



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΝΘΕΣΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ
ΑΙΧΜΗΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΑΣΒΕΣΤΟΣ, ΓΥΨΟΣ
& ΤΑ ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ ΤΟΥΣ**



ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΠΟΥΛΑΚΟΣ

ΝΕΛΛΑ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ

ΑΘΗΝΑ 2013

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	5
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	6
1. Ιστορική αναδρομή.....	7
2. ΚΟΝΙΕΣ.....	10
2.1 Κατηγορίες και είδη κονιών.....	11
2.1.1 Ανάλογα με την προέλευσή τους.....	11
2.1.2 Ανάλογα με τη φύση τους.....	12
2.1.3 Ανάλογα με τον τρόπο που στερεοποιούνται.....	12
3. ΔΟΜΙΚΗ ΑΣΒΕΣΤΟΣ.....	14
3.1 Τι είναι ο ασβέστης.....	14
3.2 Χημικά και ορυκτολογικά– πετρογραφικά χαρακτηριστικά των ασβεστολίθων.....	17
3.3 Αερική ή καυστική ασβεστος.....	21
3.3.1 Παρασκευή.....	21
3.3.2 Φυσικές ιδιότητες.....	30
3.3.3 Έλεγχος της ποιότητας.....	30
3.4 Ασβεστοκάμινοι.....	31
3.4.1 Καμίγια περιοδικής λειτουργίας.....	32
3.4.2 Καμίγια συνεχούς λειτουργίας.....	38
3.5 Υδράσβεστος.....	42
3.5.1 Σβέση της καυστικής ασβέστου.....	42
3.5.1.1 Τεχνητή σβέση.....	45
3.5.1.1.1 Υγρή σβέση.....	45
3.5.1.1.2 Ξερή σβέση.....	48
3.5.1.1.3 Σβέση υπό πίεση.....	50
3.5.2 Πήξη και σκλήρυνση της υδρασβέστου.....	50
3.5.3 Εφαρμογές.....	51
3.6 Μαγνησιακή ασβεστος ,Δολομιτική ασβεστος.....	52
3.7 Μαγνησιακή κονία (Sorel).....	52
3.8 Δοκιμές ελέγχου.....	53
3.9 Υδραυλική ασβεστος.....	54
3.10 Ρωμαϊκή κονία.....	55
4. ΓΥΨΟΣ.....	56
4.1 Φάσεις στο σύστημα $\text{Ca SO}_4 - \text{Ca SO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	56
4.2 Είδη γύψου.....	57
4.2.1 Πλαστική γύψος.....	57
4.2.2 Αδρανής γύψος.....	57
4.2.3 Τραχύς ή άνυδρος γύψος.....	57
4.3 Τεχνική παρασκευή γύψου.....	59
4.3.1 Υγρή μέθοδος (συνήθεις θερμοκρασίες $< 100^\circ\text{C}$).....	59

4.3.2 Ξηρή μέθοδος (συνήθεις θερμοκρασίες >125 °C).....	59
4.4 Πήξη και σκλήρυνση της γύψου	63
4.5 Ιδιότητες και εφαρμογές.....	66
4.5.1 Μηχανική αντοχή.....	66
4.5.2 Αντοχή στην υγρασία.....	67
4.5.3 Διάφορες φυσικές ιδιότητες της γύψου.....	67
4.6 Εφαρμογές.....	70
4.7 Δοκιμές.....	72
5. ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ.....	75
5.1 Κονιάματα φερόντων δομικών στοιχείων.....	76
5.2 Κονιάματα μη φερόντων δομικών στοιχείων.....	78
5.2.1 Κονιάματα επιχρισμάτων.....	78
5.2.1.1 Πρώτες ύλες επιχρισμάτων.....	81
5.2.1.2 Ιδιότητες νωπού επιχρίσματος.....	85
5.2.1.3 Ιδιότητες σκληρυμένου επιχρίσματος.....	86
5.2.1.4 Παρασκευή-Εφαρμογή επιχρίσματος	87
5.2.1.5 Προβλήματα-Μεθοδολογία αντιμετώπισης	90
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	98

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Επειδή με την παρούσα διπλωματική εργασία δεν ανακάλυψα τον τροχό ,αλλά στηρίχτηκα στις πλάτες άλλων μικρών ή μεγάλων γιγάντων, θα ήθελα σε τούτες τις γραμμές :

Να εκφράσω τις θερμότερες ευχαριστίες μου προς τον καθηγητή κύριο **Γεώργιο Πουλάκο** για την ανάθεση της εργασίας αυτής και για τη συμβολή του στην υλοποίησή της. Ήταν από τους λίγους συναδέλφους του στο ΕΜΠ, που έδειξε μεγάλη κατανόηση στην περίπτωση μου και με βοήθησε με το παραπάνω.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους εργάστηκαν και προσέφεραν τις υπηρεσίες τους στην βελτίωση των γνώσεων, γύρω από το αντικείμενο των τεχνικών υλικών.

Την οικογένειά μου για την κατανόηση της όλα αυτά τα χρόνια των σπουδών μου.

Ευχαριστώ τέλος, όλους όσους συνέβαλαν είτε συμβουλευτικά ,είτε παρέχοντας χρήσιμες πληροφορίες ,στην ολοκλήρωση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας.

Περιττό να τονίσω ότι τυχόν παραλήψεις και αβλεψίες της παρούσας εργασίας, βαρύνουν αποκλειστικά την υπογράφουσα, η οποία θα είναι ευγνώμων απέναντι σε όποιον υποδείξει κάποιο από τα ελαττώματά της.

Αθήνα 06/06/2013

Νέλλα Ευαγγελία

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στόχος κάθε επαγγελματία πολιτικού μηχανικού, είναι η άρτια διεκπεραίωση του έργου που έχει αναλάβει. Το επάγγελμα του πολιτικού μηχανικού φέρει πολλαπλές ευθύνες και ιδιαίτερα σημαντικά χαρακτηριστικά, τα οποία παραπέμπουν σε κοινωνικό λειτούργημα. Κάθε κατασκευή πάσης φύσεως πρέπει να πληροί όλους τους κανόνες θεμελίωσης και στατικότητας, καθώς και να εξασφαλίζει ασφαλείς και υγιεινές συνθήκες διαβίωσης.

Στο σημείο αυτό κρίνεται αναγκαία η αναφορά τριών εκ των βασικότερων παραγόντων που συμβάλλουν στην πραγμάτωση των επιθυμητών συνθηκών διαβίωσης για κάθε κτήριο, οι οποίοι είναι οι ακόλουθοι:

1. Θερμομόνωση
2. Υγρομόνωση
3. Ηχομόνωση

Η τυχόν ανεπάρκεια των τριών παραπάνω στοιχείων για τους χώρους μιας κατασκευής, οδηγεί σε δυσμενείς συνθήκες κατοικίας και εργασίας, δημιουργώντας πολλαπλά προβλήματα.

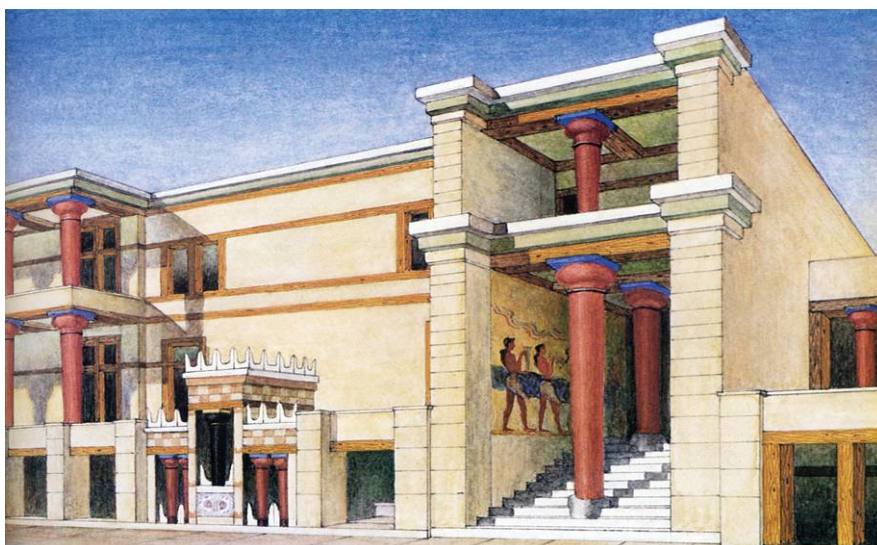
Έτσι καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι είναι αναγκαίο σε κάθε κατασκευή να γίνονται οι έλεγχοι θερμομόνωσης, υγρομόνωσης και ηχομόνωσης και να λαμβάνονται τα απαραίτητα μέτρα έτσι ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις των κανονισμών. Στα μέτρα προστασίας περιλαμβάνονται οι μονώσεις των ταρατσών και των δαπέδων, καθώς και των εξωτερικών χώρων.

Η συμπεριφορά των υλικών, τα οποία χρησιμοποιούνται στην κατασκευή δομικών έργων, αποτελεί έναν από τους ιδιαιτέρως καθοριστικούς παράγοντες για την συμπεριφορά των έργων αυτών, γι' αυτό και η κατανόησή της αποτελεί επιτακτική ανάγκη.

Η διπλωματική εργασία που ακολουθεί ασχολείται με τη μελέτη του ασβέστη και τα στάδια επεξεργασίας του, ο οποίος χρησιμοποιείται σαν συνδετικό υλικό (κονίαμα) στις μονώσεις, που πραγματοποιούνται στις δομικές κατασκευές.

1. Ιστορική Αναδρομή

Ο **ασβέστης** αναφέρεται ,ως ένα από τα παλαιότερα γνωστά υλικά, το ίδιο παλιό όσο και η πέτρα. Χρησιμοποιήθηκε το 4000π.Χ. στην Αίγυπτο για την κατασκευή των πυραμίδων, όπως επίσης το 1500π.Χ. για τα παλάτια της Κνωσού στην Κρήτη. Αναφέρεται στην Βίβλο, στην κατασκευή του Σινικού τείχους καθώς και στην κατασκευή του ναού του Απόλλωνα, στην Αρχαία Ελλάδα. Ο Ξενοφώντας, το 350 π.Χ., αναφέρει ένα ναυάγιο στα ανοιχτά της Μασσαλίας, το οποίο μετέφερε ασβέστη. Κυρίως όμως επί Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας χρησιμοποιήθηκε ευρέως (αναφέρεται και στην κατασκευή της Απίας οδού). Μάλιστα ο Βιτρούβιος, που ήταν μηχανικός του Ιούλιου Καίσαρα, έγραψε και προδιαγραφές χρησιμοποίησής του.





Ο ναός του Επικούρειου Απόλλωνος, στις Βάσσεις Αρκαδίας.

Δεν είναι δύσκολο να φαντασθούμε, πως ανακαλύφθηκαν τα κονιάματα με βάση τον ασβέστη. Στο παρελθόν θα συνέβη κάποια φωτιά σε μια περιοχή με ασβεστολιθικά πετρώματα, που στην συνέχεια θα έσβησε με βροχή. Το νερό θα δημιούργησε μια λεπτόκοκκη σκόνη, που με την σειρά της με περισσότερη βροχή έδωσε ένα άσπρο πολτό. Μετά από πάροδο μερικών ημερών ή εβδομάδων διαπιστώθηκε ότι ο πολτός είχε στερεοποιηθεί και κατά κάποιο τρόπο είχε την εμφάνιση του αρχικού πετρώματος. Η "ανακάλυψη" των κονιαμάτων ήταν γεγονός εκατοντάδες χρόνια πριν αποδοθούν με χημικές αντιδράσεις τα φυσικά φαινόμενα της εποχής εκείνης.

Η μεγαλύτερη όμως συνεισφορά των Ρωμαίων, ήταν η παρατήρηση ότι όταν αναμειγνύεται με ηφαιστειογενούς προέλευσης υλικά όπως η λάβα από τον Βεζούβιο, διάφορες τέφρες ή αδρανή, το μίγμα σκληρύνεται. Αυτός ο υδραυλικός χαρακτήρας, οδήγησε στην ανάπτυξη της Ρωμαϊκής κονιάς ή της υδραυλικής ασβέστου που συνίστατο από άσβεστο και ποζολάνη. Με την πτώση της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας χάθηκε και η σχετική τεχνολογία με αποτέλεσμα να καθυστερήσει σημαντικά η εξέλιξη των κατασκευών.

Η παραπάνω τεχνολογία απαντάται αργότερα στο Βυζάντιο. Κατά τον Μεσαίωνα και κυρίως την Αναγέννηση ξαναχρησιμοποιήθηκε ευρέως η άσβεστος είτε σκέτη είτε σε μείγματα με ποζολάνες, όπως μαρτυρούν κονιάματα που χρονολογούνται από εκείνες τις περιόδους. Στην πραγματικότητα μέχρι τον 19ο αιώνα στην Ευρώπη και μέχρι το 1890 στην Αμερική, οπότε και άρχισε να αναπτύσσεται το τσιμέντο Πόρτλαντ, η άσβεστος ήταν το κυριότερο υλικό για τις τοιχοποιίες. Ακόμα και σήμερα σώζονται σε εκπληκτικά καλή κατάσταση, κατασκευές 200-300 ετών στις οποίες είχε χρησιμοποιηθεί ασβέστης.

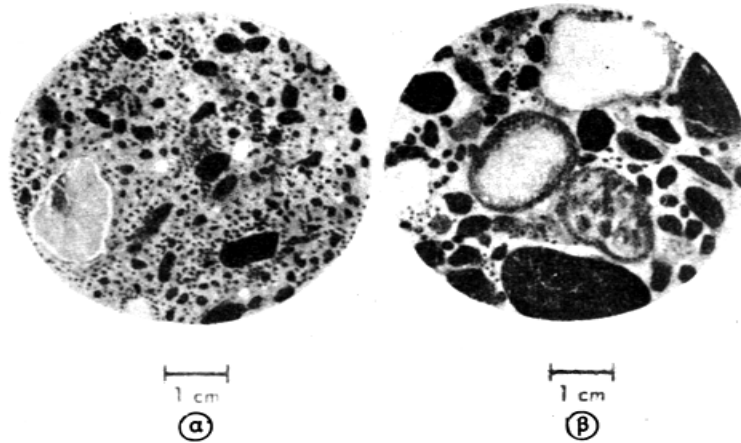
Οι ασβεστάδες έφτιαχναν ασβέστη στα καμίνια (ασβεστοκάμινια) από την καύση των ασβεστόλιθων. Ο ασβέστης είχε μεγάλη ζήτηση, αφού τον χρησιμοποιούσαν τόσο ως οικοδομικό υλικό, όσο και στο πλαίσιο μέτρων υγιεινής, με τη μορφή επιχρίσματος στα σπίτια, στις αυλές, στις κρήνες, στους στάβλους, στα «ντάμια» (πρόχειρα αγροτικά κτίσματα), στους ορνιθώνες (κοτέτσια), στα δέντρα (ως προστασία από τα μυρμήγκια και τα παράσιτα, κ.α.). Το επάγγελμα του ασβεστοποιού στη Λέσβο ήταν πολύ διαδεδομένο (στην Αγιάσο μόνο, υπήρχαν δεκαεφτά οικογένειες που ασχολούταν με αυτό το επάγγελμα) και οι ασβεστάδες ήταν οργανωμένοι σε σωματίο - σινάφι, με προστάτη τον Άγιο Ηλία, η γιορτή του οποίου (17 Ιουλίου) ήταν μέρα ανάπαυλας και εορτασμού.

2. ΚΟΝΙΕΣ

Με τον όρο κονία εννοούμε κάθε συγκολλητικό (συνδετικό) υλικό σε κατάσταση στερεή ,ρευστή ,σε μορφή διαλύματος ή αιωρήματος , το οποίο όταν αναμειχθεί και κατεργαστεί υπό ορισμένες αναλογίες με ένα ρευστό μέσο – συνήθως νερό –μεταβάλλεται σε **εύπλαστο πολτό**. Ο εύπλαστος πολτός αποκτά την τελική του αντοχή ,αφού περάσει δύο χαρακτηριστικά χρονικά στάδια ,τα οποία ονομάζονται πήξη και σκλήρυνση. Ο πολτός αυτός αποτελεί μετά την πήξη και τη σκλήρυνσή του ,το συγκολλητικό (ή συνδετικό) υλικό των κονιαμάτων και των σκυροδεμάτων (π.χ. ασβεστοκονίαμα κ.λπ.).

Πήξη ονομάζουμε το χρονικό διάστημα που χρειάζεται ο πολτός από τη στιγμή που χάνει την πλαστικότητά του ,δηλαδή δεν είναι πια εύπλαστος ,μέχρι τη στιγμή που αποκτά κάποια σταθερότητα. Η πήξη μπορεί να είναι συνέπεια της ξήρανσης ή να οφείλεται σε φαινόμενα χημικά ,φυσικά ή φυσικοχημικά. Κατά το χημικό φαινόμενο θα ονομάζαμε πήξη της γύψου και των υδραυλικών κονιών ,το στάδιο της πρώιμης υδρόλυσης και ενυδάτωσης ,κατά το οποίο ο εύπλαστος πολτός στερεοποιείται και αποκτά κάποια αντοχή. Στο στάδιο της πήξης ,το κονίαμα μπορεί να ανεχθεί τοπικές μικροδιογκώσεις (π.χ. βάκιλος του τσιμέντου) μέσα στη μάζα του ,χωρίς να παρουσιάσει ραγίσματα. Η διάρκεια της πήξης (αρχικός χρόνος πήξης – τελικός χρόνος πήξης), προσδιορίζεται με διάφορες μεθόδους ,σύμφωνα με τους αντίστοιχους για κάθε κονία κανονισμούς και είναι σημαντική για την κατεργασία των κονιαμάτων.

Σκλήρυνση ονομάζουμε το χρονικό στάδιο που ακολουθεί την πήξη, μέσα στο οποίο ο πολτός μεταβάλλεται σε λίθωμα με αυξημένες μηχανικές αντοχές και αποκτά την τελική του αντοχή. Η εμφάνιση αυξημένων μηχανικών αντοχών ,είναι συνέπεια των χημικών μετασχηματισμών (πλην της αργίλου και του πηλού), οι οποίοι συντελούνται λόγω της χημικής αστάθειας των συστατικών του πολτού, προς χημικές ενώσεις με μεγαλύτερη σταθερότητα.



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.

2.1 Κατηγορίες και είδη κονιών

Οι κονίες διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες, ανάλογα με την προέλευσή τους, τη φύση τους και με τον τρόπο στερεοποίησής τους.

2.1.1 Ανάλογα με την προέλευση τους

α) Φυσικές κονίες

Βρίσκονται ελεύθερες στη φύση και μπορούν να χρησιμοποιηθούν αμέσως, χωρίς οποιαδήποτε κατεργασία. Παράδειγμα η πηλοκονία, η ποζουλάνη (Θηραϊκή γη) κλπ.

β) 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 κλπ.

2.1.2 Ανάλογα με τη φύση τους

α) Ανόργανες

Ανόργανες κονίες είναι π.χ. η άσβεστος ,η γύψος ,το τσιμέντο κ.ά.

β) Οργανικές

Οργανικές κονίες είναι π.χ. η άσφαλτος ,οι ρητίνες κ.ά.

2.1.3 Ανάλογα με τον τρόπο που στερεοποιούνται

α) Αερικές κονίες

Οι αερικές κονίες πήζουν και σκληρύνονται στον ατμοσφαιρικό αέρα, μπορούν δε, να συντηρηθούν μόνο στο περιβάλλον του. Είναι υδατοδιαλυτές, δηλαδή διαλύονται στο νερό ή ακόμη και από την υγρασία ενός υγρού περιβάλλοντος .

β) Υδραυλικές κονίες

Οι υδραυλικές κονίες έχουν το κοινό γνώρισμα να μη διαλύονται στο νερό, μπορούν όμως να διαφέρουν ως προς την πήξη και τη σκλήρυνση, π.χ. η υδραυλική άσβεστος πήζει και αρχικά σκληρύνεται στον αέρα, μετά δε από ορισμένο χρονικό διάστημα, μπορεί να διατηρηθεί στο νερό, όπου συνεχίζεται η σκλήρυνση.

Τα τσιμέντα μπορούν μετά την ανάμειξη τους με το νερό να πήξουν και να σκληρυνθούν είτε στον αέρα ,είτε στο νερό. Η ιδιότητα αυτή των κονιών έναντι του νερού (δηλ. κονίες με νερό να σκληρύνονται μέσα στο νερό),ονομάζεται *υδραυλικότητα*. Η ικανότητα αυτή των κονιών που ανήκουν στις υδραυλικές κονίες ,οφείλεται στη χημική σύστασή τους και μάλιστα στην ύπαρξη των λεγομένων υδραυλικών παραγόντων. Όπως στα οξειδία του πυριτίου (SiO_2),του σιδήρου (Fe_2O_3) και του αργιλίου (Al_2O_3).

Τα είδη των κονιών που ανήκουν στις δύο παραπάνω κατηγορίες , δίνονται στον πίνακα 1.1.

Πίνακας 1.1 Κονίες

ΚΟΝΙΕΣ	
ΑΕΡΙΚΕΣ	ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ
Άργιλος	Υδραυλική άσβεστος
Πηλός	Ρωμαϊκή κονία
Υδράσβεστος	Πουζολανική άσβεστος
Μαγνησιακή άσβεστος	Φυσικά τσιμέντα
Δολομιτική άσβεστος	Τεχνητά τσιμέντα
Μαγνησιακή κονία	
Γύψος	

γ) 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 .

3. ΔΟΜΙΚΗ ΑΣΒΕΣΤΟΣ

3.1 Τι είναι ο ασβέστης

Ο ασβέστης είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα υλικά παγκοσμίως και αποτελεί μία από τις πιο σημαντικές κονίες που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές (ως συνδετικό), με πλήθος εφαρμογών και άριστα αποτελέσματα.

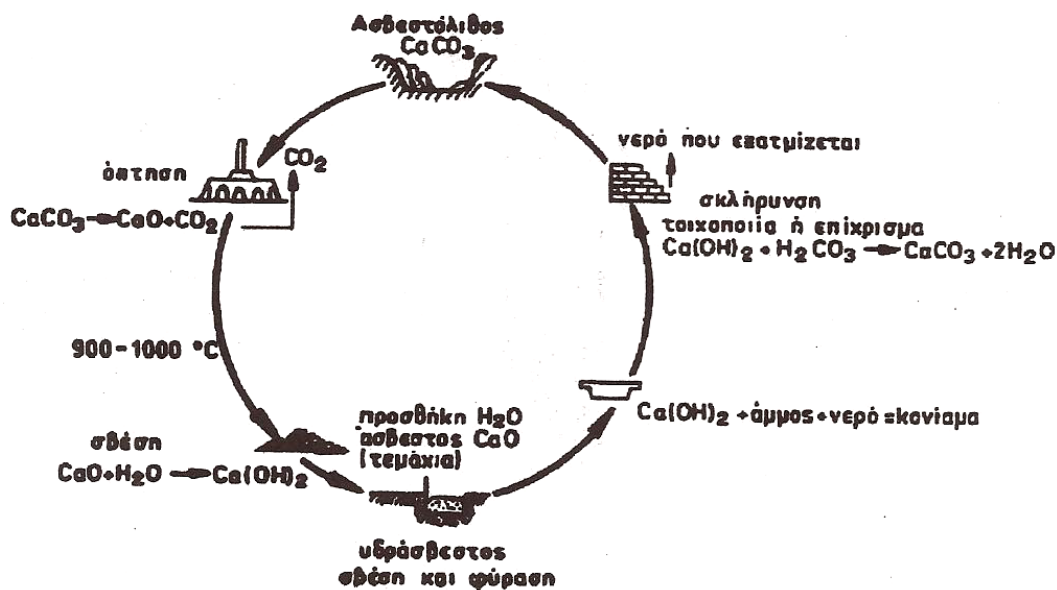
Επίσης είναι μία από τις πέντε περισσότερο χρησιμοποιούμενες χημικές ενώσεις στον κόσμο και παράλληλα είναι το φθηνότερο και περισσότερο χρησιμοποιούμενο αλκάλι. Με μια ετήσια παραγωγή περίπου 20 εκατ. τόνων, οι χώρες της ΕΕ παράγουν το 15% περίπου της προς πώληση παραγωγής ασβέστου παγκοσμίως.

Αν και η αναφορά του ονόματος, παραπέμπει στις πάσης φύσεως κατασκευαστικές εφαρμογές, εν τούτοις στις ανεπτυγμένες χώρες, η χρησιμοποίηση του σε άλλες βιομηχανικές δραστηριότητες, απορροφά το μεγαλύτερο ποσοστό (80-85%) των χρήσεών του. Δηλαδή χρησιμοποιείται ως καθαριστικό μέσο στον εξευγενισμό του χάλυβα, στην επεξεργασία του νερού για την καθίζηση προσμίξεων, όπως και στην εξουδετέρωση όξινων συστατικών των βιομηχανικών υδατικών εκροών και απαερίων. Στην Ελλάδα, η εικόνα είναι αντίστροφη, με αποτέλεσμα ένα μικρότερο ποσοστό των χρήσεών του, να απορροφάται από τις εκτός των δομικών εφαρμογές.

Στον κατασκευαστικό τομέα ο ασβέστης εκτός από τα πάσης φύσεως κονιάματα (κυρίως δόμησης και επιχρισμάτων) ευρίσκει εφαρμογή και στους πλίνθους, στα προϊόντα σκυροδέματος, στα οικοδομικά στοιχεία, στα υδροχρώματα κλπ. Τέλος βελτιώνει τις ιδιότητες των τσιμεντοκονιαμάτων, αφού :

- 1) αυξάνει το εργάσιμο
- 2) διατηρεί σχετική υγρασία για αρκετό χρόνο
- 3) αυξάνει την πρόσφυση (προσκόλληση) του κονιάματος, στους λίθους και οπτόπλινθους.



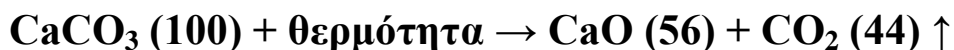


Σχήμα 35
Ο κύκλος της ασβέστου

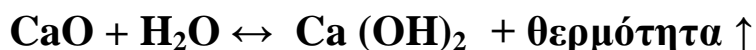
Ο όρος “άσβεστος” αποτελεί συμβατική ονομασία, των προϊόντων της πύρωσης και της μετέπειτα κατεργασίας ανθρακικών πετρωμάτων όπως ασβεστόλιθοι, δολομίτες και μάρμαρα.

Χρησιμοποιείται κυρίως για να περιγράψει το οξείδιο του ασβεστίου, ή άνυδρη ή **κεκαυμένη άσβεστος (CaO)**, που προκύπτει από τη θερμική διάσπαση σε θερμοκρασίες πάνω από τους 900 °C ανθρακικών πετρωμάτων, υψηλής περιεκτικότητας σε ανθρακικό ασβέστιο (CaCO₃) (συνήθως πάνω από 97%). Έχει τη μορφή και το μέγεθος των λίθων από τους οποίους προήλθε και το χρώμα του είναι λευκό.

Σε αυτό το χαρακτηριστικό στηρίζεται η βιομηχανία της ασβέστου, χρησιμοποιώντας τη διεργασία που γενικά είναι γνωστή ως **ασβεστοποίηση**. Καθορισμένη χημικά, με *μοριακά βάρη*, η αντίδραση ασβεστοποίησης, για ανθρακικά πετρώματα υψηλής περιεκτικότητας σε ανθρακικό ασβέστιο, δίνεται παρακάτω:



Η άσβεστος αντιδρά ραγδαία με το νερό (**σβέση**), απελευθερώνοντας θερμότητα και δίνει **υδράσβεστο (Ca(OH)₂)**. Η ενυδάτωση της ασβέστου είναι μια αμφίδρομη αντίδραση, που περιγράφεται από την ακόλουθη χημική εξίσωση:



Υπάρχουν ωστόσο και οι μορφές της ασβέστου που προκύπτουν από την κατεργασία δολομιτικών ασβεστολίθων. Αυτές περιλαμβάνουν τη δολομιτική άσβεστο ($\text{CaO} \cdot \text{MgO}$), την δολομιτική υδράσβεστο τύπου N [$\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgO}$] και S [$\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2$].

Η χρήση του μπορεί να γίνει σε μία από τις ακόλουθες μορφές:

- Ως Οξείδιο του ασβεστίου - **CaO** (Άσβεστος ασβέστης)
- Ως Υδροξείδιο του ασβεστίου - **Ca(OH)₂** (Σβησμένος ασβέστης).



Άσβεστος ασβέστης

Σβησμένος ασβέστης



3.2 Χημικά και ορυκτολογικά– πετρογραφικά χαρακτηριστικά των ασβεστολίθων.

