. 9.5κ.
Αριστερά υαλοπίνακας μεγάλης αντοχής σε κρούση που δεν ραγίζει. Δεξιά κοινός υαλοπίνακας που ύστερα από ελαφρά κρούση μετατρέπεται σε αιχμηρά τεμάχια.



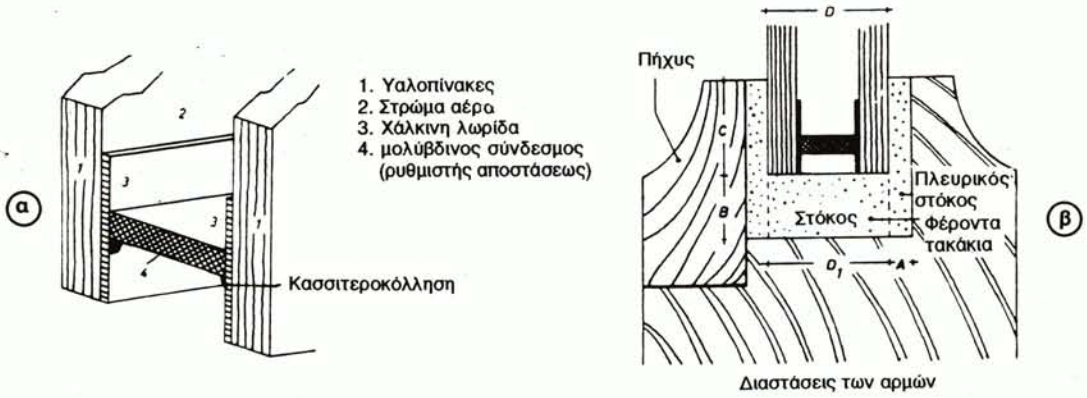


Σχ. 9.5κα.
Υαλοπίνακας ασφαλείας υπό προένταση. Μετά τη θραύση του από ισχυρό κτύπημα μετατρέπεται σε μικρά σφαιρικά σχεδόν θραύσματα ακίνδυνα για τον άνθρωπο.

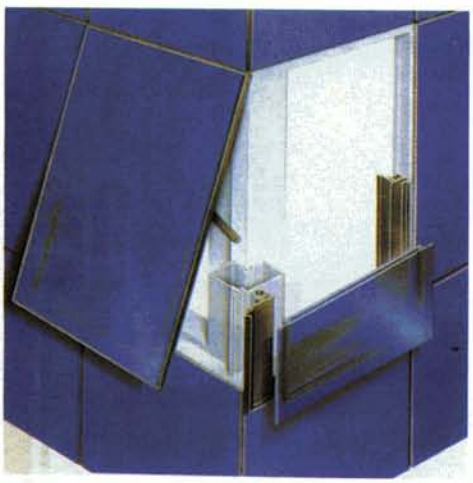




Σχ. 9.5κβ.
Υαλοπίνακες ασφαλείας τοποθετούνται σε στηθαία βεραντών και εξωστών.



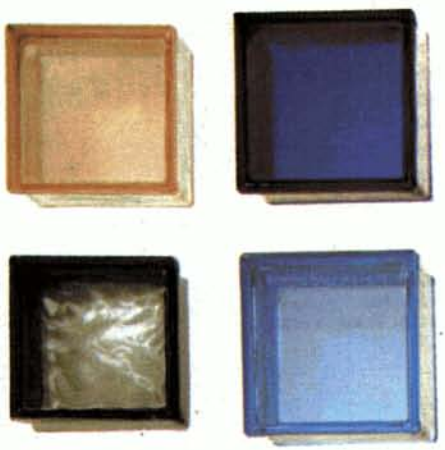
Σχ. 9.5κγ.
Ένας τύπος θερμομονωτικής μονάδας.
α) Διάταξη και στεγανοποίηση της μονάδας. β) Τοποθέτησή της στο πλαίσιο (ξύλινο εδώ) του παραθύρου.



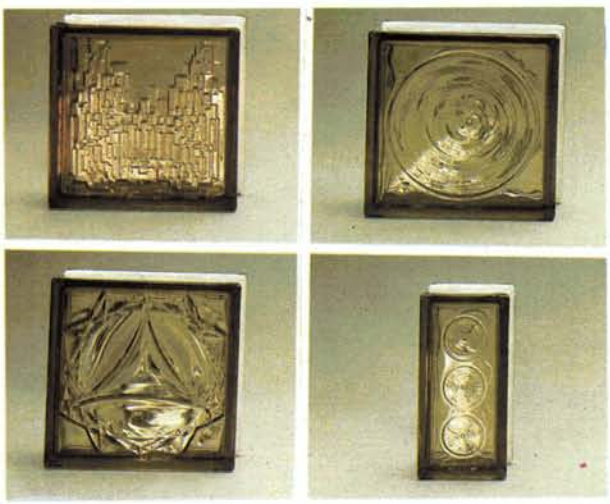
Σχ. 9.5κδ.
Θερμομονωτική μονάδα τοποθετούμενη επί κατάλληλου μεταλλικού σκελετού σε εξωτερικό τοίχο κτηρίου.



Σχ. 9.5κε.
Πολυώροφο κτήριο με προσόψεις διαμορφωμένες με υαλοπετάσματα.



Σχ. 9.5κστ.
Έγχρωμοι υαλόπλινθοι.



Σχ. 9.5κζ.
Υαλόπλινθοι με ανάγλυφα σχέδια. Οι διαστάσεις ποικίλλουν. Οι συνηθέστερες είναι: 190 x 190 x 80 mm, 240 x 240 80 mm, 240 x 115 x 80 mm κ.α.

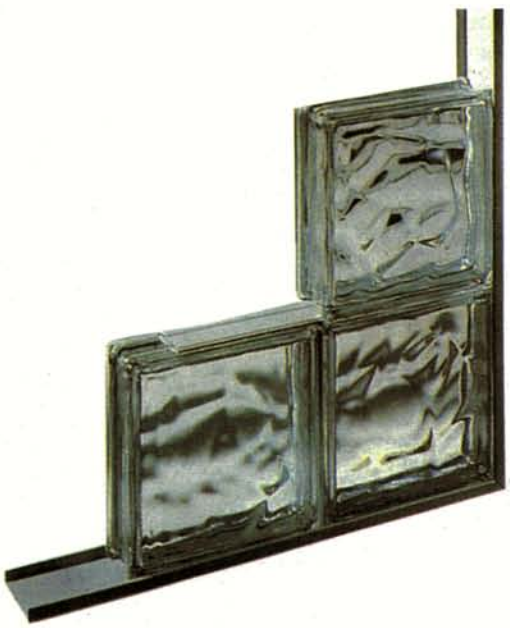
α) Υαλόπλινθοι (υαλότουβλα).

Κατασκευάζονται κοίλοι ή συμπαγείς υαλόπλινθοι. Οι κοίλοι υαλόπλινθοι αποτελούνται από δυο χυτοπρεσσαριστά κομμάτια που συγκολλούνται με πίεση εν θερμώ. Με την ψύξη σχηματίζεται κενό με αραιωμένο αέρα που δημιουργεί άριστη θερμομόνωση και ηχομόνωση. Το σχήμα τους είναι τετράγωνο ή ορθογώνιο και γενικά μπορεί να έχουν διάφορα σχέδια ανάγλυφα ή να είναι επίπεδα και λεία. Επίσης κατασκευάζονται υαλόπλινθοι έγχρωμοι (σχ. 9.5κστ και 9.5κζ).

Συμπαγείς υαλόπλινθοι κατασκευάζονται με επιφάνεια λεία ή ανάγλυφη και χρησιμοποιούνται συνήθως σε εσωτερικούς τοίχους. Οι υαλόπλινθοι τοποθετούνται με την βοήθεια μεταλλικών λωρίδων (σχ. 9.5κη) ή κτίζονται όπως οι κοινοί πλίνθοι (τούβλα) με κονίαμα (σχ. 9.5κθ και 9.5λ).

β) Υαλόπλακες.

Χυτοπρεσσαριστά υλικά. Στη μια πλευρά έχουν ανάγλυφα σχήματα για την καλύτερη κατανομή του φωτός ενώ η άλλη πλευρά είναι ανώμαλη για αντιολισθητική προστασία. Η μορφή τους είναι τετράγωνη ή στρογγυλή. Το μικρότερο πάχος τους είναι 20 mm. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα με το οποίο ενσωματώνονται για τη δημιουργία φωταγωγών (σχ. 9.5λα).



Σχ. 9.5κη.
Δόμηση υαλοπλίνθων με τη βοήθεια μεταλλικών λωρίδων.



Σχ. 9.5κθ.
Δόμηση υαλοπλίνθων με κονίαμα.



Σχ. 9.5λ.
Τοίχος κατασκευασμένος με υαλοπλίνθους.



Σχ. 9.5λα.
Υαλόπλακες. Είναι κατά κανόνα καίλες, τετραγωνικής ή κυλινδρικής μορφής. Ενσωματώνονται σε πλάκες από οπλισμένο σκυρόδεμα και έτσι δημιουργούνται επίπεδοι φωταγωγοί.

γ) Γυάλινα κεραμίδια.

Είναι χυτοπρεσσαριστές απομιμήσεις των τεχνητών κεραμιδιών. Έχουν λείες επιφάνειες με μορφή ρωμαϊκών, βυζαντινών, γαλλικών, γερμανικών κλπ. κεραμιδιών.

δ) Γυάλινα πλακίδια.

Έχουν πάχος 2 έως 3 mm και διαστάσεις 20 x 20 ή 30 x 30 cm. Κατασκευάζονται έγχρωμα με διάφορους χρωματισμούς. Χρησιμοποιούνται για επενδύσεις τοίχων.

9.5.4 Υλικά ηλεκτρικών δικτύων.

Χάρη στη μεγάλη ηλεκτρομονωτική ικανότητα και τις διηλεκτρικές ιδιότητές του, το γυαλί χρησιμοποιείται για την κατασκευή διαφόρων υλικών απαραιτήτων στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις. Οι κυριότερες κατηγορίες αυτών των υλικών είναι:

1) ***Λαμπτήρες***. Κυκλοφορεί ένα πλήθος λαμπτήρων με διάφορα σχήματα και χρώματα. Κοινοί σφαιρικού ή ελλειπτικού σχήματος, διαφανείς, έγχρωμοι ή γαλακτώδεις, σωληνωτοί φθορισμού διαφανείς ή έγχρωμοι (σχ. 9.5λβ)

2) ***Ανακλαστήρες φωτός***. Με το συνδυασμό ανακλαστικών επιφανειών αντανακλούν το φως και το συγκεντρώνουν σε ορισμένη επιφάνεια.

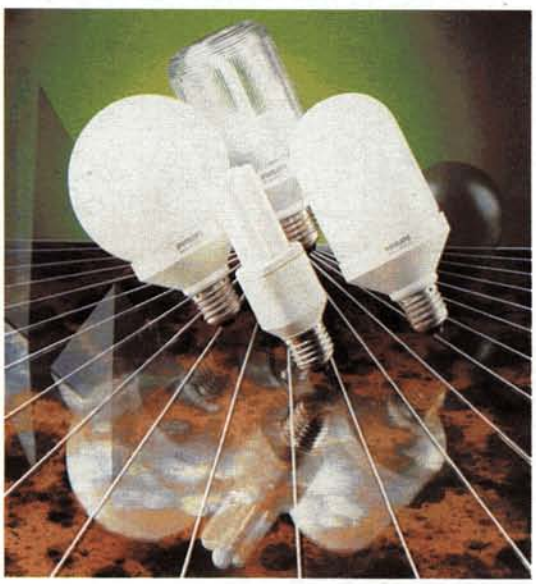
3) ***Καλύπτρες φωτιστικών σωμάτων***. Κατασκευάζονται από γαλακτώδες γυαλί. Τοποθετούνται σε τοίχους, οροφές ή αναρτώνται (σχ. 9.5λγ). Σκοπός των καλύπτρων είναι η διάχυση και η ομοιόμορφη κατανομή του φωτός ηλεκτρικών πινάκων κλπ.

4) ***Καλύμματα διακοπτών***, σημείων λήψεως ρεύματος (πρίζες), πλάκες ηλεκτρικών πινάκων κλπ.

5) ***Πλήθος μικροεξαρτημάτων*** ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών κυκλωμάτων.

9.5.5 Μονωτικά υλικά.

Εκτός των θερμομονωτικών και ηχομονωτι-



α



β

Σχ. 9.5λδ.
Λαμπτήρες: α) Στρογγυλοί και κυλινδρικοί. β) Σωληνωτοί.



α



β

Σχ. 9.5λγ.
Καλύπτρες λαμπτήρων: α) Οροφής. β) Τοίχου.

κών υαλοπινάκων που αναφέρθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους, κατασκευάζονται από γυαλί υλικά με ισχυρότερη θερμική και ηχητική μόνωση και υλικά για προστατευτικές επικαλύψεις διαφόρων δομικών στοιχείων. Οι κυριότερες κατηγορίες αυτών των υλικών είναι:

α) Μονωτικά έναντι θερμότητας και ήχου.

Χρησιμοποιείται το γυαλί με δύο μορφές.

– ***Ινώδης μορφή.*** Είναι γνωστή με το όνομα υαλοβάμβακας ή υαλόμαλλο. Οι ίνες κατασκευάζονται ως εξής: Η ρευστή υαλοζύμη εισάγεται σε ταχέως περιστρεφόμενους δίσκους εντός κλειστών δοχείων. Λόγω της φυγόκεντρης δυνάμεως διασκορπίζεται σε λεπτές ίνες διαμέτρου 0,03 έως 0,08 mm. Οι ίνες με πίεση, που το μέγεθός της εξαρτάται από το υλικό που πρόκειται να παραχθεί, μετατρέπονται σε ελαφρές πλάκες ή ταινίες διαφόρων παχών από τις οποίες εν συνεχεία κατασκευάζονται:

Υαλοπιλήματα με πάχος έως 1 cm (σχ. 9.5λδ).

Υαλοπαπλώματα με πάχος 2 έως 4 cm (σχ. 9.5λδ).

Υαλοκαλύμματα σωλήνων διαφόρων διαμέτρων.

Το φαινόμενο βάρος αυτών των υλικών κυμαίνεται ανάλογα με την πίεση που έχουν υποστεί οι ίνες μεταξύ 30 και 150 kp/m^3. Ο συντελεστής θερμοαγωγιμότητας των υλικών αυτών είναι εξαιρετικά χαμηλός.

Είναι άκαυστα όπως ο αμίαντος και δεν χάνουν τη μονωτική τους ιδιότητα σε πολύ υψηλές ή πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, πράγμα που δεν συμβαίνει σε πολλά άλλα μονωτικά υλικά.

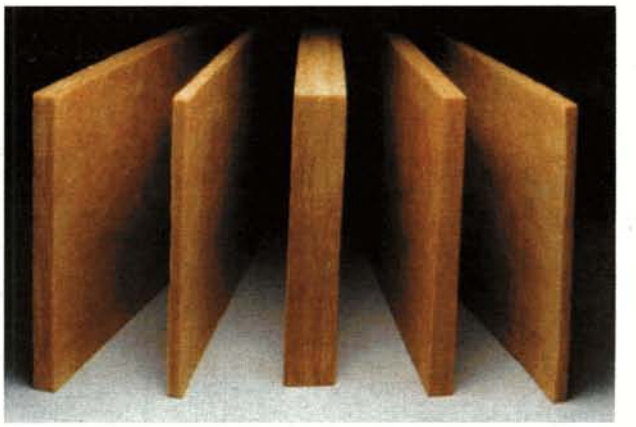
Αντέχουν στις χημικές επιδράσεις και δεν απορροφούν υγρασία (μη υγροσκοπικά υλικά).

Χρησιμοποιούνται ευρύτατα για θερμικές μονώσεις οικοδομών, ψυκτικών θαλάμων, λεβήτων, σωληνώσεων υλικών που προορίζονται για μονώσεις.

– ***Κυψελωτή μορφή.*** Με κατάλληλη μέθοδο δημιουργείται στη μάζα της υαλοζύμης μεγάλος αριθμός κυψελών γεμάτων με αέρα. Οι κυψέλες αυτές δεν επικοινωνούν μεταξύ τους διότι παρεμβάλλεται ένα λεπτό γυάλινο διάφραγμα. Κατασκευάζονται κατ' αρχή μεγάλα τεμάχια, τα οποία κόβονται με σιδηροπρίονο στις επιθυμητές διαστάσεις. Το φαινόμενο βάρος του υλικού αυτού είναι περίπου 140 kp/m^3. Χρησιμοποιείται κυρίως για θερμομόνωση ταρατσών.

β) Προστατευτικό υλικό έναντι διαβρώσεως.

Για την προστασία δοχείων και δεξαμενών από χάλυβα έναντι της επιδράσεως διαφόρων διαβρωτικών ουσιών χρησιμοποιείται το γυαλί με τη μορφή δέρματος. Δημιουργείται δηλαδή με κατάλληλες μεθόδους επί της επιφάνειας που πρόκειται να προστατευθεί, ένα υαλώδες σμάλτο. Ανάλογα με το πάχος του, τις τυχόν κακοτεχνίες και το είδος της χημικής ουσίας από την οποία προέρχεται ο κίνδυνος, το δέρμα αυτό προστατεύει μερικώς ή πλήρως την επιφάνεια.



Σχ. 9.5λδ.
Υαλοπιλήματα και υαλοπαπλώματα.

γ) Συγκολλητικό υλικό.

Με υγρή μορφή το γυαλί, κυκλοφορεί με το όνομα υδρύαλος και χρησιμοποιείται κυρίως ως συγκολλητικό διαφόρων κόκκων.

Παρασκευάζεται με το σβήσιμο σε νερό του λιωμένου σε θερμοκρασία 1500°C γυαλιού. Με το σβήσιμο αυτό, το λιωμένο γυαλί γίνεται διαλυτό στο νερό και λαμβάνεται ένα διάλυμα, η υδρύαλος. Μετά την εξάτμιση του νερού η υδρύαλος αποκτά υαλώδη σύσταση.

Η βασική ιδιότητα της υδρυάλου, επάνω στην οποία στηρίζονται οι εφαρμογές της είναι η διάσπαση και η στερεοποίηση που υφίσταται όταν έλθει σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα.

Οι δομικές εφαρμογές της υδρυάλου είναι οι εξής:

– Αναμιγνύεται με κονιάματα για την αύξηση της σκληρότητας, της στεγανότητας και της αντοχής τους έναντι τριβών.

– Παρασκευάζεται λιθόκολλα εξαιρετικής ποιότητας με την ανάμιξη ασβεστολιθικής σκόνης με υδρύαλο.

– Ενισχύονται τα οδοστρώματα και μειώνεται η λόγω της τριβής παραγόμενη σκόνη.

– Παρασκευάζονται ειδικά χρώματα που προορίζονται κυρίως για τη βαφή των επιφανειών στοιχείων από τσιμεντοκονίαμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

10.1 Εισαγωγή.

10.1.1 Γενικά χαρακτηριστικά.

Στην κατηγορία των πλαστικών ανήκει ένα μεγάλο πλήθος δομικών υλικών ποικίλων χρήσεων. Τα υλικά αυτά παρόλο που ανήκουν στην ίδια κατηγορία παρουσιάζουν μεταξύ τους τεράστιες διαφορές τόσο ως προς την κατάσταση (στερεή ή υγρή) και τη μορφή με την οποία χρησιμοποιούνται, όσο και προς τις ιδιότητες τις οποίες εκδηλώνουν.

Κατασκευάζονται υφάνσιμες ίνες, βερνίκια, χρώματα, συνδετικά υλικά (κόλλες), υγρά διαποτισμού άλλων σωμάτων (κυρίως ξύλου και χάρτου), καουτσούκ, μονωτικά έναντι του ήχου, της υγρασίας, της θερμότητας και του ηλεκτρισμού, στερεά υλικά με διαφάνεια μεγαλύτερη από το γυαλί, στερεά σώματα τελείως αδιαφανή, υλικά μεγάλης πυκνότητας και υλικά σπογγώδη, υλικά με αυξημένες μηχανικές ιδιότητες σε εφελκυσμό, θλίψη και σκληρότητα και πλήθος άλλων υλικών.

Όλα αυτά τα τόσο ανόμοια υλικά έχουν μερικά κοινά χαρακτηριστικά που δεν είναι δυνατόν να εντοπιστούν εύκολα και απαιτείται εργαστηριακή έρευνα για τον προσδιορισμό τους. Τα χαρακτηριστικά αυτά αποτελούν το κριτήριο υπαγωγής των υλικών αυτών στην ενιαία κατηγορία των ***πλαστικών***.

Τα κυριότερα από τα χαρακτηριστικά αυτά είναι τα εξής δύο:

1) Η ***φυσικοχημική σύνθεση*** των βασικών συστατικών τους, τα οποία καλούνται ***ρητίνες***. Το μόριο των ρητινών αποτελείται από ένα μεγάλο αριθμό μικροτέρων μορίων μιας άλλης τελείως διαφορετικής ουσίας. Ο αριθμός των μικρών αυτών μορίων μπορεί σε ορισμένες ρητίνες να φθάσει σε μερικές εκατοντάδες χιλιάδες (βλ. πίνακα 10.1.1) και γι' αυτό το λόγο το μόριο των ρητινών καλείται ***μεγαλομόριο*** (σχ. 10.1α).

Σε αντίθεση προς τα μεγαλομόρια των ρητινών, τα μόρια των άλλων δομικών υλικών αποτελούνται από ένα ή μερικές δεκάδες μόρια της ίδιας όμως συστάσεως με το τελικό μόριο των υλικών (σχ. 10.1β).

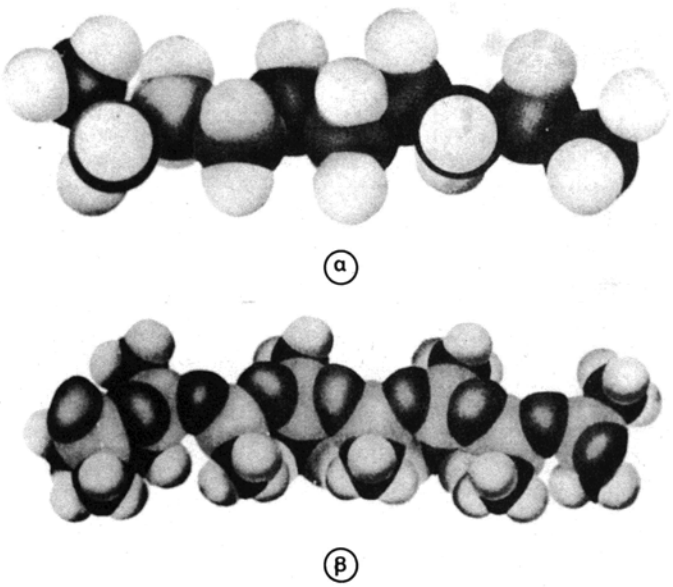
Η νέα ύλη, δηλαδή η ρητίνη, που αποτελείται από μεγαλομόρια ονομάζεται ***πολυμερές***. Τα μικρότερα από αυτά τα μόρια από τα οποία αποτελείται το πολυμερές καλούνται ***μονομερή***.

Οι ρητίνες που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των πλαστικών είναι κατά κανόνα τεχνητές. Παρασκευάζονται δηλαδή από τη χημική βιομηχανία. Υπάρχουν όμως και φυσικά μεγαλομόρια όπως η κυτταρίνη που αποτελεί βασικό συστατικό του ξύλου και των φυτών, το μετάξι, καουτσούκ κ.ά. Χρησιμοποιούνται και αυτά για την κατασκευή δομικών υλικών όπως π.χ. το ξύλο του οποίου η ινώδης μορφή οφείλεται στο μεγαλομόριο της κυτταρίνης.

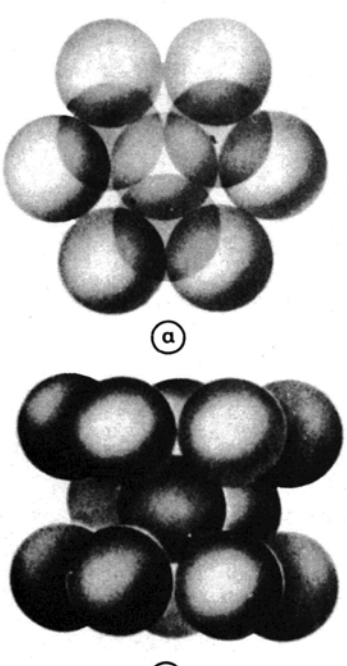
2) Η ***πλαστικότητα*** την οποία εκδηλώ-

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.1.1
Μοριακό βάρος μερικών πλαστικών ουσιών (ρητινών)

α/α	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



Σχ. 10.1α.
Στερεομετρική παράσταση μεγαλομορίου. α) Μεγαλομόριο της συνθετικής ρητίνης πολυαιθυλένιο. Αποτελείται από μεγάλο αριθμό μορίων του αιθυλενίου που είναι αέριο. Το μόριο του αιθυλενίου αποτελείται από δύο άτομα άνθρακα (σκούρες σφαίρες) και τέσσερα άτομα υδρογόνου (άσπρες σφαίρες). β) Μεγαλομόριο της συνθετικής ρητίνης σιλικόνη. Αποτελείται από πολλά όμοια μόρια που το καθένα έχει ένα άτομο πυριτίου (γκρι χρώμα), ένα άτομο οξυγόνου (σκούρο χρώμα), δύο άτομα άνθρακα (μαύρο) και έξι άτομα υδρογόνου (άσπρο). Οι ιδιότητες του πολυαιθυλενίου και της σιλικόνης είναι τελείως διαφορετικές από τις ιδιότητες του αιθυλενίου και των μορίων που αποτελούν τη σιλικόνη.



Σχ. 10.1β.
Σχηματική παράσταση μορίου κρυσταλλικού σώματος. Εκδηλώνει τις ίδιες ιδιότητες με τα μόρια (σφαίρες στο σχήμα) από τα οποία αποτελείται. α) Κάτοψη. β) Πλάγια όψη.

νουν σε κάποιο στάδιο της παρασκευής τους. Υπό την ενέργεια θερμοκρασίας ή πιέσεως ή και των δύο συγχρόνως είναι δυνατό οι ρητίνες να φθάσουν στην κατάσταση της πλαστικότητας. Ορισμένα όμως από τα υλικά αυτά μπορεί να χρησιμοποιηθούν πριν φθάσουν στην κατάσταση αυτή όπως είναι τα συνδετικά υλικά (κόλλες), τα χρώματα, τα υλικά διαβροχής κ.α. Τα υλικά αυτά καλούνται ***υγρά πλαστικά.***

Γενικά μπορούμε να δώσομε στα πλαστικά τον εξής ορισμό:

"***Πλαστικά καλούνται τα υλικά που έχουν κύριο συστατικό μια φυσική ή τεχνητή ρητίνη (πολυμερές) και που είναι δυνατό υπό κατάλληλες συνθήκες θερμοκρασίας και πιέσεως να μορφοποιηθούν χωρίς να χάσουν το σχήμα τους όταν παύσουν να υφίστανται οι αναφερθείσες συνθήκες***".

10.2 Πρώτες ύλες και παρασκευή των πλαστικών υλικών.

Τα πλαστικά υλικά είναι βιομηχανικά προϊόντα.

Αποτελούνται:

– Από μια ή σπανίως περισσότερες φυσικές ή συνθετικές ρητίνες, οι οποίες δίνουν στο πλαστικό υλικό τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του και

– από μια ή περισσότερες συμπληρωματικές ουσίες (οργανικές ή ανόργανες), οι οποίες αυξάνουν ή ελαττώνουν το βαθμό εκδηλώσεως των ιδιοτήτων της ρητίνης ή βοηθούν στη μορφοποίηση των υλικών σε κατάλληλες για δόμηση μορφές.

Ακολουθεί αναλυτική ανάπτυξη.

10.2.1 Ρητίνες ή πολυμερή.

Είναι φυσικές ή συνθετικές ουσίες που ανήκουν σε μια μεγάλη κατηγορία χημικών ενώσεων που το μόριό τους είναι εξαιρετικά μεγάλο και αποτελείται όπως προαναφέραμε από μόρια απλουστέρων μορίων κοινών χημικών ενώσεων.

Τα μεγαλομόρια των ρητινών αποτελούνται στην πραγματικότητα από μια αλληλουχία, με ορισμένη τάξη, ατόμων πολυσθενών στοιχείων που είναι χημικώς ενωμένα μεταξύ τους (σχ. 10.1α). Τα στοιχεία αυτά είναι συνήθως άτομα άνθρακα (C) με τα οποία είναι δεμένα άτομα οξυγόνου (O), αζώτου (N), υδρογόνου (H), χλωρίου (Cl), πυριτίου (Si) κ.α.

Η μακρομοριακή δομή των συνθετικών ρητινών μοιάζει με αυτή των φυσικών οργανικών ουσιών όπως είναι οι φυτικές ίνες, η κερατίνη, το φυσικό ελαστικό κλπ. Οι επιστήμονες που ασχολήθηκαν με την παρασκευή των συνθετι-

κών ρητινών έλαβαν ως πρότυπα τις φυσικές αυτές ύλες. Το βασικό χαρακτηριστικό των ρητινών είναι η ικανότητά τους να σκληραίνουν, όταν υποστούν την επίδραση διαφόρων εξωτερικών παραγόντων. Μερικοί από τους παράγοντες αυτούς είναι η αύξηση ή η ελάττωση της θερμότητας, η πίεση, το φως, ο αέρας, διάφορες ουσίες που ενεργούν ως καταλύτες κλπ.

Η παρασκευή των συνθετικών ρητινών γίνεται σε χημικές βιομηχανίες με χρησιμοποίηση κατά κανόνα μεγάλων ποσών ενέργειας. Πρώτες ύλες για την παρασκευή των ρητινών αυτών είναι συνήθως απλές ενώσεις. Π.χ. για την παρασκευή του χλωριούχου πολυβινυλίου (PVC), μιας από τις περισσότερο εφαρμοζόμενες συνθετικές ρητίνες, χρησιμοποιούνται το αιθυλένιο(C_2H_4), ένα αέριο που βρίσκεται στο ***φυσικό αέριο*** ή προέρχεται από την απόσταξη του πετρελαίου και το μόριο του χλωρίου (Cl_2), αέριο και αυτό. Από τη χημική ένωση των δυο αερίων προκύπτει το χλωριούχο βινύλιο ($CH_2 = CHCl$), το οποίο είναι το ***μονομερές***. Τα μόρια του μονομερούς κάτω από ορισμένες συνθήκες σχηματίζουν το ***πολυμερές*** μεγαλομόριο του χλωριούχου πολυβινυλίου (PVC).

Με όμοιο τρόπο σχηματίζεται μια άλλη συνθετική ρητίνη· το ***πολυστυρένιο*** (PS). Από βενζόλιο (C_6H_6) που είναι υγρό και το αέριο αιθυλένιο (C_2H_4) σχηματίζεται το μονομερές στυρένιο ($CH = CHC_6H_5$). Το μονομερές αυτό με κατάλληλες χημικές ή φυσικές αντιδράσεις μετατρέπεται στο πολυμερές PS.

Εκτός από τις συνθετικές ρητίνες παρασκευάζονται ρητίνες από την επεξεργασία της φυσικής κυτταρίνης. Από την κυτταρίνη κατασκευάστηκε το 1860-το πρώτο πλαστικό υλικό, ο σελλουλοΐτης, (νιτρική κυτταρίνη).

Επίσης από το γάλα παρήχθη το 1909 η καζεΐνη (γαλάλιθος) που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή κόλλας και τεχνητού μαλλιού.

Τέλος από διάφορες χημικές ενώσεις παρασκευάστηκαν διάφορες ρητίνες όπως η φαινολοφορμαλδεΰδη η οποία αποτελεί το κύριο συστατικό του βακελίτη.

10.2.2 Συμπληρωματικές ουσίες.

Οι ουσίες αυτές χρησιμοποιούνται για να τροποποιήσουν και να βελτιώσουν τις ιδιότητες της ρητίνης ή να ενεργοποιήσουν την πλήρη ανάπτυξη των ιδιαιτέρων χαρακτηριστικών της ή να χρωματίσουν τη ρητίνη ή τέλος να δημιουργήσουν τον αδρανή σκελετό ο οποίος θα αποτελέσει τον πυρήνα του στερεού πλαστικού υλικού.

Διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

1) ***Πλαστικοποιητικές.*** Οι ουσίες αυτές χρησιμοποιούνται για να προσδώσουν πλαστικότητα σε όσες ρητίνες δεν μπορούν να γίνουν πλαστικές σε ορισμένες θερμοκρασίες ή εμφανίζουν την ιδιότητα αυτή σε πολύ μικρό βαθμό. Οι ρητίνες αυτές χωρίς πλαστικοποιητικές ουσίες δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή χυτών αντικειμένων και υλικών.

2) ***Καταλύτες.*** Είναι χημικές ενώσεις που αναμιγνύονται με τις ρητίνες για να τις ενεργοποιήσουν. Δεν συμμετέχουν στο τελικό προϊόν.

3) ***Χρωστικές.*** Διάφορες οργανικές ή ανόργανες χρωστικές ουσίες χρησιμοποιούνται για να προσδώσουν το επιθυμητό χρώμα στο τελικό προϊόν.

4) ***Προσμίξεις και ενισχυτικά υλικά.*** Χρησιμοποιούνται κυρίως για την κατασκευή των στερεών πλαστικών υλικών και αποτελούν το αδρανές μέρος του υλικού ενώ η ρητίνη, φυσική ή συνθετική, αποτελεί το δραστικό μέρος αυτού. Αντίστοιχο παράδειγμα είναι το σκυρόδεμα όπου τα αδρανή είναι τα σκύρα και η άμμος ενώ δραστική ύλη το τσιμέντο.

Οι προσμίξεις αυτές επηρεάζουν σημαντικά το κόστος του έτοιμου υλικού δεδομένου ότι η τιμή της ρητίνης είναι τόσο υψηλή ώστε εάν κατασκευάζονταν υλικά από καθαρή ρητίνη το κόστος τους θα ήταν απαγορευτικό προκειμένου να χρησιμοποιηθούν για δομικούς σκοπούς.

Οι προσμίξεις και τα ενισχυτικά υλικά είναι ποικίλης μορφής, ποιότητας και είδους.

Χρησιμοποιούνται:

– Σκόνη και μικροί κόκκοι διαφόρων υλικών (π.χ. ξυλάλευρο, ροκανίδια, χαρτοπολτός, σκόνη φελλού, αμιάντου, διαφόρων πετρωμάτων και ορυκτών μετάλλων κ.α).

– Ίνες όπως υφάνσιμες ίνες, ίνες αμιάντου, και μπαμπακιού, υαλοβάμβακας κ.α.).

– Λεπτά φύλλα (χάρτης, διάφορα υφάσματα, καπλαμάδες ξύλου, μεταλλικά φύλλα κ.α).

– Σύρματα και πλέγματα διαφόρων μετάλλων κλπ..

10.3 Κατάταξη ρητινών.

Λόγω του μεγάλου αριθμού των ρητινών (ή πλαστικών ουσιών) που παράγονται από τη χημική βιομηχανία (ο οποίος αριθμός αυξάνει συνεχώς με νέες ρητίνες), της πολυμορφίας τους, της χημικής ανομοιογένειάς τους, και των πολλών και διαφορετικών ιδιοτήτων που εκδηλώνουν είνα εξαιρετικά δύσκολη η ταξινόμησή τους βάσει ενός ενιαίου συστήματος. Για να είναι πάντως δυνατή η κατάταξή τους σε ομοειδείς ομάδες, ώστε να γίνεται ευκολότερη η μελέτη και η αναφορά τους σε κοινές ιδιότητες, ταξινομήθηκαν οι ουσίες αυτές με

βάση ορισμένα κριτήρια σε κατηγορίες όπως αναφέρονται πιο κάτω:

Κατηγορία I: Κατάταξη κατά την προέλευσή τους.

Κατηγορία II: Κατάταξη ανάλογα με τον τρόπο που στερεοποιούνται.

Κατηγορία III: Κατάταξη ανάλογα προς τη χρήση τους.

10.3.1 Κατηγορία I. Κατάταξη κατά την προέλευσή τους.

Με βάση την προέλευσή τους οι πλαστικές ουσίες κατατάσσονται στις εξής ομάδες:

1) ***Φυσικά πλαστικά***. Βρίσκονται ελεύθερα στη φύση και χρησιμοποιούνται σε διάφορες εφαρμογές αφού προηγουμένως υποβληθούν σε ελαφρές κατεργασίες. Το μόριό τους είναι αρκετά μεγάλο συγκρινόμενο με το μόριο των ανοργάνων υλικών αλλά σημαντικά μικρότερο από το μόριο των συνθετικών ρητινών. Πλαστικά αυτής της ομάδας είναι:

– Το φυσικό ελαστικό που προέρχεται από τη ρητίνη ορισμένων δέντρων.

– Οι φυτικές ή ορυκτές γόμες (γιούτα, ρητίνες κ.α).

– Οι φυσικές άσφαλτοι.

– Το ορυκτό καουτσούκ.

– Τα κέρατα, τα όστρακα, το ελεφαντοστούν κ.α.

2) ***Πλαστικά από μεταποιήσεις***. Παράγονται από φυσικά μεγαλομόρια και γενικά από διάφορες φυτικές και οργανικές ύλες. Οι πρώτες αυτές ύλες υφίστανται ορισμένες χημικές κυρίως κατεργασίες.

Στην ομάδα αυτή ανήκουν:

– Πλαστικά από την επεξεργασία διαφόρων πρωτεϊνών όπως π.χ. της καζεΐνης του γάλακτος και της σόγιας.

– Διάφορα παράγωγα της κυτταρίνης του ξύλου και του βάμβακα. Τα κυριότερα από αυτά είναι:

Ο σελλουλοΐτης (νιτρική κυτταρίνη που πλαστικοποιήθηκε με καμφορά), το σελόν (τριοδική κυτταρίνη), η ιβορίνη, η ύαλος της κυτταρίνης, το σελοφάν, η βισκόζη και διάφορες υφάνσιμες ίνες.

3) ***Πλαστικά από χημικές ενώσεις*** που παράγονται από λιθάνθρακες, λιγνίτες, αργό πετρέλαιο. Τέτοια πλαστικά είναι της φαινόλης-φορμαλδεΰδης, της ουρίας-φορμαλδεΰδης, της ουρίας-μελαμίνης, του φθαλικού οξέος-γλυκερίνης κ.α.

4) ***Συνθετικά πλαστικά***. Η νεώτερη και σπουδαιότερη κατηγορία ρητινών. Σ' αυτήν υπάγονται τα συνθετικά πολυμερή (βλ. παρ. 10.2.1). Στον πίνακα 10.3.1 αναφέρονται οι συνήθως χρησιμοποιούμενες στη δομική ρητίνες.

10.3.2 Κατηγορία II. Κατάταξη ανάλογα με τον τρόπο που στερεοποιούνται.

Μεγάλη σημασία κατά την εφαρμογή των πλαστικών υλών στη δομική, έχει ο τρόπος που συμπεριφέρονται και κυρίως οι μεταβολές των μηχανικών ιδιοτήτων τους. Οι μεταβολές αυτές οφείλονται στις βασικές διαφορές της δομής των μορίων τους και προκαλούνται από τις θερμοκρασιακές συνθήκες που επικρατούν στο περιβάλλον τους.

Μεγαλύτερη πρακτική σημασία έχει για τον τεχνικό η γνώση της συμπεριφοράς των πλαστικών υλικών κάτω από διάφορες θερμοκρασίες παρά η γνώση της προελεύσεώς τους και της δομής του μορίου τους.

Από την άποψη αυτή τα πλαστικά χωρίζονται σε τρεις μεγάλες ομάδες.

– Τα θερμοπλαστικά.

– Τα θερμοσκληρυνόμενα.

– Τα ελαστομερή.

1) ***Τα θερμοπλαστικά*** με την ανύψωση της θερμοκρασίας μαλακώνουν και αποκτούν μια πλαστικότητα, όπως ο πηλός, και στερεοποιούνται όταν ψυχθούν. Η διαδικασία αυτή μπορεί να επαναληφθεί πολλές φορές χωρίς να αλλοιωθεί το υλικό. Εφ' όσον βέβαια η άνοδος της θερμοκρασίας βρίσκεται κάτω ενός ορίου ορισμένου για κάθε πλαστικό.

Τα θερμοπλαστικά διατηρούνται σε πλαστική κατάσταση όσο διαρκεί η θέρμανση. Στην κατάσταση αυτή μπορούν να μορφοποιηθούν σε σωλήνες, σε ελάσματα τυπικών διατομών (προφίλ), σε πλάκες με εξάσκηση μικρής δυνάμεως ακόμη και με το χέρι κλπ.

Τα θερμοπλαστικά υλικά μπορούν ακόμη να συγκολληθούν εάν η θερμοκρασία ανυψωθεί στους 300°C.

Το μεγάλο προτέρημα των θερμοπλαστικών είναι η δυνατότητα που έχουν να υφίστανται επανειλημμένες επεξεργασίες. Μειονεκτούν όμως σημαντικά διότι η μηχανική συμπεριφορά τους εξαρτάται από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

2) ***Τα θερμοσκληρυνόμενα*** πλαστικά διατίθενται σε υγρή κατάσταση ή σε μορφή μαλακών στερεών τα οποία όταν θερμανθούν σκληραίνουν και αποκτούν τη σκληρότητα του γυαλιού. Τη σκληρότητα αυτή καθώς και τις άλλες μηχανικές ιδιότητές τους τις διατηρούν κάτω από οποιεσδήποτε θερμοκρασιακές μεταβολές διότι όταν ψυχθούν δεν επανέρχονται στην αρχική κατάσταση. Στο γεγονός αυτό πλεονεκτούν έναντι των θερμοπλαστικών υλικών αλλά υστερούν λόγω των περιορισμένων δυνατοτήτων μορφοποιήσεώς τους. Τα θερμο-

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.3.1

Οι σημαντικότερες ρητίνες που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή δομικών υλικών

Α. *Θερμοπλαστικά.*	
1. Πολυαιθυλένιο (PE)	α) PE μαλακό με d ≥ 0,92 PE σκληρό με d ≤ 0,96 μερικώς κρυσταλλικό. Ανάλογα προς το φαινόμενο βάρος (d) πτυσσόμενο ή σκληρό. Ανθεκτικό σε διάβρωση και ψύχος. β) Προστατευτικό έναντι καιρικών επιδράσεων. Σωλήνες εγκαταστάσεων, σωλήνες μεγάλης διατομής, ηλεκτρικές μονώσεις.
2. Συμπολυμερισμένο αιθυλένιο με οξεικό βινύλιο και α (E | VAC)	α) Πτυσσόμενο μαλακό. β) Στεγανοποιητικά προφίλ και στεγανοποιητικές λωρίδες οικοδομών.
3. Πολυπροπυλένιο όμοιο με πολυβουτυλένιο-1 CPB	α) Σκληρότερο και ανθεκτικότερο σε υψηλές θερμοκρασίες και λιγότερο σε χαμηλές και σε ψύχος. β) Εξαρτήματα ανθεκτικά σε θερμότητα. Σωλήνες υδραυλικών δικτύων και θέρμανση δωματίων.
4. Πολυισοβουτυλένιο (PIB)	α) Αναλογίες ελαστικού κόμμεως έως πλαστικού. β) Ταινίες στεγανώσεως και ειδικά επικαλύψεως στεγών.
5. Πολυμεθυλένιο πεντένιο (TPX)	α) Διαυγές σαν γυαλί. Ανθεκτικό σε έλξη. β) Εσωτερικά υαλοστάσια.
6. Πολυστυρένιο (PS)	α) Σκληρό, διαυγές, λίγο ψαθυρό. β) Αφρώδη πλαστικά για θερμομόνωση.
7. Συμπολυμερή του στυρενίου Με βουταδιένιο (SB) Με ακρυλικό νιτρίο (SAN) ή (ABS)	α) Ανθεκτικότερο σε έλξη του PS. β) Ίδιες χρήσεις με το PS. α) Μορφοποιείται καλά εν θερμώ και αντέχει στις καιρικές μεταβο-λές. β) Καλύμματα, προστατευτικά κράνη, εξαρτήματα, σωλήνες αποχετεύσεως.
8. Χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC) Διχλωριούχο πολυβινύλιο (PVDC)	α) Σκληρό, αντοχή σε διάβρωση, καλή μορφοποίηση εν θερμώ, συγκολλητό. β) Το σπουδαιότερο υλικών σωλήνων δικτύων. Κατασκευή πάσης φύσεως εξαρτημάτων. Αποχέτευση χημείου και σωλήνες οχετών.
9. Πολυμερή του PVC	α) Με διάφορες προσθήκες γίνεται ελαστικότερο και ανθεκτικότερο σε έλξη από το PVC. Αντοχή σε χαμηλές θερμοκρασίες. β) Παράθυρα και πόρτες, επικαλύψεις προσόψεων, κυματοειδή φύλλα, υδρορροές κλπ.
10. Χλωριούχο πολυβινύλιο με πλαστικοποιητικές ουσίες	α) Αναλόγως ποσότητας πλαστικοποιητών, μοιάζει προς δέρμα ή μαλακό κόμμι. β) Κάλυψη ηλεκτρικών αγωγών, σκεπών, δαπέδων, επίπλων. Στεγάνωση δεξαμενών νερού, δομικά προφίλ κλπ.
11. Φθοριούχο πολυβινύλιο (PVE)	α) Αντοχή σε διάβρωση και σε καιρικές μεταβολές. β) Λεπτά φύλλα επενδύσεως τοίχων, σκεπών.
12. Πολυτετραχλωριούχο αιθυλένιο (PTEE)	α) Εξαίρετη αντοχή σε διάβρωση και θερμοκρασίες. β) Φυλλίδια ολισθήσεως εδράνων για προκατασκευασμένα στοιχεία σκυροδέματος.
13. Οξεικό πολυβινύλιο (PVAC)	α) Διαυγές σαν γυαλί. β) Σχηματίζει εύπλαστες μεμβράνες. Με άλλα συμπολυμερή βασική ύλη για κόλλες, υλικά επιχρώσεων σε υδατικές διασπορές.
14. Πολυμεθυλμετακρυλικό (PMMA) (Ακρυλικό γυαλί)	α) Σκληρό και λαμπερό σαν γυαλί. Εύχυτο μόνο σε θερμή κατάσταση. β) Διαφανείς τοίχοι, φωταγωγοί, επικαλύψεις.
15. Πολυοξυμεθυλένιο (POM)	α) Τελείως κρυσταλλικό, κερατοειδές μέχρι σκληρό, σταθερό σε θέρμανση. Αντοχή σε εφελκυσμό. β) Εξοπλισμός οικοδομών, εξαρτήματα μηχανών κλπ.

16. Πολυαμίδια (PA)	Όπως προηγουμένως.
17. Πολυτερεφθαλικά Με αιθυλένιο (PETR) Με βουτυλένιο (PBTP)	α) Λεπτά φυλλίδια ανθεκτικά στη φωτιά. β) Φυλλίδια για λωρίδες στεγανοποιήσεως. Εξαρτήματα.
18. Εστέρες κυτταρίνης Οξεική (CA) Οξεικοβουτυρική (CAB)	α) Διαυγές σαν γυαλί. Διάφοροι βαθμοί σκληρότητας, αντοχή σε εφελκυσμό. β) Διάφορα εξαρτήματα, επικαλύψεις κτηρίων και επίπλων. Σωλήνες διαφανείς.
19. Αιθέρες της κυτταρίνης Μεθυλική (MC) Καρβοξυλική (CMC)	α) Υδατοδιαλυτά συνδετικά μέσα. β) Κόλλες ταπετσαρίας και ζωγράφων, εσωτερικά κονιάματα.
Β. Θερμοσκληρυνόμενα και ελαστομερή	
1. Ρητίνες φαινόλης-φορμαλδεΰδης (PF) (Φαινοπλάστες)	α) Στερεές, διαλυτές σε οινόπνευμα και εν μέρει σε νερό. Δυνατή η αραίωσή τους. β) Κόλλες εν θερμώ. Ανθεκτικές στις επιδράσεις: - Με σκόνη πετρωμάτων και ξυλάλευρο: εξαρτήματα για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις και εξοπλισμούς. - Με ίνες, λωρίδες από ύφασμα κλπ: πεπιεσμένα εξαρτήματα με μεγάλη αντοχή σε μηχανικές επιπονήσεις (π.χ. κοιλώματα εδράνων). - Με ροκανίδια ή κομμάτια ξύλου: έπιπλα και πλάκες επικαλύψεως τοίχων. - Με σκληρό χαρτί, σκληρό ύφασμα: πίνακες διακοπτών και ασφαλειών, οδοντωτοί τροχοί, έδρανα, καθίσματα σταδίων.
2. Ρητίνες ουρίας-φορμαλδεΰδης (UF) Μελαμίνης-φορμαλδεΰδης (UF) (Αμινοπλάστες)	α) Υδατοδιαλυτές ρητίνες που σκληρύνονται υπό πίεση ή θέρμανση. Στερεές σε μικρά τεμαχίδια ή σκόνη, συχνά υδατικά διαλύματα. β) Ψυχρές ή θερμές κόλλες ανθεκτικές σε υγρασία και νερό, κατάλληλες για μοριοσανίδες κλπ. Ενισχυτικό υλικό γομμώσεως κυτταρίνης για κατασκευή οικιακών αντικειμένων. Χρωματιστά προϊόντα για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, επιπλοποιία, επενδύσεις, πλάκες. Σκληρός χάρτης με πυρήνα PF και έγχρωμες και διακοσμητικές πλάκες με MF (μεθαμίνης).
3. Ακόρεστοι πολυεστέρες (UP) (Διαλυμένοι σε στυρίλιο + καταλύτες Εποξειδικές ρητίνες (EP)	α) Τα υγρά ή λιωμένα μίγματα υφίστανται επεξεργασία με ενισχυτικά και πρόσθετα. Οι EP σκληρύνονται χωρίς πίεση και αποκτούν μεγαλύτερη σκληρότητα και αντοχή σε διαβρώσεις και θερμοκρασίες από τις UP. β) Συνδετικά μέσα (κόλλες) για το σκυρόδεμα, μέταλλα κλπ. Πλαστικά δάπεδα. Σε συνδυασμό με υαλοϋφάσματα κατασκευάζονται επενδύσεις τοίχων με ψεκασμό.
4. Οι προηγούμενες ρητίνες ενισχυμένες με υαλοϋφάσματα (GFK), με υαλοπιλήματα, υαλοπλέγματα (GF-UP), υαλοβάμβακα (GF-EP)	α) Κυματοειδείς διαφανείς πλάκες με ποσοστό γυαλιού 30-80%. β) Φωτεινές πλάκες. Διαφανείς τοίχοι και σκεπές, φωταγωγοί, προφίλ διαφόρων στοιχείων, σωλήνες, σιλό ζωοτροφών, δεξαμενές ελαίων.
5. Πολυουρεθάνη (PUR)	α) Προπαρασκευαστικά προϊόντα (πολυαλκοόλης, πολυισοκυανιούχα) αντιδρούν μεταξύ τους προς σκληρά ή ελαστικά προϊόντα. β) Εξαιρετική ποικιλία κατασκευής πλαστικών προϊόντων ανάλογα προς ειδική τεχνική επεξεργασία. Συνδετικά μέσα, επιστρώσεις πατωμάτων, ελαστικά αθλητικά όργανα, ειδικές κόλλες, σκληρά και μαλακά αφρώδη υλικά, υλικά που μοιάζουν με ελαστικό κόμμι.
6. Σιλικόνες (SI)	α) Μεγάλη αντοχή σε θερμοκρασίες και σε υγρασία. Στερεά προϊόντα αδιάβροχα (υδρόφοβα). β) Ρητίνες σιλικόνης, καουτσούκ σιλικόνης, ηλεκτρικές μονώσεις, στεγανώσεις αρμών. Άλατα σιλικόνης, προστατευτικά τοίχων, επιχρισμάτων κλπ. από την υγρασία και το νερό.

Παρατήρηση: Στην κατηγορία των ελαστομερών ανήκουν ορισμένα προϊόντα της πολυουρεθάνης (PUR) και της σιλικόνης (SI), καθώς και βουλκανισμένα συνθετικά καουτσούκ (πολυχλωροπρένιο CR, νιτρίλια του καουτσούκ NBR κλπ.).

σκληρυνόμενα υλικά δεν είναι δυνατόν να αναμορφωποιηθούν ή να συγκολληθούν και είναι περισσότερο ψαθυρά από τα θερμοπλαστικά. Η ψαθυρότητα αυτή ελαττώνεται εάν η θερμοσκληρυνόμενη ρητίνη αναμιχθεί με ανόργανα υλικά (σκόνη πετρωμάτων, ξυλάλευρο, ίνες, σχοινί, κομματάκια διαφόρων υλικών κλπ). Παράδειγμα θερμοσκληρυνόμενου τελικού προϊόντος είναι ο βακελίτης που κατασκευάζεται με μια ρητίνη φαινόλης-φορμαλδεΰδης και σκόνη ορυκτών.

3) ***Ελαστομερή*** ονομάζονται τα πολυμερή υλικά (ρητίνες) που βρίσκονται σε κατάσταση πλαστικού κόμμεως (καουτσούκ). Λόγω της ιδιάζουσας μοριακής δομής τους, οι ρητίνες αυτές διαφέρουν από τα μαλακά και ελαστικά θερμοπλαστικά και δεν επηρεάζονται από τις υψηλές θερμοκρασίες. Τα ελαστομερή χρησιμοποιούνται στην οικοδομική για την κατασκευή ελαστικών εδράνων που είναι τελείως ανεξάρτητα από τις θερμοκρασίες. Επίσης κατασκευάζονται και στεγανοποιητικά υλικά για τους αρμούς.

Στον πίνακα 10.3.1 αναφέρονται οι σημαντικότερες ρητίνες που χρησιμοποιούνται για κατασκευή δομικών υλικών. Περιλαμβάνονται στοιχεία που αφορούν στην ονομασία τους βάση της χημικής τους συστάσεως, στο συμβολισμό, την κατάστασή τους και στις χρήσεις τους στην οικοδομική.

10.3.3 Κατηγορία III. Κατάταξη ανάλογα προς τη χρήση τους.

Ανάλογα με τη μορφή τους και τον τρόπο χρήσεως τα πλαστικά κατατάσσονται ως εξής:

1) ***Πλαστικά γενικής χρήσεως***. Στην ομάδα αυτή ανήκουν πλαστικά υλικά που χρησιμοποιούνται υπό στερεή μορφή [π.χ. σωλήνες, φύλλα, στερεά πρισματικής μορφής, ελάσματα τυπικής διατομής (προφίλ), μονωτικά σπογγώδη υλικά κλπ.].

2) ***Πλαστικά επικαλύψεων***. Χρησιμοποιούνται για την παρασκευή χρωμάτων, βερνικιών, λακών καθώς επίσης και υλικών καταλλήλων για την προστασία επιφανειών από χημικές και άλλες διαβρωτικές επιδράσεις.

3) ***Πλαστικά συγκολλήσεων.*** Είναι συνθετικές ρητίνες που εφαρμόζονται ευρύτατα για τη συγκόλληση ξύλων, ινωδών υλικών και άλλων υλικών όπως μέταλλα κλπ.

4) ***Υδαρή πλαστικά***. Ορισμένες θερμοπλαστικές κατά κανόνα ρητίνες κοκκώδους μορφής με διάμετρο κόκκου 0,002 μέχρι 0,0002 mm βρίσκονται διασπαρμένες μέσα σε νερό. Έτσι σχηματίζεται ένας πολτός με περιεκτικότητα σε ρητίνη 50%. Η σκλήρυνση επέρχεται όταν εξατμισθεί το νερό και οι παραμένουσες ρητίνες στερεοποιούνται όπως συμβαίνει στις θερμοπλαστικές ρητίνες.

5) ***Ρητίνες αντιδράσεως***. Πρόκειται για ρητίνες που σχηματίζονται όταν αναμιχθούν υπό ορισμένες αναλογίες δύο συστατικά. Τα συστατικά αυτά είναι παράγωγα άλλων ρητινών και προσφέρονται στο εμπόριο χωριστά σε καλά κλεισμένα δοχεία. Μετά την ανάμιξη η ρητίνη σκληρύνεται λόγω διαφόρων χημικών διεργασιών. Η έναρξη της σκληρύνσεως μπορεί να γίνει μέσα σε λίγα λεπτά ή σε μερικές ώρες ανάλογα με το είδος των συστατικών. Μέσα σε αυτό το χρόνο πρέπει να γίνουν οι διάφοροι χειρισμοί που απαιτούνται για την εκτέλεση της προβλεπόμενης εργασίας. Η τελική σκλήρυνση επιτυγχάνεται σε μερικές ώρες.

10.4 Κατασκευή των πλαστικών υλικών.

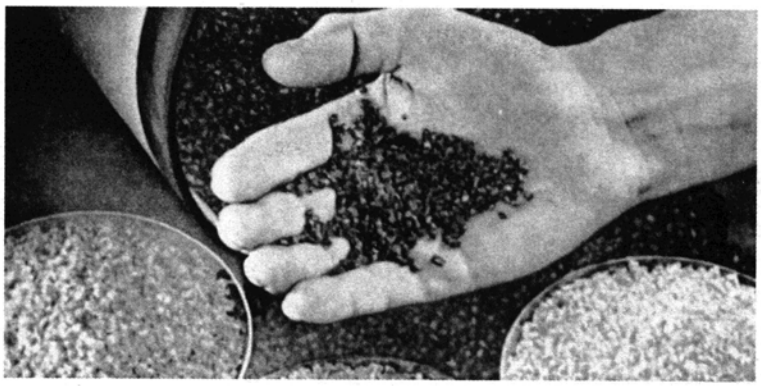
Όπως αναφέρθηκε στη παράγραφο 10.2 για την κατασκευή των δομικών πλαστικών υλικών χρησιμοποιούνται τα πολυμερή (ρητίνες) που παρασκευάζονται σε χημικές βιομηχανίες και συμπληρωματικές ουσίες που μερικές απ' αυτές παρασκευάζονται επίσης στις χημικές βιομηχανίες ενώ άλλες λαμβάνονται από διάφορες οργανικές ή ανόργανες πηγές (σκόνη πετρωμάτων και μετάλλων, φυτικά προϊόντα κλπ.).

Τα στερεά δομικά πλαστικά υλικά παρασκευάζονται σε μηχανουργικές βιομηχανίες. Σε αυτές παραδίνονται οι ρητίνες σε μορφή σκόνης, κόκκων (σχ. 10.4α), φυλλιδίων και υγρών. Οι πρώτες αυτές ύλες αναμιγνύονται με τις συμπληρωματικές ουσίες. Μετά την ανάμιξη επακολουθεί η μορφοποίηση του τελικού προϊόντος.

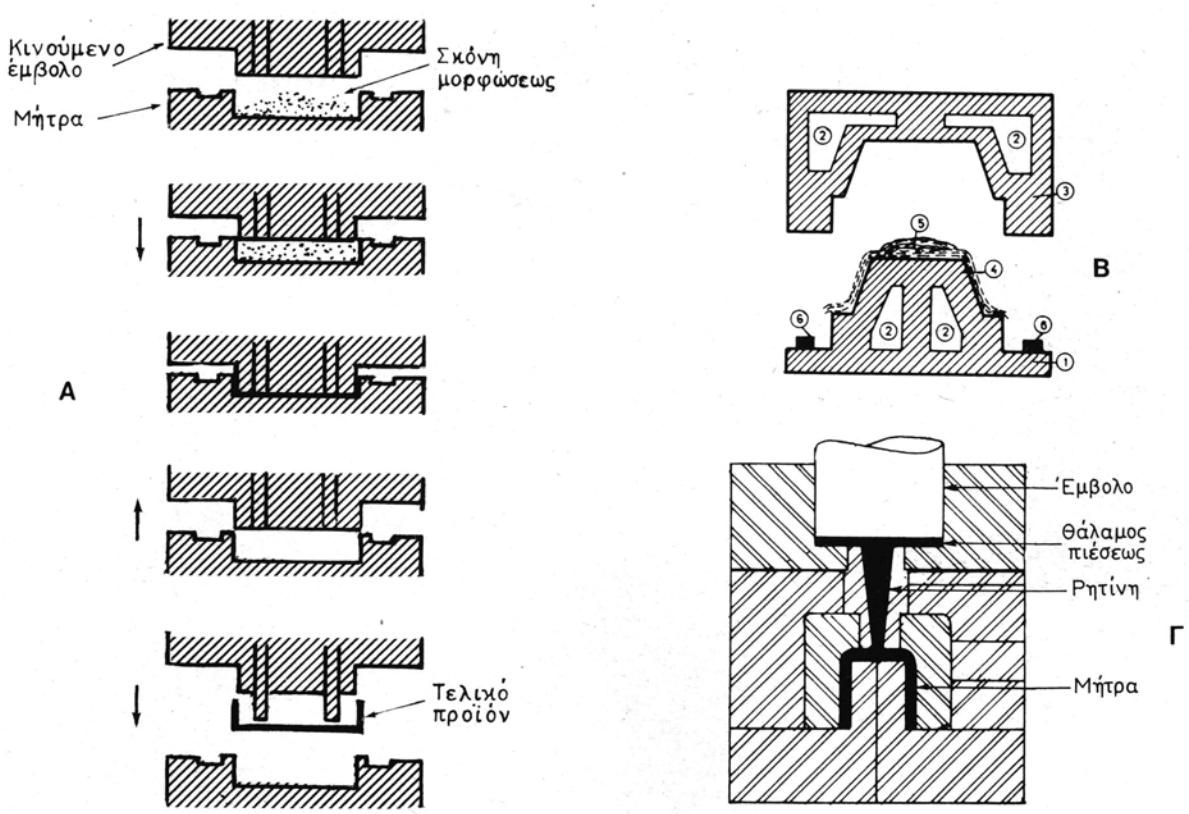
Η μορφοποίησή τους γίνεται με διάφορες μεθόδους. Οι βασικές μέθοδοι είναι οι εξής:

- Συμπίεση (σχ.10.4β).
- Χύτευση (σχ. 10.4γ).
- Έγχυση (σχ. 10.4δ).
- Εκβολή (σχ. 10.4ε).
- Έλαση (σχ. 10.4στ).
- Εμποτισμός διαφόρων φυλλομόρφων υλικών (υφάσματα, πλέγματα ινών, μεταλλικά πλέγματα κλπ.).

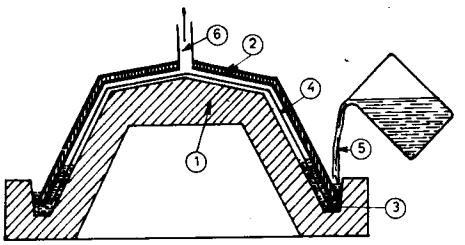
Μετά τη μορφοποίηση ακολουθούν μηχανικές κατεργασίες που θα δώσουν την τελική εμφάνιση και τις απαιτούμενες διαστάσεις στο υλικό. Οι κατεργασίες αυτές είναι κόψιμο,



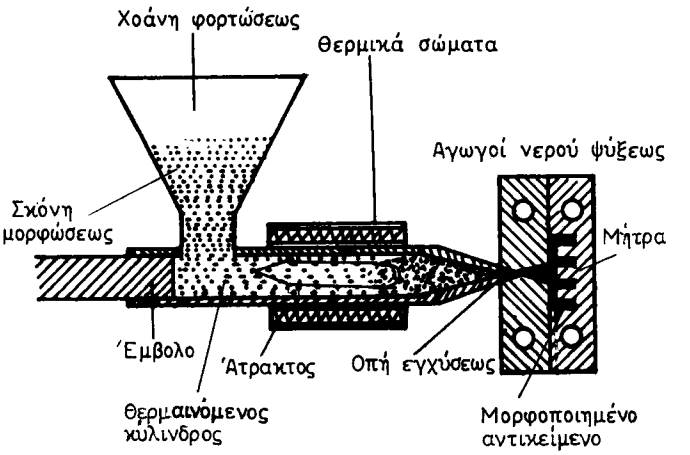
Σχ. 10.4α.
Κόκκοι μορφώσεως πλαστικών υλικών. Παράγονται κατά το πρώτο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας και αποτελούνται από μία ρητίνη και διάφορα αδρανή προσμίγματα. Με πίεση και θέρμανση των κόκκων και με τη χρησιμοποίηση καλουπιών παράγονται στερεά αντικείμενα ποικίλων μορφών.



