



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑΣ – ΠΕΤΡΟΛΟΓΙΑΣ - ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΓΙΩΓΟΥ Ν. ΛΑΜΠΡΙΝΗ
ΖΗΝΩΝΙΔΗΣ Γ. ΛΑΖΑΡΟΣ

ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΗΣ
ΧΑΛΑΖΙΑΚΗΣ ΑΜΜΟΥ



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΤΣΙΡΑΜΠΙΔΗΣ Ε. ΑΝΑΝΙΑΣ

Θεσσαλονίκη
2008



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑΣ – ΠΕΤΡΟΛΟΓΙΑΣ - ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΓΙΩΓΟΥ Ν. ΛΑΜΠΡΙΝΗ
ΖΗΝΩΝΙΑΗΣ Γ. ΛΑΖΑΡΟΣ

ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΗΣ
ΧΑΛΑΖΙΑΚΗΣ ΑΜΜΟΥ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΤΣΙΡΑΜΠΙΔΗΣ Ε. ΑΝΑΝΙΑΣ

Θεσσαλονίκη
2008



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ	7
1.1 ΜΗΤΡΙΚΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ.....	7
1.2 ΤΡΟΠΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗΣ ΑΜΜΟΥ	10
1.3 ΜΟΡΦΗ ΚΑΙ ΣΧΗΜΑ ΚΟΚΚΩΝ	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ	18
2.1 ΧΡΗΣΕΙΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗΣ ΑΜΜΟΥ	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ	30
3.1 ΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΑΜΜΩΡΥΧΕΙΑ	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ.....	33
4.1 ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΑΜΜΟΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ	33
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	34



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Από την θέση αυτή θα θεωρούσαμε μεγάλη παράλειψη να μην ευχαριστήσουμε τον κ. Τσιραμπίδη Ανανία, καθηγητή του τομέα Ορυκτολογίας – Πετρολογίας - Κοιτασματολογίας, για την εμπιστοσύνη που επέδειξε στα πρόσωπά μας από την αρχή της συνεργασίας μας, την υπομονή του, την αμέριστη υποστήριξη του και τέλος τις πολύτιμες και ουσιαστικές συμβουλές του.



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Με αυτή την εργασία επιχειρείται να δοθεί μια εικόνα για την προέλευση και τις χρήσεις της χαλαζιακής άμμου. Περιγράφονται έτσι οι διαδικασίες που συμμετέχουν στο σχηματισμό, τη μεταφορά και απόθεση της. Αναφέρονται οι διάφορες χαρακτηριστικές της ιδιότητες, που την κάνουν σημαντική ως πρώτη ύλη στη βιομηχανία.

Για τη συλλογή των απαραίτητων στοιχείων, πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική έρευνα σε περιοδικά, συγγράμματα, καθώς επίσης και στο διαδύκτιο.



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η φράση το « παρόν είναι το κλειδί για το παρελθόν » συνοψίζει τις ιδέες του James Hutton (1778) και της θεωρίας του ομοιομορφισμού. Η θεωρία του γεωλογικού κύκλου για τον ομοιόμορφο σχηματισμό της φύσης που εξέφρασε αρχικά, περίπου δύο αιώνες πριν, είναι θεμελιώδης στη γεωλογία.

Άνοδος των πύρινων βράχων = > διάβρωση = > μεταφορά = > απόθεση = > ενταφιασμός = > μεταμόρφωση = > διάβρωση = > απόθεση κ.λπ. Οι γενεσιουργοί δυναμικοί παράγοντες, που προκαλούν μεταβολές αυτές της μορφής της επιφάνειας της γης διακρίνονται σε εσωτερικούς και εξωτερικούς. Στη δημιουργία μιας μορφολογικής εικόνας λαμβάνονται υπόψη δύο κυρίως ανταγωνιστικοί παράγοντες, οι τεκτονικές και συσσωρεύσεις από την μία μεριά, και η διάβρωση από την άλλη.

Έτσι λοιπόν οι βράχοι, όπως τα βουνά, δεν διαρκούν για πάντα. Το κλίμα, το τρεχούμενο νερό και ο πάγος τα διαβρώνουν. Ένα από τα πιο εντυπωσιακά κατορθώματα της φύσης είναι η διάβρωση και η δημιουργία άμμων. Το πιο κοινό συστατικό της άμμου είναι ο σκληρός και αδρανής χαλαζίας. Η χαλαζιακή άμμος συναντιέται παντού στη γήινη επιφάνεια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

1.1 ΜΗΤΡΙΚΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ

Ο χαλαζίας είναι το αφθονότερο και πιο διαδομένο ορυκτό μετά τον άσριο στην γήινη επιφάνεια.

Εμφανίζεται σχεδόν σε όλα τα όξινα και ενδιάμεσα πυριγενή πετρώματα όπως γρανίτες, γρανοδιორίτες, ανδεσίτες και ρυόλιθους, στα μεταμορφωμένα όπως οι σχιστόλιθοι και οι γνεύσιοι και στα διάφορα ιζηματογενή όπως οι ψαμμίτες, ιλυόλιθοι, κερατόλιθοι κ.ά.

Η χαλαζιακή άμμος θεωρείται προϊόν αποσάθρωσης και επεξεργασίας όλων των κατηγοριών αυτών των πετρωμάτων κυρίως από το νερό και τον άνεμο.

Ο χαλαζίας βρίσκεται σε πολλές χώρες και πολλά γεωλογικά περιβάλλοντα. Μπορεί να σχηματιστεί από άμεση στερεοποίηση του μάγματος κατά το ορθομαγματικό στάδιο, όπως και κατά την πηγματιτική, πνευματολιτική και υδροθερμική φάση. Σχηματίζεται και κατά τη μεταμόρφωση εκρηξιγενών και ιζηματογενών πετρωμάτων, συνεπώς απαντάται και στα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα. Σχηματίζεται επίσης δευτερογενώς κατά την αποσάθρωση πυριτιούχων πετρωμάτων, π.χ. κατά την καολινίωση και σερπεντινίωση. Στη συνέχεια σχηματίζεται και ιζηματογενώς.

Περιοχές που αποτελούν πλούσια πηγή του χαλαζία και της χαλαζιακής άμμου είναι οι ηφαιστειακές περιοχές όξινης ηφαιστειότητας, παγετώδεις περιοχές με την έντονη μηχανική διάβρωση, περιπαγετώδεις περιοχές, έρημοι, ριπιδοειδείς αποθέσεις άμμων από ρεύματα χειμάρρων και γενικά συστήματα απορροής. Σε χαλαζιακές φλέβες είναι καθαρότατος γαλακτώδης χαλαζίας με 99,9% SiO₂.

Ο χαλαζίας συναντάται σε πηγματίτες και υδροθερμικές φλέβες, καθώς και σε προσχωσιγενείς αποθέσεις. Συνοδεύει πολλές φορές τα κοιτάσματα μικτών θειούχων, οπότε είναι δυνατό να έχουν μεγαλύτερη οικονομική αξία.

Χαλαζιακές άμμοι αποθέτονται σε κοίτες ποταμών και δέλτα σε πλημμυρικές πεδιάδες και σε λιμνοθάλασσες

Η χαλαζιακή άμμος είναι χαλαρό υλικό δημιουργημένο από κόκκους πετρωμάτων πλούσιων σε χαλαζία.

Ο βαθμός εμπλουτισμού μιας άμμου σε χαλαζία και η καλή ταξινόμηση αυτής εξαρτάται από τη διάρκεια και την ένταση των παραγόντων αποσάθρωσης και μεταφοράς των θραυσμάτων ή κόκκων, καθώς και από την παρουσία πλούσιων σε χαλαζία μητρικών πετρωμάτων.



Φωτ. 1. Κόκκοι χαλαζιακής άμμου σε μεγέθυνση.

Το μέγεθος των κόκκων της άμμου κυμαίνεται από 1/16 mm έως 2 mm. (Φωτ. 1)

Σε συσχέτιση με το μέγεθος των κόκκων τους, οι άμμοι μαζί με αδρομερέστερα και λεπτομερέστερα χαλαρά ιζήματα κατατάσσονται σε διάφορες κατηγορίες (Πίν. 1)

Ο Friedman (1961) διαχωρίζει τις άμμους θινών, ποταμών, λιμνών και θαλασσών με βάση τα παρακάτω κριτήρια:

- α. Ο μέσος όρος του μεγέθους των κόκκων είναι μικρότερος στις άμμους των θινών.
- β. Οι άμμοι των θινών είναι περισσότερο ομοιομεγέθεις.
- γ. Οι άμμοι των ποταμών παρουσιάζουν περισσότερους πληθυσμούς κόκκων.
- δ. Το μέγεθος των κόκκων των άμμων των θινών είναι συνήθως $<0,35$ mm, ενώ των άμμων των θαλασσών ή λιμνών είναι κατά 40% μεγαλύτερο από αυτή την τιμή.

Πίνακας 1. Κατηγορίες άμμου ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων της. (Τσιραμπίδης 2008).

Κατηγορία	Μέγεθος κόκκων (mm)
Κροκάλες + Λατύπες	> 2
Πολύ αδρόκοκκη άμμος	2 - 1
Αδρόκοκκη άμμος	1 - 0,5
Μεσόκοκκη άμμος	0,5 - 0,25
Λεπτόκοκκη άμμος	0,25 - 0,125
Πολύ λεπτόκοκκη άμμος	0,125 - 0,063
Ιλύς + Άργιλος	$<0,063$

Η άμμος χαλαζία υπάρχει οπουδήποτε και παντού στην επιφάνεια της γης! Αυτή η άφθονη παρουσία γίνεται εξαιρετικά μεγάλη στις πολύ ξηρές περιοχές όπως είναι οι έρημοι. (Φωτ. 2)



Φωτ. 2. Αποθέσεις άμμου σε έρημο.

Το γεγονός ότι η χαλαζιακή άμμος είναι η πιο κοινή στην επιφάνεια της γης οφείλεται στις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά του χαλαζία. Κατά την αποσάθρωση των γρανιτικών κυρίως πετρωμάτων ο άστριος, η κεροστίλβη, ο βιοτίτης κ.λπ. αποσαθρώνονται ευκολότερα από χημικές διεργασίες ή αποσυνθέτονται, θρυμματίζονται και μειώνονται σε αψηλάφητο μέγεθος από μηχανικές διεργασίες. Αντίθετα, ο χαλαζίας είναι σκληρό ορυκτό (Mohs 7), αδρανές, χωρίς σχισμό με αποτέλεσμα να αντέχει στη διάβρωση και αποσύνθεση του πετρώματος και να μεταφέρεται χωρίς εξαλλοίωση.

Στον πίνακα 2 παρουσιάζονται χαρακτηριστικές ιδιότητες του χαλαζία.

