

ΔΙΗΘΗΣΗ

Από:

Κατερινόπουλο, Α. & Σταματάκη, Μ. 1995. Εφαρμοσμένη Ορυκτολογία – Πετρολογία. Τα Βιομηχανικά Ορυκτά και Πετρώματα και οι Χρήσεις τους. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας, 311 σ.

Διήθηση

- ❖ **Διήθηση** είναι η διαδικασία, κατά την οποία το αδιάλυτο στερεό συστατικό ενός μείγματος στερεού - υγρού, χωρίζεται από το υγρό συστατικό.
- ❖ **Τροφοδοσία** ονομάζεται το αιώρημα στερεού - υγρού, **διηθούμενο** ονομάζεται το υγρό που περνά μέσα από το φίλτρο, **μέσο διήθησης** ονομάζεται το φίλτρο και **πλακούντας** (ή υμένιο διηθήσεως) καλούνται τα στερεά που προσκολλώνται στο φίλτρο.

Ιδιότητες μέσου διήθησης

- ❖ Οι ιδιότητες που πρέπει να έχει ένα υλικό για να χρησιμοποιηθεί σαν μέσο διήθησης είναι:
 - ✓ Να υποβοηθά την δημιουργία λεπτού πλακούντα, να τον συγκρατεί και να διευκολύνει την απομάκρυνσή του μετά την χρήση.
 - ✓ Να προβάλλει μικρή αντίσταση στη ροή.
 - ✓ Να είναι ανθεκτικό για να συγκρατεί τον πλακούντα.
 - ✓ Να μην είναι ιδιαίτερα ακριβό και
 - ✓ Να είναι μη τοξικό και χημικά συμβατό με το υλικό που θα διηθηθεί.

Μέσα διήθησης

- ❖ Τα μέσα διήθησης χωρίζονται σε εύκαμπτα και δύσκαμπτα.
- ❖ Υλικά που χρησιμοποιούνται σαν μέσα διήθησης είναι:
 - Αμμος,
 - χαλίκι,
 - ξυλάνθρακας,
 - γη διατομών,
 - πορώδης άνθρακας,
 - πορσελάνη,
 - τηγμένη αλουμίνα,
 - διάτρητες μεταλλικές πλάκες.

Βοηθητικά διηθήσεως

- ❖ Τα βοηθητικά διηθήσεως χρησιμοποιούνται για να μη φράζει το μέσο γρήγορα και να επιμηκύνεται ο χρόνος χρήσεως του φίλτρου πριν χρειαστεί καθαρίσμα. Αυτά είναι υλικά τα οποία τοποθετούνται πάνω στο μέσο διήθησης και τα οποία μαζί με τις ουσίες που κατακρατούνται δημιουργούν τον πλακούντα, που υποβοηθά τη διήθηση.
- ❖ Υλικά που χρησιμοποιούνται για αυτό το σκοπό είναι: Γη διατομών, περλίτης, άργιλοι, χαρτοπολτός, κάρβουνο κτλ.

Βοηθητικά διηθήσεως

- ❖ Στα υλικά, τα οποία χρησιμοποιούνται ως βοηθητικά διηθήσεως ελέγχουμε:
 - ✓ Τις φυσικοχημικές ιδιότητες.
 - ✓ Το πορώδες.
 - ✓ Το κόστος.
 - ✓ Να μην επιτρέπουν τη διέλευση από το φίλτρο των στερεών.

Ροή διηθούμενου υγρού

- ❖ Η ροή του διηθούμενου υγρού μπορεί να προκληθεί:
 - Λόγω της βαρύτητας.
 - Λόγω φυγοκέντρου δυνάμεως.
 - Λόγω πίεσης μεγαλύτερης της ατμοσφαιρικής πριν το φίλτρο.
 - Λόγω δημιουργίας κενού αέρος μετά το φίλτρο.

Εφαρμογές διηθήσεως

- ❖ Οι εφαρμογές της διηθήσεως στη βιομηχανία τροφίμων μπορούν να διακριθούν σε τρεις περιπτώσεις:
 - Το αιώρημα περιέχει σημαντικό ποσοστό αδιάλυτων στερεών και διαχωρίζεται σε στερεά και υγρά συστατικά.
 - Απομάκρυνση μικρών ποσοτήτων αδιάλυτου στερεού από ένα χρήσιμο υγρό.
 - Απομάκρυνση πάρα πολύ λεπτών τεμαχιδίων (μικρότερα από 1μm).

Φίλτρα πίεσης

- ❖ Στα φίλτρα πίεσεως ασκείται πίεση μεγαλύτερη της ατμοσφαιρικής πριν το φίλτρο, για να προκληθεί η ροή του διηθούμενου υγρού δια μέσου του συστήματος.
- ❖ Κατά τη διάρκεια της διηθήσεως είναι δυνατόν να ασκείται σταθερή πίεση, ή μπορεί να γίνεται σταδιακή αύξηση της πίεσεως, ώστε να πετύχουμε ένα σταθερό ρυθμό ροής του διηθούμενου υγρού.

Διάγνωση υγρών

- ❖ Διάφορα υγρά προϊόντα όπως μύρα, κρασί, ξύδι, χυμοί, λάδια κ.α. περιέχουν στερεά σώματα τα οποία έχουν μια κολλοειδή και γλοιώδη υφή.
- ❖ Για να αποκτήσουν τα προϊόντα αυτά διαύγεια, πρέπει να αφαιρεθούν τα στερεά.
- ❖ Αυτή η **διαύγηση** μπορεί να γίνει με φίλτρα κάθετων ή οριζόντιων πλακών, σωληνοειδή φίλτρα ή φίλτρα πίεσης.

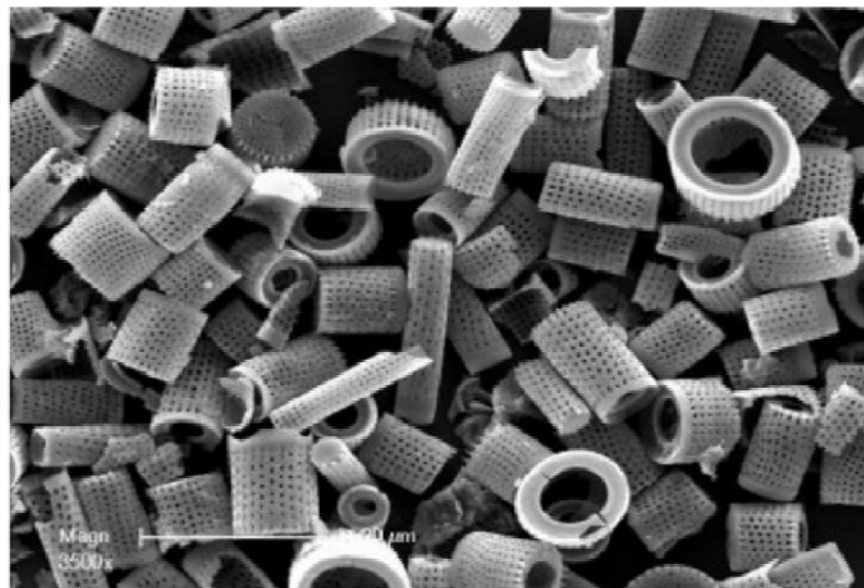
Διάγνωση υγρών

- ❖ Τα ίδια φίλτρα χρησιμοποιούνται και για την απομάκρυνση των μικροοργανισμών.
- ❖ Για τον σκοπό αυτό παράλληλα με τη χρήση φίλτρων και βοηθητικών διηθήσεως γίνεται και αύξηση της θερμοκρασίας.
- ❖ Η ταχύτητα φιλτραρίσματος είναι το ποσοστό του αιωρήματος το οποίο διέρχεται από τη μονάδα του επιφανείας του φίλτρου στη μονάδα του χρόνου.
- ❖ Ο υπολογισμός γίνεται με εμπειρικούς υπολογισμούς και όχι με θεωρητικούς.