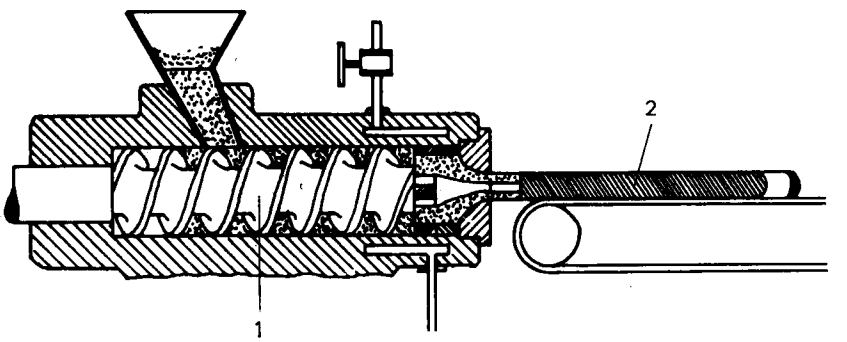
Σχ. 10.4β.
Μόρφωση με πίεση διαφόρων πλαστικών. Α) Απλή συμπίεση σκόνης ή κόκκων μορφώσεως σε μήτρα θερμή ή ψυχρή ανάλογα με την κατηγορία που ανήκει η ρητίνη (θερμοσκληρυνόμενη ή θερμοπλαστική). Β) Μόρφωση οπλισμένων με διάφορες ίνες πλαστικών.1) και 3) Θετική και αρνητική μήτρα. 2) Αγωγοί θερμάνσεως των μητρών. 4) Ινώδη υλικά. 5) Ρητίνη. Γ) Μόρφωση με μεταφορά και πίεση θερμοσκληρυνομένων ρητινών. Η ρητίνη τοποθετείται υπό μορφή πολτού στο θάλαμο πιέσεως και με τη βοήθεια εμβόλου ωθείται στη μήτρα.



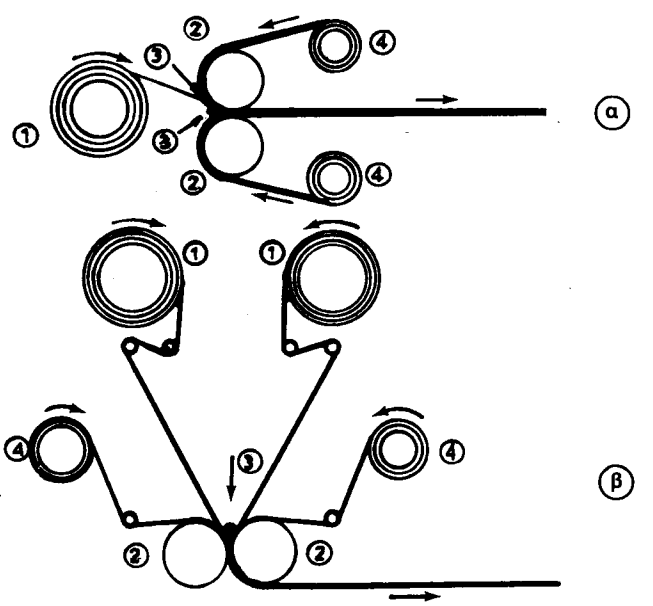
Σχ. 10.4γ.
Μόρφωση με χύτευση οπλισμένων επιμήκων πλαστικών φύλλων. 1) και 2) Θετική και αρνητική μήτρα. 3) Λεκάνη συγκεντρώσεως της ρητίνης. 4) Ενισχυτικό του τελικού προϊόντος χαρτί ή ύφασμα. 5) Αναρρόφηση της ρητίνης για την άνοδό της μεταξύ των δύο μητρών.



Σχ. 10.4δ.
Μόρφωση με έγχυση. Η ρητίνη με τη μορφή σκόνης μορφώσεως εισέρχεται στο θερμαινόμενο κύλινδρο. Από εκεί ωθείται στη μήτρα με τη βοήθεια εμβόλου.



Σχ. 10.4ε.
Μόρφωση στοιχείων μεγάλου μήκους (φύλλα, ράβδοι, σωλήνες κλπ.) με τη μέθοδο της εκβολής. (1) Ατέρμων κοχλίας που ωθεί την πλαστική ύλη στη μήτρα (2).



Σχ. 10.4στ.
Σχηματική παράσταση δύο μεθόδων (α) και (β) κατασκευής φυλλόμορφου ενισχυμένου πλαστικού υλικού με εμποτισμό και έλαση. Ενισχυτικοί πυρήνες από ίνες γυαλιού ή υφάσματος μορφής φύλλων τοποθετούνται στους κυλίνδρους (1). Οι πυρήνες αυτοί διέρχονται από τους κυλίνδρους ελάσεως (2) αφού προηγουμένως διοχετευθεί η ρητίνη μεταξύ των κυλίνδρων (3). Ταυτόχρονα διέρχονται από τους ίδιους κυλίνδρους (2) τα δύο φύλλα του σελοφάν (κύλινδροι 4) τα οποία θα καλύψουν το έτοιμο υλικό.

λείανση, στίλβωση, προστατευτική επικάλυψη κλπ.

Σε άλλες περιπτώσεις ορισμένες ρητίνες χρησιμοποιούνται στη δομική όπως παραδίδονται από τις χημικές βιομηχανίες χωρίς να παρεμβληθεί άλλη κατεργασία. Τέτοια υλικά είναι τα χρώματα, οι κόλλες, οι ρητίνες διασποράς και οι ρητίνες αντιδράσεως.

10.5 Ιδιότητες και έλεγχος των πλαστικών υλικών.

Για να είναι δυνατή η επιλογή του καταλληλότερου πλαστικού υλικού σε κάθε συγκεκριμένη περίπτωση, είναι απαραίτητο να γνωρίζομε τουλάχιστον τις γενικές ιδιότητες κάθε κατηγορίας των πλαστικών υλικών. Βέβαια θα ήταν προτιμότερο να γνωρίζαμε τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε πλαστικού υλικού. Τούτο όμως είναι εξαιρετικά δύσκολο γιατί τα υλικά που προσφέρονται στο εμπόριο δεν είναι εύκολα αναγνωρίσιμα, δεν είναι δηλαδή δυνατός ο προσδιορισμός της προελεύσεώς τους και των πρώτων υλών με μια μακροσκοπική εξέταση. Σε σοβαρά έργα που απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στη χρήση των υλικών αυτών και που οι προδιαγραφές είναι αυστηρές είναι απαραίτητο να γίνεται σε ειδικά εργαστήρια ο προσδιορισμός των ιδιαιτέρων ιδιοτήτων του συγκεκριμένου υλικού.

Για μικρής σημασίας έργα βασιζόμασθε στα στοιχεία που δίνει ο κατασκευαστής του υλικού.

Οι γενικές ιδιότητες που εκδηλώνουν τα πλαστικά υλικά είναι οι εξής: (πίνακες 10.5.1 και 10.5.2).

10.5.1 Φυσικές ιδιότητες.

1) ***Ειδικό βάρος***. Κυμαίνεται μεταξύ 0,91 και 1,9. Τα ελαφρότερα πλαστικά είναι τα παρασκευαζόμενα με ρητίνες, πολυαιθυλενίου (PE), πολυπροπυλενίου (PP) και πολυισοβουτυλενίου (PIB) χωρίς προσμίξεις.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.5.1

Σύγκριση ιδιοτήτων στερεών πλαστικών υλικών που χρησιμοποιούνται στη δομική

	Ειδικό βάρος	Διαφάνεια	Αντοχή στη γήρανση	Υδροαπορροφητικότητα	Μέγιστη θερμοκρασία χρήσεως °C	Αντοχή σε χαμηλές θερμοκρασίες	Ταχύτητα καύσεως	Συντελεστής γραμμικής διαστολής x 10^{-5} °C	Χημική αντίσταση	Συγκολλητική ικανότητα	Σκληρότητα H_R	Αντοχή σε κρούση	Αντοχή σε χάραξη	Αντοχή σε εφελκυσμό x10^3 kp/cm^2	Μέτρο ελαστικότητας kp/cm^2
Φαινολοφορμαλδεΰδη	1,30	+	+	+ +	160	+ +	+	4,0	+ +	+ +	115	+	+ + +	70	525
Ουροφορμαλδεΰδη	1,47-1,52	+(+ +)	+ +	+ +	θερσκλ.	+ +	–	7,0-10,0	+ +	+ +	120	+	+ + + +	70	525
Μελαμινοφορμαλδεΰδη	1,48	+(+ +)	+ +	+ +	θερσκλ.	+ +	–	4,0	+ + +	+ +	140	+	+ + + +	75	580
Εποξικές ρητίνες	1,20	+(+ +)	+ +	+	80	+ +	+	5,0-9,0	+ + +	+ +	100	+	+ + + +	45,5	490
Πολυεστέρες	1,5-1,9	+(+ +)	+ + +	+ +	θερσκλ.	+ +	+(–)	7,0-25,0	+	+ +	120	+ +	+ +		
Χλωριούχο πολύβινύλιο	1,39	+(+ + +)	+ +	+ +	80	+	–	5,0	+ + +	+ +	70	+(+ +)	+ +		
Πολυστυρένιο	1,04-1,11	+ + +	–	+	85	+	+	6,0-8,0	+ +	+ +	80	+	+ + + +	35	490
Συμπολυμερή πολυστυρενίου	0,98-1,10	+(+ +)	–	+ +	85	+	+	3,4-21,0	+ +	+ +	70	+(+ +)	+ + +		
Ακρυλικές ρητίνες	1,17	+ + + +	+ + +	+ +	77	+ +	+ +	5,0-9,0	+	+ +	70	+	+ +	28	560
Πολυαιθυλένιο μαλακό	0,91-0,93	+ +	+	–	80	+ + +	+ +	16,0-18,0	+ +	–	–	+ + + +	–	4,2	140
Πολυαιθυλένιο σκληρό	0,94-0,97	+ +	+	–	90	+	+ +	11,0-13,0	+ + +	–	60	+ + +	+		
Πολυαμίδες (νάιλον)	1,13	+ +	–	+ + +	120	+ +	+(–)	10,0-15,0		–	118	+ + +	+ +	28,1	560
Ακεταλικές ρητίνες	1,43	+(+ +)	–	+ +	175	+ +	+ +	8,1	+ +	+	80	+ +	+ + + +		
Πολυπροπυλένιο	0,91	+ +	+	–	70	+	+ +	11,0	+ + +	–	70	+ +	+ +		
Σιλικόνες	1,90	+		–	290	+ + +	–		+ + +	+	88			80,5	280

– Κακή
\+ Μέτρια
\+ + Καλή
\+ + + Πολύ καλή
\+ + + + Εξαιρετικά καλή
Θερσκλ. – Θερμοσκληρυνόμενο πλαστικό.
Οι μέσα σε παρενθέσεις ενδείξεις υποδηλώνουν βελτίωση της ιδιότητας με ειδική επεξεργασία.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.5.2

Ιδιότητες αφρωδών πλαστικών υλικών που χρησιμοποιούνται στη δομική

Υλικό	Πυκνότητα kp/m²	Τάση διαρροής σε θλίψη kp/cm³	Αντοχή σε εφελκυσμό kp/cm²	Συντελεστής γραμμικής διαστολής x 10⁻⁶/°C	Θερμική αγωγιμότητα λ kcal/mh gd	Θερμική αντίσταση 1/λ	Μέγιστη θερμότητα επιτρεπόμενη συνεχούς χρήσεως °C	Υδροαπορροφητικότητα 7 ημερών % όγκου	Συμπεριφορά έναντι της φωτιάς
Αφρώδης φαινολοφορμαλδεΰδη	32	0,56	0,98	1,08	0,035	28,6	130	Υψηλή	Υψηλή αντίσταση σε έναυση
	56	2,38	1,33	1,08	0,034	29,4	130	60	
Αφρώδης ουροφορμαλδεΰδη	8	Ελάχ.	Ελάχ.	9,00	0,030	33,3	100	Σχετικά υψηλή	Αντίσταση σε έναυση
Αφρώδης πολυουρεθάνη	40	2,80	2,2-3,5	2,7 - 6,3	0,034	29,4	107	4,3	Γενικώς άκαυστο
	24	1,75	2,8-5,6	1,8 - 7,2	0,021	47,6	99	5,5	
Διογκωμένο χλωριούχο πολυβινύλιο	40	2,8	4,9	5,4	0,030	33,3	66	3,0	Καίγεται δύσκολα
	72	9,1	16,1	5,4	0,030	33,3	66	3,8	
Διογκωμένο πολυστυρένιο	16	0,7	1,26	5,4 - 7,2	0,030	33,3	79	3,0	Μαλακώνει, καταστρέφεται
	24	1,26	1,96	7,2	0,229	34,5	79	2,5	
Διογκωμένος εβονίτης	64	2,8	2,8	5,4	0,025	40,0	50	1,5	Αντοχή στις φλόγες

Τα βαρύτερα είναι οι ρητίνες με ενισχυτικές προσμίξεις των φαινοπλαστών (ρητίνες φαινόλης-φορμαλδεΰδης PF) και των αμινοπλαστών (ρητίνες ουρίας-φορμαλδεΰδης UF και μελαμίνης-φορμαλδεΰδης ΜΕ).

2) Πολύ μικρή ***θερμική αγωγιμότητα***. Είναι ίση με το 1/3 περίπου της αντίστοιχης ιδιότητας των κεραμικών και με το 1/100 της ίδιας ιδιότητας των μετάλλων.

3) Μεγάλη ικανότητα ***ηλεκτρικής μονώσεως***. Ιδιαίτερα αναπτυγμένη η ιδιότητα αυτή στους φαινοπλάστες ενώ εμφανίζεται μικρότερη στα υλικά της οξεικής κυτταρίνης.

4) Μεγάλη αντοχή στη ***διάβρωση στο χρόνο*** και στη δράση ***μικροοργανισμών***. Τα καθαρά πλαστικά (χωρίς προσμίξεις) δεν επηρεάζονται από τα διαβρωτικά μέσα. Αντιθέτως τα ενισχυμένα με προσμίξεις εμφανίζουν, ανάλογα με τη φύση αυτών των προσμίξεων, σε σύντομο χρονικό διάστημα σημάδια γηράνσεως και αποσυνθέσεως. Επίσης δεν σαπίζουν όπως τα φυσικά πλαστικά (ξύλο κλπ.) διότι δύσκολα προσβάλλονται από μικροοργανισμούς και από την υγρασία.

5) ***Μικρή απορροφητικότητα***. Θεωρούνται γενικώς από τα πλέον υδρόφοβα υλικά και ιδιαίτερα οι σιλικόνες.

6) Έχουν ***μικρή σταθερότητα όγκου*** και ***σχήματος***. Εμφανίζουν υψηλό συντελεστή διαστολής που κυμαίνεται γενικά μεταξύ (1×10^{-5} /°C και 7×10^{-5} /°C). Επίσης όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα τα θερμοπλαστικά υλικά δεν αντέχουν σε μέσες και υψηλές θερμοκρασίες. Αυτοί οι δύο παράγοντες επηρεάζουν σημαντικά τη χρήση αυτών των υλικών σε ειδικές συνθήκες και κυρίως σε εξωτερικές κατασκευές που υφίστανται την επίδραση των ηλιακών ακτίνων.

Μικρός αριθμός αυτών των πλαστικών αντέχει σε θερμοκρασίες άνω των 70 °C. Μερικά θερμοπλαστικά υλικά εξάλλου γίνονται ψαθυρά στις χαμηλές θερμοκρασίες του πάγου.

Το μειονέκτημα της μικρής αντοχής σε θερμοκρασίες αντιμετωπίζεται σημαντικά εάν χρησιμοποιηθούν ειδικά προσθετικά και ενισχυτικά υλικά, οπότε μπορεί να εξισωθεί ο συντελεστής θερμικής διαστολής με αυτόν του σκυροδέματος και των ελαφρών μετάλλων.

7) ***Αντοχή στη φωτιά***. Όπως όλα τα οργανικά δομικά υλικά, τα στερεά πλαστικά υλικά που δεν περιέχουν προσμίξεις, συμπεριφέρονται έναντι της φωτιάς όπως το ξύλο. Ανήκουν δηλαδή στην κατηγορία των κανονικώς αναφλεγομένων υλικών. Εάν έχουν αντιπυρική προστασία ή έχουν ιδιάζουσα χημική σύσταση όπως το PVC μπορεί να θεωρηθούν ότι δύσκολα αναφλέγονται. Επίσης κατασκευάζονται ειδικά πλαστικά που ανήκουν στα μη καύσιμα υλικά καθώς και δομικά πλαστικά στοιχεία που έχουν χρόνο αντιστάσεως στη

φωτιά από 30΄ έως 90΄. Ενδιαφέροντα στοιχεία αναφέρονται στον πίνακα 10.5.3 όσον αφορά τη συμπεριφορά των πλαστικών κατά την καύση.

8) Είναι ***άοσμα*** και ***άγευστα*** και έχουν ωραία εμφάνιση λόγω της στιλπνότητας, της διαφάνειάς τους και των ζωηρών χρωματισμών τους οποίους μπορούν να αποκτήσουν.

10.5.2 Μηχανικές ιδιότητες.

Έχουν σχετικώς μικρή αντοχή σε εφελκυσμό, θλίψη και κάμψη. Η αντοχή σε εφελκυσμό των αφρωδών πλαστικών (π.χ. του διογκωμένου χλωριούχου πολυβινυλίου), κυμαίνεται από 1-16 kp/cm^2.

Των καθαρών πλαστικών όμως χωρίς προσμίξεις και ενισχυτικά κυμαίνεται μεταξύ 200 kp/cm^2 και 800 kp/cm^2, των δε ενισχυμένων με διάφορα υλικά μεταξύ 1000 και 8000 kp/cm^2. Πλαστικά ενισχυμένα με υαλονήματα υπερβαίνουν τα 8000 kp/cm^2, είναι δηλαδή ισχυρότερα από τους κοινούς χάλυβες και από τα ειδικά κράματα του αλουμινίου.

Πρέπει να παρατηρήσομε ότι η αντοχή των πλαστικών ανά μονάδα βάρους είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη αντοχή όλων των άλλων δομικών υλικών. Π.χ. η αντοχή ανά μονάδα βάρους ορισμένων υλικών έχει ως εξής:

– Κοινός χάλυβας 950 έως 1100 kp/cm^2 (ειδ. βάρος 7,8).

– Σφυρήλατος ορείχαλκος 760 kp/cm^2 (ειδ. βάρος 8,7).

– Οπλισμένα πλαστικά 4400 kp/cm^2 (ειδ. βάρος 1,8).

Το γεγονός αυτό έχει μεγάλη οικονομική και τεχνική σημασία προκειμένου να κατασκευασθούν δομικά στοιχεία για τα οποία απαιτείται ιδίως αντοχή σε εφελκυσμό.

10.5.3 Τεχνολογικές ιδιότητες.

Τα περισσότερα των πλαστικών υλικών μπορούν να υποστούν εύκολα διάφορες κατεργασίες και χειρισμούς χωρίς να απαιτείται καταβολή ιδιαίτερης ενέργειας. Όπως συμβαίνει και με τα ξύλα κόβονται, πριονίζονται, τρυπιούνται και γενικά προσαρμόζονται στις απαιτήσεις διαφόρων έργων.

10.5.4 Γενική παρατήρηση.

Κατά την εφαρμογή των πλαστικών υλικών σε ένα μεγάλο πλήθος δομικών κατασκευών, μεγάλη σημασία δεν έχει η μηχανική τους αντοχή ή ορισμένες φυσικές ιδιότητές τους. Εκείνες οι ιδιότητες που έχουν μεγαλύτερη σημασία και πρέπει να εξετάσει προσεκτικά ο τεχνικός είναι :

– Η ελαστοπλαστική συμπεριφορά των υλικών στεγανοποιήσεως αρμών.

– Η μονωτική ικανότητα των αφρωδών πλαστικών.

– Η στεγανοποιητική ευκαμψία των πλαστικών λωρίδων.

– Η αντοχή τους στη διάβρωση και στη φθορά του χρόνου.

– Η δυνατότητα διαμορφώσεως διαφόρων συνθέτων στοιχείων από πλαστική ουσία (ρητίνη) και άλλα ενισχυτικά υλικά ώστε να μειωθεί το κόστος του κατασκευαζόμενου δομικού στοιχείου δεδομένου ότι η τιμή των ρητινών είναι σημαντικά μεγαλύτερη από την τιμή των συμπληρωματικών υλικών (υφάσματα, υαλοπλέγματα κλπ.).

10.5.5 Έλεγχος και αναγνώριση των πλαστικών.

Ο έλεγχος των ιδιοτήτων του μεγάλου πλήθους των πλαστικών που κυκλοφορούν στο εμπόριο είναι εξαιρετικά δύσκολη με απλά μέσα. Απαιτείται σημαντικός εξοπλισμός που μόνο ειδικά εργαστήρια διαθέτουν.

Το ίδιο δύσκολη είναι η αναγνώριση της προελεύσεως του συγκεκριμένου υλικού. Ένας εμπειρικός τρόπος αναγνωρίσεως των καθαρών πλαστικών που δεν έχουν αναμιχθεί με άλλα υλικά είναι η μέθοδος της πυρώσεως και καύσεως.

Κατά τον έλεγχο με πύρωση χρησιμοποιείται ως δείγμα από το εξεταζόμενο υλικό ένα μικρό τεμάχιο μεγέθους σπίρτου. Το δείγμα τοποθετείται σε ένα σωληνάκι πυρώσεως το οποίο πυρώνεται στη χαμηλή φλόγα του λύχνου Bunsen. Για τη δοκιμή της καύσεως το δείγμα συγκρατείται με μια λαβίδα επάνω στη φλόγα. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να εξακριβωθεί η προέλευση του πλαστικού από τις ενδείξεις που θα εμφανισθούν κατά την πύρωση και την καύση. Για τον προσδιορισμό της αντιδράσεως (όξινη, ουδέτερη, αλκαλική) τοποθετείται στο σωληνάκι πυρώσεως ένας θύσσανος από το εξεταζόμενο πλαστικό.

Στον πίνακα 10.5.3 αναφέρονται οι διάφορες ενδείξεις και προσδιορίζεται η ρητίνη που αντιστοιχεί σ' αυτές.

10.6 Χρήση των πλαστικών στη δομική.

Τα πλαστικά υλικά χρησιμοποιούνται σε

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.5.3
Βασικά χαρακτηριστικά των αφρωδών υλικών

1	2	3	4	5	6	7
Είδος υλικού	Φαιν. βάρος g/m³	Πύρωση στο σωλήνα πυρώσεως		Δυνατότητα ανάμματος	Συμπεριφορά στη φλόγα	
		Δείγμα	Θύσανος		Χρώμα φλόγας	Μυρωδιά θυσάνου
Θερμοπλαστικά						
Πολυαιθυλένιο	0,92–0,96	s, ελαφρό άχρωμο	ουδέτερη	II, σταλάζει καιόμενο	λαμπερή με μπλε πυρήνα	σαν παραφίνη (κεριού)
Πολυπροπυλένιο	0,91					
Πολυισοβουτυλένιο με ενισχ. ορυκτών	0,93 1,7	s αφρίζει καστανωπό	"	II	λαμπερή	λίγο, σαν καμένο λάστιχο
Πολυστυρένιο	1,05	s, z, εξατμίζεται ελαφρώς κίτρινο	"	II	λαμπερή, με μαύρο καπνό	γλυκιά όπως του γκαζιού
ABS Συμπολ. (Ακρυλονιτρικό-βουταδιενιο-στυρένιο)	1,1	z καστανωπό	αλκαλική	II	όπως PS	όπως PS+ελαστικό
Χλωριούχο πολυβινύλιο σκληρό, ανθεκτικό σε έλξη και κρούση Polyblends	1,39 1,35–1,30	z σκοτεινό, braun	πολύ όξινη	I	πράσινο	υδροχλωρικό οξύ και παραπλήσια μυρωδιά
PVS μαλακό	1,35–1,2	z σκοτεινό καστανό	"	I ή II	κάποτε λαμπερή	όπως PVC-πλαστικοποιητική
Φθοριούχο πολυβινύλιο	1,38–1,57 πιγμέντα	z όταν πυρωθεί ισχυρά	"	I/II	σπινθηρίζουσα	πνιγηρή (υδροφθόριο)
Πολυτετραφθοριούχο αιθυλένιο	> 2	z σε θερμ. ερυθροπυρώσεως	"	O	άκαφτο, δεν απανθρακώνεται	–
Πολυμεθυλικό μετακρυλικό	1,18	z, εξατμίζεται συρίζον	ουδέτερη	II	λαμπερή, ελαφρά καπνίζον	τυπική μυρωδιά εστέρα (φρούτου)
Πολυοξυμεθυλένιο	1,4	s, z	"	II	γαλάζια	φορμαλδεΰδη
Πολυαμίδες (νάυλον)	1,1	s, δύσκολα, z	αλκαλική	I, φουσκώνει σχημ. κλωστές	γαλάζιο με κίτρινο κύκλο	καμένο κέρατο
Πολυανθρακικές ρητίνες	1,20	s, ανθεκτ. σε έλξη, άχρωμο	όξινη ή ουδέτερη	O/I απανθρακώνεται με φούσκες	λαμπερή, με μαύρο καπνό	λίγο σαν φαινόλη
Πολυτερεφθαλικό	1,4	s	ουδέτερη	II	κιτρινο-πορτοκαλιά	γλυκερή
Οξική κυτταρίνη	1,25–1,35	s, z	όξινη	II, σταλάζει	κιτρινο-πρασινωπό, με σπινθήρες	σαν καιόμενο χαρτί + οξεικό οξύ
Οξικοβουτυρική και προπιονική κυτταρίνη	1,15–1,25	s, z	"	II, σταλάζει	σκοτεινό κίτρινο, με σπινθήρες	ανάλογο οξύ + καιόμενο χαρτί
Σελουλόιντ	1,38	z, ζωηρά	πολύ όξινη	καίεται απότομα	φωτεινή, καστανωποί ατμοί	οξείδια του αζώτου+καμφορά
Σελλοφάν	1,4–1,5	z	αλκαλική	II	φωτεινή	καμένο χαρτί
Θερμοσκληρυνόμενα και ελαστομερή						
Φαινοπλάστες (φαινολικές) με ενισχιτική γόμμωση	1,4–1,9	z, διαρρηγνύεται	ουδέτερη	O/I	μαύρο καπνό	φαινόλη, φορμαλδεΰδη
Αμινοπλάστες (πολυαμίδες) με ενισχ. γόμμωση	περίπου 1,5	z, διαρρηγνύεται, σκοτεινός χρωματισμός	αλκαλική	O	απανθρακώνεται	Αμμωνία, αμίνες αποκρουστική μυρωδιά
Ρητίνες πολυεστέρων χωρίς ενισχυτικά	1,1	z, s ίσως άσπρο στρώμα-σχημ.	ουδέτερη	II	κίτρινη-λαμπερή, με μαύρο καπνό	οξεία I όπως PS
Εποξικές ρητίνες χωρίς ενισχυτικά	1,2	z, s ίσως άσπρο στρώμα-σχημ.	ουδέτερη ή αλκαλική	II	λαμπερή, με μαύρο καπνό	ελάχιστη, ίσως αμίνης ή φαινόλης
Πολυουρεθάνη	1,26	z, s	ουδέτερη	II	λαμπερή	τυπικά πνιγηρή (ισοκυανούχα)
Σιλικόνες	περίπου 1,3	–	–	O	–	–

O: Το δείγμα δεν αναφλέγεται
I: Το δείγμα ανάβει αλλά σβήνει αμέσως όταν απομακρυνθεί από τη φλόγα
II: Το δείγμα αναφλέγεται και συνεχίζει να καίεται όταν απομακρυνθεί από τη φλόγα

ΠΗΓΗ: Δομικά υλικά
R. Wandehorst
Εκδ. Μ. Γιούρδας

ένα πλήθος εφαρμογών της δομικής.

Διατίθενται στο εμπόριο στερεά υλικά με διάφορες μορφές και σχήματα, μεμβράνες, πλάκες, σύνθετα με άλλα υλικά, πολτοί, υγρά, σκόνες κλπ.

Ο μεγάλος αριθμός των χρησιμοποιουμένων πλαστικών ο οποίος συνεχώς αυξάνεται, δεν είναι δυνατόν να αναπτυχθεί σ' αυτό το βιβλίο. Θα αναφερθούν μόνον γενικές κατηγορίες πλαστικών ανάλογα με τις χρήσεις για τις οποίες προορίζονται. Οι χρήσεις αυτές έχουν ως εξής :

10.6.1 Ρητίνες βελτιώσεως κονιαμάτων και σκυροδεμάτων.

Τα υδαρή πλαστικά που αναφέρθηκαν στην παράγραφο 10.3.3 (4) χρησιμοποιούνται σε πολλές περιπτώσεις για τη βελτίωση κονιαμάτων και σκυροδεμάτων. Ειδικότερα χρησιμοποιούνται:

1) Σε κονιάματα τσιμέντου. Συμμετέχουν στην παρασκευή κονιαμάτων με ποσοστό 5% έως 30% του τσιμέντου. Το παρασκευαζόμενο κονίαμα είναι σκληρότερο και πυκνότερο από το κοινό τσιμεντοκονίαμα. Χρησιμοποιείται για επικαλύψεις ισχνού σκυροδέματος και έτσι δημιουργείται μια επιφάνεια ανθεκτική σε μεγάλες τριβές που προκαλούνται από βαριά κυλιόμενα φορτία.

2) Σε συνδετικά κονιάματα μεταξύ παλαιού και νέου σκυροδέματος. Επί της επιφάνειας παλαιού σκυροδέματος επιχρίεται το πλαστικό κονίαμα και εν συνεχεία διαστρώνεται το νέο. Έτσι αυξάνεται η συνάφεια μεταξύ του νέου κια του παλαιού σκυροδέματος.

3) Σε κονιάματα επιχρίσεων (σοβάδες) χρησιμοποιείται μεγάλο ποσοστό υγρών πλαστικών. Τα επιχρίσματα αυτά μπορεί να πλυθούν και να τριφτούν χωρίς τον κίνδυνο καταστροφής τους (σχ. 10.6α). Επίσης κατασκευάζονται κονιάματα με μοναδικό συνδετικό μέσο της άμμου πλαστικές ύλες σε διασπορά. Μπορεί τα κονιάματα αυτά να ενισχυθούν με ίνες. Στην περίπτωση αυτή τα επιχρίσματα δεν συρρικνώνονται, αντέχουν στο νερό, δεν ρυπαίνονται και δεν διαποτίζονται.

10.6.2 Κονιάματα και σκυροδέματα από ρητίνες αντιδράσεως.

Οι ρητίνες αντιδράσεως (ρητίνες δύο συστατικών) χρησιμοποιούνται για την παρασκευή κονιαμάτων και σκυροδεμάτων εξαιρετικών ιδιοτήτων. Απαγορεύεται η χρησιμοποίηση υδραυλικών συνδετικών μέσων (τσιμέντα κλπ.). Οι μηχανικές ιδιότητες των υλικών αυτών είναι εξαιρετικά υψηλές:

- Αντοχή σε θλίψη 900 - 1500 kp/cm^2.
- Αντοχή σε κάμψη 300 - 400 kp/cm^2.
- Συντελεστής γραμμικής διαστολής 2×10^{-6}.

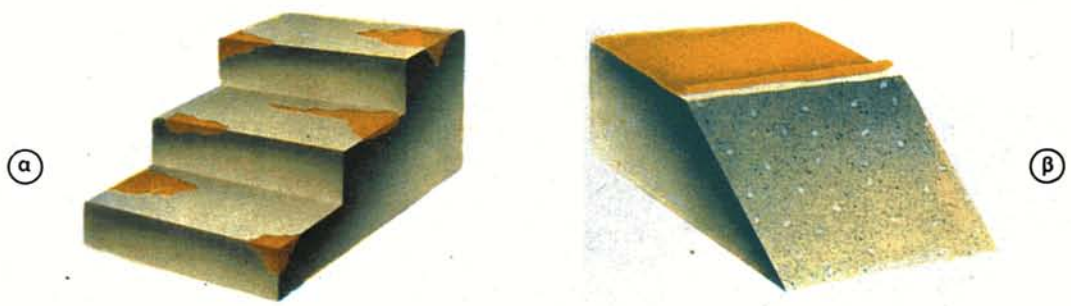
Οι ρητίνες αυτές είναι πολύ ακριβότερες από τα συνήθη συνδετικά μέσα και πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο όταν το επιβάλλουν ειδικές συνθήκες.

Τα διάφορα υλικά που προκύπτουν από την ανάμιξη ρητινών αντιδράσεως και αδρανών υλικών χρησιμοποιούνται στις εξής περιπτώσεις:

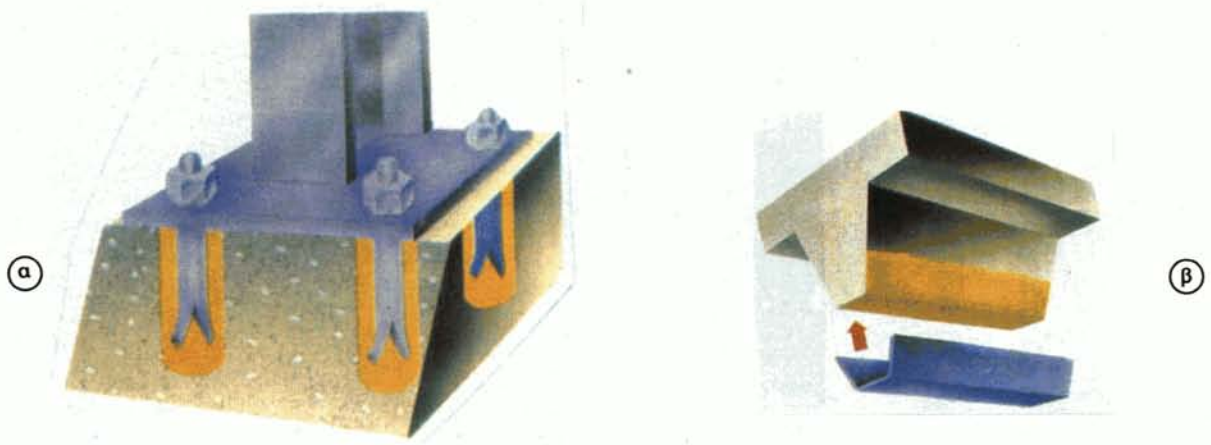
1) Κονίαμα περιεκτικότητας 10 έως 15% ρητίνης επί του όγκου της άμμου ή άλλης αδρανούς ύλης ρητινών αντιδράσεως για ταχεία επισκευή παλαιού σκυροδέματος που έχει υποστεί σκασίματα γωνιών, βλάβες καταστρώματος δρόμων ή προσόψεως κτηρίων [σχ. 10.6α(α)].

2) Κονιάματα περιεκτικότητας 10 έως 30% ρητίνης για συγκολλήσεις τμημάτων σκυροδέματος άοπλου ή οπλισμένου, χαλυβδίνων τεμαχίων, παλαιού με νέο σκυρόδεμα κ.α. (σχ. 10.6β).

3) Κονιάματα περιεκτικότητας 10 έως 40%



Σχ. 10.6α.
Κονίαμα εποξειδικής ρητίνης δύο συστατικών για την επισκευή στοιχείων από σκυρόδεμα (α) και την επικάλυψη δαπέδων με μία ισχυρή μεμβράνη (β).



Σχ. 10.6δ.
Εποξειδικές ρητίνες δύο συστατικών κατάλληλες για την πλήρωση μικρών κενών στο σκυρόδεμα και την αγκίστρωση μεταλλικών στοιχείων (μπουλονιών) στο σκυρόδεμα (α). Επίσης συγκόλληση μεταλλικού ελάσματος στο σκυρόδεμα για την ενίσχυσή του (β).



Σχ. 10.6γ.
Ρητίνη δύο συστατικών για την κατασκευή αυτοεπιπεδουμένων δαπέδων.



Σχ. 10.6δ.
Εποξειδική ρητίνη κατάλληλη για ενέσεις σε ρηγματώσεις του σκυροδέματος και αποκατάσταση της μονολιθικότητας του σκυροδέματος.

ρητίνης για την κατασκευή κονιαμάτων δαπέδων [σχ. 10.6α(β)] επί σταθερού υποστρώματος. Οι ρητίνες αντιδράσεως αναμιγνύονται με σκληρά ανόργανα υλικά όπως σμύρις, καρβορούνδιο, χαλαζιακή άμμο (σχ. 10.6γ) και έτσι επιτυγχάνονται δάπεδα μεγάλης αντοχής σε τριβές, κατάλληλα για βιομηχανικά κτήρια, αντιολισθηρές επιστρώσεις γεφυρών και αυτοκινητοδρόμων. Τα δάπεδα αυτά παρουσιάζουν και εξαιρετική αντοχή σε χημικές επιδράσεις.

4) Υλικό επικαλύψεως με περιεκτικότητα 30 έως 90% σε ρητίνες αντιδράσεως. Κατάλληλα για επικαλύψεις λεπτού στρώματος πάχους 0,5 έως 1,5 mm σε υδραυλικά έργα, δεξαμενές κλπ. Επίσης χρησιμοποιούνται για συγκόλληση λεπτών αδρανών (π.χ. γαρμπίλι) σε όψεις κτηρίων καθώς και για αγκύρωση χαλυβδίνων ράβδων σε σκυρόδεμα.

5) Ρητίνες αντιδράσεων περιεκτικότητας 90% και ενός διαλυτικού μέσου για σφραγίσματα και στεγανοποίηση πατωμάτων και αύξηση της αντοχής σε φθορά από τριβές, ξυλίνων πατωμάτων ή δαπέδων από σκυρόδεμα.

Οι κυριότερες συνθετικές ρητίνες που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή των αναφερθέντων υλικών είναι:

– Μετακρυλικές ρητίνες κατάλληλες για κονιάματα δημιουργίας σκληρών επιστρώσεων δαπέδων κυρίως σε βιομηχανίες τροφίμων.

– Ακόρεστοι πολυεστέρες (UP) με καταλύτη πολυμερισμού. Χρησιμοποιούνται κυρίως στις κατασκευές σκυροδέματος και άλλων δομικών κατασκευών.

– Εποξειδικές ρητίνες (EP). Υψηλής μηχα-

νικής αντοχής ρητίνες και αντοχής σε αλκαλικό περιβάλλον. Ενδιαφέρουσα η χρήση τους στις επισκευές ρωγμών στο σκυρόδεμα, που οφείλονται στο σεισμό, με ένεση (σχ. 10.6δ).

– Πολυουρεθάνη (PUR). Σε κατάσταση πλαστική (καουτσούκ) μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε επιστρώσεις αθλητικών γηπέδων, διαδρόμων στίβου κλπ.

10.6.3 Ελαφρό σκυρόδεμα από πλαστική ύλη.

1) Από εποξειδική ρητίνη πολυστερίνης (EPS), ή διογκωμένη πολυστερίνη (σχ. 10.6ε), άμμο και μια υδραυλική κονία (τσιμέντο) δημιουργείται ένα ελαφρό σκυρόδεμα με φαινόμενο βάρος 300-800 kp/m^3. Παρουσιάζει αντοχή σε θλίψη ίση με 5-50 kp/cm^2 και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας 0,08-0,24 kcal/m.h.°C. Κατάλληλο για θερμομονωτικές επιστρώσεις σε δυναμικά φορτισμένες κατασκευές, για δρόμους και για μονώσεις θεμελίων.

2) Σκληρό αφρώδες σκυρόδεμα με ρητίνες αντιδράσεως. Κατασκευάζονται δομικά στοιχεία με το υλικό αυτό βάρους 250-600 kp/m^3 και αντοχής σε θλίψη 10-40 kp/cm^2. Το σκυρόδεμα αυτό ανάλογα με το βάρος του αναφλέγεται πολύ δύσκολα ή είναι άκαυστο και εμφανίζει μεγάλης διάρκειας αντίσταση στη μετάδοση της φωτιάς.

10.6.4 Ρητίνες σιλικόνης για προστασία έναντι νερού.

Οι ρητίνες αυτές διαφέρουν από όλες τις άλλες ρητίνες γιατί στο μόριό τους αντί άνθρακα (C) περιέχουν πυρίτιο (Si), στοιχείο εξαιρετικά υδρόφοβο.

Κύριο χαρακτηριστικό της σιλικόνης είναι η προστασία των κατασκευών και ειδικά των κατακορύφων τοίχων από την είσοδο του νερού της βροχής. Ενώ εμποδίζει το νερό επιτρέπει την αναπνοή των τοίχων.

Χρησιμοποιείται με τρεις μορφές.

1) Με ανάμιξη πυριτικών αλάτων με υδρύαλο. Το υλικό αυτό είναι διαλυτό στο νερό και μπορεί να επιχρισθεί σε έναν τοίχο.

2) Διαλύματα ρητινών σιλικόνης σε βενζίνη. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κάθε είδους υπόστρωμα και να διαποτιστεί η πρόσοψη ομοιόμορφα.

3) Γαλάκτωμα σιλικόνης καθώς και σκόνη σιλικόνης προστίθενται σε επιχρίσματα, τα οποία κάνουν την πρόσοψη αδιαπέραστη από το νερό και την υγρασία.





Σχ. 10.6ε.
Κόκκοι διογκωμένης πολυστερίνης. Χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία ελαφρών σκυροδεμάτων.

10.6.5 Δομικά στοιχεία τοίχων, σκεπών και δωμάτων.

Από συνθετικές ρητίνες κατασκευάζονται σε μεγάλη έκταση στερεά δομικά υλικά και μεμβράνες. Οι κυριότερες εφαρμογές είναι:

1) Κυμματοειδείς πλάκες από χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC), ακρυλικό γυαλί (PMMA) και εποξειδικές ρητίνες ενισχυμένες με υαλονήματα (GFK) διαφανείς (σχ. 10.6στ), ημιαδιαφανείς και αδιαφανείς. Χρησιμοποιούνται για χωρίσματα εσωτερικών χώρων και για κάλυψη στεγών ελαφρών κατασκευών.

2) Θόλοι διαφόρων διαστάσεων διαφανείς, κυκλικής ή τετραγωνικής καλύψεως (σχ. 10.6ζ) κυρίως από πολυανθρακικές ρητίνες (PC) αλλά και από ακρυλικό γυαλί (PMMA) και οξεική βουτυρική κυτταρίνη. Επίσης χρησιμοποιού-



Σχ. 10.6στ.
Αυλακωτά φύλλα από διάφορες ρητίνες (PVC, PMMA, EP+GFK) ενισχυμένες με υαλοπλέγματα, υαλοπιλήματα κ.α. Χρησιμοποιούνται για την κάλυψη στεγών. Αντέχουν ικανοποιητικά σε κάμψη.







Σχ. 10.6ζ.
Εύκαμπτα θερμομονωτικά φύλλα διαφώτιστα για επικάλυψη στεγών διαφόρων μορφών. Κυλινδρικά σφαιρικά κλπ. φύλλα από ρητίνες πολυανθρακικές (PC) ή πολυμεθυλμετακρυλικές (PMMA πλεξιγκλάς).

νται για επικαλύψεις βιομηχανικών κτηρίων και αθλητικών εγκαταστάσεων, εμπορικών κέντρων κ.α. αυτοφερόμενα στοιχεία από πολυανθρακικά (PC) φύλλα [σχ. 10.6η(α)] ή από πολυεστερικά φύλλα [σχ. 10.6η(β)].

3) Από εξαιρετικά ανθεκτικό σε κρούση PVC ή GFK μορφώνονται ειδικές διατομές ελασμάτων καταλλήλων για επενδύσεις υψηλών κτηρίων.

4) Πλάκες τύπου σάντουιτς με πυρήνα από αφρώδες υλικό διαφόρων ρητινών που καλύπτεται με πλάκες αμιαντοτσιμέντου, γύψου, GFK ή σκληρού PVC χρησιμοποιούνται ως φέροντα στοιχεία για την κάλυψη μικρών ανοιγμάτων απλών κατασκευών. Με κάλυψη του πυρήνα με μεταλλικές πλάκες (κυρίως χαλύβδινες) μπορεί να γεφυρωθούν μεγάλα ανοίγματα σε ελαφρές κατασκευές ή να χρησιμοποιηθούν για πλαγιοκαλύψεις (σχ. 10.6θ). Οι πλάκες αυτές παρέχουν ικανοποιητική θερμομόνωση.

5) Μεμβράνες μικρού πλάτους που διατίθενται σε ρολούς (σχ. 10.6ι) κατασκευασμένες από πολυισοβουτυλένιο (PIB), μαλακό PVC, από πολυπροπυλένιο (PP) ή χλωροπρενικό καουτσούκ ενισχυμένο με υαλονήματα ή ίνες αμιάντου. Χρησιμοποιούνται για στεγάνωση οριζοντίων ή κεκλιμένων στεγών. Στην πίσω πλευρά αυτών των μεμβρανών υπάρχει συνήθως μια ασφαλτική στρώση. Οι μεμβράνες μετά την τοποθέτησή τους συγκολλούνται με διάφορους τρόπους στις περιοχές επαφής τους. Τελευταία συνηθίζεται μεμβράνες μαλακού PVC ή συνθετικού καουτσούκ να συναρμολογούνται εκτός του έργου σε μεγάλες επιφάνειες και μετά να τοποθετούνται. Έτσι μειώνεται σημαντικά ο αριθμός των απαιτουμένων ραφών (σχ. 10.6ια).

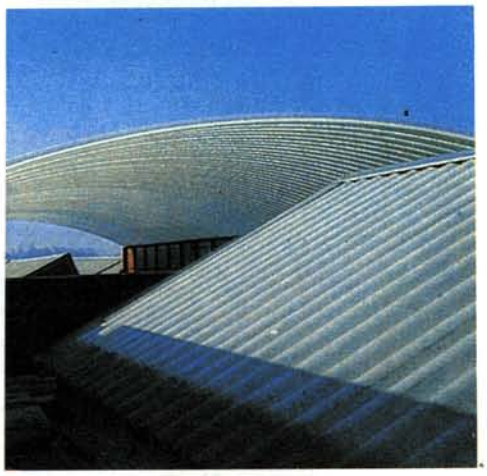
Κατά κανόνα οι μεμβράνες κολλιούνται επί του υποστρώματος με τη βοήθεια ασφαλτικών υλικών ή ειδικών κολλητικών ουσιών. Σε πολλές όμως περιπτώσεις τοποθετούνται ελεύθερα επί του δώματος ή επί του τοίχου και στερεώνονται στα άκρα τους. Για να αποφευχθεί η μετακίνησή τους από τον αέρα τοποθετούνται –στην περίπτωση των οριζοντίων στεγών– επάνω τους πλάκες ή σκύρα.

Σε περιπτώσεις που επιζητείται ανοιχτόχρωμη επικάλυψη στεγών χρησιμοποιούνται μεμβράνες από χλωροσουλφονικό πολυαιθυλένιο ή από πολυαιθυλένιο (PE) με ασφαλτικά υλικά.

6) Στοιχεία αποστραγγίσεως στεγών και δωμάτων. Κατασκευάζονται ανοικτοί οριζόντιοι συλλεκτήρες (γάστρες) και κατακόρυφοι



α



β

Σχ. 10.6η.
Αυτοφερόμενα στοιχεία από πολυανθρακικές ρητίνες (PC) (α) και επίπεδα αυλακωτά φύλλα από πολυεστερικές ρητίνες (UP) ενισχυμένες με υαλοΐνες (β).

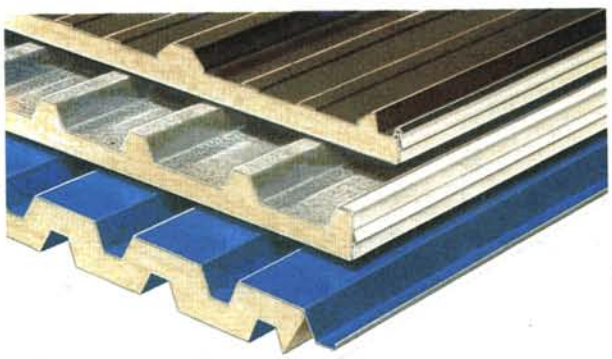


α

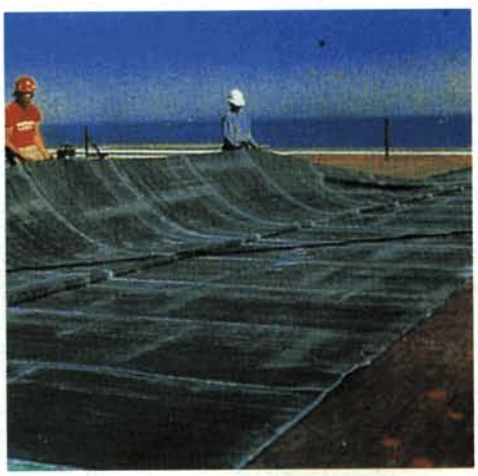


β

Σχ. 10.6ι.
Μεμβράνες (γεωύφασμα για σταθεροποίηση θεμελιώσεων κλπ.) κατασκευασμένες από ίνες πολυπροπυλενίου (PP) (α) και μεμβράνες πολυπροπυλενίου σε συνδυασμό με άσφαλτο (β) για στεγάνωση οριζοντίων ή κεκλιμένων στεγών.



Σχ. 10.6θ.
Θερμομονωτικές σύνθετες πλάκες. Αποτελούνται από δύο χαλυβδόφυλλα, από τα οποία το ένα είναι κυματοειδές (εξωτερική επιφάνεια) και το άλλο επίπεδο (εσωτερική επιφάνεια). Μεταξύ τους παρεμβάλλεται ένας πυρήνας από αφρώδες υλικό μιας ρητίνης, κυρίως πολυουρεθάνης (PUR).



Σχ. 10.6ια.
Στεγανωτική μεμβράνη μεγάλης επιφάνειας που προήλθε από τη συνένωση μικροτέρων μεμβρανών.



α



β

Σχ. 10.6ιβ.
α) Διάφορα στοιχεία για την απορροή των νερών από τις στέγες κατασκευασμένα από χάλυβα με επικάλυψη PVC για την προστασία τους από τη διάβρωση. β) Οριζόντιες και κατακόρυφες υδρορροές από PVC.



Σχ. 10.6ιγ.
Ειδικά εξαρτήματα κεραμοσκεπών στεγών από σκληρό PVC.

σωλήνες (υδρορροές) από υψηλής αντοχής σε κρούση και ανθεκτικό σε διάβρωση PVC (σχ. 10.6ιβ).

7) Ειδικά εξαρτήματα για κεραμοσκεπείς στέγες από σκληρό χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC). Χρησιμοποιούνται για εξαερισμό κουζινών, WC κλπ. (σχ. 10.6ιγ).

10.6.6 Επικαλύψεις δαπέδων.

Μεγάλη είναι η χρήση πλαστικών υλικών στις καλύψεις δαπέδων. Για μικρούς χώρους συνήθους επιβαρύνσεως (κατοικίες, γραφεία κλπ.) χρησιμοποιούνται διαφόρων τύπων πλακίδια και λωρίδες. Για μεγάλους χώρους που υφίστανται σοβαρές επιβαρύνσεις από την κυκλοφορία πεζών ή μικρών τροχοφόρων, όπως είναι τα δάπεδα εργοστασίων, νοσοκομείων κλπ. εφαρμόζονται χυτά ή σπατουλαριστά δάπεδα χωρίς αρμούς.

Η διάρκεια της ζωής αυτών των επικαλύψεων και η καλή εμφάνισή τους εξαρτάται περισσότερο από τη σταθερότητα και την καλή κατάσταση του υποστρώματος επί του οποίου πρόκειται να τοποθετηθούν.

Τα κυριότερα πλαστικά υλικά επιστρώσεων είναι τα εξής:

1) ***Λινόλεουμ***. Το παλαιότερο από τα τεχνικά υλικά που κατασκευάστηκαν από φυσικές οργανικές ουσίες. Το βασικό υλικό είναι το οξειδωμένο λινέλαιο που μπορεί να αναμιχθεί με πολυεστέρες τεχνητών ρητινών. Με το λινέλαιο αναμιγνύονται διάφορες ανόργανες και οργανικές ουσίες όπως π.χ. μαρμαρόσκονη, χρωστικές, άλευρο φελλού κ.α. Το μίγμα ζυμώνεται και κυλινδρώνεται επάνω σε λωρίδες γιούτας (σχ. 10.6ιδ).

Οι λωρίδες επιστρώσεως του λινόλεουμ έχουν πάχος 2 έως 4 mm και πλάτος 200 cm. Το μήκος τους φθάνει τα 30 m (σχ. 10.6ιε). Κατασκευάζονται επίσης πλακάκια μονόχρωμα ή πολύχρωμα (σχ. 10.6ιστ).

Το λινόλεουμ δεν επιτρέπεται να τοποθετηθεί όταν επικρατεί παγωνιά διότι θρυμματίζεται. Κατά τους χειμερινούς μήνες πρέπει το δωμάτιο να θερμαίνεται.

2) ***Μαλακές επιστρώσεις PVC***. Μίγμα ρητινών PVC και πλαστικοποιητικών, ενισχυτικών και άλλων υλικών πρεσσάρονται και δημιουργούνται λωρίδες και πλακίδια διαφόρων αποχρώσεων. Τα βινυλικά δάπεδα υπερτερούν των δαπέδων λινόλεουμ από απόψεως ποιότητας και εμφανίσεως. Είναι όμως ακριβότερα. Στο εμπόριο κυκλοφορούν διάφοροι τύποι. Σημαντικότερα είναι:



Λινέλαιο



Ρητίνες



Φελλός



Ύφασμα Γιούτας

Σχ. 10.6ιδ.
Οι βασικές πρώτες ύλες για την κατασκευή του λινόλεουμ. Λινέλαιο, ρητίνες, φελλός και ύφασμα γιούτας.



Σχ. 10.6ιε.
Επικάλυψη δαπέδων με λωρίδες λινόλεουμ.



Σχ. 10.6ιστ.
Πλακάκια από λινόλεουμ.



Σχ. 10.6ιζ.
Βινυλικά πλακίδια, μαλακά με σχέδια επί της επιφάνειάς τους.



Σχ. 10.6ιη.
Πλάκες από συνθετικό καουτσούκ με συμπληρωματικές χρωστικές ουσίες κατάλληλες για δάπεδα βαριάς κυκλοφορίας. Είναι αντιολισθηρά, ηχομονωτικά και καίγονται πολύ δύσκολα.

– Λωρίδες πλάτους 125 έως 160 cm και πλακίδια διαστάσεων 30 x 30 ή 60 x 60 cm. Αποτελούνται από μια επιφανειακή στρώση PVC επί πολλαπλών στρώσεων όμοιας συνθέσεως υλικού συνολικού πάχους 1,5-3,00 mm. Εμφανίζουν ιδιαιτέρως ωραία σχέδια (σχ. 10.6ιζ).

– Λωρίδες και πλακίδια διαστάσεων όπως προηγουμένως, αλλά αποτελουμένων από πολλές διαφανείς στρώσεις PVC προσκολλημένων σε ένα ηχομονωτικό ή θερμομονωτικό υπόστρωμα που αποτελείται από κετσέ γιούτας ή άλευρο φελλού ή αφρώδες υλικό. Συνολικό πάχος 3 έως 4 mm. Οι επιστρώσεις αυτές παρέχουν ισχυρή θερμομόνωση και κυρίως ηχομόνωση σε δάπεδα κατοικιών καθώς και πλήρη αντοχή σε ξυσίματα.

3) ***Ευλύγιστες και σκληρές πλάκες PVC***. Κατασκευάζονται πλακίδια με ίνες αμιάντου, ενισχυτικές ουσίες και διάφορα χρώματα με κύριο συστατικό διαφόρου σκληρότητας βινυλικές ρητίνες. Παραδίδονται σε διαστάσεις 25 x 25 cm και πάχους 1,6 έως 2,5 mm. Τα πλακάκια αυτά μαλακώνουν όταν θερμανθούν και μπορεί να τοποθετηθούν και σε κυρτές επιφάνειες. Κατά την τοποθέτησή τους χρησιμοποιούνται ασφαλτικές κόλλες.

4) ***Πλάκες ελαστικού***. Οι πλάκες αυτές έχουν πάχος 4 έως 10 mm και η άνω επιφάνειά τους είναι αυλακωτή ή με μικρά εξογκώματα. Αντέχουν σε μεγάλες καταπονήσεις, που προκαλούνται από την κίνηση τροχοφόρων, είναι αντιολισθηρές σε υγρούς χώρους και αποτελούν άριστο υλικό επιστρώσεως δαπέδων εργοστασίων, αεροσταθμών, σιδηροδρομικών σταθμών κλπ. (σχ. 10.6ιη).

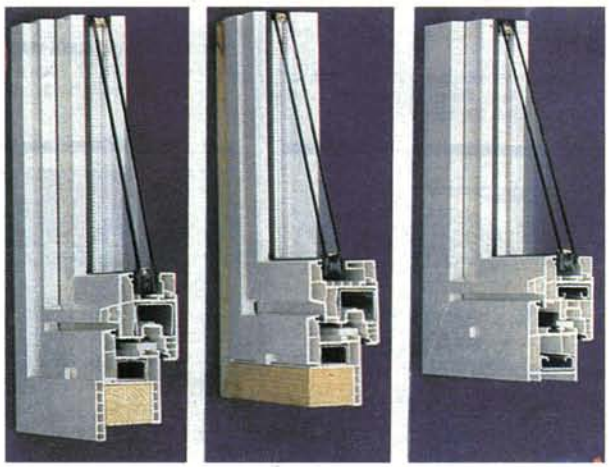
5) ***Πλάκες φελλού***. Από πεπιεσμένο φελλό ή μικρά τεμάχια φελλού και μια συνθετική ρητίνη κατασκευάζονται θερμομονωτικές και ηχομονωτικές πλάκες κατάλληλες για υπόστρωμα λινόλεουμ ή βινυλικών πλακιδίων. Κατασκευάζονται όμως και πλακίδια τελικής επιστρώσεως πάχους 4 έως 5 mm που όμως δεν είναι ανθεκτικά σε μεγάλες καταπονήσεις.

10.6.7 Κουφώματα και ειδικά τεμάχια.

1) ***Παράθυρα***. Κυκλοφορούν πολλοί τύποι παραθύρων που έχουν κατασκευαστεί από υψηλής αντοχής σε κρούση PVC. Αποτελούνται από ειδικά τεμάχια (προφίλ) διαφόρων διατομών (T, Z, L) τα οποία συναρμολογούνται κατάλληλα ώστε να αποτελούν τις κάσες και τα πλαίσια (σχ. 10.6ιθ). Με τα κενά που σχηματίζονται μεταξύ των προφίλ αυξάνεται η ακαμψία των παραθύρων και με τη βοήθεια συμπληρωματικών υλικών δημιουργείται μεγάλη στεγανότητα στους αρμούς, σημαντική ασφάλεια έναντι καταιγίδων και πολύ καλή θερμομόνωση και ηχομόνωση.

Σε μεγάλα ανοίγματα χρησιμοποιούνται μεταλλικά προφίλ που είναι επενδεδυμένα με PVC. Σε άλλες περιπτώσεις ενισχύεται η εξωτερική επιφάνεια ξυλίνων κουφωμάτων με προφίλ PVC.

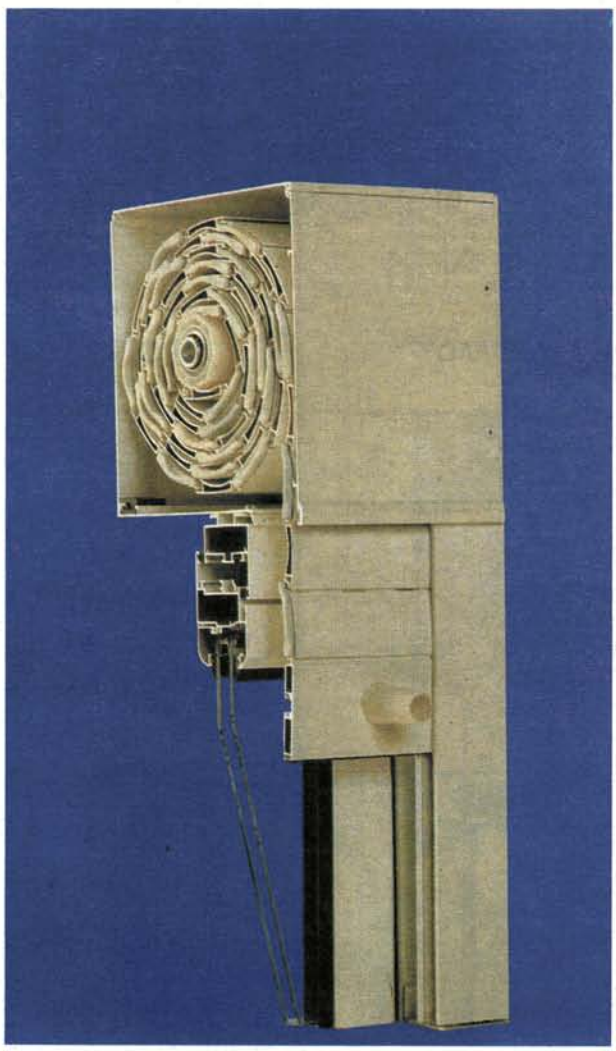
Τα παράθυρα από PVC είναι ακριβότερα από τα αντίστοιχα ξύλινα παράθυρα, αλλά εξισορροπείται η διαφορά λόγω της αποφυγής



Σχ. 10.6ιθ.
Τύποι πλαστικών (PVC) παραθύρων με διπλά τζάμια.



Σχ. 10.6κ.
Εξώπορτες από PVC. Η διατομή τους είναι κυψελωτή με εσωτερική χαλύβδινη ενίσχυση.



Σχ. 10.6κα.
Ρολά παραθύρων ή εξωστοθυρών από PVC.

συντηρήσεως που απαιτούν τα ξύλινα παράθυρα.

2) ***Πόρτες***. Κατασκευάζονται πόρτες από διάφορες συνθετικές ρητίνες (σχ. 10.6κ). Οι κυριότεροι τύποι είναι:

– Από προφίλ σκληρού PVC συνήθεις ή συρόμενες πόρτες.

– Με πυρήνες από διογκωμένη πολυστερίνη και επικάλυψη από σκληρό PVC.

– Με πυρήνα από οποιοδήποτε υλικό και επικαλυπτική στρώση ρητινών μελαμίνης - φορμαλδεΰδης (MF).

3) ***Ειδικά στοιχεία***.

– Κατασκευάζονται ένα πλήθος βοηθητικών στοιχείων από σκληρό ή μαλακό PVC, όπως πήχεις υαλοστασίων, παρεμβύσματα θυρών και παραθύρων κλπ.

– Από σκληρό PVC κατασκευάζονται ρολά παραθύρων (σχ. 10.6κα) κατ' απομίμηση των ξυλίνων ρολών.

10.6.8 Υλικά ηλεκτρικών εγκαταστάσεων.

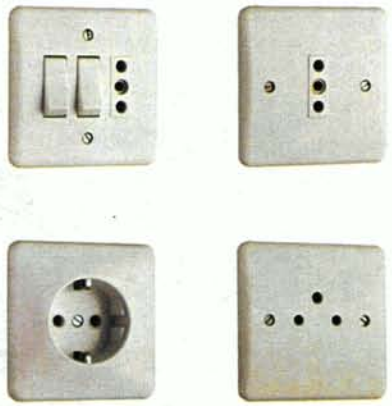
Τα πλαστικά υλικά έχουν μεγάλες εφαρμογές στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις. Οι εξαιρετικές διηλεκτρικές και άλλες ιδιότητές τους τα καθιστούν αναντικατάστατα σε ένα πλήθος υλικών των ηλεκτρικών δικτύων .

1) Διακόπτες απλοί, διπλοί, μαχαιρωτοί, ρευματοδότες (πρίζες) διπολικοί, τριπολικοί και άλλοι (σχ. 10.6κβ και 10.6κγ). Κατασκευά-

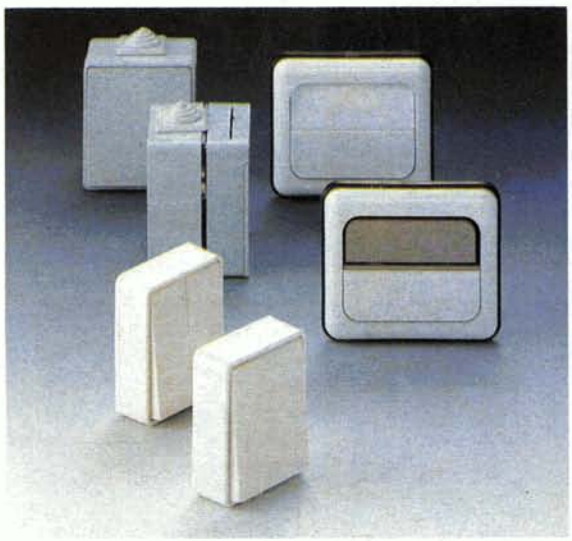
ζονται από ρητίνες φαινόλης - φορμαλδεΰδης (φαινοπλάστες PF) σκούρου χρώματος ή από ρητίνες ουρίας ή μελαμίνης - φορμαλδεΰδης (αμινοπλάστες UF/MF) λευκού χρώματος ή έγχρωμοι.

