

The Briefcase book

Η χρήση των ορυκτών στην καθημερινότητα

Supported by



Co-funded by the
European Union

3D 
Briefcase
of mineral applications

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Αγαπητοί αναγνώστες!

Είναι χαρά μας να μοιραστούμε μαζί σας αυτό το διαδραστικό βιβλίο, το οποίο χρησιμοποιεί σύγχρονα ψηφιακά εργαλεία. Το βιβλίο **'Briefcase book, η χρήση των ορυκτών στην καθημερινότητα'** αποτελεί ένα από τα προϊόντα του προγράμματος 3D Briefcase και ταυτόχρονα ένα διδακτικό εργαλείο. Προορίζεται να χρησιμοποιηθεί για τη διδασκαλία γεωεπιστημών σε σχολεία, καθώς και για την ενημέρωση του κοινού για την σημασία εξόρυξης και χρήσης ορυκτών στη καθημερινότητα.

Κάνοντας αναδρομή στην ιστορία, οι προϊστορικοί λαοί αναζήτησαν λίθους για να κατασκευάσουν εργαλεία κοπής, σκαψίματος, σφυρηλάτησης και όπλων για το κυνήγι. Κυρίως, χρησιμοποιούσαν πυριτικά άλατα - σκληρά πετρώματα πλούσια σε πυρίτιο, όπως ο πυριτόλιθος, ο κερατόλιθος και ο ραδιολαρίτης, καθώς και υψηλής ποιότητας υλικά, όπως ο οψιανός, ο ιάσπρος και το σπάλιο. Μέσω των λίθων κατασκεύαζαν λίθινα δοχεία και αργότερα τα κεραμικά (πηλός). Επίσης, χρησιμοποιούσαν πετρώματα για την παραγωγή γυαλιών, καλουπιών (ψαμμίτης), κοσμημάτων (σπάλιο, χαλκηδόνιο και κρύσταλλος) και για την κατασκευή κατοικιών. Με τη σταδιακή ανάπτυξη και αύξηση του πληθυσμού; και την επέκταση κατοικιών, οι πρόγονοί μας ανακάλυψαν άλλες πρώτες ύλες. Στη μετέπειτα προϊστορία, ορισμένα μέταλλα, όπως ο χαλκός, ο χρυσός και το ασήμι, και στη συνέχεια κράματα όπως το ηλεκτρόδιο (Au + Ag), ο χαλκός (Cu + Sn) και ο ορείχαλκος (Cu + Zn) τέθηκαν σε χρήση. Η ανακάλυψη σιδηρομεταλλεύματος ήταν πολύ σημαντική για την ανθρώπινη ανάπτυξη. Οι άνθρωποι επινόησαν μια μέθοδο για την εξαγωγή μετάλλων από τα μεταλλεύματα μέσω τήξης (προέλευση της μεταλλουργίας) και άρχισαν να εξορύσσουν πετρώματα και ορυκτά όχι μόνο από την επιφάνεια εδάφους, αλλά και από το υπέδαφος (εμφάνιση της εξόρυξης). Στη συνέχεια, αναπτύχθηκαν νέοι κατασκευαστικοί τομείς (σιδηρουργία), το εμπόριο και φτιάχτηκαν τα πρώτα νομίσματα.

Ακόμα και ο σύγχρονος τρόπος ζωής μας επηρεάζεται από τους ορυκτούς πόρους. Τα ορυκτά βρίσκονται παντού γύρω μας. Όταν πίνουμε καφέ από την αγαπημένη μας κούπα το πρωί, όταν κοιτάμε έξω από το παράθυρο, όταν μπαίνουμε στο αυτοκίνητο, όταν ανοίγουμε τον υπολογιστή, καλούμε τους φίλους μας από το smartphone, ... όλες αυτές οι δραστηριότητες απαιτούν χρήση ορυκτών πόρων.

Ευχόμαστε αυτό το διαδραστικό να είναι διασκεδαστικό και να μάθετε πολλά ενδιαφέροντα πράγματα για τα ορυκτά!

„Our entire society rests upon and is dependent upon water, land, forests, and minerals. How we use these resources influences our health, security, economy, and well-being.“

(John F. Kennedy – Natural Resources Congress, 1961)

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αρχικά, θα εξηγηθούν βασικοί όροι για να σας βοηθήσουμε να κατανοήσετε τις πληροφορίες σχετικά με τους ορυκτούς πόρους που παρουσιάζονται στο βιβλίο. Τι είναι ένα ορυκτό, πέτρωμα, ορυκτή πρώτη ύλη; Ποια είναι η διαφορά μεταξύ τους;

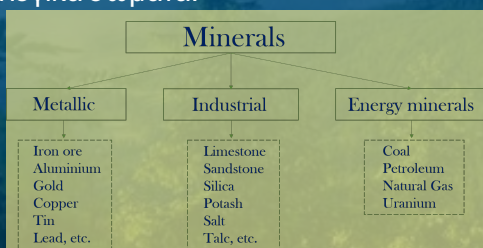
Τα ορυκτά είναι ομοιογενή (ομοιόμορφα), συνήθως στερεά κρυσταλλικά φυσικά 'προϊόντα' που σχηματίζονται κατά τη διάρκεια διαφόρων γεωλογικών διεργασιών. Έχουν ίδιες φυσικές και χημικές ιδιότητες σε όλο τους το μέρος. Μπορούν να είναι στοιχεία ή ενώσεις στοιχείων και μπορούν να προσδιοριστούν με χημικούς τύπους. Η προέλευσή τους είναι ως επί το πλείστον ανόργανη, αλλά μπορεί επίσης να προέρχονται και από οργανικές διεργασίες, όπως για παράδειγμα το κεχριμπάρι (στερεοποιημένη ρητίνη δέντρου).

Τα πετρώματα είναι ετερογενή (μη-ομοιόμορφα) φυσικά 'προϊόντα' που αποτελούνται από διάφορα ορυκτά. Ωστόσο, μερικά πετρώματα αποτελούνται από ένα μόνο ορυκτό ή οργανική ύλη ή περιέχουν φυσικές ουσίες διαφορετικές των ορυκτών. Τα πετρώματα σχηματίζονται στο φλοιό της Γης ή στο μανδύα της και σχηματίζουν μεγάλα γεωλογικά σώματα.



Εικόνα που αναπαριστά τη διαφορά ορυκτού και πετρώματος

Η ορυκτή πρώτη ύλη μπορεί να είναι στοιχείο, ορυκτό ή πέτρωμα (σε διάφορες φάσεις), η οποία εμφανίζεται σε τμήμα του φλοιού της Γης. Μπορεί να εξυπηρετήσει στην κάλυψη των αναγκών της κοινωνίας άμεσα ή μέσω τεχνολογικής μορφοποίησης. Με άλλα λόγια, οι ορυκτές πρώτες ύλες αποτελούν τα ορυκτά ή τα πετρώματα που χρησιμοποιούνται για την απόκτηση χρήσιμων στοιχείων ή ενώσεων. Αυτό δεν συνεπάγεται ότι κάθε πέτρωμα ή ορυκτό αποτελεί ορυκτή πρώτη ύλη. Εν γένει, οι ορυκτές πρώτες ύλες χωρίζονται σε τρεις ομάδες: τα μεταλλεύματα (μεταλλικά ορυκτά), τα μη μεταλλεύματα (μη μεταλλικά, βιομηχανικά ορυκτά) και τα ενεργειακά ορυκτά (καυστοβιολίτες).