*Τα βιομηχανικά ορυκτά ως βοηθητικά
διήθησης*

Διατομίτες

- ❖ Είναι ανοιχτόχρωμο, εύθρυπτο, ιζηματογενές πέτρωμα.
- ❖ Σχηματίζεται από τα πυριτικής συστάσεως κελύφη μικροσκοπικών υδρόβιων φυτών, των διατομών.
- ❖ Τα διάτομα είναι μονοκύτταροι οργανισμοί που περικλείονται από ένα κέλυφος από άμορφο SiO_2 (οπάλιος-α).
- ❖ Υπάρχουν σε αφθονία σε όλα τα υδάτινα περιβάλλοντα, διαφέρουν δε από τα άλλα φύκη από την απουσία κυτταρίνης και την ικανότητα να απορροφούν SiO_2 από το νερό.



<http://www.mtsylviadiatomite.com.au/diatomite-products/>



από: McLean et al., 2005

Διατομίτες

- ❖ Μετά το θάνατο των διατομών τα κελύφη καθιζάνουν στον πυθμένα και εφόσον οι συνθήκες είναι ευνοϊκές θα συσσωρευτούν κατά δισεκατομμύρια.
- ❖ Σπάνια υπάρχουν καθαροί διατομίτες. Συνήθως υπάρχει ανάμειξη των διατομιτών με άλλα ιζηματογενή υλικά.
- ❖ Οι διατομίτες έχουν χρώμα κίτρινο έως καφέ ή συχνά λευκό. Είναι μαλακά, λεπτοκοκκώδη πετρώματα και με το μικροσκόπιο ή και με μεγεθυντικό φακό διακρίνονται κελύφη διατομών. Τα κελύφη είναι χαλαρά συνδεδεμένα και έτσι οι διατομίτες έχουν υψηλό πορώδες (75%).

Διατομίτες

- ❖ Στη περίπτωση που ο διατομίτης πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για φιλτράρισμα ακολουθείται η εξής διαδικασία:
 - Μετά τη θραύση του πετρώματος γίνεται ξήρανση, κονιοποίηση και ενεργοποίηση (θέρμανση σε 800-1000 °C).
 - Κατά τη θέρμανση επιτυγχάνεται καλύτερη τοποθέτηση των τεμαχιδίων, τα οποία συμπαγοποιούνται, και σκληραίνουν ώστε να αποκτήσουν τις απαιτούμενες ιδιότητες.
 - Στη συνέχεια γίνεται απομάκρυνση των ανεπιθύμητων συστατικών και διαχωρίζεται σε ποιότητες.
 - Ακολουθεί ενσάκκιση σε αεροστεγείς σάκους και προώθηση του προϊόντος στο εμπόριο.

Διατομίτες

- ❖ Οι διατομίτες που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία (πριν την κατεργασία) έχουν την εξής περίπου χημική σύσταση (% κ.β.):

SiO ₂	85 - 92
Al ₂ O ₃ :	4 - 10
Fe ₂ O ₃	0.8 - 2
MgO	0.2 - 1.5
Οργανικά υλικά	0 - 3
K ₂ O+Na ₂ O	0.1 - 2
CaO	0.1 - 2
Απώλεια πυρώσεως	5 - 8

Διαδικασία τοποθέτησης διατομίτη

Ο λεπτομερώς κονιοποιημένος διατομίτης εισάγεται στο σύστημα φίλτρων σε δύο στάδια.

1^ο Στάδιο

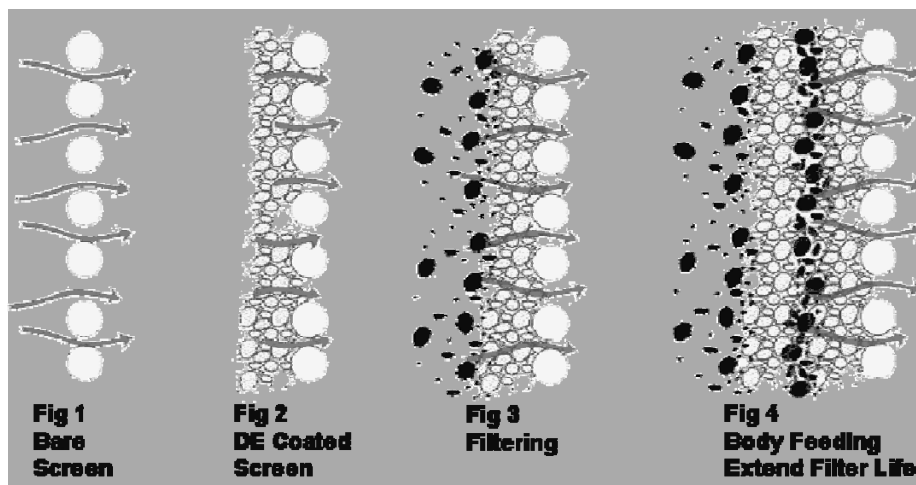
- ❖ Αρχικά περνά μέσα από το φίλτρο καθαρό υγρό, που περιέχει ελάχιστη ποσότητα από σκόνη διατομίτη μέχρις ότου απλωθεί στο πλέγμα του φίλτρου μια πρώτη επίστρωση.
- ❖ Μια τέτοια επίστρωση έχει πάχος 0.14 ως 0.16 cm προσφέροντας περίπου τετρακόσιες χιλιάδες τριχοειδείς οπές ανά cm² επιφάνειας.

Διαδικασία τοποθέτησης διατομίτη

2^ο Στάδιο

- ❖ Σταδιακή προσθήκη στο υγρό μικρών ποσοτήτων από την ίδια σκόνη πριν το φιλτράρισμα.
- ❖ Καθώς το ακάθαρτο υγρό φτάνει στο φίλτρο, η σκόνη διατομίτη και οι ακαθαρσίες κολλούν πάνω του δημιουργώντας τον πλακούντα.
- ❖ Η συνεχής προσθήκη μικρών ποσοτήτων σκόνης διατομίτη στο υγρό, επιτρέπει τη συνεχή ανάπτυξη του πλακούντα, που προσφέρει νέα καθαρή επιφάνεια φιλτραρίσματος.
- ❖ Τα βοηθητικά διηθήσεως από σκόνη διατομίτη είναι ιδιαίτερα χρήσιμα στον καθαρισμό λιπαρών υγρών, ή υγρών που περιέχουν κολλοειδή σωματίδια.

Φίλτρα διατομίτη



Από: <http://www.tri-stateequipment.com/defilters.html>

Περιπτώσεις χρήσης διατομίτη

- ❖ Μεταξύ των υγρών που καθαρίζονται με την παραπάνω διαδικασία συμπεριλαμβάνεται το νερό, η γλυκόζη, τα αναψυκτικά, το κρασί, η μύρα, τα λάδια, τα αντιβιοτικά, τα ορυκτέλαια και οι οργανικοί διαλύτες
- ❖ Η διήθηση με τα φίλτρα αυτά γίνεται στο τελευταίο στάδιο της παραγωγής πριν την τυποποίηση.
- ❖ Οι διατομίτες που χρησιμοποιούνται σαν βοηθητικά διηθήσεως στην ελληνική βιομηχανία εισάγονται από τις Η.Π.Α. τη Γαλλία και την Ισπανία.
- ❖ Τα ελληνικά κοιτάσματα λόγω της χαμηλής καθαρότητας τους δεν προβλέπεται να αξιοποιηθούν στο εγγύς μέλλον

Περλίτης

- ❖ Ο όρος **περλίτης** αναφέρεται σε δύο υλικά ένα φυσικό και ένα τεχνητό.
- ❖ Το φυσικό υλικό είναι ρυολιθικής συστάσεως ηφαιστειακή ύελος που περιέχει 2-6% νερό.
- ❖ Η ύελος αυτή αποτελείται από συγκεντρικές σφαιροειδείς δομές που χαρακτηρίζονται ως **περλιτική υφή** και είναι αποτέλεσμα της συστολής κατά την απότομη ψύξη.
- ❖ Το τεχνητό υλικό είναι ένα ελαφρύ λευκό στερεό που παράγεται από το ομόνυμο πέτρωμα, το οποίο έχει διογκωθεί μετά από θέρμανση.