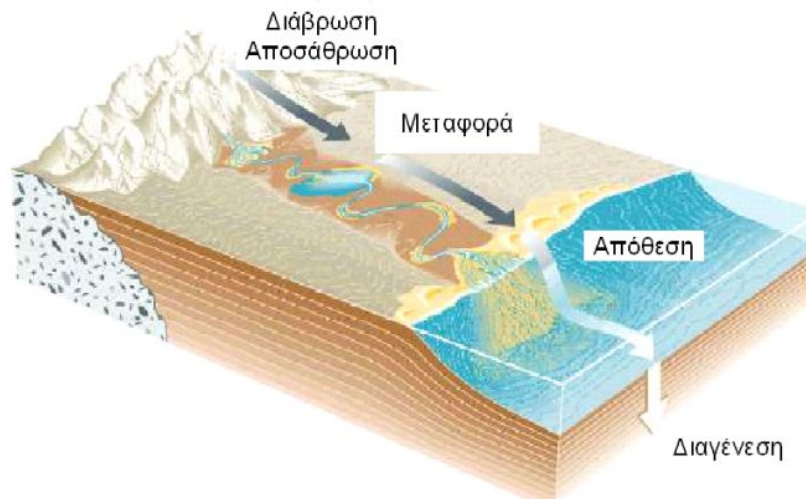
Πίνακας 2. Χαρακτηριστικές ιδιότητες του χαλαζία	
Λάμψη	Υαλώδης σε μακροκρυσταλλικές ποικιλίες, συνήθως στεατώδης ή αλαμπής σε κρυπτοκρυσταλλικές ποικιλίες
Χρώμα	Συνήθως άχρωμο ή λευκό. Συχνά όμως περιέχει πολύ μικρά εγκλείσματα που τον χρωματίζουν με διάφορα χρώματα, όπως γαλακτώδες, ιώδες, καστανό, κόκκινο, κίτρινο, πράσινο, μαύρο κ.λπ.
Γραμμή σκόνης	Λευκή
Σκληρότητα (κατά Mohs)	7
Ειδικό βάρος	2,65, χαμηλότερο σε κρυπτοκρυσταλλικές ποικιλίες (~2,6)
Θραυσμός	Κογχώδης
Σχισμός	Κανένα
Διαφάνεια	Διαφανής έως ημιδιαφανής
Σημείο τήξης	1650 (±75) °C

Αλλοιώσεις	Αναλλοίωτος, καθαρός. Μαγματική διάβρωση (ηφαιστειακά)
Παρατηρήσεις	Μορφή πρισματική, ρομβοεδρική που μοιάζει με πυραμιδική. Οι πρισματικές έδρες συνήθως με οριζόντιες ραβδώσεις. Βρίσκεται σε κρυστάλλους και σε συμπαγείς μάζες. Επίσης συναντάται σε γεώδη. Διδυμία κατά τον νόμο του <i>Dauphine</i> με άξονα διδυμίας τον <i>c</i> και κατά το νόμο της <i>Βραζιλίας</i> με επίπεδο διδυμίας το (11-20). Πιο σπάνια κατά τον <i>Ιαπωνικό</i> νόμο με επίπεδο διδυμίας το (11-22). Οι διδυμίες του χαλαζία δύσκολα εκφράζονται στην εξωτερική μορφή του κρυστάλλου

1.2 ΤΡΟΠΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗΣ ΑΜΜΟΥ

Ένα από τα πιο εντυπωσιακά κατορθώματα της φύσης είναι η αποσάθρωση των μητρικών πετρωμάτων και η δημιουργία της χαλαζιακής άμμου.

Μέχρι τον τελικό σχηματισμό της μεσολαβούν διάφορα στάδια:
Η αποσάθρωση των μητρικών πετρωμάτων, η μεταφορά της και η απόθεση της στα διάφορα γεωλογικά περιβάλλοντα. (Σχ. 1).



Σχ. 1. Απεικόνιση σχηματισμού χαλαζιακής άμμου

Η άμμος διαμορφώνεται διαρκώς μέσω των διεργασιών αποσάθρωσης που προκαλούν στα μητρικά πετρώματα με την επίδραση διάφορων παραγόντων.

Έτσι τα βουνά και οι βράχοι δεν διαρκούν για πάντα. Το νερό, ο πάγος, οι θερμοκρασιακές μεταβολές, ο άνεμος προκαλούν την αποσάθρωση τους.

Η αποσάθρωση, δηλαδή η καταστροφή ενός πετρώματος εξαιτίας συγκεκριμένων φυσικοχημικών διεργασιών, μπορεί να είναι φυσική ή μηχανική, χημική και οργανική.

Οι θερμοκρασιακές μεταβολές και η δράση του νερού και του ανέμου καταστρέφουν τον ιστό του πετρώματος και προκαλούν το θρυμματισμό του.

Πιο συγκεκριμένα, όπου υπάρχει μεγάλη διακύμανση της θερμοκρασίας μεταξύ ημέρας και νύχτας παρατηρείται διαδοχική μεταβολή του όγκου των δομικών μονάδων του πετρώματος που προκαλεί στην αρχή χαλάρωση της συνοχής του και στη συνέχεια τον κατακερματισμό του. Το νερό, εξάλλου, σε υγρή ή στερεά μορφή, είτε όταν κινείται πάνω σε ένα πέτρωμα, είτε όταν διεισδύει στους πόρους ή στις κοιλότητές του, έχει διαβρωτική δράση. Στις υγρές περιοχές, το νερό γεμίζει τις ρωγμές στους βράχους. Όταν η θερμοκρασία πέσει κάτω του μηδενός, το νερό στις ρωγμές μετατρέπεται σε πάγο. Ο πάγος αυξάνει των όγκο των ρωγμών. Ο βράχος γίνεται έτσι πιο αδύνατος και η ρωγμή γίνεται ευρύτερη με κάθε διαδοχική πήξη-τήξη. Ο βράχος θραύεται τελικά σε πολλά κομμάτια.

Η θραύση πραγματοποιείται όταν αποσαθρώνονται φυσικά οι βράχοι και στη συνέχεια μεταφέρονται τα θραύσματα τους. Παραδείγματος χάριν, καθώς κινούνται, οι παγετώνες σπάζουν συχνά τους μεγαλύτερους βράχους σε θραύσματα μεγέθους άμμου. Η περαιτέρω λειαντική δράση οδηγεί σε κόκκους μεγέθους αργίλου. Οι μικροί κόκκοι που φέρονται από τον αέρα μπορούν να εκτρίψουν άλλους βράχους.

Επίσης και ο άνεμος όταν κινείται με ορμή και συμπαρασύρει κόκκους άμμου μπορεί να προκαλέσει διάβρωση ενός πετρώματος, η οποία στην προκειμένη περίπτωση λέγεται αιολική διάβρωση.

Άλλοι παράγοντες που προκαλούν αποσάθρωση των γρανιτικών, μεταμορφωμένων και ιζηματογενών πετρωμάτων και σχηματισμό της χαλαζιακής άμμου είναι η δράση φυτικών και ζωικών οργανισμών που υπάρχουν πάνω ή μέσα στο πέτρωμα (φυτά, διάφοροι μικροοργανισμοί κ.ά.)

Σχηματισμοί χαλαζιακής άμμου δημιουργούνται και από τη χημική αποσάθρωση των πετρωμάτων, που οφείλεται σε σειρά χημικών διεργασιών στη μάζα τους που οδηγούν στο σχηματισμό νέων ορυκτολογικών συστατικών με διαφορετική χημική σύσταση. Ο χαλαζίας όμως ως ανθεκτικός και αδρανής παραμένει αναλλοίωτος και σχηματίζει την αντίστοιχη άμμο.

Στη συνέχεια η χαλαζιακή άμμος απομακρύνεται από τον τόπο σχηματισμού της, και μεταφέρεται με φυσικούς τρόπους σε άλλο χώρο ως απόθεση υπό μορφή ιζήματος.

Η μεταφορά της γίνεται κυρίως με το νερό της βροχής, τους ποταμούς, αλλά και με τον άνεμο. Κατά τη μεταφορά της με το νερό υφίσταται μια φυσική διαλογή με αποτέλεσμα τα μεγαλύτερα και βαρύτερα να μην απομακρύνονται πολύ από τον τόπο της

αρχικής τους γένεσης, ενώ οι μικρότεροι κόκκοι μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις μέχρι τις εκβολές ποταμών και τους πυθμένες λιμνών και θαλασσών. Τέλος, καθιζάνουν σε περιοχές όπου η κινητική ενέργεια του νερού μηδενίζεται.

Άλλα μέσα μεταφοράς μπορεί να είναι η βαρύτητα και οι παγετώνες.

Η απόθεση της χαλαζιακής άμμου γίνεται σε χώρους με κατάλληλο τοπογραφικό ανάγλυφο όπου μηδενίζεται η μεταφορική ενέργεια του νερού ή και του ανέμου (θαλάσσιες λεκάνες, λίμνες, πεδινές εκτάσεις).

Δύο βασικές μορφές αποθέσεων χαλαζιακής άμμου είναι ειδικά σημαντικές..

- επάνω στην ακτή
- άγονης πεδιάδας στο εσωτερικό

Σε περιοχές εκβολών όπου η θάλασσα είναι αβαθής, η αλληλεπίδραση των παράκτιων ρευμάτων-κυμάτων-χειμαρρικών/ποτάμιων εισροών και των ιζημάτων συμβάλλουν στη δημιουργία επιμήκων σχηματισμών της άμμου.

Στο όριο της ακτογραμμής, η ενέργεια των ανέμων επιδρά ως εξής: οι κόκκοι της άμμου χαλαζία που φέρνουν οι χείμαρροι αποθέτονται στο χώρο της εκβολής. Τα κύματα που χτυπούν την ακτή παρασύρουν υλικά προς το εσωτερικό της παραλίας. Το νερό των κυμάτων που επιστρέφει έχει μειωμένη μεταφορική ικανότητα, γιατί ένα μέρος του έχει κατεισδύσει στην άμμο της παραλίας. Έτσι, με τον τρόπο αυτό αφήνει ένα μέρος των μεσόκοκκων και αδρόκοκκων άμμων.

Οι αμμοθίνες ή θίνες χαλαζιακής άμμου είναι μικροί λόφοι που συναντώνται κυρίως στις παράκτιες περιοχές, δημιουργήθηκαν από τις διεργασίες της αποσάθρωσης και της απόθεσης της άμμου στην παράκτια ζώνη. Η άμμος της ακτής που παρασύρεται από τον άνεμο αντικαθίσταται φυσιολογικά από την άμμο που κύματα και ρεύματα φέρνουν στην παραλία. Η άμμος αυτή προέρχεται και μεταφέρεται από τη λεκάνη απορροής των ποταμών ή και από ιζήματα αποσθρωμένων πετρωμάτων ή και υποθαλάσσιων συσσωρεύσεων άμμου.

Η γένεση και η διατήρηση τους εξαρτάται από τους επικρατούντες ισχυρούς ανέμους της περιοχής, τη δράση του κυματισμού στην παράκτια ζώνη και τη προσφορά-διαλογή των υλικών της αποσάθρωσης, αλλά και από την προσφορά υλικών αποσάθρωσης που γειτονικοί χείμαρροι και ποτάμια φέρνουν στον παράκτιο χώρο.

Τα συστήματα των αμμοθινών ή αμμόλοφων σχηματίζονται προοδευτικά από την άμμο που δημιουργείται από τη δράση της θάλασσας (κυματισμός, αποσάθρωση) και αποθέτονται στην ακτή ή και εκείνη την άμμο που συσσωρεύεται στην ακτή από τη δράση της απόθεσης των φερτών υλικών από τα ποτάμια.

Οι συσσωρεύσεις της άμμου χαλαζία σε αμμόλοφους κάτω από το νερό και σε κάποια απόσταση από την ακτή, εξαιτίας των ταλαντώσεων των κυμάτων αποτελούν τις τράπεζες άμμου.

Η δράση των κυμάτων κρατά τον άργιλο στα πιο μεγάλα θαλάσσια βάθη όπου η ενέργεια είναι λιγότερη, αφήνοντας την άμμο στην ακτή.

Εκείνο που πρέπει να γίνει κατανοητό είναι ότι η δημιουργία των αμμοθινών αποτελεί μια σύνθετη γεωμορφολογική διαδικασία κατά την οποία υπεισέρχονται και αλληλεπιδρούν οι αβιοτικοί παράγοντες (θαλάσσια ρεύματα και κυματισμοί, χερσαία

ιζήματα ταξινομούμενα στην παράκτια ζώνη, άνεμοι, υδρολογικές συνθήκες στις εκβολές ποταμών ή χειμάρρων) και οι βιοτικοί (εποικισμός από φυτά, ανάπτυξη καλαμώνων στις λιμνοθάλασσες), που με τη σειρά τους μπορεί να ελέγξουν την εξελικτική πορεία των αμμοθινών.