Τα υλικά αυτά παράγονται σε διάφορες ποιότητες ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη ρητίνη και με το σύστημα λειτουργίας τους. Ακριβότερα είναι τα κατασκευαζόμενα από αμινοπλάστες.

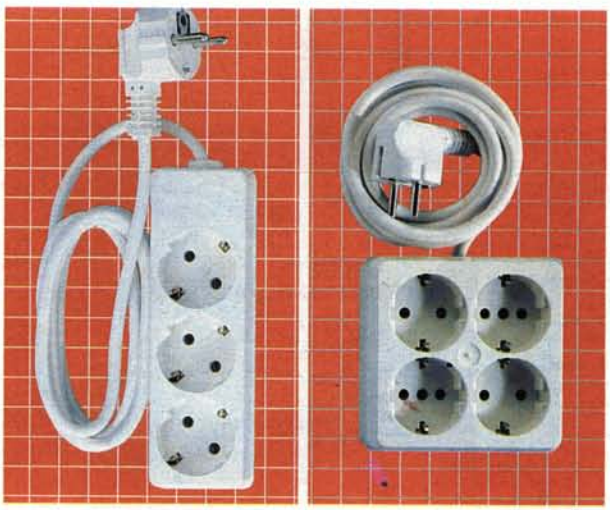
2) Βάσεις φωτιστικών σωμάτων κατασκευάζονται από τις αναφερθείσες ρητίνες (σχ. 10.6κδ και 10.6κε). Σε υγρούς βιομηχανικούς και γεωργικούς τόπους όπου ο κίνδυνος διαβρώσεως είναι μεγάλος οι βάσεις αυτών κατα-



α



Σχ. 10.6κ6.
Διακόπτες χωνευτοί και εξωτερικοί, απλοί ή αλλέ-ρετούρ από συνθετικές ρητίνες.

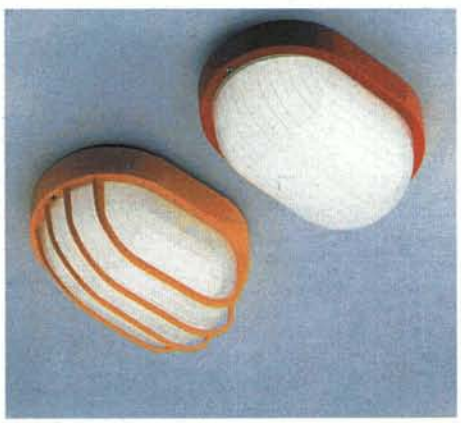


β

Σχ. 10.6κγ.
Ρευματοδότες. α) Εσωτερικοί διαφόρων ειδών. β) Πολλαπλοί μετακινούμενοι.



α



β

Σχ. 10.6κδ.
Βάσεις φωτιστικών σωμάτων. α) Από αυτοσβηνόμενη πολυανθρακική ρητίνη (PC). β) Από πολυπροπυλένιο (PP).

σκευάζονται από ενισχυμένες με υαλοΰφασμα ακόρεστους πολυεστέρες ή εποξικές ρητίνες (GFK).

3) Οι καλύπτρες των φωτιστικών σωμάτων είναι από ακρυλικό γυαλί (πολυ-μεθυλμεταακρυλικό PMMA), οι δε καλύπτρες των λαμπτήρων των οδών από άθραυστο PC (πολυ-ανθρακικές ρητίνες).

4) Η μεγαλύτερη όμως χρήση γίνεται στην κάλυψη και μόνωση των από αλουμίνιο ή χαλκό ηλεκτροφόρων αγωγών. Χρησιμοποιείται μαλακό PVC (χλωριούχο πολυβινύλιο με πλαστικοποιητικές) που αντέχει σε γήρανση, διάβρωση και δεν διαπερνιέται από το νερό και την υγρασία (σχ. 10.6κστ).

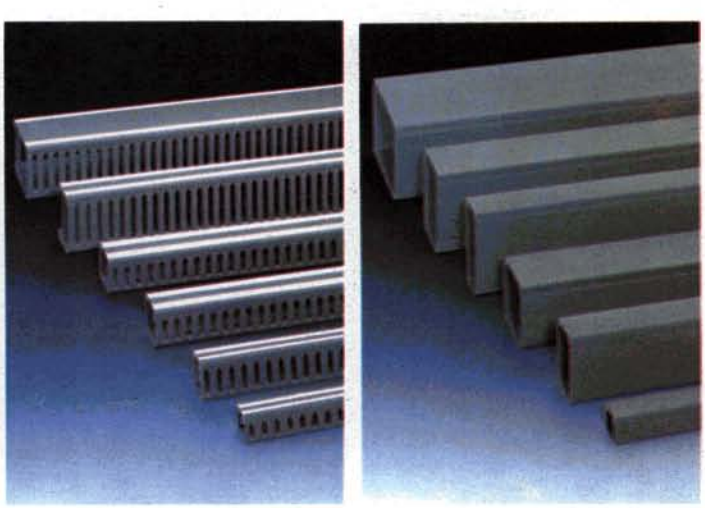
5) Κατασκευάζονται επίσης από πλαστικές ύλες μικρής διατομής κανάλια που τοποθετούνται επί του τοίχου ή επί του δαπέδου και από τα οποία διέρχονται ηλεκτρικοί αγωγοί (σχ. 10.6κζ).



Σχ. 10.6κε.
Φωτιστικά σώματα εξωτερικού χώρου με βάση από πολυανθρακική ρητίνη (PC).



Σχ. 10.6κστ.
Κάλυψη και μόνωση καλωδίων μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Χρησιμοποιείται κυρίως PVC.



Σχ. 10.6κζ.
Ανοικτά (α) και κλειστά (β) επίτοιχα κανάλια από αυτοσβηνόμενο PVC.

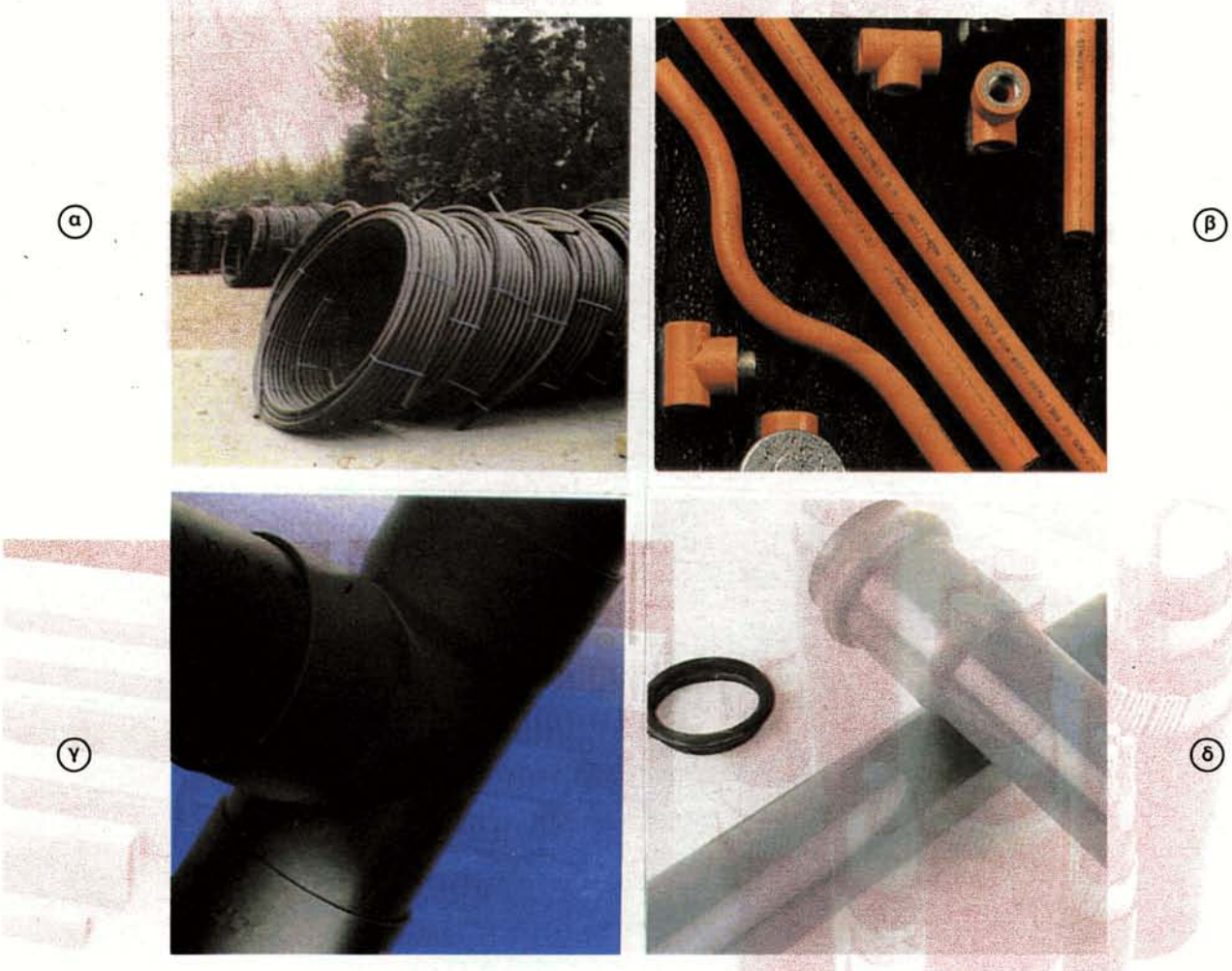
10.6.9 Σωληνώσεις μεταφοράς υγρών και αερίων και εξαρτημάτων υδραυλικών εγκαταστάσεων.

Τα πλαστικά υλικά χρησιμοποιούνται ευρύτατα για την κατασκευή σωλήνων νερού, ακαθάρτων υδάτων, αποστραγγίσεων, αερίων, μεταφοράς γραμμάτων και εγγράφων (πνευματική μεταφορά), σωλήνες εγκαταστάσεων βιολογικού καθαρισμού καθώς και διάφορα εξαρτήματα των υδραυλικών εγκαταστάσεων.

1) Οι σωλήνες νερού κατασκευάζονται από χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC) ή από πολυαιθυλένιο (PE) (σχ. 10.6κη). Τα κύρια πλεονεκτήματά τους έναντι των σιδηροσωλήνων είναι το μικρό βάρος τους, η ανθεκτικότητά τους σε εσωτερικές και εξωτερικές διαβρώσεις (δεν προσκολλιούνται τα άλατα), η αντοχή τους στον παγετό και η εύκολη τοποθέτησή τους. Οι σωλήνες PE μαύρου χρώματος είναι μεγάλου μήκους και τυλίγονται σε τύμπανα όπως τα καλώδια. Οι σωλήνες PVC διατίθενται με τα απαραίτητα εξαρτήματα ενώσεως αλλά μπορούν και να κολληθούν μεταξύ τους (σχ. 10.6κθ). Αντέχουν σε πιέσεις μέχρι 10 at και 16 at.

2) Για τις αποχετεύσεις χρησιμοποιούνται σωλήνες από πολυπροπυλένιο (PP) και από συμπολυμερή (ABS) ή (ASA) του πολυστυρενίου (PS). Είναι εξαιρετικά ανθεκτικές σε θερμό νερό (σχ. 10.6κη).

Επίσης για τις υπόγειες αποχετεύσεις χρησιμοποιούνται ειδικοί σωλήνες PVC χρώματος ερυθροκαστανού και σωλήνες μεγάλης διαμέτρου από πολυαιθυλένιο (PE), PVC ή GFK



Σχ. 10.6κη.
Σωλήνες διαφόρων τύπων για διάφορες χρήσεις. α) Για άρδευση από πολυαιθυλένιο (PE). β) Για εγκατάσταση κεντρικής θερμάνσεως από πολυπροπυλένιο (PP) μεγάλου μοριακού βάρους. γ) Για αποχετεύσεις από χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC). δ) Σωλήνες για άρδευση από σκληρό PVC.



Σχ. 10.6κθ.
Μεγάλη ποικιλία εξαρτημάτων δικτύων αποχετεύσεως κατασκευάζονται από PVC.



Σχ. 10.6λ.
Εξαρτήματα δικτύου υδρεύσεως (α) και εξαρτήματα επιφανειακών αποχετεύσεων από PVC (β).

(εποξικές ρητίνες ή ακόρεστοι πολυεστέρες ενισχυμένοι με υαλοϋφασμα). Τέλος σωλήνες διαμέτρου μέχρι 3,5 m κατασκευάζονται με μπετόν τεχνητών ρητινών.

3) Οι αποστραγγίσεις επιτυγχάνονται με σωλήνες με εγκοπές από PE ή σκληρό PVC καθώς και με ευλύγιστους αυλακωτούς σωλήνες.

4) Στις υπόγειες σωληνώσεις μεταφοράς αερίων χρησιμοποιούνται πλαστικοί σωλήνες από PVC διαμέτρου μέχρι 200 cm και αντοχής σε πίεση 1 at. Στην περίπτωση αυτή τα αέρια δεν πρέπει να περιέχουν υδρογονάνθρακες βενζολίου. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθούν σωλήνες από σκληρό PE μαύρου χρώματος που αντέχουν σε πίεση 4 at.

5) Χρησιμοποιούνται επίσης πλαστικοί σωλήνες από PVC για τη διέλευση ηλεκτρικών αγωγών. Οι σωλήνες αυτοί μπορούν να τοποθετηθούν και σε υγρό έδαφος.

6) Κατασκευάζονται κυρίως από PVC τα εξαρτήματα, οι σωλήνες των δικτύων υδρεύσεως, αποχετεύσεως ακαθάρτων και αποχετεύσεως επιφανειακών υδάτων (σχ. 10.6λ).

10.6.10 Πλαστικά προστασίας από το νερό (υδατομονωτικά).

Στο πεδίο της μονώσεως των πάσης φύσεως κατασκευών από το νερό τα πλαστικά έχουν καταστεί αναντικατάστατα και έχουν εφαρμογή και σε περιπτώσεις που πρώτα δεν υπήρχε τρόπος να αντιμετωπιστούν. Τα προβλήματα της υδατομονώσεως αντιμετωπίζο-

νταν μέχρι πρότινος με υλικά που είχαν ως βάση κυρίως την άσφαλτο όπως ασφαλτόπανα, ασφαλτοπιλήματα, ασφαλτικές επαλείψεις με γαλακτώματα κ.α. Τα υλικά αυτά που χρησιμοποιούνται και σήμερα σε δευτερεύουσες κατασκευές μειονεκτούν σημαντικά των πλαστικών μονωτικών υλικών. Οι σημαντικότερες εφαρμογές είναι οι εξής:

1) Προστασία πρανών επιχωμάτων και ορυγμάτων αυτοκινητοδρόμων ή βαθιών εκσκαφών κτηριακών έργων από τις καταστροφές που μπορεί να προκαλέσουν σε χαλαρά εδάφη οι βροχές και η υγρασία. Χρησιμοποιούνται μεμβράνες πολυαιθυλενίου (PE) ή χλωριούχου πολυβινυλίου πάχους 0,1 έως 0,2 mm που επικολλούνται με ειδικές κόλλες (σχ. 10.6λα).

2) Στεγανοποίηση υπογείων χώρων. Επιτυγχάνεται με λωρίδες πολυστερίνης (PS) πάχους 1,2 mm που έχουν καλυφθεί και από τις δύο πλευρές με στρώμα ασφάλτου πάχους 0,03 mm. Οι λωρίδες αυτές επικαλύπτονται σε πλάτος 10 cm και κολλιούνται με θερμή ασφαλτόκολλα.

Επίσης για τον ίδιο σκοπό χρησιμοποιούνται μεμβράνες από πολυισοβουτυλένιο (PIB) ενισχυμένες με ορυκτές ύλες. Είναι ανθεκτικές στη γήρανση και στη διάβρωση από υγρασία.

3) Στεγανοποίηση κατασκευών που έρχονται σε επαφή με οξέα, βενζίνη, βενζόλιο, έλαια και λίπη κ.α. Μεγάλη αντοχή έναντι αυτών των ουσιών έχουν οι μεμβράνες πολυισοβουτυλενίου (PIB). Οι μεμβράνες αυτές μπορεί να χρησιμοποιηθούν σε θερμοκρασίες από –30°C έως +60°C.

Επίσης χρησιμοποιούνται στεγανοποιητικές μεμβράνες από μαλακό PVC σε βιομηχανίες γαλακτοκομικών προϊόντων διότι επιδεικνύουν υψηλή αντοχή στα βρώσιμα λίπη. Οι ίδιες μεμβράνες αντέχουν και στα ορυκτά έλαια.

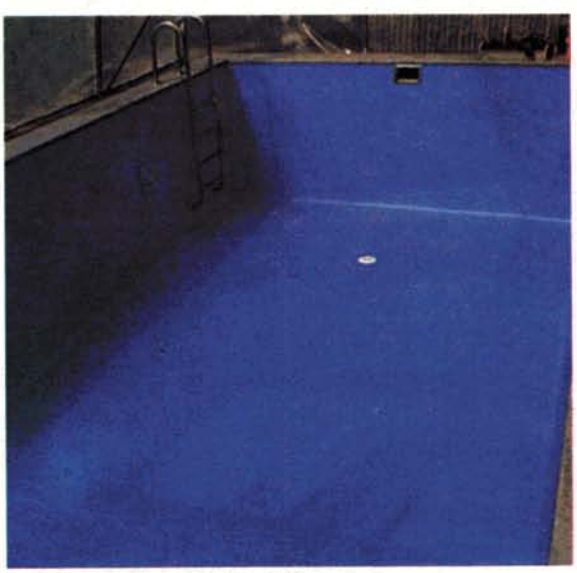
4) Στεγάνωση κολυμβητικών δεξαμενών και υδατοδεξαμενών επιτυγχάνεται με λωρίδες PVC. Οι ραφές που έχουν κολληθεί με τη μέθοδο της διογκώσεως στεγανοποιούνται περισσότερο με ένα υγρό πλαστικό διάλυμα (σχ. 10.6λβ).

5) Χρησιμοποιούνται, για διάφορες στεγανώσεις, μεμβράνες από συνθετικό καουτσούκ καθώς και από χλωροσουλφονικό πολυαιθυλένιο.

6) Επίσης για τις στεγανώσεις μπορεί να χρησιμοποιηθούν τα συμπολυμερή του αιθυλενίου (E/VAC) τα οποία όταν αναμιχθούν με βιτουμένια (ασφάλτια) αποκτούν αραιή πολτώδη υφή και χύνονται στις επιφάνειες που πρόκειται να στεγανοποιηθούν.



Σχ. 10.6λα.
Μεμβράνες πολυαιθυλενίου (PE) προστασίας πρανών τεχνικών έργων, από τα επιφανειακά νερά.



Σχ. 10.6λβ.
Κολυμβητική δεξαμενή με υδατοστεγάνωση από λωρίδες χλωριούχου πολυβινυλίου (PVC).



Σχ. 10.6λγ.
Υγρή πολυουρεθάνη δημιουργεί στην επιφάνεια μια ισχυρή ελαστική μεμβράνη αδιαπέραστη από το νερό.

7) Εκτός των μεμβρανών και των λωρίδων μπορεί να στεγανοποιηθούν επιφάνειες με σύγχρονη εκτόξευση από ξεχωριστά ακροφύσια θερμοσκληρυνομένων ρητινών ακορέστων πολυεστέρων (UP) και ινών γυαλιού. Έτσι με την ανάμιξη των υαλονημάτων με τις ρητίνες κατασκευάζονται σε σήραγγες και στοές ορυχείων ανθεκτικές επενδύσεις.

Επίσης με υγρής καταστάσεως πολυουρεθάνη (PUR) επιτυγχάνεται ικανοποιητική στεγάνωση ταρατσών από οπλισμένο σκυρόδεμα (σχ. 10.6λγ) ή στεγών με μεταλλική κάλυψη.

8) Η στεγανοποίηση των αρμών διαστολής ή εργασίες σε κατασκευές σκυροδέματος ανωδομών ή υπογείων επιτυγχάνεται με τη χρήση ειδικών ταινιών από ανθεκτικό καουτσούκ του χλωροπρενίου (σχ. 10.6λδ).

Τέλος για τη στεγάνωση των αρμών χρησιμοποιούνται πολτοί πολλών συστατικών από συνθετικό καουτσούκ.

10.6.11 Βοηθητικές κατασκευές από πλαστικά υλικά.

Με τη χρησιμοποίηση χλωριούχου πολυβινυλίου (PVC) και μικρής πυκνότητας πολυαιθυλενίου (PE) ή πολυαμιδίων (PA) κατασκευάζονται διάφορα υλικά προσωρινής χρήσεως ή βοηθητικά εργοταξίων κλπ. Τα κυριότερα από αυτά είναι:

1) Φουσκωτά βοηθητικά οικήματα για αποθήκες ή προσωρινά καταλύματα. Υπάρχουν πολλοί τύποι. Ο συνήθης τύπος διαθέτει πλαστικούς κυλινδρικούς αγωγούς οι οποίοι φουσκώνουν με πεπιεσμένο αέρα και παίζουν το ρόλο πλαισίων επί των οποίων στηρίζονται πλαστικές μεμβράνες (σχ. 10.6λε).

2) Προστατευτικές μεμβράνες για την κάλυψη και προστασία από τις εξωτερικές επιδράσεις υλικών, μηχανημάτων έργων κλπ. Επίσης τοποθετούνται επί των εξωτερικών ικριωμάτων μεμβράνες για την προστασία των διερχομένων ανθρώπων ή των εργαζομένων.

3) Άκαμπτοι σωλήνες μεταφοράς υλικών και κυρίως σκυροδέματος από σκληρό PVC ή μεγάλης πυκνότητας PE.

4) Εργαλεία και σχοινιά. Από πολυαιθυλένιο (PE), από συμπολυμερή του πολυστυρένιου (ABS) και πολυπροπυλένιο (PP) κατασκευάζονται κάδοι, χειράμαξες, εργαλεία κτιστών. Είναι ελαφρά, δεν διαβρώνονται, καθαρίζουν εύκολα και είναι αθόρυβα. Από πολυαμίδια (νάϋλον PA), πολυαιθυλένιο (PE) και πολυπροπυλένιο (PP) κατασκευάζονται διάφορα είδη σχοινιών. Είναι ελαφρά, δεν διαβρώνονται, δεν απορροφούν νερό και υγρασία και είναι ανθεκτικότερα των κατασκευαζομένων από σιζάλ ή μανίλα.

5) Υλικά ξυλοτύπων.

– Λεπτές μεμβράνες από PVC και PE χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των ξυλοτύπων. Διατηρούν την υγρασία του σκυροδέματος και έτσι παράγεται καλύτερης ποιότητας υλικό.

– Επαλείφονται με εποξικές ρητίνες (EP) ή διαποτίζονται με ρητίνες φαινοφορμαλδεΰδης (PF) οι ξυλότυποι και έτσι αυξάνεται ο χρόνος ζωής τους.

– Με σκληρά ανθεκτικά φύλλα πολυστυρε-



Σχ. 10.6λδ.
Ελαστομερής μάζα με βάση την άσφαλτο χρησιμοποιείται για την κατασκευή αυτοκόλλητων στεγανωτικών ταινιών. Είναι κατάλληλες για στεγάνωση αρμών ή των σημείων επαφής δύο διαφορετικών υλικών όπως π.χ. των επιφανειών μιας μεταλλικής καπνοδόχου και του σκυροδέματος που την περιβάλλει.



Σχ. 10.6λε.
Προκατασκευασμένο υπόστεγο με ημιάκαμπτα πλαστικά πλαίσια που φουσκώνουν με πεπιεσμένο αέρα. Αυτό που εικονίζεται έχει πλάτος 5 m, μήκος 12 m και ζυγίζει 120 kg.

νίου (PS) ή με σκληρό PVC κατασκευάζονται πλάκες που αντικαθιστούν τις ξύλινες τάβλες των ξυλοτύπων.

– Παραμένοντα φύλλα τύπων που κατασκευάζονται από διογκωμένο πολυστυρένιο. Τοποθετούνται επί των ικριωμάτων του ξυλοτύπου και παραμένουν μετά την πήξη του σκυροδέματος και την αφαίρεση των ικριωμάτων. Πλεονεκτούν έναντι των παραδοσιακών ξυλίνων τύπων διότι δημιουργούν ένα ισχυρό θερμομονωτικό στρώμα και η φανερή επιφάνεια του σκυροδέματος είναι λεία και καθαρή.

Μεγάλη χρήση έχουν οι καλούμενοι πλαστικότυποι. Έχουν ειδική μορφή (σχ. 10.6λστ) και έχουν κατασκευαστεί από χυτό πολυπροπυλένιο (PP). Χρησιμοποιούνται αντί ξυλοτύπου στις κατασκευές πλακών από οπλισμένο σκυρόδεμα με διαδοκίδες (τύπου Zölner) και δημιουργούν πολύ καλή εμφάνιση των οροφών (σχ. 10.6λζ).

10.6.12 Είδη υγιεινής, έπιπλα. Τεχνητή ξυλεία.

Από ακρυλικό γυαλί (PMMA) ή συμπολυμερή του πολυστυρενίου (ABS, SAN) που έχει ενίσχυση από υαλονήματα κατασκευάζονται με καλά αποτελέσματα λουτήρες, νιπτήρες, εγκαταστάσεις καταιονητήρων (ντους), καζανάκια αθόρυβα, καλύματα λεκανών αποχωρητηρίου κλπ. Επίσης από τα ίδια υλικά και από ενισχυμένες με υαλοϋφασμα εποξικές ρητίνες (GFK) προκατασκευάζονται μονάδες υγιεινής σε σειρά που περιλαμβάνουν τους τοίχους, το δάπεδο, τις πόρτες και όλα τα είδη υγιεινής. Χρησιμοποιούνται σε μεγάλες οικιστικές μονάδες που επαναλαμβάνονται τα ίδια διαμερίσματα ή σε μεγάλες νοσοκομειακές μονάδες.

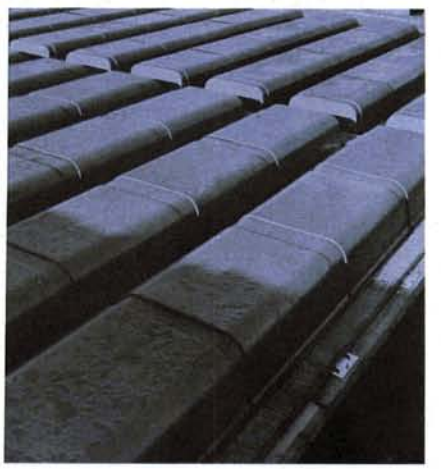
Προκατασκευασμένοι τοίχοι κατασκευάζονται από αφρώδη σκληρή πολυουρεθάνη (PUR) και ελαφρό μπετόν από πλαστικές ύλες.

Μεγάλη εφαρμογή έχουν τα πλαστικά σε συνδυασμό με το ξύλο, στις επενδύσεις τοίχων καθώς και σε επενδύσεις υγειονομικών σταθμών, ιατρείων, καταστημάτων κλπ. Βασικό υλικό στις κατασκευές αυτές είναι η φορμάικα (βλ. στο κεφάλαιο περί ξύλου) που αποτελείται από λεπτά φύλλα χαρτιού εμποτισμένα με μελαμίνη.

Στην κατασκευή επίπλων χρησιμοποιούνται σε μεγάλη έκταση μοριοσανίδες και ινόπλακες με επίστρωση καπλαμά κατασκευασμένου με πλαστικές ύλες.

Τέλος μεγάλη κατανάλωση πλαστικών υλικών γίνεται για την κατασκευή καθισμάτων για εξωτερική χρήση (κήποι, γήπεδα κλπ.).





Σχ. 10.6λστ.
Πλαστικότυποι από χυτό προπυλένιο. Χρησιμοποιούνται αντί ξυλοτύπου.



Σχ. 10.6λζ.
Όψη οροφών (ταβανιών) μετά την αφαίρεση του ξυλοτύπου και την αποκάλυψη της κάτω όψεως των πλαστικοτύπων.

10.6.13 Θερμομονωτικά και ηχομονωτικά υλικά.

Η θερμική και ηχητική μόνωση των κατασκευών επιτυγχάνεται ή με πλάκες υαλονημάτων, ινών αμιάντου και ορυκτών ινών που είναι διαποτισμένες με φαινολικές ρητίνες (PF) για να καταστούν αδιάβροχες ή με αφρώδεις πλαστικές πλάκες.

Τα αφρώδη πλαστικά κατασκευάζονται από τις γνωστές ρητίνες κατόπιν ιδιαίτερης κατεργασίας. Διακρίνονται για τις άριστες θερμομονωτικές και ηχομονωτικές ιδιότητές τους. Στον πίνακα 10.5.2 αναφέρονται διάφορα χαρακτηριστικά των σημαντικοτέρων αφρωδών υλικών.

Περισσότερες λεπτομέρειες αναφέρονται στο κεφάλαιο περί μονώσεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΔΕΚΑΤΟ

ΧΡΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΒΕΡΝΙΚΙΑ

11.1 Εισαγωγή.

11.1.1 Γενικά.

Τα χρώματα και τα βερνίκια ανήκουν σε μια μεγάλη ομάδα υλικών που χρησιμοποιούνται ευρύτατα σε ένα πλήθος εφαρμογών. Η βαφή των υφασμάτων, το βάψιμο δοχείων και αντικειμένων, το λουστράρισμα των επίπλων ή των κουφωμάτων μιας κατοικίας, η κατασκευή ζωγραφικών γενικά πινάκων αποτελούν μερικές από τις εφαρμογές αυτές. Η κυριότερη όμως χρήση που αφορά άμεσα στον τεχνικό αναφέρεται στο χρωματισμό ή όπως ονομάζεται στη δομική, στην ***επίχρωση*** των τεχνικών έργων.

Τα υλικά με τα οποία κατασκευάζονται τα έργα, όπως πέτρες, μέταλλα, ξύλα, σκυροδέματα, επιχρίσματα κ.α. όταν εκτεθούν στο περιβάλλον υφίστανται τις καταστροφικές επιδράσεις που προέρχονται από τους διαβρωτικούς παράγοντες που αναπτύσσονται σε αυτό. Η βροχή, το χιόνι, ο άνεμος, οι αυξομειώσεις της θερμοκρασίας, οι ηλιακές ακτίνες, διάφορες χημικές ουσίες και αέρια που προέρχονται από τις δραστηριότητες του ανθρώπου, μηχανικές ενέργειες που επιδρούν επάνω στα υλικά (τριβές) και πλήθος άλλων παραγόντων προκαλούν ανυπολόγιστες καταστροφές στα υλικά και κατά συνέπεια και στα έργα. Στις ΗΠΑ εκτιμάται ότι για την αντιμετώπιση των καταστροφών αυτών σε κάθε είδος έργων δαπανώνται κατά μέσον όρο 60 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως.

Ένας από τους βασικότερους αλλά και απλούστερους τρόπους προστασίας των υλικών από τις καταστροφές που αναφέρθηκαν, είναι η κάλυψη της επιφάνειάς τους με ένα χρώμα ή βερνίκι. Η κάλυψη αυτή (επίχρωση ή χρωματισμός είναι ταυτόσημοι όροι) μπορεί να προστατεύσει το υλικό βραχυχρόνια ή μακροχρόνια, πράγμα που εξαρτάται από το είδος του χρώματος ή του βερνικιού που θα χρησιμοποιηθεί, από το είδος του υλικού που πρόκειται να προστατευθεί, από την ένταση και το είδος των διαβρωτικών παραγόντων που επικρατούν στην περιοχή του έργου και από τον τρόπο που θα εκτελεστεί η εργασία.

Συγχρόνως όμως με την προστασία επιτυγχάνεται, με κατάλληλη εκλογή χρωματισμού, η αισθητική εμφάνιση του έργου. Επίσης με χρησιμοποίηση ειδικών χρωμάτων επιδιώκεται η παρεμπόδιση αναπτύξεως μικροβίων σε επιφάνειες συγκεκριμένων εσωτερικών χώρων (χειρουργεία, νοσοκομεία, χώρους υγιεινής κλπ.).

Ανακεφαλαιώνοντας μπορούμε να πούμε ότι στόχοι των επιχρώσεων είναι:

– Προστασία του έργου από τις διαβρωτικές επιδράσεις του εξωτερικού ή εσωτερικού περιβάλλοντός του.

– Επίτευξη αισθητικής και διακοσμητικής εμφανίσεως του έργου.

– Διατήρηση σε υγιεινή κατάσταση επιφανειών ορισμένων χώρων.

Επιθυμητή είναι η ταυτόχρονη επίτευξη τουλάχιστον των δύο πρώτων στόχων. Σε περίπτωση που αυτό δεν είναι δυνατόν επικρατεί πάντοτε ο πρώτος στόχος. Δηλαδή επιδιώκεται με την επίχρωση απαραιτήτως η προστασία του υλικού που βάφεται.

11.1.2 Ορισμοί.

Οι όροι ***χρώμα*** και ***βερνίκι*** είχαν κατά τη διάρκεια της ιστορίας του ανθρώπου διαφορετικό περιεχόμενο, διαφορετικό προορισμό.

Ο άνθρωπος των σπηλαίων αποτύπωνε στα τοιχώματα μορφές ζώων, φυλών και ανθρώπων χρησιμοποιώντας χυμούς φυτών ή άλλες ουσίες (σχ. 11.1). Έτσι εκδήλωνε μια εσωτερική επιθυμία του να μεταφέρει στο κατάλυμά του ότι έβλεπε στη φύση.

Κατά τους ιστορικούς χρόνους οι αρχαίοι λαοί, Βαβυλώνιοι, Αιγύπτιοι και αργότερα Έλληνες και Ρωμαίοι έβαφαν το εσωτερικό των ναών, των δημοσίων κτηρίων και των κατοικιών τους. Ο σκοπός του βαψίματος ήταν η αισθητική εμφάνιση των κτηρίων. Χρησιμοποιούσαν υδροχρώματα που παρασκεύαζαν με διάφορες χρωστικές ουσίες που διέλυαν στο νερό. Επίσης έβαφαν τα αγάλματά τους καθώς και τα δοχεία που χρησιμοποιούσαν στις καθημερινές τους ανάγκες. Τέλος δημιουργούσαν τοιχογραφίες και πίνακες εξαιρετικής τέχνης.



Σχ. 11.1.
Απεικόνιση ζώου σε σπήλαιο προϊστορικών ανθρώπων, με χρώμα που προερχόταν από τα πετρώματα του σπηλαίου. Ο πρωτόγονος άνθρωπος τα λειοτριβούσε και τα ανακάτωνε με νερό.

Κατά τους Βυζαντικούς χρόνους και την Αναγέννηση τα χρώματα και τα βερνίκια εξακολουθούσαν να είναι υλικά των ζωγράφων και των διακοσμητών.

Μόλις στα τέλη του 18ου αιώνα με την έναρξη της βιομηχανικής εποχής άρχισαν να χρησιμοποιούνται για προστατευτικούς σκοπούς. Κατά την ίδια εποχή σταμάτησε η παρασκευή χρωμάτων και βερνικιών από τους ίδιους τους εκτελεστές και άρχισε η βιομηχανική παραγωγή τους.

Σήμερα με τον όρο ***χρώμα,*** ορίζομε σύμφωνα με τη σύγχρονη άποψη, κάθε υλικό που βρίσκεται σε υγρή κατάσταση και που περιέχει μια ουσία (όχι απαραίτητα χρωστική) διαλυμένη ή ευρισκόμενη σε διασπορά σε ένα υγρό. Π.χ. χρώμα θεωρείται το γαλάκτωμα της υδρασβέστου, ένα αραιό διάλυμα τσιμέντου μέσα στο νερό, διάφορα διαλύματα ή γαλακτώματα ασφάλτου και πίσσας και φυσικά διάφορες χρωστικές ουσίες διαλυμένες ή εν αιωρήσει σε ένα υγρό.

Με τον όρο ***βερνίκι*** χαρακτηρίζεται το υλικό που αποτελείται από μια ρητινώδη ύλη (φυσική ή τεχνητή) που είναι διαλυμένη ή βρίσκεται εν διασπορά σε ένα ξηραινόμενο έλαιο. Τα βερνίκια είναι συνήθως διαφανή. Υπάρχουν όμως και βερνίκια αδιαφανή, έγχρωμα ή άχρωμα. Τα έχρωμα καλούνται ***σμαλτώματα.***

11.1.3 Σκλήρυνση.

Τα χρώματα και τα βερνίκια που χρησιμοποιούνται στη δομική βρίσκονται σε υγρή ή πολτώδη (πάστες) κατάσταση.

Το στέγνωμα των χρωμάτων και των βερνικιών γίνεται είτε λόγω εξατμίσεως του υγρού μέσα στο οποίο βρίσκονται οι χρωστικές ουσίες είτε λόγω χημικών αντιδράσεων του ελαίου ή των ρητινών.

Η αξία μιας επιχρώσεως εξαρτάται από το χρόνο που διατίθεται για την εκτέλεση της εργασίας. Κάθε στρώση χρώματος ή βερνικιού χρειάζεται ορισμένο χρόνο για να σκληρυνθεί. Δεδομένου δε ότι οι επιχρώσεις αποτελούνται από δύο ή τρεις ή περισσότερες στρώσεις (χέρια) πρέπει για κάθε στρώση να τηρηθούν οι χρόνοι που προβλέπονται από το εργοστάσιο παρασκευής του χρώματος ή από την εμπειρία του τεχνίτη. Μόνο μετά το στέγνωμα κάθε στρώσεως μπορεί να επακολουθήσει η επόμενη στρώση. Η διάρκεια και η αντοχή της επιχρώσεως είναι άμεσα δεμένη με το χρόνο εκτελέσεώς της.

Επίσης για την επιτυχία της επιχρώσεως παίζει ρόλο και το πάχος κάθε στρώσεως. Όσο μικρότερο είναι το πάχος αυτό τόσο καλύτερο αποτέλεσμα θα προκύψει.

11.2 Συστατικά των χρωμάτων και των βερνικιών.

11.2.1 Χρώματα.

Τα κύρια συστατικά των χρωμάτων ανήκουν σε τρεις κατηγορίες:

1) Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τις χρωστικές ή τις άλλες ουσίες που βρίσκονται με τη μορφή πολύ λεπτής σκόνης εν διαλύσει ή σε διασπορά μέσα σε ένα υγρό. Οι ουσίες

αυτές αποτελούν τα ***σώμα*** του χρώματος. Δημιουργούν τη λεπτή μεμβράνη που καλύπτει την προς βαφή επιφάνεια και ταυτόχρονα της δίνουν το χρωματισμό και την καθιστούν αδιαφανή. Επίσης οι ουσίες αυτές προστατεύουν το χρωματιζόμενο υλικό από τις διαβρωτικές επιδράσεις του περιβάλλοντος.

2) Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν διάφορες ύλες σε υγρή κατάσταση μέσα στις οποίες διαλύονται ή αιωρούνται οι χρωστικές ή οι άλλες ουσίες της πρώτης κατηγορίας. Οι σε υγρή κατάσταση ύλες καλούνται ***φορείς*** του χρώματος ή ***συνδετικές ύλες***.

Με τις ύλες αυτές επιτυγχάνεται:

– Η σύνδεση των κόκκων των χρωστικών μεταξύ τους και με τη χρωματιζόμενη επιφάνεια.

– Η ομοιογενής κατανομή των κόκκων του ***σώματος*** σε όλη τη μάζα του χρώματος.

– Ο διαποτισμός της χρωματιζόμενης επιφάνειας και η διείσδυση των κόκκων των χρωστικών μέσα στους πόρους της (περίπτωση υδατοδιαλυτών χρωμάτων).

– Η δημιουργία μιας συνεχούς και εύκαμπτης μεμβράνης σε όλη την επιφάνεια.

Οι σε υγρή κατάσταση συνδετικές ύλες στερεοποιούνται με την εξάτμιση του νερού ή του οινοπνεύματος (σε περίπτωση βερνικιών) ή με χημική δράση (οξείδωση ή πολυμερισμός των ξηραινομένων ελαίων) ή τέλος με πολυμερισμό των συνθετικών ρητινών.

3) Στην τρίτη κατηγορία περιλαμβάνονται:

– Διάφορες διαλυτικές ουσίες που βοηθούν στην επίτευξη της επιθυμητής πυκνότητας του χρώματος ή του βερνικιού, ώστε να γίνεται εύκολα η εκτέλεση της εργασίας.

– Στεγανωτικές ουσίες, που ρυθμίζουν το χρόνο στερεοποιήσεως των συνδετικών υλών και

– διάφορες πλαστικοποιητικές ουσίες, που έχουν σκοπό να ελαττώνουν την ευθραυστότητα ορισμένων ρητινών.

11.2.2 Βερνίκια.

Και των βερνικιών τα κύρια συστατικά διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες.

– Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι φυσικές ή συνθετικές ρητίνες και γόμμες που αποτελούν το σώμα των βερνικιών, όπως οι χρωστικές αποτελούν το σώμα των χρωμάτων.

– Οι άλλες δυο κατηγορίες αντιστοιχούν προς τις αντίστοιχες των χρωμάτων. Δηλαδή και εδώ χρειάζονται τα υγρά υλικά (κυρίως ξηραινόμενα έλαια) μέσα στα οποία περιέχονται οι ρητίνες και οι γόμμες, οι διαλύτες και οι στεγνωτικές ουσίες.

Μια γενική εξέταση των διαφόρων υλών που συνθέτουν ένα χρώμα ή ένα βερνίκι ακολουθεί αμέσως.

11.3 Χρωστικές ύλες.

Οι χρωστικές ύλες είναι έγχρωμες φυσικές ή τεχνητές κυρίως, ανόργανες ή οργανικές ουσίες. Η λεπτότητα αλέσεως των ουσιών αυτών αποτελεί το βασικό παράγοντα της ποιότητάς τους και της ικανότητάς τους να δημιουργούν μια πολύ καλή επίχρωση.

Οι ύλες αυτές πρέπει να εμφανίζουν σταθερότητα χρωματισμού και χημικής συνθέσεως προ της χρησιμοποιήσεώς τους, μεγάλη καλυπτική ικανότητα, σταθερότητα έναντι εξωτερικών παραγόντων, κυρίως έναντι του φυσικού ή τεχνητού φωτός και άριστη συμπεριφορά κατά την ανάμιξή τους με έλαια και ρητίνες. Διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

11.3.1 Ανάλογα με την προέλευσή τους διαιρούνται σε δυο μεγάλες ομάδες:

– Ανόργανες χρωστικές και

– οργανικές χρωστικές.

1) ***Ανόργανες χρωστικές***. Προέρχονται από διάφορα ορυκτά ή μέταλλα. Χρησιμοποιούνται όπως λαμβάνονται από τη φύση (φυσικές ανόργανες) ή αφού προηγουμένως λειοτριβηθούν σε πολύ λεπτή σκόνη (τεχνητές ανόργανες).

Στην πρώτη ομάδα ανήκουν η ***ώχρα***, η ***κιμωλία***, η σκόνη ***αλουμινίου*** κ.α.

Η δεύτερη ομάδα περιλαμβάνει ένα μεγάλο αριθμό χρωστικών. Οι πιο γνωστές είναι το ***λευκό του μολύβδου (στουπέτσι),*** το ***λευκό του ψευδαργύρου (τσίγκος),*** το ***οξείδιο του μολύβδου (μίνιο).***

2) ***Οργανικές χρωστικές***. Προέρχονται από διάφορες οργανικές ύλες και διακρίνονται και αυτές σε φυσικές και τεχνητές.

Φυσική χρωστική είναι η ***αιθάλη (φούμο).*** Τεχνητές υπάρχουν πολλές. Παράδειγμα τεχνητής οργανικής χρωστικής είναι το ***κινάβαρι (βερμιγιόν).***

11.3.2 Ανάλογα προς το χρώμα τους.

Περισσότερο ενδιαφέρουσα για τον τεχνικό είναι η κατάταξη των χρωστικών αναλόγως προς το χρώμα τους.

Τα σπουδαιότερα είδη αυτής της κατηγο-

ρίας είναι:

1) ***Λευκές:*** Ανθρακικό ασβέστιο $CaCO_3$ (ασβέστης, κιμωλία). Φυσική ανόργανη χρωστική.

– Βασικός ανθρακικός μόλυβδος (λευκό του μολύβδου - στουπέτσι). Εξαιρετικά σταθερή χρωστική. Δηλητηριώδης.

– Οξείδιο του ψευδαργύρου (λευκό του ψευδαργύρου - τσίγκος). Μεγάλη χρήση ιδιαιτέρως στις εσωτερικές επιχρώσεις.

– Λιθοπόνιο (βαρύς τσίγκος). Μεγάλη καλυπτική ικανότητα.

– Διοξείδιο του τιτανίου (λευκό του τιτανίου).

2) ***Ερυθρές:*** Επιτεταρτοξείδιο του μολύβδου (μίνιο). Αποτελεί τη βάση αντισκωριακών χρωμάτων.

– Άλατα του υδραργύρου (κινάβι, βερμιγιόν). Λόγω υψηλού κόστους κατάλληλα μόνο για διακοσμήσεις.

– Μίνιο του σιδήρου. Φυσική χρωστική παρασκευαζόμενη από ορυκτά του αιματίτου και του λειμωνίτου.

– Ερυθρές ώχρες. Παρασκευάζονται από διάφορα ορυκτά.

3) ***Κίτρινες:*** Κίτρινο του χρωμίου. Σύνθεση αλάτων χρωμίου και ενός άλλου μετάλλου (σίδηρος, μόλυβδος κλπ.). Ο χρωματισμός του μίγματος ποικίλλει από ανοικτό κίτρινο έως πορτοκαλί, ανάλογα προς το δεύτερο μέταλλο.

– Κίτρινες ώχρες. Φυσικές χρωστικές που παρασκευάζονται με ανάμιξη αργίλου και οξειδίων του σιδήρου.

4) ***Κυανές:*** Άλατα του χαλκού και του κοβαλτίου.

– Κυανό του Βερολίνου. Παρασκευάζεται από σιδηροκυανιούχο σίδηρο. Έχει ωραίο χρώμα αλλά είναι δηλητηριώδες.

5) ***Πράσινες:*** Άλατα του χρωμίου, του χαλκού και του κοβαλτίου. Ο αρσενικούχος χαλκός είναι ισχυρό δηλητήριο αλλά εξαιρετικής ποιότητας χρωστική για υποθαλάσσιες κατασκευές διότι δεν επιτρέπει την ανάπτυξη μικροοργανισμών.

6) ***Καφέ:*** Διάφορες αργιλικές γαίες όπως το χρώμα της Σιένας, η καφέ ώχρα κ.α.

7) ***Μαύρες:*** Αιθάλη (καπνιά, φούμο). Μεγάλη ποικιλία ανάλογα με την προέλευσή της όπως π.χ. από ρητίνες, πίσσα, ασετυλίνη.

– Γραφίτης κατάλληλος για αντισκωριακές επιχρώσεις.

– Πίσσα.

8) ***Μεταλλικές χρωστικές:*** Αργυρόχροες ή χρυσίζουσες. Παρασκευάζονται από σκόνη αλουμινίου ή από σκόνη ορειχάλκου.

11.4 Γόμμες και ρητίνες.

Αποτελούν μαζί με τα έλαια τις βασικές ύλες για την παρασκευή βερνικιών και σμάλτων. Επίσης χρησιμοποιούνται ως φορείς ή ως ***συνδετικές ύλες*** για την παρασκευή χρωμάτων.

Οι γόμμες και οι ρητίνες σκληραίνουν λόγω οξειδώσεως ή λόγω πολυμερισμού και σχηματίζουν μια συνεχή μεμβράνη επάνω στη χρωματιζόμενη επιφάνεια. Η ελαστικότητα και η ευκαμψία της μεμβράνης αυτής, βασική ιδιότητα των βερνικιών και χρωμάτων, που συνδέεται με τη διάρκεια της ζωής τους, καθώς και η αντοχή έναντι των εξωτερικών παραγόντων, η διαφάνεια καθώς και ο βαθμός προστασίας του έργου εξαρτώνται άμεσα από το είδος της γόμμας ή της ρητίνης που χρησιμοποιήθηκε.

Τα υλικά αυτά διακρίνονται σε φυσικές και τεχνητές (συνθετικές).

11.4.1 Φυσικές ρητίνες και γόμμες.

Διακρίνονται σε φυτικές και ορυκτές. Στις πρώτες ανήκουν η μαστίχα της Χίου και η γομμαλάκα. Η τελευταία δημιουργείται από ένα έντομο της Ινδονησίας και διαλύεται στο οινόπνευμα και στο κολοφώνιο που λαμβάνεται από τη ρητίνη των πεύκων. Χρησιμοποιείται ευρύτατα στην κατασκευή διαφόρων βερνικιών. Στις ορυκτές γόμμες ανήκουν οι γόμμες Coral.

11.4.2 Τεχνητές ή συνθετικές ρητίνες.

Υπερτερούν των φυσικών ρητινών διότι παρουσιάζουν μεγαλύτερη ομοιογένεια και οι ιδιότητές τους εμφανίζουν μεγαλύτερη σταθερότητα. Κατασκευάζονται πολλών ειδών βερνίκια και χρώματα, λόγω του μεγάλου αριθμού τους και της μεγάλης ποικιλίας των ιδιοτήτων τους.

Οι τεχνητές-συνθετικές ρητίνες είναι οι ίδιες με τις χρησιμοποιούμενες για την κατασκευή των πλαστικών υλικών (βλ. κεφ. 10). Περιληπτικά αναφέρονται παρακάτω οι συνηθέστερα χρησιμοποιούμενες συνθετικές ρητίνες:

1) Οι προερχόμενες από την κατεργασία της κυτταρίνης. Τέτοιες είναι: η αιθυλοκυτταρίνη (σελουλόζη), η οξική κυτταρίνη, η μεθυλοκυτταρίνη. Οι ύλες αυτές διαλύονται στα

περισσότερα οργανικά διαλυτικά.

2) Οι πίσσες και οι άσφαλτοι.

3) Οι βινυλικές ρητίνες. Από αυτές οι περισσότερο χρησιμοποιούμενες στα χρώματα και βερνίκια είναι οι ρητίνες οξικού πολυβινυλίου (PVAC). Συνδυάζονται με τα κυτταρικά βερνίκια και τους προσδίδουν εξαιρετική λάμψη, μεγάλη διαφάνεια και σταθερότητα στο φως.

4) Οι πολυστυρόλες (πολυστυρένιο PS). Τα παρασκευαζόμενα με αυτές βερνίκια είναι άχρωμα, διαφανή και έχουν μεγάλη καλυπτική ικανότητα.

5) Ακρυλικές ρητίνες. Τα βερνίκια τους εμφανίζουν μεγάλη αντοχή στις εξωτερικές δράσεις και έχουν εξαιρετική πρόσφυση στο σίδηρο και στο αλουμίνιο.

6) Το χλωριούχο καουτσούκ. Ιδεώδες για επιχρώσεις επιφανειών από τσιμέντο και σίδηρο. Αντέχει σε χημικές επιδράσεις και είναι άκαυστο.

7) Οι φαινοπλάστες (ρητίνες φαινόλης - φορμαλδεΰδης). Με ανάμιξη με κολοφώνιο, λινέλαιο ή τερεβινθέλαιο (νέφτι) γίνονται διαλύτες στα έλαια και δίνουν βερνίκια που είναι αδιαπέραστα από το νερό.

8) Οι αμινοπλάστες (ρητίνες ουρίας - φορμαλδεΰδης). Βερνίκια ανθεκτικά στο φως.

11.5 Οι φορείς ή οι συνδετικές ύλες των χρωμάτων και των βερνικιών.

Οι φορείς και οι συνδετικές ύλες είναι όπως αναφέρθηκε στις προηγούμενες παραγράφους το υγρό μέσο στο οποίο βρίσκονται διαλυμένες ή αιωρούμενες (σε διασπορά) οι χρωστικές και οι ρητίνες. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται:

11.5.1 Το νερό.

Παρασκευάζονται με αυτό τα υδατοδιαλυτά χρώματα. Πρέπει να είναι καθαρό και απαλλαγμένο αλάτων και άλλων ουσιών. Γενικώς το πόσιμο νερό είναι το πλέον κατάλληλο. Απαγορεύεται η χρήση θαλασσινού νερού. Στα υδατοδιαλυτά χρώματα ως συνδετική ύλη μπορεί να χρησιμοποιηθούν ανόργανες ή οργανικές ουσίες.

Οι ανόργανες ουσίες είναι ο ασβέστης, μίγμα λευκού τσιμέντου, υδρασβέστου και η υδρύαλος.

Στις οργανικές συνδετικές ουσίες που χρησιμοποιούνται μαζί με το νερό ανήκουν:

– Οι κόλλες. Προτιμώνται κατά κανόνα διαλύματα παραγώγων κυτταρίνης και αμυλόκολλες.

– Οι συνθετικές ρητίνες όπως π.χ. το οξικό πολυβινύλιο, το προπανικό πολυβινύλιο, οι πολυακρυλικοί εστέρες κ.α.

Σε περίπτωση που ως συνδετική ύλη χρησιμοποιείται υδράσβεστος σκόπιμο είναι να αναμιχθεί με το νερό μικρή ποσότητα μιας κόλλας για την υποβοήθηση της συγκολλήσεως των κόκκων του ασβέστη, μεταξύ τους και με τη χρωματιζόμενη επιφάνεια.

11.5.2 Τα έλαια (λάδια).

Χρησιμοποιούνται για την παρασκευή ελαιοχρωμάτων και βερνικιών. Στην πρώτη περίπτωση η κατάλληλη χρωστική είναι διασπαρμένη ενώ στη δεύτερη η ρητίνη είναι διαλυμένη μέσα στη μάζα τους.

Τα έλαια αυτά είναι ακόρεστα και ξηραίνονται όταν έλθουν σε επαφή με την ατμόσφαιρα, από την οποία παίρνουν το οξυγόνο που προκαλεί τη σκλήρυνσή τους. Το ελαιόλαδο και τα άλλα εδώδιμα λάδια είναι ακατάλληλα για την παρασκεή ελαιοχρωμάτων.

Τα ξηραινόμενα έλαια παρουσιάζουν διαφορετικούς χρόνους ξηράνσεως που εξαρτώνται από το είδος του χρησιμοποιούμενου ελαίου.

Τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα έλαια είναι:

1) Το ***έλαιο του κινεζόδεντρου*** που δίνει βερνίκια ταχείας ξηράνσεως.

2) Το ***λινέλαιο.*** Προέρχεται από την εκχύλιση των σπόρων του λινελαίου. Χρησιμοποιείται ευρύτατα για την παρασκευή χρωμάτων και βερνικιών .

Η ποιότητα του λινελαίου βελτιώνεται σημαντικά ύστερα από βράσιμο. Υπάρχουν και άλλοι τρόποι εξευγενισμού του λινελαίου. Ο εξευγενισμός έχει ως σκοπό την επιτάχυνση της ξηράνσεως, τον περιορισμό του κιτρινίσματος και του φουσκώματος της μεμβράνης που σχηματίζεται, την αύξηση της σκληρότητας, της λάμψεως και την αντοχής της επιχρώσεως έναντι των καιρικών συνθηκών.

3) Το ***κικινέλαιο (ρετσινόλαδο)***. Στη φυσική του κατάσταση δεν ξηραίνεται. Εάν όμως υποστεί ορισμένη κατεργασία γίνεται ξηραινόμενο. Μεγάλο προσόν του ρετσινόλαδου είναι η ικανότητά του να διαλύεται στην αλκοόλη και έτσι μπορεί να χρησιμοποιηθεί

για την παρασκευή βερνικιών από κυτταρίνη.

4) Έλαια πίσσας, γαιάνθρακα, ασφαλτολίθων. Χρησιμοποιούνται σε ειδικές περιπτώσεις. Αυξάνουν την ικανότητα προσφύσεως των βερνικιών σε σιδερένιες επιφάνειες και σε επιφάνειες που είναι ελαφρά υγρές.

5) Διάφορα μη ξηραινόμενα ή ημιξηραινόμενα έλαια χρησιμοποιούνται σπανίως και μόνον μετά την ανάμιξή τους με στεγνωτικές ουσίες.

11.6 Διαλυτικά στεγνωτικά και βοηθητικά υλικά.

11.6.1 Διαλυτικά και αραιωτικά υλικά.

Τα υλικά αυτά χρησιμοποιούνται για να προσδώσουν στα χρώματα και τα βερνίκια την κατάλληλη ρευστότητα (πυκνότητα). Δεν πρέπει όμως να συγχέονται με τα έλαια και τα άλλα σε υγρή κατάσταση υλικά (νερό κλπ.) μέσα στα οποία αιωρούνται οι χρωστικές ή διαλύονται οι ρητίνες. Με την κατάλληλη ρευστότητα επιδιώκεται:

– Ευκολία στο χειρισμό του χρώματος και των βερνικιών κατά τη διάστρωσή του στη χρωματιζόμενη επιφάνεια.

– Το ζητούμενο πάχος κάθε στρώσεως. Γενικά παρατηρείται ότι όσο αραιότερο είναι το υλικό επιχρήσεως τόσο λεπτότερη στρώση επιτυγχάνεται.

– Η εκλογή ενός συγκεκριμένου εργαλείου για τη βαφή. Ανάλογη προς το χρησιμοποιούμενο εργαλείο (πινέλο, ψεκαστήρας κλπ.) πρέπει να είναι και η πυκνότητα του υλικού.

– Η δημιουργία της επιθυμητής εμφανίσεως της χρωματιζόμενης επιφάνειας (στιλπνή, ματ, σπειρωτή, λεία κλπ.).

Τα κυριότερα από τα χρησιμοποιούμενα υλικά είναι:

1) Τερεβινθέλαια (νέφτι, νέφτι ξύλου κ.α.). Προέρχονται από την απόσταξη κολοφωνίου που αποτελεί τις ρητίνες του πεύκου ή του ξύλου. Θεωρείται το καλύτερο διαλυτικό των ελαιοχρωμάτων. Επίσης διαλύει ικανοποιητικώς τις φυσικές ρητίνες (όπως το κολοφώνιο) και τις περισσότερες ανθεκτικές ρητίνες.

2) Υδρογονάνθρακες βενζίνης.

3) Υδρογονάνθρακες βενζολίου: Τουλουόλη, ξυλόλη, διαλύτης νάφθας κλπ.

4) Επίσης διάφορες αλκοόλες, εστέρες, κετένες κλπ.

11.6.2 Στεγνωτικά.

Τα υλικά αυτά κυκλοφορούν στο εμπόριο κυρίως σε διαλύματα με την ονομασία ***σικατίβ*** (Sikkative). Η κυριότερη χρήση τους γίνεται στα έλαια διότι υποβοηθούν την οξείδωσή τους και κατά συνέπεια επιταχύνουν την ξήρανσή τους.

Παλαιότερα χρησιμοποιούνταν διάφορα οξείδια ή άλατα ορισμένων μετάλλων (μολύβδου, μαγκανίου κλπ.).

Σήμερα χρησιμοποιούνται ουσίες που προέρχονται από τη σαπωνοποίηση του κολοφωνίου ή των ναφθικών οξέων με οξείδια διαφόρων μετάλλων.

Είναι αδιάλυτα στο νερό, αλλά διαλυτά στα έλαια και στα παράγωγα της πίσσας και του πετρελαίου.

11.6.3 Βοηθητικές ουσίες.

Από τις βιομηχανίες χρωμάτων παράγονται βοηθητικές ουσίες με τις οποίες επιτυγχάνονται διάφορα αποτελέσματα. Π.χ. δημιουργούνται ματ επιφάνειες στις επιχρώσεις, αποφεύγεται η διόγκωση της μεμβράνης, επιτυγχάνεται συνεχής και εύκαμπτη μεμβράνη που ξηραίνεται σε όλο το πάχος της και όχι μόνο επιφανειακά κ.α. Οι ουσίες αυτές χρησιμοποιούνται κατά κανόνα κατά τη βιομηχανική παραγωγή των χρωμάτων και όχι στο εργοτάξιο.

11.7 Κατηγορίες και είδη χρωμάτων και βερνικιών.

11.7.1 Γενικά – Παρασκευή.

Ένα χρώμα ή ένα βερνίκι παρασκευάζεται με την ανάμιξη δύο ή περισσοτέρων συστατικών τα οποία αναφέρθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους.

Πριν από μερικές δεκάδες χρόνια η ανάμιξη γινόταν από τους ίδιους τους τεχνίτες στο εργοτάξιο. Σήμερα ο τρόπος αυτός παραγωγής έχει σχεδόν εκλείψει. Το 80% των χρωμάτων παρασκευάζεται στα εργοστάσια σε συγκεκριμένους βασικούς τύπους και χρωματισμούς. Ο τεχνίτης απλώς αναμιγνύει υλικά του αυτού τύπου αλλά διαφορετικού χρώματος για να αποκτήσει το υλικό την απαιτούμενη ρευστότητα και την επιθυμητή απόχρωση.

Τα μόνα χρώματα που ο τεχνίτης παρασκευάζει σε εργοτάξιο είναι τα ασβεστοχρώματα και τα τσιμεντοχρώματα.

Τα υλικά επιχρώσεων διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με το συνδετικό μέσο ή γενικά ανάλογα προς το φορέα των χρωστικών. Οι κατηγορίες αυτές είναι οι εξής:

- Υδατοδιαλυτά χρώματα.
- Χρώματα και βερνίκια με έλαια και ρητίνες.
- Χρώματα και βερνίκια χωρίς έλαια.
- Διαλύματα ρητινών.
- Βερνίκια και χρώματα από ασφαλτόπισσα.

Σε κάθε κατηγορία ανήκουν πολλά είδη καλυπτικών υλικών. Τα σημαντικότερα αναφέρονται πιο κάτω.

11.7.2 Υδατοδιαλυτά χρώματα.

Το υγρό μέσο (φορέας), στο οποίο διαλύονται ή βρίσκονται σε διασπορά οι χρωστικές και οι άλλες ουσίες της επιχρώσεως είναι το νερό.

Χρησιμοποιούνται σε μεγάλη έκταση για τη βαφή εξωτερικών και εσωτερικών επιφανειών, εκτός των πολυμερών γαλακτωμάτων που εφαρμόζονται κυρίως σε εσωτερικούς χώρους. Πλεονεκτούν των άλλων χρωμάτων διότι με αυτά μπορεί να βαφούν αδρές ή πολύ αδρές επιφάνειες (π.χ. φυσικοί λίθοι, οπτόπλινθοι, σκυρόδεμα κλπ.) με απλή μέθοδο και οικονομικά.

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν:

α) Ασβεστοχρώματα.

Παρασκευάζονται στο εργοτάξιο με ανάμιξη πολτού ασβέστου και νερού. Συνδετική ύλη είναι η υδράσβεστος η οποία όταν έλθει σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα μετατρέπεται κατά τα γνωστά στο στερεό ανθρακικό ασβέστιο. Για την αύξηση της συγκολλητικής ικανότητας της υδρασβέστου μπορεί να αναμιχθεί με το διάλυμα μικρή ποσότητα λινελαίου ή κόλλας καζεΐνης (0,5% του όγκου του διαλύματος).

Το χρώμα της επιχρώσεως είναι λευκό. Για την αύξηση της λευκότητας προστίθεται ποσότητα μέχρι 10% τσίγκου. Σε περίπτωση που επιζητείται χρωματιστή επίχρωση ρίχνεται στο διάλυμα μια ανόργανη χρωστική σε ποσοστό μέχρι 10% του τσίγκου.

Βελτιωμένα ασβεστοχρώματα δημιουργούνται με την προσθήκη ουσιών που δρουν υδραυλικά ή ρητινών σε διασπορά.

β) Τσιμεντοχρώματα.

Παρασκευάζονται με βασικό συνδετικό μέσο το λευκό τσιμέντο και μικρή ποσότητα ασβέστου. Για τα χρώματα αυτά ισχύουν τα αναφερθέντα για τα ασβεστοχρώματα. Δίνουν όμως ανθεκτικότερες επιχρώσεις σε τριβή με το χέρι και σε πλυσίματα.

Τα τσιμεντοχρώματα όπως και τα ασβεστοχρώματα δίνουν επιχρώσεις που επιτρέπουν τη διαπερατότητα των υδρατμών και των αερίων. Δημιουργούν δηλαδή συνθήκες "αναπνοής" του τοίχου.