Περλίτης

- ❖ Η ιδιότητα του περλίτη να διογκώνεται όταν θερμαίνεται, οφείλεται στη παρουσία του συνδεδεμένου νερού, το οποίο κατά τη θέρμανση εξαερώνεται και διαφεύγει δημιουργώντας φυσαλίδες κενού.
- ❖ Η αύξηση αυτή μπορεί να φτάσει και το **εικοσαπλάσιο** του αρχικού όγκου.
- ❖ Η θερμοκρασία κάτω από την οποία ο περλίτης μπορεί να διογκωθεί δεν εξαρτάται μόνο από το περιεχόμενο νερό αλλά και από τη χημική του σύσταση.
- ❖ Η θερμοκρασία αυτή κυμαίνεται από 760 -1200 °C και ο απαιτούμενος χρόνος από κλάσματα του δευτερολέπτου έως αρκετά δευτερόλεπτα.

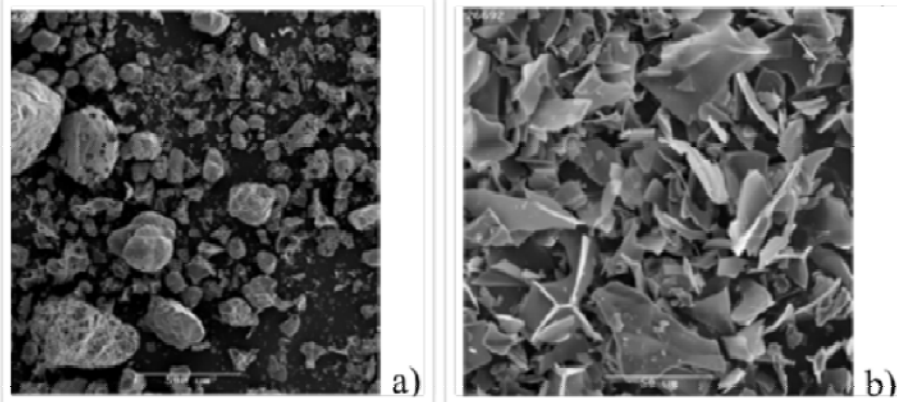


Fig. 2 Secondary SEM images of (a) coarse and (b) fine perlite.

από: Vance et al., 2009

Περλίτης

- ❖ Σήμερα πιστεύεται ότι ο περλίτης σχηματίστηκε από δευτερογενή ενυδάτωση του οψιδιανού.
- ❖ Η σύσταση του περλίτη και ιδιαίτερα το ποσοστό MgO ή CaO θεωρείται ότι επηρεάζει το βαθμό ενυδατώσεως του οψιδιανού.
- ❖ Ο περλίτης σχηματίζεται κατά τα εξής στάδια:
 - ❖ Έκχυση της όξινης λάβας → κατακερματισμός και αποσάθρωση → είσοδος νερού υπό μορφή ατμών → εξαλλοίωση σε περλίτη → μεταγενέστερη εξαλλοίωση ενός μέρους του περλίτη σε άργιλο.

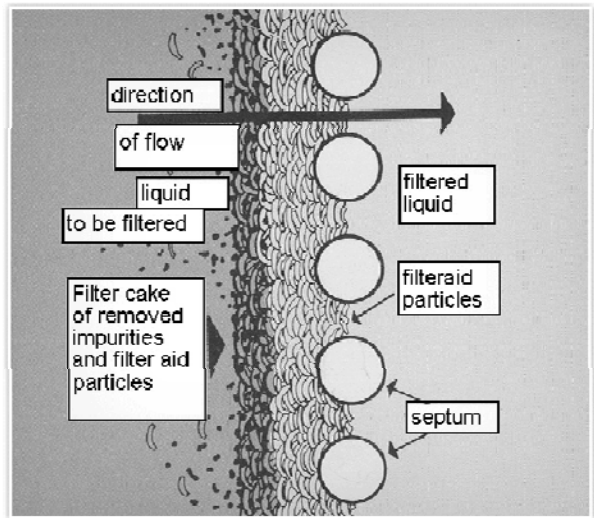
Περλίτης

- ❖ Κοιτάσματα περλίτη βρίσκονται μόνο σε περιοχές με τριτογενή ή νεότερη ηφαιστειακή δραστηριότητα ρυολιθικής σύστασης.
- ❖ Οι Η.Π.Α. βρίσκονται στην κορυφή της παραγωγής και της κατανάλωσης περλίτη με ποσοστό 40%. Ακολουθεί η Κοινοπολιτεία Ανεξαρτήτων Κρατών με 24% και η Ελλάδα με 9%.
- ❖ Στην Ελλάδα κοιτάσματα υπάρχουν στα νησιά Μήλο, Κω και Λέσβο.
- ❖ Ο περλίτης χρησιμοποιείται στην δημιουργία του πλακούντα διήθησης για το διαχωρισμό αιωρούμενων στερεών από υγρά.





Φίλτρα περλίτη για ζυθοποιία



Από: <http://www.perlite.dk/dansk/beer.htm>

Μοντμοριλονίτης

- ❖ Ένα από τα σημαντικότερα ορυκτά που χρησιμοποιούνται σαν φίλτρα στη βιομηχανία είναι ο **μοντμοριλονίτης**.
- ❖ Πρόκειται για ένα αργιλικό ορυκτό με ξεχωριστές ιδιότητες.
- ❖ Δομικά αποτελείται από μονάδες που σχηματίζονται από δυο στρώματα από τετραέδρα πυριτίου.
- ❖ Όλες οι κορυφές των τετραέδρων στρέφονται προς το κέντρο της μονάδας.
- ❖ Ενδιάμεσα τοποθετείται ένα στρώμα οκταέδρων αργιλίου.

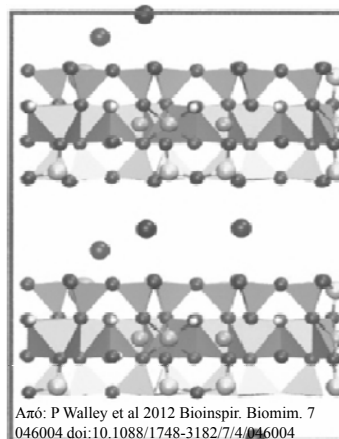


Figure 1 from Self-assembly of montmorillonite platelets during drying
P Walley et al 2012 Bioinspir. Biomim. 7 046004 doi:10.1088/1748-3182/7/4/046004

Μοντμοριλονίτης

- ❖ Τα τετραεδρικά και τα οκταεδρικά στρώματα συνδυάζονται κατά τρόπο ώστε οι κορυφές των τετραέδρων και ένα από τα επίπεδα των OH του οκταεδρικού στρώματος να βρίσκονται σε ένα επίπεδο.
- ❖ Οι δομικές αυτές μονάδες είναι συνεχείς κατά τους άξονες a και b και τοποθετούνται η μια πάνω στην άλλη κατά τον άξονα c.
- ❖ Κυριότερο χαρακτηριστικό της δομής του: το νερό και άλλα δίπολα μόρια μπορούν να εισχωρήσουν μεταξύ των δομικών μονάδων και να προκαλέσουν την επέκταση του πλέγματος κατά τη διεύθυνση του άξονα c.
- ❖ Έτσι ο μοντμοριλονίτης λειτουργεί σαν φυσικό σφουγγάρι που απορροφά νερό, οργανικά μόρια κτλ.

Figure 1 from Self-assembly of montmorillonite platelets during drying
P Walley et al 2012 Bioinspir. Biomim. 7 046004 doi:10.1088/1748-3182/7/4/046004

Μοντμοριλονιτης

- ❖ Επίσης διάφορα ιόντα μπορούν εύκολα να τοποθετηθούν σε δομικές θέσεις μεταξύ των στρωμάτων εκτοπίζοντας αυτά που τις είχαν καταλάβει (ανταλλαγή ιόντων).
- ❖ Οι βιομηχανίες στην προσπάθεια τους να αυξήσουν τις φυσικές αυτές ιδιότητες του μοντμοριλονίτη επιτυγχάνουν την ενεργοποίηση των μορίων του με αντικατάσταση του Ca^{2+} που περιέχει, με ιόντα Na^+ .