Η συγκέντρωση της άμμου λειτουργεί με παρόμοιο τρόπο στα ξηρά εδάφη, όπου η ενέργεια του αέρα μεταφέρει μακριά τους μικρότερους κόκκους, αφήνοντας μεγαλύτερους κόκκους πίσω.

Η ξηρά άμμος μεταφέρεται από τον αέρα, οι θάμνοι και οι βράχοι θα την σταματήσουν, διαμορφώνοντας έτσι τα μικρά αναχώματα. Σύντομα τα αναχώματα μπορούν να αυξηθούν δημιουργώντας αμμόλοφους. Εκτός, αν καλυφθούν από βλάστηση, οι αμμόλοφοι συνήθως μεταναστεύουν. Η μετακίνησή τους προκαλείται με την αργή μετατόπιση της άμμου.

Με αυτό τον τρόπο η χαλαζιακή άμμος συσσωρεύεται σε περιοχές στην επιφάνεια της ξηράς όπου τα υλικά της μεταφέρονται και αποθέτονται όπως στην έρημο.

Συνήθως στις ερήμους η χαλαζιακή άμμος προέρχεται από περιοχές με έντονη καλλιέργεια του εδάφους ή από περιοχές με κλίμα ψυχρό και ξερό ή θερμό και ξερό.

Οι κόκκοι της άμμου χαλαζία των ερήμων είναι μικρότεροι από των θαλασσών και λιμνών. Η έρημος της Σαχάρα αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες αποθέσεις.

Γενικά, αποθέσεις χαλαζιακής άμμου βρίσκονται σε ακτές από την ισχυρή δράση κυμάτων και παλιρροιακών ρευμάτων, σε ρηχά έως πιο βαθιά νερά εξαιτίας κυμάτων. Στα πιο εσωτερικά παραλιακών περιοχών εξαιτίας ανέμου, σε ερήμους, φαράγγια βουνών, στα περιβάλλοντα ποταμών και λιμνών.

Εκτός από τις άμμους ποταμών, τις άμμους ακτών, τις θαλάσσιες αποθέσεις άμμου και τις άμμους ερήμων, υπάρχουν πολλοί άλλοι τύποι αποθέσεων άμμου χαλαζία. Οι καλά ταξινομημένες άμμοι βρίσκονται συνήθως κοντά στην ακτή, αλλά εμφανίζονται και στα περιθώρια μερικών μεγάλων λιμνών.

Οι παγετώδεις άμμοι είναι κοινές στις περιοχές της Μεγάλης Βρετανίας και της Ν. Αμερικής όπου έχουν καλυφθεί από ένα στρώμα πάγου. Έχουν κατατεθεί από τα ρεύματα, αν και εμφανίζονται σε περιοχές όπου οι ποταμοί δεν ρέουν πλέον. Τα ύδατα που προήλθαν από την τήξη των στρωμάτων πάγου πλημμύρισαν εκτενείς περιοχές των χωρών μεταφέροντας αποθέσεις άμμου και λάσπης σε προσωρινές λίμνες. Αυτές οι άμμοι έχουν συνήθως γωνιώδεις κόκκους επειδή δεν έχουν μεταφερθεί σε μεγάλη απόσταση.

1.3 ΜΟΡΦΗ ΚΑΙ ΣΧΗΜΑ ΚΟΚΚΩΝ



Φωτ. 3. Κρύσταλλος χαλαζία με κογχώδη θραυσμό.

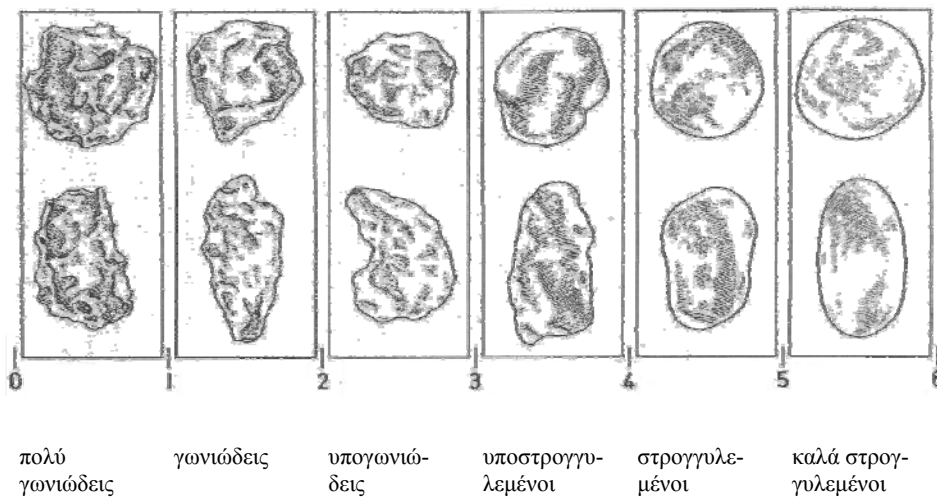
Ο χαλαζίας χαρακτηρίζεται από κογχώδη θραυσμό. (Φωτ. 3). Οι κόκκοι της άμμου του στα πρώτα στάδια της δημιουργίας τους είναιγωνιώδεις. Στη συνέχεια οι διαδικασίες της μεταφοράς και απόθεσης μεταβάλλουν συνεχώς το σχήμα και το μέγεθος τους. Η μορφή ενός κόκκου της άμμου είναι μια ένδειξη της προέλευσής της και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δείξει τη διάρκεια της μεταφοράς. Επίσης η στρογγυλότητα των κόκκων απεικονίζει πόσο μακριά έχουν ταξιδέψει αυτοί.

Γενικά, οι κόκκοι άμμου έχουν μια στρογγυλεμένη ή ωοειδή μορφή, εξαιτίας της αμοιβαίας λείανσης κατά τη διάρκεια της μεταφοράς. Το μέγεθος δείχνει γενικά πόσο καιρό ένα θραύσμα έχει διαβρώσει και έχει μετακινηθεί. Όσο πιο μακρύς είναι ο χρόνος, τόσο μικρότερο θα γίνει το θραύσμα.

Το σχήμα των κόκκων και η στρογγυλότητα είναι δύο πολύ σημαντικοί παράγοντες στη φυσική συμπαγοποίηση των κλαστικών υλικών, γιατί επηρεάζουν τόσο την ικανότητα των κόκκων να αντιστέκονται σε οποιαδήποτε παραμόρφωση όσο και το πορώδες.

Οι σημαντικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν τη σφαιρικότητα και στρογγυλότητα των κόκκων είναι:

- α. Το αρχικό σχήμα του θραύσματος.
- β. Η ανθεκτικότητα και ο ιστός του.
- γ. Το είδος της αποσάθρωσης.
- δ. Ο χρόνος και η απόσταση μεταφοράς του.



Σχ. 2. Κλίμακα για την απτική εκτίμηση των βαθμών στρογγυλότητας και σφαιρικότητας κλαστικών κόκκων κατά Powers (1953). Κόκκοι με υψηλότερο βαθμό σφαιρικότητας (πάνω σειρά) και χαμηλότερο βαθμό σφαιρικότητας (κάτω σειρά). Οι στήλες δείχνουν κόκκους με όμοιο βαθμό στρογγυλότητας, αλλά διαφορετικό βαθμό σφαιρικότητας.

Η δράση του αέρα είναι πολύ λειαντικότερη από το ύδωρ. Δημιουργεί τους γωνιώδεις κόκκους άμμου, ενώ η δράση υδάτων ανοιχτής θάλασσας προκαλεί λείανση και στρογγυλοποίηση των κόκκων. Εντούτοις, η δράση του ύδατος κοντά στην ακτή δημιουργεί επίσης γωνιώδεις κόκκους, επειδή οι κόκκοι τρίβονται κατά προσέγγιση ενάντια ο ένας στον άλλο. Η στρογγυλότητα αυξάνεται εμφανώς με τις βροχοπτώσεις.

Ανάλογα με πόσο μακριά μεταφέρεται χαλαζιακή άμμος πριν φτάσει στη θάλασσα μπορεί να είναι είτε γωνιώδης είτε πολύ στρογγυλεμένη και λειασμένη. Όσο περισσότερη απόσταση ταξιδεύει τόσο περισσότερο θα συγκρουστεί με άλλους κόκκους που λειαίνουν τις αιχμηρές άκρες, αφήνοντας μια λεία, περισσότερο στρογγυλεμένη επιφάνεια.

Ο αέρας και το νερό είναι οι σημαντικότεροι παράγοντες διάβρωσης της αμμώδους παραλίας. Καθώς τα κύματα χτυπούν στην ακτή ταξινομούν την άμμο, αποθέτοντας τους λεπτότερους κόκκους στην κορυφή της παραλίας και τους αδρομερέστερους στις άκρες του ύδατος. Αυτοί οι μεγαλύτεροι κόκκοι αλέθονται συχνά λεπτότερα από τα κύματα, καθώς υποχωρούν πίσω στη θάλασσα. Ο αέρας ταξινομεί επίσης την άμμο. Αφήνει τα βαρύτερα τεμαχίδια άμμου κοντά στο νερό και φέρνει τα ελαφρύτερα στην ανώτερη παραλία και τους κοντινούς αμμόλοφους.

Εκείνοι οι κόκκοι άμμου χαλαζία που έχουν μεταφερθεί πολύ μακριά είναι στρογγυλεμένοι, οι άμμοι που αποτίθενται σε μικρή απόσταση από το μητρικό πέτρωμα αποτελούνται συχνά κατά ένα μεγάλο μέρος από γωνιώδεις κόκκους. Τα μικρότερα

τεμάχια μπορούν να ταξιδέψουν για πολλά χιλιόμετρα αλλά οι αδρόκοκοι άμμοι και τα λεπτά αμμοχάλικα σύρονται κατά μήκος της κοίτης ενός ποταμού και υποβάλλονται σε μια έντονη δράση λείανσης. Στις ερήμους η μεταφορά των άμμων επηρεάζεται από τον αέρα. Εξ αιτίας του χαμηλού ιξώδους του αέρα ούτε οι μικρότεροι κόκκοι δεν κρατιούνται αλλά σύρονται πάνω στο έδαφος επομένως οι πολύ λεπτές χαλαζιακές άμμοι συναντιούνται μερικές φορές μέσα σε ξηρές περιοχές με κάθε κόκκο τους που λειαινείται και γυαλίζεται. Αυτές οι άμμοι ρέουν σχεδόν όπως ένα υγρό και χρησιμοποιούνται στις κλεψύδρες. (Φωτ. 5).



Φωτ. 5. Καλά στρογγυλεμένοι κόκκοι άμμου χαλαζία από το ST Peter Formation, Μισσούρι.

Η μορφή των κόκκων της άμμου χαλαζία μπορεί να είναι το αποτέλεσμα των επαναλαμβανόμενων γεγονότων διάβρωσης, όχι απαραίτητα σχετικών με το πιο πρόσφατο επεισόδιο της μεταφοράς και απόθεσης.

Οι λαμπιρίζουσες λευκές ή μαύρες νιφάδες της μίκας οι λευκοί, ρόδινοι και κόκκινοι γαλακτώδεις κόκκοι του αστρίου ή ποικίλα ζωηρόχρωμα μέταλλα, απελευθερώνονται από άλλα ορυκτά.

Το πιο συνηθισμένο χρώμα της χαλαζιακής άμμου είναι το λευκό. Οι άμμοι χαλαζία περιέχουν συνήθως μια μικρή ποσότητα αστρίου και άσπρης μίκας.



Φωτ. 6. Τεφρή, κίτρινη, λευκή και μπεζ χαλαζιακή άμμος (2-3) mm, (3-5) mm, (5-8) mm, (10-20) mm.