γ) Χρώματα υδρυάλου (πυριτικού νατρίου).

Η υδρύαλος αποτελεί το συνδετικό μέσο και αναμιγνύεται με λευκές ή χρωματιστές χρωστικές. Σε επαφή με την προς βαφή επιφάνεια (κυρίως ασβεστολίθων ή σκυροδεμάτων) σχηματίζει πυριτικό ασβέστιο, αδιάλυτο στο νερό, που προσκολλάται ισχυρά στο υπόστρωμα. Οι επιχρώσεις αυτές είναι ισχυρές, ανθεκτικές στις καιρικές μεταβολές, στα καυσαέρια, στους χημικούς ατμούς, εμποδίζουν την είσοδο της υγρασίας και είναι άκαυστες.

Η προς βάψιμο επιφάνεια πρέπει να είναι καθαρή, στεγνή και απορροφητική.

δ) Χρώματα με κόλλα.

Παρασκευάζονται με μια χρωστική ουσία (π.χ. κιμωλία), νερό και ένα διάλυμα καζεΐνης, κόλλας και γενικά κυτταρίνης. Η επίχρωση είναι ανθεκτική σε τριβές αλλά υδατοδιαλυτή. Χρησιμοποιούνται μόνο σε στεγνούς εσωτερικούς χώρους. Αποκλείεται η εφαρμογή τους σε κουζίνες, λουτρά κλπ. καθώς και σε εξωτερικές επιφάνειες.

ε) Ασφαλτικά γαλακτώματα.

Παρασκευάζονται από ανθρακόπισσα ή άσφαλτο. Ξηραίνονται με τη βοήθεια ενός μεταλλικού κολλοειδούς όπως είναι ο μπετονίτης. Ο χρωματισμός τους είναι πάντοτε μαύρος. Χρησιμοποιούνται για στεγανοποίηση διαφόρων χώρων, όταν δεν απαιτείται αισθητική εμφάνιση.

στ) Χρώματα διασποράς.

Τα χρώματα διασποράς ή όπως ονομάζονται επίσης ***πολυμερή γαλακτώματα*** (λατέξ) ή

πλαστικά χρώματα αποτελούν τη νεότερη επίτευξη της βιομηχανίας χρωμάτων. Σήμερα κυκλοφορούν σε μεγάλη ποικιλία χρωμάτων και ειδών και μπορούν να επιχρώσουν οποιασδήποτε φύσεως επιφάνεια (πέτρες, τεχνητά υλικά, σκυρόδεμα, ξύλα, σοβάδες κλπ.). Με αυτά μπορεί να κατασκευαστεί λεία επιφάνεια ματ ή γυαλιστερή ή μεταξένια. Μπορεί να δημιουργήσουν ανώμαλη επιφάνεια με διάφορα σχέδια ανάλογα με το είδος του χρώματος και το εργαλείο που θα χρησιμοποιηθεί.

Τα συνδετικά μέσα των χρωμάτων αυτών έχουν ως βάση συνθετικές ρητίνες οι οποίες σχηματίζουν μια συνεχή ομοιόμορφη και ελαστική μεμβράνη που είναι πορώδης και επιτρέπει τη διέλευση της υγρασίας και του αέρα. Εκτός των άλλων η μεμβράνη αυτή είναι ανθεκτική σε αραιά οξέα και βάσεις και παρουσιάζει αξιόλογη αντοχή στις καιρικές μεταβολές.

Οι συνθετικές ρητίνες που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή των πλαστικών χρωμάτων είναι κυρίως:

– Το οξικό πολυβινύλιο. Παρασκευάζονται χρώματα για εσωτερική χρήση. Η μεμβράνη που σχηματίζεται είναι αρκετά πορώδης.

– Τα συμπολυμερή στυρενίου - βουταδιενίου. Χρησιμοποιούνται όπως η προηγούμενη ρητίνη.

– Το πολυστυρένιο. Μεγάλη αντοχή σε χημικές δράσεις. Ωραίοι και μεγάλης διάρκειας χρωματισμοί.

– Οι ακρυλικές ρητίνες. Νεότερα χρώματα με αντίστοιχες προς το πολυστυρένιο ιδιότητες.

Στο εμπόριο κυκλοφορούν και πλαστικά χρώματα χωρίς χρωστικές, οι οποίες διατίθενται χωριστά. Έτσι ο τεχνίτης μπορεί να δημιουργήσει στο εργοτάξιο μεγάλη ποικιλία επιχρώσεων χρησιμοποιώντας λευκές ή χρωματιστές χρωστικές και μία από τις αναφερθείσες συνθετικές ρητίνες. Επίσης διατίθενται και "υγρά χρώματα με τραχείες ίνες". Αυτά τα χρώματα αντέχουν σε πλύσιμο και σκούπισμα. Περιέχουν λεπτά τεμάχια ροκανιδίων που κάνουν την επίχρωση να μοιάζει με ταπετσαρία.

Για τις εσωτερικές επιχρώσεις τοίχων και ορόφων έχουν θεσπισθεί συγκεκριμένες προδιαγραφές και μέθοδοι ελέγχου από γερμανικούς οργανισμούς. Σύμφωνα με αυτές ένα πλαστικό χρώμα πρέπει να χαρακτηρίζεται από την ανθεκτικότητά του σε πλύσιμο, σε σκούπισμα κλπ. και καθορίζονται οι ελάχιστες τιμές για αυτές τις ιδιότητες.

Οι επιχρώσεις σε εξωτερικούς τοίχους με πλαστικά χρώματα πρέπει να έχουν επαρκές πάχος και να γίνονται σε δύο στρώσεις. Το πάχος της επιχρώσεως έχει καθοριστική σημασία για τη διάρκεια ζωής της, για την καθαρότητα της αποχρώσεως και για την ομοιόμορφα ομαλή επιφάνεια. Σε τόπους όπου οι καιρικές μεταβολές είναι εντονότερες όπως παράλιες τοποθεσίες, βιομηχανικές περιοχές κ.α. πρέπει να εκτελούνται τρεις στρώσεις. Γενικά πρέπει να ακολουθείται η οδηγία της βομηχανίας, που καθορίζει την ποσότητα του χρώματος ανά μονάδα επιφάνειας (πχ. ανά m^2) ή τον αριθμό των m^2 που μπορεί να καλύψει 1 kg χρώματος.

Για τις εξωτερικές επιχρώσεις χρησιμοποιούνται συνήθως τα κάτωθι είδη πλαστικών χρωμάτων:

– Χρώματα προσόψεως ματ. Κανονικά αποτελούν τα πρότυπα των χρωμάτων προσόψεως.

– Χρώματα με πρόσμιξη υλικού. Αναμιγνύεται με αυτά συνήθως σκόνη χαλαζία.

– Χρώματα καουτσούκ - λατέξ. Κατασκευάζονται με βάση τα πολυμερή στυρενίου - βουταδιενίου. Όταν στεγνώσουν ανάλογα με τη σύνθεσή τους αποκτούν επιφάνεια ματ έως λάμψεως μετάξης ή ακόμη μεγαλύτερη λάμψη.

Τελευταίως καθιερώθηκε ο όρος "χρώματα λατέξ" για όλα τα υψηλής ποιότητας με ιδιαιτέρως λάμπουσα εμφάνιση χρώματα ανεξάρτητα αν παράγονται και από άλλες ρητίνες.

– Υψηλής λάμψεως χρώματα πλαστικά. Τα χρώματα αυτά χρησιμοποιούνται σε εσωτερικούς και εξωτερικούς τοίχους και είναι ανθεκτικά σε κάθε είδους καταπονήσεις.

– Με τα ίδια υλικά που παρασκευάζονται τα πλαστικά υλικά, κατασκευάζονται ***πλαστικοί πολτοί***, ματ που χρησιμοποιούνται σε πολυτελείς εσωτερικές επιχρώσεις. Ανάλογα με τη μέθοδο που ακουλουθείται είναι δυνατή η δημιουργία ποικίλων διακοσμητικών σχεδίων.

Επίσης παρασκευάζονται πλαστικοί πολτοί υψηλής λάμψεως που χρησιμοποιούνται σε χώρους που υφίστανται μεγάλες καταπονήσεις όπως διάδρομοι, κλιμακοστάσια, σχολεία κλπ.

Κατασκευάζονται με τα ίδια υλικά και με προσθήκη ειδικών διογκουμένων ουσιών πλαστικοί πολτοί κατάλληλοι για σπατουλάρισμα. Χρησιμοποιούνται δηλαδή για την εξομάλυνση ανωμάλων εσωτερικών επιφανειών. Το με λεία επιφάνεια στρώμα όταν στεγνώσει είναι ανθεκτικό σε πλυσίματα και σε τρίψιμο. Πρέπει όμως να βαφεί με κάποιο κατάλληλο χρώμα.

11.7.3 Χρώματα και βερνίκια με βάση έλαια και ρητίνες.

α) Ελαιοχρώματα.

Τα ελαιοχρώματα που χρησιμοποιούνται στη δομική είναι από τα πρώτα καλυπτικά υλικά που πληρούσαν τους δύο βασικούς στόχους των επιχρώσεων. Την αισθητική και την προστασία των δομικών υλικών.

Αποτελούνται από ένα ξηραινόμενο έλαιο, κατά κανόνα ***λινέλαιο***, μια ***χρωστική*** ουσία και κατά περίπτωση διάφορες ***διαλυτικές*** και ***στεγνωτικές*** ύλες.

Οι χρωστικές που επιλέγονται δίνουν την επιθυμητή απόχρωση αλλά ταυτόχρονα βελτιώνουν και την ποιότητα της μεμβράνης. Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται χρωστικές μόνο για αντισκωριακή προστασία, όπως είναι το μίνιο.

Το λινέλαιο αποτελεί το φορέα του χρώματος, μέσα στον οποίο βρίσκεται σε διασπορά η χρωστική, ενώ ταυτόχρονα αποτελεί το συνδετικό μέσο για τη συγκόλληση των μορίων της χρωστικής μεταξύ τους και με την επιφάνεια που χρωματίζεται. Η ποιότητα και η ανθεκτικότητα της επιχρώσεως εξαρτάται κυρίως από την υψηλή ποιότητα του λινελαίου. Το βρασμένο λινέλαιο σε θερμοκρασία 300°C επί 20 ώρες αποτελεί ένα άριστο υλικό.

Τα ελαιοχρώματα παρασκευάζονται κυρίως σε εργοστάσια και σπανίως στον τόπο του έργου (εργοτάξιο).

Επιχρώσεις με τα χρώματα αυτά μπορεί να γίνουν σε πάσης φύσεως υλικά. Προκειμένου όμως να βαφούν επιχρίσματα ασβεστοκονιαμάτων ή τσιμεντοκονιαμάτων πρέπει η εργασία να εκτελεσθεί μόνο όταν αυτά στεγνώσουν τελείως. Εάν τα επιχρίσματα είναι πρόσφατα το λινέλαιο σαπωνοποιείται και η επίχρωση καταστρέφεται (σχ. 11.7α).

Τα χρώματα με βάση τα έλαια σχηματίζουν μια μεμβράνη με εξαιρετική συνοχή και ευκαμψία. Επειδή όμως δεν είναι πορώδης, εάν το υπόστρωμα είναι υγρό ή εάν εισέλθει υγρασία μετά την εκτέλεση της εργασίας, η επίχρωση καταστρέφεται διότι ξεκολλάει τοπικά η μεμβράνη (σχ. 11.7β).

Έχουν επίσης μεγάλη καλυπτική ικανότητα, υφίστανται χωρίς κίνδυνο καθαρισμό με νερό και μπορεί να εκτελεσθεί και νέα επίχρωση επί της παλιάς. Αντίθετα παρουσιάζουν μικρή αντοχή σε χημικές επιδράσεις και σε τριβές. Στεγνώνουν πολύ αργά και για το λόγο αυτό πρέπει κάθε στρώση να είναι πολύ λεπτή και να περάσει αρκετός χρόνος για την εκτέλεση της επόμενης στρώσεως.



Σχ. 11.7α.
Σε περίπτωση που το ελαιόχρωμα έλθει σε επαφή με νωπό επίχρισμα από ασβεστοκονίαμα, η επίχρωση καταστρέφεται διότι η αλκαλικότητα του υδροξειδίου του ασβεστίου προκαλεί σαπουνοποίηση του λινελαίου.





Σχ. 11.7β.
Αποκόλληση και ξεφλούδισμα της μεμβράνης του ελαιοχρώματος λόγω υπάρξεως υγρασίας στο υπόστρωμα (τοίχος από τούβλα ή επίχρισμα κλπ.). Οι υδρατμοί που προκύπτουν από την εξάτμιση της υγρασίας δεν μπορούν να διαπεράσουν τη στεγανή μεμβράνη και προκαλούν εσωτερική πίεση και αποκόλλησή της.

β) Βερνίκια.

Παρασκευάζονται με την ανάμιξη μιας φυσικής, ή όπως συμβαίνει κατά κανόνα σήμερα, μιας συνθετικής ρητίνης με ένα έλαιο, κυρίως υψηλής ποιότητας λινέλαιο, και κατά περίπτωση με μία χρωστική.

Τα άχρωμα διαφανή βερνίκια χρησιμοποιούνται σε μεγάλη έκταση για αύξηση της στερεότητας και αντοχής διαφόρων επιχρώσεων καθώς και για επιχρώσεις ξυλίνων κατασκευών στις οποίες είναι επιθυμητό να παραμείνουν ορατά τα νερά του ξύλου (κουφώματα, πατώματα, έπιπλα κλπ.). Οι επιχρώσεις αυτές είναι λείες σαν καθρέπτης, σκληρές και επιδέχονται καθαρισμό. Πωλούνται σε όλους τους βαθμούς λάμψεως από τον υψηλότερο μέχρι ματ.

Τα έγχρωμα βερνίκια (βερνικοχρώματα) έχουν ως φορέα τα άχρωμα βερνίκια. Οι χρησιμοποιούμενες χρωστικές πρέπει να είναι υψηλής ποιότητας. Τα βερνίκια αυτά καλούνται και ***σμαλτώματα***. Επίσης τα αδιαφανή βερνίκια μπορεί να χρησιμοποιηθούν και ως φορείς των χρωμάτων αλουμινίου και διαφόρων αντισκωριακών ουσιών (π.χ. οξείδια του μολύβδου για κόκκινο χρώμα, του ψευδαργύρου για κίτρινο κλπ.).

Όταν ως ρητίνη χρησιμοποιηθεί ένα αλκύλιο, π.χ. μια γλυκεροφθαλική ρητίνη, αυξάνει σε μεγάλο βαθμό η αντοχή έναντι των εξωτερικών παραγόντων, η συνοχή της μεμβράνης και γενικώς η ποιότητα των βερνικοχρωμάτων.

11.7.4 Χρώματα και βερνίκια χωρίς έλαια.

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν χρώματα και βερνίκια που παρασκευάζονται με φυσικές ή συνθετικές ρητίνες και ένα διαλυτικό χωρίς τη χρήση ξηραινομένων ελαίων. Η ξήρανση αυτών και η δημιουργία της μεμβράνης οφείλεται σε εξάτμιση του διαλυτικού και στη στερεοποίηση της μεμβράνης.

Τα πιο συνηθισμένα από τα υλικά αυτά είναι:

α) Λάκες.

Με τον όρο αυτό χαρακτηρίζονται τα βερνίκια και βερνικοχρώματα που προέρχονται από τη διάλυση κυτταρίνης σε ένα διαλύτη.

Παράγωγα κυτταρίνης είναι η νιτροκυτταρίνη που είναι πολύ εύφλεκτη ύλη, η οξική κυτταρίνη που δεν εμφανίζει αυτό το μειονέκτημα, η αιθυλική κυτταρίνη για την παρασκευή βερνικιών και βερνικοχρωμάτων ειδικής χρήσεως κ.α.

Οι λάκες, έγχρωμες και άχρωμες, σχηματίζουν ισχυρές μεμβράνες, έχουν εξαιρετική λάμψη, ξηραίνονται ταχύτατα και προσκολλούνται ισχυρά σε μεταλλικές επιφάνειες. Χρησιμοποιούνται για το λουστράρισμα επίπλων και τα βερνικοχρώματα για τη βαφή των αμαξωμάτων των αυτοκινήτων.

β) Βερνίκια και βερνικοχρώματα οινοπνεύματος.

Για την παρασκευή τους χρησιμοποιούνται κυρίως φυσικές ρητίνες, όπως το κολοφώνιο, που διαλύονται στο οινόπνευμα. Επίσης χρησιμοποιούνται και ρητίνες φαινόλης - φορμαλδεΰδης.

Ξηραίνονται πολύ γρήγορα και παρουσιάζουν εξαιρετική λάμψη. Δεν αντέχουν όμως στις τριβές και στις εξωτερικές επιδράσεις.

γ) Βερνίκια και βερνικοχρώματα παράγωγα του πετρελαίου.

Παρασκευάζονται με γόμμες και ρητίνες που διαλύονται στα παράγωγα του πετρελαίου (νάφθα, βενζίνη, κεροζίνη κλπ.). Τα παρασκευαζόμενα βερνικοχρώματα χρησιμοποιούνται για υποβρύχιες επιχρώσεις, όπως είναι τα ύφαλα των πλοίων.

11.7.5 Διαλύματα ρητινών.

Οι τελευταίες επιτεύξεις της τεχνολογίας των καλυπτικών υλικών είναι τα διαλύματα διαφόρων συνθετικών ρητινών.

Κύριος σκοπός της χρήσεως αυτών των υλικών είναι η προστασία των δομικών υλικών από τις εξωτερικές επιδράσεις και τη διάβρωση. Με την προσθήκη όμως εγχρώμων χρωστικών μπορεί να αποκτήσουν οι βαμμένες επιφάνειες και αισθητική εμφάνιση.

Τα διαλύματα αναμιγνύονται με πλαστικοποιητικές ουσίες που δημιουργούν το σώμα της επιχρώσεως ή ακόμη και με ξηραινόμενα έλαια.

Τα σπουδαιότερα από τα διαλύματα ρητινών είναι:

α) Διαλύματα βινυλικών ρητινών.

Κύριες πρώτες ύλες είναι τα βινυλοχλωρίδια, το οξικό βινύλιο και τα συμπολυμερή αυτών καθώς και ένα κατάλληλο διαλυτικό. Σε

ειδικές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται χρωστικές και πλαστικοποιητικές ύλες.

Οι σχηματιζόμενες μεμβράνες εμφανίζουν μεγάλη αντοχή στους χημικούς και διαλυτικούς παράγοντες, μεγάλη σχετικά διάρκεια ζωής και δεν έχουν οσμή και γεύση. Είναι κατάλληλα για βαφή δοχείων που περιέχουν τροφές. Χρησιμοποιούνται κυρίως ως πρώτη στρώση σε κατασκευές όπου ο κίνδυνος διαβρώσεως είναι μεγάλος.

β) Διαλύματα συνθετικού και χλωριωμένου ελαστικού.

Παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή στις χημικές δράσεις. Τα παρασκευαζόμενα με νεοπρένιο χρησιμοποιούνται στη βαφή και συντήρηση χημικών εν γένει εργαστηρίων και εργοστασίων.

Αντέχουν επίσης σε αλκαλικό περιβάλλον και είναι κατάλληλα για εσωτερικές και εξωτερικές επιχρώσεις οικοδομών.

Ειδικώς οι μεμβράνες χλωριωμένου ελαστικού παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή στο νερό.

γ) Εποξικές ή εποξειδικές ρητίνες.

Οι ρητίνες αυτές μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως διαλύματα με ξηραινόμενα έλαια ως βερνίκια [(παράγρ. 11.4(β)].

Τα διαλύματα στερεοποιούνται με τη βοήθεια ενός καταλύτη. Επειδή όμως το μίγμα ρητίνης - καταλύτη στερεοποιείται πολύ γρήγορα, τα υλικά αυτά παρέχονται χωριστά και η ανάμιξή τους γίνεται στο εργοτάξιο πριν από την εκτέλεση της εργασίας.

Η σχηματιζόμενη μεμβράνη συνδυάζει πολλές ιδιότητες που δεν συνυπάρχουν ταυτόχρονα σε άλλα συνθετικά υλικά. Είναι σκληρή, εύκαμπτη, διατηρεί το χρωματισμό επί μεγάλο διάστημα, εμφανίζει μεγάλη αντοχή στις χημικές δράσεις και προσκολλάται ισχυρά στα περισσότερα υλικά. Η διάρκεια της ζωής της είναι μεγάλη.

δ) Ρητίνες σιλικόν (πυριτικές).

Νεότερες ρητίνες με εξαιρετικές ιδιότητες. Αντέχουν σε υψηλές θερμοκρασίες και δεν υφίστανται καμιά μεταβολή σε θερμοκρασίες άνω των 400°C. Είναι εξαιρετικά υδρόφοβες.

Οι δύο αυτές ιδιότητες, τις οποίες δεν έχουν άλλες συνθετικές ρητίνες τις καθιστούν αναντικατάστατες σε πλήθος περιπτώσεων. Αποτελούν πρώτης τάξεως υλικό για στεγανές επαλείψεις έργων από σκυρόδεμα, λίθους, οπτόπλινθους κλπ. χωρίς να επηρεάζεται η εμφάνισή τους γιατί η ρητίνη αυτή είναι διαφανής.

11.7.6 Βερνίκια και χρώματα από άσφαλτο και πίσσα.

Παρασκευάζονται με βάση τις ασφάλτους πετρελαίου ή την πίσσα λιθανθράκων που διαλύονται σε νάφθα ή σε άλλο διαλυτικό.

Εκδηλώνουν σημαντική υδατοστεγανότητα και ισχυρή πρόσφυση στην επιφάνεια διαφόρων υλικών και ιδιαιτέρως ξύλου και μετάλλων. Επίσης αντέχουν σε χημικές δράσεις. Μειονέκτημά τους είναι το μαύρο χρώμα.

Έχουν χρησιμοποιηθεί από αρχαίους χρόνους και εξακολουθεί και σήμερα σε μεγάλη κλίμακα η χρήση τους χάρη των ιδιοτήτων τους και της χαμηλής τιμής τους.

11.7.7 Υλικά οδικών σημάνσεων και οδοστρωμάτων.

Οι επιχρώσεις στις πινακίδες σημάνσεως, στα μεταλλικά ή από άλλο υλικό στηθαία και κιγκλιδώματα και στα ασφαλτικά ή από σκυρόδεμα οδοστρώματα των αστικών και υπεραστικών οδών υφίστανται ισχυρές επιβαρύνσεις από τις έντονες καιρικές εναλλαγές, τις χημικές επιδράσεις του νερού και των υπεριωδών ακτίνων και τη μηχανική δράση των οχημάτων και των πεζών.

Η προετοιμασία των διαφόρων στοιχείων που θα βαφούν πρέπει να είναι εξαιρετικά επιμελημένη και προσεκτική.

Στις μεταλλικές πινακίδες χρησιμοποιούνται σμαλτώματα που ψήνονται σε υψηλές θερμοκρασίες ή συνθετικά χρώματα και σμαλτώματα με θερμοσκληρυνόμενες ρητίνες, μελαμίνης ή γλυκεροφθαλικές ρητίνες.

Στις φωτεινές επιχρώσεις επικρατούν κυρίως οι ***αντανακλαστικές*** (Σκωτσλάιτ) επιχρώσεις που αποτελούνται από πολύ μικρούς κρυστάλλους που κολλιούνται με ισχυρή κόλλα στην επιφάνεια. Επίσης χρησιμοποιούνται φωσφορίζουσες ουσίες ανακαταμένες με ένα βερνίκι. Οι ουσίες αυτές έχουν την ιδιότητα να απορροφούν φωτεινή ενέργεια που την αποδίδουν αργότερα.

Σε ειδικές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται αυτόφωτες χρωστικές που παρασκευάζονται από ραδιενεργά άλατα βρωμιούχου ραδίου.

11.8 Γενικές ιδιότητες των επικαλυπτικών υλικών.

11.8.1 Γενικά.

Στις παραγράφους 11.7.1 έως 11.7.7 (κατηγορίες και είδη χρωμάτων και υλικών) αναφέρθηκαν οι ιδιότητες των συγκεκριμένων χρωμάτων και βερνικιών. Στις παραγράφους που ακολουθούν θα αναπτυχθούν οι γενικές ιδιότητες που θα πρέπει να έχει υπ' όψη του ο τεχνικός που θα ασχοληθεί με τους χρωματισμούς ενός έργου.

Συγκεκριμένα πρέπει κατ' αρχήν να εξετάσει και να προσδιορίσει τρία πράγματα, τα οποία είναι:

1) Ο σκοπός στον οποίο αποβλέπει η επίχρωση του έργου (προστατευτικός, αισθητικός κλπ.). Θα πρέπει επομένως να ερευνηθούν οι εξωτερικοί παράγοντες που θα επηρεάσουν το έργο, η φύση των υλικών με τα οποία έχει κατασκευασθεί αυτό και η κατάσταση της επιφάνειάς τους.

2) Οι ιδιότητες που θα πρέπει να έχει ένα χρώμα ή ένα βερνίκι για να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις που θα προκύψουν από την προηγηθείσα έρευνα.

3) Η έρευνα της αγοράς για να ευρεθούν τα χρώματα ή τα βερνίκια που έχουν τις προσδιορισθείσες ιδιότητες, καθώς και η τιμή των υλικών αυτών.

Οι γενικές ιδιότητες που αφορούν σε όλα τα χρώματα και βερνίκια είναι οι εξής:

11.8.2 Καλυπτική ικανότητα.

Η ικανότητα αυτή αναφέρεται στην ελάχιστη ποσότητα που απαιτείται για να καλύψει ένα χρώμα ή ένα βερνίκι αποτελεσματικά και πλήρως μια επιφάνεια ή στην επίτευξη της λεπτότερης δυνατής μεμβράνης που μπορεί να δημιουργηθεί στην επιφάνεια.

Εκφράζεται με την ποσότητα του υλικού σε kg που απαιτείται για να καλυφθεί 1 m^2 επιφάνειας με μια ισοπαχή στρώση ή με την επιφάνεια σε m^2 που μπορεί να καλυφθεί με ένα kg υλικού.

Η γνώση της ιδιότητας αυτής παίζει ρόλο στον προϋπολογισμό του κόστους μιας επιχρώσεως σε ένα συγκεκριμένο έργο εφ' όσον είναι γνωστή η συνολική επιφάνεια του έργου και η τιμή του υλικού. Επίσης παίζει ρόλο στην ποιότητα της επιχρώσεως διότι όπως είναι γνωστό όσο πιο λεπτή είναι η μεμβράνη τόσο καλύτερης ποιότητας είναι η επίχρωση.

Ο έλεγχος της ικανότητας αυτής γίνεται στο εργοτάξιο ως εξής:

Λαμβάνονται διάφορες ποσότητες του εξεταζομένου χρώματος και με αυτές βάφονται μικρές γυάλινες πλάκες. Οι πλάκες τοποθετούνται επάνω σε εφημερίδες. Η μικρότερη ποσότητα που κάλυψε μια πλάκα και δεν επιτρέπει το διάβασμα της εφημερίδας που βρίσκεται από κάτω αποτελεί το μέτρο της καλυπτικής ικανότητας.

Η ιδιότητα αυτή εξαρτάται από το βαθμό λεπτότητας, το είδος και την κανονική διασπορά της χρωστικής μέσα στον υγρό φορέα. Εξαρτάται επίσης από τον τρόπο βαφής της επιφάνειας. Δεν εξαρτάται και δεν πρέπει να συγχέεται με την πυκνότητα του χρώματος.

11.8.3 Στέγνωμα και στερεοποίηση της μεμβράνης.

Το στέγνωμα των χρωμάτων και των βερνικιών γίνεται λόγω εξατμίσεως του υγρού μέσου (υδροχρώματα, βερνίκια οινοπνεύματος), ή λόγω οξειδώσεως ή πολυμερισμού των ελαίων (ελαιοχρώματα), ή και λόγω πολυμερισμού των συνθετικών ρητινών (βερνίκια και διαλύματα ρητινών). Εξαρτάται δηλαδή από το είδος του υγρού φορέα και από τη χρήση ή όχι στεγνωτικών ουσιών. Σε μικρότερη κλίμακα εξαρτάται από το είδος της χρωστικής.

Οι περισσότερες επιχρώσεις εκτελούνται σε δύο στρώσεις. Είναι απαραίτητο να αφαιθεί ο απαιτούμενος χρόνος για να στεγνώσει καλά η πρώτη στρώση και μετά να εκτελεστεί η δεύτερη. Εάν η πρώτη στρώση δεν στεγνώσει καλά και γίνει η δεύτερη η επίχρωση παρουσιάζει ζαρωματιές (σχ. 11.8α) και πρέπει να τριφθεί και να ξαναγίνει.



Σχ. 11.8α.
Ζαρωματιές που παρουσιάζονται στην τελευταία στρώση μιας επιχρώσεως, όταν η προηγούμενη στρώση δεν έχει καλά στεγνώσει.

Η στερεοποίηση δεν συμβαδίζει πάντοτε με το στέγνωμα. Συχνά χρησιμοποιούνται χρώματα ή βερνίκια ταχύτατου στεγνώματος αλλά πολύ αργής στερεοποιήσεως της μεμβράνης.

11.8.4 Ιξώδες και διαλυτότητα.

Το ιξώδες χαρακτηρίζει την ταχύτητα ροής ενός υγρού, δηλαδή αν είναι λεπτόρρευστο ή παχύρρευστο ένα χρώμα ή ένα βερνίκι.

Η ιδιότητα αυτή επηρεάζει τον τρόπο εφαρμογής του υλικού και το εργαλείο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά τη βαφή. Π.χ. χρώμα με μεγάλο ιξώδες (παχύρρευστο) δε μπορεί να βάψει ένα αντικείμενο με πιστόλι ή ψεκαστήρα, ενώ αντιθέτως εάν έχει μικρό ιξώδες δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί πινέλο (σχ. 11.8β).

Ο έλεγχος του ιξώδους γίνεται στο εργαστήριο με κατάλληλες συσκευές και μετρείται ο χρόνος εκροής μιας ορισμένης ποσότητας υλικού. Στο εργοτάξιο χρησιμοποιείται μια μεταλλική σφαίρα ορισμένων διαστάσεων που αφήνεται να βυθισθεί σε ένα δοχείο γεμάτο με το εξεταζόμενο υλικό. Ο χρόνος που χρειάζεται η σφαίρα να φθάσει στον πυθμένα προσδιορίζει το βαθμό του ιξώδους.

Η διαλυτότητα είναι παρεμφερής ιδιότητα που χαρακτηρίζει την ικανότητα ενός υλικού να διαλύεται με τα γνωστά διαλυτικά. Όσον αραιότερο είναι το υλικό τόσο ταχύτερα και καλύτερα στεγνώνει και τόσο ισχυρότερα προσφύεται στη χρωματιζόμενη επιφάνεια.

11.8.5 Πρόσφυση.

Η συγκολλητική ικανότητα ενός χρώματος ή βερνικιού σε μια επιφάνεια παίζει κύριο ρόλο στην ποιότητα μιας επιχρώσεως. Αδύνατη πρόσφυση προκαλεί την αποκόλληση της μεμβράνης από την επιφάνεια και φυσικά την καταστροφή της επιχρώσεως ή την αφαίρεση του χρώματος με μια απλή τριβή (σχ. 11.8γ). Επίσης σε ορισμένες περιπτώσεις, όταν η συγκόλληση των μορίων της χρωστικής δεν είναι πλήρης, τα επιφανειακά μόρια απομακρύνονται εύκολα ακόμη και με απλή επαφή του χεριού με τη χρωματισμένη επιφάνεια (σχ. 11.8δ).

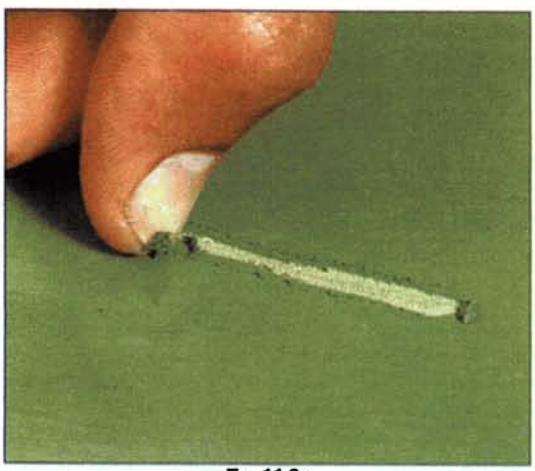
Η πρόσφυση εξαρτάται από:

– Το είδος του ελαίου ή της ρητίνης που περιέχει το χρώμα ή το βερνίκι.

– Το είδος του υλικού που βάφεται και την κατάσταση της επιφάνειας που πρόκειται να βαφεί. Η πρόσφυση ενός ορισμένου χρώματος είναι διαφορετική σε λίθους, μέταλλα, ξύλο



Σχ. 11.8α.
Χρώμα πολύ πηκτό (μεγάλο ιξώδες) είναι ακατάλληλο για επιχρώσεις. Το πήξιμο οφείλεται είτε στην εξάτμιση του διαλυτικού λόγω παλαιότητας του χρώματος, είτε στη χρήση ακατάλληλου διαλυτικού.



Σχ. 11.8γ.
Κακή πρόσφυση της επιχρώσεως, στην επιφάνεια του χρωματιζόμενου στοιχείου προκαλεί την εύκολη αποκόλλησή της.



Σχ. 11.8δ.
Μειωμένη συγκόλληση των μορίων ενός χρώματος μεταξύ τους, προκαλεί την εύκολη απομάκρυνση των επιφανειακών μορίων.

κλπ. Επίσης διαφορετική είναι εάν η επιφάνεια είναι λεία ή ανώμαλη, υγρή ή στεγνή, πορώδης ή συμπαγής κλπ.

Ένας απλός τρόπος ελέγχου γίνεται με την επικόλληση ενός λευκοπλάστη στην επιφάνεια της επιχρώσεως μετά το στέγνωμα και τη σκλήρυνση της μεμβράνης. Αν κατά την αποκόλληση του λευκοπλάστη δε παρασυρθεί η μεμβράνη, θεωρείται ότι η πρόσφυση είναι ικανοποιητική.

11.8.6 Ευκαμψία.

Η ιδιότητα αυτή αναφέρεται στην ικανότητα της μεμβράνης να παρακολουθεί τις παραμορφώσεις (εφελκυσμού, θλίψεως, κάμψεως, συστολών και διαστολών κλπ.) του χρωματιζόμενου σώματος. Έλλειψη ή μικρή ευκαμψία προκαλεί αποκόλληση, θρυμματισμό και ρηγμάτωση της μεμβράνης (σχ. 10.8ε).

Η ιδιότητα αυτή ελέγχεται με τη βαφή ενός τεμαχίου ξύλου, μετάλλου ή άλλου υλικού με το εξεταζόμενο χρώμα ή βερνίκι. Αν κατά την κάμψη του τεμαχίου αυτού μέχρις ενός ορισμένου ορίου δεν υποστεί η μεμβράνη καμιά βλάβη θεωρείται ικανοποιητική η ευκαμψία της.

11.8.7 Αντοχή στη φθορά και στις κρούσεις.

Ικανότητα εξαιρετικής σημασίας σε χρώματα και βερνίκια που χρησιμοποιούνται σε χώρους και έργα που υφίστανται σοβαρές μηχανικές επιβαρύνσεις. Σε ξύλινα πατώματα, σε διαδρόμους και αίθουσες σχολείου ή σε χώρους που κυκλοφορούν άνθρωποι, ελαφρά ή βαριά τροχοφόρα κ.α. είναι απαραίτητος ο έλεγχος της ιδιότητας αυτής.

11.8.8 Αντοχή στις μεταβολές της θερμοκρασίας και έναντι πυρκαϊάς.

Πρέπει γενικά η μεμβράνη της επιχρώσεως να μην επηρεάζεται από τις μεταβολές της θερμοκρασίας. Το κατώτερο όριο θερμοκρασίας που πρέπει να αντέχει η μεμβράνη όλων των χρωμάτων και βερνικιών κυμαίνεται μεταξύ −30°C και −40°C. Το ανώτερο όριο διαφέρει σημαντικά μεταξύ των χρωμάτων και των βερνικιών. Ορισμένα από αυτά, όπως τα χρώματα σιλικόνης και βακελίτου, αντέχουν σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες.

Στην πυρκαϊά δεν αντέχουν τα χρώματα πλην μιας σχετικής αντοχής της σιλικόνης, του βακελίτου και του χλωριούχου ελαστικού.

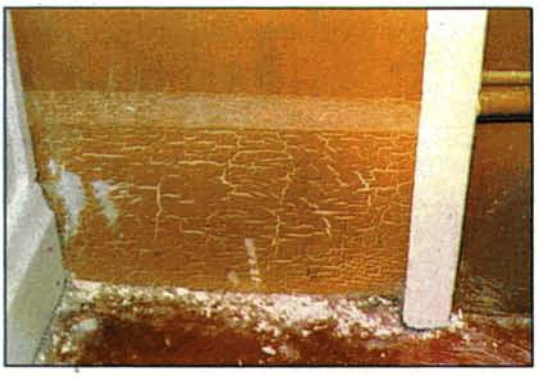
11.8.9 Αντοχή στο φως και στις υπεριώδεις ακτίνες.

Τα υλικά επικαλύψεως πρέπει να μην αλλοιώνονται υπό την επίδραση των δύο αυτών παραγόντων. Πρέπει να ελέγχονται προσεκτικά διότι υπάρχει κίνδυνος καταστροφής της αποχρώσεως των εξωτερικών κυρίως επιχρώσεων. Οι ανόργανες χρωστικές αντέχουν περισσότερο των οργανικών.

Επίσης μπορεί να εμφανιστούν περιοχές της βαμμένης επιφάνειας με διαφορετική στιλπνότητα, όταν το φως πέφτει υπό μικρή γωνία ως προς την επιφάνεια. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε ανομοιόμορφο στέγνωμα των ακραίων σημείων της επιφάνειας ή σε διαφορετικό πορώδες των σημείων αυτών (σχ. 11.8στ).

11.8.10 Αντίσταση στις χημικές επιδράσεις.

Σε ορισμένες περιπτώσεις πρέπει να ελέγχεται η αντίσταση των επιχρώσεων στις χημικές επιδράσεις και να επιλέγονται εκείνα τα



Σχ. 11.8ε.
Ρηγμάτωση επιχρώσεως λόγω μειωμένης ευκαμψίας της μεμβράνης ή μεγάλης παραμορφώσεως του υποκειμένου στοιχείου.



Σχ. 11.8στ.
Διαφορές στη στιλπνότητα μιας βαμμένης επιφάνειας.

χρώματα και βερνίκια που παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη αντοχή, ιδίως όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν σε χώρους που υπάρχουν κίνδυνοι χημικής προσβολής (χημικά εργαστήρια, εργοστάσια κλπ). Πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι τα περισσότερα υλικά βαφής παρουσιάζουν μικρή αντίσταση σε αυτές τις δράσεις.

Τέτοιες περιπτώσεις εμφανίζονται στις ελαιοβαφές σε χώρους κουζίνας, αποχωρητηρίων όπου η ατμόσφαιρα μπορεί να περιέχει μικροποσότητες αμμωνιακών ή θειικών ενώσεων (σχ. 11.8ζ).

11.8.11 Ανακλαστική ικανότητα.

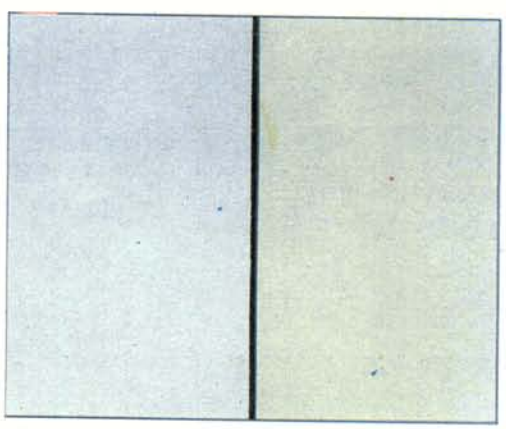
Όταν πέσει φως σε μια επιφάνεια, ένα μέρος του απορροφάται ενώ το υπόλοιπο ανακλάται στο περιβάλλον. Το ανακλώμενο φως γίνεται αντιληπτό από τον ανθρώπινο οφθαλμό και προκαλεί την αίσθηση της εικόνας της επιφάνειας.

Η ποσότητα του ανακλώμενου φωτός εξαρτάται από την κατάσταση και κυρίως από το χρώμα της επιφάνειας. Μια άχρωμη και λεία επιφάνεια (πχ. ένας καθρέπτης) αντανακλά όλο το φως ενώ μια μαύρη επιφάνεια απορροφά όλο το φως.

Οι έγχρωμες επιφάνειες ανακλούν μόνο το φως που έχει μήκος κύματος που αντιστοιχεί στο χρώμα που είναι βαμμένες.

Όσο περισσότερο φως ανακλά ένα χρώμα τόσο φωτεινότερο φαίνεται. Η φωτεινότητα ενός χρώματος καθορίζεται από το ***συντελεστή ανακλάσεως***, που εκφράζει το λόγο της ανακλώμενης ποσότητας προς την ολική ποσότητα που πέφτει στην επιφάνεια.

Στον πίνακα 11.8.1 αναγράφεται ο συντελεστής αυτός όταν πρόκειται να χρωματιστούν χώροι κατοικιών, εργασίας, σχολείων κλπ. Σε αυτούς τους χώρους επιζητείται η επίτευξη καλού φωτισμού και η δημιουργία κατάλληλου ψυχολογικού κλίματος.



Σχ. 11.8ζ.
Σε περιπτώσεις που η βαμμένη επιφάνεια είναι εκτεθειμένη σε μικρά ποσά ενώσεων αμμωνίας ή θείου, η επίχρωση με βάση έλαια κιτρινίζει.

ΠΙΝΑΚΑΣ 11.8.1

Συντελεστής ανακλάσεως διαφόρων χρωμάτων

α/α	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

11.9 Εκτέλεση των εργασιών χρωματισμού και βερνικώματος.

11.9.1 Γενικά.

Τα χρώματα και τα βερνίκια βρίσκονται σχεδόν πάντοτε σε υγρή κατάσταση. Σπανίως χρησιμοποιούνται σε μορφή πολτού (πάστας).

Εξ άλλου οι ιδιότητες που εκδηλώνουν και ιδιαιτέρως η ταχύτητα στεγνώματος και ο μηχανισμός σκληρύνσεως της μεμβράνης ποικίλλουν σε μεγάλο βαθμό μεταξύ των διαφόρων ειδών.

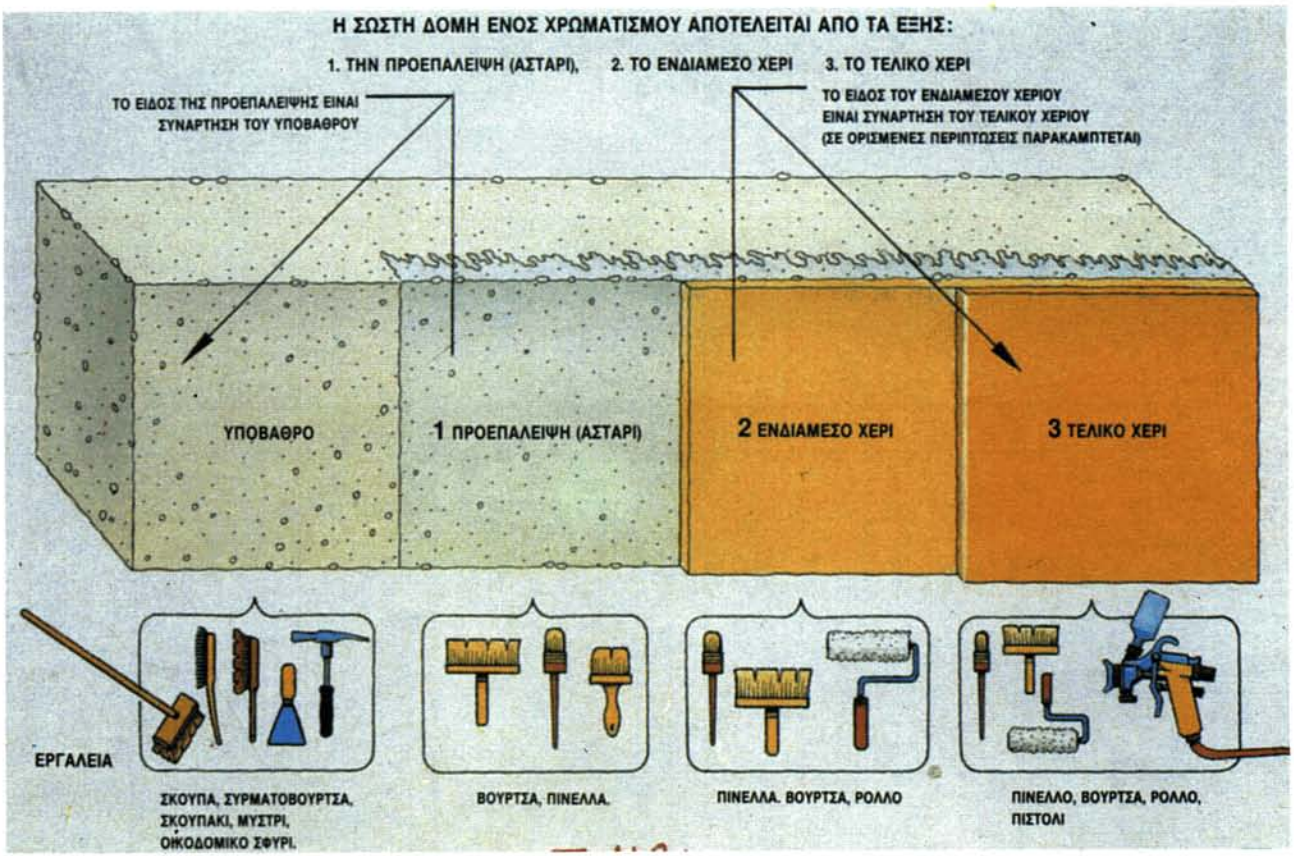
Επίσης το είδος του δομικού στοιχείου και η κατάσταση της επιφάνειας που θα χρωματισθεί επηρεάζουν την ποιότητα της επιχρώσεως.

Τέλος ο παράγοντας οικονομία της εργασίας και των υλικών βαφής σε συνδυασμό με τα αναφερθέντα προηγουμένως καθορίζουν τον τρόπο εφαρμογής ενός χρώματος ή βερνικιού.

Σε αρκετές περιπτώσεις τα εργοστάσια παραγωγής των επικαλυπτικών υλικών προσδιορίζουν τη μέθοδο βαφής των προϊόντων που παράγουν.

Για να επιτύχει μια επίχρωση πρέπει απαραιτήτως να ακολουθηθεί μια σειρά εργασιών χωρίς τις οποίες είναι βέβαιο ότι τα αποτελέσματα θα είναι αρνητικά.

Οι εργασίες αυτές κατά χρονική σειρά είναι:



Σχ. 11.9α.
Σχηματική απεικόνιση των βασικών σταδίων που απαιτούνται για τη σωστή βαφή της επιφάνειας ενός δομικού στοιχείου. Απεικονίζονται επίσης τα εργαλεία που απαιτούνται για την εκτέλεση κάθε σταδίου.

– Επιλογή του καταλληλότερου υλικού βαφής.
– Καθαρισμός της επιφάνειας του δομικού στοιχείου.
– Προστασία του δομικού υλικού.
– Εξομάλυνση ανωμαλιών και προετοιμασία της επιφάνειας.
– Βάψιμο.

Μια παραστατική εικόνα των βασικών σταδίων φαίνεται στο σχήμα 11.9α.

11.9.2 Επιλογή του καταλληλότερου υλικού βαφής.

Στην παράγραφο 11.8 αναφέρθηκαν με κάποια λεπτομέρεια τα κριτήρια που πρέπει να λάβει υπόψη του ο τεχνικός για το χρώμα ή το βερνίκι που θα αποδώσει το καλύτερο αποτέλεσμα στο κάθε συγκεκριμένο έργο.

Στον πίνακα 11.9.1 δίνονται ορισμένα στοιχεία για την επιλογή του καταλληλότερου υλικού βαφής επιφανειών διαφόρων υλικών.

11.9.3 Καθαρισμός της επιφάνειας του δομικού στοιχείου.

Βασική προϋπόθεση μιας οποιασδήποτε επιχρώσεως είναι η αφαίρεση από την επιφάνεια κάθε χαλαρού τεμαχιδίου ύλης και κάθε ξένης ύλης που την έχει ρυπάνει.

Σκόνη, άλατα, λίπη, καπνιά, χαλαρά τεμαχίδια, σκουριές, ρύποι κ.α, πρέπει να απομακρυνθούν διότι σε αντίθετη περίπτωση η πρόσφυση της μεμβράνης θα είναι ελαττωματική.

Στην περίπτωση επαναχρωματισμού παλαιών επιφανειών πρέπει να απομακρυνθούν τα χαλαρά ή φουσκωμένα τμήματα της παλαιάς επιχρώσεως.

Τα μέσα που χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό είναι συρμάτινη ψήκτρα (βούρτσα), σπάτουλα, σφυρί (ματσακόνι), ειδικά καμινέτα, οικιακά απορρυπαντικά κλπ.

11.9.4 Προστασία των δομικών στοιχείων.

Η προστασία αφορά σε διάφορες εργασίες στα δομικά στοιχεία, που αποβλέπουν στην

ΠΙΝΑΚΑΣ 11.9.1
Καταλληλότητα χρωμάτων και βερνικιών

Κατηγορία υλικού	Εσωτερικές επιφάνειες							Εξωτερικές επιφάνειες εκτεθειμένες στη θάλασσα											Μεγάλη αντοχή σε									
	Ξύλο	Σκυρόδεμα	Κονίαμα	Μέταλλα	Πατώματα	Έπιπλα	Ξύλο	Σκυρόδεμα	Λιθοδομές και πλινθοδομές	Δάπεδα και καταστρώματα	Μαλακός χάλυβας	Γαλβανισμένος χάλυβας	Αλουμίνιο και μαγνήσιο	Μεταλλικές στέγες	Οδικές χρήσεις	Ξύλο εκτός νερού	Μεταλλα εκτός νερού	Ξύλα στην ίσαλο	Μέταλλα στην ίσαλο	Υποβρύχια υλικά	Θερμότητα	Νερό	Οξέα	αλκάλια	Άλατα	Διαλυτικά	Αλκοόλες	Ατμοσφαιρ. εναλλαγές	Οξείδωση	φθορά	Μηχανικές παραμορφώσεις
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
Υδατοδιαλυτά χρώματα																															
Ασβεστοχρώματα		+	+						+																						
Τσιμεντοχρώματα		+	+	•				+	+													+		+		+		+	+		
Χρώματα πυριτικού νατρίου		+	+						+																	+			+		
Χρώματα καζεΐνης	+	+	+						+																						
Ασφαλτικά γαλακτώματα	+	+						+	+		+			+								+	+	+							
Πολυμερή γαλακτώματα	+	+	+				+		+						•											+					
Ελαιοχρώματα																															
Καθαρό ξηραινόμενο λάδι	+					+																									
Ελαιοχρώματα κοινά	+	+	+				+	+	+		+	+	+	+													+				
Οξειδίου του σιδήρου				+			+							+													+	+			
Οξειδίου του μολύβδου				+							+			+														+	+		
Οξειδίου του ψευδαργύρου												+																			
Βερνίκια																															
Καθαρά βερνίκια	+				+	+	+								+	+		+			+	+	+								
Βερνικοχρώματα	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+				+		+	+	+										
Οξειδίου του σιδήρου				+							+																				
Οξειδίου του μολύβδου				+							+						+		+												
Οξειδίου του ψευδαργύρου				+				+	+		+	+	+				+		+	+											
Βερνίκια με αλκύδια καθαρά	+				+	+	++			++						+		+			+	+	+	+	+				+		
Βερνίκια με αλκύδια χρωστικά	+	+	+		+		+		+	+	+	+	+	+	+	+					+										
Λάκες																															
Καθαρές λάκες	+			+	+	+					+										+										
Λάκες με χρωστικές	+			+		+					+						+		+												
Βερνίκια και χρώματα χωρίς λάδι																															
Βερνίκια αλκοόλης	+					+																									
Βερνίκια παραγώγων πετρελ.																	+		+		+										
Διαλύματα ρητινών																															
Βινυλικές				++							++		+	++			+		+	+		++	++	+	++		+	+	++	+	++
Συνθετικού ελαστ. (νεοπρένιο)	+	++	+		+			++	+						+						++	++	++	++	++				++	++	++
Χλωριούχου ελαστικού	+	+			+			++	++						+							++	+	++	++		+		++	+	
Εποξικές	+			+	+	+	+			+	+	+	+									++	+	+		+	+	+		+	
Σιλικόνες		+		+			+	+	+						+						++	+	+	+		+					
Φαινολικές	++	+	+	+	+	+		+	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	++	+	++		++	+		++		
Ασφαλτικά																															
Καλυπτικά 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

απομάκρυνση των αιτίων που μπορεί να προκαλέσουν φθορές στο υλικό μετά την επίχρωση αλλά και στην ίδια την επίχρωση. Οι εργασίες αυτές είναι οι εξής:

– Απομάκρυνση της υγρασίας από την επιφάνεια αλλά και από τη μάζα του προς βαφή στοιχείου. Η ύπαρξη υγρασίας καταστρέφει την επίχρωση και το στοιχείο εάν παραμείνει μέσα στη μάζα του (περίπτωση ξυλίνων κατασκευών).

Η επιφανειακή υγρασία μπορεί να απομακρυνθεί γρήγορα με διάφορα θερμαντικά μέσα.

– Αντισκωριακή προστασία (περίπτωση σιδηρών κατασκευών) με βάψιμο της επιφάνειας με ένα αντισκωριακό χρώμα (π.χ. μίνιο) και αντιδιαβρωτική προστασία με διάφορα κατάλληλα υλικά.

– Επίσης με κατάλληλα υλικά καταστροφή των εντόμων στο ξύλο ή άλλων μικροοργανισμών όπως είναι οι μύκητες κλπ. (περίπτωση υποθαλασσίων στοιχείων όπως τα ύφαλα των πλοίων).

11.9.5 Εξομάλυνση ανωμαλιών και προετοιμασία της επφάνειας.

Επόμενη φάση, που αφορά κυρίως στις ξύλινες κατασκευές, στα επιχρίσματα και στα σκυροδέματα είναι:

– Κάλυψη τών μικροφθορών όπως είναι οι ρωγμές, οι οπές των καρφιών και των ρόζων στο ξύλο, ή μικρών κοιλοτήτων στα επιχρίσματα και τα σκυροδέματα. Η εργασία αυτή ονομάζεται ***στοκάρισμα.***

– Σταθεροποίηση της επιφάνειας υλικών που τρίβονται εύκολα με επικαλυπτικά κατάλληλα υλικά.

– Επικάλυψη ολόκληρης της επιφάνειας (σπατουλάρισμα) με ένα λεπτό στρώμα στόκου ώστε η τελική επίχρωση να γίνει σε μία επιφάνεια απολύτως καθαρή και ομαλή.

11.9.6 Βάψιμο - Τελική επίχρωση.

Η κύρια (τελική επίχρωση) με το χρώμα που επελέγη γίνεται σε δύο ή πολλές φορές σε τρεις και σπανιότερα σε περισσότερες στρώσεις.

Ο αριθμός των στρώσεων εξαρτάται:

– Από το βαθμό προετοιμασίας της επιφάνειας.

– Από την επιθυμητή ποιότητα της επιχρώσεως.

– Από τη μέθοδο και τα εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν και

– από τον παράγοντα ***οικονομία χρόνου*** και ***υλικού.***

Βασικοί παράγοντες για την επιτυχία της επιχρώσεως εκτός όσων αναφέρθηκαν προηγουμένως είναι:

– Η τέλεια ξήρανση κάθε στρώσεως.

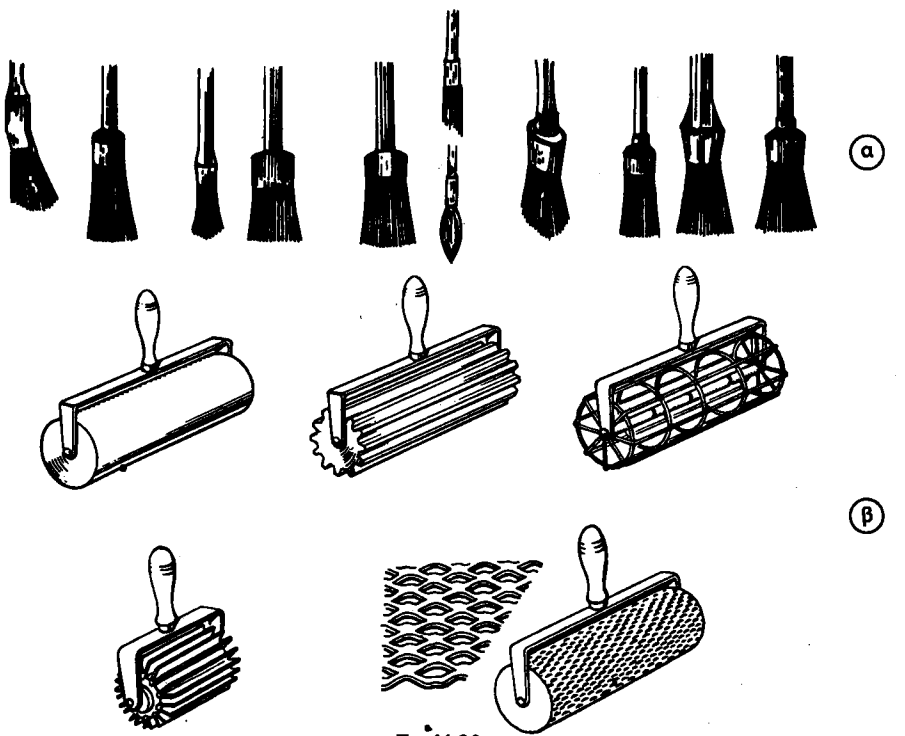
– Η λεπτότητα κάθε στρώσεως και

– ο όσο το δυνατό μεγαλύτερος αριθμός στρώσεων, λαμβανομένης υπ' όψη και της σχέσεως οικονομία προς όφελος.

11.9.7 Μέθοδοι χρωματισμού.

Για το χρωματισμό των διαφόρων επιφανειών χρησιμοποιούνται τέσσερις γενικώς μέθοδοι. Οι εξής:

– Χρωματισμός με χρωστήρα (πινέλο, βούρτσα) [(σχ. 11.9β (α)].



Σχ. 11.9β.
Διάφοροι τύποι χρωστήρων (α) και ρολών (β) για τις επιχρώσεις μικρών και μεγάλων επιφανειών.

– Χρωματισμός με κύλινδρο (ρολό) [(σχ. 11.9β (β)].
– Χρωματισμός με ψεκαστήρα (πιστόλι).
– Χρωματισμός με βάπτισμα (μπάνιο).

1) Η παλαιότερη μέθοδος που χρησιμοποιείται σε μεγάλη έκταση και σήμερα είναι η μέθοδος με πινέλο και βούρτσα [(σχ. 11.9β (α)]. Δίνει ικανοποιητικό αποτέλεσμα γιατί ο εμποτισμός της επιφάνειας είναι πολύ καλός. Σε περίπτωση ανώμαλης επιφάνειας ή όταν το υλικό έχει μεγάλο ιξώδες είναι η μόνη μέθοδος βαφής.

2) Η μέθοδος με ρολό εφαρμόζεται σε μεγάλες επίπεδες επιφάνειες. Το ιξώδες του υλικού πρέπει να είναι κατάλληλο, ούτε μεγάλο ούτε μικρό. Η εκτέλεση της εργασίας είναι ταχύτερη από την εκτέλεση με πινέλο, αλλά γίνεται μεγαλύτερη σπατάλη υλικών. Με τη μέθοδο αυτή δεν είναι δυνατή η απόκτηση στιλπνών επιφανειών. Απεναντίας με τη χρήση διαφόρων ρολών [(σχ. 11.9β (β)] επιτυγχάνεται αδρή επιφάνεια με μεγάλη ποικιλία σχεδίων.

3) Οι επιχρώσεις με πιστόλι εκτελούνται ταχύτερα από τις προηγούμενες αλλά γίνεται σπατάλη υλικού. Επίσης απαιτείται η παρασκευή μεγάλης ποσότητας υλικού ώστε η επίχρωση σε μεγάλες εκτάσεις χρωματισμού να είναι ομοιογενής και της αυτής αποχρώσεως.

4) Επιχρώσεις με βάπτισμα (μπάνιο) εκτελούνται πολύ σπάνια και μόνο για μικρά τεμάχια μεγάλου αριθμού. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται κυρίως σε εργοστάσια.

11.10 Χρήσεις των χρωμάτων και των βερνικιών.

Μια γενική εικόνα για την καταλληλότητα των διαφόρων επικαλυπτικών υλικών που αναφέρθηκαν στα προηγούμενα, σε σχέση με τα προς βαφή δομικά υλικά, παρουσιάζεται στον πίνακα 11.9.1. Ο πίνακας είναι ενδεικτικός των χρήσεων και δεν υπεισέρχεται σε λεπτομέρειες. Αναφέρονται οι κυριότερες ομάδες και τα συχνότερα συναντώμενα στα δομικά έργα υλικά. Όσον αφορά για τις θέσεις των επιχρώσεων διακρίνονται σε εσωτερικές, εξωτερικές και κοντά στη θάλασσα. Στις τελευταίες στήλες αναφέρονται οι διαβρωτικοί παράγοντες τους οποίους μπορούν επιτυχώς να αντιμετωπίσουν τα υλικά.

11.11 Βλάβες επιχρώσεων.

11.11.1 Ρηγμάτωση.

Η βλάβη αυτή εμφανίζεται όταν η στρώση της επιχρώσεως και ιδίως η πρώτη δεν είναι πολύ λεπτή, όταν δεν έχει στεγνώσει καλά κάθε στρώση και όταν διασταλεί το στοιχείο που βάφτηκε και η μεμβράνη δεν μπορεί να ακολουθήσει τις παραμορφώσεις που δημιουργούνται (σχ. 11.8ε). Επίσης μπορεί να δημιουργηθούν ρήγματα λόγω μεγάλων καιρικών μεταβολών.

11.11.2 Ξεφλούδισμα.

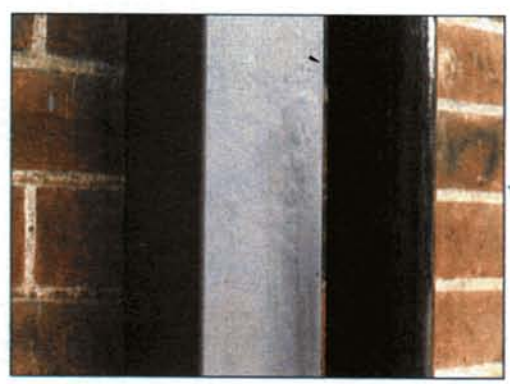
Οφείλεται σε κακή πρόσφυση του χρώματος στην επιφάνεια και μειωμένη ελαστικότητα της μεμβράνης (σχ. 11.7β). Επίσης προκαλείται από τη σκουριά των μετάλλων ή από την ανάπτυξη μυκήτων σε ξύλινα στοιχεία.

11.11.3 Ερπυσμός.

Μπορεί να συμβεί λόγω διαφοράς της επιφανειακής τάσεως σε περίπτωση που ένα ελαιόχρωμα επικαλύπτει υγρή επιφάνεια ή η επίστρωση είναι πολύ παχιά (σχ. 11.11α).



Σχ. 11.11α.
Επικάλυψη και ροή μιας επιχρώσεως επί επιφανειών επιπέδων, λείων κλπ. που οφείλονται κυρίως στο μεγάλο πάχος της επιστρώσεως.



Σχ. 11.11β.
Φυσαλίδες εμφανίζονται όταν μειώνεται τοπικά η συνοχή της επιχρώσεως με την προς βαφή επιφάνεια, λόγω υγρασίας που υπάρχει στο προς βαφή στοιχείο.

11.11.4 Φυσαλίδες.

Σχηματίζεται όταν η επιφάνεια που καλύπτεται είναι υγρή οπότε το νερό εξατμίζεται και προκαλεί το φούσκωμα της επιχρώσεως. Επίσης το διαλυτικό σε κάθε στρώση δεν έχει εξατμισθεί πλήρως προ της βαφής με την επόμενη στρώση (σχ. 11.11β).

11.11.5 Μύκητες.