Figure 1 from Self-assembly of montmorillonite platelets during drying
P Walley et al 2012 Bioinspir. Biomim. 7 046004 doi:10.1088/1748-3182/7/4/046004

Μοντμοριλονιτης

- ❖ Χρησιμοποιείται σαν φίλτρο με βάση τις χημικές του ιδιότητες.
- ❖ Βιομηχανικά παρασκευάσματα με κύριο συστατικό το μοντμοριλονίτη χρησιμοποιούνται για να βελτιώσουν το χρώμα, τη γεύση και την σταθερότητα των τροφών και των ποτών.
- ❖ Επίσης για να απομακρύνουν το χρώμα και τις ρητίνες από ύλες όπως τα κατάλοιπα από βρώσιμα έλαια ώστε να χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή σαπουνιών και κεριών.
- ❖ Αν και η Ελλάδα αποτελεί μία από τις κυριότερες παραγωγούς χώρες μπεντονίτη στον κόσμο, οι ελληνικές βιομηχανίες εισάγουν τα υλικά αυτά από την Αμερική, Γερμανία, Ιταλία, Γαλλία και Ισπανία.

Υλικά φιλτραρίσματος νερού

Figure 1 from Self-assembly of montmorillonite platelets during drying
P Walley et al 2012 Bioinspir. Biomim. 7 046004 doi:10.1088/1748-3182/7/4/046004

Άμμος

- ❖ Το κυριότερο υλικό για τον καθαρισμό του νερού είναι η **άμμος**.
- ❖ Απαραίτητες προϋποθέσεις είναι ομοιομορφία στο μέγεθος των κόκκων και απουσία υλικών που μπορεί να αποπλυθούν ή να αντιδράσουν με το νερό.
- ❖ Όσο μικρότερο το μέγεθος των κόκκων, τόσο μεγαλύτερη είναι η καθαρότητα του νερού που φιλτράρεται.
- ❖ Για παράδειγμα, για θολό νερό και γρήγορο φιλτράρισμα χρησιμοποιούμε μέγεθος κόκκων 1 - 2 mm. Για θολό νερό και αργό φιλτράρισμα χρησιμοποιούμε μέγεθος 0.2 - 1 mm.
- ❖ Κόστος, αντοχή και διαθεσιμότητα είναι κύριοι παράγοντες για την επιλογή της άμμου.

Αργίλοι

- ❖ Για τον καθαρισμό του πόσιμου νερού χρησιμοποιούνται και άργιλοι μεγέθους κολλοειδούς σωματιδίου.
- ❖ Μείγμα μοντμοριλονίτη και ατταπουλγίτη διαλύονται σε νερό και το διάλυμα κροκιδώνεται με χρήση καταλυτών, ώστε να καθιζήσει και να χρησιμοποιηθεί σαν φίλτρο.
- ❖ Η αποσκλήρυνση του νερού γίνεται με χρήση αργίλων με μεγάλη ιοντοανταλλακτική ικανότητα όπως ο νατριούχος μοντμοριλονίτης.
- ❖ Κατά τη διάρκεια του φιλτραρίσματος απορροφούν το Ca^{2+} και Mg^{2+} του σκληρού νερού, ενώ συγχρόνως απελευθερώνουν ιόντα Na^+ .

Ανθρακικά υλικά

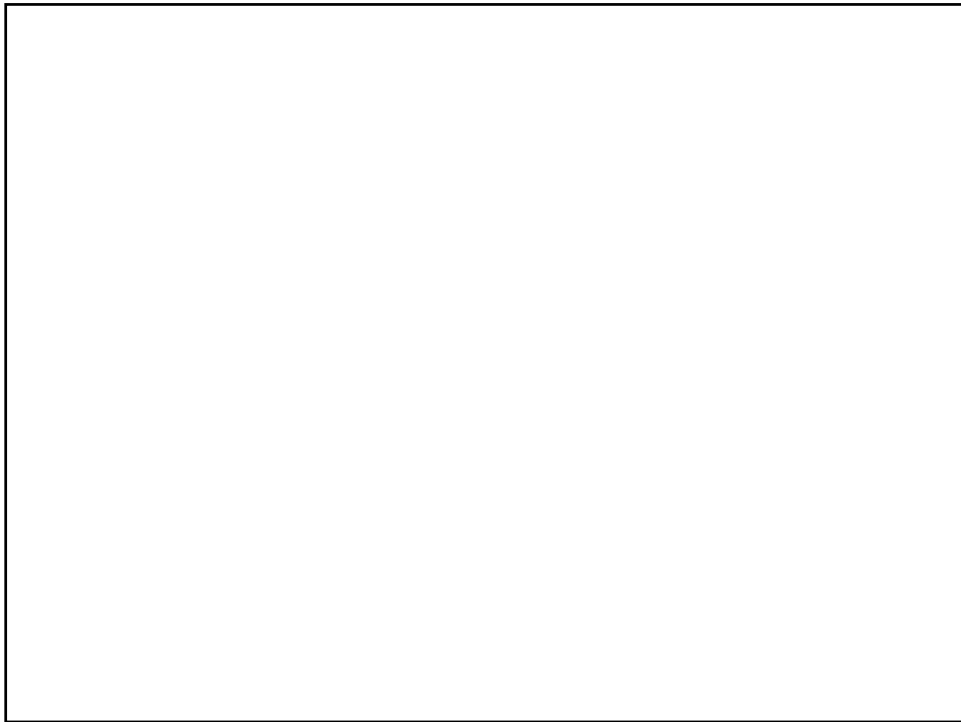
- ❖ Η διόρθωση του pH σε όξινα νερά γίνεται με χρήση πορώδους ασβεστόλιθου, πορώδους μαγνησίτη ή θρυμματισμένου μαρμάρου.
- ❖ Τα υλικά αυτά πρέπει να είναι φτωχά σε πυριτικό οξύ και σίδηρο.
- ❖ Κατάλληλο υλικό είναι επίσης ο δολομίτης αφού θερμανθεί σε $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ ώστε να δημιουργηθεί πορώδες υλικό που αποτελείται από MgO και CaCO_3 .

Ένα παράδειγμα χρήσης Β.Ο. ως βοηθητικών υλικών διήθησης

Figure 1 from Self-assembly of montmorillonite platelets during drying
P.Walley et al 2012 *Biotechnology Letters* 34(17):2179-2184

Διήθηση ελαίων στην εταιρία ΕΛΑΪΣ

- ❖ Η "ΕΛΑΪΣ Α.Ε. ΕΛΑΙΟΥΡΓΙΚΗ" χρησιμοποιεί κυρίως διατομίτες αλλά και αργίλους σαν βοηθητικά διηθήσεων.
- ❖ Προμήθεια από: Αμερική, Γαλλία, Ισπανία, Ιταλία, Γερμανία.
- ❖ Με τη διαδικασία διήθησης που ακολουθείται επιτυγχάνονται:
 - ✓ Εξουδετέρωση οξέων, σαπώνων κτλ.
 - ✓ Βελτίωση του χρώματος .
 - ✓ Απομάκρυνση στερεών, ρητινών, φωσφατιδίων και άλλων ενώσεων του φωσφόρου και ανεπιθύμητων ιχνοστοιχείων (κυρίως μετάλλων).
 - ✓ Διαύγαση.
- ❖ Σε ορισμένα έλαια χρησιμοποιείται ενεργός άνθρακας για την απομάκρυνση των επιβλαβών αρωματικών ενώσεων που περιέχουν.