Ως πρώτη ύλη για την κατασκευή 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(CaCO_3). Το ανθρακικό ασβέστιο (CaCO_3) κρυσταλλώνεται σε τρεις μορφές (Calcit, Aragonit, Vaterit) ,από τις οποίες οι δύο πρώτες (Ασβεστίτης και Αραγωνίτης) είναι οι σημαντικότερες.(πίνακας 1.3)



Ασβεστόλιθος



Δολομίτης



Μάρμαρο

Πίνακας 1.3 Φυσικές ιδιότητες ασβεστολίθων

	Ασβεστίτης	Αραγωνίτης
Μοριακό βάρος	100,09	100,09
Ειδικό βάρος	2,71	2,939
Σκληρότητα (Mohs)	3,0	3,5-4,0
Θερμοκρασία διάσπασης (°C)	898	898
CaO (%)	56,03	56,03
CO ₂	43,97	43,97



Ασβεστίτης



Αραγωνίτης

Όλες οι προσμίξεις, που περιέχονται στους ασβεστόλιθους, όπως τα οξείδια του μαγνησίου (MgO), του πυριτίου (SiO₂), του σιδήρου (FeO) κλπ. μετά την πύρωση του ανθρακικού ασβεστίου (CaCO₃), παραμένουν αναμειγμένες 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 (CaCO₃) και τις λιγότερες προσμίξεις.

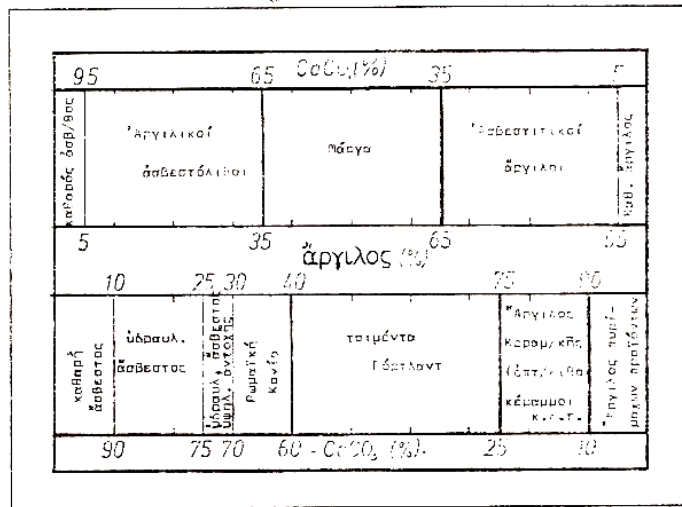
Η χημική σύσταση των ασβεστόλιθων κυμαίνεται σε μεγάλο βαθμό, ανάλογα με την προέλευσή τους. (πίνακες 1.4, 1.5 και σχήματα 1.1 και 1.2).

Πίνακας 1.4 Παράδειγμα χημικής σύστασης ασβεστολίθων και δολομίτη

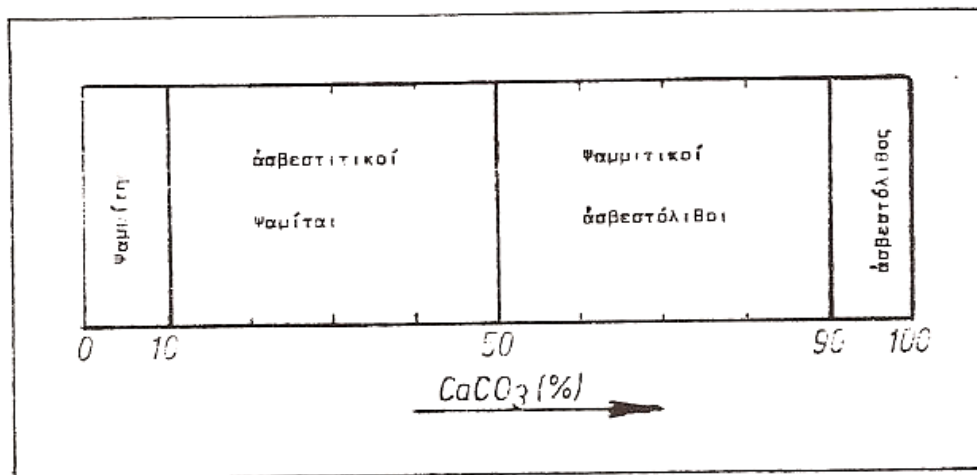
Προέλευση	Καθαροί ασβεστόλιθοι		Δολομιτικοί ασβεστόλιθοι		Καθαρός δολομίτης
	Carraja	Ρηνανία	Νέα Υόρκη	Πενσυλβανία	Οχάιο
CaO	55,60	54,50	45,65	38,90	29,45
MgO	0,58	0,87	7,07	2,72	21,12
SiO ₂	0,14	0,70	2,55	19,82	0,14
Al ₂ O ₃	0,04	0,33	0,23	5,40	0,04
Fe ₂ O ₃	0,01	0,10	0,20	1,60	0,10
SO ₃	—	0,03	0,33	—	—
P ₂ O ₅	—	—	0,04	—	0,05
Na ₂ O	—	0,01	0,01	—	0,01
K ₂ O	0,01	0,12	0,03	—	0,01
CO ₂	43,60	48,28	43,60	33,10	46,15
H ₂ O	—	—	0,23	—	0,16

Πίνακας 1.5 Μεταβατικά στάδια ασβεσίτη-δολομίτη

Τύπος Πετρώματος	Ασβεσίτης %	Δολομίτης %	Περιεκτικότητα σε Mg O
Ασβεστόλιθος	> 95	< 5,0	0- 1,1
Μαγνησιακός ασβεστόλιθος	90-95	5-10	1,1- 2,1
Δολομιτικός ασβεστόλιθος	50-90	10-50	2,1-10,8
Ασβεστιτικός δολομίτης	10-50	50-90	10,8-19,5
Δολομίτης	< 10	> 90	19,5-21,6



Σχ. 1.1: Σχηματική παράσταση ασβεστολιθικών πετρωμάτων και βιομηχανική χρήση αυτών (κατά Cotens).



Σχ. 1.2.: Μεταβατικά στάδια ψαμμίτη-ασβεστόλιθου.

3.3 Αερική ή Καυστική άσβεστος

3.3.1 Παρασκευή

Οι πραγματοποιούμενες διεργασίες ,για την παραγωγή του ασβέστη, είναι οι εξής:



α) Ο ασβεστόλιθος θρυμματίζεται στο απαραίτητο μέγεθος, που είναι συνήθως 5 έως 200 mm, ανάλογα με τον κλίβανο που χρησιμοποιείται. Οι πρώτοι θραυστήρες παραλαμβάνουν μεγάλες πέτρες, που έχουν διάμετρο μέχρι και ένα μέτρο και μειώνουν διαδοχικά το μέγεθος έως 100-250 mm.



ασβεστόλιθος



Θραυστήρες Roll Crusher

Η θρυμματισμένη πέτρα μεταφέρεται μέσω μεταφορικών ταινιών σε παλινδρομικά κόσκινα, όπου τα μεγάλα κομμάτια διαχωρίζονται και ανακυκλώνονται, ενώ αυτά που διαπερνούν, είτε διοχετεύονται απευθείας στον κλίβανο, είτε περνούν από δευτερεύοντα θρυμματισμό, όπου το μέγεθος των χαλικιών μειώνεται σε 10-50 mm. Έπειτα η πρώτη ύλη (ασβεστόλιθος) μεταφέρεται στην εγκατάσταση και αποθηκεύεται σε εξωτερικούς χώρους.



Παλινδρομικό κόσκινο INOX

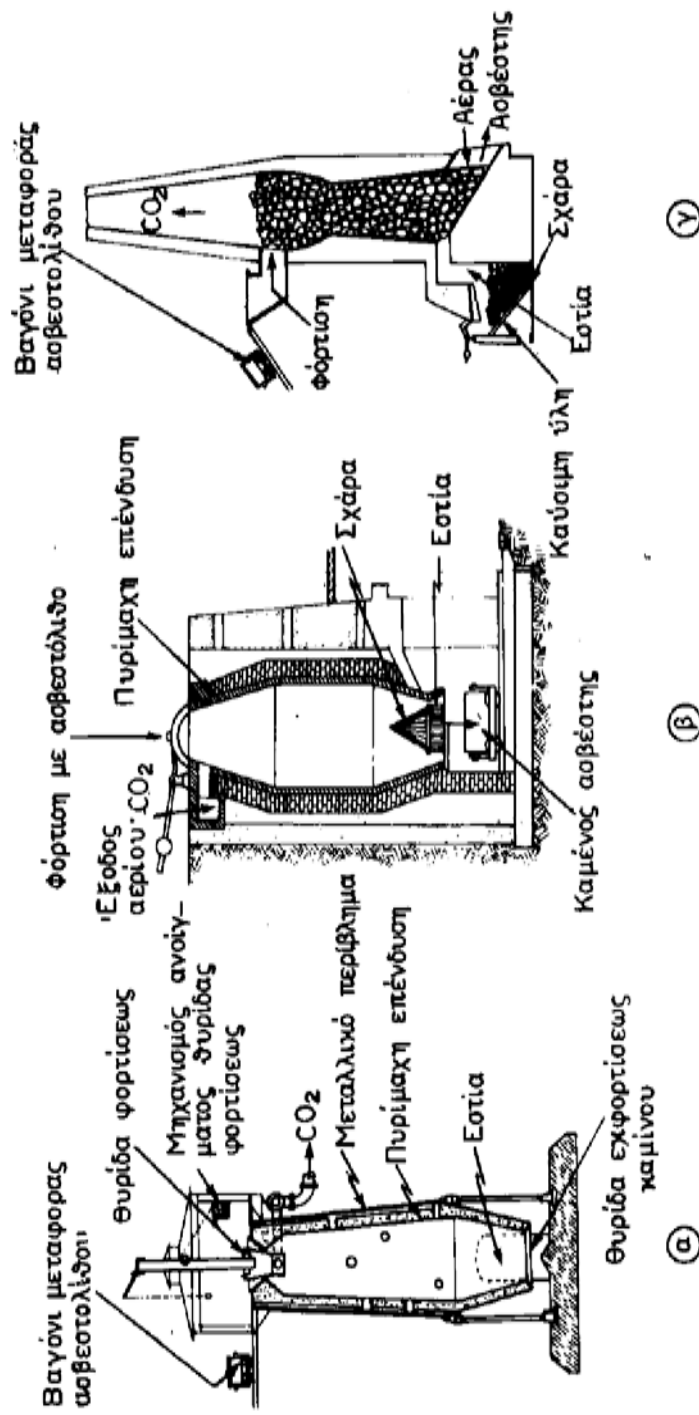
β) Από το χώρο αποθήκευσης μεταφέρεται σε ειδικά σιλό και στη συνέχεια περνά από μηχανικό κόσκινο και καθαρίζεται από χώματα και προσμίξεις (σκύρα).



Σιλό

γ) Πύρωση

Η πύρωση των ασβεστολίθων γίνεται σε ειδικά καμίνια (σχήμα 4.6.γ). (αναλυτικά στο κεφ.3.4 Ασβεστοκάμιννοι).



Σχ. 4.6γ.

Τρεις τύποι κατακόρυφων ασβεστοουργικών 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)].

Ο ασβεστόλιθος λοιπόν διοχετεύεται στην κάμινο, όπου καίγεται με τη χρήση καυσίμου (πυρήνα ,βιομάζας ,μαζούτ , πετρελαϊκού κ.ο.κ.) το οποίο αποθηκεύεται σε σιλό και μεταφέρεται στην κάμινο με σωληνώσεις και με τη βοήθεια πεπιεσμένου αέρα εισάγεται από μπέκ στην κάμινο, όπου είναι ο χώρος καύσης με τον τεμαχισμένο ασβεστόλιθο.

Η επιλογή του καυσίμου είναι σημαντική παράμετρος, γιατί το κόστος του καυσίμου, ανά τόνο ασβέστη, μπορεί να αντιστοιχεί μέχρι και στο 40-50% του κόστους παραγωγής. Ένα ακατάλληλο καύσιμο μπορεί να προκαλέσει ασύμφορα υψηλό κόστος λειτουργίας, ή μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα της ασβέστου, την δραστικότητα και το περιεχόμενο θείου. Επιπλέον, η επιλογή του καυσίμου μπορεί να επηρεάσει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, των οξειδίων του αζώτου, του διοξειδίου του θείου, του καπνού και της σκόνης, με άλλα λόγια την επίδραση στο περιβάλλον.

Για την παραγωγή ασβέστη , χρησιμοποιούνται εν γένει μεταξύ 1,4 και 2,2 τόνων ασβεστόλιθου, ανά τόνο εμπορεύσιμης μη σβησμένης ασβέστου. Η κατανάλωση εξαρτάται από τον τύπο του προϊόντος, την καθαρότητα του ασβεστόλιθου, το βαθμό πύρωσης και την ποσότητα των αποβλήτων προϊόντων. Το μεγαλύτερο μέρος του υπολοίπου χάνεται σαν εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα στον αέρα.



Όταν λοιπόν οι κοινοί ασβεστόλιθοι πυρωθούν μεταξύ 800 C και 1100 C , το ανθρακικό ασβέστιο (CaCO₃) που περιέχουν , διασπάται στο στερεό οξείδιο του ασβεστίου (CaO) ή ενεργό ασβέστιο και στο αέριο διοξείδιο του άνθρακα (CO₂).

Η χημική εξίσωση της αντιδράσεως είναι :



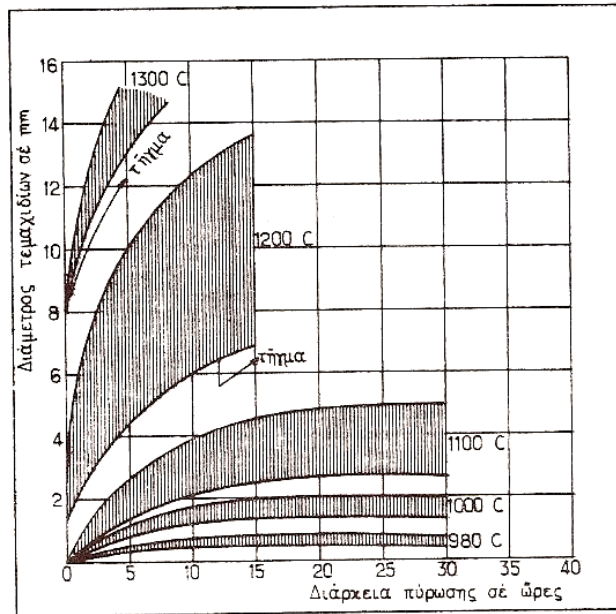
Το οξείδιο του ασβεστίου **CaO** ονομάζεται **κεκαυμένος ασβέστης** (καμένος ασβέστης). Έχει τη μορφή και το μέγεθος των λίθων από τους οποίους προήλθε και το χρώμα του είναι λευκό.



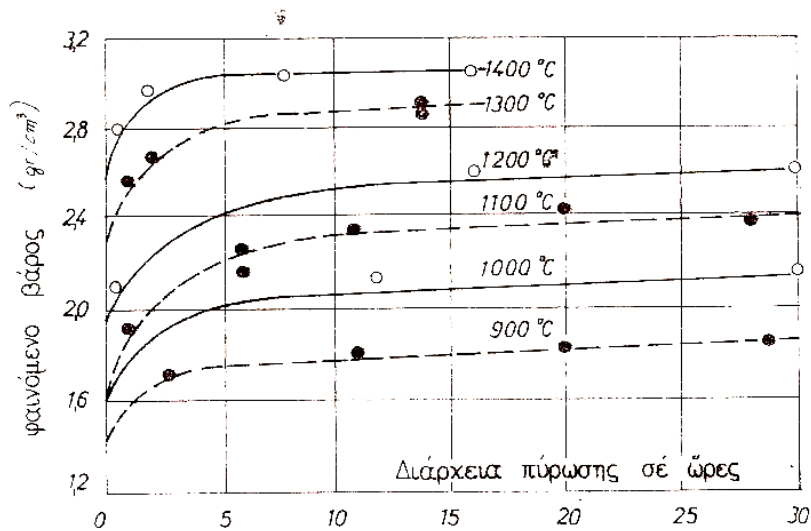
Από το αρχικό βάρος, 56,03% είναι CaO και 43,97% CO₂.
(Πίνακας.1.3)

Η κεκαυμένη άσβεστος ,είναι υλικό με πολύ μεγάλο πορώδες (μέχρι και 55% του αρχικού όγκου). Η απαιτούμενη ποσότητα θερμότητας ανέρχεται περίπου στις 425 Kcal/kg CaCO₃, ή στις 760 Kcal/kg κεκαυμένης ασβέστου. Όταν η πύρωση γίνεται περίπου στη θερμοκρασία διασπάσεως, η κεκαυμένη άσβεστος παρουσιάζει τη μεγαλύτερη λεπτότητα των τεμαχιδίων (κρυσταλλίτες του CaO), το μικρότερο φαινόμενο βάρος και τη μεγαλύτερη εσωτερική επιφάνεια.

Στα σχήματα 1.3 και 1.4,δίνονται η λεπτότητα και το φαινόμενο βάρος, σε συνάρτηση από τη θερμοκρασία και τη διάρκεια πυρώσεως.

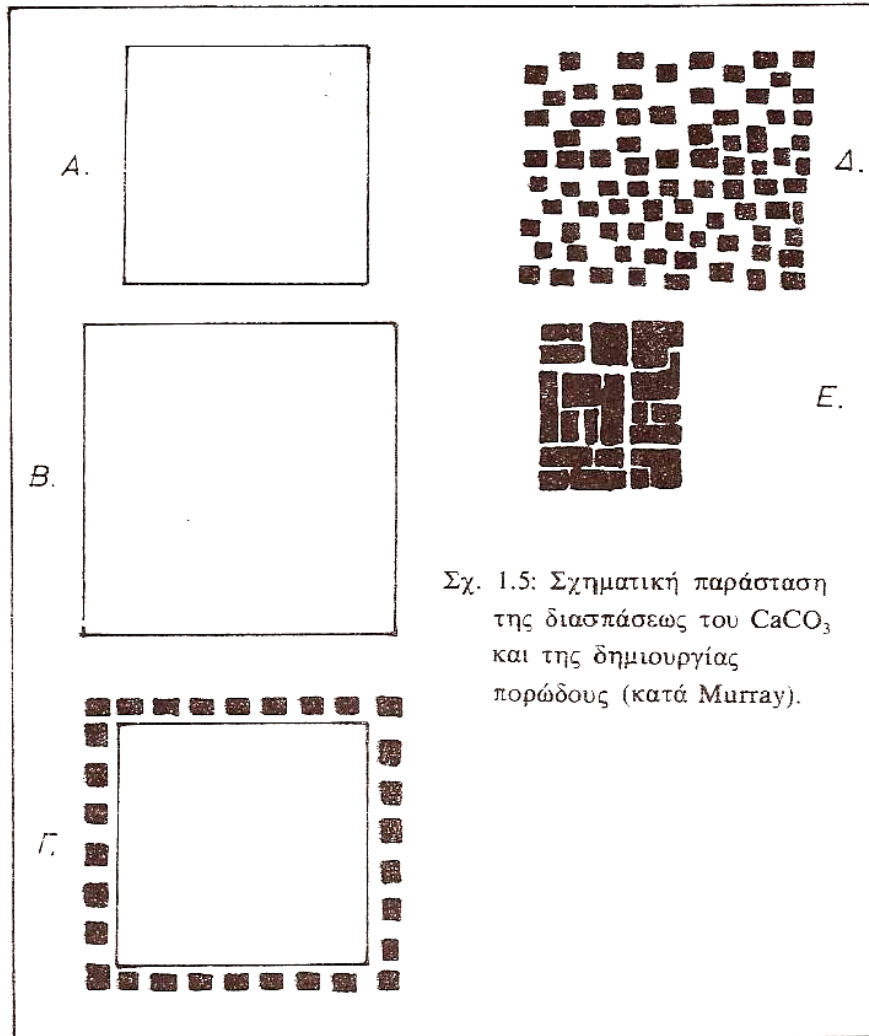


Σχ. 1.3: Μέγεθος των τεμαχιδίων του CaO σε συνάρτηση από τη θερμοκρασία και τη διάρκεια πύρωσης (κατά Wuhrer).



Σχ. 1.4: Φαινόμενο βάρος του CaO σε συνάρτηση από τη θερμοκρασία και τη διάρκεια πύρωσης (κατά Wuhrer).

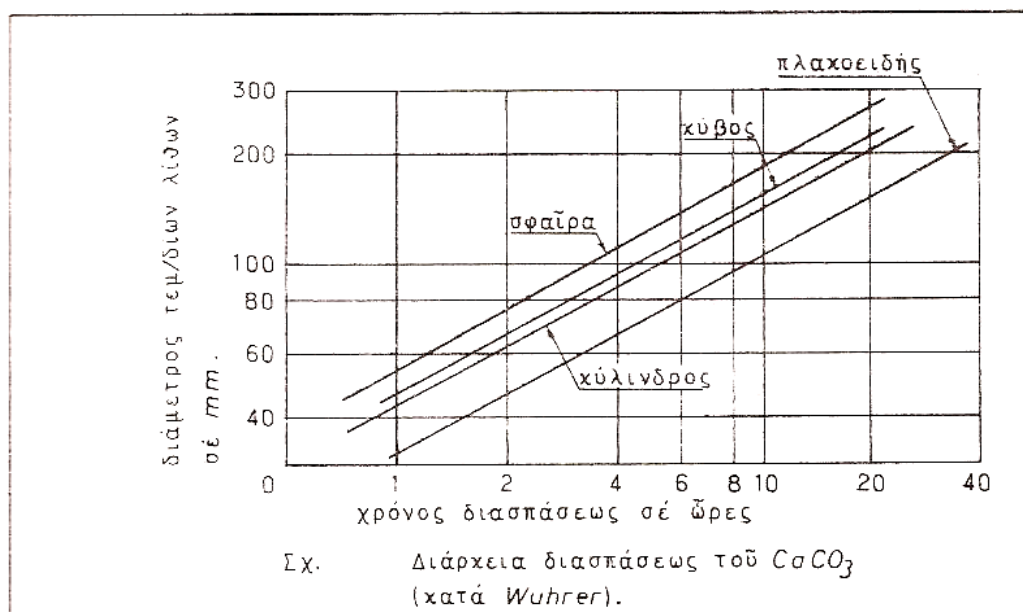
Η αντίδραση της διάσπασης του CaCO_3 , σε CaO και CO_2 , συντελείται μέχρι του σημείου τήξεως σαν αντίδραση στερεάς φάσεως (σχ.1.5) και επομένως, όσο μικρότερα είναι τα τεμάχια του αργού υλικού, τόσο ταχύτερη είναι και η αντίδραση.



Η απαιτούμενη **διάρκεια διασπάσεως** του CaCO_3 , εξαρτάται από:

- α) τη διάμετρο
- β) τη μορφή των τεμαχιδίων του ασβεστόλιθου
- γ) τη μέθοδο καύσεως.

Στο σχήμα 1.6 ,δίνεται η διάρκεια διασπάσεως ,σε συνάρτηση από το μέγεθος και από το σχήμα των τεμαχιδίων του αργού υλικού.



Σχ. 1.6: Διάρκεια διασπάσεως του CaCO_3 (κατά Wuhger).

Στον πίνακα 1.6, δίνονται ενδεικτικές τιμές ορισμένων φυσικών ιδιοτήτων κεκαυμένης ασβέστου, σε διαφορετική θερμοκρασία πυρώσεως.

Πίνακας 1.6 Φυσικές ιδιότητες κεκαυμένης ασβέστου

	Ταχείας σβέσης	ημιταχείας σβέσης	βραδείας σβέσης
Θερμοκρασία πύρωσης ($^{\circ}\text{C}$)	800-900	900-1050	> 1050
Πυκνότητα	3,35	3,35	3,35
Φαινόμενο βάρος	1,5-1,8	1,8-2,2	> 2,2
Πορώδες (%)	46-55	34-46	< 34
Ειδική επιφάνεια BET- N_2 (m^2/g)	> 1,0	1,0-0,3	< 0,3
Χαλαρό φαινόμενο βάρος για 0-1 mm (kg/l)	0,95-1,075	1,075-1,25	> 1,25

Η τελική δομή της κεκαυμένης ασβέστου, **εξαρτάται κυρίως από τη θερμοκρασία** και σε περιορισμένη έκταση από τη διάρκεια πυρώσεως.

Το μεγάλο πορώδες που δημιουργείται εξ αιτίας της απώλειας του CO_2 κατά την πύρωση, προσδίδει στην κεκαυμένη ασβέστο ένα μεγάλο δίκτυο τριχοειδών πόρων, που καθιστά τη μάζα σπογγώδη. Η διάμετρος των πόρων εξαρτάται από τη θερμοκρασία πυρώσεως και αυξάνεται αντίστοιχα με την αύξηση της. Το φαινόμενο αυτό, που εκφράζεται με την ειδική επιφάνεια (εσωτερική επιφάνεια), είναι καθοριστικό για τη

δραστηριότητα της ασβέστου. Δραστική άσβεστος (ταχείας σβέσεως) σβήνεται στο νερό ταχέως και τα ένυδρα τεμαχίδια (κρυσταλλίτες του $\text{Ca}(\text{OH})_2$) είναι λεπτόκοκκα.

Καθώς λοιπόν η πρώτη ύλη κατέρχεται στην ορθοκάμινο, τα ανθρακικά άλατα CaCO_3 διασπώνται προς οξείδια και διοξείδιο του άνθρακα. Το προϊόν (**άνυδρος ή καμένος ασβέστης**) αποτελείται κυρίως από οξείδια του ασβεστίου και δευτερευόντως από οξείδια του μαγνησίου και εξέρχεται από τη βάση της καμίνου.

δ) Ο παραγόμενος άνυδρος ασβέστης απομακρύνεται από τη βάση της καμίνου και πριν να μεταφερθεί για αποθήκευση σε σιλό, εν γένει θραύεται, αλέθεται και/ή κοσκινίζεται.

Προσοχή όμως πρέπει :

- Οι σωροί των τελικών προϊόντων να διατηρούνται καθαροί – απαλλαγμένοι από βλαβερά συστατικά.
- Να αποφεύγεται ο διαχωρισμός των κόκκων των προϊόντων, κατά την εκφόρτωση τους στον σωρό αποθήκευσης (διατήρηση μέγιστου ύψους του σωρού).
- Να εξασφαλίζεται η καθαρότητα των μηχανημάτων μεταφοράς, απόθεσης, φόρτωσης (καρότσες φορητών-κουβάς φορτωτή κ.λπ.)
- Ο ασβέστης να προστατεύεται από δυσμενείς καιρικές συνθήκες όπως ισχυρές βροχοπτώσεις, δυνατοί άνεμοι, οι οποίες μπορούν να επηρεάσουν τα χαρακτηριστικά του προϊόντος.
- Οι αποθήκες 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.

ε) Από το σιλό, παραδίδεται είτε στον τελικό χρήστη, με τη μορφή μη σβησμένης ασβέστου (πουλιέται με το kg), είτε μεταφέρεται σε εγκατάσταση ενυδάτωσης, όπου αντιδρά με νερό, για την παραγωγή σβησμένης ασβέστου. (αναλυτικά στο κεφ.3.5 Υδράσβεστος)

3.3.2 Φυσικές ιδιότητες

Η καυστική ασβέστος είναι στερεό υλικό λευκό, όταν η όπτηση είναι καλή, έχει σημείο τήξης στους 2700 C, μικρή φαινόμενη πυκνότητα λόγω των πόρων που σχηματίζονται στη μάζα της και μικρή διαλυτότητα 1:800.

3.3.3 Έλεγχος της ποιότητας

Ο έλεγχος της ποιότητας της καυστικής ασβέστου, γίνεται με δύο τρόπους:

α) Προσδιορισμός του αδιάλυτου υπολείμματος

Για τη δοκιμασία ελέγχου μια ποσότητα καυστικής ασβέστου θραύεται και κοσκινίζεται με δύο κόσκινα, τα οποία έχουν διαμέτρους οπών 1" και 1/4", αντιστοίχως. Από το υλικό που συγκρατείται στο κόσκινο του 1/4" λαμβάνεται ως δείγμα ποσότητα 2,5 Kg, η οποία σβήνεται πολύ καλά με επαρκή ποσότητα νερού θερμοκρασίας 21÷27 C μέσα σε ξύλινα δοχεία για 1 h. Ακολούθως, το περιεχόμενο υλικό πλένεται με νερό διαμέσου του πρότυπου κοσκίνου Νο 20 για 30 min. Το υπόλειμμα, το οποίο παραμένει σ' αυτό το κόσκινο, ξηραίνεται στους 100÷107 C, ζυγίζεται και ανάγεται σε ποσοστό % κατά βάρος του αρχικού δείγματος. Όταν το ποσοστό αυτό είναι μικρότερο από 5% κ.β., τότε η ποιότητα της καυστικής ασβέστου θεωρείται καλή.

β) Πρόχειρη δοκιμασία

Κατά την επίδραση HCl (υδροχλώριο) στην καυστική ασβέστο δεν πρέπει να εκλύεται CO₂, γιατί διαφορετικά σημαίνει την ύπαρξη CaCO₃, όπως φαίνεται από την παρακάτω αντίδραση και επομένως κακή όπτηση ή κακή συντήρηση.