Αναπτύσσονται όταν ο χώρος είναι πολύ υγρός. Καταπολεμώνται με ειδικά μυκητοκτόνα υγρά.

11.11.6 Απανθίσματα.

Δημιουργούνται από υδατοδιαλυτά άλατα (υδροξείδιο του ασβεστίου) που βρίσκονται στο προς βαφή υλικό (μπετόν, τούβλα, επιχρίσματα). Τα άλατα αυτά βρίσκουν διέξοδο μέσω τριχοειδών ρωγμών στην επίχρωση και εμφανίζονται στην επιφάνειά της (σχ. 11.11γ).

11.11.7 Εξαφάνιση της λάμψεως.

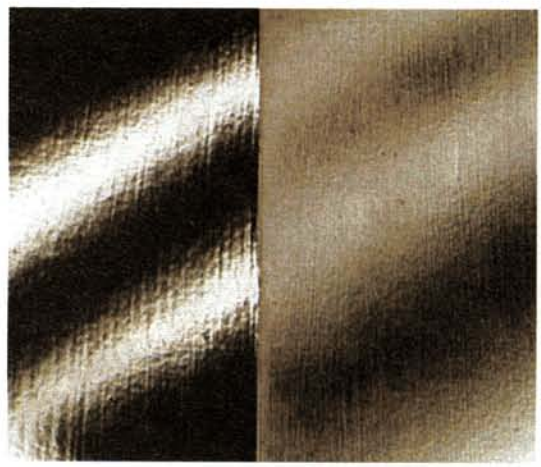
Οφείλεται σε είσοδο μεγάλης ποσότητας διαλυτικού στο εσωτερικό του στοιχείου ή κυρίως λόγω κακής συνθέσεως του βερνικιού (σχ. 11.11δ).

11.11.8 Θάμπωμα.

Σχηματίζεται από εξωτερικές επιδράσεις σε επιχρώσεις ξυλίνων στοιχείων ή λόγω εκκρίσεως του ελαίου οπότε η επιφάνεια παίρνει μια γαλακτώδη όψη.



Σχ. 11.11γ.
Όταν το υπόστρωμα είναι υγρό (π.χ. τοίχος από τούβλα) και περιέχει υδατοδιαλυτά άλατα, σχηματίζονται στην επιφάνεια της επιχρώσεως απανθίσματα που προέρχονται από την έξοδο των υδατοδιαλυτών αλάτων.



Σχ. 11.11δ.
Αλλοίωση της λάμψεως μιας επιχρώσεως λόγω διαφόρων αιτιών. Κυριότερα η εφαρμογή του χρώματος σε κακές καιρικές συνθήκες, η περίσσεια, η ακαταλληλότητα του διαλυτικού κλπ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΩΔΕΚΑΤΟ

ΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

12.1 Εισαγωγή.

Όταν ο πρόγονος του σημερινού ανθρώπου πρωτοεμφανίστηκε στη γη, ήταν ελάχιστα προικισμένος από τη φύση, με τα κατάλληλα μέσα σε αντίθεση με τα άλλα ζώα, για να αντιμετωπίζει επιτυχώς τους κινδύνους που τον κύκλωναν. Εκτός από την αναζήτηση της τροφής του και τον ανταγωνισμό με τα άγρια ζώα ήταν αναγκασμένος να αντιμετωπίζει και τις καιρικές και άλλες μεταβολές που συνέβαιναν στο περιβάλλον του. Το κρύο και η ζέστη, η βροχή και το χιόνι, ο άνεμος και οι καταιγίδες, οι σεισμοί, οι πλημμύρες, οι πυρκαϊές κλπ. ήταν όλα εχθρικά για το απροστάτευτο σώμα του. Η φύση δεν τον είχε εφοδιάσει με τον κατάλληλο σωματικό εξοπλισμό για να μπορεί να προστατεύεται από τα εξαιρετικά δυσμενή για την επιβίωσή του φυσικά φαινόμενα.

Τον εφοδίασε όμως με ένα άλλου είδους όπλο, πιο αποτελεσματικό από τα όπλα που διέθεταν τα ζώα. Του έδωσε τον εγκέφαλο, το μυαλό, όπλο όπως αποδείχτηκε πανίσχυρο. Χάρη σε αυτό, εκμεταλλεύτηκε τα υλικά που εύρισκε άφθονα γύρω του, όπως πέτρες, ξύλα, λάσπη και επινόησε εργαλεία και μεθόδους για τη μετατροπή τους σε πιο εύχρηστη για το σκοπό του μορφή. Έτσι κατόρθωσε σιγά-σιγά να ελαττώσει με αρκετή επιτυχία τις συνέπειες που είχαν επάνω του οι εξωτερικές επιδράσεις.

Ταυτόχρονα όμως με την επίλυση των βασικών προβλημάτων που αντιμετώπιζε, άρχισε να δημιουργεί ο ίδιος καινούργια, τα οποία οφείλονταν στην επιθυμία να βελτιώσει την ποιότητα της ζωής του. Έτσι δημιουργούσε διαρκώς και καινούργιες ανάγκες, τις οποίες ικανοποιούσε παίρνοντας πρώτες ύλες από τη γη.

Σήμερα η συνεχής και αλόγιστη αύξηση των αναγκών που δημιούργησε ο ίδιος, οι γιγαντιαίες συγκεντρώσεις πληθυσμού στις μεγάλες πόλεις, η εγκατάσταση βιομηχανιών, που μετέτρεπαν τις πρώτες ύλες σε χρήσιμα ή ακόμη και σε άχρηστα προϊόντα, αναγκάζουν το σύγχρονο άνθρωπο να εκμεταλλεύεται όλο και περισσότερο τον πλούτο που διαθέτει η γη, τον οποίο μετατρέπει σε καταναλωτικά αγαθά με τη χρησιμοποίηση τεραστίων ποσοτήτων ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας.

Οι συνέπειες από την αύξηση της κατανάλωσεως των πρώτων υλών και της εκμεταλλεύσεως των πηγών για την παραγωγή ενέργειας άρχισαν να γίνονται αισθητές μόλις τα τελευταία πενήντα χρόνια. Αρκετά αργά έγινε αντιληπτό ότι η γη δεν είναι ανεξάντλητη και ότι οι πηγές που παρείχαν την ενέργεια άρχισαν να στερεύουν.

Τα αποθέματα πετρελαίου εκτιμάται ότι με τη σημερινή κατανάλωση δεν μπορεί να επαρκέσουν πέραν των 50 ετών. Τα κοιτάσματα κάρβουνου εξαντλούνται ταχύτατα. Η χρησιμοποίηση της πυρηνικής ενέργειας μπορεί να προκαλέσει μεγάλες καταστροφές λόγω της μειωμένης ασφάλειας που παρέχει η παραγωγή της και του κινδύνου που δημιουργείται από τη διάθεση των πυρηνικών αποβλήτων. Τα αποθέματα μετάλλων και άλλων στοιχείων που αποτελούν την πρώτη ύλη παραγωγής διαφόρων αγαθών μειώνονται συνεχώς. Τεράστιες δασικές εκτάσεις αποψιλώνονται για να παραχθούν δομικά υλικά (ξύλο και χαρτί). Εκτεταμένες περιοχές γλυκών νερών αποξηραίνονται για να καλλιεργηθούν. Οι θάλασσες μολύνονται από τα απόβλητα των αστικών περιοχών και των βιομηχανιών. Ακόμη και η ατμόσφαιρα στην περιοχή των μεγάλων αστικών κέντρων αλλοιώθηκε λόγω της μεταβολής των συστατικών της, που οφείλεται στην αύξηση του διοξειδίου και μονοξειδίου του άνθρακα, των οξειδίων του αζώτου, των υδρογονανθράκων, του καπνού και της μειώσεως του όζοντος.

Τελικά η σχέση ανθρώπου-περιβάλλοντος αντιστράφηκε. Τα πρώτα χρόνια της παρουσίας του ανθρώπου στη γη το περιβάλλον ήταν εχθρικό, αλλά με το χρόνο έγινε φιλικό. Σήμερα ο άνθρωπος είναι εχθρικός προς το περιβάλλον.

Εκτός όμως από τους κινδύνους που προέρχονται από τη μεταβολή του περιβάλλοντος και την εξάντληση των πηγών ενέργειας, ο άνθρωπος δημιούργησε νέα προβλήματα και κινδύνους με την εντατικοποίηση των δραστηριοτήτων του.

Η υπέρμετρη χρήση θερμικών μηχανών (αυτοκίνητα, εργοστάσια κλπ.) στις μεγάλες πόλεις αλλοίωσε επικίνδυνα την ατμόσφαιρα.

Οι θόρυβοι από τη χρήση μηχανών και άλ-

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

λων συσκευών περιβάλλουν την πόλη και προκαλούν όχι μόνο ενόχληση αλλά και κινδύνους για την υγεία όταν είναι πολύ ισχυροί.

Οι πυρηνικές ακτινοβολίες που συνεχώς αυξάνονται σε διάρκεια και ένταση μπορούν να γίνουν θανατηφόρες. Εκτός από τις φυσικές ακτινοβολίες όπως είναι η κοσμική ακτινοβολία και η ακτινοβολία που εκπέμπει το έδαφος και που είναι μικρής επικινδυνότητας, ένας μεγάλος αριθμός διαφόρων πηγών ακτινοβολίας είναι δημιούργημα του ανθρώπου. Η χρησιμοποίηση ραδιοϊσοτόπων στην ιατρική, τη βιολογία, τη γεωργία, τη βιομηχανία κλπ. καθώς και η χρήση ακτίνων "γ" και "Χ" στην ιατρική και σε άλλες εφαρμογές, επεκτείνεται συνεχώς και σήμερα όλος σχεδόν ο πληθυσμός των προηγμένων χωρών της γης προ-σβάλλεται από ακτινοβολίες διαφόρων ισχύων. Επίσης οι δοκιμές των πυρηνικών όπλων, η καύση ουρανιούχων γαιανθράκων καθώς και η πυρηνική βιομηχανία για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αποτελούν πηγές ρυπάνσεως της ατμόσφαιρας, του εδάφους και των υδάτων με αποτέλεσμα την έκθεση, σε σοβαρούς κινδύνους, του ανθρώπου και των άλλων ζώντων οργανισμών (ζώα, φυτά).

Ακόμη και τα δομικά υλικά που παρασκευάζονται με εδαφικές πρώτες ύλες εκπέμπουν ακτινοβολίες, οι οποίες αυξάνονται όταν τα υλικά υποστούν την επίδραση εξωτερικών ακτινοβολιών.

'Εχει παρατηρηθεί ότι οι κίνδυνοι που απειλούν τους ανθρώπους και τα άλλα έμβια όντα από την ανατροπή της σχέσεως άνθρωπος-περιβάλλον, υφίστανται και για τα υλικά και κατά συνέπεια και για τα τεχνικά έργα. Οι ίδιοι παράγοντες, που αναφέρθηκαν προηγούμενα προκαλούν μεγαλύτερες, από τις συνήθεις, φθορές στα έργα, μειώνουν το χρόνο ζωής τους, μειώνουν το βαθμό εκδηλώσεως των ιδιοτήτων των υλικών και προκαλούν τεράστιες οικονομικές ζημιές. Εκτός από τις εξωτερικές γνωστές επιδράσεις (θερμο-κρασιακές μεταβολές, νερό και υγρασία, μηχανικές επιβαρύνσεις κλπ.) οι φθορές και η αποσάθρωση των υλικών αυξάνονται λόγω των ρύπων που περιέχονται στην ατμόσφαιρα, στο νερό, στο έδαφος κλπ.

Η σύντομη ανάλυση που προηγήθηκε έχει σκοπό να δείξει πόσο καταστρεπτικές είναι για το περιβάλλον, τον άνθρωπο και τα έργα του, η κατασπατάληση των πλουτοπαραγωγικών πηγών της γης και πόσο επικίνδυνες είναι για την υγεία του οι νέες δραστηριότητες που ανέπτυξε.

Σήμερα έχει γίνει πλέον συνείδηση ότι πρέπει να ληφθούν και μάλιστα το ταχύτερο δυνατό, επείγοντα μέτρα για τον περιορισμό της καταστροφής του περιβάλλοντος και των κινδύνων που προέρχονται από αυτήν.

Πρώτο βήμα για τη μείωση της εκμεταλλεύσεως των ενεργειακών πηγών της γης είναι η χρήση άλλων πηγών παραγωγής ενέργειας, που δεν θα ρυπαίνουν το περιβάλλον και δεν θα υπάρχει κίνδυνος να εξαντληθούν. Τέτοιες πηγές είναι η ηλιακή ακτινοβολία, ο άνεμος, η γεωθερμία, τα επιφανειακά νερά και η εκμετάλλευση των βιολογικών διεργασιών.

Ένα δεύτερο βήμα είναι η μείωση της ε-νέργειας που παράγεται από τις παραδοσιακές πηγές, η οποία χρησιμοποιείται σπάταλα για την κάλυψη των διαρκώς αυξανομένων αναγκών που δημιουργεί ο άνθρωπος. Τεράστιες ποσότητες ενέργειας (ηλεκτρισμού, φυσικού αερίου, ατμού κλπ.) χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση, την ψύξη των κατοικιών και των χώρων εργασίας και συγκεντρώσεων, για την ψύξη των θερμικών μηχανών, ενώ μεγάλες καταστροφές παρατηρούνται στα τεχνικά έργα λόγω μειωμένης προστασίας έναντι των εξωτερικών διαβρωτικών παραγόντων (νερό, υγρασία, πάγος, υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες, βιολογικές δράσεις κλπ.).

Εκτός όμως από τον περιορισμό της καταναλισκόμενης ενέργειας, είναι απαραίτητη και η προστασία της υγείας του ανθρώπου από τις ανθρωπογενείς επιδράσεις όπως είναι ο θόρυβος και η πυρηνική ακτινοβολία.

Για την επίτευξη των στόχων που αναφέρθηκαν, δηλαδή τον περιορισμό της ενέργειας και την προστασία από ανθρωπογενείς δραστηριότητες αποφασιστικό ρόλο θα παίξει ο σωστός σχεδιασμός των χώρων των κτισμάτων και η χρήση των καταλλήλων υλικών και μεθόδων.

Στο παρόν κεφάλαιο θ' αναφερθούν τα υλικά εκείνα που διαθέτουν ορισμένες ιδιότητες ικανές να μειώσουν τις βλαπτικές επιδράσεις των εξωτερικών παραγόντων τόσο στον άνθρωπο όσο και στα έργα του και να συμβάλουν στη μείωση της απαιτούμενης ενέργειας.

Το κεφάλαιο διαιρείται σε τέσσερις παραγράφους που αναφέρονται στα υλικά τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για τη θερμομόνωση, τη στεγάνωση, την ηχομόνωση και τις ακτινοβολίες.

Οι παράγραφοι αυτές είναι:

12.2 Θερμομονωτικά υλικά.

12.3 Ηχομονωτικά υλικά.

12.4 Στεγανωτικά υλικά.

12.5 Υλικά κατά των ακτινοβολιών.

12.2 Θερμομονωτικά υλικά.

12.2.1 Γενικά - Ορισμοί.

Όλα τα υλικά έχουν την ιδιότητα να δυσκολεύουν σε μικρό ή μεγάλο βαθμό τη ροή της θερμότητας μέσα από τη μάζα τους. Επίσης υλικά που δεν καίγονται αμέσως εμποδίζουν τη μετάδοση της φωτιάς από ένα χώρο σε έναν άλλο, όταν παρεμβληθεί μεταξύ των χώρων αυτών ένα στοιχείο (τοίχος) κατασκευασμένο από κάποιο από τα υλικά αυτά.

Η ίδια ιδιότητα μπορεί να διατυπωθεί ως εξής:

Τα υλικά έχουν την ιδιότητα να επιτρέπουν τη διέλευση της θερμότητας ή τη μετάδοση της φωτιάς σε μεγάλο ή μικρό χρονικό διάστημα.

Τα υλικά που έχουν ανεπτυγμένη σε μεγαλύτερο βαθμό την επιβράδυνση της μεταδόσεως της θερμότητας ή της φωτιάς ονομάζονται ***θερμομονωτικά*** στην πρώτη περίπτωση και ***πυράντοχα*** στη δεύτερη.

Μεγαλύτερη ανάπτυξη της συμπεριφοράς των υλικών έναντι στη θερμότητα έχει γίνει στο κεφάλαιο 1 Εισαγωγή, στις παραγράφους 1.6.1, 1.10.6, 1.10.7 και 1.10.8.

Στην παρούσα παράγραφο επαναλαμβάνομε και συμπληρώνομε περιληπτικά ορισμένες βασικές έννοιες και μονάδες που έχουν σχέση με τη θερμότητα και με τη συμπεριφορά των υλικών.

1) ***Ποσό θερμότητας*** και ***μονάδα μετρήσεως***. Το ποσό της θερμότητας συμβολίζεται με ***Q*** και η μονάδα μετρήσεως με ***kcal*** που ονομάζεται ***χιλιοθερμίδα***. Μία χιλιοθερμίδα είναι ίση με το ποσό της θερμότητας που απαιτείται για την αύξηση της θερμοκρασίας ενός λίτρου (1lt) ύδατος κατά 1°C και συγκεκριμένα από 14,5°C σε 15,5°C υπό πίεση μιας ατμόσφαιρας (at).

Επειδή, σύμφωνα με το Διεθνή Οργανισμό Προτυποποιήσεως, η μονάδα ενέργειας είναι το Joule (J), η kcal εκφράζεται σε J ως εξής:

$$1 \text{ kcal} = 4{,}187 \text{ k J} = 1{,}163 \text{ W}$$

2) ***Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ***. Ο συντελεστής αυτός εκφράζει το ποσό της θερμότητας το οποίο διέρχεται σε μια ώρα μέσα από ένα στρώμα πάχους 1 m και επιφάνειας 1 m^2 όταν η πτώση της θερμοκρασίας προς την κατεύθυνση της ροής, είναι ένας βαθμός (gd). Η τελευταία συνθήκη μπορεί να διατυπωθεί διαφορετικά με την έκφραση "όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των δύο παρειών του στρώματος είναι 1 gd".

Με βάση τον προηγούμενο ορισμό του λ οι διαστάσεις του είναι:

$$\frac{\text{kcal}}{\text{m hgd}} \text{ ή } \frac{\text{W}}{\text{mK}}$$

3) ***Συντελεστής θερμικής διαπερατότητας ή θερμοδιαφυγής Λ***. Ο συντελεστής Λ δίνει το ποσό της θερμότητας σε kcal ή Wh, η οποία σε κατάσταση ισορροπίας διέρχεται σε μία ώρα μέσω ενός στρώματος επιφάνειας 1 m^2 και πάχους d (σε m) όταν η διαφορά της θερμοκρασίας μεταξύ των δύο επιφανειών του στρώματος είναι ένας βαθμός Κελσίου (1°C) ή Κέλβιν (1°K).

Επομένως ισχύει η σχέση $\Lambda = \frac{\lambda}{d}$

Οι διαστάσεις του Λ είναι:

$$\frac{\text{kcal}}{\text{m hgrd}} \text{ ή } \frac{\text{W}}{\text{mK}}$$

Το συνολικό ποσό της θερμότητας που διέρχεται μέσα από ένα σώμα με συντελεστή θερμικής διαπερατότητας Λ, που έχει επιφάνεια S (σε m^2), πάχος d (σε m), η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των παρειών του είναι Δt και ο χρόνος που διαρκεί η ροή είναι T (σε ώρες) θα είναι:

$$Q\lambda = \Lambda \frac{\Delta t}{d} S.T \text{ (σε kcal)}$$

Το αντίστροφο της θερμικής διαπερατότητας ορίζεται ως ***αντίσταση θερμικής διαπερατότητας*** ή ***διαφυγής*** και συμβολίζεται με το γράμμα R και είναι $R = 1/\Lambda$.

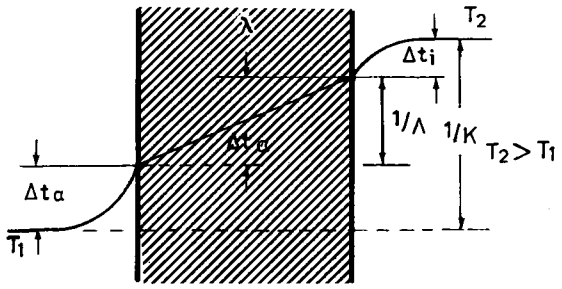
Οι διαστάσεις του R είναι:

$$\frac{\text{m}^2 \text{ h gd}}{\text{kcal}} \text{ ή } \frac{\text{m}^2 \text{K}}{\text{W}}$$

4) ***Συντελεστής θερμικής μεταβιβάσεως α***. Δίνει το ποσό της θερμότητας σε kcal ή Wh που μεταδίδεται ωριαίως από ένα σώμα επιφάνειας m^2 στο εν επαφή αέρα, όταν μεταξύ τους υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας ενός βαθμού Κελσίου (1°C) ή ενός βαθμού Κέλβιν. Το αντίστροφο του α καλείται ***αντίσταση θερμικής μεταβιβάσεως***.

5) ***Συντελεστής θερμοπερατότητας*** ή ***θερμικής διόδου K***. Η θερμοπερατότητα αναφέρεται στη μετάδοση της θερμότητας μέσω ενός στρώματος λαμβανομένων υπ' όψη της θερμοδιαφυγής και της θερμικής μεταβιβάσεως (σχ. 12.2α).

Ο συντελεστής K δίνει το ποσό της θερμότητας σε kcal ή Wh η οποία μεταδίδεται



Σχ. 12.2α.
Σχηματική παράσταση της συνολικής αντιστάσεως που προβάλλει ένας απλός τοίχος κατά τη δίοδο της θερμότητας μέσα από τη μάζα του. Η συνολική μείωση της θερμότητας είναι ίση με 1/k (αντίσταση θερμικής διόδου).

ωριαίως μέσω ενός στρώματος επιφάνειας 1 m^2, όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του αέρα που βρίσκεται σε επαφή με τις δύο επιφάνειες του στρώματος είναι 1 βαθμός Κελσίου ή Κέλβιν.

Το αντίστροφο καλείται ***αντίσταση θερμοπερατότητας 1/K.***

Το ποσό της θερμότητας που χάνεται κάθε μία ώρα από 1 m^2 ενός τοίχου κατασκευασμένου από κάποιο υλικό που έχει συντελεστή θερμοπερατότητας K είναι:

$$Q = K (t_1 - t_a)$$

όπου t_1 η θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου και t_a η θερμοκρασία του εξωτερικού χώρου.

Μία γραφική παράσταση της ροής της θερμότητας μέσω ενός σώματος με βάση τους διαφόρους συντελεστές αντιστάσεως που χαρακτηρίζουν το σώμα και τις σχέσεις του με τον περιβάλλοντα αέρα, απεικονίζεται στο σχήμα 12.2α.

6) ***Ειδική θερμότητα c*** καλείται το ποσό της θερμότητας που απαιτείται για να αυξηθεί η θερμοκρασία ενός σώματος μάζας 1 kg κατά 1°C.

7) ***Ειδική θερμοχωρητικότητα S*** ενός υλικού. Εξαρτάται από τη φαινόμενη πυκνότητα ρ και την ειδική θερμότητα c. Η S ισούται με το γινόμενο c.ρ και ορίζει το ποσό της θερμότητας που απαιτείται για να αυξηθεί η θερμοκρασία 1 m^3 κατά 1 βαθμό. Τα τούβλα π.χ. είναι ειδικής θερμοχωρητικότητας

$$1.800 \times 0,215 = 387 \text{ kcal/m}^3$$

Εκτός όμως από τη συμπεριφορά των υλικών και του αέρα έναντι της θερμότητας, μεγάλο ρόλο στη θερμομονωτική ικανότητα αυτών παίζει η υγρασία και το νερό. Μερικοί ορισμοί που αφορούν στην υγρασία είναι απαραίτητο να αναφερθούν εδώ.

8) ***Σχετική υγρασία αέρα.*** Καλείται έτσι ο λόγος της ποσότητας των υδρατμών που περιέχει ο αέρας θερμοκρασίας t προς την ποσότητα των υδρατμών του κορεσμένου αέρα στην ίδια θερμοκρασία. Η σχετική υγρασία εκφράζεται σε ποσοστά επί τοις εκατό (%).

9) ***Σημείο δρόσου ή υγροποιήσεως.*** Ονομάζεται η θερμοκρασία ts στην οποία αρχίζει η υγροποίηση των υδρατμών που περιέχονται στον αέρα, όταν αυτός ψύχεται. Είναι φανερό ότι όταν ο αέρας φθάσει στο σημείο δρόσου, τότε η υγρασία του είναι 100% (κορεσμένος αέρας). Όταν η θερμοκρασία πέσει κάτω του σημείου υγροποιήσεως, οι υδρατμοί με μορφή σταγονιδίων πέφτουν ως δρόσος ή ως βροχή.

10) ***Νερό συμπυκνώσεως.*** Καλείται η υγρασία που αποτίθεται από τον αέρα στην επιφάνεια των υλικών και των δομικών στοιχείων όταν η θερμοκρασία του πέσει κάτω του σημείου δρόσου.

Νερό συμπυκνώσεως μπορεί να εμφανισθεί και στο εσωτερικό ενός στοιχείου (π.χ. ενός τοίχου) όταν αυτό αποτελείται από στρώματα διαφόρων υλικών.

Στον πίνακα 12.2.1 αναφέρονται οι βασικές έννοιες της θερμικής προστασίας.

Παράδειγμα: Έστω ότι ένας τοίχος κατοικίας αποτελείται από δύο σειρές οπτοπλίνθων μεταξύ των οποίων τοποθετείται ένα φύλλο μονωτικού υλικού και τόσο η εξωτερική όσο και η εσωτερική επιφάνεια καλύπτονται με ένα επίχρισμα. Εάν οι υδρατμοί του εσωτερικού χώρου περάσουν μέσα από το εσωτερικό επίχρισμα και την πρώτη σειρά των τούβλων, λόγω διαχύσεως ή διά των τριχοειδών ή ακόμη μέσω ρωγμών και αρμών και συναντήσουν το μονωτικό φύλλο του οποίου η θερμοκρασία είναι κάτω του σημείου δρόσου τότε οι υδρατμοί θα συμπυκνωθούν και θα επικαθίσουν στο μονωτικό φύλλο. Όπως θα δούμε πιο κάτω η υγρασία και το νερό μειώνουν σημαντικά την αντίσταση θερμοδιαφυγής των στοιχείων: Κατά συνέπεια όχι μόνο η μόνωση που προβλέφθηκε γίνεται άχρηστη, αλλά μπορεί να προκληθούν και άλλες φθορές στο στοιχείο του τοίχου.

12.2.2 Η θερμομόνωση των κτηρίων.

1) Η θερμομόνωση των χώρων κατοικήσεως, εργασίας και συγκεντρώσεως προσώπων, έγινε περισσότερο από επιτακτική τα τελευταία χρόνια. Η άνετη διαβίωση των ανθρώπων μέσα στους χώρους αυτούς, η μείωση της καταναλώσεως ηλεκτρικής, θερμικής κλπ. ενέργειας

ΠΙΝΑΚΑΣ 12.2.1

Βασικές έννοιες της θερμικής προστασίας

	Συμβολ.	Έννοια	Μονάδα	Παρατηρήσεις
1	d	Πάχος	m	
2	λ	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	kcal/mh gd	κατά DIN 4108
3	α	Συντελεστής θερμικής μεταβιβάσεως	kcal/m²h gd	
4	k	Συντελεστής θερμικής διόδου	kcal/m²h gd	
5	Δ	Συντελεστής θερμικής διαπερατότητας	kcal/m²h gd	
6	Ri/a (1/α)	Αντίσταση θερμικής μεταβιβάσεως	m²h gd/kcal	κατά DIN 4108
7	Ro (1/k)	Αντίσταση θερμικής διόδου	m²h gd/kcal	κατά DIN 4108
8	R (1/Δ)	Αντίσταση θερμικής διαπερατότητας	m²h gd/kcal	κατά DIN 4108
9	t	Θερμοκρασία	°C	
10	t_m	Μέση θερμοκρασία υλικού	°C	
11	t_s	Σημείο υγροποιήσεως	°C	
12	θ	Θερμοκρασία επιφάνειας υλικού	°C	
13	T	Απόλυτη θερμοκρασία	°K	$T = t_m + 273°$
14	p	Τάση υδρατμών	Torr	1 Torr = 1 mm Hg
15	φ	Σχετική υγρασία αέρα (ΣΥΑ)	%	
16	μ	Συντελεστής αντιστάσεως διαπιδύσεως	αδιάστατο	
17	μ . d	Αντίσταση διαπιδύσεως υδρατμών	m	Δείκτες
18	kcal	Μονάδα θερμότητας	kcal/h	i = μέσα
19	Q	Ποσό θερμότητας	kcal/h	a = έξω
20	γ	Φαινόμενο ειδικό βάρος	kp/m³	s = κορεσμού
21	ρ	Φαινόμενη πυκνότητα	kp/m³	m = μέση τιμή
22	c	Ειδική θερμότητά	kcal/kg gd	

για τη διατήρηση των καταλλήλων θερμοκρασιών και τέλος η ελάττωση της ατμοσφαιρικής και εδαφικής ρυπάνσεως που θα προκύψει από τη μείωση της ζητούμενης ενέργειας αποτελούν τους βασικούς στόχους των συγχρόνων κοινωνιών.

Οι στόχοι αυτοί μπορεί να επιτευχθούν εάν:

Πρώτον εμποδισθεί η θερμότητα που δημιουργεί ο άνθρωπος στους εσωτερικούς χώρους με διάφορα μέσα (κεντρική θέρμανση, κλιματισμός, σόμπες κλπ.) να διαφύγει προς τον εξωτερικό χώρο κατά τη διάρκεια του χειμώνα.

Δεύτερον αποκλεισθεί η θερμότητα που αναπτύσσεται κατά τους καλοκαιρινούς μήνες στο περιβάλλον να εισέλθει στους εσωτερικούς χώρους.

Η κίνηση αυτή της θερμότητας από και προς τους εσωτερικούς χώρους γίνεται είτε μέσα από τη μάζα των υλικών με τα οποία είναι κατασκευασμένα τα εξωτερικά δομικά στοιχεία (εξωτερικοί τοίχοι, στέγες, δώματα κλπ.) είτε μέσω των αρμών και των ρωγμών που δημιουργούνται στα δομικά στοιχεία, είτε λόγω της κακής εφαρμογής των εξωτερικών θυρών και παραθύρων. Επίσης η κίνηση αυτή διευκολύνεται από την ύπαρξη υγρασίας στον αέρα και μέσα στα δομικά στοιχεία, ενώ αντιθέτως δυσκολεύεται από τη θερμοχωρητικότητα των στοιχείων κατασκευής.

Από τα πιο πάνω προκύπτει ότι μια καλή θερμομόνωση μπορεί να επιτευχθεί:

– Όταν τα εξωτερικά στοιχεία έχουν μεγάλη αντίσταση θερμοδιαφυγής.

– Όταν τα στοιχεία αυτά έχουν μεγάλη θερμοχωρητικότητα.

– Εφόσον περιοριστούν οι υδρατμοί στους εσωτερικούς χώρους και προστατευθούν τα υλικά με τα οποία είναι κατασκευασμένα τα εξωτερικά στοιχεία, από την είσοδο υγρασίας

ή ύδατος και από τη διαπίδυση των εσωτερικών υδρατμών.

– Και τέλος όταν περιοριστούν τα σημεία από τα οποία μπορεί να περάσει θερμός αέρας από ή προς τους εσωτερικούς χώρους.

2) Η ***αντίσταση θερμοδιαφυγής 1/Λ*** των εξωτερικών στοιχείων εξαρτάται από τη θερμοδυναμική ικανότητα των διαφόρων υλικών που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή τους. Η ικανότητα αυτή είναι αντιστρόφως ανάλογη προς τη θερμική αγωγιμότητά τους.

Η θερμική αγωγιμότητα είναι συνάρτηση του αριθμού, του μεγέθους και της διατάξεως, μέσα στη μάζα των διαφόρων υλικών, των κυψελίδων (κενών), πράγμα που σημαίνει ότι εξαρτάται κατ' αρχήν από το φαινόμενο βάρος τους. Όσο μικρότερο είναι το φαινόμενο βάρος τόσο μικρότερη είναι η θερμική αγωγιμότητα ενός υλικού. Αυτό συμβαίνει διότι ο αέρας που είναι κλεισμένος μέσα στις κυψελίδες είναι άριστο ***μονωτικό***. Επίσης οι διάσπαρτες και ομοιόμορφα κατανεμημένες κυψελίδες που δεν συγκοινωνούν μεταξύ τους παρέχουν πολύ μεγαλύτερη μόνωση από τις ολιγάριθμες και μεγάλες. Όταν μάλιστα οι τελευταίες συγκοινωνούν μεταξύ τους τότε η μονωτική ικανότητα των υλικών μειώνεται σημαντικά.

3) Η ***μεγάλη θερμοχωρητικότητα*** των υλικών, που εξαρτάται από τη φαινόμενη πυκνότητα και την ειδική θερμότητά τους, συμβάλλει εμμέσως στην καλή λειτουργία των εξωτερικών στοιχείων. Αυτό συμβαίνει διότι κατά το χειμώνα εμποδίζεται η ταχεία ψύξη των εσωτερικών χώρων ενώ κατά το καλοκαίρι αντιθέτως εμποδίζεται η ταχεία θέρμανσή τους. Λόγω της εξαρτήσεως της θερμοχωρητικότητας από την πυκνότητα των υλικών προκύπτει ότι μεγαλύτερου βάρους ή μεγαλύτερου πάχους εξωτερικά στοιχεία παρέχουν καλύτερη θερμική προστασία.

Όταν τα εξωτερικά στοιχεία (τοίχοι, οροφές κλπ.) πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ως ταμιευτές θερμότητας, τότε πρέπει να τοποθετείται στην εξωτερική πλευρά τους μια μόνωση (εξωτερική μόνωση) με μεγάλη αντίσταση θερμοδιαφυγής. Με τον τρόπο αυτό απαιτείται περισσότερος χρόνος για τη θέρμανση ή την ψύξη των εσωτερικών χώρων.

Αντιθέτως όταν απαιτούνται μικρής διάρκειας χρόνοι θερμάνσεως σε χώρους που χρησιμοποιούνται μόνο παροδικά (όπως σε εκκλησίες, χώρους συγκεντρώσεως προσώπων, αίθουσες συναυλιών κλπ.) πρέπει να τοποθετείται μόνωση με μεγάλη αντίσταση θερμοδιαφυγής στην εσωτερική επιφάνεια των τοίχων ή των ορόφων. Έτσι εμποδίζεται η είσοδος θερμότητας στη μάζα των στοιχείων αυτών.

4) Η ***υγρασία με τη μορφή νερού ή υδρατμών*** επηρεάζει σημαντικά τη μονωτική ικανότητα των υλικών και κατά συνέπεια των δομικών στοιχείων.

Το νερό μέσω των τριχοειδών αγγείων εισχωρεί στη μάζα των υλικών και αντικαθιστά μέρος του αέρα που βρίσκεται μέσα στους πόρους τους. Το νερό έχει 25 φορές μεγαλύτερη θερμική αγωγιμότητα από τον ηρεμούντα αέρα και κατά συνέπεια αυξάνεται η θερμική αγωγιμότητα του υλικού στο οποίο έχει εισέλθει νερό. Υλικά που δεν έχουν τριχοειδή, όπως το γυαλί ή που έχουν κλειστές κυψελίδες δεν είναι υδροπερατά και δεν επηρεάζονται από την υγρασία.

Η ικανότητα απορροφήσεως υγρασίας εξαρτάται από την ***υγροσκοπικότητα***, τη ***διαπερατότητα***, το ***τριχοειδές*** και το ***πορώδες*** του υλικού, ιδιότητες που διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των διαφόρων υλικών.

Τα υγροσκοπικά υλικά απορροφούν τους υδρατμούς του αέρα και η ποσότητά τους εξαρτάται από τη σχετική υγρασία του περιβάλλοντος. Τέτοια υλικά είναι κυρίως τα οργανικά όπως το ξύλο, η τύρφη κλπ.

Η διαπερατότητα εξαρτάται από την αντίσταση διαπιδύσεως (μ) των υδρατμών. Τα υλικά με μεγάλη αντίσταση διαπιδύσεως εμποδίζουν την είσοδο και την υγροποίηση των υδρατμών στο εσωτερικό τους.

Το τριχοειδές εξαρτάται από την πυκνότητα των τριχοειδών αγγείων που διασχίζουν τη μάζα του υλικού και το μέγεθός τους. Τα λεπτά τριχοειδή αγγεία διευκολύνουν περισσότερο τη γρήγορη απορρόφηση μεγάλης ποσότητας υγρασίας. Έχουν όμως το πλεονέκτημα ότι αποδίδουν εξ' ίσου γρήγορα το νερό που απορρόφησαν. Η ιδιότητα αυτή εμφανίζεται κυρίως στα κεραμικά, στη γύψο, στα κονιάματα και στα αφρώδη πλαστικά ουρίας-φορμαλδεΰδης.

Το πορώδες ευνοεί γενικά την είσοδο νερού στους πόρους λόγω επιφανειακών τάσεων. Το νερό όμως που εισέρχεται στους κλειστούς πόρους αποβάλλεται πολύ δύσκολα και κατά συνέπεια μειώνεται σημαντικά η θερμομονωτική ικανότητα αυτών των υλικών. Όλα τα πορώδη υλικά στα οποία δεν δημιουργούνται τριχοειδή αγγεία, που βοηθούν στην απομάκρυνση του νερού, πρέπει κατά την τοποθέτησή τους στις κατασκευές να προστατεύονται αποτελεσματικά από την υγρασία του περιβάλλοντος.

5) Τα συνηθέστερα δομικά υλικά, σε σχέση με την ικανότητά τους απορροφήσεως και αποδόσεως της υγρασίας, παρουσιάζουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά.

Συγκεκριμένα:

α) ***Το ξύλο και τα προϊόντα του ξύλου*** είναι υλικά πολύ υγροσκοπικά. Έχουν πολλούς πόρους και το ποσόν υγρασίας που περιέχουν μεταβάλλεται πολύ εύκολα γιατί βρίσκεται σε ισορροπία με την υγρασία του περιβάλλοντος. Η συνεχής αυτή μεταβολή της περιεχόμενης υγρασίας προκαλεί συρρίκνωση ή διόγκωση στα υλικά αυτά. Απαραίτητη η προστασία τους έναντι της υγρασίας.

β) ***Η κίσσηρη (ελαφρόπετρα) και η σκωρία*** είναι επίσης υγροσκοπικά υλικά και διαθέτουν μεγάλο δίκτυο τριχοειδών αγγείων. Δεν συγκρατούν μεγάλη ποσότητα νερού γιατί το αποδίδουν πολύ γρήγορα.

γ) ***Τα κεραμικά και η γύψος*** έχουν πολλά τριχοειδή αγγεία και προσλαμβάνουν μεγάλη ποσότητα νερού την οποία όπως αποδίδουν ταχύτατα.

δ) ***Τα ινώδη υλικά*** από οργανικές ίνες παρουσιάζουν μια ιδιαίτερη συμπεριφορά. Οι ίνες αυτές έχουν τριχοειδή αγγεία και ανοικτούς πόρους. Το νερό που έχει εισδύσει μεταξύ των ινών δεν απομακρύνεται μέσω των τριχοειδών τους. Απεναντίας εμποδίζεται από τις ίνες να απομακρυνθεί. Τέτοιο υλικό είναι οι ελαφρές πλάκες από ξυλόμαλλο, που πρέπει να προστατεύονται από την είσοδο νερού και υγρασίας.

ε) ***Κυψελωτά σκυροδέματα*** (αεριομπετόν). Τα υλικά αυτά έχουν περιορισμένη ικανότητα απορροφήσεως νερού και υγρασίας, γιατί ποσοστό 70% έως 80% των πόρων τους είναι κλειστοί. Επομένως πολύ δύσκολα αποβάλλεται η υγρασία που έχουν προσλάβει και απαιτείται πολύς χρόνος για την απομάκρυνσή της. Πρέπει η εξωτερική τους επιφάνεια να μην επιχρίεται και να μην προστατεύεται από μονωτικά υλικά, ώστε να είναι δυνατή η απομάκρυνση των υδρατμών.

Η υγρασία με τη μορφή υδρατμών που αιωρούνται στον αέρα επηρεάζει διαφορετικά τη θερμομονωτική ικανότητα των υλικών. Η υγρασία των εσωτερικών χώρων που θερμαίνονται κατά το χειμώνα είναι μεγαλύτερη κατά κανόνα από την υγρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος, γιατί ο θερμός αέρας μπορεί να συγκρατήσει περισσότερους υδρατμούς από τον ψυχρό. Έτσι η συγκέντρωση υδρατμών, δηλαδή η ποσότητα των υδρατμών σε γραμμάρια, είναι μεγαλύτερη στους θερμαινόμενους χώρους κατά το χειμώνα από ό,τι στους ψυχρούς εξωτερικώς. Λόγω της διαφοράς αυτής παρατηρείται το φαινόμενο της ***διαπιδύσεως*** ή ***διαχύσεως των υδρατμών,*** δηλαδή της κινήσεως αυτών από τη μεγαλύτερη συγκέντρωση προς τη μικρότερη.

Η διαπίδυση αυτή είναι χαρακτηριστικό των στερεών σωμάτων, που ανάλογα με το ειδικό βάρος τους προβάλλουν μια μικρή ή μεγάλη αντίσταση σε αυτήν την κίνηση. Όσο βαρύτερο είναι ένα σώμα τόσο μεγαλύτερη είναι η αντίσταση στη διαπίδυση ή διάχυση των υδρατμών.

Ο ***συντελεστής αντιστάσεως διαπιδύσεως*** ενός υλικού, που χαρακτηρίζεται με το γράμμα μ, δείχνει πόσες φορές είναι μεγαλύτερη η αντίσταση διαπιδύσεως κάθε συγκεκριμένου υλικού, από την αντίστοιχη αντίσταση ενός στρώματος αέρα του ίδιου πάχους. Ο συντελεστής μ του αέρα είναι ίσος με τη μονάδα (μ = 1). Η αντίσταση ενός υλικού στη διάχυση είναι το γινόμενο μ·d (του μ επί το πάχος d του υλικού σε μέτρα). Τα ασφαλτόχαρτα και τα γαλακτώματα της ασφάλτου έχουν τους μεγαλύτερους συντελεστές αντιστάσεως διαπιδύσεως και λειτουργούν ως ανασχετικοί φραγμοί στην κίνηση των υδρατμών.

Η διάχυση των υδρατμών από τον εσωτερικό χώρο προς τον εξωτερικό μέσω των τοίχων και των οροφών είναι γενικά ωφέλιμη. Στις σύγχρονες όμως κατασκευές τα εξωτερικά δομικά στοιχεία είναι σύνθετες κατασκευές που αποτελούνται από δύο ή περισσότερες στρώσεις διαφόρων υλικών με διαφορετική θερμομονωτική ικανότητα και αντίσταση στη διαπίδυση. Οι υδρατμοί κατά την κίνησή τους προς το εξωτερικό μπορεί να συναντήσουν μία ενδιάμεση στρώση με μεγάλη αντίσταση στη διαπίδυση που λόγω της γειτνιάσεώς της προς τα εξωτερικά ψυχρά στρώματα έχει θερμοκρασία χαμηλότερη του σημείου δρόσου. Στην περίπτωση αυτή οι υδρατμοί υγροποιούνται και καλύπτουν την ενδιάμεση αυτή στρώση. Εάν η θερμοκρασία του εξωτερικού μειωθεί περισσότερο δημιουργείται πάγος που θα προκαλέσει σοβαρές βλάβες λόγω της διογκώσεώς του. Επομένως η τοποθέτηση μιας τέτοιας στρώσεως σε μια ενδιάμεση θέση ενός σύνθετου στοιχείου είναι κατ' αρχήν εσφαλμένη.

Η παρουσία ύδατος συμπυκνώσεως στο εσωτερικό των εξωτερικών δομικών στοιχείων μπορεί να προληφθεί εάν ληφθούν τα εξής μέτρα:

– Μείωση της υγρασίας του αέρα στους εσωτερικούς θερμαινόμενους χώρους με ένα

καλό π.χ. αερισμό.

– Χρησιμοποίηση υλικών με μεγάλη αντίσταση διαπιδύσεως (φράγμα υδρατμών) στα στρώματα της θερμαινόμενης πλευράς των στοιχείων.

– Χρησιμοποίηση υλικών με μικρή αντίσταση διαπιδύσεως στα ψυχρά εξωτερικά στρώματα των στοιχείων. Έτσι οι υδρατμοί που κινούνται προς αυτά μπορούν να βγαίνουν ελεύθερα στην εξωτερική πλευρά όπου θα συμπυκνώνονται και θα εξατμίζονται.

12.2.3 Προστασία στη διάδοση της φωτιάς και μόνωση έναντι υψηλών θερμοκρασιών.

Σε περιπτώσεις κτηρίων κατοικιών ή εργοστασίων όπου προβλέπονται χώροι αποθηκεύσεως ευφλέκτων υλικών ή γενικά για την παρεμπόδιση ή καθυστέρηση της μεταδόσεως πυρκαϊάς από ένα χώρο σε ένα γειτονικό, απαιτείται η χρησιμοποίηση υλικών που διαθέτουν αντίστοιχες ιδιότητες. Επίσης σε περιπτώσεις που απαιτείται αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες (επένδυση κλιβάνων, εστιών κλπ.) πρέπει να χρησιμοποιούνται ειδικά πυρίμαχα υλικά.

Στα προηγούμενα κεφάλαια και συγκεκριμένα στο κεφάλαιο 1 παράγραφοι 1.10.7 και 1.10.8 αναπτύχθησαν οι ιδιότητες των υλικών που αφορούν στη θερμική αντοχή τους και στην αντοχή τους στη φωτιά και στις πυρκαϊές. Στα κεφάλαια 5 και 6 και στις παραγράφους 5.3.2, 5.12 και 6.7 αναφέρθηκαν ορισμένα υλικά κατάλληλα για θερμομόνωση και παρεμπόδιση μεταδόσεως της φωτιάς.

Εκτός από τα παλαιά υλικά που χρησιμοποιούνται για την προστασία από τη φωτιά όπως το γυψοκονίαμα (παράγρ. 5.3.2), τα ειδικά κονιάματα (παράγρ. 5.12.1) και τα πυρότουβλα ή πυρίμαχα τούβλα (παράγρ. 6.7) χρησιμοποιούνται σήμερα τα νεότερα ***ανόργανα ινώδη υλικά*** ή ***ορυκτές ίνες***. Τα κυριότερα πλεονεκτήματά τους είναι η αντοχή τους στη φωτιά και στην αποσύνθεση.

Παρασκευάζονται από πετρώματα και πυριτιούχες μάργες και από ίνες βασάλτου, πετροβάμβακα και σιλικόνης. Επίσης παρασκευάζονται από σκουριές (σκωριοβάμβακας) και από υαλόμαλλο. Τέλος στην ίδια κατηγορία ανήκουν και οι χαλαροί ορυκτοβάμβακες που διατίθενται στο εμπόριο μέσα σε πλαστικούς σάκους.

Κατά τους γερμανικούς κανονισμούς τα υλικά αυτά πυραντοχής διακρίνονται σε κατηγορίες ανάλογα με το χρόνο που αντιστέκονται στη φωτιά. Οι κατηγορίες αυτές είναι οι εξής (πίνακας 12.2.2):

ΠΙΝΑΚΑΣ 12.2.2
Κατηγορίες πυραντόχων υλικών

Κατηγορία	Διάρκεια αντιστάσεως σε λεπτά	Χαρακτηρισμός του υλικού
F_{30}	30	Ανασχετικό πυρός
F_{60}	60	Ανασχετικό πυρός
F_{90}	90	Πυρίμαχο
F_{120}	120	Πυρίμαχο
F_{180}	180	Αλεξίπυρο

Τα υλικά πυροπροστασίας και μονώσεως υψηλών θερμοκρασιών κατασκευάζονται συνήθως σε μορφές πλακών ορισμένων διαστάσεων και διαφόρων πυκνοτήτων (μαλακές, ημίσκληρες και σκληρές πλάκες).

12.2.4 Κατηγορίες των θερμομονωτικών υλικών.

Διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

Ανόργανα υλικά. Αντιπροσωπευτικά τέτοια υλικά είναι το πορώδες σκυρόδεμά, το αφρώδες γυαλί, ο αμίαντος, τα πιλήματα και παπλώματα από πετροβάμβακα ή υαλοβάμβακα κλπ. Είναι άφλεκτα δεν τήκονται και δεν σαπίζουν.

Οργανικά υλικά, όπως π.χ. τα φύλλα και πλάκες φελλού, το ξυλόμαλλο, η τύρφη κλπ. Απορροφούν την υγρασία και καταστρέφονται λόγω σήψεως.

Συνθετικά υλικά. Πρόκειται κυρίως για συνθετικά υλικά (πλαστικά) όπως διογκωμένη πολυουρεθάνη, πολυστερίνη κλπ.

Μίγματα ανοργάνων και οργανικών υλικών. Χρησιμοποιούνται συνήθως οργανικά υλικά ως αδρανή ή υλικά πληρώσεως σε συνδυασμό με ανόργανα κονιάματα. Χαρακτηριστικά από τα υλικά αυτά είναι το ξυλομπετόν, ο πετροβάμβακας με εποξειδικές ρητίνες κ.α.

Τα κυριότερα είδη θερμομονωτικών και πυρίμαχων υλικών που χρησιμοποιούνται στη δομική είναι τα εξής κατά κατηγορία:

α) Ανόργανα υλικά.

– ***Αμίαντος***. Προέρχεται από ορισμένα πετρώματα (σερπεντίνη). Στη βόρειο Ελλάδα υπάρχουν σημαντικά αποθέματα. Αποτελείται από λεπτές ίνες με τις οποίες κατασκευάζονται παπλώματα ή υφαίνονται καλύμματα. Σε συνδυασμό με το τσιμέντο κατασκευάζονται διά-



Σχ. 12.26.
Στέγες καλυμμένες με αυλακωτά φύλλα από αμιαντοτσιμέντο.



Σχ. 12.2γ.
Αγωγοί αερισμού ή κλιματισμού από αμιαντοτσιμέντο.

φορα δομικά στοιχεία όπως αυλακωτά φύλλα για κάλυψη στεγών (σχ. 12.2β και 6.15θ) καπνοδόχοι, αγωγοί εξαερισμού-κλιματισμού (σχ. 12.2γ) κ.α. Τα υλικά αυτά είναι πυράντοχα και πυροανασχετικά. Χρησιμοποιούνται για επενδύσεις δομικών στοιχείων έναντι πυρός. Η χρήση τους είναι περιορισμένη γιατί ο αμίαντος θεωρείται γενικά ως καρκινογόνο υλικό.

– ***Διογκωμένος μαρμαρυγίας και διογκωμένη άργιλος***. Παράγονται με πύρωση σε υψηλές θερμοκρασίες μαρμαρυγία ή αργίλου. Στο εμπόριο ο πρώτος κυκλοφορεί με μορφή λεπτής σκόνης μαζί με χονδρούς κόκκους. Η δεύτερη κυκλοφορεί με μορφή σφαιρικών κόκκων που οι περισσότεροι επιπλέουν γιατί οι πόροι τους είναι κλειστοί και δεν έχουν τριχοειδή αγγεία. Και τα δύο αυτά υλικά δεν καίγονται, αντέχουν σε υψηλές θερμοκρασίες και αντιστέκονται στις επιδράσεις των οξέων και των βάσεων. Χρησιμοποιούνται ως υλικά πληρώσεως για θερμική και ηχητική προστασία ή για την κατασκευή θερμομονωτικών και ηχομονωτικών ελαφρών σκυροδεμάτων και επιχρισμάτων. Το φαινόμενο βάρος του πρώτου είναι 80-150 kp/m^3 και μέχρι 320 kp/m^3 της δεύτερης. Με τη διογκωμένη άργιλο κατασκευάζονται επίσης ελαφροί τσιμεντόλιθοι και ελαφρά προκατασκευασμένα στοιχεία. Τα υλικά αυτά είναι τα εξής:

– ***Περλίτης***. Στο κεφάλαιο 3 παράγραφος 3.14(ε) αναφέρθηκαν ορισμένα στοιχεία για το υλικό αυτό. Συμπληρώνομε εδώ ότι με το διογκωμένο περλίτη κατασκευάζονται θερμομονωτικές πλάκες καθώς και θερμομονωτικά επιχρίσματα. Επίσης τοποθετείται χύμα στα δάπεδα για θερμική και ηχητική προστασία των υποκειμένων χώρων. Είναι υλικό άκαυστο, δεν γερνάει και δεν προσβάλλεται από την υγρασία και τους μύκητες. Είναι χημικά ουδέτερο και δεν διαβρώνει το σίδερο και τα άλλα δομικά υλικά.

Τέλος αντέχει σε υψηλές θερμοκρασίες και παρέχει άριστη πυροπροστασία σε ιδιαίτερα επικίνδυνους χώρους (λεβητοστάσια).

– ***Κίσσηρη (ελαφρόπετρα)***. Βλέπε κεφάλαιο 3 παράγραφος 3.14(α).

– ***Αεριοσκυρόδεμα και αφροσκυρόδεμα***. Στο κεφάλαιο 5 παράγραφος 5.20(γ) αναφέρονται αρκετά στοιχεία για τα σκυροδέματα αυτά. Εμφανίζει πολύ καλές θερμομονωτικές και ηχομονωτικές ιδιότητες αλλά έχει γενικά μικρή μηχανική αντοχή και μικρή υδατοστεγανότητα.

– ***Σκυρόδεμα με κόκκους πολυστερίνης***. Τα αδρανή του σκυροδέματος είναι κόκκοι διογκωμένης πολυστερίνης διαμέτρου 1 έως 6 mm. Η αναλογία των κόκκων αυτών κυμαίνεται μεταξύ 0,60% και 0,80% του όγκου του τελικού προϊόντος. Το φαινόμενο βάρος του ποικίλλει από 200 έως 800 kg/m^3 και η αντοχή του σε θλίψη από 10 - 90 kp/cm^2.

– ***Γύψος***. Από τη γύψο (βλέπε κεφ. 4, παρ. 4.6α και κεφ. 6, παρ. 6.14) παρασκευάζονται διάφορα τεχνικά υλικά με άριστες θερμομονωτικές και ηχομονωτικές ιδιότητες καθώς και με μεγάλη αντοχή στη μετάδοση της φωτιάς. Τα υλικά αυτά κυκλοφορούν με μορφή γυψοσανίδων και γυψοπλακών καθώς και σύνθετα υλικά από γύψο και χαρτόνι ή γυψόπλακες ε-νισχυμένες με φυτικές ίνες (κάνναβι, ξυλόμαλλο) και με ορυκτές ίνες (πετροβάμβακας). Επίσης κατασκευάζονται πορώδεις γυψόπλακες με τη βοήθεια ουσιών που δημιουργούν κυψέλες στη μάζα της γύψου και γυψόπλακες με πρόσθετη

ενίσχυση για τη μείωση της θερμικής διόδου (σχ. 12.2δ).

– ***Αφρώδες γυαλί***. Το υλικό αυτό παρασκευάζεται σε δύο τύπους. Με ανοικτές ή με κλειστές κυψέλες. Ο τύπος με κλειστές κυψέλες δεν έχει τριχοειδή αγγεία και παρουσιάζει μεγάλη αντίσταση διαπιδύσεως. Κατασκευάζονται πλάκες που είναι ανθεκτικές σε σήψη, μύκητες και παράσιτα. Το στάσιμο νερό μπορεί να διαβρώσει το υλικό λόγω υδρολύσεως και πρέπει να προστατεύεται από το νερό και την υγρασία.

Με το αφρώδες γυαλί παρασκευάζονται επίσης κόκκοι διαφόρων διαμέτρων (0,2 έως 15 mm), που χρησιμοποιούνται μαζί με ορυκτές ή συνθετικές κονίες για την κατασκευή πλακών ελαφρού σκυροδέματος και θερμομονωτικών επιχρισμάτων. Είναι πολύ καλά θερμομονωτικά υλικά και αντέχουν σε υψηλές θερμοκρασίες και στη μετάδοση της φωτιάς.

– ***Ινώδη μονωτικά υλικά***. Με το γενικότερο όρο ***ορυκτές ίνες*** προσδιορίζονται οι ίνες που κατασκευάζονται από φυσικά πετρώματα (σχ. 12.2ε, 12.2στ και 12.2ζ) και πυριτούχες μάργες καθώς και ο σκωριοβάμβακας, το υαλόμαλλο, ο υαλοβάμβακας (σχ. 12.2η) και οι ίνες της υάλου (σχ. 12.2θ). Το μεγάλο πλεονέκτημα των ορυκτών ινών είναι η αντοχή τους στη φωτιά και στην αποσύνθεση.

Το μήκος των ινών ποικίλλει και εξαρτάται από την αντοχή της πρώτης ύλης και από τη διάμετρο της ίνας.

Με τις ορυκτές ίνες παρασκευάζονται παπλώματα, πιλήματα, κυλινδρικά κελύφη καθώς και μαλακές, ημίσκληρες, σκληρές και πολύ σκληρές πλάκες. Διατίθενται επίσης χαλαροί ορυκτοβάμβακες που συσκευάζονται σε σάκους. Χρησιμοποιούνται για τη μόνωση σωληνώσεων μέσα στις τοιχοποιίες.

Κατασκευάζονται πλάκες με ειδικές προδιαγραφές για πυροπροστασία και μόνωση υψηλών θερμοκρασιών.

Τέλος παρασκευάζονται ανθεκτικά στη φωτιά υφάσματα και πετάσματα από υαλομέταξα.



Σχ. 12.1ε.
Πλάκες και ρολά από πετρόπλακες ή ορυκτοβάμβακα μεγάλης ή μέσης σκληρότητας.



Σχ. 12.2δ.
Σύνθετο θερμομονωτικό ή πυράντοχο στοιχείο, αποτελούμενο από μία γυψόπλακα επενδυμένη με μία διογκωμένη συνθετική ρητίνη (π.χ. πολυουρεθάνη). Παρέχει πλήρη προστασία έναντι μεταδόσεως της θερμότητας και της φωτιάς.



Σχ. 12.2στ.
Πλάκα πολύ ελαφρού ορυκτοβάμβακα.



Σχ. 12.2ζ.
Κυλινδρικό μονωτικό κέλυφος για θερμική μόνωση μεγάλης διαμέτρου σωλήνα.



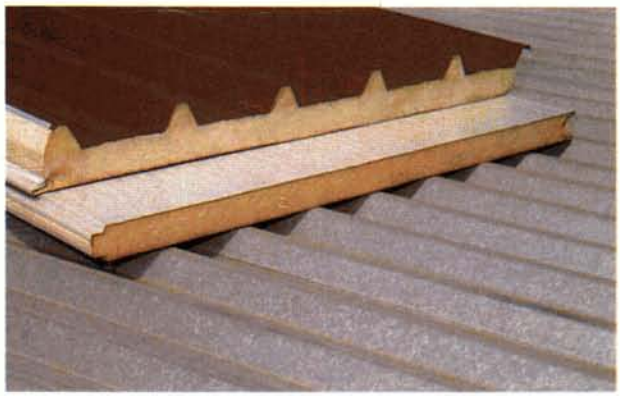
Σχ. 12.2η.
Ισχυρό θερμομονωτικό υλικό είναι ο υαλοβάμβακας, ο οποίος προσφέρεται στο εμπόριο με διάφορες μορφές, όπως εικονίζεται στη φωτογραφία.

Αντιστέκονται ικανοποιητικά στις υψηλές θερμοκρασίες και στις χημικές δράσεις. Χρησιμοποιούνται ακόμη ως οπλισμός για την αύξηση της αντοχής διαφόρων πλαστικών υλικών.

– ***Συνθετικά (πλαστικά) μονωτικά υλικά***.. Σε μεγάλη έκταση χρησιμοποιούνται τα τελευταία χρόνια μονωτικά υλικά από συνθετικές ρητίνες. Οι περισσότερο χρησιμοποιούμενες ρητίνες είναι η πολυουρεθάνη και κυρίως η πολυστερόλη. Από τις ρητίνες αυτές παρασκευάζονται διάφορα αφρώδη υλικά με άριστες μονωτικές ιδιότητες.



Σχ. 12.2θ.
Πλάκα με πυρήνα από αφρώδη ισοκυνουρική ρητίνη οπλισμένη με ίνες γυαλιού.

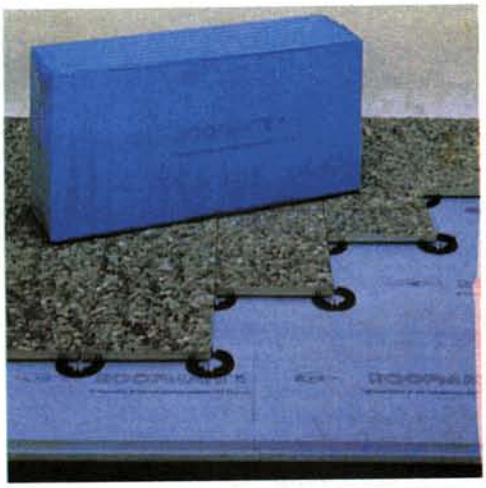


Σχ. 12.2ι.
Επίπεδες ή κυματοειδείς πλάκες με πυρήνα από πολυουρεθάνη ή κάλυψη και των δύο πλευρών με μεταλλικά φύλλα. Κατάλληλες για στέγες και πλαγιοκαλύψεις.

Από την αφρώδη πολυουρεθάνη κατασκευάζονται πλάκες ντυμένες ή όχι με άλλα υλικά (σχ. 12.2ι). Οι πόροι των υλικών αυτών μπορεί να είναι κλειστοί ή ανοικτοί. Κυκλοφορούν αφρώδη υλικά μαλακά, ημίσκληρα ή σκληρά. Εκτός από μονωτικές πλάκες κατασκευάζονται ελαφρά δομικά στοιχεία με αρκετή αντοχή ώστε να μη χρειάζονται ιδιαίτερη ενίσχυση. Επίσης κατασκευάζονται ολόκληρα κελύφη.

Από διογκωμένη πολυστερίνη (πολυστυ-ρένιο) που αποτελεί το κυρίως μονωτικό υλικό κατασκευάζονται μονωτικές πλάκες για την κάλυψη στεγών δωματίων (σχ. 12.2ια) και τοίχων (σχ. 12.2ιβ). Επίσης χρησιμοποιείται ως μονω-





Σχ. 12.2ια.
Πλάκες από σκληρή αφρώδη εξηλασμένη πολυστερίνη. Δεξιά: Χρησιμοποιούνται για μονώσεις δωμάτων. Τοποθετούνται ή στην ανώτερη στρώση της μονώσεως οπότε επάνω τους τοποθετείται η τελική στρώση από διάφορα υλικά, ή στην κατώτερη στρώση επάνω στον ξυλότυπο. Αριστερά: Πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης πάχους 5 cm με επικάλυψη από ειδικό προστατευτικό κονίαμα πάχους 2 cm. Οι πλάκες αυτές χρησιμοποιούνται ως τελική στρώση παλαιών δωμάτων.



Σχ. 12.2ιβ.
Θερμομόνωση τοίχων με φύλλα εξηλασμένης πολυστερίνης κατάλληλα προετοιμασμένα για να στερεωθούν στον τοίχο.



Σχ. 12.2ιγ.
Μονωτικό υλικό για σωλήνες δικτύων κλιματισμού, παροχής κρύου-ζεστού νερού κλπ. Κατασκευάζονται από διογκωμένο πολυαιθυλένιο με κλειστές κυψελίδες.

τικό υλικό σε προκατασκευασμένους τοίχους, ψυκτικούς θαλάμους, σωλήνες (σχ. 12.2ιγ) κ.α.

Τα υλικά αυτά δεν προσβάλλονται από τα αραιά και πυκνά οξέα. Παρουσιάζουν εξαιρετική αντοχή στα ισχυρά αλκάλια, στα άλατα, στο θαλασσινό νερό και στα φυτικά λάδια. Προσβάλλονται όμως από τη βενζίνη, το βενζόλιο, την ακετόνη, τον αιθέρα, τους εστέρες και τις κετόνες.

Άλλα στοιχεία, που αφορούν στα πλαστικά μονωτικά αναφέρονται στο κεφάλαιο 10.

β) Οργανικά υλικά.

1) ***Προϊόντα ξύλου και φυτικών ινών.*** Εδώ γίνεται μια απλή αναφορά για τα θερμομονωτικά και ηχομονωτικά υλικά που παράγονται από ξύλο και φυτικές ίνες. Λεπτομέρειες αναφέρονται στις αντίστοιχες παραγράφους του κεφαλαίου 7.