*Μπεντονίτης, το υλικό με τις χίλιες
χρήσεις*

Γενικά στοιχεία

- ❖ Πέτρωμα που αποτελείται από αργιλοπυριτικά ορυκτά της ομάδας των σμεκτιτών, τα οποία σχηματίζονται από την εξαλλοίωση και αφυέλωση ενός ηφαιστειακού πετρώματος, συνήθως τόφφου ή ηφαιστειακής σποδού.
- ❖ Ο όρος μπεντονίτης, προτάθηκε από τον Knight το 1898. Το όνομα προέρχεται από την περιοχή Benton Shale, όπου αναγνωρίστηκε ο μπεντονίτης σαν ορυκτό. Το Benton Shale, με την σειρά του, πήρε το όνομά του από το Fort Benton, που βρίσκεται περίπου 400 μίλια βόρεια του Rock River.
- ❖ Το προηγούμενο έτος είχε προταθεί από τον ίδιο ερευνητή ο όρος τεϊλορίτης, από την περιοχή Taylor Ranch, του πρώτου ορυχείου μπεντονίτη, κοντά στο Rock River.

Ορισμός

- ❖ Ίσως ο καλύτερος ορισμός του μπεντονίτη σαν βιομηχανικό ορυκτό, είναι αυτός που έχει δοθεί από τον R. E. Grim σε μία διάλεξη στην Διεθνή Διάσκεψη Αργίλων (International Clay Conference, AIPEA, 27-6-1972), στην Μαδρίτη της Ισπανίας.
- ❖ Σύμφωνα με αυτόν τον επαναπροσδιορισμό, ο μπεντονίτης, είναι άργιλος που αποτελείται ουσιαστικά από ορυκτά της ομάδας του σμηκτίτη, ανεξάρτητα από την προέλευση και την εμφάνιση.

Ορισμός

- ❖ Αυτός ο ορισμός λύνει το πρόβλημα της διαφοράς που υπήρχε ανάμεσα στη γεωλογική και τη βιομηχανική χρήση του όρου, εφ' όσον συμπεριλαμβάνει και πετρώματα που προέρχονται από υλικά διαφορετικά των τόφφων, της σποδού, ή του γυαλιού, και αυτά με ιζηματογενή ή αμφίβολη προέλευση.
- ❖ Ωστόσο, ο μπεντονίτης, όταν χρησιμοποιείται με αυτή την έννοια, παραμένει όρος πετρώματος και δεν είναι δυνατόν να διαχωριστεί από το υλικό που χαρακτηρίζεται **Fuller's earth** (γη του Φούλερ).
- ❖ Οφείλει την ονομασία του στους 'fullers', εργάτες υφασματοποιίας που χρησιμοποιούσαν το υλικό αυτό μαζί με νερό για να τρίβουν τα υφάσματα ώστε να καθαριστούν από διάφορες ελαιώδεις και λιπαρές ουσίες που είχαν λόγω κατεργασίας.

Σύσταση και ταξινόμηση

- ❖ Συχνά περιέχει κόκκους άλλων ορυκτών που αποτελούσαν φαινοκρύσταλλους του αρχικού ηφαιστειακού πετρώματος.
- ❖ Τα ορυκτά που συνοδεύουν τους σμεκτίτες είναι άστριοι (συνήθως ορθόκλαστο και ολιγόκλαστο), βιοτίτης, χαλαζίας, πυρόξενοι και ζirkόνιο.
- ❖ Ένας τρόπος ταξινόμησης του μπεντονίτη, βασίζεται στην ικανότητά του να διογκώνεται όταν υγρανθεί.

Figure 1 from Self-assembly of montmorillonite platelets during drying
P Walley et al 2012 Bioinspir. Biomim. 7 046004 doi:10.1088/1748-3182/7/4/046004

Σύσταση και ταξινόμηση

- ❖ Ο μπεντονίτης που περιέχει νάτριο (Na^+) έχει μεγάλη ικανότητα διόγκωσης και σχηματίζει ζελατινοειδείς μάζες (γέλες) όταν προστεθεί στο νερό.
- ❖ Ο μπεντονίτης στον οποίο το κύριο ανταλλάξιμο ιόν είναι το ασβέστιο (Ca^{2+}), παρουσιάζει πολύ μικρότερη ικανότητα διόγκωσης από τον νατρούχο.
- ❖ Με βάση αυτή την ιδιότητα, ο μπεντονίτης χαρακτηρίζεται
 - υψηλής διόγκωσης ή νατρούχος
 - χαμηλής διόγκωσης ή ασβεστούχος
 - μέτριας διόγκωσης ή ενδιάμεσος.

Είδη και ποιότητες μπεντονίτη

- ❖ Εμπορικοί όροι όπως:
 - μπεντονίτης για λάσπη γεωτρήσεων (drilling mud),
 - μπεντονίτης για άμμους χυτηρίων και
 - τακονίτης,
- που σχετίζονται άμεσα με τη χρήση του υλικού, καθώς και
- υψηλής- χαμηλής απόδοσης μπεντονίτης,
 - υψηλού-χαμηλού gel-μπεντονίτης,
 - υψηλής-χαμηλής ισχύος μπεντονίτης,
- χρησιμοποιούνται για να διακρίνουν διαφορετικές ποιότητες του υλικού.

Είδη και ποιότητες μπεντονίτη

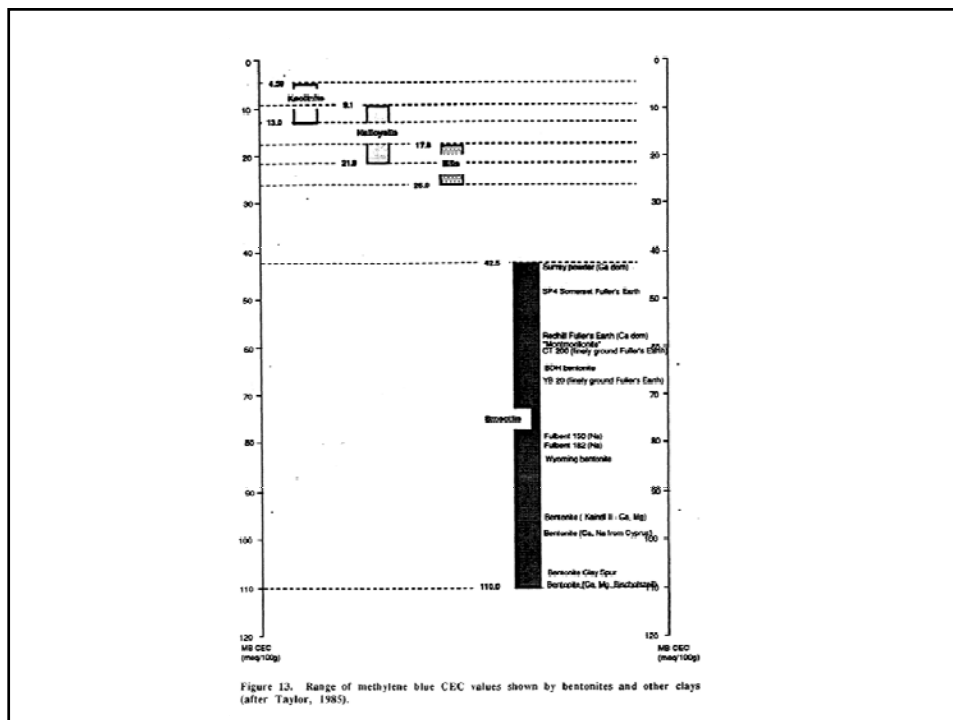
- ❖ Υπάρχουν και ειδικές ποικιλίες μπεντονίτη, όπως:
 - ο εκτορίτης, μια υψηλής διόγκωσης λιθιούχος ποικιλία σμηκτίτη, που συναντάται κυρίως στην Καλιφόρνια. Μπεντονίτες που περιέχουν Mg^{2+} ή H^+ σαν κύριο ανταλλάξιμο ιόν.
 - Ο Κ-μπεντονίτης ή μετα-μπεντονίτης, ο οποίος εμφανίζεται σε Παλαιozoϊκά πετρώματα στα Απαλάχια και την Κοιλάδα του Μισισσιπή, αποτελείται κυρίως από ιλλίτη και μικτές αργίλους, ενώ τα ορυκτά της ομάδας του σμηκτίτη βρίσκονται μόνο σε μικρές ποσότητες. Το πρόθεμα "μετα-", υποδηλώνει ότι ο προήλθε από χαμηλού βαθμού μεταμόρφωση ή διαγένεση.