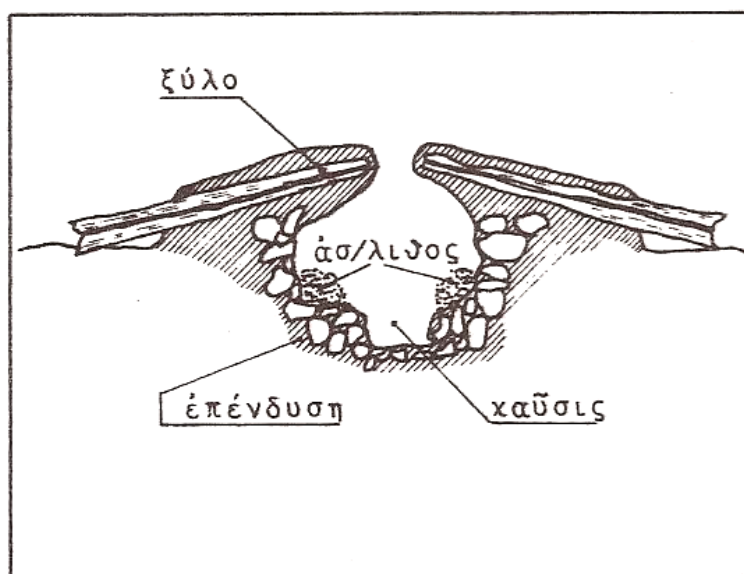


3.4 Ασβεστοκάμινοι

Οι ασβεστοκάμινοι διακρίνονται σε δύο κατηγορίες :

- α) περιοδικής λειτουργίας
- β) συνεχούς λειτουργίας

Η εξέλιξη των ασβεστοκαμίνων άρχισε από το προϊστορικό καμίνι του σχήματος 1.7 και έφθασε στα σημερινά βιομηχανικά καμίνια συνεχούς λειτουργίας ,με ημερήσια απόδοση της τάξεως των 400 τόνων. Η καύσιμος ύλη μπορεί να είναι ξύλα, γαιάνθρακες ,πετρέλαιο και φυσικό υγραέριο. Το αργό υλικό προετοιμάζεται, ανάλογα με τον τύπο της ασβεστοκαμίνου, σε κομμάτια έως και σε λεπτά σκύρα ασβεστόλιθου.



Σχ. 1.7. Προϊστορική ασβεστοκάμινος (κατά Schiele).

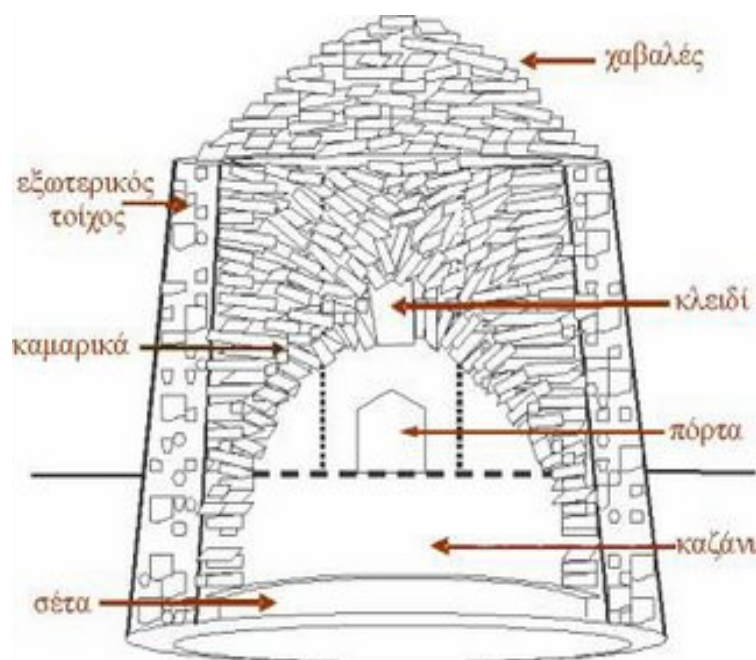
3.4.1 Καμίνια περιοδικής λειτουργίας

Τα καμίνια περιοδικής λειτουργίας είναι φρεατοειδή με πρόχειρο, ημιμόνιμο και μόνιμο χαρακτήρα (σχήματα 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 1.10 και 1.11) και χρησιμοποιούνται κυρίως σε υποανάπτυκτες χώρες.

Οι εξωτερικοί τοίχοι είναι κατασκευασμένοι από πέτρες ή από τούβλα και η εσωτερική επένδυση από πυρίμαχες πλίνθους. 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.

Στο **παρελθόν** οι ασβεστοποιοί (όπως και στην Ελλάδα) κατασκεύαζαν οι ίδιοι τα καμίνια (σχήμα 1.6), με την παρακάτω διαδικασία :



Σχήμα 1.6

1. Επιλογή τοποθεσίας

Τα ασβεστοκάμινια είναι πάντα καλά κρυμμένα σε μέρη προφυλαγμένα από τον άνεμο, συνήθως στη βάση μιας πλαγιάς, όπου θα συνέτρεχαν οι εξής προϋποθέσεις: να υπάρχουν κοιτάσματα μαρμαρόπετρας -η πιο αποδοτική (καθαρή) θεωρούνταν αυτή με την μπλε απόχρωση- και πολλοί θάμνοι και μικρά δέντρα, που θα μεταφέρονταν κυλώντας στην κατηφοριά προς το καμίνι. Για τους παραπάνω λόγους, συναντάμε τα

καμίνια σε συγκεκριμένες περιοχές (φρυγανότοπους) και πιο συχνά κοντά σε μικρούς ποταμούς.

2. Κατασκευή

Καλό θα ήταν -όχι όμως και απαραίτητο- να υπήρχε πίσω ή όσο γινόταν γύρω από αυτό κάθετο έδαφος από σκληρό χώμα, που θα χρησίμευε για μόνωση. Στην αρχή έσκαβαν ένα λάκκο βάθους 1 έως 1,5 μέτρου, δηλαδή όσο περίπου το $\frac{1}{3}$ του συνολικού ύψους του καμινιού.

Μέσα και κυκλικά σ' αυτόν έχτιζαν τον εξωτερικό τοίχο του καμινιού πάχους 80 ως 120 εκατοστών με μεγάλες πέτρες και χώμα. Στη βάση του τοίχου, εσωτερικά, έκαναν μια μικρή βάση, τη «σέτα», φάρδους 20 και ύψους 50 πόντων περίπου απ' όπου θα άρχιζαν αργότερα το χτίσιμο των «καμαρικών». Την ίδια διάσταση με τη διάμετρό του θα έπρεπε πάντα να είχε και το ύψος από τον πάτο του. Τέλος έκαναν επάλειψη με λάσπη σ' όλη την εσωτερική πλευρά του τοίχου για καλύτερη θερμομόνωση.

Αν και οι διαστάσεις των ασβεστοκάμινων διαφέρουν, εδώ θεωρούμε ένα τυπικού μεγέθους ασβεστοκάμινο, που έχει καθαρή εσωτερική διάμετρο (χωρίς δηλ. σ' αυτή να περιλαμβάνεται ο τοίχος) γύρω στα 13 πόδια* (περίπου 4 μέτρα). Το καμίνι αυτό είχε προδιαγραφές να βγάλει 500 έως 600 καντάρια ασβέστη (1 καντάρι = 44 οκάδες**, δηλ. περίπου 30 τόνους).

3. Προετοιμασία

Οι διαλεγμένες για να γίνουν ασβέστης πέτρες, έβγαιναν από τα γύρω κοιτάσματα με λοστούς και «βαριές» και έσπαγαν σε μικρά κομμάτια για να χτιστούν. Στην αρχή ξεχώριζαν μικρά κομμάτια για να ταιριάζουν με το φάρδος της «σέτας», πάνω στην οποία και ακολουθώντας την κυκλικά, θα άρχιζε το χτίσιμο. Μέχρι το ύψος του εδάφους τα «καμαρικά» χτίζονταν με τη μορφή του «ψαροκόκαλου». Όσο ο εσωτερικός αυτός τοίχος σηκώνονταν, έκλεινε όπως και οι πέτρες του, προς τα μέσα, έτσι όπως βλέπουμε στα πετρόχτιστα γεφύρια, με τα έξω καμαρικά να πλακώνονται στο πίσω μέρος τους με άλλα, μεγαλύτερα, για να μην πέφτουν.

Η εσωτερική κλίση του τοίχου κατέληγε σε θόλο περίπου στα 2,5 μέτρα από τον πάτο του καμινιού ή αλλιώς, 1 μέτρο από το έδαφος. Τα καμαρικά δεν έπρεπε ποτέ να είναι κολλημένα, αλλά να σχηματίζουν κενά μεταξύ τους, για να περνά η φλόγα. Γενικά, η λογική του χτισίματος των καμαρικών, ήταν η διευκόλυνση της κυκλοφορίας εσωτερικών ρευμάτων αέρα. Το χτίσιμο των καμαρικών απαιτούσε μεγάλη μαστοριά και προσοχή, καθώς ένα λάθος μπορούσε να στοιχίσει όλο το καμίνι.

Στην κορυφή του θόλου έμπαινε σφηνωτά μια μεγάλη πέτρα, το «κλειδί» ή «παπάς». Από εκεί και πάνω το καμίνι φορτώνονταν με άλλες πέτρες, μικρές και μεγάλες, πάντα με κενά ανάμεσά τους, ώστε ο «χαβαλές» του, η απόσταση δηλ. της κορυφής του σωρού από το πάνω μέρος του εξωτερικού τοίχου να έφτανε ή και να ξεπερνούσε το 1 μέτρο.

Στο τέλος, έχτιζαν και την «πόρτα» αφήνοντας σ' αυτή μόνο ένα άνοιγμα, που ξεκινούσε από την επιφάνεια του εδάφους, διαστάσεων 60X60 εκατ. περίπου, αποτελούμενο από δυο όρθιες πέτρες, τις «πορτοσές» και δύο άλλες από πάνω τους σκεπαστές. Από αυτό το άνοιγμα θα γίνονταν η τροφοδοσία του καμινιού.

Για το χτίσιμο των καμαρικών, αν δούλευαν δύο άνθρωποι, χρειαζόνταν 10 με 15 ημέρες. Εντωμεταξύ, είχαν κοπεί και συγκεντρωθεί σε σωρούς από δεμάτια γύρω από το καμίνι άφθονα θαμνόκλαδα και ξύλα από τη γύρω περιοχή. Τα δεμάτια, όταν τα απόθεταν, τα πλάκωναν με πέτρες ώστε ν' αποκτήσουν συνοχή. Υπολογίζεται ότι η παραγωγή 600 κανταριών ασβέστη (30 τόνοι περίπου), απαιτούσε την καύση 1000 δεματιών ξύλων των 50 κιλών το καθένα (~ 50 τόνους ξύλα).

4. Λειτουργία

Το ψήσιμο του καμινιού γινόταν πάντα το καλοκαίρι. Ενώ για το χτίσιμό του εργάζονταν οι συνέταιροι που συνήθως ήταν δύο, για το κουβάλημα των ξύλων και για το ψήσιμο του καμινιού χρειαζόνταν πολλοί εργάτες, 8 με 10. Η τροφοδοσία του καμινιού οργανώνονταν σε βάρδιες των τριών ατόμων: ο ένας κουβαλούσε τα δεμάτια κοντά στο καμίνι, ο δεύτερος τα διέλυε και τα τακτοποιούσε σε «μπουκιές» μπροστά στο στόμιο, και ο τρίτος έριχνε ακατάπαυστα τις μπουκιές μέσα στο «καζάνι», ακολουθώντας κυκλική φορά, ώστε να υπάρχει ομοιόμορφο ψήσιμο. Οι παραπάνω εργασίες γινόταν από τους εργάτες χρησιμοποιώντας το «τσατάλι», εργαλείο που κατέληγε σε μια διχάλα.

Η βάρδια άλλαζε το πολύ κάθε 2 ώρες, καθώς κανείς δεν μπορούσε να αντέξει παραπάνω χρόνο τη μεγάλη θερμοκρασία τόσο κοντά στο καμίνι (ο ασβεστόλιθος ψήνεται στους 1000° Κελσίου). Για τον κάθε εργάτη 2 ώρες εργασίας ακολουθούνταν από 4 ώρες ξεκούρασης, έτσι ώστε στο τέλος του 24ωρου να είχε συμπληρώσει δωρο. Η φωτιά έπρεπε να καίει σταθερά 60-90 ώρες, ανάλογα με την ποσότητα και την ποιότητα της πέτρας. Ότι το καμίνι είχε ψηθεί γινόταν αντιληπτό από τη φλόγα που έπαιρνε μπλε χρώμα, αλλά κυρίως από το «κάθισμα» του καμινιού, δηλαδή το αισθητό και ομοιόμορφο χαμήλωμα του σωρού και του εσωτερικού τοίχου.

Πολλές ήταν οι αποτυχίες, είτε γιατί το καμίνι δε ψήνονταν όπως έπρεπε σε υψηλή θερμοκρασία, είτε γιατί με τις διαστολές και τις εκρήξεις των ξένων σωμάτων που περιείχε η πέτρα, και σε συνδυασμό με

κακό χτίσιμο των καμαρικών, ο θόλος κατέρρευε μέσα στις στάχτες. Αφού όλα πήγαιναν καλά, στο τέλος έκλειναν το άνοιγμα με πέτρες και λάσπη για να μη χάνεται η θερμοκρασία και έφευγαν.

5. Μετά το ψήσιμο

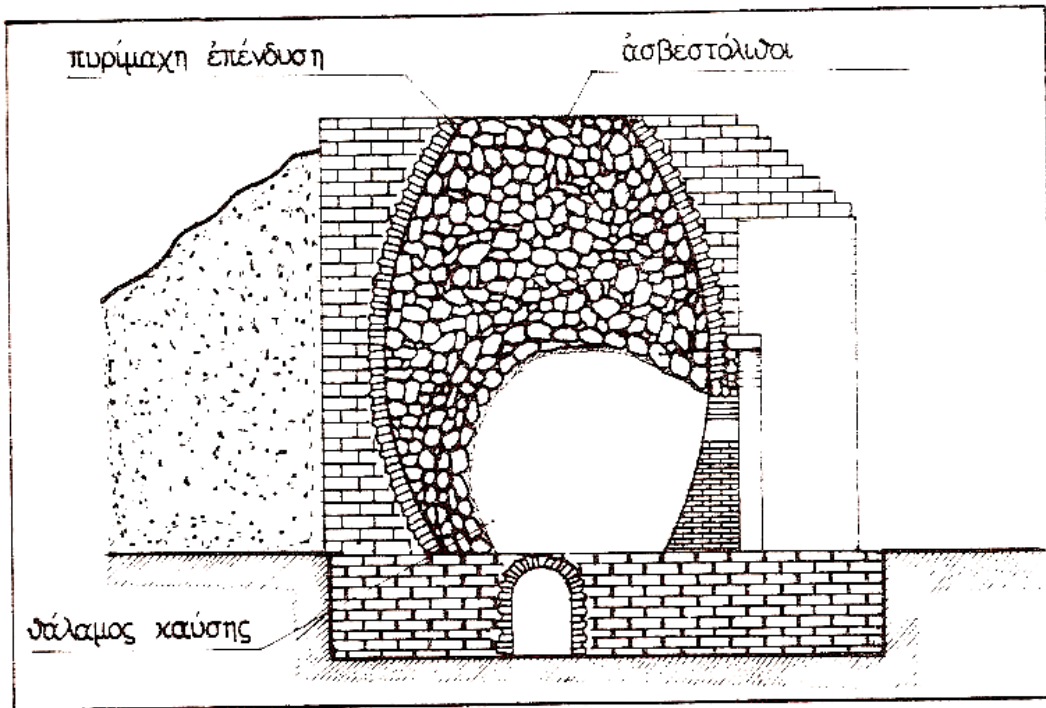
Οι ασβεστοποιοί επέστρεφαν στο καμίνι μετά από αρκετές ημέρες (καμιά 10ριά) όταν πια θα είχε κρυώσει. Αφού ξέχτιζαν την πόρτα, άρχιζε η συλλογή των κομματιών του ασβέστη πια, που έμπαιναν σε τρίχινα τσουβάλια και διακινούνταν με ζώα, ή με βάρκες, αν το καμίνι βρισκονταν κοντά στη θάλασσα.

Το ζύγισμα γινόταν με το «καντάρι», όργανο μέτρησης βάρους με μονάδα την οκά. Αυτός που αγόραζε τον ασβέστη, τον «έσβηνε» με νερό μέσα σ' ένα βαρέλι ή σ' άλλο δοχείο πολύ προσεκτικά, γιατί στη διάρκεια της ένωσης με το νερό αναπτύσσονταν μεγάλη θερμοκρασία, το καυτό υγρό κόχλαζε και τινάζονταν σωματίδια επικίνδυνα για το δέρμα και τα μάτια. Κατόπιν, έριχνε το σβησμένο ασβέστη σε λάκκο που είχε ανοίξει στο χώμα, τον «ασβεστόλακκο». Ο πολτοποιημένος πια ασβέστης σχημάτιζε μια αδιάβροχη πέτσα στα τοιχώματα του λάκκου κι έτσι σκεπασμένος με χώμα και υγρός μπορούσε να διατηρηθεί εκεί για χρόνια.

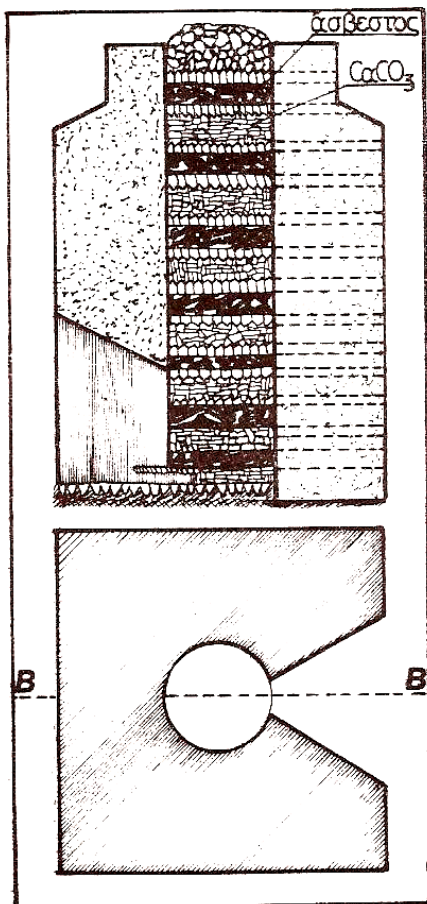
Να σημειωθεί ότι το ασβεστοκάμινο που έμενε πίσω δεν ανήκε σ' αυτόν που το έχτισε και οποιοσδήποτε θα μπορούσε στο μέλλον να το ξαναχρησιμοποιήσει. Το πρόβλημα ήταν ότι με την προηγούμενη χρήση του, ολόκληρη η περιοχή γύρω απ' αυτό σχεδόν αποψιλώνονταν, οπότε αυτό εγκαταλείπονταν αναγκαστικά για κάποια χρόνια, μέχρι να ξαναβγούν και να μεγαλώσουν οι θάμνοι και τα δέντρα. Ήταν πιο εύκολο, όπως και συχνά γινόταν, να μεταφερθούν από μακριά οι πέτρες στο καμίνι, παρά τα καυσόξυλα.

* **Το πόδι**, που όχι άσχετα με την ονομασία του, ισούται με το μήκος μιας πατούσας, είναι μονάδα μήκους του Αγγλικού συστήματος μέτρησης, με καταγωγή από την αρχαία Ελλάδα (πους). Μέσω των αποικιών και του διεθνούς εμπορίου, το Αγγλικό μετρικό σύστημα είχε εξαπλωθεί και καθιερωθεί σε διάφορα μέρη του κόσμου. Υποδιαίρεσή του είναι η ίντσα: 1 πόδι = 12 ίντσες, 1 ίντσα = 2,54 εκ.

** **Η οκά** ήταν αρχαία ελληνική μονάδα βάρους. Έγινε επίσημη μονάδα βάρους του Βυζαντινού και στη συνέχεια του Οθωμανικού κράτους και ίσχυε στην Ελλάδα μέχρι την καθιέρωση στη χώρα του Διεθνούς Συστήματος Μονάδων (S.I.), το 1959, οπότε αντικαταστάθηκε από το κιλό, αλλά εξακολούθησε να χρησιμοποιείται για αρκετά χρόνια μετά. Υποδιαίρεσή της ήταν το δράμι. 1 οκά = 400 δράμια, 1 δράμι = 3,205 γραμμάρια, 1 οκά = 1282 γραμμάρια.

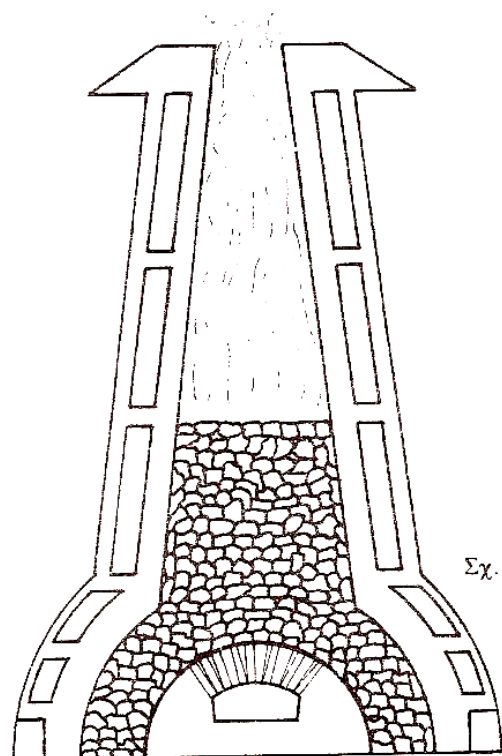
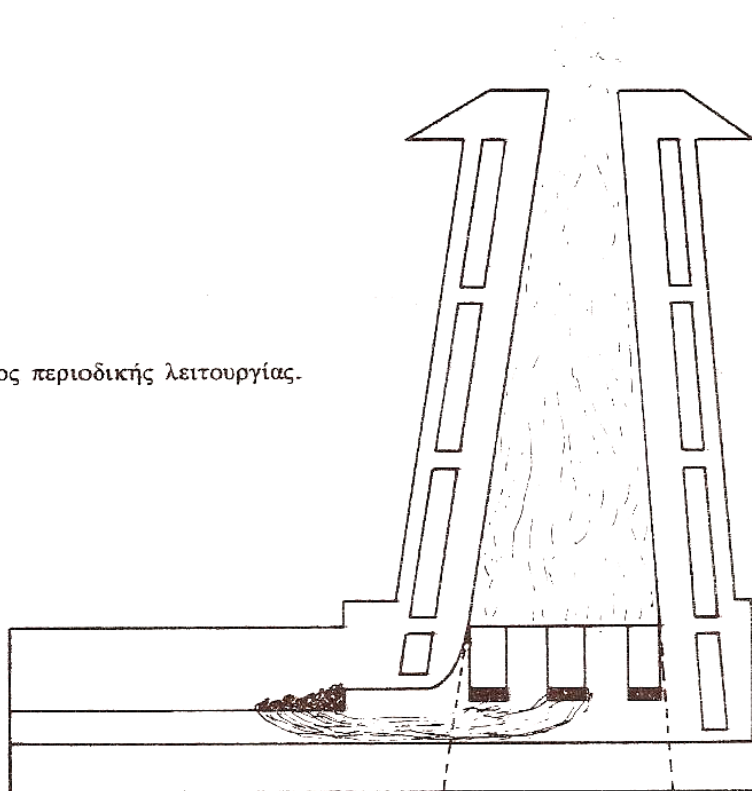


Σχ. 1.8: Ασβεστοκάμινος παλιού τύπου.



Σχ. 1.9: Κυλινδρική ασβεστοκάμινος.

Σχ. 1.10: Ασβεστοκάμινος περιοδικής λειτουργίας.



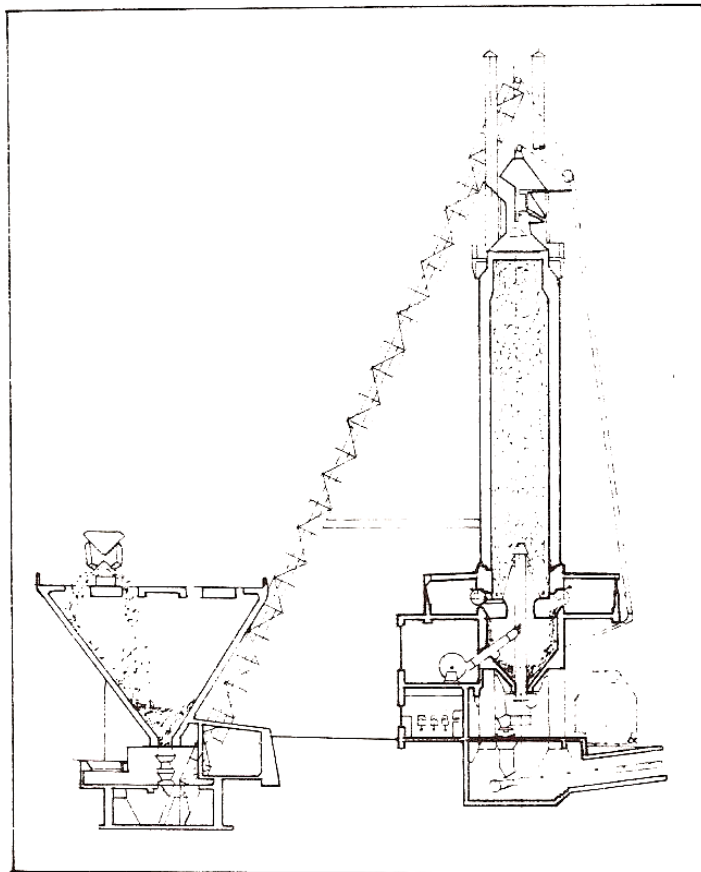
Σχ. 1.11: Ασβεστοκάμινος περιοδικής λειτουργίας.

3.4.2 Καμίνια συνεχούς λειτουργίας

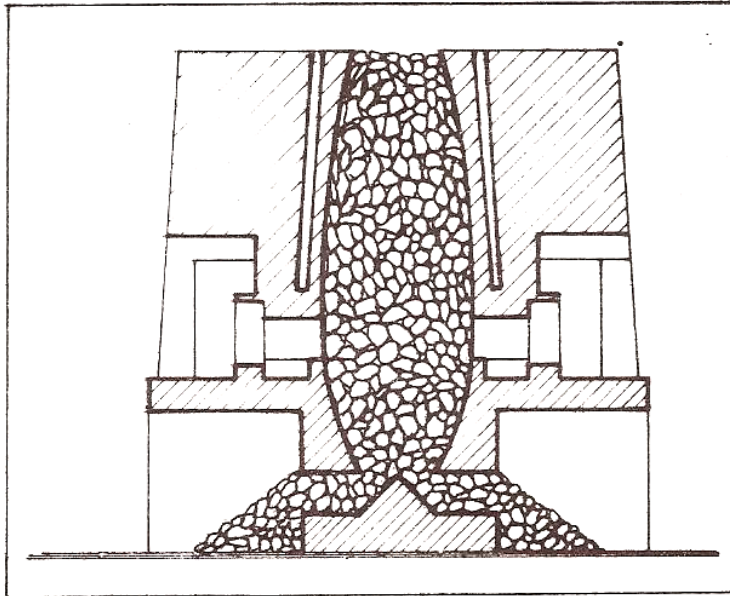
Τα καμίνια συνεχούς λειτουργίας είναι συνθετότερα συγκροτήματα και χρησιμοποιούνται για μεγάλη παραγωγή ασβέστη. Υπάρχουν δύο επιμέρους τύποι : Κατακόρυφα και οριζόντια.

α) Τα κατακόρυφα καμίνια

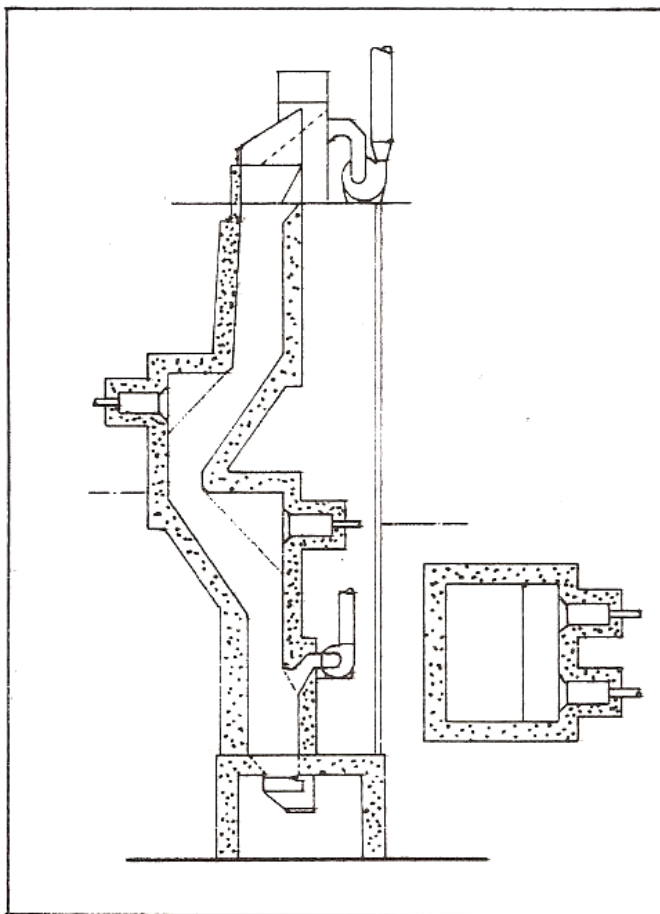
έχουν συνήθως σχήμα δύο κόλουργων κώνων ενωμένων στις βάσεις με τη μεγαλύτερη διάμετρο. Η μέγιστη διάμετρος είναι 3 m και το ύψος ως 12 m. Κατασκευάζονται με τοιχοποιία ή με σπλισμένο σκυρόδεμα ή με σιδερένιες λαμαρίνες ενισχυμένες με σιδερένια ελάσματα. Εσωτερικά έχουν ισχυρή θερμική και πυρίμαχη μόνωση. (σχήματα 1.12, 1.13, 1.14, 1.15 και σχ.4.6γ).