– ***Αντικολλητή ξυλεία*** (παράγρ. 7.11.1).

– ***Συγκολλητή ξυλεία*** (παράγρ. 7.11.2).

– ***Ινόπλακες***: Υπερπορώδεις και πορώδεις πλάκες (παράγρ. 7.11.3)

– ***Μοριοσανίδες***: Ελαφρές πλάκες (παράγρ. 7.11.4).

– ***Ερακλίτ***: Πλάκες με μαγνησιακή κονία(παράγρ. 7.11.4).

– ***Ξυλοβάμβακας, ξυλόμαλλο***: Ελαφρές μονωτικές πλάκες (παράγρ. 7.12).

2) ***Προϊόντα φελλού.*** Στο κεφάλαιο 7 παράγραφος 7.13 αναφέρονται στοιχεία για την προέλευση και τις ιδιότητες του φελλού καθώς και για τις χρήσεις του. Εδώ θα περιγραφούν τα κυριότερα υλικά από φελλό που χρησιμοποιούνται για μονωτικούς σκοπούς.

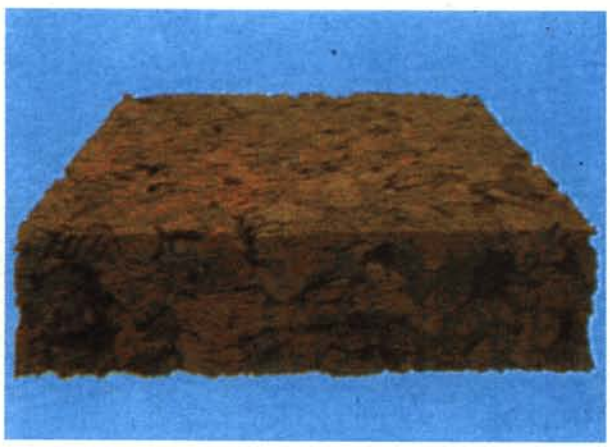
– ***Κόκκοι φελλού***. Χρησιμοποιούνται για το γέμισμα των κενών σε διάφορες κατασκευές, όπως π.χ. κάτω από τα ξύλινα δάπεδα (σχ. 12.2ιδ).

– ***Πλάκες*** (σχ. 12.2ιε). Για την κατασκευή των πλακών χρησιμοποιούνται δύο μέθοδοι.

Κατά την πρώτη συμπιέζονται κόκκοι ίδιου μεγέθους κάτω από υψηλή θερμοκρασία και μορφοποιούνται σε μεγάλους κύβους. Λόγω της υψηλής θερμοκρασίας απελευθερώνεται η φυσική ρητίνη του φελλού, η οποία συγκολλά τους κόκκους μεταξύ τους. Μετά τη συμπίεση οι κύβοι κόβονται σε πλάκες διαφόρων μεγεθών και παχών σύμφωνα με τις απαιτήσεις των αναγκών.

Κατά τη δεύτερη μέθοδο ο φελλός θερμαίνεται σε κατάλληλη θερμοκρασία οπότε διογκώνεται και διασπάται σε μικρά και πολύ ελαφρά σωματίδια. Με τη βοήθεια μιας συγκολλητικής ουσίας δημιουργούνται πλάκες διαφόρων μεγεθών. Με την πρώτη μέθοδο κυκλοφορούν στο εμπόριο οι εξής τύποι πλακών:

– ***Πλάκες για ηχητική και αντιδονητική μόνωση*** (σχ. 12.2ιε).



Σχ. 12.2ιδ.
Συμπαγής όγκος φελλού. Οι όγκοι αυτοί αποτελούν την πρώτη ύλη για την κατασκευή μιας μεγάλης ποικιλίας στοιχείων (πλάκες, κελύφη κλπ.) για διάφορες χρήσεις.

– ***Πλάκες δαπέδων*** (σχ. 12.2ιστ). Παράγονται από κόκκους φελλού πολύ καλής ποιότητας. Οι πλάκες αυτές έχουν μεγάλη αντοχή στη θλίψη και στη φθορά από τριβή, συγχρόνως όμως επιτρέπουν μαλακό και χωρίς θόρυβο



Σχ. 12.2ιε.
Πλάκες φελλού κατάλληλες για θερμομόνωση κτηρίων και άλλων τεχνητών έργων, για αντικραδασμικό υλικό που τοποθετείται στις βάσεις των μηχανών, για ηχομόνωση κατασκευών έναντι αερόφερτου ή κτυπογενούς ήχου κλπ.



Σχ. 12.2ιστ.
Πλακίδια δαπέδου από φελλό αρίστης ποιότητας. Η κάτω επιφάνεια καλύπτεται με λεπτή μεμβράνη PVC για την καλύτερη πρόσφυση με το υπόστρωμα. Το επάνω φύλλο καλύπτεται με διαφανή μεμβράνη για την προστασία της επιφάνειας από διάφορες επιδράσεις.

βάδισμα. Επίσης κατασκευάζονται λεπτές πλάκες σαν υπόστρωμα πλαστικών δαπέδων, με σκοπό τη βελτίωση της θερμομονώσεως και τη μόνωση έναντι θορύβου από κρούση.

Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι εξής τύποι:

– ***Κεραμικές πλάκες***. Ως συνδετική ύλη του διογκωμένου φελλού χρησιμοποιείται άργιλος (πηλός). Οι πλάκες αυτές χρησιμοποιούνται για θερμική προστασία. Έχουν φαινόμενη πυκνότητα 230 - 300 kp/m^3 και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ = 0,05 - 0,06 kcal/m.h.gd.

– ***Ασφαλτόπλακες***. Χρησιμοποιείται σκληρή πίσσα για τη σύνδεση των κόκκων. Οι πλάκες αυτές δεν προσβάλλονται από το νερό και δεν αποσυντίθενται. Χρησιμοποιούνται κυρίως για τη μόνωση έναντι του ψύχους. Η φαινόμενη πυκνότητά τους είναι 155 - 160 kp/m^3 και ο συντελεστής λ = 0,04 - 0,045 kcal/mh.gd.

– ***Πλάκες εμποτισμένες με άσφαλτο***. Χρησιμοποιούνται για την επικάλυψη στεγών. Έχουν φαινόμενη πυκνότητα 180 kp/m^3 και συντελεστή αγωγιμότητας λ = 0,04 kcal/mh.gd.

– ***Ελαφρές πλάκες***. Κατασκευάζονται με συμπίεση κόκκων διογκωμένου φελλού χωρίς συνδετική ύλη. Πολύ καλό θερμομονωτικό υλικό με φαινόμενη πυκνότητα 120 kp/m^3 και λ = 0,035 kcal/mh.gd.

Εκτός των πλακών κατασκευάζονται από κόκκους απλού ή διογκωμένου φελλού ειδικά τεμάχια. Χρησιμοποιούνται ως θερμομονωτικό κάλυμμα δικτύων που μεταφέρουν θερμά ή ψυχρά υγρά. Εκτός από ευθύγραμμα κατασκευάζονται καλύμματα και άλλων μορφών όπως Τ, L, S κλπ. για τη θερμομόνωση βαλβίδων, βανών, ειδικών τεμαχίων των δικτύων κλπ.

Οι κόκκοι τοποθετούνται σε διαφόρων μορφών καλούπια και συμπιέζονται ισχυρά κάτω από υψηλή θερμοκρασία. Μετά από μηχανική κατεργασία (λείανση, κοπή προεξοχών κλπ.) τα τεμάχια αλείφονται εσωτερικά και εξωτερικά με ασφαλτική μαστίχη. Το πάχος τους εξαρτάται από το μέγεθος του προς κάλυψη εξαρτήματος και από το επιθυμητό βαθ-μό μονώσεως.

3) ***Τύρφη***. Από τα κατάλοιπα της επεξεργασίας της τύρφης κατασκευάζονται θερμομονωτικοί τεχνητοί λίθοι και πλάκες με ή χωρίς συνδετική ύλη. Για να καταστούν αδιάβροχοι καθώς και απρόσβλητοι από τη φωτιά εμποτίζονται με ειδικά διαλύματα ή εμβαπτίζονται σε ασφαλτικά γαλακτώματα. Έχουν μικρή αντοχή σε θλίψη, φαινόμενη πυκνότητα 160 έως 200 kp/m^3 και μικρή θερμική αγωγιμότητα (λ = 0,04kcal/mh.gd).

4) ***Πιλήματα***. Από ίνες μαλλιού που συμπιέζονται και συγχρόνως εμβαπτίζονται σε πισσέλαιο ή ασφαλτικό διάλυμα κατασκευάζονται τα πιλήματα. Χρησιμοποιούνται για απορρόφηση κραδασμών (αντιδονητικά) και σε ηχητικές μονώσεις. Έχουν μεγάλη θλιπτική αντοχή (σ_d = 500 kp/cm^2).

12.3 Ηχομονωτικά υλικά.

12.3.1 Εισαγωγή.

α) Γενικά.

Ήχος ονομάζεται γενικά το αίτιο που διεγείρει το αισθητήριο της ακοής. Προέρχεται από την παλμική κίνηση των μορίων οιουδήποτε σώματος (στερεού, υγρού ή αερίου) η οποία οφείλεται στην ελαστικότητα και την πυκνότητά του. Η παλμική αυτή κίνηση προκαλείται με την κρούση ενός στερεού σώματος (π.χ. ενός κουδουνιού ή μιας χορδής ή ακόμη με το βάδισμα) ή με τη βίαιη μετακίνηση των μορίων του αέρα (π.χ. έκρηξη, βροντή κ.α.). Η παλμική κίνηση των στερεών μεταδίδεται στον περιβάλλοντα αέρα ή στο νερό υπό μορφή κυμάτων, τα οποία φθάνουν στο αυτί και δημιουργούν το αίσθημα του ήχου.

β) Ορισμοί.

Οι ήχοι διακρίνονται σε απλούς και σε σύνθετους.

Ο ***απλός ήχος*** παράγεται συνήθως από ορισμένα εργαστηριακά όργανα (π.χ. ένα διαπασόν) και προκαλεί στα μόρια του αέρα μια απλή ***αρμονική ταλάντωση*** εκατέρωθεν ενός σταθερού σημείου. Το ηχητικό κύμα ενός απλού ήχου έχει τη μορφή του σχήματος 12.3α.

Ο ***σύνθετος ήχος*** δεν προκαλεί στον αέρα αρμονική ταλάντωση, αλλά μια σύνθετη περιοδική ταλάντωση και μπορεί να θεωρηθεί μίγμα απλών ήχων (σχ. 12.3β).

Αντίστοιχο προς τον ήχο αίσθημα προκαλούν ο ***θόρυβος*** και ο ***κρότος***. Ο θόρυβος προκαλείται π.χ. από τη συγκέντρωση πολλών ανθρώπων, από το σχίσιμο ενός χαρτιού ή ενός υφάσματος. Προκαλείται από ταλαντώσεις του αέρα μεγάλης διάρκειας, οι οποίες δεν έχουν σαφή χαρακτηριστικά ούτε σταθερή συχνότητα. Ο κρότος είναι ήχος μικρής διάρκειας, όπως ο παραγόμενος από την εκπυρσοκρότηση όπλου ή ο ήχος της βροντής. Η κίνηση των μο-

ρίων του αέρα είναι ανώμαλη και το πλάτος και η συχνότητα μεταβάλλονται ακανόνιστα.

γ) Χαρακτηριστικά.

Τα χαρακτηριστικά ενός ηχητικού κύματος είναι :

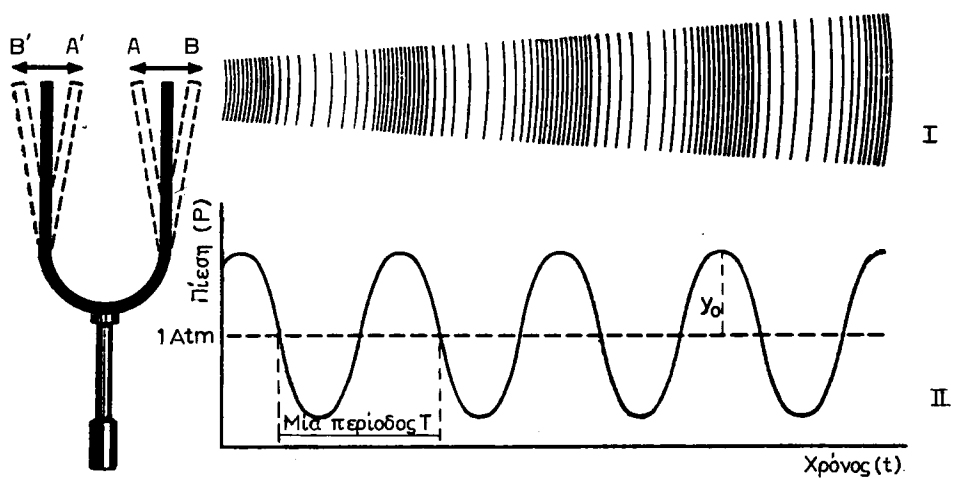
– Η ***συχνότητα*** (ν). Ορίζεται από τον αριθμό των ταλαντώσεων (περιόδων) που συμβαίνουν σε ένα δευτερόλεπτο σε αέρα ή σε στερεό σώμα ή σε υγρό. Είναι ο παράγοντας που προσδιορίζει τα όρια μέσα στα οποία γίνεται αντιληπτός ένας ήχος από τον άνθρωπο. Το μέσο κατώτατο όριο είναι 16 ταλαντώσεις ανά δευτερόλεπτο και συμβολίζεται με την έκφραση 16 Hz. Το σύμβολο Hz προέρχεται απο το όνομα του διάσημου φυσικού Χερτς (Hertz). Το μέσο ανώτατο όριο είναι 20.000 ταλαντώσεις (20.000 Hz) το δευτερόλεπτο. Συνήθως στη μελέτη ηχοπροστασίας ενός κτηρίου, η περιοχή των συχνοτήτων που εξετάζεται βρίσκεται μεταξύ 100 Hz και 3200 Hz, δεδομένου ότι ήχος κάτω από τα 100 Hz πολύ λίγο γίνεται αισθητός, ιδιαίτερα σε ενήλικα άτομα, ενώ ήχος με συχνότητα πάνω από τα 3200 Hz αντιμετωπίζεται εύκολα από τα ίδια τα δομικά υλικά.

Η συχνότητα επίσης προσδιορίζει και ένα άλλο χαρακτηριστικό που γίνεται αντιληπτό από τον άνθρωπο. Το ***ύψος*** ή ***την οξύτητα*** του ήχου. Όσο μεγαλύτερη είναι η συχνότητα τόσο οξύτερος είναι ο ήχος.

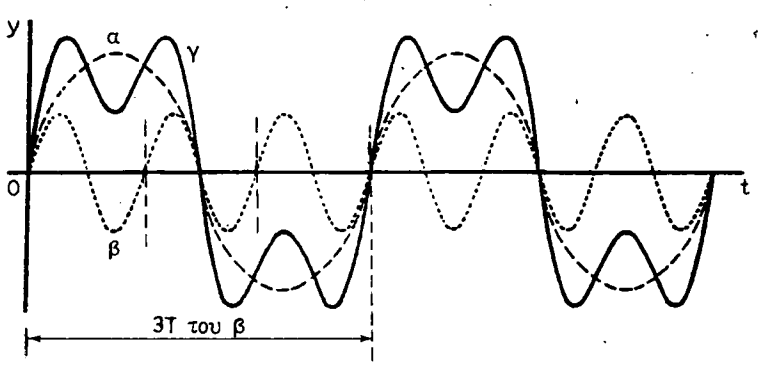
– ***Η περίοδος (Τ).*** Αναφέρεται στο χρόνο που απαιτείται για να ολοκληρωθεί μία πλήρης ταλάντωση. Ισχύει δηλαδή η σχέση $T = \frac{1}{\nu}$.

– ***Το πλάτος (y_0).*** Είναι η μεγαλύτερη απόσταση απομακρύνσεως, ενός σωματιδίου που ταλαντεύεται, από την αρχική του θέση προς τη μια ή την άλλη κατεύθυνση αυτής (σχ. 12.3α και 12.3β).

Το πλάτος της ταλαντώσεως επηρεάζει άμεσα την ένταση του ήχου.



Σχ. 12.3α.
Σχηματική παράσταση ενός απλού αρμονικού ήχου που παράγεται από ένα διαπασών.



Σχ. 12.3β.
Σχηματική παράσταση ενός σύνθετου ήχου, ο οποίος προκαλεί μια σύνθετη περιοδική ταλάντωση. Στο σχήμα ο σύνθετος ήχος προκύπτει από δύο (α και β) απλούς ήχους, με λόγο συχνοτήτων 1:3 που καλούνται και θεμελιώδεις. Το πλάτος (y) του σύνθετου ήχου εξαρτάται από τη συχνότητα του θεμελιώδη α.

– ***Η ένταση***. Καθορίζεται από το ποσό της ενέργειας του ήχου που διέρχεται από τη μονάδα της επιφάνειας που τοποθετείται κάθετα προς το ηχητικό κύμα. Μονάδα μετρήσεως της ενέργειας είναι το Watt/cm^2.

Η ένταση του ήχου μεταβάλλεται αντιστρόφως ανάλογα προς το τετράγωνο της αποστάσεως από την ηχητική πηγή. Επομένως αν η ένταση του ήχου σε μία απόσταση έχει κάποια τιμή, σε διπλάσια απόσταση η ένταση θα είναι 4 φορές μικρότερη και σε τριπλάσια 9 φορές μικρότερη.

Η ενέργεια που μεταφέρεται από το ηχητικό κύμα σε μια επιφάνεια μπορεί να εκφρασθεί και ως πίεση επάνω στην επιφάνεια αυτή. Μονάδα μετρήσεως είναι το Mikrobar ή Newton ανά m^2 (1N/m^2 = 10 μbar).

Συνήθως η πίεση αυτή εκφράζεται με την ***ηχητική στάθμη L***, που προκύπτει από τη σύγκριση της πιέσεως p των διαφόρων συχνοτήτων προς την πίεση $p_o = 2 \times 10^{-4}$ μbar η οποία αναφέρεται στη συχνότητα 1000 Hz σύμφωνα με τον τύπο:

$$L = 10 \lg \frac{p^2}{p_6^2}$$

Η στάθμη L έχει ως μονάδα μετρήσεως το dB (Desibel) που αποτελεί την αντικειμενική μέτρηση της εντάσεως.

Πρακτική όμως σημασία έχει η υποκειμενική αίσθηση της εντάσεως ενός ήχου, που αποτελεί το χαρακτηριστικό γνώρισμά του και βάση του οποίου αναγνωρίζει ο άνθρωπος αν ο ήχος είναι αδύνατος ή ισχυρός.

Για τη μέτρηση της υποκειμενικής αισθήσεως του ήχου χρησιμοποιείται η μονάδα Phon (φωνίδα). Η κλίμακα αυτή αρχίζει από το 0 για ήχο που μόλις ακούγεται. Στον πίνακα 12.3.1 αναφέρεται για διάφορα είδη θορύβου, η υποκειμενική αίσθηση του ήχου σε Phon.

12.3.2 Ηχομόνωση.

1) ***Ορισμός***. Όταν ηχητικά κύματα πέσουν επάνω σε ένα δομικό στοιχείο (π.χ. σε τοίχο ή πάτωμα μιας οικοδομής), προκαλούν ταλαντώσεις σε αυτό, οι οποίες με τη σειρά τους προκαλούν ηχητικά κύματα στον αέρα που βρίσκεται στην άλλη πλευρά. Το πηλίκον της ηχητικής ενέργειας που προσπίπτει στη μία πλευρά προς την ηχητική ενέργεια που δημιουργείται στην άλλη εκφράζει την ***ηχομόνωση*** του δομικού στοιχείου. Το δεκαπλάσιο του λογαρίθμου της ηχομονώσεως μας δίνει ***το μέτρο ηχομονώσεως*** του συγκεκριμένου στοιχείου που παρίσταται με το σύμβολο R. Η μονάδα του μέτρου ηχομονώσεως είναι το dB (Desibel).

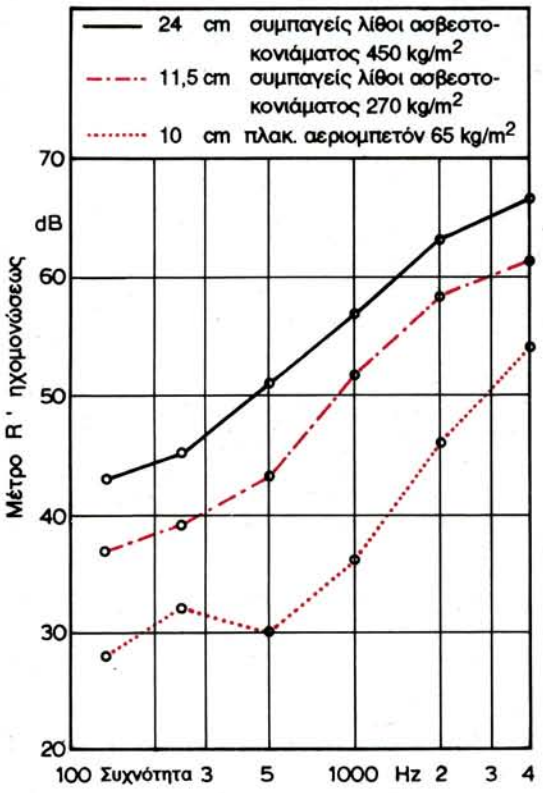
Η ηχομόνωση που δημιουργεί ένα δομικό στοιχείο εξαρτάται από τη συχνότητα του ήχου και προσδιορίζεται με κατάλληλα όργανα επί τόπου. Παριστάνεται με μία καμπύλη όπως φαίνεται στο σχήμα 12.3γ. Ο οριζόντιος άξονας παριστάνει τη συχνότητα σε λογαριθμική κλίμακα και ο κάθετος την ηχομόνωση R (είναι φανερό ότι για τον ίδιο τοίχο η ηχομόνωσή του αυξάνει όσο αυξάνει η συχνότητα).

Αν η καμπύλη της ηχομονώσεως συγκριθεί με μία άλλη καμπύλη που ορίζεται από τους κανονισμούς και καλείται ***καμπύλη αναφοράς*** που αφορά την ηχομονωτική ικανότητα ενός στοιχείου, προκύπτει ένας άλλος αριθμός που ονομάζεται ***μέτρο ηχοπροστασίας***

ΠΙΝΑΚΑΣ 12.3.1
Κλίμακα εντάσεως ήχων σε Phons

Ένταση	Είδος θορύβου
0	Θόρυβος που μόλις ακούγεται.
>20	Ψίθυρος, ελαφρό θρόισμα φύλλων.
20-30	Θόρυβος αναπνοής σε κλειστούς χώρους, θρόισμα φύλλων.
40-50	Θόρυβος δρόμων μέσης κυκλοφορίας σε κλειστούς χώρους.
65-75	Συνομιλία σε απόσταση ενός μέτρου. Ραδιόφωνο και τηλεόραση σε ένταση δωματίου.
75-85	Κινητήρας αυτοκινήτου υπό μέση έως πλήρη απόδοση σε απόσταση 7 m.
90-100	Μεγάλη ορχήστρα σε μέγιστη ένταση σε αίθουσα συναυλιών.
100-120	Μηχανοστάσιο πλοίων υπό πλήρη απόδοση μηχανών. Θόρυβος κάτω από αεροπλάνα σε ύψος 50 m μετά την απογείωσή τους.
120	Όριο πόνου οργάνων ακοής.

Σημείωση: Συνεχείς θόρυβοι σε ένταση >90 Phon προκαλούν βλάβες στην ακοή



Σχ. 12.3γ.
Καμπύλες της ηχομονώσεως (R) τοίχων διαφόρων ειδών. Καμπύλη α τοίχου πάχους 24 cm από συμπαγείς λίθους και ασβεστοκονίαμα 450 kg/m² τοιμέντου, καμπύλη β τοίχου πάχους 11,5 cm με συμπαγείς λίθους με ασβεστοκονίαμα 270 kg/m² και καμπύλη γ τοίχου από αεριομπετόν πάχους 10 cm.

(ΜΗ). Οι γερμανικοί κανονισμοί ορίζουν τις ελάχιστες απαιτήσεις και υποδεικνύουν το βαθμό ηχοπροστασίας των χώρων παραμονής και εργασίας προσδιορίζοντας το μέτρο ηχοπροστασίας είτε ο ήχος μεταδίδεται με τον αέρα [αερόφερτος ήχος (α.η)] είτε μέσω στερεού σώματος [κρουσιγενής ήχος (κ.η)] (πίνακας 12.3.2).

2) ***Ηχομονωτική ικανότητα*** τοίχων και πατωμάτων. Έχει διαπιστωθεί ότι η ικανότητα αυτή αυξάνεται όσο αυξάνεται το βάρος του δομικού στοιχείου, δηλαδή το πάχος του και όσο αυξάνεται η συχνότητα του ήχου.

Εκτός από τους δύο αυτούς παράγοντες η ηχομονωτική ικανότητα εξαρτάται και από τη ***δυσκαμψία*** του τοίχου, η οποία με τη σειρά της εξαρτάται από το υλικό με το οποίο έχει κατασκευαστεί αυτό το δομικό στοιχείο. Η δυσκαμψία εκφράζεται με τη συχνότητα με την οποία θέτονται σε ταλάντωση τα μόρια του τοίχου όταν αυτός διεγερθεί από κάποια αιτία. Σε κάθε τοίχο που έχει κατασκευαστεί από κάποιο υλικό, αντιστοιχεί μια οριακή συχνότητα f_g του ήχου, που είναι ίση με την ελεύθερη ταλάντωση αυτού του δομικού στοιχείου. Οι οριακές συχνότητες f_g αναφέρονται στον πίνακα 12.3.3 για τοίχους και πατώματα πάχους 1 cm από διάφορα υλικά.

Με βάση την οριακή συχνότητα διακρίνονται οι τοίχοι σε εύκαμπτους (με $f_g > 2.000$ Hz) και σε δύσκαμπτους (με $f_g < 2.000$ Hz).

Εύκαμπτοι τοίχοι είναι ελαφρές κατασκευές όπως πλάκες από γύψο με επικάλυψη χαρτιού, πλάκες από ξυλόμαλλο με ελαφρό επίχρισμα, κόντρα πλακέ πάχους έως 10 mm, χαλύβδινα ελάσματα πάχους έως 3 mm, επιχρίσματα σε μεταλλικά πλέγματα κ.α.

Δύσκαμπτοι τοίχοι είναι βαριές κατασκευές που η οριακή συχνότητά τους βρίσκεται πολύ χαμηλά, κοντά στα 100 Hz. Τέτοιοι τοίχοι και πατώματα πρέπει να έχουν βάρος ανά 1 m² άνω των 250 kg. Με τα δομικά αυτά στοιχεία επιτυγχάνεται η ελάχιστη ηχομόνωση που προβλέπεται από τους κανονισμούς. Συνήθως χρησιμοποιείται ένα εύκαμπτο στοιχείο που τοποθετείται σαν επικάλυψη επί ενός δύσκαμπτου στοιχείου.

3) ***Παραδείγματα τοίχων και πατωμάτων***. Οι γερμανικοί κανονισμοί δίνουν μερικά παραδείγματα τοίχων και πατωμάτων που παρέχουν επαρκή ηχοπροστασία.

– ***Τοίχοι***. Τοίχοι κατασκευασμένοι με ένα μόνο υλικό μεγάλου βάρους αναφέρονται στον πίνακα 12.3.4. Ο πίνακας περιλαμβάνει το είδος του υλικού με το φαινόμενο βάρος του, το ελάχιστο πάχος του τοίχου και το βάρος του τοίχου με επίχρισμα.

Όταν το υλικό ενός τοίχου δεν έχει αρκετό βάρος ή το πάχος του τοίχου δεν είναι το απαιτούμενο για να δημιουργηθούν οι συνθήκες ικανοποιητικής ηχομονώσεως εφαρμόζεται το σύστημα της σύνθετης κατασκευής. Αποτελείται από ένα βαρύ στοιχείο που επικαλύπτεται με ένα εύκαμπτο κέλυφος (σχ. 12.3δ). Επίσης εάν οι συνθήκες το επιτρέπουν μπορεί να κατασκευασθεί τοίχος καλής ηχομονωτικής συμπεριφοράς, με δύο εύκαμπτα ελαφρά κελύφη.

Τέλος δύο ελαφρύτεροι δύσκαμπτοι τοίχοι με αρμό μεταξύ τους και με συνολικό βάρος το αναφερόμενο για ένα τοίχο στον πίνακα 12.3.4 δίδουν ικανοποιητικά αποτελέσματα.

– ***Πατώματα***. Στους γερμανικούς κανονισμούς προβλέπονται δύο ομάδες συμπαγών πατωμάτων που δίνουν από μέτρια μέχρι ικανοποιητική ηχομόνωση για ήχο μεταφερόμενο με τον αέρα.

Η ομάδα Ι δεν παρέχει επαρκή προστασία

ΠΙΝΑΚΑΣ 12.3.2

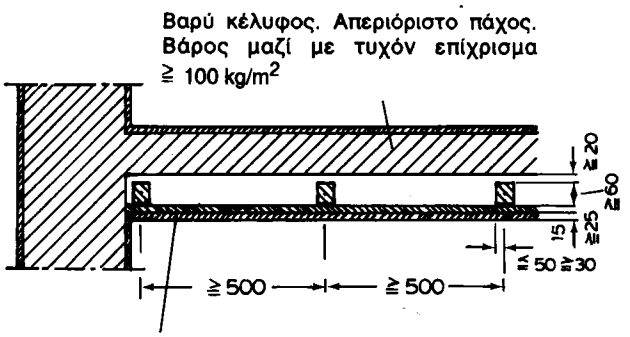
Ελάχιστες απαιτήσεις και υποδείξεις ηχοπροστασίας χώρων παραμονής κατά τους γερμανικούς κανονισμούς (D.I.N. 4109)

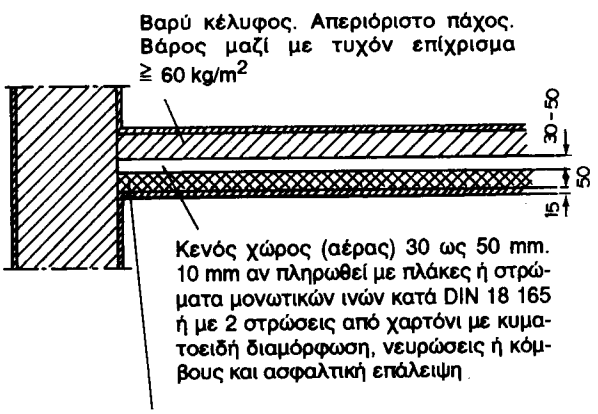
α.η = αερόφερτος ήχος / κ.η = κρουσιγενής ήχος

α/α	Δομικό στοιχείο	Ελάχιστες απαιτήσεις		Υποδείξεις αυξημένης ηχοπροστασίας	
		Μέτρο προστασίας από α. η. σε dB	Μέτρο προστασίας από κ.η. σε dB	Μέτρο προστασίας από α.η. σε dB	Μέτρο προστασίας από κ.η. σε dB
	Πολυώροφα κτήρια με χώρους παραμονής (κατοικίες και χώροι εργασίας)				
1	Κάτω από χώρους στεγών που δεν χρησιμοποιούνται	—		—	
2	Κάτω από χώρους στεγών που χρησιμοποιούνται, π.χ. σοφίτες, χώρους πλύσεως κ.α.	0	3	≥ 3	≥ 13
3	Που χωρίζουν κατοικίες ή ξένους μεταξύ τους χώρους εργασίας	0	3	≥ 3	≥ 13
4	Πάνω από αποθήκες, διαδρόμους ή πάνω από κλιμακοστάσια και κάτω από χώρους παραμονής	0	3	≥ 3	≥ 13
5	Πάνω από διόδους αυτοκινήτων, εισόδους σταθμών αυτοκινήτων και κάτω από χώρους παραμονής	3	3	≥ 3	≥ 13
6	Κάτω από ταράτσες, εισέχοντες εξώστες πάνω από χώρους παραμονής	—	3	—	≥ 13
7	Κάτω από χώρους περιπάτου	—	3	—	≥ 13
8	Πατώματα διωρόφων κατοικιών	—	3	0	≥ 13
9	Που διαχωρίζουν κατοικίες ή ξένους μεταξύ τους χώρους εργασίας	0	—	≥ 3	—
10	Κλιμακοστασίων, διαδρόμων και εισόδου των κτηρίων	0	—	≥ 3	—
11	Δίπλα σε διόδους αυτοκινήτων, εισόδους σταθμών αυτοκινήτων	3	—	≥ 3	—
	Μονοκατοικίες				
12	Πατώματα μονοκατοικιών συνεχούς συστήματος ή διπλών μονοκατοικιών	—	3	≥ 0	≥ 13
13	Πατώματα μονοκατοικιών πανταχόθεν ελεύθερου συστήματος	—	—	≥ 0	≥ 3
14	Διαχωριστικοί τοίχοι κατοικιών	3	—	≥ 3	—
	Εστιατόρια, κινηματογράφοι, βιοτεχνίες και παρόμοια που συνορεύουν με κατοικίες ή ξένους χώρους εργασίας				
15	Πατώματα	10	20	> 10	> 20
16	Τοίχοι	10	—	> 10	—
	Ξενοδοχεία, πανδοχεία, νοσοκομεία				
17	Πατώματα μεταξύ "ησύχων χώρων" (χώροι διανυκτερεύσεως ή ασθενών) και "θορυβωδών χώρων" (αίθουσες επισκεπτών, κουζίνες)	10	20	> 10	> 20
18	Πατώματα μεταξύ "ησύχων χώρων" (χώροι διανυκτερεύσεως ή ασθενών μαζί με τους αντίστοιχους διαδρόμους)	0	3	≥ 3	≥ 13
	Σχολεία				
19	Πατώματα μεταξύ χώρων διδασκαλίας και παρομοίων μαζί με τους αντίστοιχους διαδρόμους	3	13	—	—
20	Τοίχοι μεταξύ χώρων διδασκαλίας και παρομοίων	3	—	—	—
21	Τοίχοι μεταξύ των χώρων διδασκαλίας και των διαδρόμων ή κλιμακοστασίων	0	—	—	—

ΠΙΝΑΚΑΣ 12.3.3
Οριακές συχνότητες f_g διαφόρων τοίχων πάχους 1 cm

Υλικό	Βάρος ανά m^2 (kg/m^2)	Οριακή συχνότητα (Hz)
Τοιχοποιία	17	1.400
Σκυρόδεμα	22	1.400
Γύψος	10	3.000
Γυαλί	25	1.100
Κόντρα-πλακέ	8	1.800
Μοριοσανίδες	6	3.600
Ξύλο πεύκου	7	1.600-1.100
Χάλυβας	75	1.200
Μόλυβδος	113	4.800
Αεριομπετόν	7	4.500
Αλουμίνιο	27	1.100





Σχ. 12.3δ.
Σχηματική παράσταση σύνθετου τοίχου που αποτελείται από ένα βαρύ στοιχείο (π.χ. οπλισμένο σκυρόδεμα) και ένα μονωτικό ελαφρό στοιχείο (π.χ. πλάκα από ξυλόμαλλο).

και απαιτείται ιδιαίτερη ηχομονωτική επίστρωση. Ανήκουν σε αυτήν:

– Πλάκες από οπλισμένο σκυρόδεμα με ασβεστολιθικά αδρανή και ελάχιστο πάχος 100 mm.

– Πλάκες με νευρώσεις με υλικά πληρώσεως ελαφροσκυρόδεμα ή τούβλα πατωμάτων.

– Πατώματα από προκατασκευασμένες δοκούς οπλισμένου σκυροδέματος.

– Πατώματα από λεπτή πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος που κατασκευάζεται μεταξύ δοκών διπλού ταυ.

Στη δεύτερη ομάδα ΙΙ ανήκουν τα πατώματα:

– Πλάκες από οπλισμένο σκυρόδεμα πάχους τουλάχιστον 140 mm.

– Πλάκες με νευρώσεις χωρίς σώματα πληρώσεως. Απαιτείται όμως ψευδοροφή.

– Ξύλινα πατώματα μεταξύ δοκών διπλού ταυ και ψευδοροφή. Παρατηρούμε ότι δομικές πλάκες από ξυλόμαλλο, σκληρό πλαστικό κ.α. επιχρισμένες δεν επιτρέπεται να τοποθετούνται στην κάτω επιφάνεια του πατώματος σε επαφή με το σκυρόδεμα. Η διάταξη αυτή μειώνει την ηχομονωτικότητα, παρ' όλο ότι αυξάνει τη θερμομονωτικότητα. Το ίδιο ισχύει και για τους τοίχους.

4) ***Στερεός ήχος.*** Ονομάζεται έτσι ο ήχος που προκαλείται από την κρούση ενός αντικειμένου σε ένα δομικό στοιχείο, τη διάδοση των δημιουργημένων κυμάτων μέσα στο στοιχείο και τη μετάδοση αυτών των κυμάτων στον αέρα του γειτονικού χώρου. Τέτοιοι ήχοι παράγονται από τα βήματα ανθρώπων σε ένα πάτωμα, την πτώση αντικειμένων κλπ.

Ό,τι ισχύει για τους ήχους που μεταφέρονται με τον αέρα και προσβάλλουν ένα στοιχείο σε μία του επιφάνεια, το ίδιο ισχύει και για τους στερεούς ήχους δεδομένου ότι ο ήχος που ερεθίζει το αισθητήριο της ακοής μεταφέρεται και στην περίπτωση αυτή με τον αέρα. Προσδιορίζονται δηλαδή και εδώ η ηχητική στάθμη L μετρούμενη σε dB, το μέτρο της ηχομονώσεως R και το μέτρο ηχοπροστασίας.

Οι ελάχιστες απαιτήσεις ηχοπροστασίας από στερεούς ήχους για τα πατώματα δίνονται στον πίνακα 12.3.2. Ειδικά για τα πατώματα πολυκατοικιών απαιτείται αμέσως μετά το πέρας της κατασκευής ηχοπροστασία ≥ 3dB, ενώ μετά δύο χρόνια περιορίζεται σε ≥ 0 δεδομένου ότι υπό τις συνεχείς καταπονήσεις του πατώματος, οι επιστρώσεις, τα δάπεδα και οι επικαλύψεις σκληρύνονται.

Τιμές αυξημένης ηχοπροστασίας δίνονται ≥13 dB και ≥ 10 dB μετά δύο χρόνια. Σε εστια-

ΠΙΝΑΚΑΣ 12.3.4

Ελάχιστα πάχη μονοκελύφων τοίχων με M.H ≥ 0 dB (κατά DIN 4109)

Περιγραφή στοιχείου		Φαινόμενο βάρος kg/dm³	Βάρος τοίχου ≥ 400 kg/m²	
			Ελάχιστο πάχος χωρίς επίχρισμα mm	Βάρος τοίχου με επίχρισμα kg/m²
Τοιχοποιία από τούβλα συμπαγή, διάτρητα ή κοίλα με 15 mm επίχρισμα σε κάθε πλευρά				
Τούβλα διάτρητα ή συμπαγή		1,0	365	450
		1,2	300	445
		1,4	240	405
Συμπαγή τούβλα		1,8	240	485
Πλίνθοι υψικαμίνων		1,8	240	485
Σκληρυμμένοι πλίνθοι υψικαμίνων		1,9	240	505
Διάκενοι ορθογώνιοι τσιμεντόλιθοι (2 ή 3 διάκενα)	Ανάποδη τοιχοποιία. Οι κενοί χώροι γεμίζονται με άμμο	1,0	300	420
		1,2	300	460
		1,4	240	410
		1,6	240	440
	Χωρίς γέμισμα από άμμο	1,0	365	400
		1,2	–	–
		1,4	–	–
		1,6	300	430
Συμπαγείς λίθοι από ελαφροσκυρόδεμα		0,8	365	405
		1,0	365	450
		1,2	300	445
		1,4	240	405
		1,6	240	440
Λίθοι από αεριοσκυρόδεμα και αφρώδες σκυρόδεμα		0,6	–	–
		0,8	490	485
Ελαφροσκυροδέματα και σκυροδέματα σε τοίχους χωρίς αρμούς ή σε μεγάλα τοιχώματα με επίχρισμα 15 mm σε κάθε πλευρά				
Αεριοσκυρόδεμα και αφρώδες σκυρόδεμα		0,6		
		0,8	437,5	400
Κισσηρόδεμα, σκυρόδεμα με θραύσματα πλίνθων, σκυρόδεμα από ιπτάμενη τέφρα κ.ο.κ.		0,8	437,5	400
		1,0	375	425
		1,2	312,5	425
		1,4	250	400
		1,6	250	450
		1,7	250	475
Σκυρόδεμα μεταλλικής σκωρίας με μη πορώδη αδρανή, π.χ. χαλίκι		1,5	250	425
		1,7	250	475
		1,9	187,5	405
Σκυρόδεμα κλειστών πόρων από θραυστά αδρανή ή χαλίκι		2,2	187,6	460

τόρια, κινηματογράφους, βιοτεχνίες κλπ. απαιτείται ηχοπροστασία της τάξεως των + 20 dB.

5) ***Ηχομόνωση έναντι στερεού ήχου.*** Η ηχομόνωση έναντι στερεού ήχου επιτυγχάνεται με μία κολυμβητή επίστρωση. Η επίστρωση αυτή γίνεται με την κατασκευή μιας στρώσεως από διάφορα υλικά όπως τσιμεντοκονίαμα, γυψοκονίαμα, κονίαμα ανυδρίτη, κονίαμα μαγνησίας και χυτή άσφαλτο επάνω σε μονωτικά ινώδη ή αφρώδη υλικά. Τα πάχη των κονιαμάτων κυμαίνονται μεταξύ 35 και 45 mm.

Η μονωτική στρώση πρέπει να τοποθετηθεί χωρίς αρμούς και να καλυφθεί πλήρως από υδατοστεγανά υλικά (ασφαλτόχαρτο, πλαστικά φύλλα κ.α.). Επίσης πρέπει να συνεχίζεται μέχρι την άνω επιφάνεια του κονιάματος στις πλευρές των τοίχων.

12.3.3 Ηχοαπορροφητικά υλικά.

Χρησιμοποιούνται εκεί όπου παρουσιάζεται αναγκαία η καλή ακουστική των χώρων. Τέτοιοι χώροι είναι αίθουσες για μουσικές εκδηλώσεις, για θεατρικές παραστάσεις και αμφιθέατρα σχολείων και διαλέξεων.

Τα ηχοαπορροφητικά υλικά έχουν την ιδιότητα να απορροφούν μεγάλο ποσό της ηχητικής ενέργειας που αναπτύσσεται σε κλειστό χώρο και να ανακλούν ένα μικρότερο ποσό. Ο λόγος της μη ανακλώμενης ενέργειας προς την προσπίπτουσα ονομάζεται ***βαθμός ηχοαπορροφήσεως α***. Όταν όλη η ανάκλαση είναι πλήρης τότε α = 0, ενώ όταν όλη η ενέργεια απορροφάται από το υλικό έχομε α = 1.

Ο βαθμός ηχοαπορροφήσεως των υλικών και των μεθόδων που χρησιμοποιούνται για την εφαρμογή τους μέσα σε μια αίθουσα εξαρτάται κυρίως από τη συχνότητα του ήχου.

Οι ιδιότητες των ηχοαπορροφητικών υλικών οφείλονται κυρίως στη μικρή πυκνότητά τους, στην ύπαρξη οπών και χαραγών στην επιφάνειά τους ή στην ικανότητά τους να συντονίζονται με ορισμένες συχνότητες.

Διακρίνονται τρεις ομάδες απορροφητικών υλικών:

– Πορώδεις επιφάνειες (σχ. 12.3ε, 12.3στ, 12.3η και 12.3θ).

– Διάτρητες πλάκες και πλάκες με χάραγμα ή ανάγλυφες (σχ. 12.3ζ, 12.3η και 12.3θ).

– Μεμβράνες που μπορούν να συνδιεγείρονται.

Στην πρώτη ομάδα ανήκουν πλάκες από συμπιεσμένες ορυκτές ίνες, μοριοσανίδες και πλάκες κόντρα πλακέ με πορώδη επίστρωση καθώς και τάπητες και παραπετάσματα.

Στη δεύτερη ομάδα περιλαμβάνονται διάτρητες γυψοσανίδες ή πλάκες από ασβεστοκονίαμα ή τσιμεντοκονίαμα, διάτρητα ελάσματα καθώς και οπτόπλινθοι με οπές. Στην ίδια ομάδα περιλαμβάνονται επίσης πλάκες με χαραγές που κατασκευάζονται με ξύλινους πήχεις ή μεταλλικά ελάσματα με χαραγές. Οι πλάκες αυτές επιχρίονται με ένα πορώδες υλικό και στις δύο πλευρές.

Οι μεμβράνες αποτελούνται συνήθως από φατνώματα ξύλινα ή από μοριοσανίδες που τοποθετούνται σε μικρή απόσταση από τον τοίχο. Το κενό που δημιουργείται γεμίζει με ινώδεις ύλες ή αφήνεται ελεύθερο με τον αέρα που έχει.



Σχ. 12.3ε.
Ηχομονωτική πλάκα υαλοβάμβακα που καλύπτεται και από τις δύο πλευρές με ενισχυμένο υαλοπίνακα. Κατάλληλο υλικό για την κατασκευή στοιχείων τύπου σάντουιτς.



Σχ. 12.3στ.
Ελαφρό εύκαμπτο φύλλο από εξηλασμένο πολυαιθυλένιο. Τοποθετείται μεταξύ της πλάκας του οπλισμένου σκυροδέματος και της τελικής στρώσεως του δαπέδου (ξύλινο, κεραμικό ή μαρμάρινο δάπεδο). Αποτελεσματικό έναντι κτυπογενών ήχων.



Σχ. 12.3ζ.
Ηχοαπορροφητικές πλάκες από αφρώδες υλικό με χαραγές, τοποθετούμενες στην οροφή δωματίου.



Σχ. 12.3θ.
Ηχοαπορροφητικές πλάκες του σχήματος 12.2η. Τοποθετούνται σε αίθουσες κατά διάφορους τρόπους για τη μείωση του ανακλώμενου ήχου.



Σχ. 12.3η.
Πλάκες από αφρώδη πολυουρεθάνη με ανάγλυφη επιφάνεια που προσφέρουν εξαιρετική ηχοαπορροφητικότητα και πολύ καλή ακουστικότητα.

12.4 Στεγανωτικά υλικά.

12.4.1 Γενικά.

Το νερό, σε όλες τις μορφές του, τη στερεή (πάγος), την υγρή και την αέρια (υδρατμός) επιδρά δυσμενώς στα υλικά και στα τεχνικά έργα. Διεισδύει στα πορώδη υλικά οσοδήποτε μεγάλη και αν είναι η πυκνότητά τους, μέσω των τριχοειδών αγγείων τους. Το νερό στη μορφή των υδρατμών μπορεί να διαπεράσει ένα πολύ συμπαγές υλικό.

Το νερό προκαλεί επιφανειακές φθορές και απολεπίσεις όταν παγώσει. Προκαλεί αποσάθρωση και οξείδωση σε πολλά υλικά λόγω χημικών δράσεων. Διαλύει τα άλατα που βρίσκονται ελεύθερα σε κονιάματα και σε οπτόπλινθους και τα μεταφέρει στην εξωτερική επιφάνεια των υλικών δημιουργώντας αντιαισθητικά εξανθήματα. Καταστρέφει τη θερμομονωτική ικανότητα των υλικών. Τέλος δημιουργεί στους εσωτερικούς χώρους οικοδομών, εργοστασίων, αποθηκών κλπ. κακή ατμόσφαιρα για τους ανθρώπους, τα μηχανήματα και τα υλικά λόγω της εμφανιζόμενης υγρασίας.

Εκτός όμως από το νερό, έρχονται σε επαφή με σημαντικά τεχνικά έργα ένα πλήθος χημικών υγρών τα οποία μπορούν να προκαλέσουν ακόμη μεγαλύτερες καταστροφές σε ειδικά κυρίως έργα (δεξαμενές συλλογής διαφόρων υγρών κλπ.).

Η προστασία των κατασκευών, δηλαδή η στεγάνωσή τους, από το νερό, τους υδρατμούς και τις χημικές ουσίες και ειδικότερα κατασκευών που περιέχουν αυτά τα υγρά, όπως δεξαμενές συγκεντρώσεως νερού και διαλυμάτων, συνιστά ένα από τα δυσκολότερα προβλήματα της δομικής. Κακή στεγάνωση των κατασκευών αυτών μπορεί να προκαλέσει σοβαρές καταστροφές.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την προστασία των δομικών έργων από το νερό, την υγρασία και τις χημικές ουσίες ονομάζονται στεγανωτικά υλικά. Τα υλικά αυτά δεν πρέπει να συγχέονται με τα θερμομονωτικά και τα αντιδιαβρωτικά υλικά.

12.4.2 Κατηγορίες στεγανωτικών υλικών.

Η κύρια πηγή των περισσοτέρων στεγανωτικών υλικών είναι η άσφαλτος και η πίσσα.

Μία δεύτερη πηγή, της οποίας η σημασία στην παρασκευή στεγανωτικών υλικών αυξάνεται συνεχώς είναι τα πλαστικά (συνθετικές ρητίνες).

Τέλος με την ανάμιξη των προηγουμένων πρώτων υλών δημιουργείται μια τρίτη ομάδα στεγανωτικών υλικών.

12.4.3 Ασφαλτικά υλικά.

Στην ομάδα αυτή περιλαμβάνονται οι πάσης προελεύσεως άσφαλτοι και οι πίσσες.

Στην παράγραφο 4.9 έγινε λεπτομερής ανάλυση των υλικών αυτών. Εδώ θα αναφέρομε περιληπτικά τα περισσότερο ενδιαφέροντα σημεία αυτών των υλικών δίνοντας μεγαλύτερη βαρύτητα στις εφαρμογές τους.

α) Άσφαλτοι.

Το δραστικό συστατικό των ασφάλτων είναι ορισμένοι υδρογονάνθρακες που καλούνται διεθνώς bitumen (μπιτουμένιο) ή στα ελληνικά ασφάλτιο. Η περιεκτικότητα των διαφόρων ασφάλτων σε ασφαλτικά κυμαίνεται μεταξύ 5% και 95%. Το ασφάλτιο δίνει στα ασφαλτικά υλικά τη συγκολλητική τους ικανότητα και τις λοιπές ιδιότητές τους.

Προέλευση των ασφάλτων. Διακρίνονται δύο κατηγορίες ασφάλτων. Οι φυσικές και οι τεχνητές.

– ***Οι φυσικές άσφαλτοι*** προέρχονται από την οξείδωση των πετρελαίων και εμφανίζονται με διάφορες μορφές και καταστάσεις. Καθαρή άσφαλτος χωρίς ξένες προσμίξεις βρίσκεται σε ημίρρευστη ή στερεή κατάσταση σε κοιλότητες ή φλέβες τους εδάφους ή επιπλέει σε λίμνες. Υπάρχουν όμως μεγάλα κοιτάσματα ασφάλτων που έχουν διαποτίσει πορώδη πετρώματα (ασβεστόλιθοι, ψαμμίτες). Από τα πετρώματα αυτά που καλούνται ***ασφαλτόλιθοι*** παραλαμβάνεται η άσφαλτος με κατάλληλη επεξεργασία.

– Οι ***τεχνητές άσφαλτοι*** παρασκευάζονται από το αργό πετρέλαιο. Είναι το τελευταίο προϊόν της κλασματικής αποστάξεως των πετρελαίων. Οι άσφαλτοι αυτές ονομάζονται επίσης ***άσφαλτοι αποστάξεως***. Λόγω της τεράστιας χρησιμοποιήσεως των αργών πετρελαίων σήμερα, το σύνολο σχεδόν των χρησιμοποιουμένων ασφάλτων προέρχεται από την απόσταξή τους.

β) Πίσσες.

Οι πίσσες προέρχονται από την ξηρή απόσταξη των λιθανθράκων, των ξύλων κλπ. Περιέχουν και αυτές ασφάλτιο αλλά ελαφρότερου μορίου από αυτό των ασφάλτων. Γι' αυτό το λόγο είναι υλικό ρευστό. Έχει ελαιώδη υφή, χαρακτηριστική οσμή και χρώμα μαύρο.

Οι διαφορές μεταξύ ασφάλτου και πίσσας αναφέρονται στον πίνακα 12.4.1.

Πρέπει να παρατηρήσομε ότι παρά την κάποια χημική συγγένειά τους, οι πίσσες και οι άσφαλτοι δεν πρέπει να αναμιγνύονται για την παρασκευή συνθέτων υλικών, γιατί είναι δυνατό να δημιουργηθούν αλλοιώσεις στη δομή τους.

ΠΙΝΑΚΑΣ 12.4.1

Άσφαλτος	Πίσσα
– Πλαστική	– Ψαθυρή
– Διαλυτή σε βενζίνη και βενζόλιο	– Διαλυτή μόνο σε βενζόλιο
– Πυκνότητα ~ 1,0	– Πυκνότητα 1,1 έως 1,2
– Διασπάται στους 250°C με εκπομπή μικρής ποσότητας αιθάλης	– Διασπάται στους 180°C με εκπομπή μεγάλης ποσότητας αιθάλης αδιαπέραστης από τους υδρατμούς

γ) Ιδιότητες.

Οι ***άσφαλτοι είναι*** προϊόντα που δεν έχουν ορισμένη φυσική ή χημική σύσταση γιατί προέρχονται από πρώτες ύλες διαφορετικής προελεύσεως. Εκδηλώνουν επομένως ορισμένες ιδιότητες με διάφορο βαθμό. Το χρώμα, το ειδικό βάρος, η σκληρότητά τους, η κατάστασή τους (στερεή, ημίρρευστη, υγρή) κλπ. ποικίλλουν από είδος σε είδος. Παρουσιάζουν όμως ορισμένα κοινά χαρακτηριστικά, τα εξής:

– Είναι θερμοπλαστικά υλικά και κατά συνέπεια μαλακώνουν με την αύξηση της θερμο-

κρασίας και επανέρχονται στην αρχική κατάσταση μετά την πτώση της.

– Εκδηλώνουν ισχυρές συγκολλητικές τάσεις και γι' αυτό χρησιμοποιούνται για την παρασκευή ασφαλτικών κονιαμάτων, σκυροδεμάτων και χρωμάτων.

– Είναι πολύ ανθεκτικά στην επίδραση του νερού και σε μεγάλο βαθμό εμφανίζουν ισχυρή στεγανότητα.

– Είναι ανθεκτικά στην επίδραση των αλάτων και των διαλυμάτων τους καθώς και στα οξέα και τις βάσεις μέσης δράσεως. Σε μαλακή κατάσταση προσβάλλονται και διαβρώνονται ευκολότερα.

– Εμφανίζουν εξαιρετική αντοχή στις ατμοσφαιρικές δράσεις.

– Παρουσιάζουν σημαντική ελαστικότητα και συνοχή, όταν υποστούν εξωτερικές πιέσεις. Επίσης δεν ρηγματώνονται από τις διαστολές και συστολές του υποστρώματος.

– Είναι κακοί αγωγοί της θερμότητας και του ηλεκτρισμού και χρησιμοποιούνται πολύ συχνά σε αντίστοιχες εφαρμογές.

– Αντίθετα είναι περιορισμένη η αντοχή τους στις περισσότερες υγρές οργανικές ενώσεις. Σχεδόν όλα τα διαλυτικά μέσα, τα ορυκτέλαια, τα βρώσιμα έλαια, τα πισσέλαια καθώς και τα καθαρά οργανικά οξέα και βάσεις, ενεργούν γενικά ως ισχυρά διαβρωτικά.

Οι πίσσες. Αντιδρούν όπως και οι άσφαλτοι στις διάφορες επιδράσεις. Δεν προσβάλλονται όμως από τα ορυκτέλαια και τις βενζίνες. Ειδικότερα:

– Η επιφάνεια θραύσεως της ξηρόπισσας είναι μαύρη ενώ της ασφάλτου καστανή.

– Ο συντελεστής διαχύσεως των υδρατμών είναι μικρότερος από τον αντίστοιχο των ασφάλτων. Γι' αυτό είναι καταλληλότερη από την άσφαλτο σε περιπτώσεις στεγανωτικών.

– Έχουν μικρότερη πλαστικότητα από την αντίστοιχη των ασφάλτων. Σε περίπτωση απλών επιχρώσεων με πίσσα, παρατηρούνται ρωγμές στην επιφάνειά τους από την επίδραση των ακτίνων του ήλιου το καλοκαίρι με συνέπεια να μειώνεται σημαντικά η προστατευτική τους ικανότητα.

12.4.4 Πλαστικά (συνθετικά) υλικά στεγανώσεων.

Οι ποικίλες ιδιότητες που εμφανίζουν οι συνθετικές ρητίνες και η ευρύτατη χρήση των συνθετικών υλικών οδήγησε τους κατασκευαστές στην παρασκευή στεγανωτικών υλικών με άριστα αποτελέσματα.

Με πρώτη ύλη διάφορες συνθετικές ρητίνες όπως π.χ. το μαλακό PVC, το πολυισοβουτυλένιο, διαφόρους τύπους καουτσούκ, το πολυχλωροπρένιο κλπ. (βλ. κεφ. 10) κατασκευάζονται ταινίες, φύλλα, τάπητες κλπ. κατάλληλοι για τη στεγάνωση επιπέδων επιφανειών (στεγών, δωμάτων, τοίχων κλπ.).

Τα υλικά αυτά αντέχουν στη δράση της βενζίνης, των ορυκτελαίων ή άλλων διαλυτικών ουσιών. Εμφανίζουν όμως το μειονέκτημα ότι δεν αντέχουν στις υψηλές θερμοκρασίες και στις υπεριώδεις ακτίνες.

Μία άλλη εφαρμογή συνίσταται στην κατασκευή επιστρώσεων με χρήση υγρών ρητινών δύο συστατικών (ρητίνες αντιδράσεως) σε συνδυασμό με συνθετικά ανθεκτικά πλέγματα για υπόστρωμα. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνονται στρώσεις μεγάλου πάχους διότι οι ρητίνες αντιδράσεως δεν περιέχουν διαλυτικό.

Αντιθέτως μεγάλα πάχη επιστρώσεων είναι δύσκολο να επιτευχθούν με απλές υγρές ρητίνες, διότι πρέπει να χρησιμοποιηθούν διαλυτικά κατά την εφαρμογή τους. Λόγω του μεγάλου πάχους της επιστρώσεως είναι δύσκολη η εξάτμιση όλου του διαλυτικού και έτσι αυτό που μένει στη μάζα δημιουργεί φυσαλίδες, με συνέπεια να μειώνεται η στεγανωτική ικανότητα του τάπητα.

12.4.5 Σύνθετα στεγανωτικά υλικά ασφάλτου – πλαστικών.

Ο συνδυασμός ασφαλτικών και συνθετικών υλικών έχει δώσει άριστα αποτελέσματα τόσο από τεχνικής όσο και από οικονομικής απόψεως. Η ανάμιξη φυσικών ή συνθετικών ρητινών με ασφάλτους και πίσσες έδωσε εξαιρετικής ποιότητας στεγανωτικά και αντιδιαβρωτικά υλικά.

Συνήθως συνδυάζονται οι άσφαλτοι και οι πίσσες με θερμοπλαστικές ρητίνες. Το σύνθετο προϊόν προκύπτει με θερμή ή ψυχρή επεξεργασία των πρώτων υλών.

Οι άσφαλτοι αναμιγνύονται με πολυμερή θερμοπλαστικά όπως το τεχνητό ή φυσικό ελαστικό (καουτσούκ), το πολυαιθυλένιο, το πολυπροπυλένιο, το βουτυλένιο κλπ. Τα μίγματα αυτά έχουν υφή παχυρρεύστων υγρών ή υγρών διασποράς (γαλακτώματα). Τα πρώτα χρησιμοποιούνται για στεγάνωση στεγών, δωμάτων, επίστρωση οδοστρωμάτων, γέμισμα αρμών διαστολής κλπ. Τα δεύτερα χρησιμοποιούνται γενικά για στεγανώσεις διαφόρων στοιχείων.

Οι πίσσες σπανίως αναμιγνύονται με τις αναφερθείσες ρητίνες πλην της περιπτώσεως

που συνδυάζονται με πλαστικά θερμής επεξεργασίας για την πλήρωση αρμών. Συνήθως χρησιμοποιούνται μίγματα πίσσας και εποξειδικών ρητινών ή πολυουρεθάνης. Η ανάμιξη γίνεται εν ψυχρώ και το προϊόν που προκύπτει χρησιμοποιείται για επιχρίσεις χωρίς διαλυτικό. Ανάλογα με την αναλογία της πίσσας προς τη ρητίνη σχηματίζονται υλικά λιγότερο ή περισσότερο πλαστικά.

12.4.6 Χρήσεις των στεγανωτικών υλικών.

α) Στεγανώσεις τοίχων και στεγών.

Η στεγάνωση ενός δομικού στοιχείου αποσκοπεί στην προστασία του από το νερό οποιασδήποτε καταστάσεως (υγρής, υδρατμών, στερεής) και από άλλα χημικά, κυρίως υγρά. Βασική προϋπόθεση για την επιτυχία μιας στεγανώσεως είναι η τοποθέτηση του στεγανωτικού υλικού στην επιφάνεια που βρίσκεται σε άμεση επαφή με το νερό ή την υγρασία ή με οποιοδήποτε άλλο υδατικό διάλυμα. Έτσι σε θεμελιώσεις ή σε υπόγειους χώρους η στεγάνωση πρέπει να γίνεται στην εξωτερική επιφάνεια του δομικού στοιχείου, ενώ αντιθέτως σε χώρους που προσβάλλονται από την υγρασία (εσωτερικοί χώροι) πρέπει να γίνεται στην εσωτερική επιφάνεια.

Τα ασφαλτικά υλικά χρησιμοποιούνται σε μεγάλη έκταση στις στεγανώσεις υπό δύο μορφές. Είτε σε κατάσταση υγρή ή πολτώδη, είτε σε συνδυασμό με χαρτί ή συνθετικά φύλλα και πλέγματα, υπό μορφή φύλλων και μεμβρανών. Κατά την εφαρμογή των υγρών ασφαλτικών πρέπει να λαμβάνονται ορισμένα μέτρα γιατί ο βαθμός πλαστικότητάς τους, η ευαισθησία τους στη θερμότητα και η συμπεριφορά τους στις πιέσεις επηρεάζουν σοβαρά την ποιότητα της στεγανώσεως.

Τα μέτρα αυτά συνοψίζονται στα εξής:

– Η στρώση του ασφαλτικού υλικού, ιδιαίτερα σε κατακόρυφες ή κεκλιμένες επιφάνειες πρέπει να είναι όσο το δυνατό λεπτότερη. Παχιές στρώσεις προκαλούν διαρροή του υλικού, το οποίο τελικά συγκεντρώνεται στα χαμηλότερα σημεία του δομικού στοιχείου.

– Το υλικό πρέπει να διαστρώνεται επάνω σε σταθερή επιφάνεια του στοιχείου που πρόκειται να προστατευθεί. Εάν η στρώση γίνει απευθείας επάνω στο στοιχείο, π.χ. στο σκυρόδεμα, είναι απαραίτητο να προηγηθεί καθαρισμός και μία στρώση από λεπτόρρευστο υλικό (αστάρι) για να διαποτιστεί καλά η επιφάνεια (σχ. 12.4α). Η μέθοδος αυτή δεν είναι δυνατό να εφαρμοστεί εάν υπάρχει κίνδυνος να δημιουργηθούν αργότερα ρωγμές ή εάν οι συστοδιαστολές του στοιχείου είναι σημαντικές. Η πολύ λεπτή στρώση του ασφαλτικού θα υποστεί και αυτή τις ρηγματώσεις και η στεγάνωση θα καταστραφεί.

Αποτελεσματική στεγάνωση επιτυγχάνεται με την κατασκευή ενός στρώματος το οποίο επικολλιέται στην επιφάνεια του στοιχείου με θερμή ασφαλτόκολλα. Το στρώμα αποτελείται από απλά πισσόχαρτα ή από στεγανά πλαστικά (συνθετικά) φύλλα.



(α)



(β)

Σχ. 12.4α.
Στεγανωτικά υλικά επαλειφόμενα με πινέλο σε τοίχο. α) Υλικό ασφαλτικής βάσεως χρώματος αλουμινίου. β) Παχύρρευστο υλικό με βάση ακρυλικές ρητίνες.