Ορυκτολογία

- ❖ Το κυριότερο αργλικό ορυκτό στον μπεντονίτη είναι ο μοντμοριλονίτης.
- ❖ Ο όρος σμηκτίτης αποτελεί όνομα ομάδας ορυκτών, ενώ ο όρος μοντμοριλονίτης είναι όνομα ενός από τα μέλη της ομάδος.
- ❖ Στους μπεντονίτες απαντούν επίσης ο σαπωνίτης (μαγνησιούχος σμηκτίτης) και ο εκτορίτης (μαγνησιο-λιθιούχος σμηκτίτης).

Ορυκτολογία

- ❖ Οι σμηκτίτες αποτελούνται από δύο επίπεδα πλέγματα τετράεδρων διοξειδίου του πυριτίου που συνδέονται με ένα επίπεδο πλέγμα οκταέδρων.
- ❖ Τα μέλη της ομάδας του σμηκτίτη διαφέρουν μεταξύ τους λόγω υποκαταστάσεων πυριτίου από αργίλιο σε τετραεδρικές θέσεις και των κατιόντων σε οκταεδρικές θέσεις.
- ❖ Για να υπάρξει ηλεκτρική ουδετερότητα προσροφώνται ιόντα στην επιφάνεια του ορυκτού και προκαλούν περαιτέρω διαφορές στην σύσταση των σμηκτιτών.
- ❖ Ανταλλάξιμα κατιόντα του μπεντονίτη είναι το Na, Ca, K, Mg, Li και το H.
- ❖ CEC των περισσότερων μπεντονιτών: 60-150 meq/100 gr.



Ορυκτολογία

- ❖ Το νερό ή άλλα πολικά μόρια μπορούν να εισέλθουν ανάμεσα στα δομικά επίπεδα των αργιλικών ορυκτών, προκαλώντας μονοδιάστατη διόγκωση του πλέγματος.
- ❖ Αυτή η διόγκωση, και η αναστροφή της με θέρμανση, μπορεί να μελετηθεί με ακτινοσκοπικές μεθόδους (X-ray Diffraction) και εφαρμόζεται στην μελέτη του σηκτικίτη και στην διάκριση των μελών αυτής της ομάδας από άλλα αργιλικά ορυκτά.

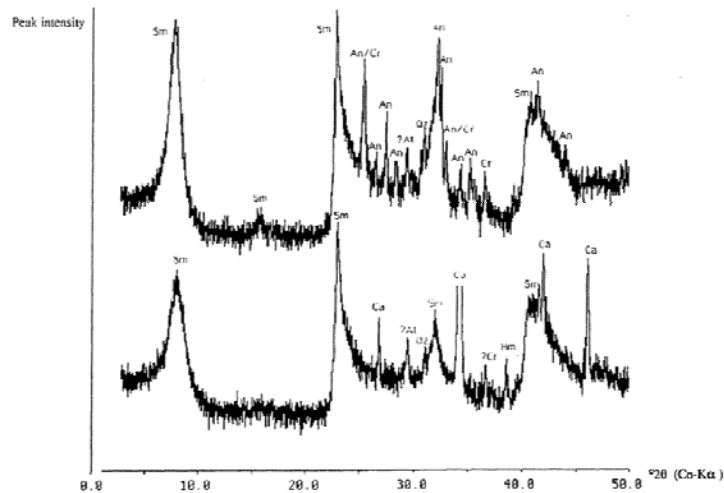
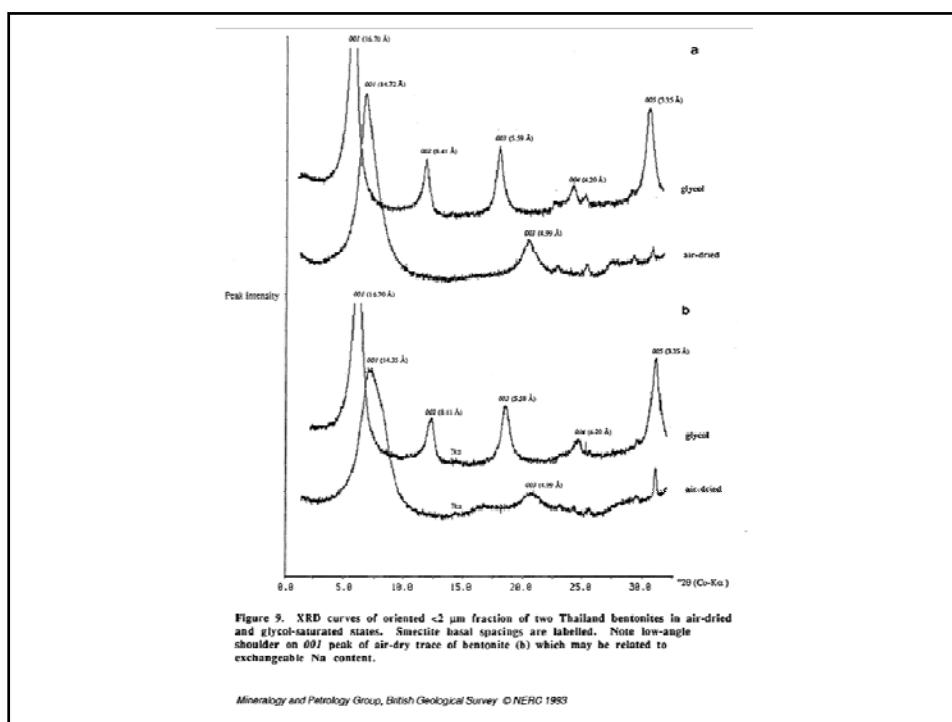


Figure 8. Whole-rock (random) XRD curves of two bentonites from Thailand. Sm: smectite; An: calcic plagioclase; Qtz: quartz; Cr: cristobalite; Hm: hematite; Ca: calcite; At: anatase.

Mineralogy and Petrology Group, British Geological Survey © NERC 1993



Εμφανίσεις

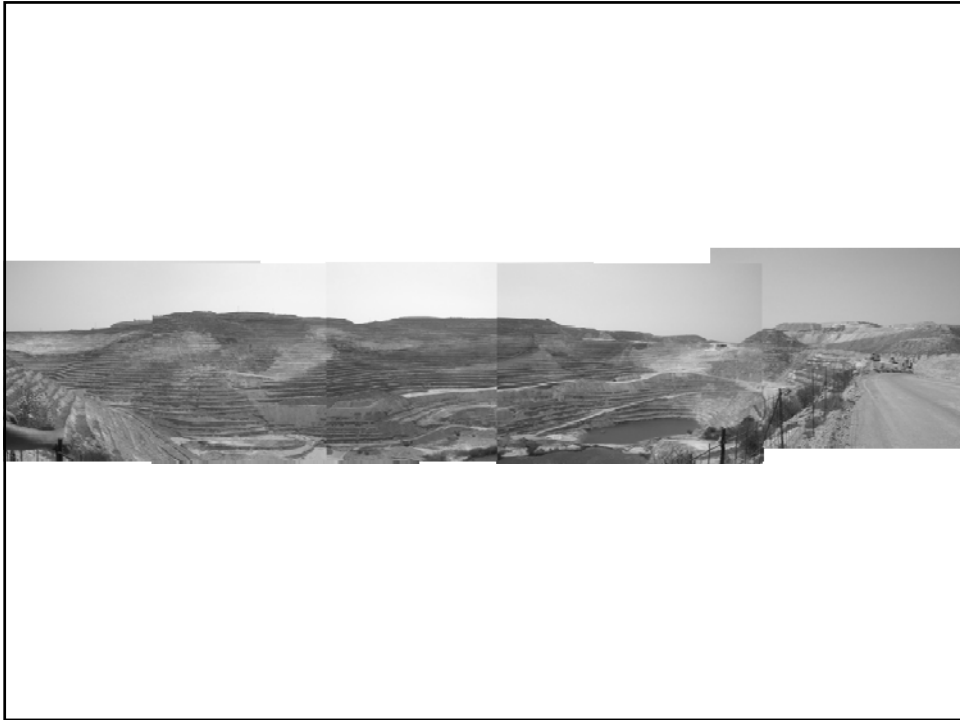
- ❖ Οι περισσότεροι μπεντονίτες δημιουργήθηκαν από εξαλλοίωση τόφφων ή ηφαιστειακής σποδού.
- ❖ Ορισμένα κοιτάσματα σχηματίστηκαν από υδροθερμική εξαλλοίωση ηφαιστειακών ή άλλων πυριγενών πετρωμάτων, ενώ άλλα κοιτάσματα, σχεδόν καθαρού σηκίτη, είναι δευτερογενείς συγκεντρώσεις υλικών που μεταφέρθηκαν και αποτέθηκαν σε θαλασσινό ή λιμναίο αλκαλικό νερό.