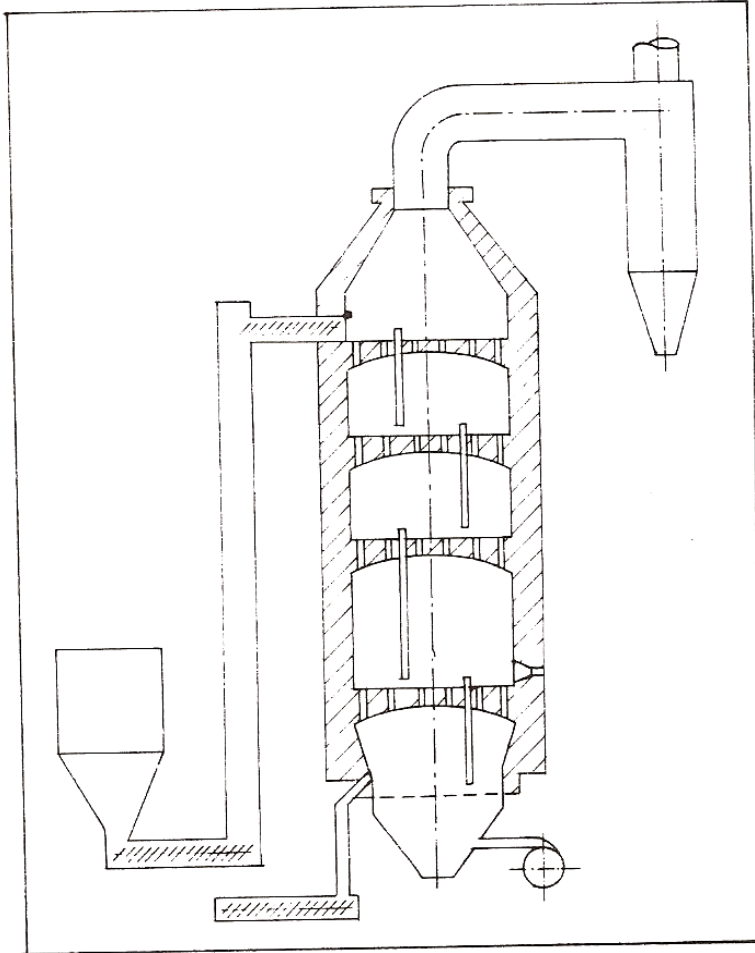
Σχ. 1.12: Ασβεστοκάμινος Seeger.



Σχ. 1.13: Ασβεστοκάμινος συνεχούς λειτουργίας.



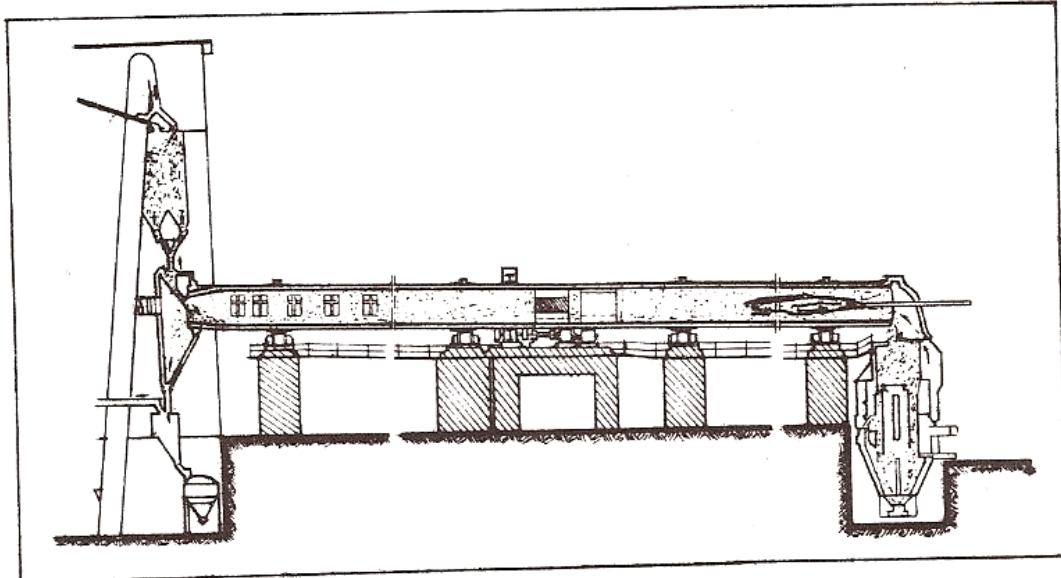
Σχ. 1.14: Ασβεστοκάμινος Beckenbach.



Σχ. 1.15: Υψικάμνος Schäfer-Brand.

β) 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.(σχήμα 1.16)



Σχ. 1.16: Περιστρεφόμενος κύλινδρος (ασβεστοκάμινος κατά KRUPP).

Η **ποιότητα** της κεκαυμένης ασβέστου , εξαρτάται, εκτός από τη θερμοκρασία καύσεως και τη σύσταση των ασβεστόλιθων, σε μεγάλο βαθμό από την **ομοιογένεια καύσεως**.

Η καλύτερη ποιότητα ασβέστου παρασκευάζεται στον οριζόντιο περιστρεφόμενο κύλινδρο, γιατί σ' αυτό τον τύπο καμινιού, η θερμοκρασία μπορεί να ελέγχεται εύκολα και η ομοιογένεια που εξασφαλίζεται με την περιστροφική κίνηση του κυλίνδρου, είναι μεγάλη. Εν τούτοις ,ο τύπος αυτός ,παρόλα τα πλεονεκτήματά του ,δεν μπόρεσε να καθιερωθεί, λόγω της μεγάλης κατανάλωσης θερμότητας (1230-1800 kcal/kg).

3.5 Υδράσβεστος

3.5.1 Σβέση της καυστικής ασβέστου

Ο άνυδρος ασβέστης ξεφορτώνεται μέσα στο σιλό της αποθήκευσης και στη συνέχεια μεταφέρεται με την μεταφορική ταινία, μέσα στην περιστρεφόμενη βαρέλα (Σχ.4.6 ε), η οποία έχει ποσότητα νερού **τριπλάσια** του βάρους του άνυδρου ασβέστη.

Η κεκαυμένη ασβέστος έχει μεγάλη χημική συγγένεια με το νερό και εξ αιτίας του υψηλού πορώδους, το οποίο δημιουργείται στους τύπους ταχείας και ημιταχείας σβέσης, μπορεί να προσλαμβάνει νερό (ενυδάτωση) με έκλυση υψηλής ποσότητας θερμότητας (275 cal/g), κατά την αντίδραση :



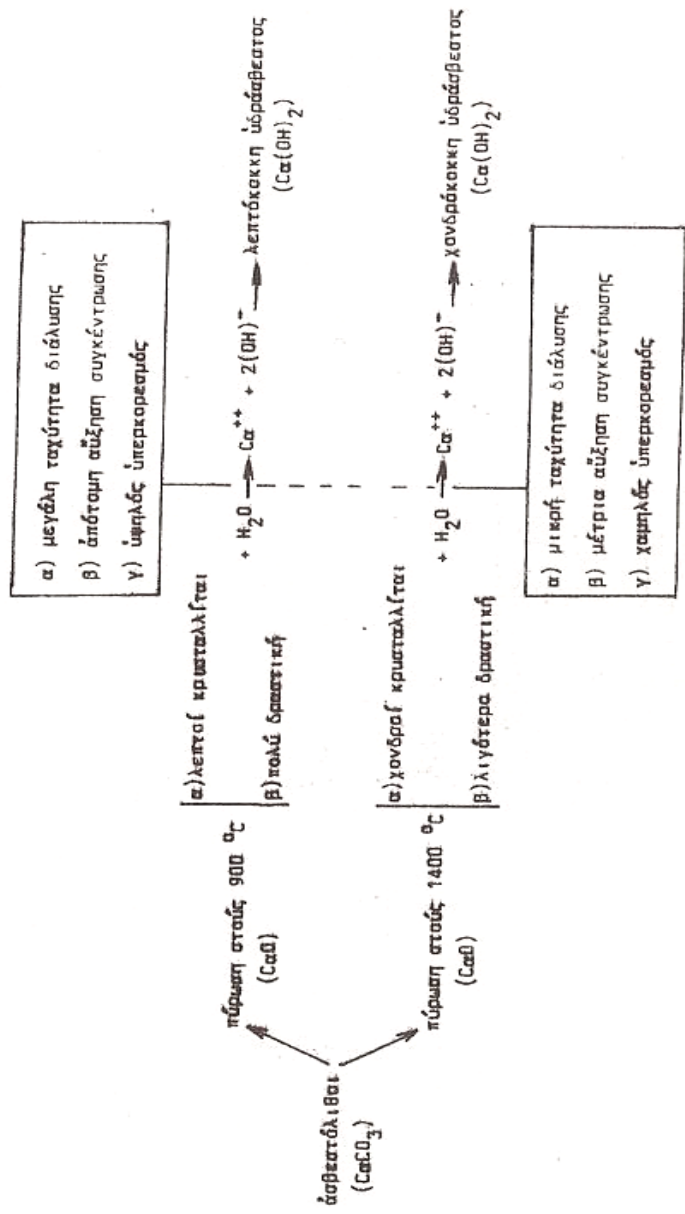
Την αντίδραση της ενυδάτωσης του CaO, ονομάζουμε **σβέση**. Η σβέση της ασβέστου είναι ισχυρή εξώθερμη αντίδραση και συνοδεύεται από ισχυρό κοχλασμό και πυκνούς υδρατμούς. Η παραγόμενη θερμότητα είναι τόσο μεγάλη, ώστε η θερμοκρασία μπορεί να φθάσει τους 200°C. Τότε παρατηρείται το εξής φαινόμενο:

Τα κομμάτια του ασβέστη διογκώνονται ώσπου να διπλασιασθούν ή και να τριπλασιασθούν ακόμα, όταν έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε οξειδίο του ασβεστίου. Στη συνέχεια θραύονται και τελικά μετατρέπονται σε σκόνη.

Δεδομένου ότι το κολλοειδές υδροξείδιο της ασβέστου σχηματίζεται με πολύ ταχύτερο ρυθμό από ότι το κρυσταλλικό Ca(OH)₂, επιδιώκεται η ταχύτερη δυνατή σβέση του ασβέστη, πράγμα που επιτυγχάνεται με τη συνεχή ανάδευση της βαρέλας (2 στρ/λεπτό). Επιπλέον πραγματοποιείται καλύτερη ανάμιξη των αντιδρώντων (ασβέστη και νερού), διατηρώντας έτσι και τη θερμοκρασία σε υψηλά επίπεδα.

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 απαραίτητα μέτρα προφυλάξεως.

Ανάλογα με τη θερμοκρασία πυρώσεως, η σβέση είναι ταχεία ή βραδεία και τα ένυδρα της ασβέστου Ca(OH)₂ λεπτόκοκκα ή χονδρόκοκκα (Σχ 1.17).

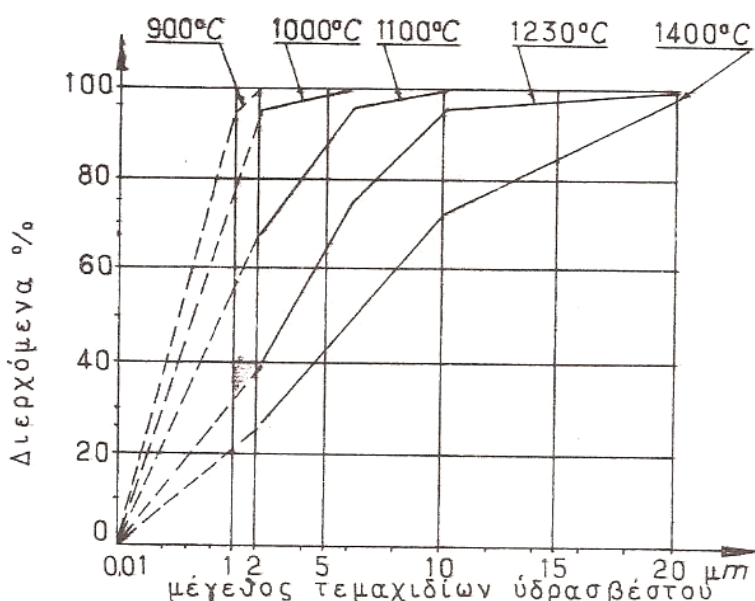


Σχ. 1.17: Σχηματική παράσταση των αντιδράσεων CaCO₃ - CaO - Ca(OH)₂ (κατά Wuhler).

Διά της υγρής φάσεως (νερό), γίνεται ο σχηματισμός των ενύδρων του CaO. Τα ιόντα του ασβεστίου (Ca^{++}) και του υδροξειδίου (OH_-) σχηματίζονται κατά τη διάλυση του CaO στο νερό και στη συνέχεια μετά τον υπερκορεσμό του διαλύματος, αρχίζει η κρυστάλλωση του $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Με την άσβεστο ταχείας σβέσεως, όταν ο υπερκορεσμός είναι υψηλός, σχηματίζεται ένας μεγάλος αριθμός κρυσταλλικών σπερμάτων και η ταχύτητα της ανάπτυξης των κρυσταλλιτών είναι μικρή (λεπτόκοκκα τεμαχίδια). Αντιθέτως με την άσβεστο βραδείας σβέσεως, ο υπερκορεσμός είναι χαμηλός, με αποτέλεσμα να σχηματίζεται ένας μικρός αριθμός κρυσταλλικών σπερμάτων. Αυτά έχουν μεγάλη ταχύτητα ανάπτυξης και συσσωματώνονται σε χονδρόκοκκους κρυσταλλίτες, με αποτέλεσμα τα τεμαχίδια της υδρασβέστου να είναι χονδρόκοκκα.

Η αντίδραση της ενυδάτωσης γίνεται ταυτόχρονα σε όλη τη μάζα του CaO, αφού οι τριχοειδείς πόροι του CaO με το μεγάλο πορώδες απορροφούν νερό όπως το σφουγγάρι. Επιπλέον επειδή το $\text{Ca}(\text{OH})_2$ καταλαμβάνει μεγαλύτερο όγκο από το CaO, προκαλείται διάρρηξη (σπάσιμο) του ιστού του CaO και καταυτών τον τρόπο τεμαχισμός σε λεπτότατα τεμάχια (σκόνη, αν το νερό είναι το απαραίτητο για το μετασχηματισμό του CaO σε $\text{Ca}(\text{OH})_2$). Όσο μικρότερο είναι το πορώδες, τόσο πιο έντονος είναι ο τεμαχισμός. Τέλος το CaO μπορεί να μετατραπεί σε $\text{Ca}(\text{OH})_2$, μόνο σε άσβεστο ταχείας σβέσης, όπου το πορώδες είναι υψηλό, χωρίς να αλλάξει εξωτερικά το σχήμα του τεμαχίου της ασβέστου (π.χ. σβέση με υδρατμό στο αυτόκλειστο).

Η κοκκομετρική διαβάθμιση υδρασβέστου από κεκαυμένη άσβεστο διαφόρων θερμοκρασιών πυρώσεως, δίνεται στο Σχ. 1.18.



Σχ. 1.18: Κοκκομετρική διαβάθμιση διαφόρων ενύδρων ασβέστου.

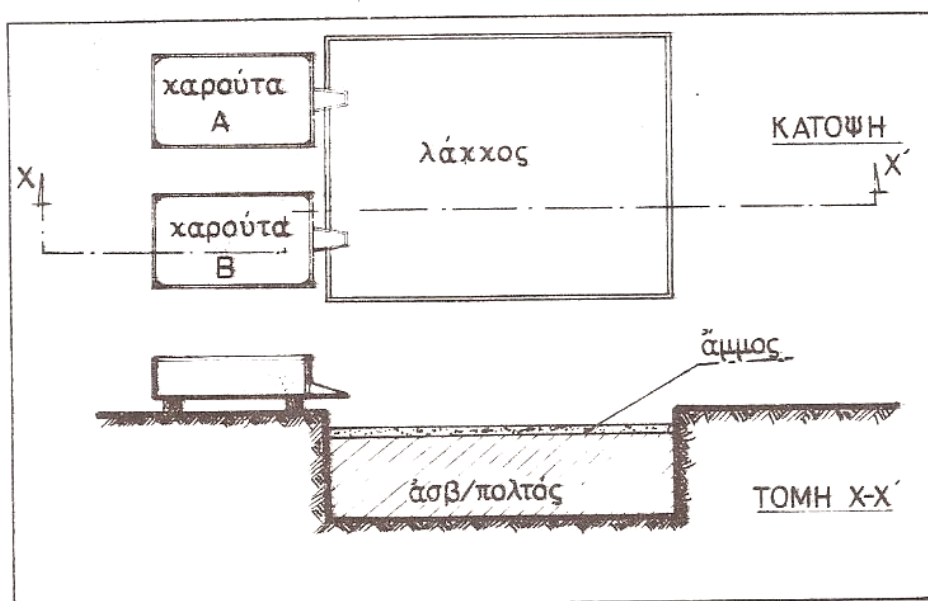
Η κολλοειδή φύση του ασβεστοπολτού (υδράσβεστος με περίσσεια νερού) και κατά συνέπεια η ποιότητα, καθορίζονται από την λεπτότητα της υδρασβέστου όπου η εσωτερική επιφάνεια κατά BET-N₂ είναι πολύ υψηλή και φθάνει τις τιμές της τάξεως των 19 m²/g. Τέλος θεωρούμε ότι έχουμε καλή ποιότητα υδρασβέστου, όταν επιτυγχάνουμε υψηλή απόδοση στον ασβεστοπολτό και την πλαστικότητα, η οποία επιτρέπει εύκολη και σωστή κατεργασία των ασβεστοκονιαμάτων.

3.5.1.1 Τεχνητή σβέση

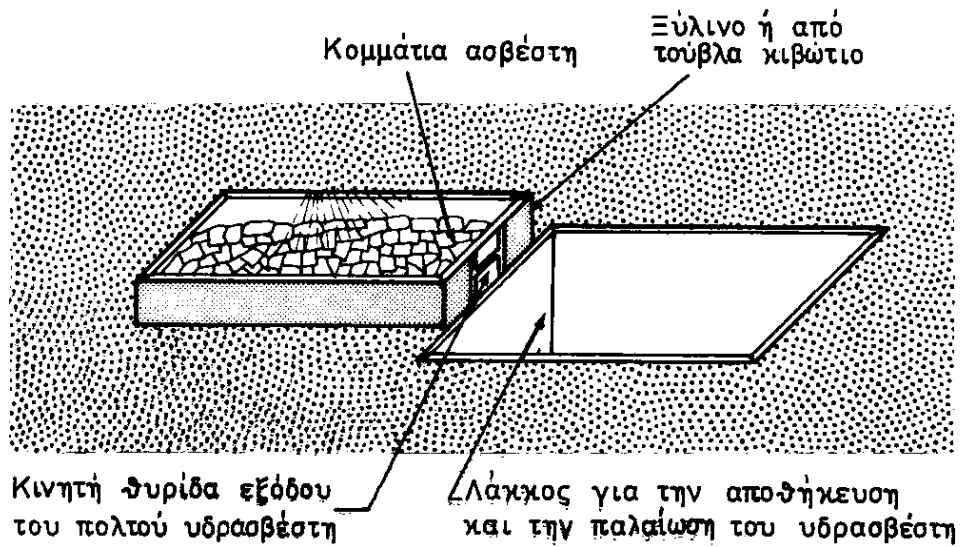
Υπάρχει η μέθοδος της υγρής και της ξερής σβέσης. Με την **υγρή** σβέση προκύπτει υδράσβεστος σε μορφή πολτού, ενώ με την **ξηρή** σβέση, το τελικό προϊόν είναι ξερή σκόνη (σκόνη υδρασβέστου) με μικρά υπολείμματα υγρασίας.

3.5.1.1.1 Υγρή σβέση

Η υγρή σβέση γίνεται σε ξύλινα ή από τούβλα κιβώτια (καρούτες) (Σχ 1.19, Σχ 4.6δ.) ή σε ειδικά δοχεία με πτερύγια (Σχ 4.6ε).

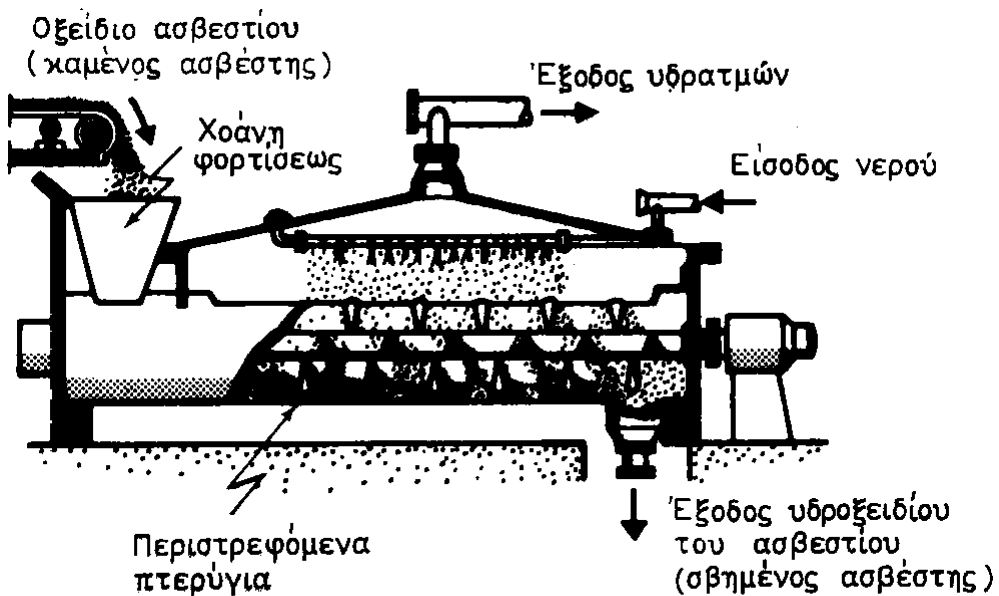


Σχ. 1.19: Καρούτες σβέσης ασβέστου.



Σχ. 4.6δ.

Εγκατάσταση οβησίματος ασβέστη στο εργοτάξιο και λάγκος για την αποθήκευση και παλαίωση του υδρασβέστη.



Σχ. 4.6ε.

Μόνιμη εγκατάσταση οβησίματος ασβέστη συνεχούς λειτουργίας για μεγάλη παραγωγή.

Η θερμοκρασία σβέσεως παίζει σημαντικό ρόλο στο τελικό αποτέλεσμα και πρέπει να είναι μεταξύ των 80-95°C. Ο **παχύρρευστος ασβεστοπολτός** περιέχει συνήθως 35-40% στερεή ύλη.

Επίσης ο συντελεστής νερού/ CaO είναι 3:1 (+ ή -) 25% και εξαρτάται κυρίως από τη δραστητικότητα και το ποσοστό των ξένων προσμίξεων(καθαρή ή όχι καθαρή άσβεστος). Για να έχουμε καλύτερη σβέση, αναδεύουμε το μείγμα CaO- H₂O και μετά την πάροδο περίπου 15 λεπτών (ανάλογα με τη δραστητικότητα της ασβέστου), προσθέτουμε νερό για να δημιουργηθεί το **γάλα της ασβέστου** που αποτελείται από 20% Ca(OH)₂ και 80% νερό.

Στη συνέχεια το γάλα της ασβέστου που παράγεται πέφτει στο α' κόσκινο (5 mm) όπου γίνεται η πρώτη διαλογή και όπου συγκρατούνται τα μεγαλύτερα κομμάτια της ασβέστου, που δεν διασπάστηκαν. Αυτά τα κομμάτια μαζί με τα άνοπτα και τα υπερψημένα κομμάτια, συγκεντρώνονται σε σωρούς σε ανοιχτό χώρο, όπου αφήνονται να προσβληθούν αργά από την υγρασία του περιβάλλοντος και χρησιμοποιούνται σαν υλικά κατώτερης ποιότητας.

Έπειτα το γάλα της ασβέστου διοχετεύεται στο τριβείο με σφυριά όπου θραύονται τα χοντρότερα κομμάτια και στη συνέχεια για καλύτερο αποτέλεσμα, κοσκινίζεται στο β' κόσκινο το οποίο έχει διάμετρο 0,75mm.

Το τελικό γάλα της ασβέστου οδηγείται μέσω αντλίας στους **λάκκους ωρίμανσης**, όπου παραμένει για 20 ημέρες για **φύραση**.



Λάκκοι ωρίμανσης

Με τη **φύραση της υδρασβέστου** συνεχίζεται η σβέση των μη σβησμένων τεμαχίων και βελτιώνεται η λεπτότητα, η οποία προσδίδει

στον ασβεστοπολλτό πλαστικότητα. Επιπλέον οι λάκκοι ωρίμανσης σκεπάζονται συνήθως με **υγρή άμμο**, για να αποτραπεί η ταχεία εξάτμιση του νερού και κατά συνέπεια και η ξήρανση του ασβεστοπολλτού.

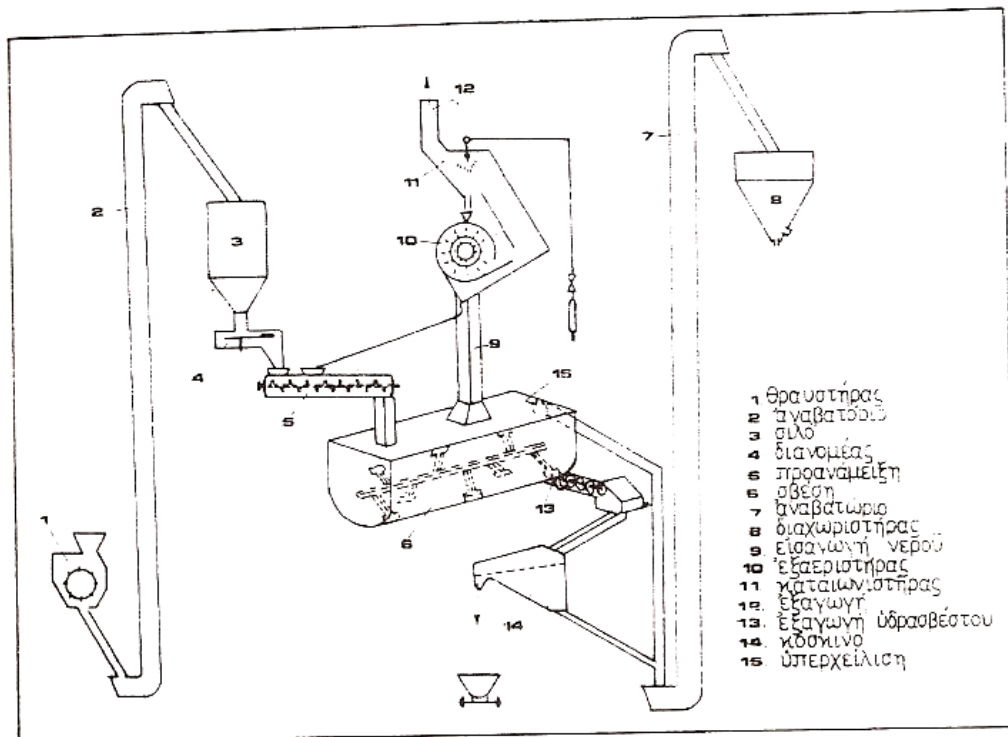
Όταν έχει συντελεσθεί η φύραση λαμβάνεται σαν κριτήριο του κατεργάσιμου του ασβεστοπολλτού, η εμφάνιση ρωγμών στην επιφάνειά του, πλάτους ενός περίπου εκατοστού. Για συνήθη άσβεστο ασβεστοκονιαμάτων, η διάρκεια της φύρασης μέσα στο λάκκο, είναι συνάρτηση κυρίως της δραστηκότητας και φθάνει τις 15-20 ημέρες. Μεγάλη **προσοχή** πρέπει να δίνεται στη διάρκεια της φύρασης της υδρασβέστου, για τυχόν **μη σβησμένους κόκκους**, οι οποίοι προέρχονται από την πύρωση σε υψηλές θερμοκρασίες (άσβεστος βραδείας σβέσεως). Οι μη σβησμένοι κόκκοι, μετά την παρασκευή των επιχρισμάτων, μεταβάλλονται σε $\text{Ca}(\text{OH})_2$ και λόγω της διόγκωσης που παρουσιάζουν, προκαλούν εξανθήματα και ζημιές στα κονιάματα.