Κατηγοριοποίηση ορυκτών

Τα μεταλλικά ορυκτά είναι ορυκτά που περιέχουν ένα ή περισσότερα μεταλλικά στοιχεία. Συνήθως έχουν υψηλή ειδική βαρύτητα και μεταλλική λάμψη, π.χ. κασσίτερος, μόλυβδος, σίδηρος, χρυσός. Τα ακατέργαστα μέταλλα λαμβάνονται από τα μεταλλικά βασικά υλικά, γνωστά ως **μεταλλεύματα**. Προϊόντα όπως σίδηρος ή αλουμίνιο παρασκευάζονται από τα μεταλλεύματά τους, μέσω συγκεκριμένων τεχνικών.

Τα βιομηχανικά ορυκτά είναι πετρώματα, ορυκτά ή άλλα φυσικά υλικά που έχουν οικονομική αξία, όπως ο ασβεστόλιθος, ο δολομίτης, ο τάλκης, η σίλικα και πολλά άλλα. Τα μέταλλα, τα ενεργειακά πετρώματα και οι πολύτιμοι λίθοι δεν συμπεριλαμβάνονται σε αυτή τη κατηγορία. Ωστόσο, ένα βιομηχανικό ορυκτό μπορεί να περιέχει μεταλλικά στοιχεία, όπως ο μαγνησίτης που περιέχει οξειδίο του μαγνησίου και η πυρίμαχη ιδιότητά του (κατάλληλη για κατασκευή κλίνκερ), το καθιστά βιομηχανικό ορυκτό.



Τρισδιάστατη απεικόνιση του πολυμεταλλικού Pb - Zn - Fe μεταλλεύματος (γαληνίτης, σφαλερίτης, σιδηρίτης)

Τα κοιτάσματα ορυκτών αντιπροσωπεύουν μια μοναδική φυσική συσώρευση πρώτων υλών στον φλοιό της Γης ή στην επιφάνειά της, με καθορισμένη υλική και οικονομική αξία (μέγεθος κοιτασμάτων έναντι οικονομικής αξίας). Τα ορυκτά κοιτάσματα αποτελούν τμήμα του φλοιού της Γης, όπου οι πρώτες ορυκτές ύλες, χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση και λόγω γεωλογικών παραγόντων και χρόνου, έχουν συσσωρευτεί σε κατάλληλες εξορυκτικές και γεωλογικές συνθήκες, καθώς και σε ποσότητα/ποιότητα για άμεση ή μελλοντική χρήση.

Κάθε κοιτάσμα περιέχει μια πεπερασμένη ποσότητα ορυκτής πρώτης ύλης, η οποία αντιπροσωπεύει το απόθεμα κοιτάσματος. Αυτά τα αποθέματα μειώνονται με την χρόνια εξόρυξη και τελικά η εξορυκτική λειτουργία έρχεται σε ένα τέλος. Για το λόγο αυτό, τα ορυκτά κοιτάσματα κατηγοριοποιούνται ως μη ανανεώσιμοι φυσικοί πόροι και απαιτούνται ειδικές προϋποθέσεις για τη χρήση και την προστασία τους. Για την εξόρυξη των μη ανανεώσιμων ορυκτών πρώτων υλών πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η μοναδικότητά, η σπανιότητα και η μη-ανανεώσιμη φύση τους, όπως επίσης να υπάρχει σεβασμός προς το επίπεδο της τεχνολογίας και της διαθεσιμότητας των εναλλακτικών πόρων.



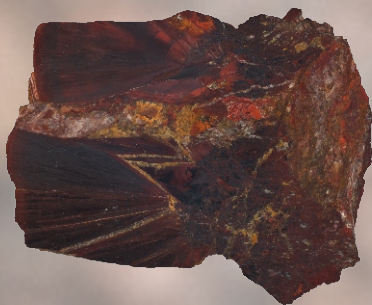
Αυτό το βιβλίο παρουσιάζει παραδείγματα μεταλλευμάτων και ορυκτών που χρησιμοποιούνται ως πρώτες ύλες στις χώρες της κοινοπραξίας του έργου 3D Briefcase:

Μεταλλικά ορυκτά - μεταλλεύματα σιδήρου, λιθίου, αλουμινίου, ψευδαργύρου, βολφραμίου, υδραργύρου, χαλκού, κασσίτερου, χρυσού
Βιομηχανικά ορυκτά-μαγνησίτης, τάλκης, χαλαζίας

Κάθε ορυκτή πρώτη ύλη παρουσιάζεται με ενδιαφέρουσες φωτογραφίες και τις ακόλουθες πληροφορίες: περιγραφή της πρώτης ορυκτής; φυσικές ιδιότητες του ορυκτού και παρουσίαση χημικού τύπου; μέθοδοι εξόρυξης και επεξεργασίας; Ορυκτά κοιτάσματα και κοινές εφαρμογές.

Παρακαλούμε, να χρησιμοποιηθεί η AR εφαρμογή
για τις απεικονίσεις με  περιγραφή

ΣΙΔΗΡΟΣ



Ο μεταλλικός ή φυσικός σίδηρος σπάνια βρίσκεται στην επιφάνεια της Γης. Η πηγή προέλευσης του χημικού συμβόλου Fe είναι η λατινική λέξη 'ferrum'. Ο σίδηρος είναι μέταλλο με σχετικά μεγάλη πυκνότητα και έμφυτες μαγνητικές ιδιότητες. Αποτελεί το τέταρτο πιο άφθονο στοιχείο του φλοιού της Γης μετά το οξυγόνο, το πυρίτιο και το αλουμίνιο. Κατά την έκθεσή του στον αέρα και στο νερό σκουριάζει γρήγορα. Η θερμοκρασία τήξης του είναι 1538 °C. Το καθαρό μέταλλο σιδήρου είναι ελαστικό και μπορεί εύκολα να διαμορφωθεί μέσω σφυρηλάτησης. Ο σίδηρος βρίσκεται συνήθως με τη μορφή μεταλλευμάτων σιδήρου, τα οποία αντιπροσωπεύονται από τα ακόλουθα ορυκτά: μαγνητίτης (72,4% Fe), αιματίτης (69,9% Fe), γκαϊτίτης (62,9% Fe), λειμωνίτης (55% Fe) και σιδερίτης (48,2% Fe). Τα μεταλλεύματα σιδήρου αποτελούν την κυριότερη ορυκτή πρώτη ύλη για την παρασκευή χάλυβα, ο οποίος είναι ένα κράμα σιδήρου-άνθρακα.