Εμφανίσεις

- ❖ Οι μπεντονίτες εμφανίζονται συνήθως σε στρώματα ή σε φακούς.
- ❖ Μερικά στρώματα ξεπερνούν σε μήκος τα 200 χιλιόμετρα, ενώ οι φακοειδείς αποθέσεις, έχουν διάμετρο μόνο μερικές δεκάδες μέτρα.
- ❖ Τα εκμεταλλεύσιμα στρώματα, έχουν συνήθως πάχος από 1 έως 10 μέτρα περίπου, και παρουσιάζουν απότομη επαφή, με τα υποκείμενα πετρώματα και βαθμιαία μετάβαση προς τα υπερκείμενα.
- ❖ Τα αποθέματα που σχηματίζονται από υδροθερμικές διαδικασίες, έχουν ανώμαλη μορφή και μεταβαίνουν βαθμιαία προς όλες τις διευθύνσεις μέσα στο περιβάλλον πέτρωμα.

Εμφανίσεις

- ❖ Οι περισσότεροι μπεντονίτες, έχουν μία χαρακτηριστική μαλακή-σαπωνώδη υφή.
- ❖ Τμήματα των κοιτασμάτων κοντά στην επιφάνεια, έχουν χρώμα ανοικτό κίτρινο-πράσινο ή γκρι όταν περιέχουν φυσική υγρασία και γίνονται πιο ανοιχτόχρωμα όταν είναι στεγνά.
- ❖ Η αλλαγή του χρώματος κοντά στην επιφάνεια, οφείλεται στην οξείδωση του σιδήρου.
- ❖ Ο μπεντονίτης υψηλής διόγκωσης παρουσιάζει στην επιφάνεια μια αφρώδη υφή, που οφείλεται στην επαναλαμβανόμενη διόγκωση και συστολή, κατά την επαναλαμβανόμενη ενυδάτωση και ξήρανση του μπεντονίτη.
- ❖ Οι τύποι χαμηλής διόγκωσης, έχουν συνήθως μία κατακερματισμένη εμφάνιση που μοιάζει με δέρμα κροκόδειλου.



Έρευνα – Εκμετάλλευση – Επεξεργασία

- ❖ Η έρευνα για κοιτάσματα μπεντονίτη, απαιτεί γεωλογική αναγνώριση της εμφάνισης, δειγματοληψία, έλεγχο της ορυκτολογικής και χημικής σύστασης, και εκτίμηση των πρώτων αυτών αποτελεσμάτων.
- ❖ Από την στιγμή που θα εντοπιστούν, τα κοιτάσματα διερευνούνται με γεωτρήσεις βάθους 70 - 80 m.
- ❖ Κατά την αποκάλυψη, όταν τα υπερκείμενα είναι μαλακά ή σαθρά απομακρύνονται με μπουλντόζες και εκσκαφείς.
- ❖ Συχνά όμως παρουσιάζεται πρόβλημα σκληρών πετρωμάτων, οπότε απαιτείται η χρήση εκρηκτικών, ερπυστριοφόρων φορτωτών, τσαπών κλπ.

Έρευνα – Εκμετάλλευση – Επεξεργασία

- ❖ Η εκμετάλλευση γίνεται σε ανοικτό ορυχείο, με την μέθοδο των ορθών βαθμίδων και τη χρήση ανάλογων χωματουργικών μηχανημάτων.
- ❖ Ταυτόχρονα με την εξόρυξη, και σε τακτά χρονικά διαστήματα, διενεργείται δειγματοληψία προσδιορισμού της ποιότητας του εξορυσσόμενου προϊόντος.
- ❖ Ελάχιστες είναι οι εξαιρέσεις όπου ο μπεντονίτης εξορύσσεται υπόγεια, όπως στο ορυχείο New Discovery, Beatty, Η.Π.Α. και σε ένα ορυχείο της Μεγάλης Βρετανίας.

Έρευνα – Εκμετάλλευση – Επεξεργασία

- ❖ Το υλικό περνά από σπαστήρες και ειδικά για τον μπεντονίτη της Μήλου που είναι Ca-ούχος αναμιγνύεται με σόδα (2.5 - 5.0%) και στη συνέχεια στρώνεται σε πλατείες σε επάλληλα στρώματα.
- ❖ Εκεί ανακατεύεται (οργώνεται) σε τακτά χρονικά διαστήματα από τρακτέρ τόσο για την καλύτερη ανάμειξη με την σόδα, όσο και για την διευκόλυνση της φυσικής ξήρανσης του μπεντονίτη, η οποία είναι δυνατή μόνο κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.
- ❖ Με τη φυσική ξήρανση η υγρασία μειώνεται από 25 - 30% σε 16 - 17%.
- ❖ Αν απαιτείται ακόμα μεγαλύτερη ξήρανση ο μπεντονίτης περνά από ξηραντήρα οπότε προκύπτει υγρασία 10-11%.

Ιστορία και χρήσεις

- ❖ Η εξόρυξη μπεντονίτη, ξεκίνησε στο Taylor Ranch, κοντά στο Rock River, Wyoming, το 1888.
- ❖ Αυτός ο μπεντονίτης μεταφέρθηκε ακατέργαστος στην Φιλαδέλφεια όπου πουλήθηκε προς 25 \$/tn και χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή καλλυντικών.
- ❖ Η αξία του μπεντονίτη σαν άμμος χυτηρίου, αναγνωρίστηκε την δεκαετία του 1920, και τα χυτήρια σιδήρου και χάλυβα, ήταν από τότε σημαντικοί καταναλωτές μπεντονίτη.
- ❖ Στο τέλος της ίδιας δεκαετίας ο μπεντονίτης χρησιμοποιήθηκε στις λάσπες γεωτρήσεων και παραμένει ακόμα, ένα από τα πιο αποτελεσματικά υλικά σε αυτή τη χρήση.
- ❖ Σημαντική αύξηση της κατανάλωσης αρχίζει από το 1950.

Χρήσεις του μπεντονίτη

- ❖ **Λάσπη γεωτρήσεων.** Το υδατικό αιώρημα του αποτελεί τη βασική λάσπη γεωτρήσεως (drilling mud), που λιπαίνει τη γεώτρηση και στεγανοποιεί τα τοιχώματά της.

Η χρησιμοποίηση της λάσπης μπεντονίτη σε σύγκριση με τη χρήση καθαρού νερού, παρουσιάζει τα εξής **πλεονεκτήματα**:

1. Σχηματίζει στα τοιχώματα της γεώτρησης λεπτό προστατευτικό επίστρωμα το οποίο φράζει τις ρωγμές των πετρωμάτων και αυξάνει τη συνοχή τους ώστε να αποφεύγονται οι καταπτώσεις.
2. Η υδροστατική πίεση που ασκείται στα τοιχώματα της γεώτρησης είναι μεγαλύτερη με αποτέλεσμα να συγκρατούνται καλύτερα τα τοιχώματα και να εμποδίζεται η εισροή νερού από τα υδροφόρα στρώματα στη γεώτρηση.
3. Λόγω μικρότερου ειδικού βάρους από το νερό και μεγαλύτερου ιξώδους, έχει τη δυνατότητα να ανεβάξει στην επιφάνεια της γεώτρησης πολύ πιο μεγάλα και βαριά τμήματα.
4. Επιτυγχάνεται καλύτερη λίπανση της διατρητικής στήλης.