Οι κίτρινες, καστανές και κόκκινες άμμοι περιέχουν ενώσεις σιδήρου. Οι κόκκινες άμμοι ερήμων αποτελούνται συνήθως από το χαλαζία που περιβάλλεται με οξείδια σιδήρου.

Οι πράσινες αποθέσεις άμμου, που βρίσκονται ως επί το πλείστον στο ωκεάνιο πυθμένα οφείλουν το χρώμα τους στο γλαυκονίτη, ένα ορυκτό πλούσιο σε κάλιο. (Φωτ. 6).

Κατά τη διάρκεια ενός περίπατου σε αμμώδη παραλία που φαίνεται να αποτελείται από μικροσκοπικά τεμάχια γυαλιού, οι κόκκοι του χαλαζία αφήνουν έναν λεπτό ήχο. (Φωτ. 7).



Φωτ. 7. Διαφανείς κόκκοι χαλαζιακής άμμου σαν μικροσκοπικά γυαλιά.

Σημαντικές αποθέσεις χαλαζιακής άμμου στον κόσμο υπάρχουν στη Σαχάρα, στην Αραβική χερσόνησο, στη Βραζιλία, στη Φλόριντα (σχεδόν καθαρή 99,6% SiO_2) κ.ά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

2.1 ΧΡΗΣΕΙΣ ΧΑΛΑΖΙΑΚΗΣ ΑΜΜΟΥ

Ανάλογα με τη φύση και τη χημική της σύσταση, η άμμος χρησιμοποιείται με πολλούς τρόπους.

Αν και η κονιοποίηση χαλαζία είναι εξαιρετικά δαπανηρή, εξαιτίας της μεγάλης σκληρότητάς του, η εκμετάλλευσή του είναι ευρεία, γιατί αποτελεί βασικό συστατικό των ειδών πορσελάνης και αναγκαίο υλικό στη χαλυβουργία και υαλουργία.

Στον πίνακα 3 παρουσιάζονται οι σημαντικές ποιοτικές απαιτήσεις για χρήση της χαλαζιακής άμμου σε διάφορες εφαρμογές.

Πίνακας 3. Κύριες ποιοτικές απαιτήσεις για χρήση της χαλαζιακής άμμου με βάση τη χημική της σύσταση (κ.β. %) (Τσιραμπίδης 2005).

Υαλουργίας	>98,5% SiO ₂ , 0,2-1,6% Al ₂ O ₃ και Fe ₂ O ₃ <0,04% (υαλοπίνακες), <0,03% (φιάλες), <0,3% (υαλοβάμβακας), ίχνη χρωστικών στοιχείων και πυρίμαχων ορυκτών.
Οπτικό γυαλί	> 99,8% SiO ₂ , < 0.1% Al ₂ O ₃ , < 0.02 % Fe ₂ O ₃ .
Κεραμική	Μέγεθος κόκκων <75 μm, >97,5% SiO ₂ , <0,55% Al ₂ O ₃ , <0,2% Fe ₂ O ₃ .
Διηθητική	Χωρίς σκόνη, άργιλο, οργανική ύλη. Μέγεθος κόκκων 0,15-0,35 mm, σχήμα γωνιώδες.
Χυτηρίου	Μέσο μέγεθος κόκκων 75 μm, >98% SiO ₂ , ελάχιστο CaO και MgO.
Αμμοβολής	Μέγεθος (G10 έως G120) και σχήμα κόκκων.
Άμμος ριπής	Ελάχιστη παρουσία προσμίξεων (<0,3% αδιάλυτα), μέγεθος σφαιριδίων (3,35-0,106 mm).
Πυρίμαχη	95-99% SiO ₂ .
Αλευρομερής	Μέσο μέγεθος κόκκων 60 μm, λαμπρότητα >89%, <0,38% Al ₂ O ₃ , <0,10% για καθένα από τα Na ₂ O, K ₂ O και Fe ₂ O ₃ .
Πηγή Si	Μέγεθος αδρανών >2,5 cm, >98,5% SiO ₂ , <1,5% Fe ₂ O ₃ <0,2 (CaO+MgO+A.Π.), <0,15% Al ₂ O ₃ , καθόλου As ή P.
Lascas	15-20 ppm Al, 2-25 ppm Na, 2-10 ppm K, 2-5 ppm Fe, 1 ppm για καθένα από τα Ca, Mg, Li, Ti. Ποιότητα 1: κατά 90% καθαρό σε γυμνό μάτι, χωρίς εγκλείσματα. Ποιότητα 2: κατά 50-60% καθαρό στο γυμνό μάτι, με φυσαλίδες, χωρίς εγκλείσματα. Ποιότητα 3: ημιδιαφανές στο φως. Ποιότητα 4: αδιαφανές.

Α.Π. = απώλεια πύρωσης

Ο όρος πυριτία αναφέρεται στην άμορφη πυριτία (SiO₂) και στο μικροκρυσταλλικό χαλαζία (κρύσταλλοι μεγέθους <10 μm). Ο όρος Lascas αναφέρεται σε άμορφο ή μικροκρυσταλλικό SiO₂ που χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη για την παρασκευή συνθετικών κρυστάλλων χαλαζία.

Η πιο σημαντική χρήση της χαλαζιακής άμμου είναι η παρασκευή γυαλιού. (Φωτ.8).



Φωτ. 8. Χαλαζιακή άμμος ως κύρια πρώτη ύλη για την παραγωγή γυαλιού.

Το γυαλί παρασκευάζεται με σύντηξη χαλαζιακής άμμου, η οποία αποτελεί το βασικό συστατικό του, ενός ή περισσότερων συλλιπασμάτων και ενός ή περισσότερων σταθεροποιητών. Αν δεν χρησιμοποιηθεί σταθεροποιητής, τότε το γυαλί γίνεται εύθρυπτο και αποσαθρώνεται από το νερό.

Υπάρχουν πάνω από 1000 συνταγές παρασκευής γυαλιού

Το κοινό γυαλί παρασκευάζεται με σύντηξη

- ✓ χαλαζιακής άμμου (SiO_2) (73,7%),
- ✓ ανθρακικού νατρίου (κοινή σόδα, Na_2CO_3) (16%),
- ✓ οξειδίου του καλίου (K_2O) (0,5%) (συλλιπάσματα) και
- ✓ ανθρακικού ασβεστίου (κοινώς (ασβεστόλιθου (CaCO_3)) (5,2%)
- ✓ ανθρακικού μαγνησίου (MgCO_3) (3,6%) και
- ✓ οξειδίου του αργιλίου (Al_2O_3) (1%) (σταθεροποιητές).
- ✓ Στρόντιο που προστατεύει από την υπεριώδη ακτινοβολία και που παρέχει το κόκκινο χρώμα.
- ✓ Βόριο που ενεργεί ως ρευστοποιητής και μειώνει τη θερμοκρασία τήξης.

Αυτά με τα άλλα υλικά ανακατεύονται σε μεγάλα σιλό και πηγαίνουν στον κλίβανο τήξης και γίνονται υαλόμαζα (γυαλί σε υγρή κατάσταση) σε θερμοκρασία 5000-6000°C. Η υαλόμαζα πηγαίνει σε ειδικές μηχανές και μπαίνει σε καλούπια που δίνουν το σχήμα των φιαλών. Μια άλλη μηχανή φυσάει για να δημιουργήσει τον ωφέλιμο χώρο των φιαλών και το γυαλί ψύχεται. Έτσι, παίρνουμε τις διάφορες γυάλινες φιάλες. Όλη αυτή η διαδικασία ελέγχεται από το κέντρο ηλεκτρονικού ελέγχου (από ηλεκτρονικούς υπολογιστές).

Το γυαλί είναι υλικό στερεό και άμορφο, δηλαδή δεν παρουσιάζει κρυσταλλική δομή. Είναι ημιδιαφανές ή διάφανο, εύθραυστο, άκαμπτο και σκληρό υλικό.

Εξαιτίας της μη κρυσταλλικότητάς του, ο όρος «ύαλος» (γυαλί) ή «υαλώδης» έχει επεκταθεί σημαίνοντας όλα τα άμορφα στερεά. Η διαφάνειά του αφορά στο ορατό φως, γιατί το κοινό γυαλί είναι αδιαφανές για την υπεριώδη ακτινοβολία. Ως υλικό είναι χημικά και βιολογικά αδρανές, πλήρως ανακυκλώσιμο και, κατά συνέπεια, ιδιαίτερα κατάλληλο για χρήση σε παρασκευή συσκευασιών τροφίμων και ποτών. Ανάλογα με τον τύπο και το ποσοστό των συλλιπασμάτων και των σταθεροποιητών παράγονται διάφοροι τύποι γυαλιού.

Το γυαλί, αφού παρασκευαστεί ως πρώτη ύλη, μπορεί να πάρει το επιθυμητό σχήμα με τρεις τρόπους: Είτε με εμφύσηση (φυσητό γυαλί) είτε με τη βοήθεια καλουπιών είτε με συσκευές που δημιουργούν φύλλα («ελάσματα») γυαλιού.

Οι διαφορετικοί βαθμοί άμμου χρησιμοποιούνται για διαφορετικούς τύπους γυαλιών. Π.χ. η λεπτόκοκκοι πυριτική άμμος χρησιμοποιείται για το κρυσταλλικό γυαλί, ενώ η άμμος πυριτίου χαμηλότερης ποιότητας χρησιμοποιείται για τα χρωματισμένα εμπορευματοκιβώτια.

Κοινό γυαλί: Υαλοπίνακες και οικιακά σκεύη (ποτήρια, φιάλες, δοχεία τροφίμων). (Φωτ. 9). Κατάλληλο για χρήση σε υαλοπίνακες παραθύρων. Έχει, όμως, το μειονέκτημα να είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο σε απότομες μεταβολές θερμοκρασίας, οπότε θραύεται.



Φωτ. 9. Γυάλινο ποτήρι

Γυαλί μολύβδου: Κατασκευή διακοσμητικών αντικειμένων αλλά και ακριβών ειδών οικιακής χρήσης, όπως ποτήρια, ανθοδοχεία κ.λπ. κατασκευή οπτικών οργάνων (π.χ. φακών) και ειδικών προστατευτικών υαλοπινάκων, επειδή ο μολύβδος απορροφά τις επικίνδυνες ακτινοβολίες που περιέχονται στο ηλιακό φως.

Γυαλί βορίου: Είναι γνωστότερο με την εμπορική ονομασία «Pyrex». Η παρουσία βορίου και το μικρό ποσοστό αλκαλίων κάνουν το γυαλί αυτό ανθεκτικό στις απότομες μεταβολές θερμοκρασίας και περισσότερο δύστηκτο. Χρησιμοποιείται για την κατασκευή εργαστηριακών οργάνων και συσκευών, συσκευασίες φαρμακευτικών προϊόντων, σε λαμπτήρες υψηλών αποδόσεων (π.χ. προβολέων), αλλά και για οικιακές εφαρμογές.

Υαλόνημα: Παρασκευάζεται από ποικίλους τύπους γυαλιού σε μορφή νήματος με πολλαπλές χρήσεις. Το κοινό γυαλί παρέχει νήματα κατάλληλα για κατασκευή μονώσεων (υαλόμαλλο), ενώ το γυαλί βορίου δίνει υαλόνημα από το οποίο κατασκευάζονται υφαντικές δομές που χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση κατασκευών από πλαστικό, όπως κράνη, μικρά σκάφη, σασί αυτοκινήτων, σωληνώσεις κ.λπ. και είναι γνωστό με το εμπορικό όνομα Fiberglass®. Οι οπτικές ίνες χρησιμοποιούνται, επίσης, στην τεχνολογία των τηλεπικοινωνιών. Χάρη στη χρήση τους αναπτύχθηκαν πολύ η τηλεφωνία, τα δίκτυα υπολογιστών και το διαδίκτυο.