3.5.1.1.2 Ξερή σβέση

Με τη μέθοδο της ξερής σβέσης, λαμβάνεται υδράσβεστος σε μορφή **λευκής σκόνης**. Με την προσθήκη του χημικά απαιτούμενου **νερού** (σε αναλογία **32%** περίπου), γίνεται η σβέση, σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο :



Επειδή όμως κατά τη σβέση η θερμοκρασία αυξάνεται σε υψηλά επίπεδα εξατμίζεται μεγάλη ποσότητα νερού, με συνέπεια το **νερό** που απαιτείται **τελικά** να ανέρχεται στο διπλάσιο περίπου της θεωρητικής ποσότητας (δηλαδή **60-65% κατά βάρος**). Σε βιομηχανική κλίμακα η ξερή σβέση, γίνεται μόνο σε ειδικές εγκαταστάσεις (σχήμα 1.20), όπου η άσβεστος θραύεται σε τεμάχια διαμέτρου 15 mm, στο πρώτο στάδιο της διαδικασίας.



Σχ. 1.20: Ξερή σβέση (κατά Schulte).

Για καλή ποιότητα υδρασβέστου, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα σημεία :

1. Απαιτείται ανάδευση αρκετά ισχυρή και γρήγορη, ώστε όλα τα τεμαχίδια της ασβέστου να μπορούν να προσλάβουν το απαιτούμενο νερό. Η δε ποσότητά του πρέπει να επαρκεί.
2. Για να αυξάνεται η ταχύτητα σβέσεως, το νερό σβέσεως πρέπει να προθερμαίνεται.
3. Η ποσότητα του νερού που απαιτείται, πρέπει απαραίτητως να υπάρχει, ώστε να μετατραπεί όλη η μάζα του CaO σε $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Επιπλέον το περιττό νερό πρέπει να εξατμίζεται εξ ολοκλήρου, στην υψηλή θερμοκρασία που επικρατεί, κατά τη σβέση. Η υγρασία που παραμένει στο ένυδρο (υδράσβεστος), δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1%.

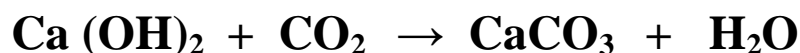
Οι ιδιότητες της υδρασβέστου που μας ενδιαφέρουν, είναι κυρίως η ογκοσταθερότητα, η πλαστικότητα και η αντοχή.

3.5.1.1.3 Σβέση υπό πίεση

Η σβέση υπό πίεση εφαρμόζεται για άσβεστο βραδείας σβέσεως και γίνεται σε ειδικές εγκαταστάσεις υπό πίεση 2-8 Atm. Η πίεση αυτή επιταχύνει την αντίδραση της σβέσης.

3.5.2 Πήξη και σκλήρυνση της υδρασβέστου

Με την πάροδο του χρόνου η υδράσβεστος αρχίζει να γίνεται πιο συνεκτική, δηλαδή μπαίνει στο στάδιο της πήξης. Ακολούθως, με την επίδραση του CO₂ της ατμόσφαιρας αρχίζει το στάδιο της σκλήρυνσης κατά την αντίδραση :

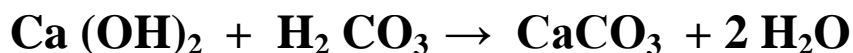
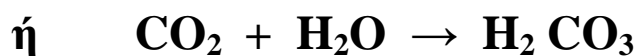
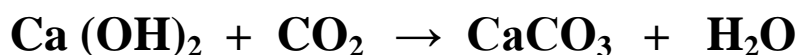


οπότε η υδράσβεστος αποκτά τις τελικές αντοχές της και μετατρέπεται σε στερεό με σταθερή μορφή. Αυτό ονομάζεται **λίθωση της υδρασβέστου**. Το παραγόμενο νερό κατά τη διάρκεια της σκλήρυνσης εξατμίζεται.

Η υδράσβεστος (ασβεστοπολτός), όπως ανεπτύχθη ανωτέρω, είναι υλικό με μεγάλη λεπτότητα και αποτελείται συνήθως κατά μεγάλο ποσοστό από τεμαχίδια μικρότερα των 2μm (σχήμα 1.18). Τεμαχίδια όμως αυτών των διαστάσεων, παρουσιάζουν δυνάμεις συνάφειας κατά την ξήρανσή τους και αναπτύσσουν σημαντική αντοχή όπως η άργιλος και τα κολλοειδή του πυριτικού οξέος (H₂ SiO₃ · n H₂O).

Σε ασβεστοκονίαμα αναλογίας μείξεως 1:1, βρέθηκε αντοχή σε θλίψη λόγω της ξήρανσης, της τάξεως των 30 kp/cm². Τέτοιες αντοχές αρκούν π.χ. για συνήθεις λιθοδομές και οπτοπλινθοδομές.

Η πραγματική στερεοποίηση ή σκλήρυνση, γίνεται με χημική μέθοδο και μάλιστα διά της επανθρακώσεως του, που επιφέρει λίθωση του ασβεστοκονιάματος, κατά την αντίδραση :



Όσο περισσότερο πορώδες είναι το κονίαμα και όσο περισσότερο CO₂ υπάρχει, τόσο ταχύτερα η αντίδραση αυτή προχωράει. Εξ αιτίας της μικρής περιεκτικότητας του ατμοσφαιρικού αέρα σε CO₂ (0,03% κατ'όγκον), ο χημικός μετασχηματισμός του Ca(OH)₂ σε CaCO₃, προχωρεί βραδέως (1 g Ca(OH)₂ χρειάζεται 1,19 m³ αέρος και 1 m² επιχρίσματος, πάχους 1 cm, χρειάζεται για πλήρη επανθράκωση 1800m³ ατμοσφαιρικού αέρος) και διαρκεί ανάλογα με τις εκάστοτε συνθήκες μερικούς μήνες για τα επιχρίσματα και αρκετά χρόνια για τα τοιχώματα δομής .

Κατά την επανθράκωση του Ca(OH)₂ σχηματίζονται κρύσταλλοι CaCO₃, οι οποίοι διαλύονται στο νερό (δηλ. στην υγρασία) και κρυσταλλώνονται εκ νέου σε κρυστάλλους επιμήκους σχήματος. Οι νέοι αυτοί κρύσταλλοι εμπλέκονται και συσσωματώνονται μεταξύ τους , δίνοντας στο κονίαμα υψηλότερη αντοχή. Για την ανωτέρω αποκρυστάλλωση του CaCO₃, η ευνοϊκή υγρασία, ανέρχεται σε 0,8 έως 4,0% κ.β.

Η αντοχή της αερικής κονιάς ασβέστου είναι χαμηλή (κονιάματα), αλλά η κατεργασία της είναι εύκολη (υψηλή πλαστικότητα και υψηλή πρόσφυση) και η ογκοσταθερότητα μεγάλη.

3.5.3 Εφαρμογές

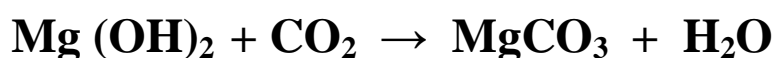
- Η **υδράσβεστος** σε μορφή **πολτού** ή **σκόνης** ,χρησιμοποιείται για :
 - 1) Ασβεστοκονιάματα (υδράσβεστος + άμμος).
 - 2) Θηροκονιάματα (υδράσβεστος +Θηραϊκή γη + άμμος).
 - 3) Γυψασβεστοκονιάματα (γύψος + υδράσβεστος).
 - 4) Γαλάκτωμα υδροχρωματισμών (υδράσβεστος + νερό).
- Η **κεκαυμένη άσβεστος** χρησιμοποιείται, επίσης ,πέραν της παρασκευής υδρασβέστου και στις ακόλουθες περιπτώσεις :
 - 1) Παρασκευή ασβεστοπυριτικών πλίνθων
(CaO + πυριτική άμμος).
 - 2) Αεροσκυρόδεμα (CaO, τσιμέντο, λεπτοαλεσμένη πυριτική άμμος, αερακτικό(σκόνη αλουμινίου)).

3.6 Μαγνησιακή άσβεστος, Δολομιτική άσβεστος

Η μαγνησιακή και δολομιτική άσβεστος παρασκευάζονται από μαγνησιακούς και δολομιτικούς ασβεστολίθους (πίνακας 1.4) διά πυρώσεως ,όπως και κατά την παρασκευή της ασβέστου.

Η δραστηριότητα μειώνεται με αύξουσα περιεκτικότητα της ασβέστου σε MgO. Το χρώμα γίνεται από άσπρο γκρι και η **σβέση** γίνεται **υπό πίεση**. Το προϊόν της σβέσης είναι **σκόνη** και σπάνια πολτός .

Η πήξη και η σκλήρυνση είναι ανάλογη με εκείνη της υδρασβέστου, κατά την εξίσωση :



Ως αντοχή των κονιαμάτων λαμβάνεται η αντίστοιχη προς εκείνη της ασβέστου.

Τα επιχρίσματα από δολομιτικά κονιάματα είναι ιδιαίτερος ανθεκτικά στην προσβολή από τις καιρικές συνθήκες. Αντιθέτως είναι λιγότερο κατάλληλα για δομή τοίχων, εξαιτίας της βραδείας πήξεως και σκληρύνσεως.

3.7 Μαγνησιακή κονία (Sorel)

Διά πυρώσεως μαγνησίτου (μεγάλα αποθέματα μαγνησίτου υπάρχουν στη νήσο Εύβοια) γίνεται η παρασκευή της μαγνησιακής κονιάς σε θερμοκρασία 700-800 C , σύμφωνα με την αντίδραση:



Το MgO (οξείδιο του μαγνησίου, ή καυστική μαγνησία) κονιοποιείται και αναμειγνύεται με υδατικό διάλυμα χλωριούχου μαγνησίου (MgCl₂), σε προκαθορισμένη αναλογία. Το μείγμα, μετά από παρέλευση μερικών ωρών, μετατρέπεται σε σκληρή μάζα, η οποία επιδέχεται λείανση.

Το προϊόν σκληρύνσεως δεν έχει ερευνηθεί επαρκώς ,θα πρέπει όμως να αντιστοιχεί ,περίπου ,στη σύνθεση $\text{MgCl}_2 \cdot 5\text{Mg (OH)}_2 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$.

Περίσσεια MgCl₂,προκαλεί υγροσκοπικότητα ,προσθήκη μικρότερης ποσότητας MgCl₂,μεταβάλλει τη μάζα σε πορώδη ,με συνέπεια την ελάττωση της αντοχής.

Αντί $MgCl_2$, μπορεί να χρησιμοποιηθεί υδατικό διάλυμα του $MgSO_4$, με μικρότερο κίνδυνο εμφανίσεως πορώδους.

Τέλος η κονία Sorel χρησιμοποιείται στην παρασκευή κονιαμάτων, των οποίων τα αδρανή είναι οργανικές ή ανόργανες ύλες (π.χ. πριονίδι ξύλου, μόρια φελλού, άλευρο ελαφρόπετρας κλπ.). Τα κονιάματα αυτά, παρουσιάζουν μεγάλη ογκοσταθερότητα. Το κονίαμα (πριονίδι και κονία Sorel) ονομάζεται ξυλόλιθος και χρησιμοποιείται στην κατασκευή δαπέδων χωρίς αρμούς, αφού λόγω της ογκοσταθερότητας δεν απαιτούνται αρμοί.

3.8 Δοκιμές ελέγχου

Οι κυριότερες δοκιμές της υδρασβέστου, είναι οι ακόλουθες :

1) Προσδιορισμός του αδιάλυτου υπολείμματος

Για τον προσδιορισμό του αδιάλυτου υπολείμματος λαμβάνεται σκόνη υδρασβέστου βάρους 100 g και κοσκινίζεται μεταξύ των κοσκίνων Νο20 και Νο200. Το δείγμα ξεπλένεται με νερό για 30', ξηραίνεται, ζυγίζεται και ανάγεται σε ποσοστό % του αρχικού δείγματος.

2) Προσδιορισμός του μέτρου πλαστικότητας

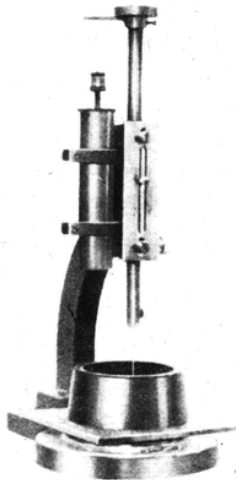
Για τον προσδιορισμό του μέτρου πλαστικότητας παρασκευάζεται κανονικός ασβεστοπολτός για 300 g υδρασβέστου και ελέγχεται με τη συσκευή Vicat. (Σχ.4.7ι)

3) Δοκιμή ογκοσταθερότητας

Ο έλεγχος της σταθερότητας όγκου γίνεται σε πλακούντα, ο οποίος παρασκευάζεται από 100 g πρότυπη άμμο, 20 g υδράσβεστο και με την κανονική ποσότητα νερού.

4) Προσδιορισμός του συγκρατούμενου νερού

5) Μέτρηση της καθίζησης



Σχ. 4.71.
Συσκευή Vicat με υδραυλικό σύστημα που ρυθμίζει την πτώση του στελέχους.

3.9 Υδραυλική άσβεστος

Η υδραυλική άσβεστος σε αντίθεση με την υδράσβεστο, είναι μία υδραυλική κονία. Παρασκευάζεται κυρίως από μάργες σε υψικαμίνους και σε θερμοκρασία 1000- 1200°C.

Η πήξη και η σκλήρυνση γίνεται αρχικά στον αέρα, μετά όμως συνεχίζεται στο νερό. Εκεί μετά από ένα ορισμένο διάστημα μπορεί να διατηρηθεί, αφού η δε σκληρυμένη κονία δεν διαλύεται πλέον στο νερό.

Η ενυδάτωση (πήξη και σκλήρυνση) αποτελείται από δύο μέρη

α) Επανθράκωση του σε $\text{Ca}(\text{OH})_2$ σε CaCO_3 .

β) Ενυδάτωση των φάσεων που περιέχουν υδραυλικούς παράγοντες και κυρίως του $\beta\text{-}2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ($\beta\text{-C}_2\text{S}$).

Το όπτημα σβήνεται (ξερή σβέση) και διατίθεται στην αγορά λεπτοαλεσμένο σε μορφή σκόνης. Η υδραυλική άσβεστος πρέπει να σβηστεί προ της χρήσεως της, αλλιώς δεν παρέχει ογκοσταθερότητα.

Η υδραυλική άσβεστος ανάλογα με την σύνθεσή της (αναλογία κεκαυμένης ασβέστου και φάσεων με υδραυλικούς παράγοντες) διακρίνεται σε κατηγορίες χαμηλής και υψηλής αντοχής (DIN 1060), όπου οι αντοχές της κυμαίνονται από 10-50 k_p/cm².

3.10 Ρωμαϊκή κονία

Η Ρωμαϊκή κονία ή αλλιώς υδραυλική ασβέστος υψηλής υδραυλικότητας, είναι το προϊόν της οπτήσεως ορισμένων ειδών μάργας με υψηλή περιεκτικότητα σε υδραυλικούς παράγοντες. Η μάργα περιέχει περίπου 40% άργιλο και έτσι δεν διαλύεται με σβέση. Για το λόγο αυτό διατίθεται λεπτοαλεσμένη σε μορφή σκόνης .

Η κονία αυτή έχει το χαρακτηριστικό της ταχείας πήξης. Η αρχή της παρουσιάζεται μετά από 15-30 min και το δε τέλος της σε 60 min περίπου.

Το όνομα της κατάγεται από τους Ρωμαίους ,οι οποίοι την χρησιμοποίησαν σε δομικά έργα, παρόμοια με τα έργα που παρασκευάζονται σήμερα από σκυρόδεμα.

Οι ρωμαϊκές κονίες είναι κατάλληλες για κονιάματα επιχρισμάτων και δόμηση θεμελίων, με την προϋπόθεση ότι έχουν ογκοσταθερότητα σε περιβάλλον αέρα καθώς και μέσα στο νερό. Η αντοχή της είναι ανάλογη με την αντοχή της υδραυλικής ασβέστου υψηλής υδραυλικότητας.

4. ΓΥΨΟΣ

Όπως και η άσβεστος, η γύψος ανήκει στις παλαιότερες κονίες και έχει χρησιμοποιηθεί ευρύτατα από την αρχαιότητα. Ο αρχαίος φιλόσοφος Θεόφραστος, 327- 287 π.χ, αφιερώνει ένα ολόκληρο κεφάλαιο για τη γύψο στην πραγματεία του "Περί λίθων". Ευρύτατα χρησιμοποιήθηκε στην Αίγυπτο (αναφορά Ηροδότου το 490-425 π.Χ) Βαβυλωνία, Ελλάδα, Ρώμη και έφθασε στο Μεσαίωνα στη μεγαλύτερη διάδοσή της (εποχή του Barock και του Rokoko).

Πρώτος ο Lavoisier διαπίστωσε το 1765-67, ότι τα 3/2 του κρυσταλλικού νερού της γύψου ($\text{Ca SO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$), αφυδατώνονται σε θερμοκρασία μικρότερη από ότι το υπόλοιπο 1/2.

Η γύψος είναι λεπτή σκόνη χρώματος λευκού ή υπόλευκου. Χρησιμοποιείται ως συγκολλητική ύλη στην οικοδομική, σε δευτερεύουσες κυρίως εργασίες.

Πρώτη ύλη για την παρασκευή της γύψου είναι το ορυκτό φυσική γύψος, το οποίο αποτελείται από ένυδρο θεικό ασβέστιο ($\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) με διάφορες προσμίξεις (CaCO_3 , MgCO_3 , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 κ.λ.π). Το ποσοστό των ξένων αυτών προσμίξεων δεν πρέπει να υπερβαίνει το 25-30%, ώστε να μην επιδρούν δυσμενώς στις ιδιότητες της κονίας.

Πριν από είκοσι χρόνια περίπου, η παγκόσμια ποσότητα εξόρυξης γύψου ανερχόταν σε 70 εκατ. τόνων ετησίως, ενώ οι σημερινές ποσότητες είναι ακόμη μεγαλύτερες. Στην Ελλάδα παράγεται αρκετή ποσότητα που καλύπτει τις εγχώριες ανάγκες. Τα καλύτερα κοιτάσματα γύψου βρίσκονται στην περιοχή του Παρισιού, ενώ στην χώρα μας πλούσια κοιτάσματα βρίσκονται στη Δυτική Ελλάδα, στην Κρήτη και στα Δωδεκάνησα.

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 ονομάζεται **καμένος γύψος** ή απλά **γύψος** και έχει την ιδιότητα να μετατρέπεται πάλι σε στερεό ένυδρο θεικό ασβέστιο, όταν προσλάβει την ποσότητα του νερού που έχασε κατά τη θέρμανση.

4.1 Φάσεις στο σύστημα $\text{Ca SO}_4 - \text{Ca SO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

Το θεικό ασβέστιο (Ca SO_4), απαντάται στη φύση σε δύο μορφές, με διάφορες προσμίξεις (του CaCO_3 , MgCO_3 , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 κ.λ.π).

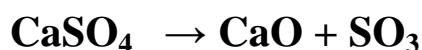
- 1) $\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: φυσική γύψος ή ένυδρο θεικό ασβέστιο
- 2) Ca SO_4 : ανυδρίτης ή φυσική άνυδρος γύψος

Από τη φυσική γύψο ,παρασκευάζονται με όπτηση σε διάφορες θερμοκρασίες όλα τα είδη γύψου ,ενώ από τον ανυδρίτη η κονία ανυδρίτου ,με λεπτή άλεση του αργού υλικού.

4.2 Είδη γύψου

Οι φάσεις (τα είδη) στο σύστημα $\text{Ca SO}_4 - \text{Ca SO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$, σχηματίζονται από την πύρωση σε διαφορετική θερμοκρασία. (σχήμα 1.21, πίνακας 1.7)

Σε θερμοκρασία 600 C αρχίζει η διάσπαση του Ca SO_4 κατά την αντίδραση :



Στον πίνακα 1.7 δίνονται οι θερμοκρασίες παρασκευής και οι φυσικές ιδιότητες των διαφόρων ειδών γύψου.

4.2.1 Πλαστική γύψος

Όταν η θερμοκρασία του ψησίματος βρίσκεται μεταξύ 110 C και 180 C περίπου, η φυσική γύψος χάνει τα $\frac{3}{4}$ 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 χρησιμοποιείται ευρύτατα σε διάφορες εφαρμογές.

4.2.2 Αδρανής γύψος

Όταν η θερμοκρασία του ψησίματος βρίσκεται μεταξύ 180°C και 500°C, η φυσική γύψος χάνει όλο το νερό που περιέχει. Συγχρόνως όμως παύει να έχει την ικανότητα της σκληρύνσεως ,όταν ξαναπροσλάβει νερό. Η αδρανής γύψος δεν χρησιμοποιείται ως κονία.

4.2.3 Τραχύς ή άνυδρος γύψος

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 ονομάζεται τραχύς ή άνυδρος γύψος και μπορεί να στερεοποιηθεί ,όταν αναμιχθεί με νερό. Ο ρυθμός σκληρύνσεως του γύψου αυτού είναι βραδύτερος, απ' ότι του πλαστικού γύψου.

Πίνακας 1.7 Φυσικές ιδιότητες διαφόρων ειδών γύψου

Είδος γύψου	Φυσική γύψος CaSO ₄ ·2H ₂ O	Πλαστική γύψος CaSO ₄ ·1/2H ₂ O	διαλυτός ανυδρίτης CaSO ₄ -III	αδιάλυτος ανυδρίτης CaSO ₄ -II	γύψος δαπέδων		
	α	β	α	β	αδιάλυτος αδιάλυτος		
Θερμοκρασία τεχνικής παραγωγής °C	105-135 (υγρό μέθοδος)	125-180 (ξηρό μέθοδος)	110-220	290-310	350	400	800
Ειδικό βάρος	2,315	2,757	2,587	2,484	2,93-2,98		
Θερμότητα ενυδάτωσης στους 25°C φυσικής γύψου	—	23,8	35,7	41,9	23,40		
Διαλυτότητα στο νερό σε 5°C	0,1810	0,825	1,006	1,15	0,377		
Διαλυτότητα στο νερό σε 50°C	0,2038	0,426	0,426	0,48	0,184		
Ειδική επιφάνεια κατά BET-N ₂	έως 5	έως 15	έως 20				
Ταχύτητα διάλυσης στο νερό	πολύ χαμηλή	υψηλή	υπερταχεία (λίαν υψηλή)	πολύ χαμηλή			

	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: φυσική γύψος (άργος ύλικό)
108-135 °C	$\alpha\text{-CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$: ημιέξορική ή πλαστική γύψος
125-180 °C	$\beta\text{-CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$	
110-220 °C	$\alpha\text{-CaSO}_4\text{-III}$: διαλυτός τεχνικός άνωόρίτης
290-310 °C	$\beta\text{-CaSO}_4\text{-III}$	
300-800 °C	$\text{CaSO}_4\text{-II}$: άνωόρίτης άόίόλυτος
800-1000 °C	$\text{CaSO}_4 + \text{CaO}$: άνωόρος γύψος ή τραχέτο γύψος
1180 °C	$\text{CaSO}_4\text{-I} + \text{CaO}$: άκατάλληλος άνωόρίτης γιά δομική γύψο

Σχ. 1.21: Φάσεις στο σύστημα $\text{CaSO}_4 - \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

4.3 Τεχνική παρασκευή γύψου

Υπάρχουν δύο διαφορετικοί μέθοδοι για την τεχνική παρασκευή γύψου, με μόνη διαφορά μεταξύ τους, τη θερμοκρασία παρασκευής.

4.3.1 Υγρή μέθοδος (συνήθεις θερμοκρασίες < 100°C)

- α) παρασκευή υπό πίεση, σε αυτόκλειστα (Auto clay).
- β) παρασκευή χωρίς πίεση, σε διαλύματα αλάτων ή οξέων.

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται στην παρασκευή γύψου του τύπου



η οποία χρησιμοποιείται στην κατασκευή τύπων (για κεραμικούς και μεταλλουργικούς σκοπούς), στην ιατρική κ.λ.π.

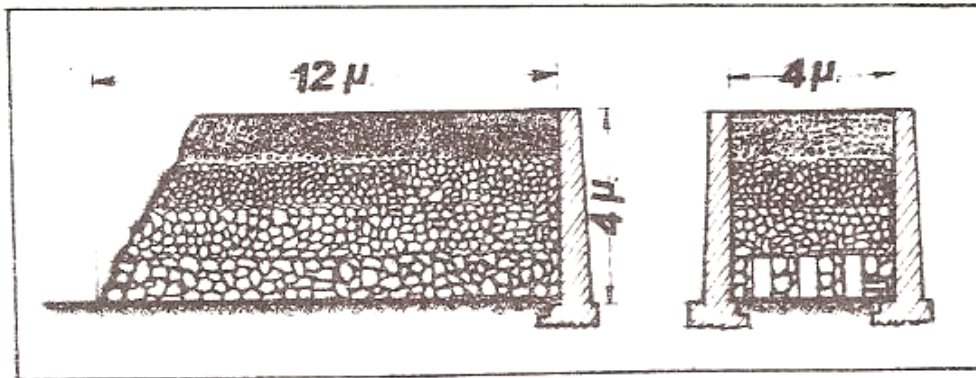
4.3.2 Ξηρή μέθοδος (συνήθεις θερμοκρασίες >125°C)

Με τη μέθοδο αυτή παρασκευάζονται όλα τα είδη γύψου, που χρησιμοποιούνται στα **δομικά έργα**. Κάθε είδος γύψου διαφέρει ως προς την ποσοστιαία σύνθεση των φάσεων, σε συνάρτηση από τη θερμοκρασία, καθώς και τον τρόπο παρασκευής τους. (πίνακας 1.8)

Πίνακας 1.8 Σύνθεση των κυριότερων ειδών γύψου (κατά Knauf).

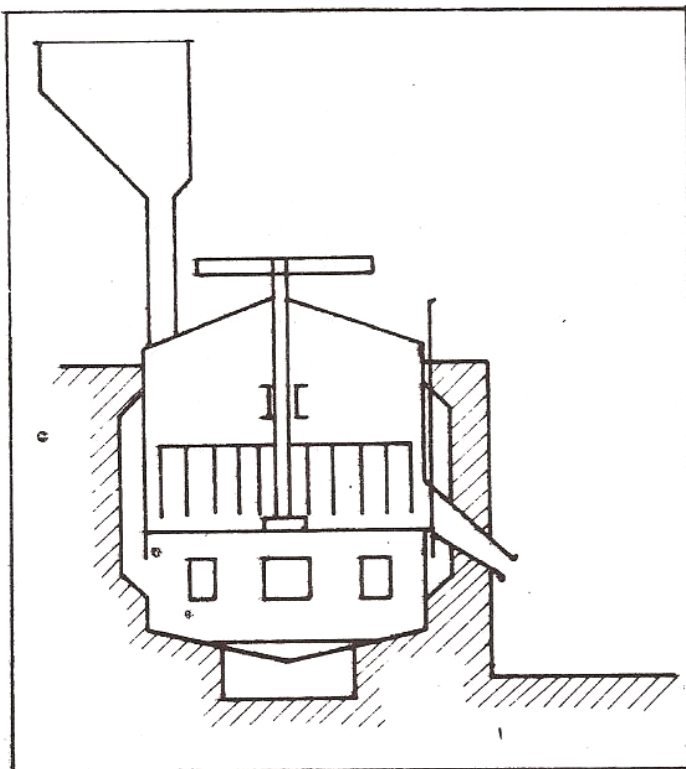
Τύπος γύψου	Τρόπος παρασκευής	Παράδειγμα θερμοκρασίας παρασκευής	CaSO ₄ ·2H ₂ O	CaSO ₄ ·1/2H ₂ O	CaSO ₄ -III	CaSO ₄ -II	Υπόλοιπο	
—	—	°C	%	%	%	%	%	
σκληρή γύψος κατάλληλη για τύπους κεραμικής κ.λ.π.	σε αυτόκλειστο	135	0,1	94	2	—	1,9	2
κατάλληλη για προσθήκη σε ασβεστοκονιάματα, για λεπτά επιχρίσματα, για γυψοσανίδες κ.λ.π.	Περιστρεφόμενος κύλινδρος μεγάλος βραστήρας	100-170	2	2	71	13	2	10
κατάλληλη για κονίαμα γύψου, κονίαμα γύψου-άμμου, κονίαμα γύψου-άμμου-ασβέστου, κονίαμα ασβέστου-γύψου-άμμου και για χρήση ως στόκου	σφοκκάμιμος εσχάρα σωροκάμιμος/βραστήρας	150-1000	3	32	15	15	35	15
κατάλληλη για δάπεδα	Φρεατοειδής υψικάμιμος	800-1000	—	—	—	—	90	10
κατάλληλη για δάπεδα ή γύψος δαπέδων τύπου Estrich-gips	Τραχεία γύψος CaSO ₄ -II+CaO ή γύψος δαπέδων τύπου Estrich-gips							

α) παρασκευή σε καμίνια ασβεστουργικού τύπου (σχήμα 1.22).