ΑΙΜΑΤΙΤΗΣ

Χημικός τύπος



Φυσικές ιδιότητες

Ταξινόμηση	Οξειδίο
Σύστημα κρυστάλλωσης	τριγωνικό
Χρώμα	ατσάλι-γκρι με μαύρο, κόκκιν ο της σκουριάς
Μορφή κρυστάλλων	Πλακώδεις, βοτρυοειδείς
Σκληρότητα	5 - 6 Mohs scale
Σχισμός	δεν παρατηρείται
Θραύση	Κογχοειδής, ανώμαλη
Λάμψη	μεταλλική, υπο-μεταλλική, γήινη
Γραμμή κόνεως	Αιματέρυθρη
Πυκνότητα	5,26 g/cm ³
Διαφάνεια	αδιαφανής

Χρήση στη ζωή μας

Σχεδόν το 98% του σιδήρου χρησιμοποιείται για την κατασκευή χάλυβα. Ο χάλυβας είναι το πιο σημαντικό υλικό από μηχανική σκοπιά, λόγω της υψηλής αντοχής και του χαμηλού κόστους του. Χρησιμοποιείται για την κατασκευή μηχανών και εργαλείων, σιδηροτροχιών, αυτοκινήτων, κυτών πλοίων, ράβδων σπλισμού σκυροδέματος και δομικών στοιχείων σε κατασκευή κτηρίων. Ο ανοξείδωτος χάλυβας χρησιμοποιείται για την κατασκευή μαχαιροπήρουνων, σε συσκευές επεξεργασίας τροφίμων και σε νοσοκομειακό εξοπλισμό.



Μέθοδος εξόρυξης και επεξεργασίας

Συνήθως, το σιδηρομεταλλεύμα εξαγεται μέσω επιφανειακής εξόρυξης σε ανοιχτούς λάκκους, αλλά υπάρχουν και ορισμένα υπόγεια ορυχεία. Μετά τη διάτρηση και την ανατίναξη, το επόμενο βήμα της παραγωγής μεταλλεύματος είναι η σύνθλιψη. Έπειτα, το υλικό κατεργάζεται με δυο διαφορετικούς τρόπους αναλόγως της ποιότητάς του. Τα μεταλλεύματα υψηλής ποιότητας (περιεκτικότητα μεγαλύτερη από 30% Fe) ελέγχονται, πλένονται και ταξινομούνται με τη βοήθεια αισθητήρων. Τα μεταλλεύματα χαμηλότερης ποιότητας υποβάλλονται σε επεξεργασία χρησιμοποιώντας τη μέθοδο πυκνού διαχωρισμού μέσω και στη συνέχεια τα μεταλλεύματα συνθλίβονται ξανά για να γίνουν λεπτόκοκκα.

Αποθέματα/Κοιτάσματα

Τα μεταλλεύματα σιδήρου εμφανίζονται σε κάθε τύπο πετρώματος - πυριγενών, μεταμορφικών ή ιζηματογενών, καθώς και σε ποίκιλα γεωλογικά περιβάλλοντα. Τα πιο διαδεδομένα ανόργανα άλατα σιδήρου είναι οξείδια (αιματίτης, μαγνητίτης, λειμονίτης). Τα κοιτάσματα με συγκέντρωση σιδήρου κάτω από 30 % δεν είναι ελκυστικά από εμπορική σκοπιά.

Οι μεγαλύτερες παραγωγές σιδηρομεταλλεύματος στον κόσμο βρίσκονται στην Κίνα, Βραζιλία, Αυστραλία, Ρωσία και Ουκρανία. Στις ευρωπαϊκές χώρες παραγωγής σιδήρου συμπεριλαμβάνονται η Σουηδία, η Τουρκία, η Αυστρία και η Γερμανία.



Massive siderite

Ενδιαφέρουσα πληροφορία:

Ο σίδηρος είναι ένα άφθονο στοιχείο πάνω στο φλοιό της γης και ένα βιολογικά απαραίτητο συστατικό κάθε έμβιου οργανισμού. Είναι ένα πολύ βασικό στοιχείο για την παραγωγή αίματος. Ο σίδηρος βρίσκεται στα ερυθρά αιμοσφαίρια ως αιμοσφαιρίνη, η οποία είναι ζωτικής σημασίας για τη μεταφορά οξυγόνου στο αίμα και ως μυοσφαιρίνη που μεταφέρει και απελευθερώνει οξυγόνο στα μυϊκά κύτταρα. Η έλλειψη σιδήρου ή η υπερβολική κατανάλωσή του επιφέρει αξιοσημείωτες επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Όταν η ποσότητα σιδήρου στο σώμα είναι σε έλλειψη, το επίπεδο της αιμοσφαιρίνης στα ερυθρά αιμοσφαίρια μειώνεται που προκαλείται αναιμία. Η υπερκατανάλωση σιδήρου μπορεί να οδηγήσει σε βλάβη των ιστών, για αυτό η συγκέντρωση σιδήρου στους ιστούς του σώματος πρέπει να ρυθμίζεται αυστηρά.



Σιδηρομεταλλεύματα στην Αυστρία

Στην Αυστρία, η εξόρυξη του σιδηρομεταλλεύματος γίνεται στο ορυχείο Erzberg, που βρίσκεται στο κρατίδιο της Στυρίας. Το Erzberg είναι το μεγαλύτερο και πιο σύγχρονο ανοιχτό ορυχείο στην Κεντρική Ευρώπη και διαθέτει τα περισσότερα κοιτάσματα σιδηρίτη στον κόσμο. Η εξόρυξη ανοιχτού λάκκου στο Erzberg χρονολογείται από το 1820. Επειδή η εξόρυξη ξεκίνησε σε βαθμίδες από το 1890, το βουνό σήμερα μοιάζει με πυραμίδα.

Τα μεταλλεύματα σιδήρου της ομάδας μαρμαρυγιών που βρίσκονται το ορυχείο Waldenstein αξιοποιούνται για την παραγωγή αντιδιαβρωτικών χρωμάτων, τα οποία χρησιμοποιούνται παγκοσμίως.

ΛΙΘΙΟ



Το λίθιο είναι ένα χημικό στοιχείο με το σύμβολο Li. Αποτελεί ένα μαλακό αλκαλικό μέταλλο ασημόλευκου χρώματος και είναι ελαφρύτερο από τα στερεά στοιχεία. Είναι ένα πολύ αντιδραστικό και εύφλεκτο στοιχείο. Δεν εμφανίζεται ελεύθερα στη φύση, αλλά απαντάται σε αποθέματα άλμης και μεταλλεύματα πεγκματίτη, όπως σποδουλένιο, λεπιδολίτης, αμβλυγονίτης και πεταλίτης.