Γυαλί αργιλίου: Περιέχει περίπου 20% οξείδιο του αργιλίου, μικρά ποσοστά οξειδίων του βορίου και του μαγνησίου, αλλά και πολύ μικρό ποσοστό οξειδίων των αλκαλίων. Το γυαλί αυτού του τύπου είναι ιδιαίτερα θερμοανθεκτικό και χρησιμοποιείται σε θαλάμους καύσεων, σε γυαλιά οργάνων μέτρησης υψηλών

θερμοκρασιών και σε λαμπτήρες αλογόνου, στους οποίους η θερμοκρασία αυτού του γυαλιού μπορεί να φτάσει και τους 750°C.

Γυαλί αλκαλίων - βαρίου: Χωρίς αυτό τον τύπο γυαλιού, η χρήση οθονών για υπολογιστές και τηλεοράσεις θα ήταν πολύ επικίνδυνη: Η οθόνη καθοδικών ακτίνων, από τον τρόπο λειτουργίας της, παράγει ιδιαίτερα επικίνδυνες ακτινοβολίες (Ακτίνες X), οι οποίες απορροφώνται από αυτόν τον τύπο γυαλιού, που περιέχει εκτός από οξείδιο του μολύβδου σε χαμηλό ποσοστό και οξείδια του βαρίου (BaO) και του στροντίου (SrO).

Κεραμικό γυαλί: Είναι γυαλί με τα οξείδια του αργιλίου και του λιθίου να συμμετέχουν στη σύστασή του και, εξαιτίας της θερμοανθεκτικότητας, έχει βρει εφαρμογή ως πυρίμαχο διάφανο υλικό σε θύρες κλιβάνων, κατόπτρων τηλεσκοπίων, υαλοποίησης πλακιδίων διαστημοπλοίων, αλλά και σε οικιακές συσκευές (υαλοκεραμικές εστίες μαγειρέματος κ.λπ.).

Οπτικά γυαλιά: Τα συναντούμε στην κατασκευή γυαλιών όρασης και ηλίου, σε συσκευές όπως φωτογραφικές μηχανές, βιντεοκάμερες και μικροσκόπια (κατασκευή φακών) και σε συσκευές ακριβείας (οπτικά όργανα πλοήγησης, κάτοπτρα, τηλεσκόπια κ.λπ.).

Η παρουσία μεταλλικών οξειδίων στις χαλαζιακές άμμους οδηγεί συνήθως στο χρωματισμένο γυαλί. Εάν ο σίδηρος είναι παρών, το προκύπτον γυαλί είναι χρωματισμένο πράσινο ή καστανό. Άλλα μεταλλικά οξείδια στα σωστά ποσοστά ποικίλλουν τις ιδιότητες του γυαλιού ή του δίνουν χρώμα. Το οξείδιο μαγγανίου καθαρίζει το γυαλί και αφαιρεί τη μικρή πράσινη απόχρωση που προκαλείται από τις μικρές ποσότητες οξειδίου σιδήρου. Το οξείδιο μολύβδου προσθέτει το βάρος και τη λαμπρότητα, και δίνει στο γυαλί μια μαλακή επιφάνεια που είναι κατάλληλη για λείανση, κοπή, στίλβωση και χάραξη. Το βόριο δίνει το γυαλί θερμική και ηλεκτρική αντίσταση και με αυτή τη μορφή τα γυαλιά βορίου χρησιμοποιούνται στα εργαστήρια χημείας και τη φαρμακευτική βιομηχανία, για το μαγείρεμα των εργαλείων στο σπίτι και στους βολβούς για τους μεγάλης ισχύος λαμπτήρες. Τα οπτικά γυαλιά περιέχουν το βόριο, το οποίο αυξάνει το δείκτη διάθλασης στους λεπτότερους φακούς. Το δημήτριο στο γυαλί απορροφά την υπέρυθη ακτινοβολία και τα διάφορα μεταλλικά οξείδια όπως το κοβάλτιο (μπλε), ουράνιο (κόκκινο) ή ο χαλκός (πράσινο) προσθέτουν χρώμα.

Η ελληνική αγορά χρειάζεται κάθε χρόνο 170.000 τόνους γυαλί ποσότητα που αντιστοιχεί σε 600 εκατομμύρια τεμάχια. Αυτή η αγορά καλύπτεται από την εγχώρια παραγωγή και από εισαγωγές οι οποίες όμως μετά έτος 2000 άρχισαν να μειώνονται σημαντικά. Σήμερα για την παραγωγή ειδών συσκευασίας από γυαλί υπάρχουν ελληνικές βιομηχανικές μονάδες ανάμεσα στις οποίες η ΓΙΟΥΛΑ Α.Ε. κυριαρχεί. Με σύγχρονο εξοπλισμό, με εγκατεστημένη τηκτική ικανότητα γυαλιού 140.000 τόνους το χρόνο, έχει τη δυνατότητα να καλύψει τις ανάγκες σε υάλινα αντικείμενα της χώρας μας και πετυχαίνει εξαγωγές περίπου 12.000 τόνους ετησίως. Η εταιρεία αυτή κατέχει δεσπόζουσα θέση στα Βαλκάνια μετά την εξαγορά δύο μεγάλων υαλοργικών βιομηχανιών στη Βουλγαρία.

Είναι ακόμα η εταιρεία των Αδελφών ΒΑΛΑΒΑΝΗ στη Λάρισα με τηκτική ικανότητα υαλόμαζας 26.000 το χρόνο ετησίως για την παραγωγή φιαλών κρασιού αλλά και

άλλων ποτών και η ΚΡΟΝΟΣ ΑΒΕΕ στην Ελευσίνα που παράγει φιάλες υψηλών προδιαγραφών με πολύ λευκό γυαλί, 4.000-5.000 τόνων ετησίως.

- **40% της αμερικανικής βιομηχανικής άμμου πηγαίνει στην παρασκευή γυαλιού.**

Σήμερα, η βιομηχανία γυαλιού είναι ένα αναπόσπαστο τμήμα της παγκόσμιας οικονομίας και της καθημερινής ζωής. Το γυαλί χρησιμοποιείται σε μια μυριάδα καταναλωτικών προϊόντων που κυμαίνονται από τη συσκευασία τροφίμων και ποτών, τα προϊόντα για τα σπίτια και τις επιχειρήσεις, τους αυτοκινητικούς ανεμοφράκτες, τα παράθυρα, στη μόνωση των κτηρίων, οπτική ινών για τις επικοινωνίες, και τους σωλήνες για τις τηλεοράσεις.

Η βιομηχανία ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΟΥ γυαλιού είναι επιχείρηση \$27 δισεκατομμυρίων με τους μεγάλους παραγωγούς και με τις μικρές εταιρίες να διαδραματίζουν τους κεντρικούς ρόλους στη βιομηχανία. Ενώ οι περισσότεροι τομείς της βιομηχανίας γυαλιού έχουν αναβαθμιστεί και έχουν καθιερωθεί στα προηγούμενα είκοσι έτη, η βιομηχανία απασχολεί ακόμα 150.000 εργαζομένους.



Φωτ. 10. Φόρμες χυτηρίων.

Ο χαλαζίας είναι πολύ ανθεκτικός και στις χημικές ουσίες και στη θερμότητα. Επομένως η δεύτερη πιο κοινή χρήση της χαλαζιακής άμμου μετά το γυαλί είναι η άμμος χυτηρίων (20% το 2003). Η άμμος χρησιμοποιείται σε αυτές τις εφαρμογές για να γίνουν οι φόρμες στις οποίες το λειωμένο μέταλλο χύνεται στη ρίψη μετάλλων. (Φωτ. 10).

Η άμμος πρέπει να έχει διάφορες ιδιότητες που χρησιμοποιούνται στις εφαρμογές χυτηρίων ή σχηματοποίησης. Η εσωτερική συνεκτικότητα και η αντίσταση στη θερμότητα επιτρέπουν στις φόρμες να αντισταθούν στις υψηλές θερμοκρασίες της διαδικασίας ρίψης μετάλλων (στις εφαρμογές χάλυβα, τις θερμοκρασίες 1340 έως 1500 βαθμών fahrenheit).

Δεύτερον, η περιεκτικότητα σε υγρασία της άμμου και ο τύπος και το ποσό σύνδεσης του παράγοντα (όπως το αργίλιο) ελέγχουν τη δυνατότητα της να αντισταθεί στην πίεση που ασκείται από το λειωμένο μέταλλο που χύνεται. Μια τρίτη απαίτηση είναι η διαπερατότητα της άμμου ή η δυνατότητά της να επιτρέψει τους υδρατμούς και τα αέρια από το λειωμένο μέταλλο να διαφύγουν κατά τη διάρκεια της διαδικασίας απόχυσης.

Τέλος, η κοκκομετρία και η σύσταση της άμμου καθορίζουν εάν θα αντιδράσει χημικά με το μέταλλο και εάν θα δημιουργήσει μια ομαλή επιφάνεια στο μέταλλο όταν ψυχθεί.

Έτσι, η άμμος χυτηρίων που χρησιμεύει για την κατασκευή μητρών πρέπει να παρουσιάζει ειδικές ιδιότητες, κυρίως πλαστικότητα και συνοχή, για να είναι οι μήτρες λεπτές και διαρκείς. Επίσης, να είναι πυρίμαχη, να μην αποσυνθέεται ή παραμορφώνεται, εξαιτίας επαφής με το λιωμένο μέταλλο, να είναι πορώδης και περατή. Βρίσκει εφαρμογή κυρίως στην παραγωγή χάλυβα, ελατού σιδήρου και κραμάτων αλουμινίου και χαλκού.

Άλλη μία σημαντική χρήση της άμμου χαλαζία είναι στην κατασκευή φίλτρων. Επίσης μηχανισμοί κατάλληλοι για το πρωταρχικό φιλτράρισμα του ύδατος για την αστική και βιομηχανική χρήση, αλλά και για τις δημοτικές και βιομηχανικές εγκαταστάσεις, συντήρηση πισινών κ.λπ. (Φωτ. 11).

Η καθαρότητα λοιπόν του ύδατος, καθώς και η συντήρηση των πισινών εξαρτώνται κυρίως από το σωστό σχέδιο και την κατασκευή του απαραίτητου ηλεκτρομηχανικού εξοπλισμού. Ανάλογα με την περίπτωση υπάρχουν διάφορα είδη φίλτρων.

Στις πισίνες χρησιμοποιούνται τα συστήματα φίλτρων αντλίας. Οι ειδικές αντλίες με τα φίλτρα άμμου χαλαζία αποτελούνται από ενισχυμένο υαλοβάμβακα με τις πολλαπλές βαλβίδες. Η άμμος χρησιμοποιείται για τη διήθηση του ύδατος. Το νερό περνάει μέσα από τους κόκκους της άμμου που κατακρατούν κάθε σωματίδιο διαμέτρου μεγαλύτερης από 20 μm . Η άμμος σε ειδική θέση της πολλαπλής βάνας μπορεί να πλυθεί με ανάποδη ροή από τις ακαθαρσίες, ενώ περίπου ανά δεκαετία μπορούμε να την αντικαταστήσουμε με νέα. Η περίπτωση αυτή είναι το πιο πρακτικό και εύχρηστο φίλτρο και δεν απαιτεί συντήρηση. Οι συσκευές των φίλτρων είναι συνήθως κυλινδρικού σχήματος από ανθεκτικό υλικό όπως χάλυβα. Υπάρχουν επίσης φίλτρα άμμου που περιέχουν στρώματα επιλεγμένων ταξινομημένων άμμων χαλαζία.

Το σύστημα καθαρισμού νερού, για αφαίρεση των στερεών ή φυτικών σωματιδίων, αποτελείται από ένα ανώτερο στρώμα λεπτομερούς πυριτικής άμμου (0,15-0,35 mm) και από τρία κατώτερα διαβαθμισμένα στρώματα πυριτικών σκύρων (2-8 mm, 8-16 mm και 16-32 mm).