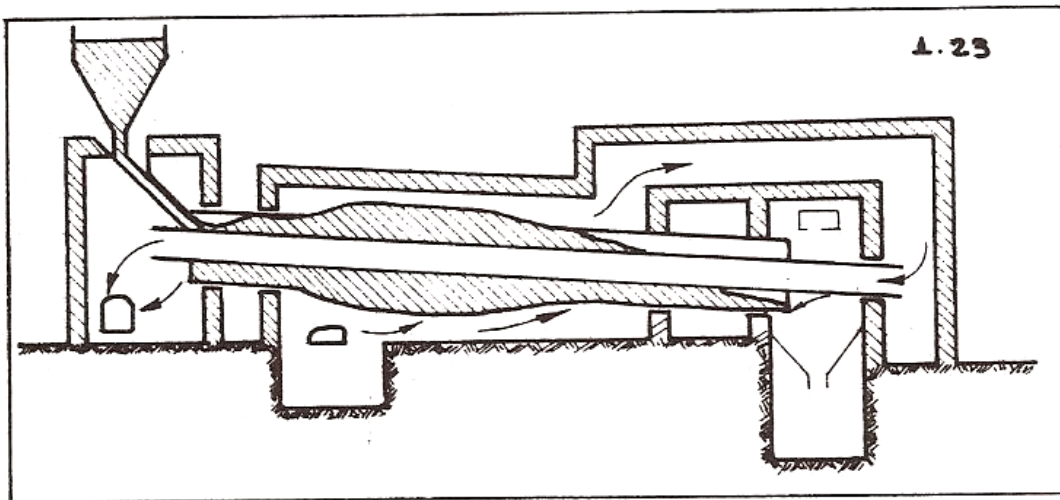
Σχ. 1.22: Σωροκάμινος παρασκευής γύψου (κατά Knauf).

β) παρασκευή σε βραστήρες (σχήμα 1.24).



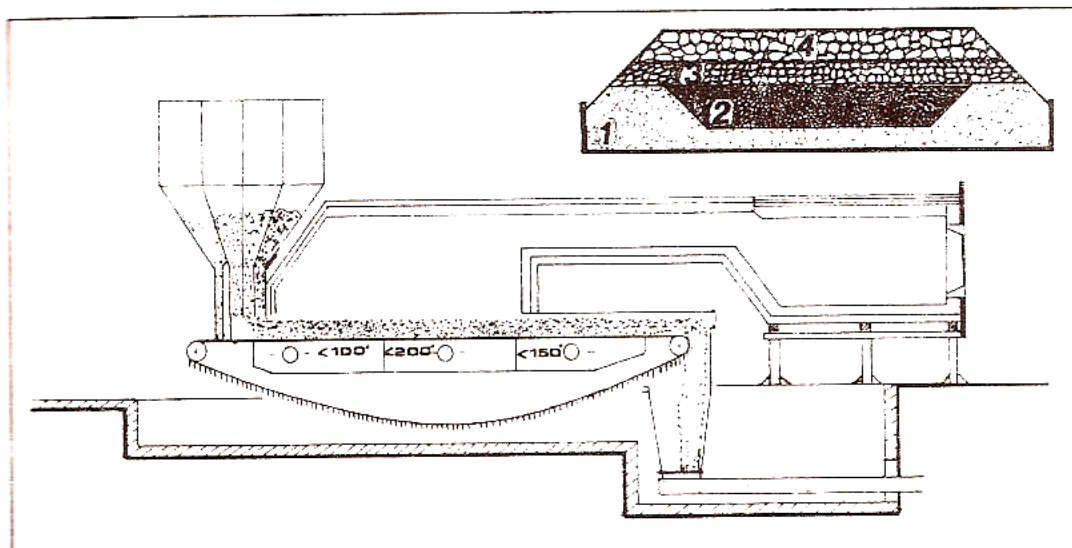
Σχ. 1.24: Βραστήρας παρασκευής γύψου.

γ) παρασκευή σε περιστρεφόμενους κυλίνδρους (σχήμα 1.23)



Σχ. 1.23: Περιστρεφόμενη κάμινος παρασκευής γύψου.

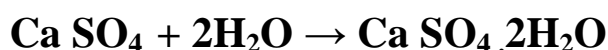
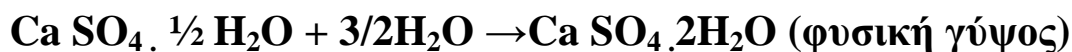
και ειδικές εσχάρες (σχήμα 1.25).



Σχ. 1.25: Ειδική εσχάρα παρασκευής γύψου (κατά Κнауφ).

4.4 Πήξη και σκλήρυνση της γύψου

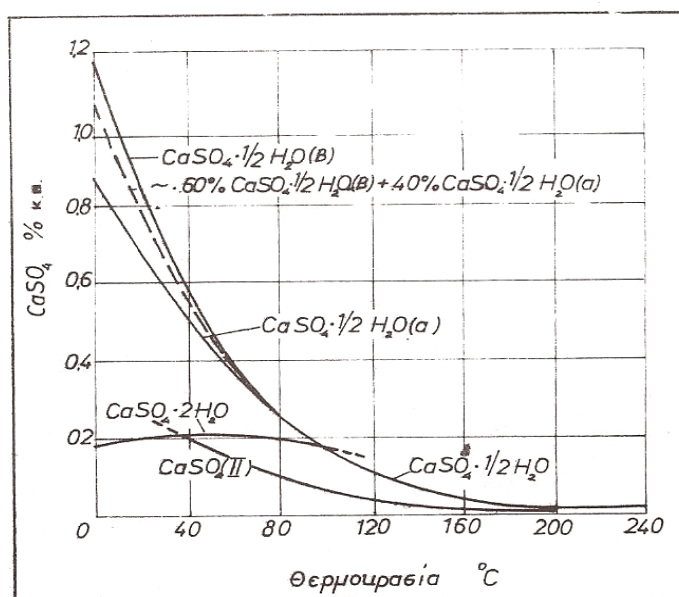
Η πήξη της γύψου επέρχεται όταν το προϊόν της πυρώσεως της φυσικής γύψου, υπό μορφή $\text{Ca SO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ ή Ca SO_4 , αναμιχθεί με νερό. Έτσι σχηματίζεται η χημική ένωση της φυσικής γύψου, η οποία είναι εξώθερμη αντίδραση, με έκλυση θερμότητας, κατά τις αντιδράσεις :



Κατά την παρασκευή του γυψοπολτού, προστίθεται η γύψος στο νερό για καλύτερη ενυδάτωση. Η ενυδάτωση της γύψου, περιλαμβάνει τα στάδια της πήξης και της σκλήρυνσης του πολτού.

Κατά την πήξη του πλαστικού γύψου, η θερμοκρασία του πολτού αυξάνεται αισθητά, ενώ συγχρόνως παρουσιάζεται διόγκωση της μάζας του (1%). Γι αυτό το λόγο λοιπόν κατά μήκος των τοίχων απαιτούνται **αρμοί διαστολής** στα δάπεδα. Όπου με διάφορα πρόσθετα, μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά η ογκοσταθερότητα (π.χ. διάλυμα νιτρικού Νατρίου NaNO_3). Αντιθέτως στον τραχύ γύψο, δεν παρουσιάζονται τα φαινόμενα της αυξήσεως της θερμοκρασίας και της διογκώσεως.

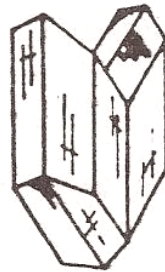
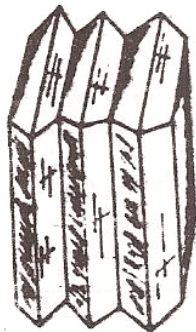
Η ημιϋδρική και η άνυδρος γύψος διαλύονται στο νερό (σχήμα 1.26) και σχηματίζουν κεκορεσμένο διάλυμα, από το οποίο κρυσταλλώνεται η φυσική γύψος ($\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) σε κρυστάλλους, ως επί το πλείστον βελονοειδούς μορφής (σχήμα 1.27, 1.28, 1.29).



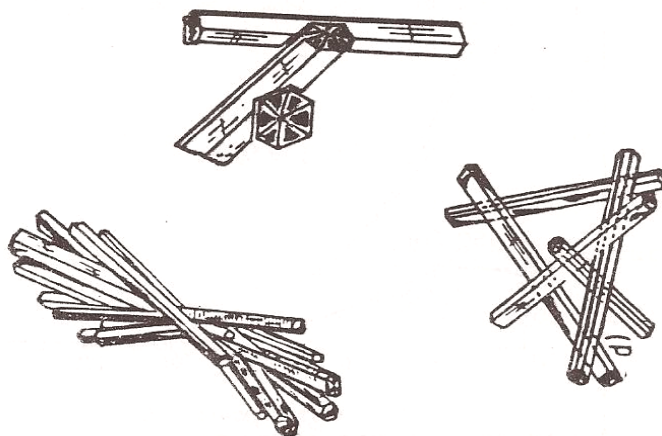
Σχ. 1.26: Διαλυτότητα διαφόρων ειδών γύψου στο νερό.



Σχ. 1.27: Ενυδάτωση κόκκου γύψου (κατά Ludwig).



Σχ. 1.26: Πλακοειδείς κρύσταλλοι γύψου (κατά Ludwig).



Σχ. 1.29: Βελονοειδείς κρύσταλλοι γύψου (κατά Ludwig).

Η αιτία της σκλήρυνσης της γύψου (στερεοποίηση με αύξηση της αντοχής), σύμφωνα με τη θεωρία της κρυστάλλωσης, είναι λόγω της σύμπλεξης και της πρόσφυσης των κρυστάλλων μεταξύ τους.

Στους 40°C περίπου ,εμφανίζεται η μεγαλύτερη ταχύτητα ενυδατώσεως. Η έντονη ανάδευση του πολτού, επιφέρει αύξηση της ταχύτητας ενυδατώσεως ,καθώς και διάφορα πρόσθετα , τα οποία βοηθούν στο σχηματισμό περισσότερων κρυσταλλικών σπερμάτων και κατά συνέπεια στην αύξηση του βαθμού κρυσταλλώσεως.

Η διάρκεια ,που τα διάφορα είδη γύψου είναι κατεργάσιμα μετά την ανάμειξή τους με το νερό, καθώς και η διάρκεια σκληρύνσεως ,δίνονται στον πίνακα 1.9.

Πίνακας 1.9 Χρόνος σκλήρυνσης και αντοχή γύψου

Είδος γύψου	δύναται να κατεργαστή μέσα σε	Χρόνος σκλήρυνσης	αντοχή σε θλίψη 28 ημερών kp/cm ²
Πλαστική γύψος τύπου Stuckgips	10 - 15 (min)	20 - 30 (min)	60 - 100
Γύψος επιχρισμάτων τύπου Putzgips	15 - 50 (min)	30 - 60 (min)	60 - 100
Γύψος δαπέδων τύπου Estrichgips	2 - 6 (h)	6 - 24 (h)	150 - 180
Τεχνητό μάρμαρο τύπου Marmorgips	25 - 40 (min)	6 - 12 (h)	250

Τα πρόσθετα που επιταχύνουν την πήξη και τη σκλήρυνση, είναι η λεπτοαλεσμένη φυσική γύψος και τα ανόργανα οξέα. Αντιθέτως τα οργανικά κολλοειδή (ζωική κόλλα), επιβραδύνουν την πήξη και χρησιμοποιούνται σαν επιβραδυντικά.

Η ταχύτητα ενυδατώσεως εξαρτάται επίσης και από το λόγο νερό/γύψος και τη λεπτότητα αλέσεως (πίνακας 1.10).

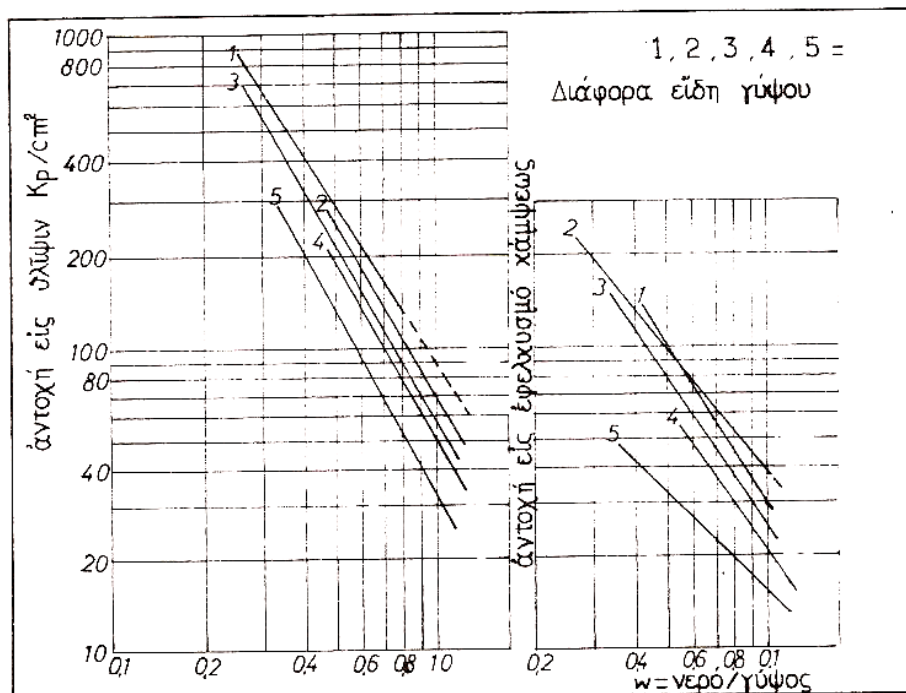
Πίνακας 1.10 Λεπτότητα τεχνητών γύψων (κατά DIN 1168)

	Πλαστική γύψος τύπου Stuckgips	Γύψος επιχρισμάτων τύπου Putzgips	Γύψος δαπέδων τύπου Estrichgips
υπόλειμμα στο κόσκινο 1,2 mm (% κ.β.)	≤ 0,5	≤ 4	—
υπόλειμμα στο κόσκινο 0,2 mm (% κ.β.)	≤ 12	≤ 35	≤ 50

4.5 Ιδιότητες και εφαρμογές

4.5.1 Μηχανική αντοχή

Η μηχανική αντοχή του πλαστικού γύψου σε θλίψη (β_D) και σε εφελκυσμό κάμψεως (β_B) είναι μικρή και εξαρτάται από το λόγο w =νερό/γύψος και από τα πρόσθετα (σχήμα 1.30).



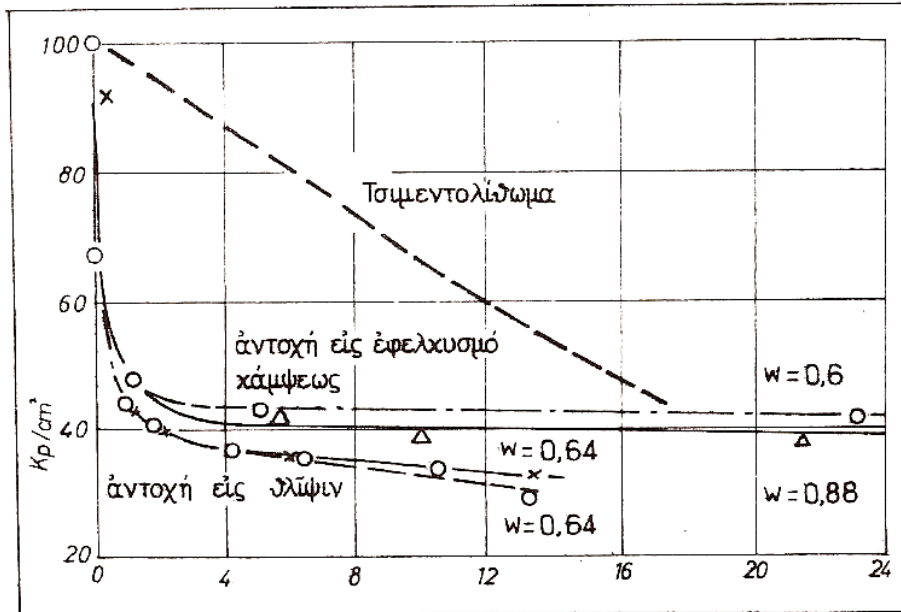
Σχ. 1.30: Αντοχή γύψου σε θλίψη και εφελκυσμό (κατά S. Nagai, M. Sekiya, S. Koizuru).

Μεταξύ β_D και β_B ισχύει η σχέση :

$$\beta_D = 2,2 \beta_B \quad , \text{όπου } \beta_D = 60-100 \text{ kp/cm}^2 \text{ και } \beta_B = 4-30 \text{ kp/cm}^2 .$$

Ο τραχύς γύψος έχει τετραπλάσια περίπου αντοχή.

Επιπλέον η υγρασία των πόρων, του σκληρυμένου γυψοπολτού, επιδρά σημαντικά στην αντοχή της γύψου. Η αντοχή μειώνεται κατά 60% περίπου για υγρασία μεταξύ 0 και 1% (κ.β.). Το φαινόμενο αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το νερό μειώνει τις τριβές μεταξύ των κρυστάλλων, σαν ένα λιπαντικό μέσο (σχήμα 1.31).



Σχ. 1.31: Επίδραση της υγρασίας στην αντοχή της γύψου (κατά S. Nagai, M. Sekiya, S. Koizuru).

4.5.2 Αντοχή στην υγρασία

Ο γύψος είναι διαλυτός στο νερό μετά την σκλήρυνσή του και μάλιστα σε μεγάλο βαθμό. Το γεγονός αυτό αποτελεί το βασικό του μειονέκτημα σε σχέση προς τις άλλες κονίες. Για το λόγο αυτό οι γύψινες κατασκευές πρέπει να προφυλάγονται από την υγρασία και τη βροχή. Σαν προφυλακτικά μέσα ,αναφέρονται η βαφή, ο επιφανειακός εμποτισμός και τα πρόσθετα μάζας. Εάν αφηθεί ένα κονίαμα γύψου στη βροχή ή στην επίδραση της υγρασίας του εδάφους, θα καταστραφεί. Γι αυτό δεν συνίσταται η χρησιμοποίησή του σε εξωτερικά στοιχεία.

4.5.3 Διάφορες φυσικές ιδιότητες της γύψου

A) Θερμική διαστολή

$$\alpha_t = 2 \cdot 10^{-5} \text{ (για θερμοκρασίες } 0-50^{\circ}\text{C)}$$

Η θερμική διαστολή είναι το φαινόμενο κατά το οποίο αυξάνονται οι διαστάσεις ενός σώματος, καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία του. Εδώ παρατηρούμε ότι είναι πολύ μικρή.

Β) Μόνωση θερμότητας και ήχου

Η γύψος είναι δομικό υλικό, με **μικρό** συντελεστή θερμοαγωγιμότητας (πίνακας 1.11). Θερμοαγωγιμότητα ονομάζεται η δυνατότητα διέλευσης της θερμότητας, διαμέσου του υλικού. Τα κονιάματα από γύψο έχουν τριπλάσια μονωτική ικανότητα, από τα άλλα κονιάματα. Αυτό συμβαίνει επειδή η μάζα του γύψου είναι πορώδης και μέσα στους πόρους υπάρχει αέρας. Κατά συνέπεια μέσα από τη μάζα του δεν διέρχονται εύκολα οι ήχοι και η θερμότητα.

Πίνακας 1.11 Συντελεστής θερμοαγωγιμότητας γύψου

Δομικό Υλικό	Φαινόμενο βάρος (g/cm ³)	λ (kcal/mhK)
Πορώδεις φυσικοί λίθοι	< 2,6	1,5
Σκυρόδεμα ≥ Βη 150	2,3	1,75
Τσιμεντοκονίαμα	2,1	0,8-1,0
Γύψος δαπέδων (Estrichgips)	2,0	0,7
κονίαμα ασβέστου-γύψου-ανυδρίτου	1,7-2,0	0,6-0,7
κονίαμα γύψου	1,2	0,37-0,5
κονίαμα γύψου χωρίς άμμο	1,0	0,3-0,36
Συμπαγείς πλάκες από γύψο	0,8	0,23
Γύψος με μόρια φελλού	0,685	0,23
Γύψος με 6,2 lt περλίτη/50 kg γύψου	0,75	0,11
Αφρόγυψος	0,48-0,128	0,124-0,043

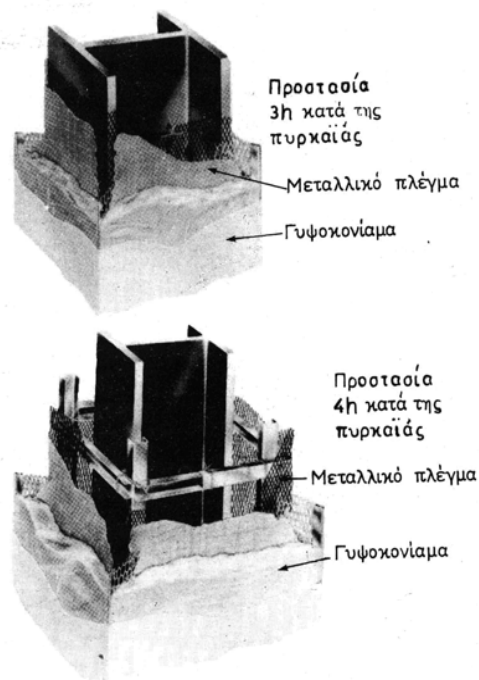
Γ) Αντοχή στη φωτιά

Η γύψος αντέχει περισσότερο από τα άλλα υλικά στις υψηλές θερμοκρασίες, γιατί:

- χωρίς καμία επιφανειακή προστασία, μέχρι τη θερμοκρασία των 45-50°C, θεωρείται ανθεκτική σε περιβάλλον αέρος, επειδή από τη θερμοκρασία αυτή αρχίζει η αφυδάτωση.

- απορροφά μεγάλες ποσότητες θερμότητας, χωρίς να αυξάνει η θερμοκρασία της αισθητά, και
- δεν διαστέλλεται με την αύξηση της θερμοκρασίας, όπως συμβαίνει με τα άλλα υλικά.

Για τους λόγους αυτούς, η γύψος θεωρείται πολύ καλό υλικό για την προστασία χώρων που κινδυνεύουν από πυρκαγιά. Τα επιχρίσματα από γύψο πάχους 1,5-2,0 cm, θεωρούνται ως ανασχετικά 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.

Δ) Αντοχή στην τριβή

Η επιφανειακή σκληρότητα της γύψου είναι **μικρή**, αφού χαράσσεται ακόμη και με το νύχι. Υπάρχουν όμως διάφορες μέθοδοι, με τις οποίες επιτυγχάνεται η αύξηση της σκληρότητας. Ο τραχύς γύψος έχει μεγαλύτερη σκληρότητα από τον πλαστικό.

4.6 Εφαρμογές

Η τεχνητή γύψος χρησιμοποιείται κυρίως :

Α) σαν δομικό υλικό παρασκευής γυψοκονιαμάτων, τα οποία χρησιμοποιούνται για την *εσωτερική επικάλυψη* ή *επίχριση* τοίχων και οροφών.

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.



Σχ. 5.3γ.
Ασβεστογυψοκονίαμα που εφαρμόζεται ως τελικό στρώμα σε οροφή.

Β) για την κατασκευή δομικών στοιχείων, όπως είναι οι *γυψοσανίδες*, που είναι φύλλα ή πλάκες πάχους από 6 mm έως 18 mm (Σχ.4.4.α). Οι γυψοσανίδες χρησιμοποιούνται στην κατασκευή εσωτερικών διαχωρισμάτων.

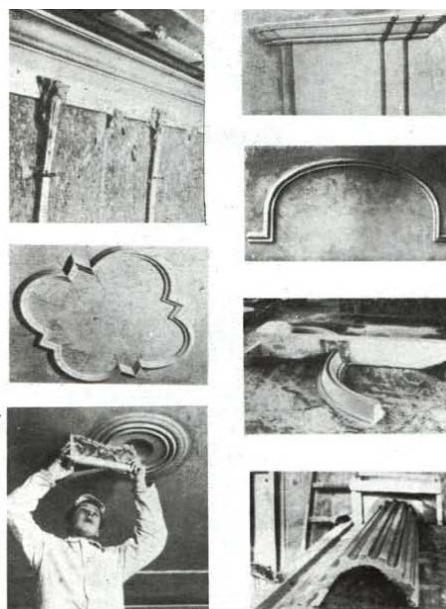
Γ) για την κατασκευή διαφόρων *εσωτερικών διακοσμητικών στοιχείων*, όπως είναι διαζώματα τοίχων με διάφορα πλάτη και σχήματα, λούκια ορόφων, ροζέτες κ.α. (Σχ.4.4β). Αυτό συμβαίνει, γιατί χρησιμοποιούμε την ιδιότητα που έχει ο πλαστικός γύψος να διογκώνεται κατά την πήξη του. Τα στοιχεία αυτά κατασκευάζονται με τη βοήθεια καλουπιών και ο γύψος, λόγω της διογκώσεώς του, εισχωρεί και στις μικρότερες λεπτομέρειες 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.

Παρόλα αυτά η χρήση κονιαμάτων γύψου στην Ελλάδα είναι πολύ περιορισμένη, ενώ στο εξωτερικό έχει ευρεία εφαρμογή, ιδιαίτερα στα δομικά προϊόντα γύψου.



Σχ. 4.4α.

Φύλλα από γύψο (γυψοσανίδες) που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή εσωτερικών διαχωρισμάτων.



Σχ. 4.4β.

Διάφορα διακοσμητικά στοιχεία από γύψο χρησιμοποιούμενα στη δομική.

Εκτός από τα ανωτέρω είδη γύψου ,χρησιμοποιούνται σε μικρότερη κλίμακα και τα ακόλουθα είδη :

α) Κονία Keene (Keene cement, keene Zement)

Χρησιμοποιείται συνήθως στην πλήρωση αρμών από πλάκες επενδύσεων, στη συγκόλληση μονωτήρων, σαν τεχνητό μάρμαρο και στην κατασκευή πολύ σκληρών επιχρισμάτων.

Η κονία Keene είναι άνυδρη γύψος διπλής οπτήσεως. Κατά την πρώτη όπτηση παράγεται ημιϋδρική γύψος ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$), στην οποία προστίθεται διάλυμα στυπτηρίας (σε περίπτωση που αντί στυπτηρίας προστίθεται διάλυμα βόρακα, η κονία ονομάζεται Pariangips) και μετά αφυδατώνεται πλήρως με ερυθροπύρωση (δεύτερη όπτηση).

β) Ανυδρίτης (Anhydritbinder)

Οι κονίες ανυδρίτη χρησιμοποιούνται συνήθως στην κατασκευή δαπέδων, παρουσιάζουν δε υψηλή σκληρότητα και αντοχή.

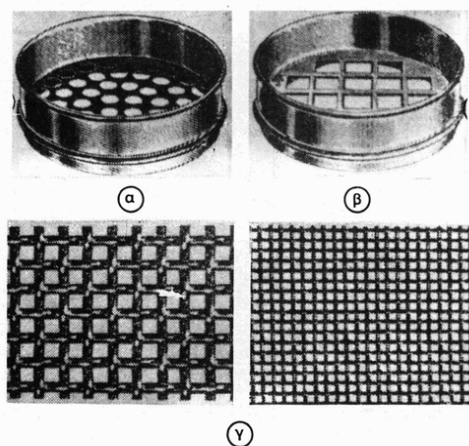
Ο ανυδρίτης λαμβάνεται διά λεπτής αλέσεως του φυσικού ανυδρίτη ($d < 5-6 \mu\text{m}$) με πρόσθετα ,τα οποία ενεργούν σαν χημικοί διεγέρτες (βοηθούν στην αύξηση της ταχύτητας διαλύσεως του ανυδρίτη). Σαν διεγέρτες χρησιμοποιούνται η άσβεστος ,το τσιμέντο Πόρτλαντ, τα θειικά άλατα κ.λ.π. Η σύνθεση και οι ιδιότητες ,δίνονται στον κανονισμό DIN 4208, η δε αντοχή του σε θλίψη φθάνει τα 400 kp/cm^2 .

4.7 Δοκιμές

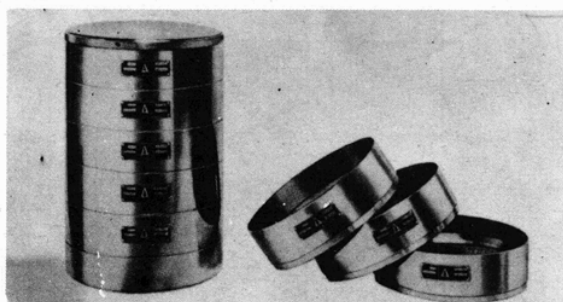
Οι κυριότερες δοκιμές της γύψου είναι οι ακόλουθες :

A) Δοκιμή λεπτότητας άλεσης

Με το κόσκινο (διαμέτρου οπών 2mm) κοσκινίζεται στο χέρι, μια ποσότητα πλαστικής γύψου. Λαμβάνονται 210 g γύψου και ξηραίνονται στους 40 °C , μέχρις ότου σταθεροποιηθεί η μάζα της. Αφού κρυώσει στο ξηραντήριο ,λαμβάνονται 100 g, τα οποία κοσκινίζονται με όλη τη σειρά των πρότυπων κοσκίνων(Σχ.3.4στ, Σχ.3.4ζ, Σχ.3.4η, Πίνακας 3.4.1). Τέλος προσδιορίζεται η ποσότητα που έχει διέλθει από όλα τα κόσκινα και εκφράζεται ως ποσοστό % της μάζας δοκιμής.