ΛΕΠΙΔΟΛΙΤΗΣ

Χημικός τύπος



Φυσικές ιδιότητες

Κατηγοριοποίηση	Πυριτικό άλας
Σύστημα κρυστάλλωσης	μονοκλινικό
Χρώμα	Ροζ, ρόδινο, ανοιχτό μωβ
Μορφή κρυστάλλων	Φυλλώδης, πλατύς, συμπαγής
Σκληρότητα	2,5 – 3,5 Mohs scale
Σχισμός	τέλειος
Θραύση	μαρμαρυγιών
Λάμψη	υπο-σαλώδης, μαργαριτωδής, ρητινώδης
Γραμμή κόνεως	λευκή
Πυκνότητα	2,83 g/cm ³
Διαφάνεια	διαφανής, ημιδιαφανής



Spodumene - var. hiddenite -
Li-mineral used as a gemstone
in jewellery

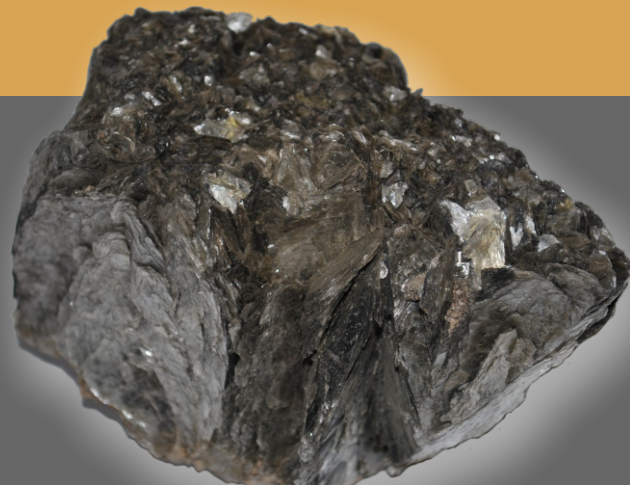
Χρήση στη ζωή μας

Το λίθιο χρησιμοποιείται στην παραγωγή κεραμικών και γυαλιού, στη μεταλλουργία αλουμινίου και στην κατασκευή συνθετικού καουτσούκ και λιπαντικών. Οι γνωστές εφαρμογές λιθίου περιλαμβάνουν από τη παραγωγή μπαταριών έως την παραγωγή βρωμιούχου λιθίου. Χρησιμοποιείται στη φαρμακευτική βιομηχανία για τη θεραπεία της κατάθλιψης, στη μορφή ανθρακικού λιθίου.



Μέθοδος εξόρυξης και επεξεργασίας

Το λίθιο συχνά ανακτάται από την άλμη (κοινώς 'σαλαμούρα'). Η παραγωγή λιθίου ξεκινά με την άντληση της άλμης μέσα σε δεξαμενές εξάτμισης. Η συγκέντρωση της άλμης αυξάνεται μέσω της ηλιακής εξάτμισης και όταν το χλωριούχο λίθιο φτάσει στη βέλτιστη συγκέντρωσή του, η υγρή φάση αντλείται σε μονάδες ανάκτησης και υποβάλλεται σε επεξεργασία με ανθρακικό νάτριο, καταβυθίζοντας το ανθρακικό λίθιο, το οποίο στη συνέχεια διηθείται, ξηραίνεται και κατεργάζεται.



Zinnwaldite mineral

Κοιτάσματα Cinovec-Zinnwald στην Τσεχική Δημοκρατία

Τα κοιτάσματα Cinovec-Zinnwald βρίσκονται στα σύνορα της Τσεχικής Δημοκρατίας και της Σαξονίας (Γερμανία), στην περιοχή Krušné hory (Erzgebirge). Συμπεριλαμβάνονται στα σημαντικότερα αποθέματα του ορεινού όγκου Βοημίας και είναι στην ομάδα λιθίου-μίκρα (λιθίου μαρμαρυγία) του ορυκτού Zinnwaldite. Το πρώτο ιστορικό ρεκόρ εξορυκτικής δραστηριότητας στην περιοχή Cinovec-Zinnwald καταγράφεται από το 1378. Από τότε, η εντατική εκμετάλλευση αποθεμάτων διήρκεσε έως το 1990. Τα αποθέματα εξορύσσονται με υπόγειες μεθόδους από διάφορους ιστορικούς άξονες. Σήμερα, βρίσκονται σε εξέλιξη αρκετές γεωλογικές εκμεταλλεύσεις στην περιοχή Cinovec, με σκοπό την εξόρυξη λιθίου από τεχνητές δεξαμενές απορροής (γνωστές ως 'tailing ponds'), καθώς και πολλά έργα έχουν αντικείμενο την πιθανή εξόρυξη λιθίου, κασσίτερου και βολφραμίου.

Αποθέματα/κοιτάσματα

Τα αποθέματα λιθίου βρίσκονται σε αποθέματα άλμης και ως άλατα σε ορυκτές πηγές, είτε βρίσκονται σε μεταλλεύματα πηγματίτη. Τα πηγματιτικά πετρώματα πλούσια σε λίθιο χωρίζονται σε μετα-ιζηματογενή πετρώματα και γρανιτοειδή.

Οι μεγαλύτεροι προμηθευτές λιθίου στον κόσμο είναι η Αυστραλία και η Χιλή. Ένα από τα μεγαλύτερα κοιτάσματα λιθίου στην Ευρώπη βρίσκεται στην Ιβηρική Χερσόνησο. Ο μεγαλύτερος παραγωγός λιθίου είναι η Πορτογαλία. Άλλα ευρωπαϊκά κοιτάσματα λιθίου βρίσκονται στην Ισπανία, Τσεχική Δημοκρατία και Σερβία.

Ενδιαφέρουσα πληροφορία:

Μία από τις τελευταίες χρήσεις του λιθίου είναι στα ηλεκτροοπτικά κεραμικά. Πρόκειται για διαφανή υλικά, των οποίων οι οπτικές ιδιότητες μεταβάλλονται μέσω ηλεκτρικής τάσης. Το νιοβικό λίθιο και το ταλαντικό λίθιο χρησιμοποιούνται σε διακόπτες και ρυθμιστές για τη μετάδοση δεδομένων υψηλής ταχύτητας μέσω οπτικών ινών.

ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ



Το αλουμίνιο ή αργίλιο σπάνια βρίσκεται στη στοιχειακή του κατάσταση λόγω του ισχυρού δεσμού του με το οξυγόνο. Το μόνο σημαντικό μέταλλευμα αλουμινίου (Al) είναι ο βωξίτης. Ο βωξίτης δεν αποτελεί ορυκτό, αλλά ένα ιζηματογενές πέτρωμα μη καθορισμένης σύνθεσης και περιέχει υδροξείδια αργιλίου, συγκεκριμένα γυψίτη ($\text{Al}(\text{OH})_3$), βαιμίτη ($\text{AlO}(\text{OH})$) και διάσπορο ($\text{AlO}(\text{OH})$); οξείδια σιδήρου (αιματίτης και γκαϊτίτης); και άλλα υλικά, όπως χαλαζία, ανατάση, ρουτίλιο, καολίνη και ιλμενίτη.

Το αλουμίνιο είναι ένα μέταλλο σχετικά οικονομικό, πολύ αγώγιμο, έχει χαμηλή πυκνότητα και υψηλή αντοχή σε διάβρωση. Το αλουμίνιο γίνεται συνήθως κράμα για τη βελτίωση των μηχανικών του ιδιοτήτων. Τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται για τη παραγωγή κραμάτων αλουμινίου είναι ο χαλκός, ο ψευδάργυρος, το μαγνήσιο, το μαγγάνιο και το πυρίτιο.