Εάν απαιτείται μεγαλύτερο πάχος στεγανωτικής στρώσεως μπορεί να χρησιμοποιηθούν περισσότερα του ενός φύλλα με εναλλάξ διάστρωση ασφαλτικού υλικού. Τέτοια περίπτωση συναντάται στη στεγάνωση δεξαμενών όπου το ασφαλτικό υλικό δέχεται την πίεση του νερού. Π.χ. μέχρι 3 m πίεση νερού απαιτούνται 3 πισσόχαρτα, μέχρι 4 m x 4 πισσόχαρτα κ.ο.κ.

Για την προστασία των δωμάτων από το νερό χρησιμοποιούνται συνήθως φύλλα, τάπητες και ασφαλτικές ή συνθετικές στρώσεις. Τα φύλλα και οι τάπητες τοποθετούνται απ' ευθείας επάνω στο ξύλινο σανίδωμα ή κολλιούνται με κόλλα επάνω στο σκυρόδεμα (σχ. 12.4β). Οι στεγανώσεις αυτές αποτελούνται από επάλληλες στρώσεις φύλλων κολλημένες μεταξύ τους με θερμές ή ψυχρές ασφαλτόκολλες ή με τήξη των άκρων τους. Επάνω σε αυτά τα φύλλα είναι σκόπιμο να τοποθετείται σε μη βατά δώματα μία στρώση από χαλίκια χειμάρρων ή θάλασσας, όχι θραυστά, τα οποία συγκρατούνται μεταξύ τους με συνθετικές ρητίνες.

Μία άλλη μέθοδος στεγανώσεως δωμάτων συνίσταται στη διάστρωση ψυχρού ασφαλτικού υλικού ή συνθετικών υλικών (σχ. 12.4γ) πολτώδους συστάσεως. Πλεονεκτούν έναντι των μονώσεων με ασφαλτόχαρτα και ασφαλτοτάπητες γιατί δεν δημιουργούνται αρμοί και



α



β

Σχ. 12.4α.
Στεγανωτικά φύλλα με βάση την άσφαλτο. α) Στεγανωτικές ασφαλτικές μεμβράνες. Κατασκευάζονται με άσφαλτο εμπλουτισμένη με ρητίνες πολυπροπυλενίου. β) Ελαστομερές ασφαλτόπανο. Κατασκευάζεται από μίγμα ασφάλτου και πολυμερούς πολυπροπυλενίου με οπλισμό από πολυεστερικό ύφασμα ή υαλοπίλημα.



α



β

Σχ. 12.4γ.
Στεγανωτικά υλικά για δώματα. α) Παχύρρευστο υλικό πολυουρεθανικής βάσεως, που εφαρμόζεται με ψεκαστήρα. β) Υλικό από καουτσούκ υδατοδιαλυτό. Προσφύεται ισχυρώς στο υπόστρωμα και έχει μεγάλη καλυπτική ικανότητα.

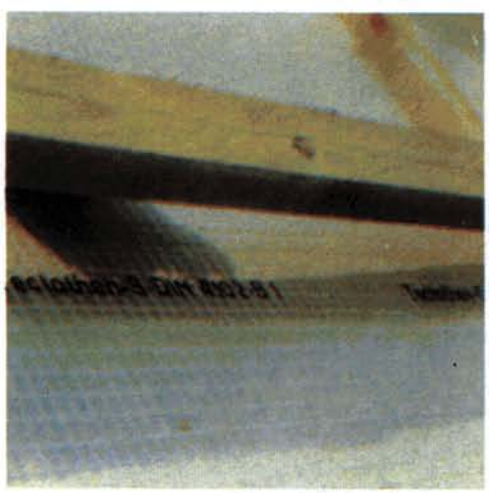
ραφές που μπορεί να καταστούν επικίνδυνες για τη μόνωση.

Εκτός από τα αναφερθέντα υλικά ικανοποιητικές στεγανώσεις επιτυγχάνονται και με φύλλα από συνθετικές ρητίνες, τα οποία κολλιούνται επί της επιφάνειας του στοιχείου ή καλύτερα επί υποστρώματος, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως (σχ. 12.4δ). Μειονεκτούν έναντι των ασφαλτικών υλικών διότι επηρεάζονται σημαντικά από τις υπεριώδεις ακτίνες και από τις υψηλές θερμοκρασίες. Για το λόγο αυτό τα φύλλα πρέπει να καλύπτονται σε υπέργειες μονώσεις με άλλα υλικά όπως είναι τα ασφαλτικά ή τα φύλλα από ανόργανα υλικά.

Οι νεότερες μέθοδοι στεγανώσεως διαφόρων στοιχείων χρησιμοποιούν σύνθετα στεγανωτικά υλικά. Εξαιρετικά αποτελέσματα δίνει το μίγμα πολυαιθυλενίου και ασφάλτου (σχ. 12.4ε) καθώς και εποξειδικών ρητινών και πίσσας.

β) Υλικά πληρώσεως αρμών.

Οι αρμοί δημιουργούνται εκεί που ενώνονται ή τέμνονται δύο στοιχεία ή μεταξύ των πλακών επιστρώσεως οριζοντίων ή κεκλιμένων επιφανειών. Η παρεμπόδιση εισόδου του νερού



(α)



(β)

Σχ. 12.4δ.
Στεγανωτικές μεμβράνες δωμάτων από συνθετικές ρητίνες. α) Μεμβράνη από διπλό φύλλο πολυαιθυλενίου ενισχυμένη με πλέγμα από ίνες πολυπροπυλενίου. β) Μεμβράνες PVC κατάλληλες για μονώσεις δωμάτων, δεξαμενών νερού και πετρελαίου, για κήπους επί κτηρίων κλπ.



(α)



(β)

Σχ. 12.4ε.
Στεγανωτικές μεμβράνες πολυαιθυλενίου. Δεν προσβάλλονται από οποιαδήποτε χημική ουσία. Έχουν πλάτος περίπου 7,0 m και πάχος από 0,5 έως 3 mm. Χρησιμοποιούνται για στεγανώσεις θεμελιώσεων, λεκανών κλπ. β) Αυτοκόλλητη στεγανή μεμβράνη που αποτελείται από διπλή συνθετική μεμβράνη και μία ασφαλτική στρώση.

μέσω των αρμών στα υποκείμενα μονωτικά στρώματα, είτε αυτά προορίζονται για θερμομόνωση είτε για υγρομόνωση αποτελεί ένα σοβαρό πρόβλημα. Ειδικά λόγω των θερμικών συστοδιαστολών στις οποίες υπόκεινται όλα τα υλικά, το υλικό πληρώσεως των αρμών πρέπει να είναι και να παραμένει για μεγάλο χρονικό διάστημα πλαστικό για να μη χάνει τη στεγανωτική του ικανότητα.

Τέτοια υλικά είναι κυρίως οι ασφαλτικοί στόκοι θερμής εφαρμογής, η υδρύαλος και μεγάλη ποικιλία συνθετικών ρητινών (σχ. 12.4στ και 12.4ζ). Καλά αποτελέσματα δίνουν οι σκληρυνόμενες με οξέα ρητίνες της φορμαλδεΰδης, οι εποξειδικές ρητίνες και οι ρητίνες πολυεστέρων.

Οι αρμοί διαστολής που υποχρεωτικά σχηματίζονται σε έργα από οπλισμένο σκυρόδεμα πρέπει να στεγανοποιηθούν αποτελεσματικά, γιατί η είσοδος νερού προκαλεί σοβαρές βλάβες στα έργα. Αποτελεσματικότερη μέθοδος είναι η ενσωμάτωση στο σκυρόδεμα ειδικών ελαστικών λωρίδων διαφόρων μορφών. Είναι όμως απαραίτητη και η εξωτερική στεγάνωση.

Προκειμένου όμως για προκατασκευασμένα στοιχεία, δεν είναι δυνατή η χρήση των ειδικών ελαστικών λωρίδων. Πρέπει επομένως να στεγανοποιηθούν με πλαστικά υλικά. Συνήθως για την πλήρωση του αρμού διαστολής χρησιμοποιούνται πλαστικά υλικά με βάση την άσφαλτο ή την πίσσα και μία συνθετική ρητίνη (σχ. 12.4στ). Σήμερα καλύτερη στεγάνωση προσφέρουν τα απολύτως ελαστικά υλικά όπως είναι τα πολυσουλφίδια, οι σιλικόνες, η πολυουρεθάνη κλπ. (σχ. 12.4ζ).

Μία άλλη μέθοδος εφαρμόζεται με τη χρησιμοποίηση ιμάντων ή κορδονιών διαφόρων μορφών (τσιμούχες) από πολύ ελαστικό υλικό που πιέζονται και σφηνώνονται μέσα στον αρμό.

γ) Στεγανοποίηση οδών, αεροδρομίων και υδραυλικών έργων.

1) Τα ασφαλτικά υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των δρόμων και των αεροδρομίων προορίζονται για τη δημιουργία ασφαλτοσκυροδεμάτων με τα οποία κατασκευάζονται οι βάσεις των οδοστρωμάτων. Δεν μπορεί όμως να χαρακτηριστούν ως στεγανοποιητικά υλικά γιατί δεν εμποδίζουν την είσοδο του νερού.

Τα μόνα στεγανωτικά υλικά είναι:

– Το ασφαλτοκονίαμα που αποτελείται από λεπτή άμμο και σημαντική ποσότητα συνδετικού υλικού (ασφάλτου).

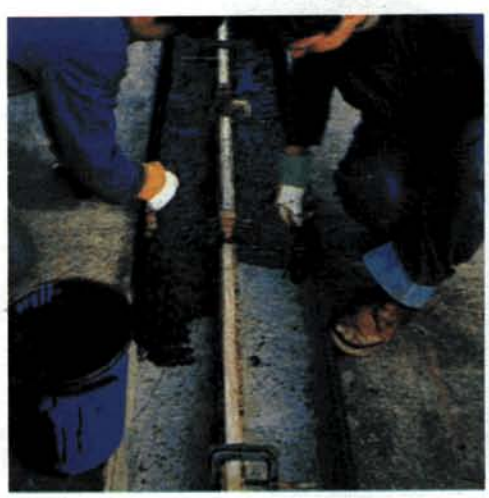
– Η χυτή άσφαλτος και η ασφαλτική μαστίχη.

Με τα προϊόντα αυτά σχηματίζεται η τελική στρώση (σσφαλιστικός τάπητας) που δημιουργεί πράγματι τη στεγάνωση του οδοστρώματος. Η στεγάνωση αυτή είναι απαραίτητη γιατί η είσοδος νερού στα κατώτερα στρώματα του οδοστρώματος και εν συνεχεία στο φυσικό έδαφος προκαλεί καθιζήσεις και καταστροφή του δρόμου.

Η χυτή άσφαλτος χρησιμοποιείται επίσης



Σχ. 12.4στ.
Ελαστομερές υλικό πολυουρεθάνης σε συνδυασμό με πίσσα. Εκδηλώνει εξαιρετική ελαστικότητα και μεγάλη συγκολλητική δύναμη. Χρησιμοποιείται για μόνωση οριζοντίων και κατακορύφων αρμών.



Σχ. 12.4ζ.
Στεγανωτική μαλακή μάζα δύο συστατικών που πολυμερίζεται με ειδικό σκληρυντή και μετατρέπεται σε ανθεκτική ελαστική μάζα.

στις μεταλλικές ή στις εκ σκυροδέματος γέφυρες.

Η ασφαλτομαστίχη εμφανίζει μεγαλύτερες στεγανωτικές ικανότητες και τοποθετείται κάτω από τον τελικό τάπητα των γεφυρών.

Σήμερα άρχισαν να χρησιμοποιούνται για στεγάνωση συνθετικές ρητίνες μόνες τους ή σε συνδυασμό με πίσσα. Έτσι επιτυγχάνονται λεπτότερες στρώσεις, με μεγαλύτερη αντοχή στις μεγάλες θερμοκρασίες, στα ορυκτέλαια και στις βενζίνες στα οποία όπως προαναφέρθηκε τα από άσφαλτο υλικά είναι πολύ ευπαθή. Ιδιαίτερα παρουσιάζονται φθορές στους ασφαλτικούς τάπητες σε χώρους που σταθμεύουν αυτοκίνητα, συνεργεία επισκευών, πρατήρια βενζίνης κλπ.

2) Στα υδραυλικά έργα, π.χ. στους ταμιευτήρες, στα αντλιοστάσια, στις διώρυγες, σε αντιπλημμυρικά έργα κλπ. είναι απαραίτητη η στεγάνωσή τους και η προστασία τους από τη διάβρωση. Για τους σκοπούς αυτούς χρησιμοποιούνται επικαλύψεις και τάπητες παρόμοιοι προς τους χρησιμοποιουμένους στους δρόμους. Χρησιμοποιούνται δηλαδή τάπητες από ασφαλτοσκυρόδεμα ή μίγμα ασφάλτου και άμμου που τελικά καλύπτονται με χυτή άσφαλτο.

Τα τελευταία όμως χρόνια, λόγω της ανάπτυξεως της τεχνολογίας των μεμβρανών από συνθετικές ρητίνες, οι ασφαλτικές μονώσεις άρχισαν να περιορίζονται σημαντικά. Η προστασία των έργων και των εδαφών από το νερό και τη διάβρωση καθώς και η στεγανοποίηση και αποστράγγιση επιτυγχάνονται καλύτερα και ταχύτερα με τη χρήση μεμβρανών. Στα σχήματα 12.4η, 12.4θ, 12.4ι, 12.4ια και 12.4ιβ απεικονίζονται μερικές από τις εφαρμογές των στεγανωτικών και αποστραγγιστικών μεμβρανών.



Σχ. 12.4η.
Κυψελωτή μεμβράνη από λωρίδες μη υφασμένου πολυστερικού υλικού, προστατεύει το έδαφος από τη διάβρωση.



(α)

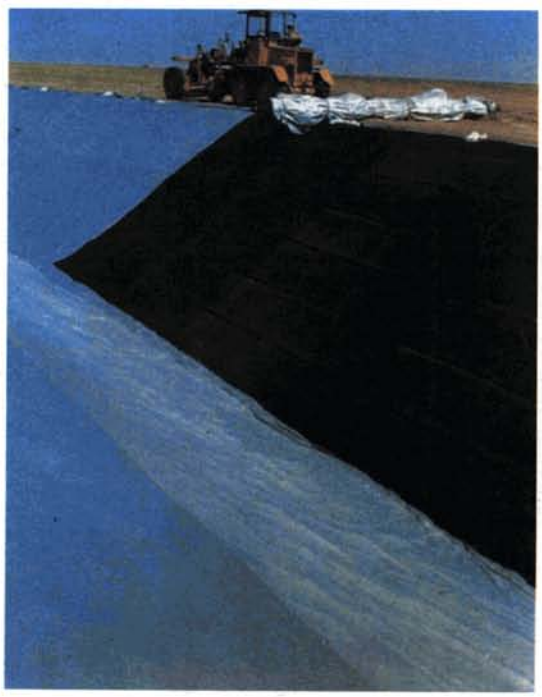


(β)

Σχ. 12.4θ.
Μεμβράνη κατάλληλη για προστασία εδαφών και έργων (ονομαζόμενη γεωύφασμα), που έχει κατασκευασθεί από ίνες πολυπροπυλενίου (α) ή πολυαιθυλενίου (β). Χρησιμοποιείται για την προστασία θεμελίων από διάβρωση, αποστράγγιση, σταθεροποίηση πρανών κλπ.



Σχ. 12.4ι.
Στεγάνωση πρανών Ολυμπιακού Σταδίου (ποδηλατοδρόμιο)
με μεγάλες μεμβράνες PVC.



Σχ. 12.4ια.
Γεωύφασμα από μη υφαντές πολυεστερικές ίνες, για την προστασία των πρανών μεγάλων αρδευτικών διωρύγων.



Σχ. 12.4ιβ.
Αποστραγγιστική μεμβράνη πολυαιθυλενίου για την προστασία υπογείων τοίχων από το νερό.

12.5 Υλικά θωρακίσεως ή προστασίας κατά των πυρηνικών ακτινοβολιών.

12.5.1 Οι πυρηνικές ακτινοβολίες.

Από τη διάσπαση των πυρήνων ορισμένων στοιχείων (ραδιενεργά στοιχεία) ή ραδιενεργών πυρήνων που παράγονται τεχνητά κατά τις πυρηνικές αντιδράσεις ή από τη σχάση ορισμένων πυρήνων όπως π.χ. το ουράνιο εκπέμπονται διάφορες ακτινοβολίες. Οι κυριότερες από τις ακτινοβολίες αυτές είναι:

- Φωτόνια ή ακτίνες γ.
- Σωματίδια ή ακτίνες α και β.
- Νετρόνια και
- θραύσματα σχάσεως.

Τα πιο διεισδυτικά είδη ακτινοβολίας είναι οι ακτίνες γ και τα νετρόνια.

Η φύση και ο τρόπος δημιουργίας αυτών των ακτινοβολιών δεν είναι αντικείμενο του παρόντος. Έχουν όμως ένα κοινό χαρακτηριστικό, προκαλούν σοβαρές βλάβες, ακόμη και το θάνατο οποιουδήποτε έμβιου όντος που θα υποστεί την επίδρασή τους. Η σοβαρότητα των βλαβών εξαρτάται από το μέγεθος της ακτινοβολίας που θα προσβάλει το άτομο ή από το χρόνο που θα διαρκέσει αυτή ή από την επανάληψη έστω και μικρών ποσοτήτων ακτινοβολίας.

Η μεγάλη ανάπτυξη της πυρηνικής επιστήμης και η παρασκευή ραδιενεργών φαρμάκων και άλλων ουσιών που χρησιμοποιούνται στην ιατρική, στη βιομηχανία κ.α, η χρησιμοποίηση μεθόδων που βασίζονται στη χρήση ραδιενεργών ισοτόπων και γενικά η εκτεταμένη χρησιμοποίηση της πυρηνικής ενέργειας όχι μόνο για ειρηνικούς σκοπούς, αναγκάζει το σύγχρονο άνθρωπο πολύ συχνά να αντιμετωπίζει αυτές τις ακτινοβολίες. Συνηθέστερες περιπτώσεις εκθέσεως σε ακτινοβολίες είναι π.χ. η λήψη ακτινογραφιών, η χρήση ραδιοφαρμάκων και ραδιοϊσοτόπων, η θεραπεία με ακτινοβολίες, η γειτνίαση ή η απασχόληση σε εργαστήρια που χρησιμοποιούν ραδιενεργές πηγές κλπ. Σπανιότερες περιπτώσεις παρουσιάζονται κατά τις δοκιμαστικές εκρήξεις ατομικών βομβών ή πυρηνικών όπλων, σε ατυχήματα πυρηνικών εγκαταστάσεων κλπ.

Η προστασία των ανθρώπων από τις πυρηνικές ακτινοβολίες αποτελεί ένα πολύ δύσκολο εγχείρημα. Οι δυσκολίες προκύπτουν από το γεγονός ότι πρέπει να χρησιμοποιηθούν, για την κατασκευή των προστατευτικών μέσων, υλικά με μεγάλο βάρος ή πολύ ελαφρά, ανάλογα με το είδος της ακτινοβολίας που πρόκειται να αντιμετωπισθεί.

Οι δύο συχνότερα εκπεμπόμενες και πλέον επικίνδυνες ακτινοβολίες, οι ακτίνες γ και τα νετρόνια, εμποδίζονται ή απορροφούνται από υλικά με άκρως αντίθετες μοριακές δομές. Οι ακτίνες γ αντιμετωπίζονται με υλικά μεγάλου μοριακού βάρους όπως είναι π.χ. ο μόλυβδος. Αντιθέτως η διείσδυση των νετρονίων περιορίζεται σημαντικά από υλικά μικρού βάρους όπως είναι π.χ. το νερό. Ένας επίσης σοβαρός παράγοντας που επηρεάζει τη δράση των ακτινοβολιών είναι το μεγάλο πάχος των προστατευτικών μανδυών.

Στην περίπτωση π.χ. της σχάσεως των πυρήνων (πυρηνικές αντιδράσεις) εκπέμπονται συγχρόνως, μεταξύ άλλων, ακτίνες γ και νετρόνια, οπότε γίνεται φανερό ότι οι παρουσιαζόμενες δυσκολίες για την προστασία των ανθρώπων, είναι σημαντικές. Τούτο διότι για την προστασία τους απαιτείται η κατασκευή ενός σύνθετου μανδύα, εξαιρετικά μεγάλου πάχους που θα αποτελείται από δύο, εντελώς διαφορετικού βάρους, υλικά. Για τους παραπάνω λόγους είναι προτιμότερο να γίνεται η αντιμετώπιση των ακτινοβολιών στην πηγή τους, όπως συμβαίνει με τους πυρηνικούς αντιδραστήρες ισχύος ή έρευνας.

Οι αντιδραστήρες αυτοί είναι βυθισμένοι σε μεγάλου βάθους δεξαμενές γεμισμένες με νερό των οποίων τα τοιχώματα είναι κατασκευασμένα από οπλισμένο σκυρόδεμα μεγάλου πάχους (άνω των 3 m). Το νερό εμποδίζει τη διάδοση της ακτινοβολίας γ, ενώ το σκυρόδεμα απορροφά τα νετρόνια. Για την αποτελεσματικότερη δράση του σκυροδέματος χρησιμοποιείται βαρέος τύπου με ειδικό βάρος 4,5 kp/cm^3 (4.500 kp/m^3).

Όσον αφορά τα άτομα που χειρίζονται μηχανήματα με εκπομπές ακτινοβολιών γ, Χ κλπ. (ακτινολόγοι, γιατροί, ερευνητές) η αποτελεσματικότερη προστασία επιτυγχάνεται με φύλλα μολύβδου.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ

Σύμβολο	Ονομασία	Μονάδες μετρήσεως
A	απόδοση κονιάματος	αδιάστατο
α	συντελεστής γραμμικής διαστολής	mm/m . gd ή gd^{-1}
α	αραιότητα ή πορώδες	αδιάστατο
γ	συντελεστής κυβικής διαστολής	mm/m . gd ή gd^{-1}
Δe	επιμήκυνση	cm ή mm
Δt	θερμοκρασιακή διαφορά	gd
E	μέτρο ελαστικότητας	kp/cm^2
ε	ανηγμένη επιμήκυνση	αδιάστατο
λ	συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας	kcal . gd^{-1} . m^{-1} . h^{-1} ή Btu . $°F^{-1}$. ft^{-1} . h^{-1}
ν	συντελεστής ασφάλειας	αδιάστατο
ρ	σχετική ή φαινόμενη πυκνότητα	αδιάστατο
σ	τάση	kp/cm^2
$σ_{ελ}$	τάση εφελκυσμού	kp/cm^2
$σ_{επ}$	επιτρεπόμενη ή ανεκτή τάση	kp/cm^2
$σ_{θλ}$	τάση θλίψεως	kp/cm^2
$σ_{θρ}$	τάση θραύσεως (αντοχή σε θραύση)	kp/cm^2
τr	διατμητική τάση	kp/cm^2
$τ_{θρ}$	αντοχή σε διάτμηση	kp/cm^2
Υ	δείκτης υδραυλικότητας τσιμέντου	αδιάστατο
Ω	συντελεστής περιεκτικότητας νερού	αδιάστατο
d	πάχος, διάμετρος	mm, cm, m
F	επιφάνεια	cm^2, m^2
G	συγκεντρωμένο μόνιμο φορτίο	p, kp, t
g	διανεμημένο μόνιμο φορτίο	kp/m, Mp/m, t/m
H, h	ύψος	mm, cm, m
K	ενέργεια από κρούση	kp/cm
l	μήκος	mm, cm, m
M	μάζα	g, kg, t
P	Συγκεντρωμένο μεταβλητό φορτίο	p, kp,Mp
p	Διανεμημένο μεταβλητό φορτίο	p, kp, Mp
Q	ποσότητα θερμότητας	kcal
s	σχετικό ή φαινόμενο ειδικό βάρος	kp/m^3, kp/cm^3
T	χρόνος	s, min, h
t	θερμοκρασία	gd, °C, °F
u	απόλυτο ειδικό βάρος	p/cm^3
$V_κ$	όγκος κενών	cm^3, lt, m^3
V_u	όγκος απόλυτος	cm^3, lt, m^3
$V_φ$	όγκος φαινόμενος	cm^3, lt, m^3
W_o	ανεμοπίεση	kp/m^2
W_{28}	τάση θραύσεως κυβικού δοκιμίου ηλικίας 28 ημερών	kp/m^2

ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΣ

1. Οι μονάδες μετρήσεως για διάφορα φυσικά μεγέθη έχουν καθορισθεί διεθνώς και τα κράτη, στο σύνολό τους σχεδόν, έχουν αποδεχθεί ένα σύστημα, στο οποίο έχουν ενταχθεί αυτές οι μονάδες. Το σύστημα αυτό ονομάζεται «Μερικό Σύστημα» ή «Δεκαδικό Σύστημα». Υπάρχουν κι άλλα συστήματα μονάδων μετρήσεως από τα οποία το σπουδαιότερο είναι το «Αυτοκρατορικό Σύστημα» που ισχύει στις χώρες της Βρετανικής Κοινοπολιτείας και στη Νότιο Αφρική. Από το 1960 όμως διάφορες χώρες της κοινοπολιτείας άρχισαν να μετατρέπουν το σύστημα αυτό και να εφαρμόζουν το Μετρικό.
2. Κατά τις μετρήσεις των διαφόρων μεγεθών δεν χρησιμοποιούνται μόνο ακέραιες μονάδες, αλλά και υποπολλαπλάσια ή πολλαπλάσια αυτών. Αυτά προκύπτουν με διαίρεση ή πολλαπλασιασμό των μονάδων με το 10 και συμβολίζονται με γράμματα του ελληνικού και λατινικού αλφαβήτου, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Πρόθεμα		Συντελεστής πολλαπλασιασμού βασικής τιμής	
Όνομα	Σύμβολο		
atto	a	10^{-18}	Πεντακισεκατομμυριοστό
fempto	f	10^{-15}	Τετρακισεκατομμυριοστό
pico	p	10^{-12}	Τρισεκατομμυριοστό
mano	n	10^{-9}	Δισεκατομμυριοστό
micro	μ	10^{-6}	Εκατομμυριοστό
mili	m	10^{-3}	Χιλιοστό
centi	c	10^{-2}	Εκατοστό
deci	d	10^{-1}	Δέκατο
deka	da	10^{1}	Δεκά
hekto	h	10^{2}	Εκατόμ
kiro	k	10^{3}	Χιλιό
myria	my	10^{4}	Μυριό
mega	M	10^{6}	Μεγά
giga	G	10^{9}	Γιγά
tera	T	10^{12}	Τερά

Παράδειγμα: Βασική μονάδα μήκους το μέτρο (m)

Υποπολλαπλάσια:	nm	(nanometer – νανόμετρο	10^{-9} m)
	mm	(milimeter – χιλιοστόμετρο	10^{-6} m)
	cm	(centimeter – εκατοστόμετρο	10^{-2} m)
Πολλαπλάσια:	dam	(dekameter – δεκάμετρο	10 m)
	hm	(hektometer – εκατομμόμετρο	10^{2} m)
	km	(kilometer - χιλιόμετρο	10^{3} m)

3. Οι βασικές μονάδες στο Μετρικό Σύστημα και οι σχέσεις μεταξύ των διαφόρων υποπολλαπλασίων και πολλαπλασίων τους, αναφέρονται εν συνεχεία.

3.1 ***Μήκος:*** Βασική μονάδα το μέτρο (m)

Άλλες μονάδες: άγκστρομ (Å: Angstrom = 10^{-10} m)

Μερικές σχέσεις:

1000 pm	=	1 nm
1000 μm	=	1 mm
10 cm	=	1 dam
100 m	=	1 hm
1000 km	=	1 Mm
10 Å	=	1 nm = 10^{-6} mm

3.2 ***Επιφάνεια:*** Βασική μονάδα το τετραγωνικό μέτρο (m^2)

Άλλες μονάδες:
αρ (a: are = 100 m^2)
εκτάριο (ha: hectare = 10^4 m^2)
ντεκάρ (daa: decare = 10^3 m^2) ή στρέμμα

Μερικές σχέσεις:
100 mm^2 = 1 cm^2
1.000.000 mm^2 = 1 m^2
10.000 m^2 = 1 hm^2
100 hm^2 = 1 km^2
100 a = 1 ha

3.3 ***Όγκος:*** Βασική μονάδα το κυβικό μέτρο m^3

Άλλες μονάδες: λίτρο l: litre = dm^3 = 1000 cm^3

Μερικές σχέσεις:
1000 mm^3 = 1 cm^3
1000 dm^3 = 1 m^3
1000 dam^3 = 1 hm^3
1 ml = 1 cm^3
100 l = 1 hl
1000 l = 1 kl = 1 m^3

3.4 ***Μάζα:*** Βασική μονάδα το γραμμάριο (g : gram)

Άλλες μονάδες:
μετρικό καράτι c: carat = 200 mg/e
κουίνταλ q: quintal = 100 kg
1000 μg = 1 mg
1000 mg = 1 g
1.000.000 mg = 1 kg
100 kg = 1 quintal (q)
10 q = 1 Mg
= 1 ton (t)

3.5 ***Συχνότητα:*** Βασική μονάδα το χερτς (Hz: hertz). Ορισμός: ο αριθμός των επαναλήψεων σε ένα δευτερόλεπτο ενός κανονικού φαινομένου.

Μερικές σχέσεις:
1000 Hz = 1 kHz
1000 KHz = 1 MHz κ.ο.κ.

3.6 ***Ταχύτητα:*** Βασική μονάδα 1 m/s (1 μέτρο ανά δευτερόλεπτο)

Μερικές σχέσεις:
3,6 km/h = 1 m/s
3600 km/h = 1 km/s

3.7 ***Επιτάχυνση.*** Ορισμός: η διεθνής σταθερή τιμή της βαρύτητας g_n = 9,806 m/s^2

Άλλες μονάδες:
1 galileo (Gal) = 1 cm/s^2
100 cm/s^2 = 1 m/s^2

3.8 ***Πυκνότητα, συγκέντρωση.*** Ορισμός: μάζα 1 g σε ένα μέσο όγκο 1 cm^3

Μερικές σχέσεις:
1 g/m^3 = 1 mg/dm^3
1000 mg/dm^3 = 1 g/dm^3
= 1 g/l
= 1 kg/m^3

3.9 ***Δύναμη.*** Ορισμός: **Newton** (N) (νιούτον) = η δύναμη, η οποία όταν ενεργήσει σε μάζα 1 kg, της δίνει επιτάχυνση 1 m/s^2.

ή **Kilopond** (Kp) = εκείνη η δύναμη που όταν ενεργήσει σε μάζα 1 kg, της δίνει επιτάχυνση ίση με την επιτάχυνση της βαρύτητας (9,806 m/s^2)

ή **Dyne** (dyn) (δίνη) = εκείνη η δύναμη που όταν ενεργήσει σε μάζα 1 g της δίνει επιτάχυνση ίση με 1 cm/s^2

Μερικές σχέσεις:
10 μN = 1 dyn
1000 μN = 1 mN
100.000 dyn = 1 N
9,806 N = 1 Kp

3.10 ***Πίεση και τάση.*** Ορισμός: Pascal (Pa) (πασκάλ) = η πίεση που προκαλείται από μία δύναμη ενός newton (N) όταν ενεργεί ομοιόμορφα κατανεμημένη, σε μια επιφάνεια 1 m^2.

Μερικές σχέσεις:
1000 μPa = 1 mPa

100 mPa	=	1 dyn/cm^2
	=	1 μbar
10 μbar	=	1 Pa
	=	N/m^2
9,806 Pa	=	1 mm νερού (1 mm H_2O)
10 m bar	=	1 kPa
98.066,5 Pa	=	1 atm (τεχνική ατμόσφαιρα)
	=	1 kp/cm^2
100.000 Pa	=	1 bar
1000 mPa	=	1 bar

3.11 ***Ενέργεια, έργο.*** Ορισμός: Joule (J) (τζάουλ) = το έργο που γίνεται όταν το σημείο εφαρμογής μιας δυνάμεως 1 N, μετακινείται σε απόσταση 1 μέτρου κατά τη διεύθυνση της δυνάμεως.

10.000 ergs	=	1 mJ
1 erg	=	10^{-8} J
1000 mJ	=	1 J
1000 kJ	=	1 MJ
3,6 MJ	=	1 kilowatt/ώρα (kWh)

3.12 ***Ισχύς.*** Ορισμός: Watt (W) (βατ) = η ισχύς που αυξάνει την ενέργεια κατά 1 J σε 1 s.

Μετρικός ίππος (ch ή PS) = η δύναμη που ανυψώνει 75 kg, αντίθετα προς τη διεύθυνση της βαρύτητας, κατά 1 m σε 1 s.

1000 W	=	1 kW
1000 kW	=	1 MW
1.000.000 kW	=	1 GW

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1
Μεταβλητές δυνάμεις (φορτία)

1 Στέγες μη βατές

1.1 Βάρος χιονιού

Κλίση στέγης α=	0°	20°	40°	60°	> 60°
Βάρος χιονιού ($^{kg}/_{m^2}$) ps =	125 · h	125 · h	90 · h	60 · h	0
Παρατηρήσεις:	α: Η γωνία της στέγης προς τον ορίζοντα h: Το πάχος σε m του στρώματος του χιονιού σε οριζόντια επιφάνεια. Όταν δεν είναι γνωστό το πάχος λαμβάνεται h = 0,50 m.				

1.2 Πίεση του ανέμου (ανεμοπίεση)

	Σύμβολο	Μονάδα	Τιμή δυνάμεως W_o
α. Ανεμοπίεση σε επιφάνεια κάθετη προς τη διεύθυνση του ανέμου:	W_o	$^{kg}/_{m^2}$	1. Ύψος έργου h ≤ 15 m = 100 2. Ύψος έργου 15 m < h ≤ 25 m = 125 3. Ύψος έργου > 25 m = 150 4. Δικτυώματος, ικριώματος ιστοί κλπ. = 150
β. Ανεμοπίεση σε επιφάνεια με κλίση α προς τη διεύθυνση του ανέμου:	$W = W_o \eta \mu^2 \alpha$		

2 Στέγες βατές και δάπεδα

(Φορτία προερχόμενα από ανθρώπους, αντικείμενα κλπ.)

2.1	Στέγες οριζόντιες ή με κλίση 1 : 20, όπου δεν αποκλείεται η συγκέντρωση ανθρώπων	$p = 200\ ^{kg}/_{m^2}$
2.2	Δάπεδα κατοικιών, γραφείων, χώρων εργασίας, διαδρόμων κλπ., χώρων εκθέσεων και πωλήσεων μέχρι επιφανείας 50 m^2	$p = 200\ ^{kg}/_{m^2}$
2.3	Δάπεδα θαλάμων νοσοκομείων και παρεμφερών κτηρίων και διάδρομοι αυτών	$p = 300\ ^{kg}/_{m^2}$
2.4	Κλίμακες και πλατύσκαλα κατοικιών, σχολείων κλπ.	$p = 350\ ^{kg}/_{m^2}$
2.5	Αίθουσες συγκεντρώσεων (εκκλησίες, θέατρα, αίθουσες χορού, αμφιθέατρα με ορισμένες θέσεις. Ξενοδοχεία. Διάδρομοι των αναφερομένων χώρων. Εξώστες και θεωρεία. Χώροι εκθέσεων και πωλήσεων με επιφάνεια μεγαλύτερη των 50 m^2. Βιβλιοθήκες, βιβλιοπωλεία, αρχεία κλπ. και τέλος αυλές χωρίς κυκλοφορία οχημάτων. Αμφιθέατρα χωρίς ορισμένες θέσεις.	$p = 500\ ^{kg}/_{m^2}$ $p = 750\ ^{kg}/_{m^2}$

3 Ανελκυστήρες

Για την ανάρτηση του ανελκυστήρα υπολογίζονται 1500 kg ανά 100 kg ωφέλιμου φορτίου.

4 Στηθαία και κιγκλιδώματα

Οριζόντια ώθηση που εφαρμόζεται στο άνω άκρο:		$p = 50\ ^{kg}/_{m}$ μήκους
α. Σε κλίμακες και εξώστες κατοικιών εν γένει		$p = 100\ ^{kg}/_{m}$ μήκους
β. Σε αίθουσες συγκεντρώσεων ως 2,5		

5 Δυναμικές φορτίσεις

Σε περίπτωση κραδασμών που οφείλονται κυρίως σε λειτουργία μηχανημάτων, τα αναφερόμενα, προηγουμένως φορτία αυξάνονται από 25% έως 100%.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Φαινόμενα βάρη διαφόρων υλικών και γωνίες φυσικού πρανούς

Α/Α	Υλικά	Φαινόμενο βάρος kg/m^3	γωνία φυσικού πρανούς σε μοίρες
1	Αλάτι (μαγειρικό)	1250	40°
2	Αλεύρι (σιτηρών) και πίτυρα σε σάκους ή και ελεύθερα χυμένα	500	45°
3	Άμμος ή και χαλίκια στεγνά Άμμος με φυσική υγρασία (5% νερό) Άμμος έντονα διαποτισμένη	1600 1800 2000	30°- 35° 40° 25°
4	Άνθρακες (λιθάνθρακες) πισσώδεις (750-900)	850	35°
4α	Άνθρακες (λιθάνθρακες) φωταερίου (800-950)	900	45°
5	Ανθρακίτης (800-950)	900	27°
6	Άνθρακας σε πλινθία (μπρικέτες) (750-950)	1000	–
7	Αραβόσιτος (570-700)	650	28°
8	Άργιλος ή πηλός στεγνός Άργιλος αδιάβροχος	1600 2300	40°- 50° 20°-25°
9	Άσβεστος σε τεμάχια Άσβεστος σε σκόνη (σκόνη υδρασβέστου) μετρίως συμπεπιεσμένη	1000 1000	45° 25°
10	Άχυρο ελεύθερα χυμένο μέχρι ύψους 3 μ.	45	
10α	Άχυρο πεπιεσμένο (μπάλες)	170	
11	Βιβλία ή έγγραφα συσσωρευμένα	850	
12	Βρώμη	550	32°-41°
13	Βύνη (χονδροτριμμένη)	400	45°
14	Γεώμηλα	750	30°
15	Γύψος πλαστική μετρίως συμπιεσμένη	1350	
16	Δέρματα νωπά Δέρματα στεγνά	1020 860	
17	Μαλλί πιεσμένο Μαλλί ασυμπίεστο	1300 450	
18	Ερμάρια ή ράφια με βιβλία, αρχεία κτ. (περιλαμβανομένων και των κενών χώρων) (Εάν τα βιβλία ή τα έγγραφα κτ. βρίσκονται σε σωρό, ισχύει ο αρ. 11 του παρόντος πίνακα)	600	
19	Ζάχαρη	750	35°
20	Καρποί	350	
21	Καφές	700	
22	Κριθάρι (450-750)	690	28°-32°
23	Κέχρος (κεχρί) (630-710)	700	35°
24	Λιγνίτης (650-800)	700	35°
24α	Λιγνίτης σε πλίνθους (μπρικέτες) σε σωρό	800	30°
25	Λινόσπορος (660-690)	680	25°

(συνεχίζεται)

26	Λούπινα (730-780)	750	30°
27	Μπιζέλια	850	25°
28	Ξύλα σχισμένα σε τεμάχια (της φωτιάς) (330-420)	400	45°
29	Οπτάνθρακες (κωκ) φωταερίου (360-550)	500	45°
30	Ορυκτά (1700-1900)	1800	40°- 45°
31	Πάγος	920	30°
32	Σίκαλη	680	23°- 44°
33	Τσιμέντο στοιβαγμένο (1650-1970)	1900	25°
33α	Τσιμέντο ελεύθερα χυμένο (970-1260)	1200	25°
33β	Τσιμέντο σε σάκους	1600	
34	Σιτάρι (680-840)	760	30°-38°
35	Συντρίμματα (λίθων) γωνιώδη στεγνά	1800	45°
35α	Συντρίμματα (λίθων) στρογγυλεμένα στεγνά	1800	30°
36	Σκωρία ανθράκων (700-1000)	1000	45°
36α	Σκωρία υψικαμίνων (τεμ. 3-7 εκ.) (1300-1700)	1500	40°
36β	Σκωρία υψικαμίνων (κοκκώδης άμμος σκωρίας)	1100	25°
36γ	Σκωρία (αφρώδης) υψικαμίνων	700	35°
37	Τεύτλα	750	30°
38	Τέφρα κωκ (600-850)	700	25°
38α	Τέφρα από σκουριά	900	40°
39	Τύρφη ασυμπίεστος Τύρφη πεπιεσμένη	250 300	
40	Φασόλια	850	30°- 32°
41	Χάρτης στοιβαγμένος	1100	
42	Χιόνι ασυμπίεστο	125	
43	Χόρτο ξηρό ελεύθερα χυμένο μέχρι ύψους 3 μ.	70	
43α	Χόρτο ξηρό πεπιεσμένο (μπάλες)	170	
43β	Χόρτο νωπό	350	
44	Χώματα εν γένει (πλην αργίλων) στεγνά (1400-1800)	1600	35°- 40°
44α	Χώματα εν γένει (πλην αργίλων) με την εδαφική υγρασία (5% νερό) (1600-2000)	1800	40°- 45°
44β	Χώματα εν γένει (πλην αργίλων) έντονα διαποτισμένα (1700-2300) Σε περίπτωση ελαφρού κηποχώματος (χούμου) δύνανται τα βάρη να ελαττωθούν για μεν το στεγνό σε 1400 kg) $μ^3$ για δε το βρεγμένο σε 1700 kg) $μ^3$ Ψηφίδες ή άμμος πολύ χονδρή στεγνά Ψηφίδες ή άμμος πολύ χονδρή βρεγμένα	2000 1700 2000	27° 35°- 40° 25°

ΠΙΝΑΚΑΣ 3
Φαινόμενα βάρη δομικών υλικών και δομικών στοιχείων

ΥΛΙΚΑ			kg/m^2	kg/m^3
1. Φυσικοί λίθοι				
1.1	Ασβεστόλιθοι συμπαγείς			2.500 - 2.850
1.2	Ασβεστόλιθοι πορώδεις (πουριά, αγκωνάρια κλπ.)			1.800 - 2.500
1.3	Γνεύσιος			2.400 - 2.700
1.4	Γρανίτης			2.500 - 2.900
1.5	Δολομίτης			2.700 - 2.900
1.6	Κροκαλοπαγές πέτρωμα (μέσος όρος)			2.200
1.7	Μάρμαρο			2.600 - 2.850
1.8	Πράσινο μάρμαρο (οφείτης)			2.700
1.9	Πλάκες επικαλύψεων τύπου Μάλτας			2.000
1.10	Σχιστόλιθος (ασβεστολιθικός, μαρμαρυγιακός)			2.650 - 2.700
1.11	Σχιστόλιθος αργιλικός			2.700 - 3.500
1.12	Τύφοι (πωρόλιθοι Κιμώλου, Αιγίνης)			2.000
1.13	Τραχείτες			2.000 - 2.700
1.14	Ψαμμίτες			2.200 - 2.700
2. Οπτόπλινθοι				
2.1	Οπτόπλινθοι πλήρεις			
		Διαστάσεις	Βάρος ενός τεμαχίου σε g	
		18,3 x 8,5 x 3,5	690	
		19,0 x 9 x 3,5	810	
		20,5 x 9 x 4,5	1000	
2.2	Οπτόπλινθοι διάτρητοι			
	Τύπος Α	20,5 x 8,7 x 6,8	1250	
		20,0 x 9,3 x 6,6	1150	
	Τύπος Β	17,5 x 7,5 x 5,0	660	
		18,5 x 7,6 x 5,7	700	
3. Λίθινα προϊόντα				
3.1	Άμμος στεγνή λεπτόκοκκος			1.400 - 1650
3.2	Άμμος στεγνή χονδρόκοκκος			1.400 - 1.500
3.3	Υγρή λεπτόκοκκος ή χονδρόκοκκος			1.850 - 2.050
3.4	Αμμοχάλικο κισσήρεως φυσικής συνθέσεως			600 - 900
3.5	Σκωρίες άνθρακα			700 - 1.000
3.6	Σκύρα στεγνά			1.500 - 1.900
3.7	Σκύρα υγρά			1.900 - 2.100
4. Κονίες				
4.1	Άσβεστος σε τεμάχια			900 - 1.300
4.2	Άσβεστος σβησμένη			1.300 - 1.400
4.3	Άσβεστος σε σκόνη (συσκευασία σε σάκους), μέσος όρος			1.000
4.4	Γύψος πλαστική			1.250 - 1.400
4.5	Γύψος τραχεία			1.100 - 1.600
4.6	Θηραϊκή γη στοιβαγμένη (σε σάκους)			1.170 - 1.250
4.7	Θηραϊκή γη χύμα			770 - 952
4.8	Ρωμαϊκή κονία			800 - 1.500
4.9	Τσιμέντο στοιβαγμένο (σε σάκους)			1.650 - 1970
4.10	Τσιμέντο χύμα			970 - 1260
5. Ξυλεία ξηρά με φυσική υγρασία 15%				
5.1	Έλατο εν γένει (λευκή ξυλεία)			550
5.2	Πεύκο (Σουηδική ξυλεία)			550
5.3	Πεύκο λαρικοειδές (λάρτζινο)			650
5.4	Πεύκο Αμερικής (Πιτς-πάιν, Όριγκον-πάιν)			750
5.5	Οξιά			750
5.6	Δρυς			900
6. Μέταλλα				
6.1	Αλουμίνιο			2.700
6.2	Αλουμινίου κράματα			2.800

(συνεχίζεται)

(συνέχεια πίνακα 3)

6.2	Αλουμινίου κράματα		2.800
6.3	Μόλυβδος		11.400
6.4	Ορείχαλκος κρατέρωμα (μπρούτζος)		8.500
6.5	Χαλκός σφυρήλατος ή έλατος		8.900
6.6	Χαλκός χυτός		7.850
6.7	Χυτοσίδηρος		7.250
6.8	Ψευδάργυρος έλατος		7.200
6.9	Ψευδάργυρος χυτός		6.900
	7. Υλικά επικαλύψεως και μονώσεως		
7.1	Άσφαλτος χυτή ή πιεστή (πάχους 1 cm)	22 kg/m^2	
7.2	Γυψοσανίδες (πάχους 1 cm)	10 kg/m^2	
7.3	Γύψινα τεμάχια	1.100 kg/m^3	
7.4	Κεραμίδια κυρτά (βυζαντινά) μηχανοποίητα		
	39,5 - 45,5 /16 - 20/ 7,5 - 8,5 Βάρος ανά τεμ. 1.400 - 2.200 g		
7.5	Κεραμίδια γαλλικού τύπου		
	40/23/1,6 2.740 g/τεμ 41,5/25,3/1,3 2.300 g/τεμ.		
7.6	Γυάλινα κεραμίδια γαλλικού τύπου		
	41,5/24,5/1,0 2.790 g/τεμ.		
7.7	Γυάλινα πλακάκια		
	25/25/2,4 3.170 g/τεμ.		
7.8	Λινόλεουμ . πάχους 1 mm	1,3 kg/m^2	
7.9	Ξύλο . πάχους 1 cm	8,0 kg/m^2	
7.10	Ξυλόλιθος, πάχους 1 cm	18,0 kg/m^2	
7.11	Πλάκες τύπου Μάλτας, πάχους 1cm	20,0 kg/m^2	
7.12	Πλάκες τσιμεντοκονιάματος, πάχους 1 cm	22 kg/m^2	
7.13	Πλάκες μονωτικές φελλού	3 kg/m^2	
7.14	Πλάκες τύπου ινόπλακας	3,5 kg/m^2	
7.15	Γυαλί κοινό παραθύρων		2.600
7.16	Γυαλί κρύσταλλα		3.000
7.17	Υαλοπίνακες οπλισμένοι, πάχους 5 mm	13,5 kg/m^2	
7.18	Φελλός επιστρώσεως, πάχους 1 cm	5 kg/m^2	
7.19	Φύλλα ετερνίτου επίπεδα, πάχους 3 mm	2 kg/m^2	
7.20	Φύλλα ετερνίτου κυματοειδή, πάχους 3 mm	3 kg/m^2	
7.21	Φύλλα σιδηρολαμαρίνας επιπέδου, πάχους 1 mm	7,85 kg/m^2	
7.22	Φύλλα σιδηρολαμαρίνας κυματοειδή, πάχους 1 mm	10 kg/m^2	
7.23	Φύλλα ασφαλτοχάρτου, εμπορίου 1,3-2,3 kg		
	Φύλλα ασφαλτοχάρτου, βαρέως τύπου 4,0 kg		
	8. Βάρη δομικών στοιχείων (ίδια βάρη)		
8.1	Ασβεστοκονιάματα		1.700
8.2	Ασβεστοτσιμεντοκονιάματα		1.900
8.3	Γυψοκονιάματα		1.200
8.4	Τσιμεντοκονιάματα		2.100
8.5	Τσιμεντοθηραϊκονιάματα		2.100
8.6	Ξηρολιθοδομές συμπαγών ασβεστολίθων		2.600
8.7	Ξηρολιθοδομές δολομίτου		2.600
8.8	Ξηρολιθοδομές γρανίτου, γνευσίου		2.600
8.9	Ξηρολιθοδομές μαρμάρου		2.700
8.10	Ξηρολιθοδομές σχιστολίθου		2.700
8.11	Ξηρολιθοδομές ψαμμίτου		2.600
8.12	Πλινθοδομές (χωρίς τα εκατέρωθεν κονιάματα)		
	α. Με πλήρεις οπτόπλινθους		1.800
	β. Με πλήρεις ασβεστοπυριτικούς πλίνθους		1.800
	γ. Με ελαφρές πλίνθους πλήρεις		1.100
	δ. Με διάτρητες πλίνθους (των έξι οπών)		1.400
	ε. Με πυρίμαχους πλίνθους		1.900
8.13	Πλινθοδομές (με τα εκατέρωθεν επιχρίσματα)		kg/m^2
	α. Πλήρεις πάχους d = 10 + 2 + 2 = 14 cm		250
	β. Διάτρητες πάχους d = 10 + 2 + 2 = 14 cm		210

(συνέχεια πίνακα 3)

	γ. Πλήρεις με ελαφρές πλίνθους d = 10 + 2 + 2 = 14 cm		180
	δ. Πλήρεις μπατικές d = 21 + 2 + 2 = 25 cm		450
	ε. Διάτρητες μπατικές d = 20 + 2 + 2 = 24 cm		360
	στ. Πλήρεις μπατικές με ελαφρές πλίνθους d = 19 + 2 + 2 = 23 cm		280
8.14	Σκυροδέματα		kg/m³
	α. Από ασβεστολιθικά ή γρανιτικά αδρανή, οπλισμένα		2.400
	β. Από αμμοχάλικο κισσήρεως, οπλισμένα		1.800
	γ. Από ασβεστολιθικά ή γρανιτικά αδρανή (300 kg τσιμεν.)		2.200
	δ. Από αμμοχάλικο κισσήρεως (150 kg τσιμέντου)		1.400
	ε. Πλακών με πλίνθους διάτρητες, οπλισμένα		2.000
8.15	Δάπεδα		kg/m²
	α. Ξύλινα με καδρόνια 5 x 5 και απλό σανίδωμα 2,5 cm		40
	β. Ξύλινα με καδρόνια 5 x 5 και διπλού σανιδώματος 2 x 2,5		50
	γ. Μωσαϊκά πάχους 2,5 - 3 cm		80
	δ. Μωσαϊκά πάχους 2,5 - 3 cm επί κισσηροκονιάματος 7 cm		180
8.16	Πλακοστρώσεις		
	α. Με πλάκες τσιμέντου ή μωσαϊκών πάχους 2 cm		90
	β. Ως άνω αλλά επί κισσηροκονιάματος πάχους 6 cm		180
	γ. Με μαρμάρινες πλάκες πάχους 3 cm		130
	δ. Ως άνω αλλά επί κισσηροκονιάματος πάχους 6 cm		200
	ε. Με πλάκες τύπου Μάλτας πάχους 3 cm		120
	στ. Ως άνω αλλά επί κισσηροκονιάματος πάχους 10 cm		260

ΠΙΝΑΚΑΣ 4

Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (λ) και θερμικής γραμμικής διαστολής (α)

	Υλικά	Φαινόμενο βάρος	Θερμική αγωγιμότητα λ	Γραμμική διάσταση α
	1. Φυσικοί λίθοι και λίθινα προϊόντα	kg/m^3	$\frac{kcal}{m \cdot h \cdot gd}$	$^{mm}/_{m \cdot gd}$
1.1	Συμπαγείς λίθοι: Ασβεστόλιθος Γρανίτης Μάρμαρο		3,00	0,0041-0,009 0,0072-0,009 0,0036-0,0162
1.2	Πορώδεις λίθοι: (πουριά, αγκωνάρια, ψαμμίτες, πλάκες τύπου Μάλτας		2,00	
1.3	Άμμος και αμμοχάλικα, υγρά		1,20	
1.4	Υλικά για πλήρωση κενών. Άμμος ξηρά		0,50	
1.5	Χαλίκια, ψηφίδες, γαρμπίλι		0,70	
1.6	Κίσσηρη σε κόκκους		0,16	
1.7	Θηραϊκή γη		0,89	
1.8	Περλίτης διογκωμένος		0,055	
1.9	Συμπαγές έδαφος, υγρό		1,80	
	2. Επιχρίσματα με κονίαμα			
2.1	Ασβεστοκονίαμα, ασβεστοτσιμεντοκονίαμα		0,75	
2.2	Τσιμεντοκονίαμα		1,20	
2.3	Γυψοκονίαμα απλό ή γυψοασβεστοκονίαμα		0,60	
2.4	Περλιτοκονίαμα με τσιμέντο		0,095	
2.5	Συμπαγής άργιλος (πηλός)		0,80	
2.6	Πηλός με άχυρο		0,60	
2.7	Ελαφρός πηλός		0,40	
2.8	Επιχρισμένες με πηλό μπαγλαδοπήχεις		0,40	
2.9	Αμιαντοτσιμέντο		0,30	
	3. Σκυρόδεμα σε πλάκες μεγάλων ανοιγμάτων χωρίς αρμούς			
3.1	Σκυρόδεμα B ≤ 120		1,30	
3.2	Σκυρόδεμα B ≥ 160		1,75	0,0144
3.3	Γαρμπιλοσκυρόδεμα	1500	0,55	
3.4	Γαρμπιλοσκυρόδεμα	1700	0,70	
3.5	Γαρμπιλοσκυρόδεμα	1900	0,95	
3.6	Κισσηρόδεμα	800	0,25	
3.7	Κισσηρόδεμα	1000	0,30	
3.8	Κισσηρόδεμα	1200	0,40	
3.9	Αεριομπετόν και αφρομπετόν (κυψελωτό σκυρόδεμα)	400	0,12	
3.10	Αεριομπετόν και αφρομπετόν (κυψελωτό σκυρόδεμα)	500	0,16	
3.11	Αεριομπετόν και αφρομπετόν (κυψελωτό σκυρόδεμα)	600	0,20	

(συνεχίζεται)

(συνέχεια πίνακα 4)

3.12	Αεριομπετόν και αφρομπετόν (κυψελωτό σκυρόδεμα)	800	0,25	
3.13	Αεριομπετόν και αφρομπετόν (κυψελωτό σκυρόδεμα)	1000	0,30	
	4. Τσιμεντοδέματα επικαλύψεων και τοιχίων			
4.1	Πλάκες από αμιαντοτσιμέντο	1800	0,30	
4.2	Ελαφρό τσιμεντόδεμα με αδρανή κατάλοιπα ξύλου	800	0,35	
4.3	Περλιτόδεμα αναλογίας τσιμέντου προς περλίτη 1: 4		0,17	
4.4	Περλιτόδεμα αναλογίας τσιμέντου προς περλίτη 1: 5		0,14	
4.5	Περλιτόδεμα αναλογίας τσιμέντου προς περλίτη 1: 6		0,125	
4.6	Περλιτόδεμα αναλογίας τσιμέντου προς περλίτη 1: 8		0,11	
4.7	Περλιτόδεμα αναλογίας τσιμέντου προς περλίτη 1: 20		0,07	
4.8	Γυψοσανίδες	1200	0,50	
4.9	Πλακίδια πορσελάνης		1,30	0,0036
4.10	Πλακίδια πυρίμαχα, αργιλικά		1,31	
4.11	Πλακίδια πυρίμαχα, πυριτικά		1,73	
4.11	Πλακίδια τσιμέντου	2000	0,90	
	5. Τοιχοδομές (περιλαμβάνεται το κονίαμα των αρμών)			
5.1	Ξύλινες με επκάλυψη εκατέρωθεν πηλού με άχυρο		0,40	
5.2	Πλήρων οπτοπλίνθων	1000	0,40	0,0045-0,0090
5.3	Πλήρων οπτοπλίνθων	1200	0,45	
5.4	Πλήρων οπτοπλίνθων	1400	0,52	
5.5	Πλήρων οπτοπλίνθων	1800	0,68	
5.6	Διατρήτων οπτοπλίνθων	1000	0,40	
5.7	Διατρήτων οπτοπλίνθων	1200	0,45	
5.8	Διατρήτων οπτοπλίνθων	1400	0,52	
5.9	Πλήρων τσιμεντολίθων	1600	0,68	
5.10	Πλήρων τσιμεντολίθων	1800	0,85	
5.11	Πλήρων τσιμεντολίθων	2000	0,95	
5.12	Τσιμεντολίθων διαιρετών	1200	0,48	
5.13	Τσιμεντολίθων διαιρετών	1400	0,60	
5.14	Τσιμεντολίθων διαιρετών	1600	0,68	
5.15	Τσιμεντολίθων με κενά	1000	0,43	
5.16	Τσιμεντολίθων με κενά	1200	0,48	
5.17	Κισσηρολίθων πλήρων	800	0,35	
5.18	Κισσηρολίθων πλήρων	1000	0,40	
5.19	Κισσηρολίθων πλήρων	1200	0,45	
5.20	Κισσηρολίθων πλήρων	1400	0,55	
5.21	Κισσηρολίθων πλήρων	1600	0,68	
5.22	Κισσηρολίθων με 2 κενά	1000	0,38	
5.23	Κισσηρολίθων με 2 κενά	1200	0,42	
5.24	Κισσηρολίθων με 2 κενά	1400	0,48	

(συνεχίζεται)

(συνέχεια πίνακα 4)

5.25	Κισσηρολίθων με τρία κενά	1400	0,42	
5.26	Κισσηρολίθων με τρία κενά	1600	0,48	
5.27	Πλίνθων κυψελωτού σκυροδέματος ατμού	600	0,30	
5.28	Πλίνθων κυψελωτού σκυροδέματος ατμού	800	0,35	
5.29	Πλίνθων κυψελωτού σκυροδέματος ατμού	1000	0,40	
5.30	Πλίνθων κυψελωτού σκυροδέματος αέρα	800	0,38	
5.31	Πλίνθων κυψελωτού σκυροδέματος αέρα	1000	0,48	
5.32	Πλίνθων κυψελωτού σκυροδέματος αέρα	1200	0,60	
	6. Ξύλα και προϊόντα τους			
6.1	Δρυς		0,18	0,0049
6.2	Οξυά		0,15	0,0054
6.3	Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο)		0,12	0,0051
6.4	Κόντρα πλακέ, πλακάζ κλπ.		0,12	
6.5	Μοριοσανίδες	900	0,15	
	7. Μέταλλα, γυαλί (ύαλος)			
7.1	Χυτοσίδηρος και χάλυβας		50,0	0,0106
7.2	Χαλκός		330,0	0,0166
7.3	Ορείχαλκος		55,0	0,0187
7.4	Αλουμίνιο		175,0	0,0169
7.5	Γυαλί		0,70	0,006
7.6	Γυαλί πυρέξ			0,008
	8. Συνθετικά και ασφαλτικά υλικά επιστρώσεων			
8.1	Λινόλεουμ	1200	0,16	
8.2	Ασφαλτικό σκυρόδεμα	2100	0,60	
8.3	Άσφαλτος	1050	0,15	
8.4	Ασφαλτόχαρτο	1100	0,16	
	9. Θερμομονωτικά υλικά			
9.1	Πλάκες υαλοβάμβακα και ορυκτοβάμβακα με βακελίτη		0,035	
9.2	Υαλοβάμβακας μη μορφοποιημένος		0,035	
9.3	Πλάκες από ξυλόμαλλο με ανόργανη συνδετική ύλη πάχους 15 mm	570	0,12	
9.4	Πλάκες από ξυλόμαλλο με ανόργανη συνδετική ύλη πάχους 25 έως 35 mm	460-415	0,08	
9.5	Πλάκες από ξυλόμαλλο με ανόργανη συνδετική ύλη πάχους ≥ 50 mm	390	0,07	
9.6	Πλακίδια φελλού	450	0,055	
9.7	Πλάκες διογκωμένου φελλού	120	0,035	
9.8	Πλάκες διογκωμένου φελλού	160	0,038	
9.9	Πλάκες διογκωμένου φελλού	200	0,040	
9.10	Διογκωμένα συνθετικά υλικά		0,035	
9.11	Σκληροί αφροί συνθετικών υλικών		0,035	

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ

Α

Αγκωνάρια 64
Αγωγιμότητα - ηλεκτρική 239
- θερμική 29, 239
- κεραμικών υλικών 160
- πλαστικών 316
- σκυροδέματος 139, 140
- συντελεστής θερμικής 29, 30
- χαλκού 280
- γιαλιού 292
Αγωγοί, ηλεκτροφόροι 276, 281
Αδρανή - γενικά 70, 85
- ασφαλτοσκυροδέματος 148
- ειδικά 83
- έλεγχος 79, 80
- πολυστερίνης 364
- τεχνητά 71, 72, 81
- φυσικά 71, 81
Αεραγωγοί, χαλυβδόφυλλα 264
- πλαστικοί 330
Αεροκονίαμα 123
Αεροπερατότητα - γενικά 27
- σκυροδέματος 135
Αέρας - επιδράσεις στα υλικά 22
Αεριοσκυρόδεμα 364
Αιθάλη 339
Αιθυλένιο 307
Αιθυλοκυτταρίνη 339
Ακρυλικά υλικά 334, 340
Ακουστική 376
Ακτίνες εντεριωνικές (βλ. εντεριωνικές)
- γενικά 19
Άλατα - πυριτικά 321
Αλκοόλη 345
Άλιος (κλήθρα, σημύδα) 188
Αλουμίνα 272
Αλουμίνιο - γέφυρες 231, 233
- επεξεργασία 272
- ιδιότητες 272, 274
- κόνις 279, 338
- κράματα 274
- παρασκευή 272
- υλικά δομικά 275
Αμιαντοτσιμέντο - γενικά 177
- σωλήνες 181
- φύλλα 108, 177
Αμινοπλάστες 311
Αμμοκονίαμα 114
Άμμος - γενικά 71, 81, 82
- ασβεστοκονιάματος 115
- ασβεστολιθική 81, 115
- ασφαλτοκονιάματος 115
- δειγματοληψία 75
- ειδική τριβείου 72, 82
- έλεγχοι γενικά 80
- έλεγχος καθαρότητας 79, 82
- θραυστήρα 72, 82
- κοκκομετρική σύνθεση 77
- κτησίματος 82, 115
- λατομείου 82
- ορυκτή 81
- ποταμίσια 81
- προδιαγραφές 80
- πρότυπα κόσκινα 77
- σκυροδέματος 126
- τεχνητή 82
- φυσική 81
- χαλαζιακή 81
Αμμοχάλικο 81
Αναδιπλώσεως, δοκιμή 245
Ανακλάσεως - ικανότητα 350
- συντελεστής 350
Ανάλυση τιμών 116
Αναμικτήρες - ασφαλτικής μαστίχας 122
- ασφαλοσκυροδέματος 148
- κονιάματος 116
- σκυροδέματος 130
Άνεμος 18
Ανεμοποίηση 18
Ανοδίωση 275
- γενικά 23
Αντιδιαβρωτικά υλικά - αλουμίνιο 274
- πλαστικά 316, 317
Αντιδονητικές πλάκες (βλ. κόντρα πλακέ)
Αντισηπτικές ουσίες 213
Αντίσταση διαπιδύσεως 361, 362
Αντίσταση θερμοδιαφυγής 361
Αντοχή - στη διάβρωση 31
- στις δυναμικές φορτίσεις 37
- στη θερμότητα 30
- στη θραύση 32
- μέτρο 33
- μηχανική 32, 239
- στον παγετό 28
- στην πύρωση 88
- σκυροδέματος, μηχανική 135
- τσιμέντου, μηχανική 99
- στη φωτιά 30, 213
- χάλυβα, στη θερμότητα 254
- πλαστικών, μηχανική 317
Απανθίσματα 355
Απίσχναση πηλοκονιάματος 115
Απόδοση λεπτοκονιάματος 111
Αποστράγγιση - υλικά πηλοκονίας 168
- σκυροκονιάματος 180
- χυτοσιδήρου 250
- πλαστικών 322, 331
Αποφλοίωση κορμού 189
Αποχέτευση, υλικά πηλοκονίας 168
- σκυροκονιάματος 180
- πλαστικών 330
- χυτοσιδήρου 250
Αραιωτικά υλικά 341
Αργιλίου οξείδιο 51, 86
Άργιλος διογκωμένη 364
Αριάνι (βλ. τσιμεντοπολτός)
Αρμός - διαστολής 138
- πλήρωση 121, 382
- στεγάνωση 108, 133
Ασβέστης (βλ. άσβεστος)
Ασβέστιο - ανθρακικό 90
- θειικό 87
- οξείδιο 90
- υδροξείδιο 90, 92
Ασβεστογυψοκονιάματα 117
Ασβεστοκονιάματα - γενικά 115, 121
- ειδικά 117
- ιδιότητες 117
- παρασκευή 115