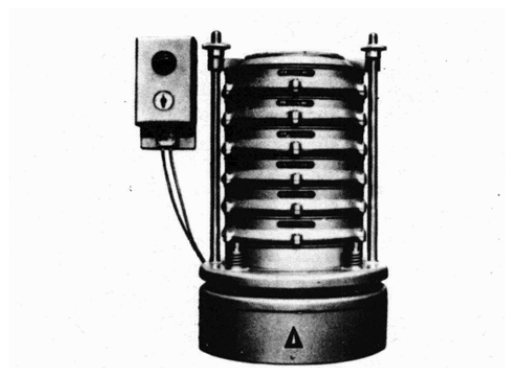
Σχ. 3.4σ.
Εργαστηριακά κόσκινα από έλασμα με κυκλική τρύπα (α), με τετραγωνική τρύπα (β) και από πλέγμα με τετραγωνικής μορφής τρύπα (γ).



Σχ. 3.4ζ.
Σειρές προτύπων κοσκίνων. Αριστερά τοποθετημένα το ένα επάνω στο άλλο, με κάλυμμα άνω και υποδοχέα κάτω.

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



Σχ. 3.4η.
Πρότυπα κόσκινα τοποθετημένα σε δονητική μηχανή, για την επίτευξη καλύτερου κοσκινίσματος.

B) Δοκιμή αρχικού και τελικού χρόνου στερεοποίησης

Παρασκευάζεται κανονικός γυψοπολτός και ελέγχεται με τη βοήθεια της συσκευής Vicat (Σχ.4.7i). Ο κανονικός γυψοπολτός παρασκευάζεται με την ανάμιξη πλαστικής γύψου και νερού συνολικού βάρους 200g και την προσθήκη 0,2 g ζωικής κόλλας, η οποία είναι επιβραδυντής πήξης. Για 2 min το μίγμα αυτό διαβρέχεται με νερό και ανακατεύεται για 1 min. Για να θεωρηθεί κανονικός ο γυψοπολτός, πρέπει το στέλεχος της συσκευής Vicat, το οποίο είναι από αλουμίνιο και έχει διάμετρο 19mm και βάρος 50 g, να εισχωρήσει 30 mm μέσα στη μάζα του.

Για τον έλεγχο του χρόνου της πήξης, πρέπει η βελόνη της συσκευής Vicat, η οποία έχει διάμετρο 1mm και ολικό βάρος 300g, όταν εισχωρήσει σε κανονικό γυψοπολτό να μην φτάσει μέχρι τον πυθμένα, γεγονός που σημαίνει τη λήξη της πήξης. Μετά την παρασκευή του γυψοπολτού, η έναρξη της πήξης γίνεται σε χρόνο 9 min και η λήξη της πήξης σε χρόνο 28min.

Γ) Δοκιμή αντοχής

- Αντοχή σε θλίψη, β_D

Παρασκευάζονται τρία δοκίμια 160*40*40 mm, σε 2 στρώσεις. Η κάθε στρώση έχει υποστεί μάλαξη, με αναλογία γυψοκονιάματος 1 μέρος γύψου και 2 μέρη πρότυπης άμμου και με την κανονική ποσότητα νερού. Τα δοκίμια παραμένουν για 24 h, σε υγρασία 90-100%. Ακολούθως, αφαιρούνται τα καλούπια και παραμένουν σε υγρασία 50% και θερμοκρασία 21-38%, όπου και ζυγίζονται κάθε 24h, μέχρις ότου σταθεροποιηθεί το βάρος τους. Μετά ξηραίνονται σε ξηραντήρα για 24 h, όπου και δεσμεύεται το υπόλοιπο νερό. Η αντοχή σε θλίψη μετά από 2 h πρέπει να είναι 3,5 MPa και μετά την ξήρανσή της μέχρι σταθερού βάρους 8,0 MPa.

- Αντοχή σε κάμψη, β_B

Παρασκευάζονται τρία δοκίμια με τη μορφή οκταρίων και συντηρούνται όπως και τα δοκίμια, για τον προσδιορισμό της αντοχής σε θλίψη. Η αντοχή σε κάμψη μετά από 2 h πρέπει να είναι 2,0 MPa και μετά την ξήρανσή της μέχρι σταθερού βάρους 3,0 MPa. Η αντοχή της πλαστικής γύψου στις μηχανικές καταπονήσεις, εξαρτάται από το λόγο του νερού προς τη γύψο και από τα πρόσθετα τα οποία χρησιμοποιούνται στην παρασκευή της.

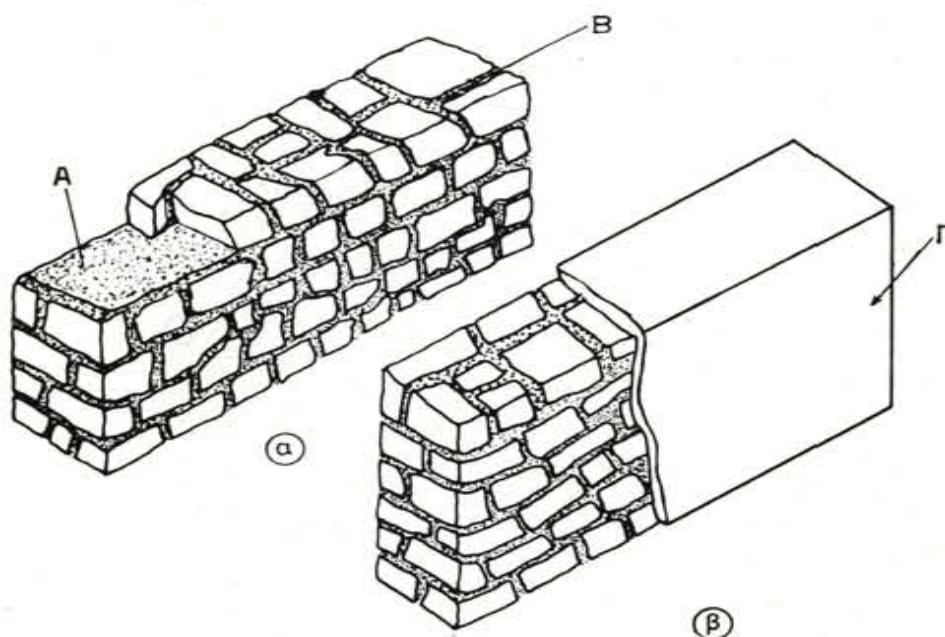
5. ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ

Κονίαμα καλείται κάθε μείγμα, μίας ή περισσότερων κονιών, με αδρανή (άμμο) διαμέτρου ≤ 4 mm και νερό. Τα υλικά αυτά αναμιγνύονται σε ορισμένες αναλογίες, που εξαρτώνται από το είδος της κονίας και από τον σκοπό για τον οποίο προορίζεται το κονίαμα.

Τα κονιάματα διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

A) κονιάματα φερόντων δομικών στοιχείων (π.χ. λιθοδομές, οπτοπλινθοδομές). Χρησιμοποιείται ως συνδετικό υλικό μεταξύ των λίθων (Σχ.5.1α. Β) και ως υλικό απισώσεως (καπέλωμα) οριζοντίων επιφανειών, για την καλή έδραση του υπερκειμένου στρώματος των λίθων (Σχ.5.1α. Α).

B) κονιάματα μη φερόντων δομικών στοιχείων (π.χ. κονιάματα επιχρισμάτων). Χρησιμοποιείται ως καλυπτικό υλικό, σε οριζόντιες και κατακόρυφες επιφάνειες (Σχ.5.1α. Γ).



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 κατακόρυφων επιφανειών παριστάνεται στο σχήμα (β) με το γράμμα Γ.

Κάθε κονίαμα χαρακτηρίζεται από ένα κλάσμα α/β ή $\alpha : \beta$, 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 έχουμε ασβεστοκονίαμα αναλογίας 2: 3 ,εννοούμε ότι το κονίαμα αυτό, αποτελείται από 2 μέρη όγκου ασβέστη και 3 μέρη όγκου άμμου.

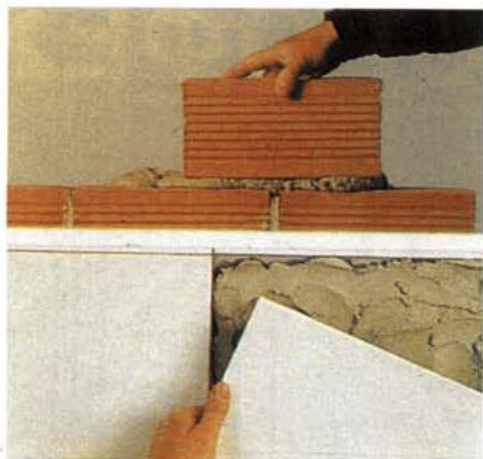
5.1 Κονιάματα φερόντων δομικών στοιχείων

Τα κονιάματα φερόντων δομικών στοιχείων χρησιμοποιούνται στο κτίσιμο τοίχων από φυσικούς ή τεχνητούς λίθους. Παρεμβάλλονται μεταξύ των οριζοντίων και κατακόρυφων αρμών και γεμίζουν έτσι τα κενά που υπάρχουν ανάμεσα στις πέτρες και στα τούβλα.

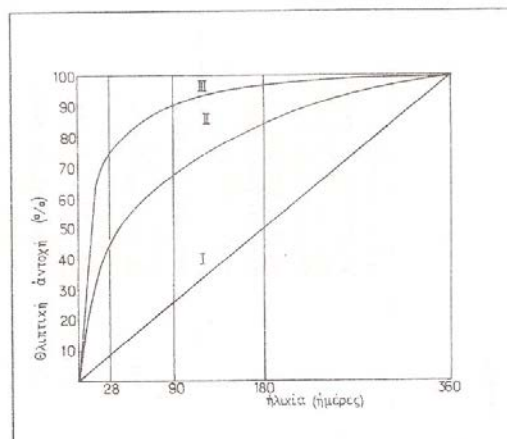
Βασική λειτουργία των κονιαμάτων αυτών είναι ότι συνδέει μεταξύ τους τα δομικά υλικά (τούβλα, πλάκες κλπ.) (Σχ.5.1.β και Σχ.5.1α. Β). Επίσης κατά το κτίσιμο των λίθων και των τούβλων, πρέπει να δημιουργούνται οριζόντιες επίπεδες επιφάνειες, με κονιάματα που βοηθούν έτσι στην τοποθέτηση των επάνω σειρών των λίθων και κατανέμουν καλύτερα τα υπερκείμενα φορτία (Σχ.5.1α. Α).

Με τη χρήση των κονιαμάτων αυτών επιτεύχθηκε σημαντική οικονομία στην κατασκευή των τοίχων, αφού έγινε δυνατή η χρησιμοποίηση αλάξευτων λίθων (αργών λίθων) ή ελαφρών τεχνητών λίθων (τούβλων, τσιμεντόλιθων κλπ.).

Κατά τους Γερμανικούς κανονισμούς, τα κονιάματα τα οποία χρησιμοποιούνται στη δομή φερόντων στοιχείων, χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες αντοχής (Πίνακας 2.1). Η αντοχή των κονιαμάτων των τριών κατηγοριών, δίνεται στο (Σχήμα 2.1).



Σχ. 5.16.
Κονίαμα συνδέσεως των τούβλων ή των πλακιδίων.



Σχ. 2.1: Εξέλιξη της θλιπτικής αντοχής των κονιαμάτων I-III.

Πίνακας 2.1 Κονιάματα φερόντων στοιχείων

Κατηγορία κονιάματος	Είδος κονιάς	Αναλογία μείξεως σε μέρη όγκου Υδράσβεστος: Τσιμέντο: άμμος	Μέση φαινόμενη πυκνότητα του σκληρυμένου κονι- άματος kg/lt	Μέση αντοχή σε θλίψη.	Απαιτούμενη αντο- χή σε θλίψη κατά DIN 1053
			kg/lt	kp/cm ²	kp/cm ²
I	Πολτός υδρασβέστου	1:0:3,5	1,70-1,85	4-6	
	Υδράσβεστος σε σκόνη.	1:0:3	1,75-1,90	5-8	
	Υδράσβεστος Δολομίτου.	1:0:3	1,80-1,95	5-20	
	Υδραυλική άσβεστος χαμηλής αντοχής	1:0:3	1,85-2,00	5-15	
II	Υδραυλική άσβεστος υψηλής αντοχής	1:0:3	1,90-2,05	10-20	
	Υδραυλική άσβεστος υψηλής αντοχής	1:0:3	1,90-2,10	25-40	
	Πολτός υδρασβέστου τσιμέντο	1,5:1:3	1,80-2,00	25-40	≥ 25
	Υδράσβεστος σε σκόνη τσιμέντο	2:1:8	1,95-2,10	35-80	
	Υδράσβεστος σε σκόνη τσιμέντο	1:1:6	2,00-2,15	50-100	
III	Τσιμέντο	0:1:4	2,00-2,15	100-150	
	Τσιμέντο υδράσβεστος	0,2:1:4	1,95-2,10	120-180	≥ 100

5.2 Κονιάματα μη φερόντων δομικών στοιχείων

5.2.1 Κονιάματα επιχρισμάτων

Επίχρισμα είναι το μίγμα ενός ή περισσοτέρων ανόργανων συνδετικών υλικών, αδρανών, νερού και όπου απαιτείται ανάλογα με την ιδιαιτερότητα του έργου και γίνεται και η χρήση ειδικών προσμίκτων ή και προσθέτων, που εφαρμόζεται σε τοίχους και οροφές σε μια ή περισσότερες στρώσεις (Σχ.5.1γ). Τα επιχρίσματα χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες τα **εξωτερικά** και τα **εσωτερικά**.

Τα επιχρίσματα αποκτούν τα τελικά χαρακτηριστικά τους, όταν ολοκληρωθεί η σκλήρυνσή τους μετά την εφαρμογή.

Τα χαρακτηριστικά εξαρτώνται από τον τύπο των συνδετικών υλικών που χρησιμοποιούνται, από τις αναλογίες τους και από το πάχος των στρώσεων. Ειδικές ιδιότητες στα επιχρίσματα μπορούν να προσδώσουν ο τύπος των αδρανών, τα πρόσμικτα ή τα πρόσθετα που χρησιμοποιούνται κατά περίπτωση. Η επιλογή του επιχρίσματος σε μια εφαρμογή, θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τα εξής:

1. τη φύση και τις συνθήκες του υποστρώματος
2. τη φύση και τις συνθήκες του περιβάλλοντος του επιχρίσματος
3. τις τυχόν ειδικές απαιτήσεις
4. την τελική εμφάνιση του επιχρίσματος
5. τον τύπο του επιχρίσματος

Τα επιχρίσματα ανάλογα με τον τρόπο εφαρμογής τους και την χρήση τους, διακρίνονται σε:

1) Εξωτερικά τριών στρώσεων

Είναι το μίγμα ενός ή περισσοτέρων ανόργανων συνδετικών υλικών, αδρανών, νερού και ανάλογα με τις απαιτήσεις του έργου ειδικών προσμίκτων ή και προσθέτων. Εφαρμόζεται σε εξωτερικούς τοίχους, σε τρεις στρώσεις:

1. στρώση πεταχτή με εκτοξευτήρα
2. βασική στρώση
3. τελική στρώση - φινίρισμα

2) Εξωτερικά μιας στρώσης

Είναι ένα επίχρισμα συνήθως έγχρωμο, το οποίο πληροί όλες τις απαιτήσεις ενός συστήματος πολλών στρώσεων, για εξωτερική χρήση.

3) Εξωτερικά έγχρωμα

Έγχρωμο εξωτερικό επίχρισμα, είναι ένα κονίαμα ειδικά χρωματισμένο. Είναι κονίαμα μιας στρώσης (έγχρωμης) ή τριών στρώσεων, όπου έγχρωμη είναι μόνο η τελική στρώση.

4) Ελαφροβαρή

Είναι ένα επίχρισμα με φαινόμενη πυκνότητα ξηρού σκληρωμένου κονιάματος, μικρότερη από 1300 Kg/m³. Μπορεί να είναι κονίαμα τριών στρώσεων ή μιας στρώσης, για εξωτερική ή εσωτερική χρήση. Γενικά τα ελαφροβαρή κονιάματα χρησιμοποιούνται σε εσωτερικές στρώσεις.

5) Εσωτερικά τριών στρώσεων

Είναι το μίγμα ενός ή περισσοτέρων ανόργανων συνδετικών υλικών, αδρανών, νερού και ανάλογα με τις απαιτήσεις του έργου ειδικών προσμίκτων ή και προσθέτων που εφαρμόζεται σε εσωτερικούς τοίχους, σε τρεις στρώσεις:

1. στρώση πεταχτή με εκτοξευτήρα
2. βασική στρώση
3. τελική στρώση ή φινίρισμα

6) Εσωτερικά μιας στρώσης γύψου

Τα εσωτερικά επιχρίσματα με βάση κονιάματα γύψου ,περιέχουν σαν συνδετική ύλη γύψο και είναι κατάλληλα για όλους τους εσωτερικούς χώρους ,που δεν υφίστανται συνεχή επίδραση της υγρασίας. Τα επιχρίσματα αυτά είναι κατάλληλα για την κατασκευή ιδιαίτερα λείων επιφανειών, διότι είναι δυνατόν να μην περιέχουν κανένα αδρανές πρόσμιγμα. Αν χρησιμοποιηθεί πολτός γύψου (κοινή γύψος ή γύψος επιχρισμάτων ,χωρίς την προσθήκη άμμου και νερό), η τελική επιφάνεια είναι λεία. Τα επιχρίσματα μιας στρώσης γύψου ,είναι δύο ειδών:

1. γυψοκονιάματα

2. ασβεστογυψοκονιάματα (Σχ.5.3γ)

7) Θερμομονωτικά

Θερμομονωτικό επίχρισμα ,είναι ένα σχεδιασμένο επίχρισμα ,με ειδικές μονωτικές ιδιότητες. Είναι κονίαμα μιας στρώσης, για εξωτερική ή εσωτερική χρήση. Επίσης τα θερμομονωτικά επιχρίσματα πρέπει να έχουν συντελεστή διαπερατότητας υδρατμών και να είναι όχι εύκολα αναφλέξιμα ή και μη αναφλέξιμα.

8) Ανακαίνισης

Επίχρισμα ανακαίνισης ,είναι ένα σχεδιασμένο επίχρισμα, που χρησιμοποιείται σε υγρούς τοίχους, που περιέχουν νερό με διαλυτά άλατα. Τα κονιάματα αυτά έχουν υψηλό πορώδες και διαπερατότητα ατμών και μειώνουν τη δράση των τριχοειδών.



Σχ. 5.1γ.

Κονίαμα τελικής στρώσεως επιχρίματος τοποθετούμενο με ξύλινο επίπεδο εργαλείο.

5.2.1.1 Πρώτες ύλες επιχρισμάτων

Τα ανόργανα συνδετικά υλικά, που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή επιχρισμάτων, είναι:

1. τσιμέντο
2. τσιμέντο τοιχοποιίας
3. αερική άσβεστος
4. μίγμα αερικής ασβέστου και τσιμέντου
5. υδραυλική άσβεστος
6. μίγμα υδραυλικής ασβέστου και τσιμέντου
7. μίγμα αερικής ασβέστου και γύψου

Το τσιμέντο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με όλες τις ασβέστους.

Η γύψος **δεν** θα πρέπει να χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με την υδραυλική άσβεστο, το τσιμέντο τοιχοποιίας, ή το τσιμέντο, γιατί υπάρχει η πιθανότητα ανεπιθύμητων αντιδράσεων (διόγκωση, καταστροφή του κονιάματος). Η γύψος μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με την αερική άσβεστο.

A) Ανόργανα αδρανή υλικά

Τα ανόργανα αδρανή υλικά μπορεί να είναι ασβεστολιθικά ή πυριτικά, θραυστά ή φυσικά (ποταμού, πλυμένα άμμος θαλάσσης) και το μίγμα τους να προσεγγίζει την σωστή κοκκομετρία (Πίνακας 2.2).

B) Χημικά πρόσμικτα

Τα πρόσμικτα έχουν χημικές ή και φυσικές επιπτώσεις στις ιδιότητες των επιχρισμάτων και προστίθενται σε σχετικά μικρές ποσότητες. Τα πρόσμικτα κατατάσσονται σε κατηγορίες αναλόγως της ιδιότητας που προσδίδουν, π.χ. αερακτικά, πρόσμικτα για ελάττωση νερού, πλαστικοποιητές, υδατοαπωθητικά, βελτιωτικά πρόσφυσης, επιβραδυντές και επιταχυντές.

Γ) Πρόσθετα

Τα πρόσθετα για τα κονιάματα πρέπει να είναι εγκεκριμένης καταλληλότητας. Χρησιμοποιούνται γενικά σε μεγαλύτερες ποσότητες, και αν αυτά τα υλικά είναι λεπτόκοκκα, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η αναλογία τους ως προς τη συνολική περιεκτικότητα των λεπτόκοκκων υλικών του μίγματος. Είδη προσθέτων κονιαμάτων είναι ίνες, πληρωτικά πρόσθετα, φυσική ποζολάνη, χρωστικά. κλπ.

Δ) Νερό

Το νερό που χρησιμοποιείται θα πρέπει να μην περιέχει επικίνδυνα συστατικά σε συγκεντρώσεις που θα έχουν επίδραση στις ιδιότητες του κονιάματος.

Για τα επιχρίσματα *τριών στρώσεων* εξωτερικά και εσωτερικά, η πεταχτή στρώση μπορεί να είναι ασβεστοτσιμεντοκονίαμα ή τσιμεντοκονίαμα, ενώ η βασική και η τελική μπορεί να είναι ασβεστοκονίαμα ή ασβεστοτσιμεντοκονίαμα.

Το max μέγεθος κόκκου της άμμου για την πεταχτή στρώση είναι έως 4 mm, για την βασική κυμαίνεται από 2 έως 4 mm και για την τελική κυμαίνεται από 0,5 έως 4 mm, ανάλογα με την επιθυμητή μορφή της επιφάνειας. Στον (Πίνακα 2.2), δίνονται οι γενικές αρχές για τη διάμετρο κόκκων των αδρανών.

Πίνακας 2.2. Διάμετρος άμμου κονιαμάτων μη φερόντων δομικών στοιχείων.

Χρήση κονιάματος	Είδος επιχρίσματος	Κοκκομετρική διαβάθμιση της άμμου
Εξωτερικά επιχρίσματα	1. στρώση (πεταχτό)	0/7
	2. στρώση (χονδρό)	0/5
	3. στρώση (λεπτό)	0/3 έως 0/7
Εσωτερικά Επιχρίσματα	1. στρώση (πεταχτό)	0/5 έως 0/7 (οροφές 0/5)
	2. στρώση (χονδρό)	0/3
	3. στρώση (λεπτό)	0/1 έως 0/2

Στα ελαφροβαρή για την επίτευξη της απαιτούμενης φαινόμενης πυκνότητας, είναι αναγκαία η χρήση ελαφροβαρούς αδρανούς (πχ. διογκούμενος περλίτης, διογκούμενο πολυστυρένιο κλπ.).

Τα γυψοκονιάματα μπορούν να παρασκευαστούν από κοινή γύψο και γύψο επιχρισμάτων.

Η προστιθέμενη ποσότητα άμμου στο κονίαμα εξαρτάται από την απόδοση της γύψου που θα χρησιμοποιηθεί.

Η γύψος πρέπει πάντα να προστίθεται στο νερό. Η ποσότητα της γύψου πρέπει να είναι λίγο μικρότερη, γιατί η προσθήκη άμμου απαιτεί περισσότερο νερό. Η απαιτούμενη ποσότητα νερού για την κοινή γύψο και την γύψο κονιαμάτων, εξαρτάται από τον λόγο βαρών νερού/γύψο και κυμαίνεται από 0,65 έως 0,80. Μια πολύ απορροφητική επιφάνεια εφαρμογής απαιτεί πιο υδαρές κονίαμα από μια κανονική ή από μια επιφάνεια με πολύ ασθενή απορροφητικότητα.

Για σκληρά επιχρίσματα απαιτείται αναλογία γύψου-άμμου 1:1 κα' όγκο. Ανάλογα με το δομικό στοιχείο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα κονιάματα του (Πίνακα 2.1) και στον (Πίνακα 2.3) δίνονται διάφορα κονιάματα γύψου.

Πίνακας 2.3 Αναλογίες σε μέρη όγκου των κονιαμάτων γύψου

	Πλαστική γύψος τύπου Stuckgips	Πλαστική γύψος τύπου Putzgips	Τραχεία γύψος ή γύψος δαπέδων τύπου Estrichgips	Ανυδρίτης	Άμμος (μέρη βάρους)	Υδράσβεστος (αποδόσεως 28 lt/10 kg)
Κονίαμα γύψου	1	—	—	—	0	—
Κονίαμα γύψου-άμμου	1	ή 1	—	—	1-3	—
Κονίαμα γύψου-ασβέστου	0,5 έως 1 ή 1 έως 2	—	—	—	3-4	1
Κονίαμα ασβέστου-γύψου	0,1 έως 0,2 ή 0,2 έως 0,5	—	—	—	3-4	1
Κονίαμα Ανυδρίτου	—	—	—	1	0-2,5	—
Κονίαμα ανυδρίτου-ασβέστου	—	—	—	3	12	1-1,5

5.2.1.2 Ιδιότητες νωπού επιχρίσματος

1. Χρόνος εργασιμότητας

Είναι το χρονικό διάστημα από την πλήρη ανάμιξη του νωπού κονιάματος, κατά το οποίο το επίχρισμα διατηρείται εργάσιμο προς εφαρμογή.

2. Συνεκτικότητα

Η συνεκτικότητα του νωπού κονιάματος δίνει ένα μέτρο της ρευστότητας του νωπού υλικού και έχει άμεση σχέση με το περιεχόμενο νερό.

3. Περιεχόμενος αέρας

Κατά την ανάμιξη του νωπού κονιάματος συμπαρασύρεται εντός της μάζας του αέρα, ο οποίος υπό μορφή φυσαλίδων δρα ως «λιπαντικό» κάνοντας το νωπό κονίαμα εργάσιμο (αφράτο). Το ποσοστό του αέρα και η δυνατότητα κατακράτησής του, στη μάζα του κονιάματος, ενισχύεται με κατάλληλα πρόσμικτα.

4. Κατακράτηση νερού

Η ταχύτητα απομάκρυνσης του νερού από το νωπό κονίαμα, είτε λόγω εξάτμισης είτε λόγω απορρόφησης, από τα δομικά στοιχεία στα οποία εφαρμόζεται, ρυθμίζεται με την κατάλληλη σύσταση του κονιάματος, ώστε να επιτευχθεί η σκλήρυνση συγχρόνως με σωστή αντίδραση των συνδετικών υλικών, προς βέλτιστη ανάπτυξη αντοχής.

5. Πυκνότητα νωπού κονιάματος

Η τιμή της πυκνότητας του νωπού κονιάματος βοηθά στον υπολογισμό της κατανάλωσης και αποτελεί ένα μέτρο εκτίμησης της σωστής αναλογίας νερού/κονίας, που εφαρμόστηκε.

5.2.1.3 Ιδιότητες σκληρυμένου επιχρίσματος

- Θλιπτική αντοχή
- Απορρόφηση νερού, που οφείλεται στη δράση τριχοειδών
- Θερμική αγωγιμότητα
- Διαπερατότητα υδρατμών
- Συμπεριφορά στη φωτιά. Η αναφλεξιμότητα είναι ένα ποιοτικό χαρακτηριστικό των θερμομονωτικών και ελαφροβαρών επιχρισμάτων.

➤ Αντοχή αποκόλλησης

Αντοχή αποκόλλησης είναι εκείνη που εμφανίζει το κονίαμα, όταν εφαρμοστεί για την αποκόλλησή του από το δομικό στοιχείο, δύναμη κάθετη προς την στρώση, μεταξύ του κονιάματος δόμησης και του δομικού στοιχείου. Εξαρτάται από το κονίαμα, το δομικό στοιχείο και από την ποιότητα εκτέλεσης εργασιών στο έργο.

➤ Ανθεκτικότητα

Η θερμοκρασία, η υγρασία καθώς και η παρουσία επικίνδυνων ουσιών, αποτελούν παράγοντες έκθεσης, οι οποίοι μπορεί να επηρεάσουν την λειτουργικότητα του κονιάματος, στην πάροδο του χρόνου. Για αυτούς τους παράγοντες καλό είναι να γίνεται αξιολόγηση. Σ' αυτήν πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη η τοπική ή εθνική εμπειρία και οι κανόνες σχεδιασμού.

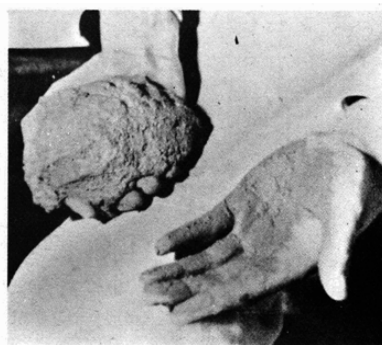
5.2.1.4 Παρασκευή - Εφαρμογή επιχρίσματος

Τα κονιάματα επιχρισμάτων μπορούν να παρασκευάζονται επί τόπου στην οικοδομή με βάση κοινές πρώτες ύλες ή να είναι βιομηχανικά προαναμεμιγμένα και να απαιτείται μόνο προσθήκη νερού.