ΔΙΑΣΠΟΡΟΣ

Χημικός τύπος



Φυσικές ιδιότητες

Κατηγοριοποίηση	Οξείδιο, υδροξείδιο
Σύστημα κρυστάλλωσης	ορθορομβικό
Χρώμα	Λευκό καφετί διάφανο παλκίτρινα γκριζωπό λιλά, ροζ
Μορφή κρυστάλλων	Πλακώδης, πινακοειδής
Σκληρότητα	6,5 – 7 Mohs scale
Σχισμός	τέλειος
Θραύση	κογχώδης
Λάμψη	Γαλώδης, μαργαριτώδης
Γραμμή κόνεως	Λευκή
Πυκνότητα	3,38 g/cm ³
Διαφάνεια	διαφανής, ημιδιαφανής



Bauxite



Χρήση στη ζωή μας

Το αλουμίνιο χρησιμοποιείται κυρίως στη βιομηχανία μεταφορών λόγω της χαμηλής πυκνότητάς του: αυτοκίνητα, αεροσκάφη, σιδηροδρομικά αυτοκίνητα, ποδήλατα κ.λπ. Χρησιμοποιείται επίσης σε οικοδομήματα, κατασκευές και ηλεκτρικές εφαρμογές όπως αγώγιμα κράματα, κινητήρες, γεννήτριες και μετασχηματιστές, καθώς και σε ένα ευρύ φάσμα οικιακών ειδών, από μαγειρικά σκεύη έως έπιπλα.

Μέθοδος εξόρυξης και επεξεργασίας

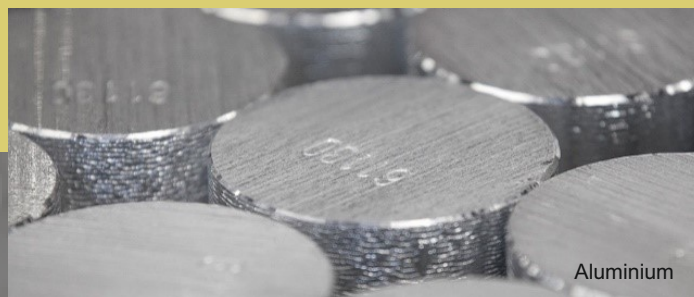
Η εξόρυξη ανοιχτού ορύγματος χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον για τη παραγωγή βωξίτη, καθώς ο βωξίτης βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια. Η αποκομιδή των υπερκείμενων του κοιτάσματος απομακρύνεται και το πέτρωμα θρυμματίζεται με ανατίναξη, κοπή, εκσκαφή. Ο βωξίτης φορτώνεται και μεταφέρεται στις εγκαταστάσεις θραύσης. Τα θρύμματα βωξίτη διαπερνούν μια δονούμενη οθόνη, η οποία ταξινομεί το υλικό ανάλογα με τη κοκκομετρία του. Στη συνέχεια, ο κοσκινισμένος βωξίτης επεξεργάζεται περαιτέρω, ώστε να αποκτήσει κοκκομετρία περίπου 7,5cm (μέγεθος κόκκων). Έπειτα από τη διαλογή, ακολουθούν πλύσεις και βελτιστοποιήσεις, αν κρίνεται απαραίτητο. Ο κοσκινισμένος βωξίτης μεταφέρεται σε διυλιστήρια, όπου ακολουθείται η μέθοδος 'Bayer'. Το τελικό στάδιο της διαδικασίας Bayer είναι η πύρωση κρυστάλλων τρι-ένυδρου αργιλίου στους 1100 ° C, προς την παραγωγή άνυδρης αλούμινας (Al₂O₃), όπου η άνυδρη αλούμινα είναι το τελικό προϊόν. Στις περισσότερες περιπτώσεις, τα διυλιστήρια αλούμινας είναι εγκατεστημένα κοντά στα ορυχεία βωξίτη, όπου 2-3τόνοι βωξίτη αντιστοιχούν σε 1 τόνο αλούμινας (Al₂O₃).

Αλουμίνιο από την Ελλάδα

Η Ελλάδα είναι μια σημαντική ευρωπαϊκή χώρα παραγωγής βωξίτη. Τα σημαντικότερα ελληνικά κοιτάσματα βωξίτη (τύπου «καρστ») βρίσκονται στις ορεινές ζώνες Ελικώνας, Παρνασσού και Γκιώνας. Τα ελληνικά κοιτάσματα βωξίτη προέρχονται από διάσπορο.



karst type bauxite



Aluminium



Alumina

Κοιτάσματα

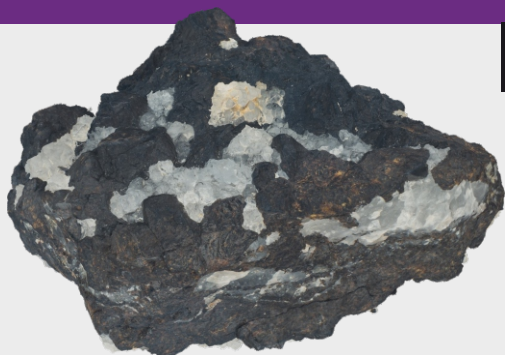
Ο βωξίτης σχηματίζεται από την καιρική διάβρωση πολλών διαφορετικών πετρωμάτων. Τα κύρια κοιτάσματα βωξίτη βρίσκονται σε περιοχές, όπου υπάρχουν 'ως επί το πλείστον λατεριτικοί βωξίτες, οι οποίοι προκύπτουν από διάφορα λατεριτικά πυριτικά πετρώματα. Άλλοι τύποι βωξίτη περιλαμβάνουν τους ανθρακικούς βωξίτες ή τα μεταλλεύματα καρστ βωξίτη, τα οποία σχηματίστηκαν από την λατεριτική διάβρωση και την υπολειμματική συσσώρευση στρώσεων αργίλου.

Οι μεγαλύτεροι παραγωγοί αλουμινίου στον κόσμο είναι η Αυστραλία, η Κίνα, η Βραζιλία και η Ινδία. Στην Ευρώπη, η εκτενέστερη εξόρυξη μεταλλευμάτων αλουμινίου γίνεται στις χώρες: Γαλλία, Ιταλία και Ελλάδα.

Ενδιαφέρουσα πληροφορία:

Το αλουμίνιο είναι ένα μέταλλο μεγάλης αξίας και παρέχει θετικό αντίκτυπο στο περιβάλλον και στην οικονομία όταν είναι ανακυκλωμένο. Η παραγωγή αλουμινίου από ανακυκλωμένα μέταλλα (δευτερεύουσα πηγή αλουμινίου) εξοικονομεί περισσότερο από το 90% της ενέργειας που απαιτείται για την πρωτογενή παραγωγή αλουμινίου. Επίσης, η εκτενής χρήση δευτερογενούς αλουμινίου μειώνει τη εκμετάλλευση φυσικών πόρων για την παραγωγή πρωτογενούς αλουμινίου.

ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ



Ο ψευδάργυρος είναι ένα μέταλλο που βρίσκεται ευρέως στη φύση, αλλά πολύ σπάνια σε μορφή φυσικού ορυκτού στοιχείου. Ανιχνεύεται μέσα σε μεταλλεύματα ψευδαργύρου και ειδικά στα μικτά (ονομαζόμενα ως σφαλερίτης ή θειούχος ψευδάργυρος, ZnS), τα οποία είναι το πιο σημαντικό μέταλλευμα ψευδαργύρου. Άλλα μεταλλεύματα είναι, για παράδειγμα, ο σμιθσονίτης (ZnCO₃) και το οξειδίο ψευδαργύρου (ZnO). Όταν είναι καθαρός ο σφαλερίτης, με μικρή ή μηδαμινή περιεκτικότητα σε σίδηρο, σχηματίζει καθαρούς κρυστάλλους με χρώματα που κυμαίνονται από ανοιχτό κίτρινο έως πορτοκαλί. Εάν η περιεκτικότητα σε σίδηρο αυξάνεται σχηματίζονται σκούροι, αδιαφανείς κρύσταλλοι. Ο ψευδάργυρος είναι το βασικό συστατικό ορισμένων κραμάτων, όπως του ορείχαλκου που χρησιμοποιείται για την παραγωγή πολλών καθημερινών αντικειμένων.

Χρήση στη ζωή μας

Ο ψευδάργυρος χρησιμοποιείται στη μεταλλουργία ως αντιδιαβρωτικό μέσο σε μια διαδικασία που ονομάζεται γαλβανισμός, στην οποία εφαρμόζεται επικάλυψη ψευδαργύρου πάνω σε μεταλλικά υλικά, κυρίως σιδήρου και χάλυβα, για να προσδοθεί στο τελικό προϊόν μεγαλύτερη αντοχή και προστασία στη φθορά. Ο ψευδάργυρος βρίσκεται ως συστατικό σε ορισμένους τύπους μπαταριών, όπως οι συμβατικές μπαταρίες, και χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο σε τεχνολογίες νέας γενιάς που σχετίζονται με την αποθήκευση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ένα πλεονέκτημα της χρήσης ψευδαργύρου στις μπαταρίες είναι το χαμηλό κόστος παραγωγικής διαδικασίας, καθώς ο ψευδάργυρος δεν απαιτεί την εφαρμογή εξειδικευμένων κατεργασιών, οι οποίες είναι απαραίτητες στη

ΣΦΑΛΕΡΙΤΗΣ

Χημικός τύπος

ZnS

Φυσικές ιδιότητες

Κατηγοριοποίηση	σουλφίδιο
Σύστημα κρυστάλλωσης	ισομετρικό
Χρώμα	Κίτρινο, καφετί, μαύρο, κόκκινοκαφετί
Μορφή κρυστάλλων	κολλοειδήςισόμορφοι
Σκληρότητα	3,5 - 4 Mohs scale
Σχισμός	τέλειος
Θραύση	κογχώδης
Λάμψη	ρητινώδης, αδαμάντινη
Γραμμή κόνεως	Λευκή έως καφέ ανοιχτόχρωμη
Πυκνότητα	4 g/cm ³
Διαφάνεια	διαφανής, ημιδιαφανής



Sphalerite

περίπτωση χρήσης λιθίου. Το οξειδίο του ψευδαργύρου, γνωστό ως λευκός ψευδάργυρος λόγω χρώματος, χρησιμοποιείται σε ποικίλες εφαρμογές: συναντάται σε ορισμένα είδη κεραμικών πλακιδίων και σμάλτων, καθώς αυξάνει την ανθεκτικότητα και τη φωτεινότητα; μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ενισχυτικός παράγοντας στη παραγωγή καουτσούκ και ως χρωστική ουσία σε χρώματα, όπου συμβάλλει στη διατήρηση του χρώματος καθώς και στην παροχή σημαντικών μηχανοκτόνων ιδιοτήτων. Επίσης, χρησιμοποιείται στη γεωργία ως θρεπτικό συστατικό στα λιπάσματα και στα μείγματα ζωοτροφών. Τα τελευταία χρόνια, αυξάνεται το ενδιαφέρον για το οξειδίο του ψευδαργύρου στο κλάδο της ηλεκτρολογίας, ειδικότερα στην παραγωγή οπτοηλεκτρονικών συστημάτων, όπως λαμπτήρων LED, λέιζερ και φωτοανιχνευτών.

Μέθοδος εξόρυξης και επεξεργασίας Κοιτάσματα

Τα μεταλλεύματα ψευδαργύρου εξάγονται χρησιμοποιώντας διαφορετικές τεχνικές εξόρυξης. Τα οξειδωμένα σώματα μεταλλεύματος, που βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια της Γης, ανακτώνται μέσω εξόρυξης ανοιχτού λάκκου. Για τα σουλφιδικά μεταλλεύματα που βρίσκονται σε μεγάλο βάθος χρησιμοποιούνται υπόγειες μέθοδοι εξόρυξης.

Τα μεταλλεύματα ψευδάργυρου συχνά συγχέονται με τα μεταλλεύματα μολύβδου, παρουσιάζουν χαμηλή περιεκτικότητα σε μέταλλα και περιέχουν ακαθαρσίες, όπως σίδηρο και κάδμιο. Επομένως, πρέπει να συμπυκνωθούν και να τηχθούν, με σκοπό να παραχθεί το αντίστοιχο μέταλλο. Η πιο κοινή διαδικασία ανάκτησης ψευδαργύρου, η οποία ευθύνεται για πάνω από το 80% της παραγωγής ψευδαργύρου, είναι η ακόλουθη υδρομεταλλουργική διαδικασία: το ίζημα ψευδαργύρου που λαμβάνεται από το ορυχείο πυρώνεται (στους 600°C) και μετατρέπεται σε οξείδιο του ψευδαργύρου (ZnO), το οποίο στη συνέχεια διαλυτοποιείται σε διάλυμα αραιού θειικού οξέως. Το διάλυμα, το οποίο περιέχει θειικό ψευδάργυρο, καθαρίζεται και υποβάλλεται σε ηλεκτρόλυση που οδηγεί στην απόθεση μεταλλικού ψευδαργύρου πάνω στις καθόδους, από τις οποίες στη συνέχεια ανακτάται μέσω σύντηξης.

Τα κοιτάσματα ψευδαργύρου εμφανίζονται κυρίως ως μεταλλεύματα σουλφιδίου, αλλά μπορούν να βρεθούν και σε μορφή ανθρακικού άλατος. Τα κοιτάσματα ψευδαργύρου, τα οποία προέρχονται από θερμά υδροθερμικά ρευστά, μπορούν να ρέουν κατά μήκος υπο-επιφανειακών ρηγματίων και να σχηματίζουν μεταλλοφόρες φλέβες. Στη περίπτωση ανθρακικών πετρωμάτων, τα ρευστά ρέουν μέσω κοιλοτήτων και σχηματίζουν πλούσια κοιτάσματα σε ψευδάργυρο. Επιπρόσθετα, τα ηφαιστειογενή κοιτάσματα αποτελούν άλλον έναν τύπο κοιτασμάτων ψευδαργύρου.

Οι χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή ψευδαργύρου είναι η Κίνα, η Αυστραλία, οι ΗΠΑ και η Ινδία. Στην Ευρώπη, οι εξορυκτικές δραστηριότητες εμφάνισαν πτώση τις τελευταίες δεκαετίες και επί του παρόντος συγκεντρώνονται στην Ιρλανδία και τη Σουηδία, οι οποίες παρέχουν σχεδόν το 70% της συνολικής παραγωγής ψευδαργύρου στην Ευρώπη.