Στα **μειονεκτήματα** μπορεί να περιληφθεί το κόστος, η ρύπανση του χώρου που προκαλεί η χρησιμοποίησή του και η ανάγκη χρησιμοποίησης ειδικού εξοπλισμού ανάμιξής του με το νερό (αναμκτήρα).

Χρήσεις του μπεντονίτη

- ❖ **Άμμοι χυτηρίων.** Αποτελεί κύριο συνδετικό υλικό στις άμμους χυτηρίων για την κατασκευή καλουπιών.
- ❖ **Σφαιροποίηση σιδηρομεταλλεύματος.** Η προσθήκη 0.6 - 1.0% μπεντονίτη σε κονιοποιημένο εμπλουτισμένο σιδηρομετάλλευμα αρκεί για να προσδώσει στο μείγμα αρκετή πλαστικότητα ώστε με κύλιση να παίρνουν μορφή σφαιρικών σβώλων (pellets) ικανοποιητικής αντοχής, οι οποίοι αφού σκληρυνθούν με πύρωση, μεταφέρονται στις καμίνους για την περαιτέρω μεταλλουργική επεξεργασία.
- ❖ **Απορροφητικοί κόκκοι**

Σφαιρίδια σιδηρομεταλεύματος (pellets τακονίτη).



Από: <http://www.lselectric.com/blog/what-taconite>

Χρήσεις του μπεντονίτη

- ❖ Χρησιμοποιείται σε μικρότερη ποσότητα σε ποικίλα προϊόντα, ενώ εκατοντάδες πατέντες έχουν εφαρμοστεί για ειδικές χρήσεις, οι οποίες περιλαμβάνουν:
 - διηθητικούς παράγοντες (για την διαύγαση του κρασιού, τον αποχρωματισμό του λαδιού, κολλοειδή φίλτρα για ορισμένους τύπους χρωμάτων κ.ά.)
 - στεγανωτικά υλικά (πρόληψη των διαρροών από φράγματα, δεξαμενές, αρδευτικά αυλάκια, τοίχους υπογείων, στοές μεταλλείων κ.λ.π.)
 - συστατικά καλλυντικών,
 - τροφές ζώων,
 - φαρμακευτικά προϊόντα,
 - προσθετικό στα κεραμικά υλικά για αύξηση της πλαστικότητας,
 - υλικά πυροπροστασίας (fire retardants)
 - κατασκευή αντιγραφικού χαρτιού που δεν χρειάζεται καρμπόν,
 - βελτίωση εδαφών, λιπάσματα, φυτοφάρμα.

Προδιαγραφές

- ❖ Η συνεχής δειγματοληψία επιβάλλεται για δύο λόγους:
 - αφ' ενός κάθε πελάτης έχει τις δικές προδιαγραφές που συχνά ικανοποιούνται από το μπεντονίτη που εξάγεται από ένα μόνο λατομείο ή αντίστροφα με μίγματα μπεντονίτη από διαφορετικά λατομεία.
 - Αφ'ετέρου τα ίδια τα κοιτάσματα παρουσιάζουν ανομοιογένειες. Π.χ. είναι δυνατό ενώ αυξάνεται το ποσοστό του μοντμοριλονίτη με το βάθος, αυτός να γίνεται πλουσιότερος σε Ca, δηλαδή κατώτερης ποιότητας.

Προδιαγραφές

- ❖ Ανάλογα με τη χρήση για την οποία προορίζεται ο μπεντονίτης, τίθενται και ορισμένες προδιαγραφές που αφορούν κυρίως τις φυσικές του ιδιότητες. Αυτά που ελέγχονται σε κάθε περίπτωση είναι:
 - 1. Σφαιροποίηση σιδηρομεταλλεύματος. Εξετάζονται:
 - ✓ η υγρασία του τελικού προϊόντος (να είναι ~14%)
 - ✓ η τιμή plate test (ή eslin test), ενδεικτική της απορροφητικότητας σε νερό του ξηρού μπεντονίτη
 - ✓ η υγρή αντοχή των pellets, που εκφράζεται από το ποσοστό των pellets που πέφτουν από ορισμένο ύψος και παραμένουν συνεκτικά μετά την πτώση τους
 - ✓ ειδικές προδιαγραφές για περιεκτικότητα σε S, Qz και άμορφο πυρίτιο (διαφέρουν από πελάτη σε πελάτη).

Προδιαγραφές

- 2. Άμμοι χυτηρίων. Μετρώνται:
 - ✓ η μικρότερη δυνατή ποσότητα μπεντονίτη που αρκεί ως συνδετικό στα καλούπια.
 - ✓ η δυνατότητα ανακύκλωσης του μπεντονίτη.
 - ✓ η περιεκτικότητα σε ανθρακικά, που δημιουργούν φυσαλίδες, οι οποίες είναι επιβλαβείς.
 - ✓ η υγρή αντοχή. Για τα αντίστοιχα tests χρησιμοποιείται η άμμος του πελάτη. Η υγρασία στην οποία γίνονται οι δοκιμές είναι 3%.





















Προδιαγραφές

- 3. Λάσπη γεωτρήσεων. Μας ενδιαφέρουν:
 - ✓ η μικρότερη δυνατή ποσότητα μπεντονίτη που μπορεί να δώσει συγκεκριμένο ιξώδες (απόδοση).
 - ✓ η σταθερότητα του κολλοειδούς.

Κοιτάσματα

- ❖ Τα μεγαλύτερα κοιτάσματα μπεντονίτη βρίσκονται στις Η.Π.Α., Ελλάδα, Ιταλία, Ουγγαρία, Αργεντινή, Περού, Καναδά, Μεξικό, Νότια Αφρική, Γερμανία, Ισπανία, Αλγερία, Μαρόκο και Κύπρο.
- ❖ Στην Ελλάδα τα σημαντικότερα κοιτάσματα απαντώνται στα νησιά Μήλο και Κίμωλο. Μικρότερης σημασίας κοιτάσματα υπάρχουν στη Μύκονο, Λέσβο, Χίο κ.α.

Παγκόσμια κατάταξη (2006)

Rank by sovereign state	Country/Region	Bentonite production (tonnes)
	World	14.600.000
1	 United States	4.620.000
2	 China	3.200.000
3	 Greece	1.100.000
4	 Turkey	600.000
5	 Russia	500.000
6	 Italy	470.000
7	 Mexico	436.273
8	 Brazil	419.214
9	 Germany	363.998
10	 Argentina	256.165
11	 Czech Republic	220.000
12	 Iran	186.323
13	 Spain	160.800
14	 Cyprus	150.620
15	 Australia	135.000
16	 Bulgaria	134.500
17	 Slovakia	95.700
18	 Poland	93.880
19	 South Korea	61.137
20	 Azerbaijan	40.600

Στοιχεία από British Geological Survey 2006 (as assessed from en.wikipedia.org in 2014)

ΜΠΕΝΤΟΝΙΤΗΣ



Έρευνα
Exploration
Discovery

Αποδόμηση
Stripping
Removal of overburden

Εξόρυξη
Extraction
Open pit mining by using mechanical equipment



Προθρυση - Συρροή
Precrushing - Activation
Size reduction of "Run-of-Mine" material under 80% "Activation" of tonnage with the addition of Sulfur Ash



Φυσική Ξήρανση
Sun drying
Moisture reduction in open-air fields

Βιομηχανική Ξήρανση
Industrial drying
Moisture reduction by forced hot-dryers, according to customer specifications



Αποθήκευση
Storage
On-site or off-site and short-term

Φόρτωση
Loading
Loading of bulk tonnage into vessels