Η ανάμιξη των υλικών που συνιστούν τα επιχρίσματα, μπορεί να γίνεται με το φτυάρι, την μπετονιέρα ή με αυτόματους αναμκτήρες συνεχούς ανάμιξης. Οι **αναμκτήρες συνεχούς ανάμιξης** εξασφαλίζουν σταθερή ανάμιξη του κονιάματος (Σχ.6.1). Για την μεταφορά και εκτόξευση του κονιάματος στον τοίχο, χρησιμοποιούνται **πρέσες** (Σχ.6.2).



Σχ.6.1. Αναμκτήρας συνεχούς ανάμιξης



Σχ. 5.1στ.
Πρόχειρος έλεγχος καταλληλότητας ενός κονιάματος με τα χέρια.



ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ	
Πεταχτό	10.000 - 15.000 m ²
Λάσπωμα	800 - 1.100 m ²
Μάρμαρο	1.000 - 1.300 m ²
Σαγρέ	1.000 - 3.000 m ²
Τσιμεντενέσεις	4 m ³ /h

Σχ.6.2. Εκτοξευτής B2

Για την ορθή εφαρμογή των επιχρισμάτων συνήθως χρησιμοποιούνται **οδηγοί** από κονίαμα ή από μεταλλικά πηγάκια που είτε μένουν μέσα στο επίχρισμα είτε αφαιρούνται στη συνέχεια. Όταν τα πηγάκια παραμένουν μέσα στο επίχρισμα θα πρέπει να είναι ανοξείδωτα ή γαλβανισμένα ώστε να αποφεύγεται η διάβρωσή τους από τα υλικά του κονιάματος. Όταν εφαρμόζεται σοβάς μιας στρώσης, δεν συνιστάται η χρήση οδηγών από κονίαμα, παρά μόνο μεταλλικά πηγάκια διότι μετά την εφαρμογή θα φαίνεται το ίχνοσ του οδηγού.

Η εφαρμογή ως **τελικής στρώσης** (όταν το επίχρισμα γίνεται σε τρεις στρώσεις) συνιστάται να γίνεται τουλάχιστον **7-10 ημέρες**, μετά την εφαρμογή της **βασικής στρώσης**.

Η εφαρμογή των επιχρισμάτων πρέπει να αποφεύγεται σε συνθήκες παγετού. Συνιστάται να αποφεύγεται η χρήση τους σε θερμοκρασίες κάτω των 5°C την ημέρα διότι κατά την περίοδο της νύκτας μπορεί να επικρατούν συνθήκες παγετού. Το ίδιο ισχύει και για θερμοκρασίες άνω των 30°C. Σε αυτές τις περιπτώσεις συνιστάται η **διαβροχή των τοίχων** πριν και μετά τη χρήση όσο το δυνατόν πιο συχνά και κατά τη διάρκεια των πρώτων τριών ημερών.

Μεγάλη προσοχή θα πρέπει να δίνεται στη διαμόρφωση της **τελικής επιφάνειας** του επιχρίσματος. Αυτό γίνεται με ειδικά εργαλεία (**τριβίδια**) που διαφέρουν ανάλογα με το επιθυμητό αποτέλεσμα. Η διαμόρφωση της επιφάνειας γίνεται συνήθως μετά την αρχή πήξης του κονιάματος και η επιφάνεια του επιχρίσματος θα πρέπει να βρέχεται.

Τα αναμίγματα των επιχρισμάτων πρέπει να είναι συμβατά με τα χαρακτηριστικά του υποστρώματος, και ειδικά με την αντοχή του. Το υπόστρωμα θα πρέπει να υποστηρίζει επαρκώς το επίχρισμα και να παρεμποδίζει τις μετακινήσεις του. **Οι τοιχοποιίες, καθώς και τα κονιάματα των αρμών, δεν θα πρέπει να είναι ασθενέστερα αλλά κατά προτίμηση ελαφρώς ισχυρότερα, από τα επιχρίσματα.**

Σε ασθενέστερα υποστρώματα, τα μίγματα των επιχρισμάτων θα πρέπει να περιορίζονται σε ασθενέστερα μίγματα.

Ειδικότερα στα **εξωτερικά** επιχρίσματα **τριών στρώσεων**, η **πεταχτή στρώση** επιβάλλεται για επιφάνειες εφαρμογής λείες ή μικρής απορροφητικότητας, και εφαρμόζεται με εκτοξευτήρα. Η στρώση αυτή κατασκευάζεται με όσο το δυνατόν χονδρότερη άμμο, ώστε να γίνει τραχεία η επιφάνεια, για να μπορεί να προσκολληθεί πάνω σ' αυτή η

επόμενη στρώση. Η στρώση αυτή είναι καλύτερα να μη σχηματίζει συνεχές στρώμα, αλλά να σκεπάζει τμήμα της επιφάνειας (**πιτσιλιές**).

Η **τελική στρώση** πρέπει να κατασκευαστεί, όταν η βασική έχει αποκτήσει τέτοια αντοχή, ώστε να μπορεί να φέρει την τελική. Σε καμία περίπτωση δεν επιτρέπεται η τελική στρώση να έχει μεγαλύτερη αντοχή από την βασική. Το συνολικό πάχος των δύο στρώσεων πρέπει να είναι 2 cm κατά μέσον όρο.

Τα **εσωτερικά** επιχρίσματα πρέπει να είναι επαρκώς απορροφητικά, ώστε να μπορούν να παραλαμβάνουν και να αποδίδουν τη φυσική υγρασία που υπάρχει σε κατοικημένους χώρους.

Η επιφάνεια εφαρμογής πρέπει να είναι καθαρή και χωρίς σκόνη. Οι πολύ απορροφητικές επιφάνειες εφαρμογής πρέπει να **καταβρέχονται καλά με νερό**, γιατί αλλιώς αφαιρείται το νερό από το νωπό κονίαμα.

Επίσης **δεν** επιτρέπεται ποτέ να επιχρισθεί **παγωμένη επιφάνεια** εφαρμογής. Όταν υπάρχει ή αναμένεται να σημειωθεί παγετός, δεν επιτρέπεται να γίνονται εργασίες εξωτερικών επιχρισμάτων, γιατί το κονίαμα **διαρρηγνύεται** από τον παγετό.

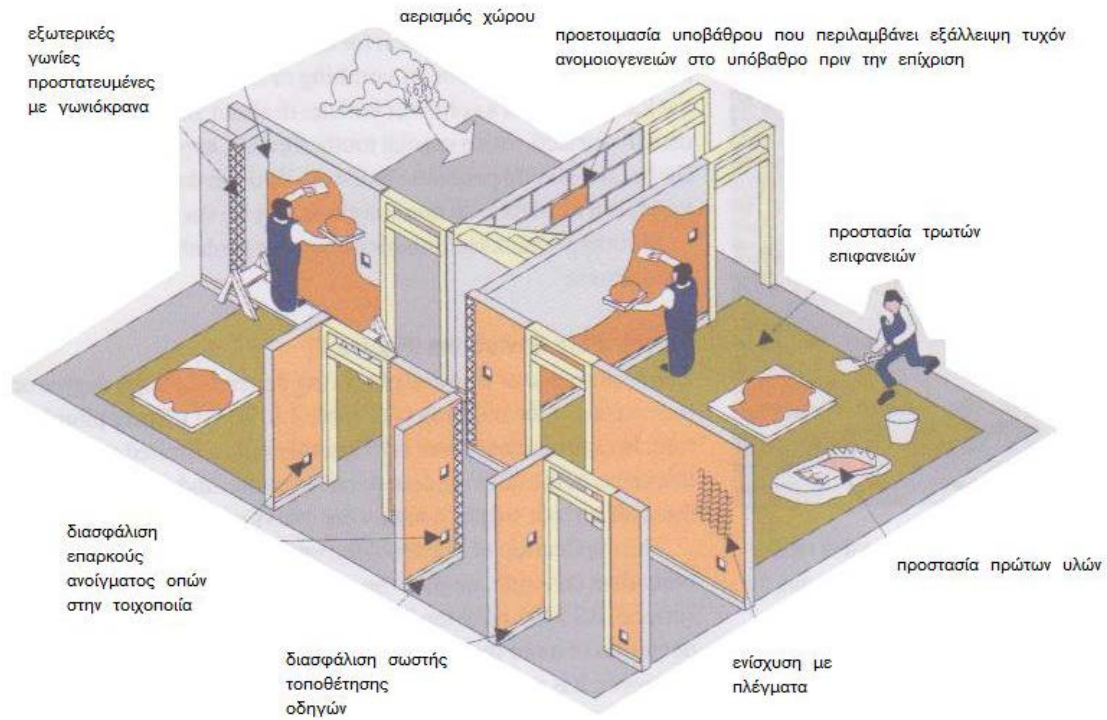
Επίσης το νωπό κονίαμα πρέπει να προστατεύεται από πολύ γρήγορη **ξήρανση**, γιατί θα **ρηγματωθεί** λόγω απώλειας της αναγκαίας για την σκλήρυνσή του ποσότητας νερού.

Δεν επιτρέπεται να επιχρίονται **εξωτερικές** επιφάνειες υπό συνθήκες δυνατής και κυρίως **βροχής** που πέφτει **πλαγίως**.

Για την επίτευξη **ειδικής διακοσμητικής** επιφάνειας, παίζει ρόλο η **κοκκομετρία** της **τελικής** στρώσης του επιχρίσματος, καθώς και η **τεχνοτροπία εφαρμογής** (απόπλυση, ξέση, λείανση, επεξεργασία με μυστρί, πεταχτό (σαγρέ), τριφτό, τραβηχτό, χωριάτικο κλπ).

Οι εξωτερικές επιφάνειες που δεν εκτίθενται άμεσα στις καιρικές συνθήκες, μπορούν να επιχρισθούν με γυψοκονιάματα.

Στο (Σχ.6.3) παρουσιάζεται η παραδοσιακή μέθοδος σοβατίσματος στο εσωτερικό μιας οικίας. Αυτό πραγματοποιείται αφού ολοκληρωθεί η εργασία της επίχρισης της οροφής και της τοποθέτησης απαραίτητων οδηγών στα κατακόρυφα στοιχεία.



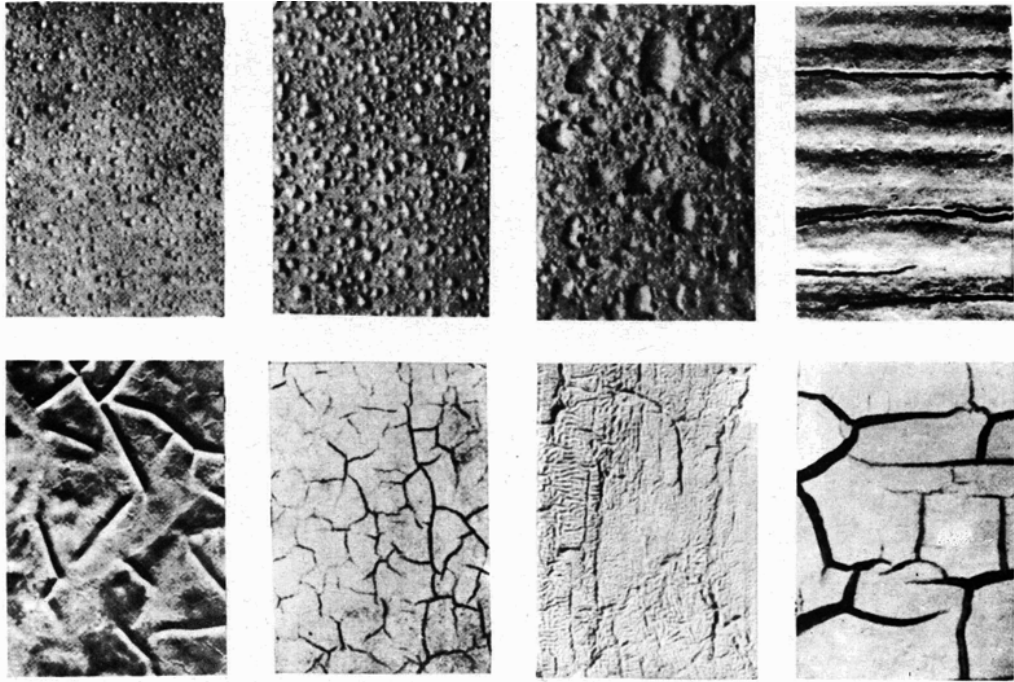
Σχ. 6.3. Παραδοσιακή μέθοδος σοβατίσματος στο εσωτερικό οικίας.

5.2.1.5 Προβλήματα - Μεθοδολογία αντιμετώπισης

Είναι αρκετά συχνό φαινόμενο να παρατηρηθούν προβλήματα σε όλους τους τύπους των επιχρισμάτων. Τα προβλήματα αυτά παρατηρούνται είτε κατά το διάστημα που ακολουθεί την εφαρμογή τους (1-3 μήνες), είτε πολύ αργότερα και είναι αποτέλεσμα της γήρανσης του υλικού, της καταπόνησης του ή της κακής προστασίας του.

Τα προβλήματα στα επιχρίσματα μετά την εφαρμογή τους, είναι συνήθως:

1. Ρωγμές ή ρηγματώσεις διαφόρων μεγεθών και σχημάτων
2. Ξεφλουδίσματα και αποκολλήσεις
3. Έλλειψη αντοχής ή αποσάθρωση



Σχ. 5.1ε.

Διάφορα ελαττώματα καλυπτικών κονιαμάτων που οφείλονται ή σε κακή σύνθεσή τους ή σε ακαταλληλότητα των πρώτων υλών ή σε κακή εργασία.

1. Ρωγμές

Οι ρωγμές που παρατηρούνται στα επιχρίσματα χαρακτηρίζονται από τις διαστάσεις τους (πάχος, βάθος, μήκος) καθώς επίσης και από το σημείο που εμφανίζονται, τον προσανατολισμό τους, τη γενική μορφή τους και την κατανομή τους στους τοίχους των κτιρίων (Σχ.5.1ε).

Τις περισσότερες φορές οι ρωγμές που παρατηρούνται στα επιχρίσματα οφείλονται σε **προβλήματα του υποστρώματος** ή προβλήματα **μικρομετακινήσεων** της οικοδομής.

Προβλήματα του υποστρώματος είναι η έλλειψη σταθερότητας, η ύπαρξη σωληνώσεων (ηλεκτρικά, υδραυλικά).

Επίσης κατά τη διάρκεια των εργασιών της οικοδομής υπάρχουν συχνά κραδασμοί όπως π.χ. κατά τη χρήση τρυπανιών, από το πέρασμα των καλωδίων, από την τοποθέτηση των κουφωμάτων κλπ. που μπορούν να οδηγήσουν σε ρηγματώσεις.

Επίσης συχνό φαινόμενο είναι οι ρηγματώσεις από κακό σφήνωμα των τοίχων στις ενώσεις σκυροδέματος-τούβλου, καθώς επίσης και επάνω από τις πόρτες. Σε αυτές τις περιπτώσεις η επισκευή είναι

προβληματική, αφού οι ρωγμές έχουν την τάση να ξανανοίγουν μετά από οποιαδήποτε εργασία αποκατάστασης. Γι' αυτό το λόγο συνιστάται η χρήση ελαστομερούς στόκου και ελαστικής μπογιάς.

Η πιο συνήθης μορφή ρηγματώσεων είναι η **τριχοειδής**. Αυτές πολλές φορές δεν φαίνονται με γυμνό μάτι, αλλά μπορούν να φτάσουν το 0,2-0,3mm πάχος. Συνήθως είναι πιο εμφανείς μετά από τη διαβροχή του τοίχου. Παρουσιάζονται μεμονωμένες σε συγκεκριμένα αδύνατα σημεία της κατασκευής (μονωτικά υλικά, περιοχές που περνάνε ηλεκτρολογικά καλώδια ή σωλήνες ύδρευσης, περιοχές αλλαγής του δομικού υποστρώματος, κ-κλπ.) ή σχηματίζουν ένα δίκτυο σαν ιστό αράχνης σε ολόκληρο τον τοίχο.

Αυτού του τύπου οι ρηγματώσεις οφείλονται συνήθως στη φυσική συρρίκνωση των συνδετικών υλικών (τσιμέντο, ασβέστης), κατά τη διάρκεια της σκλήρυνσής τους. Το φαινόμενο αυτό είναι εντονότερο όταν υπάρχουν έντονες θερμοκρασιακές μεταβολές ή ακραίες καιρικές συνθήκες συνήθως πολύ μεγάλη ζέστη που έχει ως αποτέλεσμα τη γρήγορη ξήρανση του υλικού. Γι' αυτό το λόγο πρέπει να λαμβάνονται ειδικά μέτρα για την αποφυγή τους (εφύγραση πριν και μετά την εφαρμογή, χρήση υαλοπλέγματος κλπ.).

Οι τριχοειδείς ρηγματώσεις **δεν** αποτελούν πρόβλημα στο σοβά, όταν αυτός δεν παρουσιάζει σημάδια αποσάθρωσης, αποκόλλησης ή έλλειψης αντοχών. Σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να θεωρηθεί ως σοβαρή αιτία καθαίρεσης ή ολικής επισκευής. Οι τριχοειδείς ρωγμές επισκευάζονται πολύ απλά με στοκάρισμα και βάψιμο ή με εφαρμογή λεπτόκοκκου ρητινούχου επισκευαστικού επιχρίσματος, αφού προηγουμένως γίνει διεύρυνση της ρωγμής.

Η εμφάνιση ρωγμών μεγαλύτερου εύρους είναι επίσης πολύ συχνό φαινόμενο. Οφείλονται συνήθως στο κρέμασμα του υλικού όταν εφαρμόζεται μεγάλο πάχος μία φορά, στην απότομη ξήρανση λόγω υψηλών θερμοκρασιών και αέρα, στο ελλιπές πάτημα κατά το φινίρισμα της τελικής στρώσης, στην υπερβολική περιεκτικότητα σε ασβέστη, τσιμέντο ή λεπτόκοκκου αδρανούς και πολλούς άλλους παράγοντες.

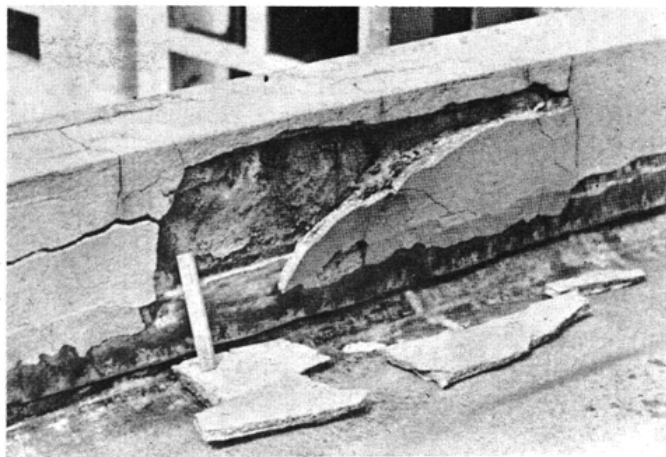
Γενικά η παρουσία ρωγμών στα επιχρίσματα δεν είναι σοβαρό πρόβλημα, όταν βέβαια δεν παρατηρούνται και άλλα προβλήματα όπως έλλειψη αντοχής, αποσάθρωση, αποκολλήσεις κ.λπ.

2. Ξεφλουδίσματα - Αποκολλήσεις

Ξεφλουδίσματα και αποκολλήσεις σε επιχρίσματα παρατηρούνται αρκετά συχνά και οφείλονται στους παρακάτω λόγους:

- Πρόβλημα στο υπόστρωμα (λάδια, πολύ λεία επιφάνεια, μονωτικά υλικά, κλπ.)
- Απότομη ξήρανση του κονιάματος, λόγω υψηλών θερμοκρασιών
- Κακή εφαρμογή
- Μεγάλα πάχη άνω των 3cm
- Μη ορθή εφαρμογή του υαλοπλέγματος
- Όχι σωστή σύνθεση του κονιάματος, υπερβολική χρήση τσιμέντου ή ελλιπής περιεκτικότητα σε ασβέστη

Όταν παρατηρούνται αποκολλήσεις στα επιχρίσματα, ο γενικός κανόνας επισκευής είναι η καθαίρεση μόνο των προβληματικών τμημάτων και η επισκευή τους, με επισκευαστικό ρητινούχο κονίαμα.



Σχ. 5.36.

Καταστροφή επιχρίσματος από ασβεστοκονίαμα, επειδή λείπει προστασία κατά της εισόδου νερού ανάμεσα στο κονίαμα και στον τοίχο.

3. Έλλειψη αντοχής ή αποσάθρωση

Η έλλειψη αντοχής και η αποσάθρωση των επιχρισμάτων, οφείλεται στις παρακάτω αιτίες:

- Πρόβλημα σύνθεσης, κακές αναλογίες (έλλειψη συνδετικών υλικών, τσιμέντου ασβέστη κλπ).
- Κακή ποιότητα των πρώτων υλών (ασβέστης, τσιμέντο, γύψος, αδρανή).
- Υπερβολική ξήρανση τις πρώτες ώρες εφαρμογής κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες (θερμοκρασίες άνω των 30°C).
- Παγετός.
- Κακή εφαρμογή και ειδικότερα χρήση κονιαμάτων, μετά την πάροδο του χρόνου πήξης τους.

Η έλλειψη αντοχής και η αποσάθρωση των επιχρισμάτων, είναι σοβαρό πρόβλημα, όταν αφορά μεγάλες επιφάνειες.

Η μόνη ασφαλής λύση για την επισκευή αυτών των προβλημάτων, είναι η καθαίρεση των προβληματικών τμημάτων και η εφαρμογή επισκευαστικού ή κοινού επιχρίσματος. Εναλλακτικά μπορούν να εφαρμοστούν σιλικονούχα διαλύματα εμποτισμού.

➤ Οι **λόγοι** της έλλειψης της αντοχής και της αποσάθρωσης, είναι οι παρακάτω:

- 1)** Η μη καλή αναλογία των δύο υλικών που αποτελούν το επίχρισμα, δηλαδή του ασβεστοπολτού και της μαρμαρόσκονης.
- 2)** Η μη καλή ανάμιξη των υλικών αυτών, που πιθανόν να οδηγήσει σε τοπικές αυξήσεις των συγκεντρώσεων των υλικών, με τελική συνέπεια ατέλειες στο επίχρισμα, όταν αυτό θα σκληρυνθεί.
- 3)** Η μη χρησιμοποίηση της σωστής ποσότητας και ποιότητας νερού.
- 4)** Η προσθήκη λευκού ή φαιού τσιμέντου στο μίγμα του κονιάματος, σε ποσοστά μεγαλύτερα του 2-3% ,καθόσον αυτό αποσυντονίζει, λόγω των αντιδράσεων ενυδατώσεως του, τις αντιδράσεις ενανθρακώσεως του κονιάματος.

5) Η ύπαρξη ακαθαρσιών, είτε οργανικής προέλευσης είτε ανόργανης προέλευσης, στο χώρο που γίνεται η ανάμιξη.

6) Η ύπαρξη προσμίξεων στην μαρμαρόσκονη. Ειδικά η ύπαρξη ιχνών στροντίου έχει αποδειχθεί ιδιαίτερα επιβλαβής για τη δημιουργία εξανθημάτων.

7) Η χρησιμοποίηση μαρμαρόσκονης που δεν έχει την σωστή κοκκομετρική διαβάθμιση. Η μαρμαρόσκονη δεν πρέπει να έχει αφενός μεν πολλούς χονδρούς κόκκους (>1.2mm), αφετέρου δε υψηλό ποσοστό παιπάλης. Ως αποδεκτό ποσοστό παιπάλης (κόκκοι μικρότεροι των 63mm) θεωρείται το 5%.

8) Η μη ικανοποιητική σβέση και φύραση του ασβέστη, η ύπαρξη δηλαδή στον ασβεστοπολτό μη ενυδατωμένου ασβέστη.

9) Η μη χρησιμοποίηση στην έξοδο της διάταξης παρασκευής του ασβεστοκονιάματος, του προβλεπόμενου για την περίπτωση κόσκινου των 1.5mm, ώστε να απομακρύνονται όλοι οι μεγαλύτεροι κόκκοι είτε αυτοί προέρχονται από την μαρμαρόσκονη.

10) Η δημιουργία και εφαρμογή του επίχρισματος, πριν αποκτήσει το κατώτερο στρώμα (λάσπωμα-χονδρός σοβάς) την αντοχή που του είναι απαραίτητη, για να κρατήσει το επίχρισμα. Άρα δεν πρέπει όσο είναι νωπό το πρώτο στρώμα να εφαρμόζεται το ασβεστοκονίαμα.

11) Η μη εφαρμογή του σωστού πάχους στο επίχρισμα όταν αυτό απλώνεται στον τοίχο. Το πάχος αυτό πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 5 και 8 mm.

12) Η δημιουργία και εφαρμογή επίχρισμάτων σε ακατάλληλες καιρικές συνθήκες και κυρίως σε συνθήκες παγετού. Τότε δημιουργούνται ρωγμές και θύλακες στο κονίαμα που δεν διακρίνονται δια γυμνού οφθαλμού παρά μόνο στο μικροσκόπιο. Εξωτερικό επίχρισμα που έχει καταστραφεί από παγετό, παρουσιάζει εικόνα ξεκολλημένων "φύλλων κρούστας".

13) Η έκθεση του επιχρίσματος σε συνθήκες ταχείας ξήρανσης. Στην περίπτωση αυτή το νωπό κονίαμα πρέπει να προστατεύεται, ώστε να μην ρηγματωθεί και να μην του αφαιρεθεί η υγρασία που του είναι αναγκαία για την σκλήρυνσή του.

14) Η έκθεση του εξωτερικού επιχρίσματος, κατά την στιγμή της παρασκευής του, σε συνθήκες δυνατής και κυρίως πλάγιας προσπίπτουσας βροχής. Η δυνατή βροχή προξενεί ζημιές στην επιφάνεια αλλά και στον ιστό.

15) Η πιθανότητα να υποστεί μικροδομήσεις η τοιχοποιία σε συνδυασμό με την ύπαρξη υγρασίας καθώς και της βίαιης αλλαγής της θερμοκρασίας.



Αντιμετώπιση προβλημάτων ενίσχυσης – εφαρμογή υαλοπλέγματος (fiber-glass)

Για την τοπική ενίσχυση των επιχρισμάτων χρησιμοποιούνται υαλοπλέγματα (fiber-glass) (Σχ.6.4).

Τα πλέγματα αυτά πρέπει να χρησιμοποιούνται στις ενώσεις διαφορετικών δομικών υλικών, στα μονωτικά και στις αδύνατες ζώνες που περνούν σωληνώσεις από ηλεκτρολογικά ή υδραυλικά.

Για τη σωστή τοποθέτηση αυτών των πλεγμάτων (Σχ.6.5) θα πρέπει αυτά να εφαρμοστούν αφού ο τοίχος έχει καλυφθεί τελείως με νωπό κονίαμα και να πατηθούν με το μυστρί, ώστε να ενσωματωθούν καλά μέσα στο υλικό. Τα πλέγματα αυτά πρέπει να βρίσκονται εντός του εξωτερικού 1/3 του πάχους του επιχρίσματος, δηλαδή κοντά στην επιφάνειά του και ουδέποτε κοντά στο υπόστρωμα. Σε καμία περίπτωση το πλέγμα δεν πρέπει να τοποθετείται πριν την εφαρμογή του επιχρίσματος, γιατί μπορεί να δημιουργηθούν σοβαρά προβλήματα αποκολλήσεων.



Σχ.6.4
Υαλοπλέγματα (fiber-glass)



Σχ.6.5
Τοποθέτηση υαλοπλέγματος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ (Τόμος Α΄) (Ξάνθη 1984), Κωνσταντίνου Κ. Σιδέρη, καθηγητή της πολυτεχνικής σχολής του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης.
- ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ (Αθήνα 1997), Αντωνίου Α. Λεγάκι , πολιτικού μηχανικού Ε.Μ.Π.
- ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ (Πάτρα 2005) (7^η έκδοση), Αθανάσιος Χ. Τριανταφύλλου, καθηγητής πανεπιστημίου Πατρών, τμήμα πολιτικών μηχανικών, εργαστήριο μηχανικής & τεχνολογίας υλικών.
- ΤΕΧΝΙΚΑ ΥΛΙΚΑ (Τόμος 1) (Αθήνα 2005) (Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο), Αιμ. Γ. Κορωναίος , καθηγητής Ε.Μ.Π.
Γ. Ι. Πουλάκος , αν. καθηγητής Ε.Μ.Π.
- Συνέντευξη Παναγιώτη Καλατζή [ασβεστοποιού], στην Αγιάσο Λέσβου, στις 03/08/2004
- Κουδουνέλης Χ. Κλ. «Ασβεστοποιία και ασβεστοποιόι της Αγιάσου», Αγιάσος, 1994, 84: 11-14
- Δημητρίου Ν., Λαογραφικά της Σάμου, Αθήνα, 1986: 325-335