	- πήξη	117
	- σκλήρυνση	117
	- τεχνητά υλικά	171
	- χρήσεις	117
Ασβεστόλιθοι	- μαγνησιακοί	51
	- μάρμαρα	52
	- πορώδεις (πουριά)	51
	- συμπαγείς	52
Άσβεστος	- είδη καμένης	91
	- ιδιότητες	91
	- ιστορικό	14
	- καμένη	90
	- κατηγορίες υδρασβέστη	92
	- παρασκευή	90
	- προέλευση	90
	- σβησμένη	92
	- τεχνητά υλικά	93
	- υδραυλική	91
	- χρήσεις υδρασβέστη	93
Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα		121
Ασβεστόχρωμα		342
Άστριοι		47
Ασφάλεια	- συντελεστής	39, 243
Ασφαλτάλευρο		104, 122
Ασφαλτικά	- γαλακτώματα	106, 107
	- διαλύματα	107
	- πετρώματα	104
	- υλικά	379
Ασφάλτιο		103
Ασφαλτίτες		105
Άσφαλτοι	- γενικά	103, 309
	- γαλακτώματα	106, 107
	- διαλύματα	106, 107
	- ιδιότητες	107, 378
	- οδοστρωσίας	107
	- πεστή	122
	- στεγανωτικά υλικά	108
	- τεχνητές	105, 378
	- φυσικές	104, 378
	- χρήσεις	107,340
	- χύτες	122
Ασφαλτοκονίαμα		121, 383
Ασφαλτόλιθοι		104, 107, 122
Ασφαλτοπίλημα		380
Ασφαλτόπισσες		104
Ασφαλτοσκυρόδεμα		107, 147
Ασφαλτόχαρτο		380
Ασφαλτοχρώματα		346
Ατσαλοπλέγματα		270
Αυλάκια αρδεύσεων		181
Αφροσκυρόδεμα		364
Αφρώδη υλικά, πλαστικά		321, 335, 316

Β

Βακελίτης		308, 328
Βακτήρια ξύλου		211
Βάρος	- απόλυτο	26
	- ειδικό	26
	- εντός ύδατος	26
	- ίδιο	26
	- λίθων	56
	- ξύλου φαινόμενο	200
	- προσώπων	392
	- σκυροδέματος	135
	- υλικών και προϊόντων	394
	- φαινόμενο	26
Βαφή, εκτέλεση εργασιών		350
Βερμιγιόν (κινάβαρι)		338, 339
Βερνίκια	- γενικά	336, 337
	- αλκοόλης	345
	- ασφάλτου	346
	- διαλύματα ρητινών	345
	- διαλυτικά	344
	- ιδιότητες γενικές	347
	- καλυπτική ικανότητα	347
	- κατηγορίες	344
	- πλάκες	345
	- παρασκευή	341
	- πετρελαίου	345
	- πίσσας	346
	- ρητινελαίων	346
	- σμαλτώματα	345, 346
	- συστατικά	338
	- ταχείας ξηράνσεως	345
	- χωρίς έλαια	342, 345
Βερνικοχρώματα		345
Βίδες		268, 279
Βινυλικά υλικά	- διαλύματα	345
	- ομογενή	326
	- πλάκες	326
	- χρώματα	310
	- δαπέδων	324
Βολφράμιο		238
Βωξίτης		272

Γ

Γαλακτώματα	- ασφαλτικά	106, 342
	- αντιυδρόφυλλα	310
	- πολυμερή	342
	- υδρασβέστη	93
Γαλάλιθος (βλ. κυτταρίνη)		
Γαρμπίλι (βλ. λιθοσύντριμμα)		
Γέφυρες		2, 230, 233
Γκρο μπετόν (βλ. σκυρόδεμα ισχνό)		
Γόμμες	- κόπαλ	339
	- ορυκτές	343
	- φυτικές	339
Γομμαλάκα		339
Γρανίτης		47
Γρανιτάσφαλτος		49
Γρανιτοσκυρόδεμα		49
Γραφίτης		339
Γυαλί (βλ. ύαλος)		
Γυψασβεστοκονίαμα (βλ. ασβεστοκονίαμα)		
Γυψοκονιάματα		117
	- τεχνητά υλικά	171
Γύψος	- γενικά	87
	- αδρανής	87
	- άνυδρος	87
	- ιδιότητες	87
	- ικανότητα μονωτική	88
	- πλαστικά	87
	- τεχνητά υλικά	89, 364
	- τραχύς	87
	- υγροσκοπικότητα	362
	- χρήσεις	88
Γυψοσανίδες		89
Γωνιακά ελάσματα		261
Γωνιόλιθοι (βλ. αγκωνάρια)		

Δ

Δακτύλιοι	- κορμού	124
	- έκκεντροι	209

	- ετήσιοι	184, 185
	- ομόκεντροι	184
Δάπεδα	- επικαλύψεις	324
	- υλικά, κεραμικά	164
	- υλικά τσιμέντου	174
	- υλικά πλαστικά	324
	- χυτά	324
Δειγματοληψία	- αδρανών	75
	- υλικών σκυροδέματος	75
Δέντρα	- ανάπτυξη	184
	- Βελονόφυλλα (κωνοφόρα)	187
	- Δομή κορμού	184
	- είδη	187
	- κατεργασία κορμού	188
	- πλατύφυλλα	187
	- τροπικά	188
Διαβροχής, υλικά (βλ. διαποτισμού)		
Διάβρωση		19, 23
	- αντοχή ορειχάλκου	281
	- αντοχή υλικών	31
	- αντοχή του χάλυβα	254
	- αντοχή πλαστικών	316, 321
	- αντοχή γυαλιού	305
Διακόπτες		327
Διακοσμητικά στοιχεία	- αργίλου	169
	- γύψου	171
	- τσιμέντου	181
	- χυτοσιδήρου	250
Διαλύματα	- ασφαλτικά	107
	- καουτσούκ χλωριωμένο	346
	- ρητινών βινυλικών	345
Διαλυτικά υλικά		341
Διαπίδυση υδρατμών		362
Διαποτισμού υλικά		306
Διαπερατότητα (βλ. υδροπερατότητα)		
Διαστολή	- γυαλιού	291
	- θερμική	28
	- πάγου	19
	- γραμμική	29
	- κυβική	29
Διάτμηση	- γενικά	32
	- ξύλου	202
Διαφάνεια	- πλαστικών	306
Διαχώρισμα	- αλουμινίου	279
Δικλείδες χυτοσιδηρές		250
Δισκοπρίονες	- μαρμάρου	66
	- ξύλου	195
Δοκίμιο	- ασφάλτου	105
	- σκυροδέματος	141
	- τσιμέντου	102
Δοκοί	- κοίλες	262
	- μεταλλικές	260
	- ξύλινες	195, 197
	- προκατασκευασμένες	179
	- σκυροδέματος	126
Δολομίτης		287
Δονητές		134, 135
Δρυς		187
Δυνάμεις	- δυναμικές	21
	- εξωτερικές	20, 21
	- εσωτερικές	21
	- κρουστικές	21
	- μοριακές	32
	- στατικές	21
	- συνοχής	32
Δρόμοι		2
Δρόσου σημείο		358
Δώματος	- κάλυψη	174, 321

Ε

Εγκάρδιο ξύλο		185
Εγκαταστάσεις	- αποστραγγίσεων	168, 268, 331
	- αποχετεύσεων	168, 268, 284, 250, 322, 330
	- ηλεκτρικές	268, 327, 329
	- υδρεύσεως	268, 282, 330
Έδαφος		22
Είδη υγιεινής	- κεραμικά	170
	- μεταλλικά	270
	- πλαστικά	334
	- σκυροδέματος	181
	- χυτοσιδηρά	250
Ειδική θερμότητα		359
Ειδική θερμοχωρητικότητα		359
Ειδικό βάρος (βλ. βάρος)		
Εκβολάδες τσιμέντου (klimer)		95
Εκβολή πλαστικών		312
Εκκαμίνευση		247
Έκκεντρη καρδιά		209
Έλαια	- χρωμάτων και βερνικιών	340
Ελαιοχρώματα		344
Ελαιοχρωματισμοί	- μετάλλου	352, 353
	- ξύλων	352, 353
	- τοίχων	352, 353
Έλαση (εξέλαση)	- γυαλιού	292
	- μετάλλων	239, 245, 256
	- πλαστικών	312
	- σιδήρου	256
Ελάσματα	- αλουμινίου	275
	- γωνιακά	261
	- διάτρητα	264
	- κοίλα	262
	- παραθύρων	263
	- πλαστικά	322
	- στραντζαριστά	264, 276
Ελαστικές σταθερές		37, 38,
Ελαστικό (βλ. καουτσούκ)		
Ελαστικότητα	- γενικά	37, 246
	- μετάλλων	243
	- μέτρο	38
	- ξύλου	202
Ελαστομερή, πλαστικά		312
Έλαστρα	- γενικά	256
Έλατο		187
Ελατότητα	- γενικά	41
	- μετάλλων	239, 245
Ελαφρόπετρα		50, 83
	- υγροσκοπικότητα	362
Έλεγχοι	- αναδιπλώσεως	245
	- εργαστηριακοί	27, 75
	- εργοταξιακοί	27, 72
	- ιδιοτήτων μετάλλων	240-246
	- ιδιοτήτων πλαστικών	317
	- ιζήματος άμμου	79
	- καθαρότητας	79
	- κονιαμάτων	114
	- λίθων έναντι τριβής	59
	- ρευστότητας σκυροδέματος	142
	- τσιμέντου	100, 101
	- γυαλιού έναντι γηράνσεως	291

Έλξη, μέθοδος παρασκευής
υλικών - μεταλλικών 256
- γυάλινων 287, 292
Εμφύσηση - γυαλιού 287, 292
Εντεριώνη 184
- ακτίνες 187
Έντομα 212
Εξαρτήματα υδραυλικών εγκατάστασεων 170, 331
Εξόρυξη - λίθων 61
Εξυάλωση 154
Επενδύσεις - ξύλινες 224, 227
- πλαστικές 334
- τοίχων 49, 167
Επιβλαβείς παράγοντες
- γενικά 16-24
- ξύλου 210-213
Επικαλύψεις - δαπέδων 164, 174, 177, 324
- δωμάτων 162, 177
- καλωδίων 329
- υλικά 276, 281
Επικασσιτέρωση 284
Επιλογή υλικών - γενικά 14
Επιμεταλλώσεις - γενικά 255
- νικελίου 284
- χρωμίου 284
Επιστρώσεις - κεραμικών 164
- μαλακές PVC 324
- τσιμέντου 176
Επιχρίσματα - εξωτερικά 113
- εσωτερικά 113
- μονωτικά 113
- περλιτικά 84, 364
- στεγανά 113, 321
Επιχρώσεις - γενικά 336
- αντανακλαστικές 346
- αντισκωριακές 344
- αντοχής σε χημικές επιδράσεις 345, 346
- αντοχής μεγάλης 343, 346
- αντιυδρόφιλες 346
- βλάβες 354
- εκτέλεση 347, 350, 351
- εξωτερικές 343
- εσωτερικές 342
- μαλακές 345
- μετάλλων 343, 345
- ξύλων 343
- οδικών σημάνσεων 346
- οδοστρωμάτων 346
- σπειρωτές 343
- στιλπνές (λατέξ) 343
- τοίχων 343
- τραχείες ίνες 343
- φωτεινές 346
Ερακλίτ 1, 8, 228
Εργάσιμο 59
Εργαλεία - κοπής ξύλου 195
μαρμάρου 66
- λιθοξόου 62
- πλαστικά 333
- σιδηρού οπλισμού 143
- χρωματισμών 351
Έργα - γενικά 1
- απαιτήσεις 16
- εξέλιξη 8
- προορισμός 8
Έρμα 82
Εσχάρες φρεατίων χυτοσιδηροί 250
Εύθραυστο (κρούση) 38, 244
Ευκαμψία ξύλου 202
Εύτηκτο 239
Εύχυτο - γενικά 41
- μετάλλων 246
Εφέδρανα γεφυρών 250
Εφελκυσμός - γενικά 31, 32
- γυαλιού 292
- μετάλλων 242
- ξύλου 201
- πλαστικών 317
Εφυάλωση κεραμικών 154

Η

Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις
- υλικά 292
- πλαστικά 327
Ήλοι 266
Ημίξεστοι λίθοι 64
Ημιλάξευτοι λίθοι 64
Ηχοαπορροφητικά υλικά 376
Ηχομόνωση 71, 373
Ηχομονωτικά υλικά - γενικά 357
- κονιάματα 123
- ξύλα 226
- πλαστικά 335
- φελλός 228
Ηχομονωτική προστασία 371
Ήχος - γενικά 20
- απλός 369
- στερεός 374
- σύνθετος 369
- χαρακτηριστικά 370, 371

Θ

Θερμαντικά σώματα 270
Θερμική αγωγιμότητα πλαστικών 316
Θερμική αντοχή - γενικά 30
- γυαλιού 298, 300
- ινώδους γυαλιού 305
- ξύλου 213
- μετάλλων 254
- οπτοπλίνθων 161
- πλαστικών 312, 310
- σκυροδέματος 138, 321
- φελλού 229
Θερμότητα - γενικά 16, 120
- ειδική 359
- πήξεως τσιμέντου 138
- πλαστικά, επίδραση 316
- υλικά, επίδραση 30
- χάλυβα, επίδραση 254
- χρώματα, επίδραση 18
Θερμομόνωση κτηρίων 29, 360
Θερμομονωτικά - γενικά 357
- ανόργανα 363
- είδη 362
- κίσσηρη 50
- κονιάματα 123
- οργανικά 367
- συνθετικά (πλαστικά) 366

- φελλός 228, 368
Θηραϊκή γη 89
Θηραϊκοκονίαμα 118
Θλίψη - γενικά 32, 34
- αντοχή λίθων 58
γυαλιού 292
μετάλλων 242
ξύλου 201
πλαστικών 317
σκυροδέματος 135
Θόλοι πλαστικοί 321
Θραυστήρες 72
Θύρες - αλουμινίου 276
- ξύλινες 224
- πλαστικές 327

Ι

Ιδιότητες - γενικά 24-41
- λίθων 56
- μετάλλων 239
- τεχνικές 40
- τεχνολογικές 40
- φυσικές 25-31
Ιζηματογενή πετρώματα 51
Ικρίωμα - ξύλινο 219
- σιδερένιο 268
- σωληνωτό 268
Ινόπλακες - ξύλου 225
- τσιμέντου 178
Ιξώδες χρωμάτων 348
Ιρόκο 188
- γυαλιού 305
Ίνες - ξύλου 186
- ελικοειδείς 205

Κ

Καδρόνια 195, 197
Καζεΐνη 323, 308, 309
Καλύμματα - ανθρωποθυρίδων 250
Καλυπτική ικανό
τητα - κονιάματος 113
- χρωμάτων 347
Καλύπτρες φωτιστικών 329
Καλώδια - αλουμινίου 276
- ηλεκτρικά 276, 281
- προεντάσεως 266
- χαλκού 281
- χαλύβδινα 266
Κάμβιο 185
Κάμινος - ανοικτής εστίας 252
- ασβεστουργικά 90
- ηλεκτρική 252
- κεραμικών 158
- περιστρεφόμενη 96
- τσιμέντου 96
- υαλουργική 287
- υψικάμινος 247
Κάμψη - γενικά 36
- λίθων 58
- μετάλλων 241
- ξύλου 202
- πλαστικών 315
Κανάλια επίτοιχα, πλαστικά 329
Κανονισμοί - γενικά 43
Καολίνης 167
Καουτσούκ - ορυκτό 309
- σιλικόνης 311
- συνθετικό 310, 312, 322
- φυσικό 306, 307, 309
- χλωριούχο 340
Καπάκια - κορμού ξύλου 197
Καπλαμάδες 197
Καραγάτσι (φτελιά) 188
Καρδιά - ξύλου 185
- έκκεντρος 209
Καρφοβελόνες 266
Καστανιά 188
Κασσίτερος 238, 284
Καταλύτες 308
Καταρράκτης 195
Κατασκευές - μεταλλικές 230-237
- ξύλινες 183
Κελύφη 365
Κενά - μορφή 27
- όγκος 25
Κεραμίδια - αργιλικά 162
- υάλινα 304
Κεραμικά υλικά - γενικά 151
Κέρατα - τεχνητά 309
Κικινέλαιο 340
Κιγκλιδώματα 250, 276
Κιμωλία 338, 342
Κίσσηρης (βλ. ελαφρόπετρα)
Κισσηρόδεμα 140
Κισσηρόλιθοι 83
Κισσηρόπλινθοι 173
Κλήθρα 188
Κοιλοδοκοί 262
Κοκκομετρική καμπύλη αδρανών 78
- σύνθεση αδρανών 77
Κοκκομετρικός συντελεστής 79
Κόλλες 306, 308, 312
Κολοφώνιο 340
Κονία - γενικά 85, 86
- αερική 86
- ασφαλτική 103
- κατηγορίες 86
- ρητίνες αντιδράσεως 319
- συνθετικές 86, 108
- υδραυλικές 86
- φυσικές 86
Κονιάματα - γενικά 85, 111, 112
- απόδοση 111
- βελτιωτικά πρόσθετα 319
- ειδικά 123, 124
- έλεγχοι 114
- ηχομονωτικά 123
- θερμομονωτικά 123
- ιδιότητες 113
- ισχνό 111
- κανονικό 111
- κατάταξη 113
- παχιά 111
- πορώδες 123
- πυρίμαχα 123
- ρητινών αντιδράσεως 319
- στεγανά 124
- στερεοποίηση 112
- τεχνητά προϊόντα 150, 151
- υδαρή 124
- χρήσεις γενικά 112

Κόνις (σκόνη) - αλουμινίου 123, 279
- μορφώσεως 312, 314
- ορειχάλκου 279
- ρητινών 312
Κόπωση χάλυβα 244
Κόντρα πλακέ 199, 222
Κορμός - δομή 184
- κατεργασία 188
- μεταφορά 190
- μόρφωση 190
Κόσκινα - γενικά 72, 77
- εργαστηριακά 77
Κουρασάνι 83
Κουφώματα - αλουμινίου 276
- ξύλινα 197
- πλαστικά 326, 327
Κράματα - γενικά 230
- αλουμινίου 238, 274
- σιδήρου 238
- χαλκού 238
- χάλυβα 338
Κράσπεδα - ρείθρα 181
Κρηπίδωμα 2, 3
Κρουνός - ορειχάλκινος 282
- χαλύβδινος 271
Κρούση - γενικά 38
- λίθων 58
- υαλοπινάκων 300
Κρύσταλλα - γενικά 296
- πλάκες 300
Κτήρια - γενικά 2
- μεταλλικά 235-237
Κυβόλιθοι 65
Κύλινδρος βαφής (βλ. ρολό)
Κύτταρα δένδρου 185
Κυτταρίνη (σελουλόζη) 306, 309, 339
- εστέρες 311
- νιτρική 306, 311
- οξική 306, 311
- παράγωγα 345

Λ

Λάκες 345
Λαμαρίνες 264
Λαμπτήρες 304
Λάξευση 62
Λάσπη (βλ. κονίαμα)
Λάσπωμα (βλ. επίχρισμα)
Λαρτσινο 187
Λατομείο λίθων 61
Λάτεξ (βλ. καουτσούκ)
Λείανση 49, 66
Λεκάνη - αποχωρητηρίου 170, 181
- νιπτήρα 170, 181
- νεροχύτη 181
- ντους 170
Λεπτοκονίαμα 111
Λεπτοσκυρόδεμα 142
Λευκοσίδηρος 284
Λιγνίνη 184
Λιγνίτες - παράγωγα 309
Λιθανθρακόπισσα 103
Λιθάνθρακες - παράγωγα 309
Λίθινα προϊόντα - γενικά 70
- αδρανή 70
- έλεγχος καθαρότητας 79
- ιδιότητες 72, 80
- Κατάταξη 70
- Κοκκομετρική σύνθεση 77
- παραγωγή 71
- τεχνητά 72, 81
Λιθοδομή 64
Λίθοι - αντοχή 58, 59
- αργοί 62
- άστρωτοι 62
- διακοσμητικοί 64, 65
- εξόρυξη 60, 61
- εργάσιμο 59
- ιδιότητες 56-60
- κατηγορίες 47
- περιγραφές 44
- προέλευση 44
- στρωτοί 55
- συντήρηση 66
- τεχνητοί 52, 173
- χρήσεις 62
Λιθοσύντριμμα 72, 75
Λιμενικά έργα 2, 44
Λιμενοβραχίονες 2, 4
Λινέλαιο 344
- σαπουνοποίηση 344
Λινέλαιουμ 324
Λούκια - πλαστικά 322
- σκυροδέματος 181
Λωρίδες - ξύλου 219
- λινέλαιουμ 324
- PVC 326

Μ

Μαγγάνιο 238
Μαγνήσιο 238
Μακρομόριο (βλ. μεγάλο μόριο)
Μόνια 188
Μαντέμι (βλ. χυτοσίδηρος)
Μάρμαρα - έγχρωμα 54-55
- λευκά 52-53, 55
- προέλευση 52
- πράσινα 49, 55
- τεχνητά 125, 176
Μαρμαρίνες 177
Μαρμαροκονίαμα 114, 118
Μαρμαρόσκονη 83
Μαρμαροψηφίδες 82
Μαρμαρυγίας 47
- διογκωμένος 364
Μαστίχη - ασφαλτική 104, 122
Μεγαλομόρια - τεχνητά 306
- φυσικά 309
Μελαμίνη - παράγωγα 229, 309
Μεμβράνες - βλάβες 349
- επικαλύψεως 324
- ενισχυμένες 322
- προστατευτικές υλικών 333
Μέταλλα - αντοχή μηχανική 241
- αντοχή σε δυναμικές φορτίσεις 244
- γενικά 230
- ιδιότητες 239, 245
- μέτρο ελαστικότητας 243
- προέλευση 230, 238
Μεταλλεύματα - αλουμινίου 272
- σιδήρου 239

Μεταλλικά υλικά - γενικά 230
- αλουμινίου 275
- ειδικά προϊόντα 274
- ιδιότητες 239-246
- σιδηροβιομηχανίας 262-264
- σύρματα 264
- σωλήνες 268
- χαλκού 285
- χαλυβδόπλακες 268
- χαλυβδόφυλλα 26
Μεταλλικές γέφυρες 13
Μεταλλουργία 255
Μεταλλουργικό κωκ 247
Μήτρα - δοκιμίων σκυροδέματα 141
- κεραμικών υλικών 154, 158
- μεταλλικών υλικών 258
Μηχανή ελέγχου μετάλλων 242
Μηχανοσίφωνας 168
Μίνιο 338
Μόλυβδος - ιδιότητες 283
- Λευκό του μολύβδου 338
- προέλευση 283
- σκληρός 284
- χρήσεις 284
Μονομερή 306
Μόνωση - γυαλιού 305
- ηλεκτρική 379
- ηχητική 20
- θερμική 29
- στεγανότητας 379
- γενικά 171, 356
Μονωτικά υλικά - αεροσκυρόδεμα 147
- ασφάλτου 107, 379, 380
- βινυλικών ρητινών 332
- γύψου 171, 364
- ινώδη 365
- κισσηροδέματος 173
- κονιαμάτων 123,151
- πλαστικών 331, 366
Μοριακό βάρος 306
Μοριόπλακες 227
Μοριοσανίδες 228
Μορφοποίηση χαλύβων 255
Μορφοχάλυβες 260
Μπαγδατόπηχες (βλ. οροφοπήχεις)
Μπετόν (βλ. σκυρόδεμα)
Μπετονίτης 83
Μπρούντζος 281
- αντοχή στις τριβές 281
Μύκητες ξύλου 211
Μωσαϊκές πλάκες και πλακίδια 176

N

Νάτριο - οξείδια 286, 287
Νεάργυρος 281
Νεροχύτης 181
Νερό - επίδραση στα υλικά 18, 22
36, 377
- θαλασσινό 22
- πρώτη ύλη χρωμάτων 340, 342
Νιαγκόν 188
Νευρομετάλ 264
Νευροχάλυβες 259
Νικέλιο 238, 284
Νικελιούχος χάλυβας 238
Νιπτήρες 170
Νοβοπάν (μοριόπλακες) 227
Ντουραλουμίνιο 274

Ξ

Ξήρανση - αερική (φυσική) 191
- κεραμικών 154
- κονιάματος 113
- ξυλείας (τεχνητή) 191-194
- χρωμάτων 341
- ωμοπλίνθων 86
Ξηραντήρια ξυλείας 194
Ξηραντές (βλ. στεγνωτικά)
Ξυλάλευρο 228
Ξυλεία - αποθήκευση 216
- βάπτισμα 214
- διαστάσεις 217-219
- είδη 195, 217
- κατηγορίες 217
- μορφή 217
- πελεκητή 190, 218
- πριστή 195, 219
- στρογγύλη 189, 218
- συγκολλητή 224
- τεχνητή 222-228, 334
- χρήσεις 222
Ξυλοβάμβακας 228
Ξυλόβιδες 266, 279
Ξυλόλιθος 228
Ξυλόμαλλο 228
Ξύλο - βλαβεροί παράγοντες 210
- γενικά 12, 183
- ελαττώματα 204
- επιλογή 221
- εμποτισμός 214
- ιδιότητες 200-203
- προέλευση 183
- προφυλάξεις 211
- σήψη (άναμα) 211
- συρρίκνωση 204
- υγροσκοπικότητα 204, 361
- χαρακτηριστικά ποιότητας 215
- χρώμα 215
Ξυλότυπος - ξύλινος 145
- πλαστικός 334
- υλικά βοηθητικά 333

O

Ογκόλιθος 173
Όγκος κενών 25
Ογκοσταθερότητα - δοκιμή βρασμού 101
- τσιμέντου 101
Οδός 2
Οδόστρωμα 81, 82
Οδοστρωσία 82
Οινόπνευμα (βλ. αλκοόλη)
Οκουμέ 188
Ολκιμότητα 41, 245
Οξείδωση 22
Οξυά 188
Οξυγόνο 22
Οπλισμός σκυροδέματος 143, 259
Όπτηση - ασβέστου (πύρωση) 90
- κεραμικών 151
- οπτοπλίνθων 158
- πρώτων υλών τσιμέντου 95

Οπτόπλινθοι - γενικά 14
- αγωγιμότητα 160
- είδη, μορφές 154
- ιδιότητες 158
- κατασκευή 156
- μηχανοποίητοι 156
- πυρίμαχοι 161
- χειροποίητοι 156
Ορείχαλκος 238, 281
Ουρία - παράγωγα 309, 311
Όριγκον πάιν 187
Οροφοκονιάματα 121
Οροπήχεις (μπαγλαντί) 197
Ορυκτές ίνες 365
Ορυκτοβάμβακας 84
Ουρητήρια 181
Ουριοφαλμαλδεΰδη 309
Οφίτης 49
Παγετός - Αντοχή υλικών γενικά 28
- Αντοχή λίθων 58
- Αντοχή ξύλου 213
- Αντοχή σκυροδέματος 139, 146

Π

Παιπάλη 71, 82
Παλίσαντρο 188
Παπλώματα 365
Παράγοντες που επηρεάζουν τα υλικά 16-24
Παράθυρα - πλαστικά 326
Παραμορφώσεις - γενικά 32
- ελαστικές 38
- πλαστικές 38
Παρκέτα 220
Πατώματα 220
- ηχομόνωση 372
Περιθώρια 165, 176
Περιφράξεις 222, 270
Περλίτης - γενικά 83, 364
- κονίαμα 124, 364
- σκυρόδεμα 140, 147
Πετρέλαιο - παράγωγα 105, 345
Πετροβάμβακας 84, 363
Πετρώματα - πυριγενή 47
- υδατογενή 50
Πεύκο - είδη 187
Πετσικάρισμα ξύλου (βλ. στρέβλωση)
Πηλοκονία - είδη 86
- ιστορικό 13
Πηλοκονίαμα - γενικά 15
- τεχνητά προϊόντα 151-171
Πηλός 13
Πηλοσωλήνες 168
Πήξη - κονιαμάτων 117, 120
- κονιών 86, 93
- σκυροδέματος 134
Πιλήματα 365
Πίνακες διανομής ηλ. ρεύματος 270, 304, 328
Πινέλα 353
Πίσσα 103, 378, 379
Πισσόχαρτο 229, 381
Πιστόλη βαφής 351, 354
Πιτς-πάιν 187
Πλάκες - ανάγλυφες 176
- αφρώδεις 322
- δωμάτων 51, 174
- ελαστικού 326
- κεραμικές 164
- κυματοειδείς 321
- λίθινες 65
- μονωτικές 51
- μωσαϊκές 115
- ξύλου 195, 199
- πεζοδρομίων 174
- πλαστικές PVC 326
- προκατασκευασμένες 178
- σκληρές PVC 226
- σχιστολιθικές 55
- τσιμέντου 174
- τύπου σάντουιτς 322
- φελλού 228, 326, 367
- χαλύβδινες 264
Πλακίδια - βινυλικά 326
- γυαλιού 304
- έγχρωμα 168, 175
- καουτσούκ 326
- κεραμικά 164
- πορσελάνης 167
- τσιμέντου 174
- φελλού 228
Πλαστικά υλικά - αφρώδη 335
- γενικά 14, 306
- πρώτες ύλες 307, 308
- κατασκευή 312
- είδη υγιεινής 334
- έλεγχος 315, 317
- επικαλύψεων 324
- ιδιότητες 315
- κατάταξη 308, 312
- με ίνες γυαλιού 333
- υδατομονωτικά 331
- χαρακτηριστικά 306
- χρήση 317
Πλαστικά χρώματα 313
Πλαστικές ουσίες (βλ. ρητίνες)
Πλαστικοί πολτοί 343
Πλαστικοποιητικές ύλες 308
Πλαστικότητα - γενικά 37, 38
- κονιάματος 113
- μετάλλων 246
Πλαστικότυποι 334
Πλέγμα - δομικό 260
- μεταλλικό 260
Πλήθρα (βλ. ωμή πλίνθος)
Πλίνθοι 151
Ποζουλάνη 89
Πολτός κονίας - γενικά 86
- ρητινών 319, 343
Πολυαιθυλένιο (PE) 310, 315
Πολυαμεθυλμετακρυλικό 310
Πολυαμιδικά πολυμερή (PA) 311
Πολυανθρακικές 329
Πολυβινύλιο - οξεικό 310, 340
- πολυμερή του PVC 310
- χλωριούχο PVC 308, 310
Πολυισοβουτυλένιο 310, 315
Πολυεστέρες 311, 329
Πολυμερή (βλ. ρητίνες)
Πολυουρεθάνη (PUR) 311
Πολυπροπυλένιο (PP) 315
Πολυστυρένιο (PS) 308, 310, 340, 343
Πόμολα - αλουμινίου 275

- ορειχάλκινα 282
- χαλύβδινα 270

Πόροι 25, 27
Πόρτλαντ 94, 98
Πορώδες - γενικά 25, 361
- λίθων 56
- σκυροδεμάτων 135
Πουριά 64
Πρίζες (βλ. ρευματοδότες)
Πριόνια ξύλου 195
Πριονισμός 195
Πρίση (βλ. πριονισμός)
Προδιαγραφές - γενικά 41
Προκατασκευασμένα στοιχεία 178, 179
Προσμίγματα πλαστικών 308
Προστασία - λίθων 66
- μετάλλων 255
- ξύλων 211, 213
- φωτιάς, έναντι 363
Πρότυπα 42
Πτελέα (βλ. φτελιά)
Πυκνότητα - γενικά 25
- λίθων 56
- ξύλου 200
Πυρ - αντοχή των υλικών 30
- γύψου 88
- μετάλλων 254
- πλαστικών 316
Πυράντοχα υλικά 88
Πυρήνας ξύλου (εντεριώνη) 184
Πυρίμαχα υλικά - κονιάματα 123
- οπτόπλινθοι 161
Πυριτίου διοξείδιο 286
Πυρκαϊά - αντοχή υλικών 30
- αντοχή λίθων 58
- αντοχή μετάλλων 254
Πυροπροστασία 365
Πυρότουβλα 162
Πυρόχωμα 161
Πύρωση - έλεγχος πλαστικών 317

Ρ

Ράβδοι - αλουμινίου 275, 279
- με νευρώσεις χαλύβδινες 259
- τυποποιημένες 259, 275
- σκυροδέματος 259
Ραδιενέργεια - επίδραση στα υλικά 20, 386
Ρευματοδότες 327
Ρητίνες - γενικά 306, 307
- ακρυλικές 343
- αντιδράσεως 312, 320
- διαλύματα 345
- ελαστομερή 312
- εποξικές 329, 346
- θερμοπλαστικές 309
- θερμοσκληρυνόμενες 309
- κατάταξη 308
- παρασκευή 307
- πρώτες ύλες 307
- συνθετικές (τεχνητές) 309, 339
- σιλικόνης 321, 346
- φυσικές 309, 339
- χρήσεις 317, 321-335
- χρωμάτων 340, 343

Ρολό - βαφής 354
- παραθύρων 327
Ρόζοι 205
Ρωγμές ξύλου 206

Σ

Σανίδες ξύλου - γενικά 195
- αξεφάρδιστες 197
- ξεφαρδισμένες 197
- λωρίδες 219
Σαράκι 213
Σελουλόζη 339
Σελουλοΐτης 309
Σερπαντίνης 49
Σημείο - δρόσου ή υγροποιήσεως 359
- μαλθώσεως 105
Σημύδα 188
Σήραγγα 2
Σιδηροδοκός (βλ. δοκός)
Σιδηροδρομική γραμμή 5
Σιδηρομετάλλευμα (βλ. μετάλλευμα)
Σίδηρος - γενικά, ιστορικό 13, 246
- κράματα 246
- μεταλλεύματα 246
Σιδηρούς οπλισμός (βλ. οπλισμός)
Σιλικόνη 307, 311, 321
Σιλό - αδρανών υλικών 72
- σκυροδέματος 130
- τσιμέντου 103
Σκαλωσιά (βλ. ικρίωμα)
Σκληρόμετρο 231, 241
Σκληρότητα - γενικά 39, 239
- αλουμινίου 272
- αριθμός 241
- γυαλιού 293
- λίθων 59
- μετάλλων 239
- ξύλου 201
- χυτοσιδήρου 248, 249
Σκλήρυνση - ασβεστοκονιάματος 117
- βερνικιών 339, 347
- γύψου 87
- τσιμεντοκονιάματος 120
- τσιμέντου 99
- υδρασβέστου 93
- χρωμάτων 337, 347
Σκύρα - γενικά 71, 82
- ασβεστολιθικοί 135
- είδη 135
- κισσήρεως 81
- λατομείου 82
- οδοστρωσίας 82
- σκυροδέματος 135
Σκυρόδεμα - γενικά 85, 125
- αεροσκυρόδεμα 142, 147
- άοπλο 142
- αντοχή 135
- αφρώδες 321, 364
- βάρος 135
- βαρύ 387
- ελαφρύ (ρητινών) 321
- έλεγχος ιδιοτήτων 140
- εν κενώ 142, 146
- ιδιότητες 135
- ισχνό 141, 142
- κανονικό 141

- κατεργασία νωπού 131
- κατηγορίες 141
- κυψελωτό 362
- οπλισμένο 142
- ορισμοί 126
- παρασκευή 128-130
- προεντεταμένο 146, 151
- πολυστερίνης (με κόκκους) 364
- στεγανό 147
- ύλες πρώτες 126
- υψηλής αντοχής 146
- χαρακτηριστικά 125
- χρήσεις 141

Σκυροκονίαμα (βλ. σκυρόδεμα)
Σκωρίες υψικαμίνων 83
Σμάλτωμα 337
Σοβατοπιά (βλ. περιθώρια)
Σομφός ξύλου 185
Σπατουλάρισμα 343
Στεγανότητα - ασφάλτου 108
- ικανότητα υλικών 31, 100
- κεραμιδιών 164
- κονιαμάτων 113
- πηλοσωλήνων 168
- πλαστικών 331, 332
- σκυροδέματος 135, 147
- τσιμεντοκονιάματος 120
- τσιμέντου 99

Στεγανωτικά υλικά - κατηγορίες 378
- λωρίδες 379
- μεμβράνες 333
- πλαστικά 331, 379
- σιλικόνης 321

Στέγες - μεταλλικές 230, 234, 276
- ξύλινες 184
- στεγάνωση 322, 379, 380
- σωληνωτές 268

Στεγνωτικά υλικά 341, 357
Στερεοποίηση (βλ. σκλήρυνση)
Στίλβωση 49, 66, 292
Στοιχεία δομικά 2
Στοκάρισμα 353
Στόκος, ασφαλτικός 104, 383
Στουπέτσι 283, 338
Στρέβλωση ξύλου 210
Στρέψη 32, 239
Στριμμένα νερά 205
Στροφείς - ορειχάλκινοι 282
- χαλύβδινοι 270

Στρωτήρες - ξύλινοι 222
Στύλοι - δικτύων 181
- μεταλλικοί 250
- ξύλινοι 218
- περιφράξεως 181
- υποστηρίξεως στοών 222
- χυτοσιδηροί 250

Συγκόλληση - γενικά 41, 250
- αυτογενής 246
- σφυρηλάτηση 246

Συγκολλητικά υλικά - γενικά 306
- άσφαλτος 107
- γυαλιού 305
- πλαστικά 306, 308
- συνθετικά 312

Συγκολλητό 239, 246
Συλλεκτήρες ομβρίων υδάτων 322
Συλλιπάσματα 247
Συμπίεση 312
Συμπύκνωση - νερού 359
- σκυροδέματος 134

Συνθετικά υλικά - γενικά 108, 308-312
- ιδιότητες 315

Συντελεστής - ασφαλείας 39, 247
- γραμμικής διαστολής 29
- θερμικής αγωγιμότητας 30
- λεπτότητας αδρανών 79
- περιεκτικότητας νερού 137

Σύρματα - αλουμινίου 276, 308
- χαλκού 281
- χαλύβδινα 264, 308

Συρματόπλεγμα 266
Συρματοσύρτης 267
Συρματόσχοινα 266
Συστολή - από πήξη σκυροδέματος 140
- θερμοκρασιακή 28

Σφυρηλάτηση 239, 252, 253
Σχιστόλιθοι - γενικά 55
- μαρμαρυγιακή 55

Σχοινιά - πλαστικά 333
Σχισμές ξύλου (βλ. ρωγμές)
Σωλήνες - αερίων πλαστικοί 330
- άνω ραφής 268
- αποστραγγίσεων 168, 331
- αποχετεύσεων 168
- γαλβανισμένοι 268
- μαύροι πλαστικοί 330
- μετά ραφής 268
- μεταλλικοί 266
- μολύβδου 284
- νερού, μεταφορά 333
- πηλοσωλήνες 152, 168
- πλαστικοί 330
- τσιμέντου 178, 180
- χάλκινοι 282

Τ

Ταινίες (λωρίδες) - πλαστικές 324
Τάπητες - ασφάλτου 148, 149
Τάση - γενικά 21, 32
- αντοχής 32
- επιτρεπόμενη 39
- θραύσεως 32

Τεταρτομερισμός 75
Τερεβινθέλαιο (νέφτι) 241
Τήξη (λιώσιμο) 239, 247, 248
Τικ 188
Τοίχος - αντιστηρίξεως 1, 44
- ηχομόνωση 372
- πλαστικός εσωτ. χώρων 321
- προκατασκευασμένος 179, 334
- στεγάνωση 380

Τούβλο (βλ. οπτόπλινθος)
Τράβα 191
Τραχείτης 50
Τριβείο 72
Τριβή - αντοχή των υλικών 39
- λίθων 59
- πλαστικών υλικών 320
- τσιμεντοκονιάματος 120
- φορμάικας 229

Τσίγκος 338, 342
Τσιμέντο - γενικά 13, 93
- αντοχή 101
- αποθήκευση 102
- είδη 97
- έλεγχοι 100
- ιδιότητες 98
- ιστορικό 93
- παρασκευή 95
- στεγανότητα 99
- χρήσεις 103
Τσιμεντοκονιάματα - ιδιότητες 120
- πρώτες ύλες 118
- τεχνητά υλικά 173
- χρήσεις 121
Τσιμεντόλιθοι 173
Τσιμεντόπλακες 174
Τσιμεντόπλινθοι 173
Τσιμεντοπολτός 103
Τσιμεντοσκυρόδεμα (β. σκυρόδεμα)
Τσιμεντοσωλήνες 178
Τσιμεντόχρωμα 175
Τυποποίηση 41
Τύπωση (στάμπωμα) 245

Υ

Υαλοβάμβακας 305, 363
Υαλοθύρες 298
Υαλοκαλύμματα 305
Υαλομάζα 287, 289
Υαλόμαλλο 305
Υαλοπάπλωμα 305, 363
Ύαλος (γυαλί) - γενικά 285
- ακρυλική 321
- ιδιότητες 291
- ίνες 305
- ιστορικό 285
- κατηγορίες 290
- μονωτικά υλικά 304
- μορφοποίηση 287
- παρασκευή 287
- σύσταση 286
- υλικά 292
Υαλοπίνακες - αντοχή στη γήρανση 291
- ασφαλείας 299
- ειδικοί 297
- θερμοανακλαστικοί 297
- θερμομονωτικά στοιχεία 300
- κοινοί 293
- πυροπροστατευτικοί 298
- χρήσεις διάφορες 304, 305
- χρωματιστοί 297
- χυτοί 296
Υαλόπλακες 300, 303
Υαλόπλινθοι 300, 303
Υγροσκοπικότητα - ξύλου 204
- υλικών εν γένει 361
Υγρασία - επίδραση 18
- εδαφική 22
- ξύλου 191, 204, 210
- σχετική αέρα 359
Υγροποίηση 359
Υδαρή υλικά - πλαστικά 312
Υδρασβέστης - γενικά 90, 92, 93
- γάλα 93
Υδρεύσεως υλικά 170, 171, 268, 330
Υδραυλικότητα - γενικά 86
- τσιμέντου 98
- ασβέστου 91
Υδροαπορροφητικότητα - γενικά 27
- λίθων 57
- πλαστικών 316
Υδρογονάνθρακες 103
Υδρορροές 324
Υδροπερατότητα - γενικά 27, 361
- κεραμιδιών 164
- πλαστικών 316
- σκυροδέματος 135
Υδροχρώματα 93, 340
Υδρύαλος 123, 342
Ύδωρ.(νερό) - ασβεστοκονιαμάτων 115
- διάβρωση υλικών 18, 22
- διαλυτική δράση 19
- επεξεργασίας 116, 119
- θαλάσσιο 22
- κονιαμάτων 115, 119
- μηχανική δράση 19
- συμπυκνώσεως 359
- χημική δράση 22
Ύλες - συνδετικές 85, 340
Υλικά δομικά - ορισμός 1
Υλοτομία 189
Υπεριώδης ακτινοβολία 349
Υφάνσιμες ύλες 309
Υψικάμινος (βλ. κάμινος)
Υποδοχείς υδραυλικοί - κεραμικοί 170
- πλαστικοί 334
- τσιμέντου 181
- χυτοσίδηροι 250

Φ

Φαγιάντσες 168
Φαινοφορμαλδεΰδη 308, 309
Φαινοπλάστες 340
Φανοστάτης 250
Φελλός 228, 368
Φιαλοδονητής 134
Φίλερ (βλ. παιπάλη)
Φλοιός 185
Φορμάικα 229
Φορμαλδεΰδη 311
Φόρτιση - μόνιμη 20
- μεταβλητή 21
- στατική 32
- δυναμική 21
Φράγμα - τεχνικό έργο 2, 44
- υδρατμών 363
Φτελιά 188
Φύλλα - αλουμινίου 276, 280
- ξύλου, λεπτά 197, 199
- πλαστικών 312
- χαλύβδινα 264
Φωτιστικά σώματα - βάσεις 328
Φωτιά (βλ. πυρ)

Χ

Χαλαζίας 47
Χαλίκια 81

Χαλικόδεμα 142
Χαλκός - ιδιότητες 280
- κράματα 281
- υλικά 281
Χάλυβες - ανοξείδωτοι 253
- γενικά 252
- δομικά υλικά 258
- είδη 253
- ειδικά προϊόντα 270
- μορφοποίηση 255
- νικελιούχος 238
- παραγωγή 252
- σκυροδέματος 259
- σφυρήλατοι 253
- τεχνικά έργα 230, 234
- χρωμιούχοι 238
Χαλυβδόφυλλα 261
Χαρντ-μπόαρντ (βλ. ινόπλακες)
Χάρτης 229
Χαρτοπολτός 229
Χαρτοτάπητες 229
Χειρολαβές - αλουμινίου 275
- ορειχάλκινες 282
- χαλύβδινες 270
Χελώνα - χυτοσιδήρου 249
Χημικοί παράγοντες 22-24
Χιντουμίνιο 274
Χιόνι 394
Χλωριούχο πολυβινύλιο PVC 308, 321, 326
Χονδροκονιάματα 125
Χρυσαλίδες δρυός 188
Χρώμιο 284
Χρώματα - αλκοόλης 345
- αλουμινίου 339
- αντισκωριακά 345
- ασβεστοχρώματα 342
- ασφαλτικά 342, 346, 379
- βλάβες 354
- γενικά 336, 337
- διαλυτικά 341
- διαλύματα 346
- διασποράς 342
- ελαίου 342, 344
- ελαίου, άνευ 342, 345
- ιδιότητες, γενικές 347
- καλυπτική ικανότητα 347
- καουτσούκ (λατέξ) 343
- κατηγορίες 341
- κόλλας 342
- ιξώδες 348
- μεταλλικά 339
- πλαστικά 343
- πίσσας 346
- σκλήρυνση μεμβράνης 337, 347
- σπατουλάρισμα 343
- συστατικά 337
- σώμα 338
- τσιμέντου 175
- τσιμεντόχρωμα 342
- υδατοδιαλυτά 340, 342
- υδρύαλου 342
- φορείς 338, 340
- χρωστικές 338
- ψευδαργύρου 283
Χρωμιοχάλυβες 284
Χρωστικές ύλες - γενικά 338
- μεταλλικές 339
- έγχρωμες 339
Χύτευση - γυαλιού 287
- μετάλλων 246, 249, 256
- πλαστικών 312
Χυτοσίδηροι - γενικά 246
- έργα 230, 232
- είδη 248
- ειδικός 249
- ιδιότητες 247
- κοινός 247
- λευκός 249
- χρήσεις 249
- χυτοχάλυβες 253
Χώμα 13, 81

Ψ

Ψευδάργυρος - γενικά 282
- κράματα 282
- ιδιότητες 283
- χρήσεις 283
Ψηφίδες 82
Ψευδοροφές αλουμινίου 276
Ψεκαστήρες βαφής 354

Ω

Ωμόπλινθοι 13, 151
Ώχρες 338, 339

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1	Χαρακτηρισμός των δομικών υλικών. Τεχνικά έργα και δομικά στοιχεία	1
1.1.1	Δομικά υλικά	1
1.1.2	Τεχνικό έργο	1
1.1.3	Δομικά στοιχεία	2
1.2	Προορισμός των τεχνικών έργων. Απαιτήσεις	8
1.3	Ιστορική εξέλιξη των δομικών υλικών	8
1.4	Επιλογή των δομικών υλικών	14
1.5	Παράγοντες που επιδρούν στα δομικά υλικά	16
1.5.1	Φυσικοί παράγοντες	16
1.5.2	Χημικοί παράγοντες	22
1.5.3	Οργανικοί παράγοντες	24
1.6	Ιδιότητες των δομικών υλικών	24
1.6.1	Φυσικές ιδιότητες	25
1.6.2	Μηχανικές ιδιότητες	32
1.6.3	Τεχνικές ή τεχνολογικές ιδιότητες	40
1.7	Προδιαγραφές. Πρότυπα. Κανονισμοί	41
1.7.1	Πρότυπες προδιαγραφές	41
1.7.2	Πρότυπα υλικών και μεθόδων	42
1.7.3	Κανονισμοί	43

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ
ΦΥΣΙΚΟΙ ΛΙΘΟΙ

2.1	Περιγραφή-Προέλευση	44
2.2	Γενικά χαρακτηριστικά	47
2..3	Κατηγορίες των φυσικών λίθων	47
2.3.1	Άστρωτοι λίθοι	47
2.3.2	Στρωτοί λίθοι ή σχιστόλιθοι	55
2.4	Ιδιότητες των φυσικών λίθων	56
2.4.1	Πυκνότητα - Πορώδες	56
2.4.2	Ειδικό βάρος	56
2.4.3	Υδροαπορροφητικότητα	57
2.4.4	Αντοχή στον παγετό	58
2.4.5	Αντοχή στην πύρωση και στην πυρκαϊά	58
2.4.6	Αντοχή σε θλίψη	58
2.4.7	Αντοχή στην κάμψη	58
2.4.8	Αντοχή σε κρούση	58
2.4.9	Αντοχή στην τριβή. Σκληρότητα	59
2.4.10	Εργάσιμο	59
2.4.11	Αντοχή στα οξέα	60
2.4.12	Χρώμα	60
2.4.13	Συμπεράσματα	60
2.5	Εξόρυξη και επεξεργασία	60
2.5.1	Επιλογή και προδιαγραφές	60
2.5.2	Εξόρυξη των λίθων	61
2.5.3	Επεξεργασία των λίθων	62
2.6	Μορφές και χρήσεις των λίθων	62
2.6.1	Αργοί λίθοι	62
2.6.2	Ημίξεστοι ή ημιλαξευτοί λίθοι	64
2.6.3	Ξεστοί ή λαξευτοί λίθοι	65
2.6.4	Κυβόλιθοι	65
2.6.5	Πλάκες	65
2.7	Προστασία και συντήρηση των λίθων	66

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ
ΛΙΘΙΝΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ

3.1	Γενικά - Προέλευση	70
3.2	Κατάταξη των λιθίνων προϊόντων	70
3.2.1	Ανάλογα με την προέλευσή τους	70
3.2.2	Ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων τους	71
3.3	Συλλογή και παραγωγή	71
3.3.1	Φυσικά αδρανή	71
3.3.2	Τεχνητά αδρανή	72
3.4	Ιδιότητες και έλεγχος των λιθίνων προϊόντων	72
3.4.1	Δειγματοληψία	75
3.4.2	Προσδιορισμός της κοκκομετρικής συνθέσεως	77
3.4.3	Έλεγχος καθαρότητας των λιθίνων υλικών	79
3.4.4	Έλεγχος μηχανικών ιδιοτήτων	80
3.4.5	Άλλοι έλεγχοι	80
3.5	Προδιαγραφές. Κανονισμοί	80
3.6	Είδη αδρανών. Χρήσεις	81
3.6.1	Φυσικά αδρανή	81
3.6.2	Τεχνητά αδρανή	81
3.6.3	Ειδικά αδρανή	83

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ
ΣΥΝΔΕΤΙΚΕΣ ΥΛΕΣ (ΚΟΝΙΕΣ)

4.1	Γενικά	85
4.1.1	Εξέλιξη. Γενικοί ορισμοί	85
4.1.2	Πολτός και συμπεριφορά του	86
4.2	Κατηγορίες και είδη κονιών	86
4.2.1	Ανάλογα με την προέλευση	86
4.2.2	Ανάλογα με τον τρόπο που στερεοποιούνται	86
4.3	Πηλοκονία	86
4.4	Γύψος	87
4.4.1	Προέλευση	87
4.4.2	Είδη	87
4.4.3	Ιδιότητες	87
4.4.4	Χρήσεις του γύψου	88
4.5	Ποζουλάνες. Θηραϊκή γη	89
4.6	Ασβέστης (άσβεστος)	90
4.6.1	Καμένος ασβέστης	90
4.6.2	Υδρασβέστης	92
4.7	Τσιμέντο	93
4.7.1	Ορισμοί. Ιστορικό	93
4.7.2	Πρώτες ύλες και στάδια παρασκευής του τσιμέντου	95
4.7.3	Αποθήκευση. Συσκευασία	95
4.7.4	Είδη τεχνητών τσιμέντων	97
4.7.5	Ιδιότητες του τσιμέντου	98
4.7.6	Έλεγχοι και προδιαγραφές του τσιμέντου	100
4.7.7	Αποθήκευση και προφύλαξη του τσιμέντου	102

4.7.8 Χρήσεις του τσιμέντου 103
4.8 Άσφαλτοι. Πίσσες 103
4.8.1 Σύσταση - Προέλευση 103
4.8.2 Φυσικές άσφαλτοι 104
4.8.3 Τεχνητές άσφαλτοι 105
4.8.4 Ιδιότητες της ασφάλτου 107
4.8.5 Πίσσες 107
4.8.6 Χρήσεις ασφαλτικών υλικών 107
4.9 Συνθετικές κονίες 108

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ
ΛΕΠΤΑ ΚΑΙ ΧΟΝΔΡΑ ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ

5.1 Γενικά περί λεπτοκονιάματος 111
5.1.1 Ορισμός. Απόδοση 111
5.1.2 Παρασκευή 111
5.1.3 Στερεοποίηση κονιάματος 112
5.1.4 Γενικές χρήσεις των κονιαμάτων 112
5.1.5 Ιδιότητες των κονιαμάτων 113
5.1.6 Κατάταξη των κονιαμάτων 113
5.1.7 Ποιοτικός έλεγχος 114
5.2 Πηλοκονιάματα 115
5.3 Ασβεστοκονιάματα 115
5.3.1 Γενικά 115
5.3.2 Παρασκευή των ασβεστοκονιαμάτων 115
5.3.3 Πήξη και σκλήρυνση του ασβεκονιάματος 117
5.3.4 Ιδιότητες του ασβεστοκονιάματος 117
5.3.5 Χρήσεις 117
5.3.6 Ειδικά ασβεστοκονιάματα 117
5.4 Τσιμεντοκονιάματα 118
5.4.1 Προέλευση 118
5.4.2 Πρώτες ύλες του τσιμεντοκονιάματος 118
5.4.3 Παρασκευή 119
5.4.4 Ιδιότητες του τσιμεντοκονιάματος 120
5.4.5 Χρήσεις των τσιμεντοκονιαμάτων 121
5.5 Ασβεστοτσιμεντοκονιάματα 121
5.6 Ασφαλτοκονιάματα 121
5.6.1 Η ασφαλτική μαστίχα 122
5.6.2 Χυτή άσφαλτος 122
5.6.3 Πιεστή άσφαλτος 122
5.7 Ειδικά κονιάματα 123
5.7.1 Πυρίμαχα κονιάματα 123
5.7.2 Θερμομονωτικά και ηχομονωτικά κονιάματα 123
5.7.3 Στεγανά κονιάματα 124
5.7.4 Υδαρή κονιάματα 124
5.7.5 Ενισχυμένα κονιάματα 124
5.8 Γενικά περί χονδροκονιάματος 125
5.8.1 Γενικά χαρακτηριστικά των χονδροκονιαμάτων 125
5.9 Τσιμεντοσκυρόδεμα (σκυρόδεμα ή κοινά μπετόν) 126
5.9.1 Ορισμοί. Σύσταση 126
5.9.2 Πρώτες ύλες 126
5.9.3 Αναλογίες μίξεως των πρώτων υλών 128
5.9.4 Ανάμιξη των πρώτων υλών 130
5.9.5 Μεταφορά νωπού σκυροδέματος 131
5.9.6 Κατεργασία του νωπού σκυροδέματος 131
5.9.7 Ιδιότητες του σκυροδέματος 135
5.9.8 Έλεγχος των ιδιοτήτων του σκυροδέματος 140
5.9.9 Κατηγορίες και χρήσεις του σκυροδέματος 141
5.9.10 Ισχνό και άοπλο σκυρόδεμα 142
5.9.11 Οπλισμένο σκυρόδεμα 142
5.9.12 Προεντεταμένο σκυρόδεμα 146
5.9.13 Σκυρόδεμα εν κενώ 146
5.9.14 Ειδικά σκυροδέματα 146
5.10 Ασφαλτοσκυρόδεμα 147

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ
ΤΕΧΝΗΤΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΑΠΟ ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ

6.1 Γενικά περί των τεχνητών προϊόντων 150
6.1.1 Ορισμός. Εξέλιξη 150
6.1.2 Πλεονεκτήματα τεχνητών υλικών 151
6.2 Τεχνητά υλικά από πηλοκονίαμα 151
6.2.1 Άνοπτοι πλίνθοι ή ωμόπλινθοι (πλήθρες) 151
6.2.2 Κεραμικά προϊόντα 151
6.2.3 Οπτόπλινθοι (τούβλα) 154
6.2.4 Πυρίμαχα τούβλα 161
6.2.5 Κεραμίδια 162
6.2.6 Πλάκες και πλακίδια 164
6.2.7 Σωλήνες 168
6.2.8 Διακοσμητικά στοιχεία 169
6.2.9 Υδραυλικοί υποδοχείς 170
6.3 Τεχνητά υλικά από ασβεστοκονίαμα 171
6.4 Τεχνητά υλικά από γυψοκονίαμα 171
6.5 Τεχνητά υλικά από τσιμεντοκονίαμα 173
6.5.1 Τεχνητοί λίθοι και πλάκες 173
6.5.2 Σωλήνες 180
6.5.3 Διάφορα υλικά 181

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ
ΤΟ ΞΥΛΟ ΚΑΙ ΤΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΤΟΥ

7.1 Προέλευση και φύση του ξύλου 183
7.1.1 Γενικά 183
7.1.2 Ανάπτυξη του δέντρου. Δομή του κορμού 184
7.2 Είδη δέντρων δομικής ξυλείας 187
7.2.1 Οικογένεια βελονοφύλλων 187
7.2.2 Οικογένεια πλατυφύλλων 187
7.2.3 Τροπικά δέντρα 188
7.3 Κατεργασία των κορμών για την παραγωγή ξυλείας 188
7.3.1 1ο στάδιο 188
7.3.2 2ο στάδιο 190
7.3.3 3ο στάδιο 195
7.4 Ιδιότητες του ξύλου 200
7.4.1 Πυκνότητα. Απόλυτο και φαινόμενο ειδικό βάρος 200
7.4.2 Σκληρότητα 201
7.4.3 Μηχανική αντοχή 201
7.4.4 Ελαστικότητα. Ευκαμψία 202
7.4.5 Υγροσκοπικότητα 204
7.4.6 Συρρίκνωση ή συστολή 204

7.5	Ελαττώματα του ξύλου	204
7.5.1	Οι ρόζοι	205
7.5.2	Ελικοειδείς ίνες. (Στριμμένα νερά)	205
7.5.3	Ρωγμές (σκασίματα-ραγάδες)	206
7.5.4	Έκκεντρος καρδιά	209
7.5.5	Αποκλίσεις από την τυπική μορφή των δέντρων	209
7.6	Βλαβεροί παράγοντες και μέτρα προφυλάξεως	210
7.6.1	Η υγρασία	210
7.6.2	Βακτήρια και μύκητες	211
7.6.3	Έντομα	212
7.6.4	Παγετός	213
7.6.5	Φωτιά	213
7.7	Προληπτικά μέτρα προστασίας. Συντήρηση	213
7.7.1	Πρόληψη	213
7.7.2	Συντήρηση	215
7.8	Χαρακτηριστικά της ποιότητας του ξύλου	215
7.9	Αποθήκευση	216
7.10	Μορφές, διαστάσεις και χρήση της ξυλείας	217
7.10.1	Μονάδες μετρήσεως	217
7.10.2	Μορφές και διαστάσεις της ξυλείας	217
7.10.3	Επιλογή του καταλληλότερου ξύλου	221
7.11	Τεχνητή ξυλεία	222
7.11.1	Αντικολλητά φύλλα (κόντρα πλακέ)	222
7.11.2	Συγκολλητή ξυλεία (σύνθετη ξυλεία)	224
7.11.3	Πλάκες από αποϊνωμένο ξύλο (ινόπλακες)	225
7.11.4	Πλάκες από απορρίμματα ξύλου (μοριόπλακες)	227
7.12	Ξυλάλευρο, ξυλοβάμβακας, ξυλόμαλλο, ξυλόλιθος	228
7.13	Φελλός και υλικά από φελλό	228
7.14	Χαρτί	229

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΟΟ
ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

8.1	Εισαγωγή	230
8.2	Ιδιότητες των μεταλλικών υλικών	239
8.2.1	Φυσικές και χημικές ιδιότητες	239
8.2.2	Μηχανικές ιδιότητες	239
8.2.3	Τεχνολογικές ιδιότητες	245
8.3	Ο σίδηρος και τα κράματά του	246
8.3.1	Γενικά	246
8.4	Χυτοσίδηρος	246
8.4.1	Γενικά	246
8.5	Χάλυβες	252
8.5.1	Γενικά	252
8.5.2	Παραγωγή	252
8.5.3	Είδη χαλύβων	253
8.5.4	Ιδιότητες και χαρακτηριστικά	254
8.5.5	Μορφοποίηση των χαλύβων	255
8.5.6	Δομικά υλικά της σιδηροβιομηχανίας	258
8.6	Αλουμίνιο	272
8.6.1	Προέλευση - Παραγωγή	272
8.6.2	Ιδιότητες	272
8.6.3	Κράματα αλουμινίου	274
8.6.4	Επεξεργασία του αλουμινίου	274
8.6.5	Υλικά από αλουμίνιο	275
8.7	Χαλκός	280
8.7.1	Προέλευση - Εξαγωγή	280
8.7.2	Ιδιότητες	280
8.7.3	Επεξεργασία του χαλκού	280
8.7.4	Κράματα χαλκού	281
8.7.5	Υλικά από το χαλκό και τα κράματά του	281
8.8	Ψευδάργυρος (τσίγκος)	282
8.8.1	Προέλευση - Εξαγωγή	282
8.8.2	Ιδιότητες	283
8.8.3	Χρήσεις του ψευδαργύρου	283
8.9	Μόλυβδος	283
8.9.1	Προέλευση - Εξαγωγή	283
8.9.2	Ιδιότητες	283
8.9.3	Υλικά από μόλυβδο	284
8.10	Κασσίτερος	284
8.11	Νικέλιο και χρώμιο	284

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ
ΓΥΑΛΙ (ΥΑΛΟΣ)

9.1	Εισαγωγή	285
9.2	Σύσταση και παρασκευή του γυαλιού	286
9.2.1	Σύσταση	286
9.2.2	Παρασκευή και μορφοποίηση	287
9.3	Κατηγορίες γυαλιών	290
9.4	Ιδιότητες του γυαλιού	291
9.4.1	Φυσικές ιδιότητες	291
9.4.2	Μηχανικές ιδιότητες	292
9.4.3	Τεχνολογικές ιδιότητες	292
9.5	Υλικά από γυαλί και δομικές εφαρμογές	292
9.5.1	Γενικά	292
9.5.2	Υαλοπίνακες	293
9.5.3	Υαλόπλακες και υαλόπλινθοι	300
9.5.4	Υλικά ηλεκτρικών δικτύων	304
9.5.5	Μονωτικά υλικά	304

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ
ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

10.1	Εισαγωγή	306
10.1.1	Γενικά χαρακτηριστικά	306
10.2	Πρώτες ύλες και παρασκευή των πλαστικών υλικών	307
10.2.1	Ρητίνες ή πολυμερή	307
10.2.2	Συμπληρωματικές ουσίες	308
10.3	Κατάταξη ρητινών	308
10.3.1	Κατηγορία I. Κατάταξη κατά την προέλευσή τους	309
10.3.2	Κατηγορία II. Κατάταξη ανάλογα με τον τρόπο που στερεοποιούνται	309
10.3.3	Κατηγορία III. Κατάταξη ανάλογα προς τη χρήση τους	312
10.4	Κατασκευή των πλαστικών υλικών	312
10.5	Ιδιότητες και έλεγχος των πλαστικών υλικών	315