Η εξόρυξη ψευδαργύρου στην Ιταλία

Στο παρελθόν, η εξόρυξη μεταλλευμάτων ψευδαργύρου πραγματοποιούνταν στην Ιταλία. Έπειτα από μια περίοδο αναστολής της εξορυκτικής δραστηριότητας, η Ιταλία άρχισε να αναλαμβάνει μια νέα φάση ανάπτυξης: τα τελευταία χρόνια εγκρίθηκε η άδεια για την εκ νέου έναρξη της εξορυκτικής δραστηριότητας στο Γκορνό, περιοχή του Μπέργκαμο (Λομβαρδία). Τα κοιτάσματα στο Γκορνό αφορούν αποθέματα Pb-Zn-Ag.

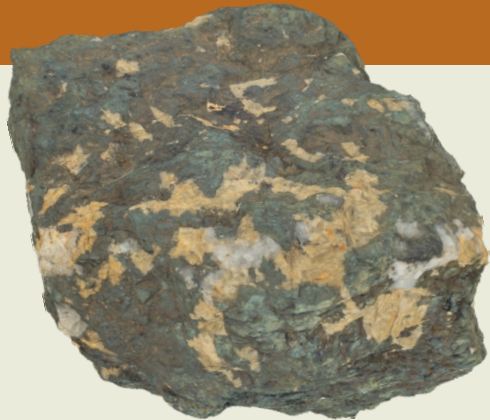


Ενδιαφέρουσα πληροφορία:

Ο ψευδάργυρος είναι συστατικό του ανθρώπινου σώματος, των ζωικών και φυτικών ιστών. Αν και περιέχεται σε πολύ μικρή ποσότητα στον οργανισμό μας, είναι ζωτικής σημασίας, καθώς παραδείγματος χάριν συμβάλλει στην μεταγραφή του γενετικού κώδικα. Επίσης, είναι απαραίτητο συστατικό για την καλή λειτουργία του σώματός μας, όπου οι ιδιότητές του βοηθούν στην καταπολέμηση της κυτταρικής γήρανσης, στη βελτίωση αναγέννησης/επούλωσης των ιστών και στην άρτια λειτουργία του αναπαραγωγικού συστήματος. Ως εκ τούτου, χρησιμοποιείται πολύ σε καλλυντικά και φαρμακευτικά προϊόντα, συνήθως με τη μορφή οξειδίου του ψευδαργύρου: σε συμπληρώματα διατροφής, μαλακτικά, σε κρέμες προσώπου κατά της ερυθρότητας και των φλεγμονών, ειδικότερα κατά των δερματικών εξανθημάτων όπως η ακμή.



ΧΑΛΚΟΣ



Ο χαλκός είναι ένα χημικό στοιχείο που συμβολίζεται Cu στον περιοδικό πίνακα. Στη φυσική του μορφή, όταν μη επεξεργασμένος χημικά/φυσικά, είναι ένα μαλακό μέταλλο με ροζ-πορτοκαλί-καφέ χρώμα. Κατά την οξειδωσή του, αποκτά πρασινωπό-μπλε χρώμα. Αποτελεί ένα όλκιμο και ελαστικό μέταλλο με πολύ υψηλή θερμική και ηλεκτρική αγωγιμότητα. Η ονομασία του προέρχεται από την ελληνική λέξη «Κύπριος», με αναφορά στην περιοχή της Κύπρου, όπου ο χαλκός εκμεταλλεύτηκε κατά τη ρωμαϊκή εποχή. Είναι ένα από τα λίγα μέταλλα που εμφανίζονται στη φύση ως καθαρά φυσικά στοιχεία. Στα πιο συχνά μεταλλεύματα χαλκού συμπεριλαμβάνονται τα σουλφίδια (χαλκοπυρίτης, χαλκοσίνης, βορνίτης και κοβελίτης), τα οξείδια (χαλκίτης) και τα ανθρακικά άλατα (αζουρίτης και σε μικρότερο βαθμό, μαλαχίτης).

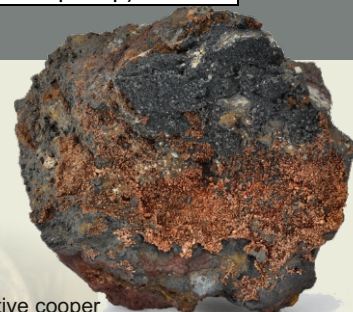
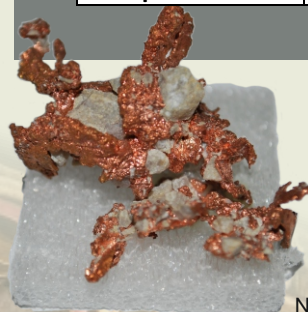
ΧΑΛΚΟΠΥΡΙΤΗΣ

Χημικός τύπος



Φυσικές ιδιότητες

Κατηγοριοποίηση	σουλφίδιο
Σύστημα κρυστάλλωσης	τετραγωνικό
Χρώμα	κίτρινο ώχρας
Μορφή κρυστάλλων	βοτρυόμορφρι ραβδόμορφρι ισόμορφρι
Σκληρότητα	3,5–4 Mohs scale
Σχισμός	ασθενήσασαφής
Θραύση	ακανόνιστη, άνιση
Λάμψη	μεταλλική
Γραμμή κόνεως	πρασινεμαύρη
Πυκνότητα	4,18 g/cm ³
Διαφάνεια	αδιαφανής



Native cooper

Χρήση στη ζωή μας

Ο χαλκός χρησιμοποιείται κυρίως ως καθαρό μέταλλο, αλλά όταν απαιτείται μεγαλύτερη σκληρότητα, κατεργάζεται προς σχηματισμό κραμάτων όπως ο ορείχαλκος (Cu + Zn) και ο μπρούτζος (Cu + Sn). Είναι ένα πολύ χρήσιμο μέταλλο, λόγω των εγγενών, ευεργετικών του ιδιοτήτων, όπως η υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα, αντοχή σε εφελκυσμό, ολκιμότητα, αντίσταση παραμόρφωσης, αντίσταση σε διάβρωση, χαμηλή θερμική διαστολή, υψηλή θερμική αγωγιμότητα, ελαστικότητα, ευκολία συγκόλλησης και ευκολία εγκατάστασης. Ο χαλκός είναι ένας πολύ αποτελεσματικός ηλεκτρικός αγωγός και χρησιμοποιείται στην παραγωγή ηλεκτρικών καλωδίων και αγώνων συρμάτων. Χρησιμοποιείται συνήθως στη κατασκευή στεγών/σκεπών, στα υδραυλικά συστήματα, στην βιομηχανικών μηχανημάτων και στη παρασκευή κοσμημάτων. Επιπροσθέτως, ο χαλκός βρίσκεται μέσα σε ολοκληρωμένα ηλεκτρολογικά κυκλώματα, σε μαγνήτες φούρνων μικροκυμάτων και σε ηλεκτρικούς κινητήρες. Τα κράματα χαλκού έχουν σημαντική και ευρεία χρήση σε βιομηχανίες ιατρικών συσκευών/προϊόντων και σε υδατοκαλλιέργειες, καθώς έχουν αντι-μικροβιακές ιδιότητες και αποτρέπουν τη βιορύπανση.