Ανάλογα με το μέγεθος των σωματιδίων που υπάρχουν στο νερό και το είδος της εγκατάστασης που θέλουμε να προστατέψουμε χρησιμοποιούμε χαλαζιακή άμμο με μέγεθος 1,2-2,4 mm που φιλτράρει με βαθμό 130-140 mesh, ενώ με μέγεθος 0,5-0,8 mm φιλτράρει με βαθμό 200-230 mesh. Ο όρος mesh προσδιορίζει τον αριθμό των ανοιγμάτων ανά ίντσα γαλλική (27,78 mm).

Όσο μικρότερος είναι ο αριθμός των mesh ενός φίλτρου τόσο μεγαλύτερο το μέγεθος των σφαιρών του άρα φιλτράρονται μεγαλύτερα σωματίδια.



Φωτ. 11. Φίλτρα νερού.

Άλλη μία χρήση της χαλαζιακής άμμου είναι στη βιομηχανία πετρελαίου και φυσικού αερίου.

Η άμμος χαλαζία έχει μια υψηλή αντίσταση στην πίεση. Στη βιομηχανία πετρελαίου οι αμμώδεις πηλοί φράζουν τα φρεάτια πετρελαίου και φυσικού αερίου που ασκούν πολύ υψηλές πιέσεις. Οι ανθεκτικοί κόκκοι χαλαζιακής άμμου κρατούν τους πόρους ανοικτούς αφότου απελευθερωθεί η πίεση. Αυτοί οι ανοιχτοί πόροι διευκολύνουν τη ροή του φυσικού αερίου.

Στη διάτρηση πετρελαίου λοιπόν η άμμος που χρησιμοποιείται είναι, η καλά στρογγυλεμένη, πλυμένη και ταξινομημένη λεπτή άμμος χαλαζία με μέγεθος κόκκων 0,84-0,42 mm. Χρησιμοποιείται στα υψηλά ρευστά που αντλούνται στα φρεάτια πετρελαίου και φυσικού αερίου για να τα διευρύνουν ή να τα καθαρίσουν και να δημιουργήσουν τους νέους πόρους από τους οποίους το πετρέλαιο ή το αέριο μπορεί ανακτηθεί. Με αυτό τον τρόπο λοιπόν τύποι χαλαζιακής άμμου με σφαιρικό σχήμα κόκκων μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως σφαιρίδια ριπής βοηθώντας στη διάνοιξη των σχισμών και κενών πορωδών πετρωμάτων βελτιώνοντας έτσι το πορώδες τους και τις ταχύτητες ροής διάφορων ρευστών όπως του αερίου και του πετρελαίου

Μία από τις πολύ σπουδαίες ιδιότητες του χαλαζία είναι ο πιεζοηλεκτρισμός. Αυτός δημιουργείται όταν η μηχανική πίεση αναγκάζει τα ηλεκτρόνια μέσα σε ένα κρύσταλλο να ρέυσουν, παράγοντας ένα ηλεκτρικό ρεύμα. Αντίθετα, όταν εφαρμόζεται ένα ρεύμα σε μια πιεζοηλεκτρική ουσία, όπως ένας κρύσταλλος χαλαζία, η ουσία θα παραμορφωθεί και θα ταλαντευτεί (να δονηθεί) σε μια ορισμένη συχνότητα.

Ο χαλαζίας εξαιτίας της ιδιότητάς του να πάλλεται με συχνότητα 32.768 κύκλους ανά δευτερόλεπτο, όταν τον διαπερνά ηλεκτρικό ρεύμα, έχει αποτελέσει σημαντικό υλικό στην ωρολογοποιία. Σήμερα είναι πολύ δημοφιλής για τη χρησιμοποίησή του σε ρολόγια τα οποία φέρουν και το λογότυπο Quartz.

Τα περισσότερα ρολόγια με χαλαζία έχουν ψηφιακή ένδειξη και δεν χρησιμοποιούν καθόλου πια κινητά μέρη. Εκτός από την ωρολογοποιία η ιδιότητα αυτή του χαλαζία βρίσκει εφαρμογή και σε άλλες ηλεκτρονικές συσκευές όπως τα ραδιόφωνα. Η πιεζοηλεκτρική επίδραση καθιστά επίσης τους κρυστάλλους χαλαζία πολύ χρήσιμους ως αισθητήρες πίεσης.

Ένας κλάδος στον οποίο η χρήση της χαλαζιακής άμμου κατέχει σημαντική θέση είναι η βιομηχανία τσιμέντου και δομικών υλικών για την οικοδόμηση και οδοποιία.



Φωτ. 12. Οικοδόμηση κτιρίων.

Το σκυρόδεμα είναι το σημαντικότερο οικοδομικό υλικό της σύγχρονης κοινωνίας. Είναι ισχυρό, σκληρό, στεγανό, αδρανές υλικό και διαρκεί σχεδόν απεριόριστα.

Χρησιμοποιείται για την οικοδόμηση κτιρίων, την κατασκευή των πατωμάτων, των τοίχων, των πεζοδρομίων, των δρόμων, των σωλήνων και πολλών άλλων προϊόντων. (Φωτ. 12).

Αντέχει σε θερμοκρασιακές διακυμάνσεις, υπεριώδη ακτινοβολία, διαβρωτική ατμόσφαιρα, διαβρωτικές ουσίες, παγετό, μη προβλέψιμες μεταβολές της ισορροπίας του εδάφους. Επίσης, παρουσιάζει μηδαμινή υδατοαπορρόφηση ή αυξημένη υδατοπερατότητα, μειωμένη φωτοανακλαστικότητα, ικανοποιητική ηχοαπορρόφηση, ανάδειξη ορισμένων στοιχείων του άμεσου περιβάλλοντος.

Στις σύγχρονες κατασκευές υψηλών προδιαγραφών και απαιτήσεων τα κτίρια και οι διάφορες κατασκευές απαιτείται να έχουν αντοχή σε μηχανικές καταπονήσεις (κρούση, θραύση, κάμψη, τριβή, οριζόντιες ωθήσεις), ρύπανση και χημικές ουσίες (καθαριστικά κ.λπ.), διάβρωση κ.ά. Επίσης, σήμανση – καθοδήγηση της κίνησης στο χώρο και διευκόλυνση προσπέλασης γειτονικών χώρων ή κτιρίων, μηδενική ολισθηρότητα ακόμη και με την παρουσία λιπαρών ουσιών, ευκολία καθαρισμού, συντήρησης, επισκευής, ανακαίνισης ή επέκτασης, δυνατότητα προσωρινής εγκατάστασης στοιχείων εξοπλισμού και κατασκευών.

Έτσι λοιπόν ο κλάδος των οικοδομικών και τεχνικών έργων στηρίζεται στην πυριτική άμμο. Η μέση χημική σύσταση της οικοδομικής άμμου είναι (Pettijohn et al. 1973): 84,9% SiO_2 , 6,0% Al_2O_3 , 2,2% Fe_2O_3 , 1,1% K_2O , 1,0% CaO , 1,8% H_2O , 3,0% λοιπά.

Άλλα προϊόντα οικοδόμησης στα οποία χρησιμοποιείται η χαλαζιακή άμμος είναι τα διάφορα υλικά κατασκευής σκεπής, κόλλες για τη στέγη και τα πλακίδια δαπέδου, επίσης συμμετέχει στην παρασκευή ρητινοκονιαμάτων για την επικάλυψη δαπέδων. Μέγιστη σημασία για την χρήση της χαλαζιακής άμμου στα κονιάματα (σοβάδες, κόλες πλακιδίων δάπεδα κ.λπ.) παίζει η κατανομή των κόκκων της.

Αυτοί μπορεί να είναι είτε τραχείς είτε λείοι ανάλογα με τις συνθήκες σχηματισμού τους. Σκοπός είναι οι κόκκοι της άμμου να βρίσκονται σε ιδανικές αναλογίες όσον αφορά το μέγεθος τους ώστε να δημιουργήσουν ένα μίγμα συμπαγές με όσο το δυνατόν λιγότερα κενά. Αυτό θα οδηγήσει σε αύξηση της αντοχής του

κονιάματος, σε τριβή, μικρότερη απορρόφηση νερού, αντίσταση στο «κρέμασμα» μικρότερη φθορά των μηχανών σοβάτισματος, καλή αντλησιμότητα και το σημαντικότερο ελαχιστοποίηση της πιθανότητας να εμφανιστούν ρωγμές!

Επιπλέον πρέπει να σημειωθεί το γεγονός πως, εξαιτίας της χημικής αδράνειας του χαλαζία το προϊόν είναι διαχρονικό και δεν επηρεάζεται από την ατμοσφαιρική ρύπανση (όπως το μάρμαρο στους σοβάδες όπου με την πάροδο του χρόνου μετατρέπεται σε γύψο ή κιτρινίζει).

Η αλευρομερής πυριτία που παίρνεται από την χαλαζιακή άμμο χρησιμοποιείται ως πληρωτικό υλικό στην παρασκευή χρωμάτων, πλαστικών, ελαστικών, συγκολλητικών, στεγανωτικών και στόκου και τέλος στην κατασκευή αρμού για την συγκόλληση ανάμεσα στα πλακάκια δαπέδων.

Στη βιομηχανία η χαλαζιακή άμμος χρησιμοποιείται επίσης στην κατασκευή του γυαλόχαρτου και άλλων λειαντικών.

Εξαιτίας της εσωτερικής δομής του ο χαλαζίας έχει υψηλή σκληρότητα, 7 στην κλίμακα Mohs, τον κάνει σκληρότερα και πιο ανθεκτικό από τις περισσότερες άλλες φυσικές ουσίες. Γι' αυτό είναι και το πιο κοινό ορυκτό στα ιζήματα. Δεδομένου ότι δεν έχει κανένα σχίσσιμο και είναι αρκετά σκληρό σε όλες τις κατευθύνσεις, δεν τρίβεται εύκολα. Υπό αυτήν τη μορφή είναι ένα άριστο λειαντικό υλικό.

Η λειαντική άμμος και η άμμος υαλουργίας, που αποτέλεσαν το 5% συνολικής βιομηχανικής άμμου το 2003, που περιλαμβάνουν την άμμο χαλαζία χρησιμοποιούνται στο γυαλόχαρτο, στη λείανση γυαλιού, στη στίλβωση μετάλλων και χύτευση μετάλλων, και στην αμμόστρωση για την αφαίρεση του χρώματος, του λεκέ, και της σκουριάς.

Η πυριτική αυτή άμμος είναι σχετικά φτηνή, σκληρή, αδρανής, με κογχοειδή θραυσμό και παρουσιάζει χαμηλή ελαιοαπορροφητικότητα και ικανότητα κονιοποίησης.

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υλικό αμμοβολής ή σκόνη καθαρισμού, καθώς και στην παρασκευή ποικίλων υγρών καθαρισμού. Ενώ οι χαλαζιακοί άμμοι με τους γωνιώδεις κόκκους χρησιμοποιούνται συχνά επειδή κόβουν γρηγορότερα, οι άμμοι με τους στρογγυλεμένους κόκκους στο τέλος παράγουν μια επιφάνεια λείανσης.

Επίσης, η χαλαζιακή άμμος χρησιμοποιείται ως υλικό αμμοβολής στον καθαρισμό πλοίων, δεξαμενών και γεφυρών. Η αμμοβολή είναι μια κατεργασία μιας μεταλλικής επιφάνειας η οποία βελτιώνει την ποιότητά της καθώς την απαλλάσσει από τυχόν σκουριές και άλλα ορατά αποθέματα.

Είναι προφανές ότι οι περιπτώσεις στις οποίες επιλέγεται να αμμοβοληθεί ένα μεταλλικό αντικείμενο είναι εκείνες κατά τις οποίες το αντικείμενο αυτό, κατά τη βιομηχανική του χρησιμοποίηση, προβλέπεται να υποστεί σημαντική επιφανειακή φθορά (π.χ. χημική ή μηχανική διάβρωση), είτε ως λειτουργικό τμήμα μιας μηχανής, είτε ως εκτεθειμένο τμήμα ενός δικτύου (π.χ σωληνώσεις). Από την άλλη πλευρά δεν κρίνεται συνήθως αναγκαίο να αμμοβολούνται εξαρτήματα από ειδικά μέταλλα και κράματα τα οποία από τη σύσταση και κατασκευή τους έχουν αυξημένη αντοχή στις επιφανειακές καταπονήσεις (π.χ ανοξείδωτος χάλυβας, χρωμιούχος χάλυβας, Hastelloy κ.λπ.). Ο καθαρισμός των μεταλλικών επιφανειών με άμμο γίνεται με τη βοήθεια δέσμης αέρα με συγκεκριμένη πίεση.

Το αποξεστικό υλικό θα είναι η χαλαζιακή άμμος η οποία θα είναι απαλλαγμένη από βρωμιές. Τα ελαιώδη και τα διαλυτά άλατα δεν πρέπει να υπερβαίνουν το 0,05%. Η

άμμος έχει συνήθως κόκκους διαμέτρου 0,1-1,5 mm και συσχετίζεται με την παραγωγή του εκάστοτε προφίλ της μεταλλικής επιφάνειας.



Φωτ. 13. Εργασίες αμμοβολής πλοίων.

Οι πιο σημαντικές εργολαβίες των συνεργείων αμμοβολής αφορούν σε σκελετούς πλοίων. (Φωτ. 13).

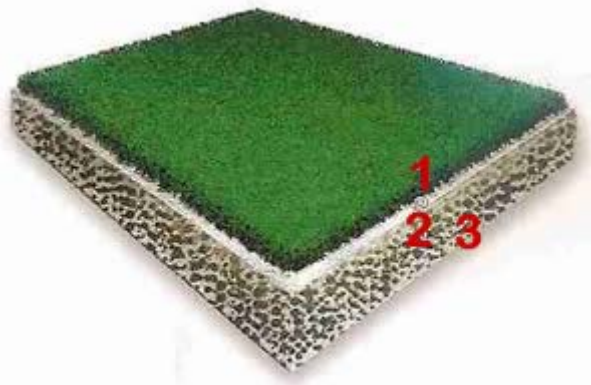
Στη μεταλλουργική βιομηχανία η άμμος χαλαζία είναι η πρώτη ύλη για παραγωγή του μετάλλου και της σιδηροσιλικόνης πυριτίου. Η σιδηροσιλικόνη είναι ένα σημαντικό συστατικό για το σίδηρο και το χάλυβα.

Μία άλλη χρήση της χαλαζιακής άμμου μας αποδεικνύει πως η παράλια άμμος μετατρέπεται σε ηλεκτρονικά chips στην κατασκευή Η/Υ. Το καθαρό πυρίτιο από το χαλαζία λαμβάνεται από την άμμο και μπαίνει σε έναν τεράστιο φούρνο σε 1500 °C. Στη συνέχεια ένας μικροσκοπικός κρύσταλλος χαλαζία βυθίζεται στο υγρό μίγμα. Κατόπιν περιστρέφεται αργά και αρκετά γρήγορα εξάγεται το υγρό πυρίτιο για να διαμορφώσει ένα μεγαλύτερο κρύσταλλο, καθώς τραβιέται από το λειωμένο μίγμα. Αυτό κάνει τον κώνο να διαμορφώσει τον κρύσταλλο του καθαρού πυριτίου. Έπειτα κόβεται στη βάση του σε σχήμα λεπτών δίσκων. Οι δίσκοι αυτοί είναι τα chips χρησιμοποιούνται στην κατασκευή υπολογιστών.

Η συντήρηση απολιθωμάτων που έφερε στο φως μια ανασκαφή είναι μια ποιοτική διαδικασία που αποβλέπει στη διατήρηση της μορφής και των υλικών του ευρήματος. Κατά τη συντήρηση γίνεται προσπάθεια τα σπασμένα τμήματα να τοποθετηθούν στην αρχική και φυσική τους θέση. Ο ρόλος της χαλαζιακής άμμου στη συντήρηση απολιθωμάτων είναι ο ρόλος της συγκολλητικής ουσίας, που ενώνει τα κατακερματισμένα απολιθώματα και χρησιμοποιώντας χρωστικές ουσίες γίνεται η διάκριση του τεχνητού τμήματος από το αυθεντικό. Τέλος, κάποια διάκενα γεμίζονται με ειδική σιλικόνη, υλικό που (όπως και η χαλαζιακή άμμος) έχει ως βάση της το πυρίτιο, που είναι το βασικό συστατικό των απολιθωμάτων και έτσι υπάρχει ομογενοποίηση στο απολίθωμα.

Η άμμος χαλαζία χρησιμοποιείται επίσης στις διάφορες αθλητικές εγκαταστάσεις. Μία εφαρμογή της είναι στο συνθετικό χλοοτάπητα, τεχνικό γρασίδι δηλαδή πληρούμενο με χαλαζιακή άμμο και κόκκους από ανακυκλωμένο καθαρό καουτσούκ. Ο συνθετικός χλοοτάπητας δημιουργήθηκε από τις ανάγκες να μειωθεί το κόστος των

γήπεδων με φυσικό γκαζόν. Έχει μικρότερα έξοδα λειτουργίας και συντήρησης και πολλαπλάσιες ώρες λειτουργίας από το φυσικό χόρτο. Τοποθετείται εύκολα και γρήγορα σε οποιαδήποτε λεία επιφάνεια ιδανικό για γήπεδα ποδοσφαίρου, μίνι ποδοσφαίρου, καθώς και για διαμορφώσεις χώρων αναψυχής και παιδικές χαρές. (Φωτ. 14).



Φωτ. 14. Σύνθετος χλοοτάπητας.

Επίσης, χρησιμοποιείται στην κατασκευή για το ακρυλικό υλικό αθλητικών δαπέδων εξωτερικών χώρων για γήπεδα μπάσκετ, βόλεϊ, πολλαπλών χρήσεων κ.ά. όπως στα γήπεδα γκολφ. (Φωτ. 15). Αυτό αποτελείται από ένα μίγμα ασφαλικού υλικού και χαλαζιακής άμμου συν τα απαραίτητα συνοδά υλικά.



Φωτ. 15. Δάπεδο γηπέδου μπάσκετ.

Ειδικά λοιπόν στην κατασκευαστική βιομηχανία η χαλαζιακή άμμος αποτελεί το βασικό συστατικό για μια μεγάλη γκάμα δομικών προϊόντων όπως κονιάματα, ειδικά τσιμέντα, δάπεδα, ασφαλικά μίγματα κ.λπ. με σκοπό να προσδώσει συμπαγή πυκνότητα και μεγάλη αντοχή σε κάμψη χωρίς να επηρεάσει τις χημικές ιδιότητες

του συνδετικού υλικού. Επιπλέον, προσδίδει προστασία από τη διάβρωση και αντοχή στις αντίξοες καιρικές συνθήκες.

Πολλές άλλες χρήσεις της άμμου χαλαζία είναι :

- ως υλικό πλήρωσης στην κατασκευή του ελαστικού,
- στην κατασκευή σμάλτων
- στην παραγωγή του φωσφορικού οξέος για τη βιομηχανία λιπάσματος
- στις διακοσμήσεις τοίχων και δαπέδων
- στην κεραμική υψηλής τεχνολογίας
- στην βιομηχανία οπτικών ινών
- σε κλιβάνους τσιμέντου
- στην παρασκευή υαλοπινάκων και φιαλών, θερμομονωτικού υαλοβάμβακα, υαλονήματος και βοριοπυριτικών σκευών μαγειρικής
- σε οπτικές εφαρμογές: Φραγμοί, φωτογραφικές διαφάνειες, χάντρες, υαλοβερνικώματα, πιάτα και φιάλες
- στα πυρίμαχα σκεύη
- τα πυρίμαχα τούβλα αποτελούνται συχνά από άμμο χαλαζία λόγω της υψηλής αντίστασης θερμότητάς του
- στα ενυδρεία

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

3.1 ΠΑΡΑΓΩΓΗ - ΑΜΜΩΡΥΧΕΙΑ

Χαλαζιακή άμμος εξορύσσεται από ορυχεία επιφάνειας που λέγονται αμμωρυχεία. (Φωτ. 16).



Φωτ. 16. Αμμωρυχείο.

Στην Ελλάδα, ενώ υπάρχουν πολλές περιοχές με στρώματα χαλαζιακής άμμου καλής ποιότητας, δεν αξιοποιούνται, αλλά εισάγεται από το εξωτερικό.

Χαλαζιακές άμμοι χερσαίας ή ποτάμιας προέλευσης για οικοδομική χρήση, του Νεογενούς και Τεταρτογενούς, υπάρχουν άφθονες σε πολλές περιοχές της χώρας. Πολλές εταιρίες απόληψης και επεξεργασίας άμμου είναι εγκαταστημένες σε παρόχθιες περιοχές μεγάλων και μικρών ποταμών της χώρας. Έρευνες του ΙΓΜΕ (Περιφερειακή Μονάδα Δυτ. Μακεδονίας) έχουν διαπιστώσει την παρουσία 1,2 εκατ. τόνων χαλαζιακής άμμου στο Σκαλοχώρι Βοΐου Κοζάνης, καθώς και 400.000 τόνων χαλαζιακών κροκάλων στην περιοχή Μελίτης-Αχλάδας Φλώρινας.

Οι αποθέσεις χαλαζιακών κροκάλων και άμμων στη μολασική λεκάνη των Γρεβενών είναι τεράστιες. Όλα τα έργα για τους Ολυμπιακούς Αγώνες του 2004 στην Αθήνα έγιναν με άμμο του ποταμού Αξιού που θεωρείται ποιοτικά η καλύτερη χαλαζιακή άμμος της Ελλάδος. Η εταιρία Thrakon πραγματοποιεί απόληψη χαλαζιακής άμμου από τον ποταμό Άρδα που χρησιμοποιείται στην παραγωγή των μονωτικών λίθων Ytong. (Φωτ. 17, 18).



Φωτ. 17, 18. Ο ποταμός Αρδας πηγάζει από την Βουλγαρία και εκβάλλει στον ποταμό Έβρο, στην περιοχή του χωριού Καστανιές

Χαλαζιακή άμμος χερσαίας ή ποτάμιας προέλευσης υψηλών προδιαγραφών δεν έχει βρεθεί μέχρι σήμερα στην Ελλάδα. Ακόμη και οι σχετικά άφθονοι ψαμμίτες της κρίνονται ανώριμοι και φτωχοί σε περιεχόμενο χαλαζία, γιατί δεν έχουν ολοκληρώσει, κατά κανόνα, ένα κύκλο ιζηματογένεσης

Η άμμος που χρησιμοποιείται στις βιομηχανικές εφαρμογές εξορύσσεται από τις αποθέσεις άμμου και ψαμμίτη πυριτίου σε 35 κράτη. Περίπου 75% άμμου που προέρχεται από αμμόλοφους και ενστρώσεις λιμνών είναι ψαμμίτης. Η άμμος πυριτίου αποτελείται σχεδόν αποκλειστικά από τους κόκκους του χαλαζία και η σύσταση του σε SiO_2 είναι 95-99%.

Οι Ηνωμένες Πολιτείες είναι 100% εξαρτώμενες από εισαγόμενα lascas για την παραγωγή κρυστάλλων χαλαζία. Οι σημαντικότερες πηγές για τα lascas είναι Καναδάς, Βραζιλία, Γερμανία και Μαδαγασκάρη. Η Κίνα, η Νότια Αφρική και η Βενεζουέλα είναι άλλοι αναφερόμενοι παραγωγοί των lascas χαλαζία

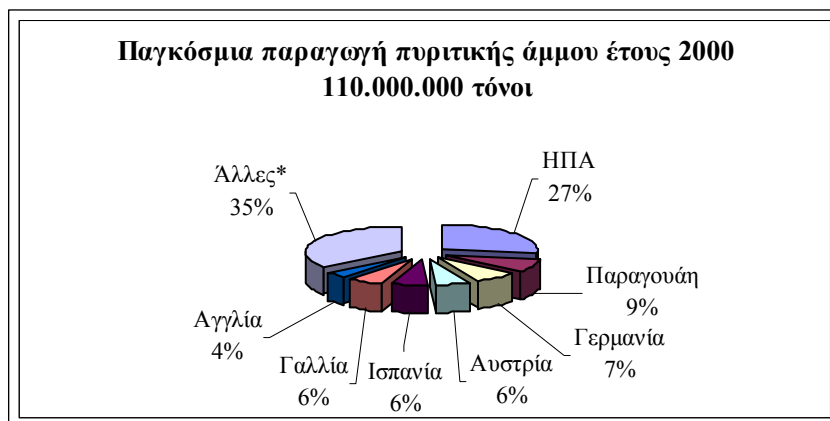
Η πυριτία (SiO_2) και οι ενώσεις της παράγονται και καταναλώνονται στις περισσότερες χώρες του κόσμου. (Φωτ. 19). Η ετήσια παραγωγή υψηλής μέχρι μέσης ποιότητας πυριτίας είναι περίπου 120-150 εκατ. τόνοι, από τους οποίους περισσότερο του ενός τετάρτου προέρχεται από τις ΗΠΑ. Προϊόντα συνθετικής πυριτίας παράγονται στις περισσότερο προηγμένες οικονομίες και καταναλώνονται στη βιομηχανία. Στην παραγωγή του μετάλλου πυριτίου κυριαρχεί η Κίνα με 45%.



Φωτ. 19. Διάφορες κοκκομετρίες πυριτικής άμμου

Παγκόσμια παραγωγή πυριτικής άμμου έτους 2000 110.000.000 τόνοι

Η άμμος και τα σκύρα του χαλαζία πρέπει να ικανοποιούν ορισμένα χαρακτηριστικά όπως κατανομή και σχήμα των κόκκων, αντοχή απόξεσης και ποσοστό ξένων προσμίξεων (ιλύς και άργιλος) πριν τη χρήση τους σε ποικίλες κατασκευές. Η πυριτιά είναι σχετικά φτηνή, σκληρή, αδρανής, με κογχοειδή θραυσμό και παρουσιάζει χαμηλή ελαιοαπορροφητικότητα και ικανότητα κονιοποίησης.



*περιλαμβάνονται η Ιταλία, Ιαπωνία, Βραζιλία, Αυστραλία, Βέλγιο, Ν. Αφρική (Harben 2002).

Ενώ η παρουσία της ακατέργαστης ύλης είναι σημαντική, οι περισσότερες μονάδες επεξεργασίας ελαφρών αδρανών απαιτούν να βρίσκονται κοντά σε μονάδες παρασκευής σκυροδεμάτων και ασφαλικών για να είναι οικονομικά βιώσιμες.

Στη χώρα μας η παραγωγή σκληρών αδρανών, π.χ. από πυριγενή (πλουτωνικά ή ηφαιστειακά) ή μεταμορφωμένα πετρώματα, είναι πολύ περιορισμένη, εξαιτίας του κόστους επεξεργασίας, αλλά και της περιορισμένης ζήτησης. Έτσι, σχεδόν όλα τα αδρανή υλικά είναι ανθρακικής προέλευσης που ικανοποιούν τις περισσότερες προδιαγραφές, αλλά υστερούν στη φθορά από τριβή και στη δυνατότητα κατασκευής αντιολισθηρών οδοστρωμάτων.

Τα αποθέματα των πετρωμάτων που είναι κατάλληλα για την παραγωγή αδρανών υλικών στην Ελλάδα, είναι απεριόριστα. Η ετήσια παραγωγή του συνόλου των αδρανών (ανθρακικά και χαλαζιακά σκύρα και άμμος) υπερβαίνει τα 70 εκατομ. τόνους. Η ακαθάριστη αξία αυτών ξεπερνά τα 300 εκατομ. ευρώ, με μέση ετήσια αύξηση τα τελευταία χρόνια 6%.

Στην Ελλάδα ο αριθμός των λειτουργούντων λατομείων σκύρων και άμμου το 2001 ήταν 311, με συνολικό αριθμό εργαζόμενων 2894 άτομα (Ε.Σ.Υ.Ε. 2005). Η ποσοστιαία συμμετοχή αυτού του κλάδου στην εξορυκτική δραστηριότητα ήταν 42% με βάση τον αριθμό των παραγωγικών μονάδων και 20% με βάση το συνολικό αριθμό των απασχολούμενων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

4.1 ΧΑΛΑΖΙΑΚΗ ΑΜΜΟΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ

Η συμβολή της χαλαζιακής άμμου στη βιομηχανία είναι πολύ σημαντική. Είναι ένα φυσικό υλικό που δεν θεωρείται σπάνιο ούτε ρυπογόνο. Η παραγωγή όμως πολλών από τα προϊόντα στα οποία συμμετέχει καθώς και οι διαδικασίες εξόρυξής της προκαλούν επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Η παραγωγή κεραμικών τούβλων, είναι μία διαδικασία που απορροφά αρκετή ενέργεια αφού χρειάζεται το υλικό να θερμανθεί στους 1000-1500°C για αρκετές ώρες. Η παραγωγή των τούβλων απαιτεί ενέργεια της τάξης των 2MJ/Kg εκ των οποίων το κύριο μέρος καταναλώνεται στην όπτηση των υλικών. Το περιβαλλοντικό κόστος της κατασκευής δεν είναι ανώδυνο, γιατί με την όπτηση απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα οργανικά υπολείμματα και θεικές ενώσεις που περιέχονται στην άργιλο, όπως το διοξείδιο του θείου και το διοξείδιο του άνθρακα.

Το περιβαλλοντικό πρόβλημα του γυαλιού είναι η υψηλή κατανάλωση ενέργειας που απαιτείται για την παραγωγή του, καθώς επίσης και η μεγάλη ενέργεια που συνήθως απαιτείται για τη μεταφορά του. Έχει υπολογιστεί ότι για ένα τόνο γυαλί παράγεται περίπου ένας τόνος CO₂ ενώ παράγεται ένας επιπλέον τόνος CO₂ για τη μεταφορά του, εξαιτίας του ότι ο τόπος παραγωγής του βρίσκεται συνήθως μακριά από τον τόπο χρήσης του.

Η οικολογική επιβάρυνση που προκύπτει κατά τη χρήση των λίθων είναι η μεγάλη ενεργειακή απαίτηση της μεταφορά τους, καθώς επίσης και η υποβάθμιση του τοπίου στον τόπο εξόρυξής τους. Η εντατική εκμετάλλευση ενός τοπίου για εξόρυξη λίθων, αφήνει συνήθως ένα τοπίο γυμνό, με δυνατότητα όμως αποκατάστασης.

Το τσιμέντο είναι το κύριο υλικό για την παρασκευή σκυροδέματος. Τα αδρανή υλικά για να παραχθεί το τσιμέντο αναμειγνύονται σε κλιβάνους που θερμαίνονται μέχρι 1500°C. Απαιτούνται 1200 – 1500 Kg αδρανή για να παραχθεί ένας τόνος τσιμέντου και 6 εκατομμύρια Btu ενέργεια (5-6 MJ/Kg) ανάλογα με τη μέθοδο και το καύσιμο που χρησιμοποιείται.

Επειδή γενικά οι εγκαταστάσεις παραγωγής είναι μακριά από τα αστικά κέντρα, η μεταφορά του σκυροδέματος απαιτεί και αυτή μεγάλη κατανάλωση ενέργειας. Έχει υπολογιστεί ότι σχεδόν 50.000.000 τόνοι από σκυρόδεμα απορρίπτονται στις χωματερές κάθε χρόνο στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Ελάχιστο από το σκυρόδεμα αυτό επαναχρησιμοποιείται ή ανακυκλώνεται.

Το κόστος αυτών των αποβλήτων είναι τεράστιο και για το λόγο αυτό υπάρχουν σε εξέλιξη έρευνες για την προσπάθεια επαναχρησιμοποίησης του σκυροδέματος. Μέχρι σήμερα έχει αποδειχθεί εργαστηριακά (χωρίς να εφαρμοστεί στη βιομηχανία) ότι είναι δυνατός ο διαχωρισμός του οπλισμού από το σκυρόδεμα, αλλά είναι μία οικονομικά ασύμφορη διαδικασία. Για το λόγο αυτό τα ανακυκλωμένα σκυροδέματα χρησιμοποιούνται συνήθως σαν αδρανή για εξυγίανση οδοστρωμάτων, εδαφών κ.ά.

Έτσι λοιπόν συμπεραίνεται πόσο σημαντική είναι η διαδικασία της ανακύκλωσης πολλών βιομηχανικών υλικών και πόσο απαραίτητος είναι ο σεβασμός και η προστασία της φύσης και του περιβάλλοντος που μας προσφέρει τις πρώτες ύλες για την ικανοποίηση των αναγκών μας στη σύγχρονη κοινωνία.

- A. J. Moss. (1966). Origin, shaping and significance of quartz sand grains. Department of Geology, Australian National University, Canberra, A.C 13:1, 97 - 136p.
- Moss, A. J. and Green, Patricia (1975) Sand and silt grains: Predetermination of their formation and properties by Micro fractures in quartz', Australian Journal of Earth Sciences, 22:4, 485 - 495p.
- Keith A. W. Crook (1968). Weathering and roundness of quartz sand grains. Geology Department, Australian National University, Canberra, A. C.T. (Australia).
- United States Geological Survey. (2004). Sand and Gravel (Industrial). Mineral Commodity Summaries. Washington, DC.
- L. L. Babcock. (2003). The Sand Seas of Earth. USGS.
- Dolley, Thom L. L. Babcock as P. (2002). "Silica." U.S. Geological Survey Minerals Yearbook. Washington, DC: U.S. Geological Survey.
- R. W. Douglas. (1972). A history of glassmaking, G T Foulis & Co Ltd, Henley-on-Thames.
- Fairbridge, R. W., ed., (1968), "The Encyclopedia of Geomorphology": Reinhold Book Corporation, NYC, 1295 p.
- Κορωνάιος Αιμ.Γ. και Φοίβος Σαργέντης. (2005). Δομικά υλικά και οικολογία. Ε.Μ.Π. 56 - 63σ.
- Τσιραμπίδης Α.(2005). Ο ορυκτός πλούτος της Ελλάδος. Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη, 391σ.
- Τσιραμπίδης Α.(2008). Ιζηματογενή πετρώματα. Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη, 317σ
- Τσιραμπίδης Α.(1993). Πετρολογία Ιζηματογενών Πετρωμάτων. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσ/νίκης, 236σ.
- <http://www.quartzpage.de/>
- <http://www.cdc.gov/niosh/02-129TAB1.html>
- <http://www.referenceforbusiness.com/industries/index.html>
- <http://www.encyclopedia.jrank.org/MiC.MOL/MINERAL.html>
- <http://www.renrockclub.com/allaboutrocks.html>
- <http://www.minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/>
- <http://www.riccisand.com/>
- <http://www.minerals.er.usgs.gov/minerals>
- <http://www.wikipedia.org/wiki/Glass-production>
- <http://www.glassproperties.com/melting/>
- <http://www.glassonline.com/infosew/history.html>
- <http://www.hydrapools.com.gr/>
- <http://www.drop.gr/?q=node/83>
- <http://el.wikipedia.org/wiki/>