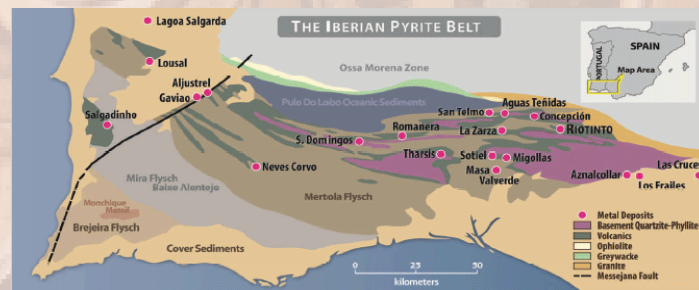
Μέθοδος εξόρυξης και επεξεργασίας

Χαλκός στην Ισπανία

Η υπόγεια εξόρυξη είναι σχετικά ακριβή και γενικά περιορίζεται για τα πλούσια μεταλλεύματα χαλκού. Η συχνότερη εξόρυξη μεταλλευμάτων χαλκού πραγματοποιείται σε ορυχεία ανοιχτού λάκκου, ειδικότερα στις περιπτώσεις που τα μεταλλεύματα είναι μεγάλης τοπικής έκτασης, μικρής περιεκτικότητας και βρίσκονται επιφανειακά, όπου μετά την απομάκρυνση των υπερκείμενων του κοιτάσματος μπορούν να λατομηθούν.

Κατά την πυρομεταλλουργική μέθοδο ανάκτησης του χαλκού από μεταλλεύματα, το αρχικό στάδιο είναι η μείωση της κοκκομετρίας και έπειτα ακολουθεί διαδικασία ιζηματοποίησης μέσω επίπλευσης. Εν ακολούθως, το ίζημα χαλκού τοποθετείται μέσε σε φούρνο όπου τήκεται, διυλίζεται και χυτεύεται προς σχηματισμό ράβδων ανόδου. Οι άνοδοι παρέχουν στις καθόδους 99,99% Cu, μέσω ηλεκτρο-διύλισης (electrorefining). Κατά την υδρομεταλλουργική μέθοδο ανάκτησης, παρομοίως το πρώτο στάδιο είναι η μείωση κοκκομετρίας, αλλά ακολουθείται διαλυτοποίηση μέσω έκπλυσης (leaching), καθαρισμός και έπειτα ηλεκτρο-διύλιση για την παραγωγή 99,999% Cu πάνω στις καθόδους.

Η Ισπανία διαθέτει μερικά από τα πλουσιότερα ορυκτολογικά εδάφη της Δυτικής Ευρώπης, όπως τα συμπαγή τεθωρακισμένα θειούχα (VMS) κοιτάσματα της Ιβηρικής Πυρίτης Ζώνης (IPB) στη νότια Ισπανία, όπου πραγματοποιείται η εξόρυξη χαλκού. Αυτή η περιοχή αντιπροσωπεύει μια πηγή πλούσια σε συγκέντρωση συμπαγών σουλφιδίων, που εκτείνεται σε μεγάλο μέρος του νότιου τμήματος της Ιβηρικής Χερσονήσου, όπου βρίσκονται περισσότερα από 80 μεγάλα θειούχα κοιτάσματα και περισσότερα από 300 ορυχεία. Αυτή η περιοχή έχει μήκος περίπου 250χλμ, πλάτος 30-50χλμ, και εκτείνεται από την περιοχή Alcácer do Sal βορειοδυτικής Πορτοκαλίας μέχρι την επαρχία της Σεβίλλης νοτιοανατολικής Ισπανίας. Στην περιοχή εξόρυξης Río Tinto βρίσκεται ένα από τα οκτώ σημαντικότερα κοιτάσματα θειούχων ορυκτών υλών της Ιβηρικής Πυρίτης Ζώνης και διαθέτει ίσως την υψηλότερη συγκέντρωση σουλφιδίων του



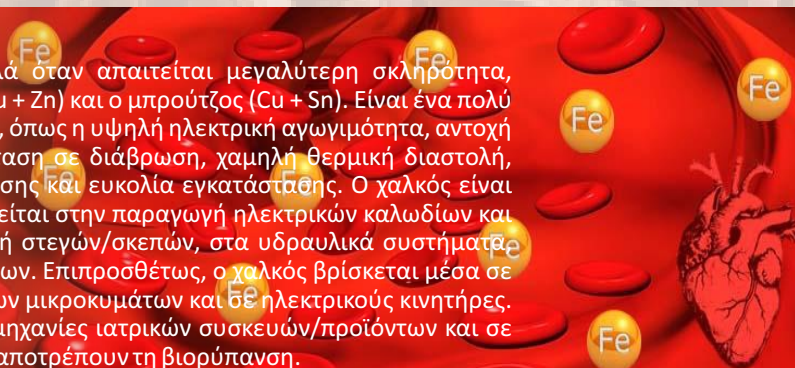
Κοιτάσματα

Τα μεταλλεύματα χαλκού βρίσκονται σε κοιτάσματα, τα οποία μπορούν να ταξινομηθούν σε κοιτάσματα πορφυριτικού χαλκού, κοιτάσματα επαφής και συμπαγή κοιτάσματα θειούχου χαλκού, σύμφωνα με τη λιθολογία και το γεωλογικό περιβάλλον. Για να είναι συμφέρουσα η εμπορική εκμετάλλευση χαλκού, τα κοιτάσματα χαλκού πρέπει να έχουν περιεκτικότερα μεγαλύτερη από 0,5% χαλκό, κατά προτίμηση πάνω από 2%. Τα γνωστά παγκοσμίως κοιτάσματα ύψιστης περιεκτικότητας χαλκού ανέρχονται σε περίπου 1 δισεκατομμύριο τόνους χαλκού.

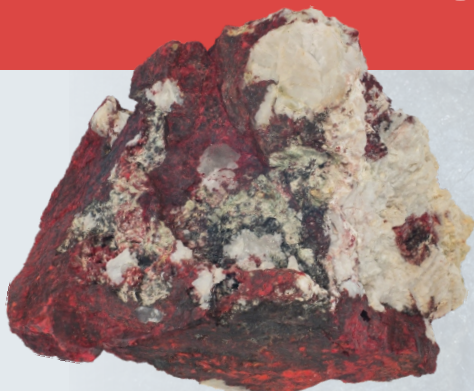
Οι κύριες χώρες παραγωγής χαλκού είναι η Χιλή, το Περού και η Κίνα. Οι χώρες της ΕΕ που παράγουν χαλκό είναι (αλφαβητικά): Βουλγαρία, Ισπανία, Κύπρος, Πολωνία, Πορτογαλία, Ρουμανία, Σερβία, Σουηδία και Φινλανδία.

Χρήση στη ζωή μας

Ο χαλκός χρησιμοποιείται κυρίως ως καθαρό μέταλλο, αλλά όταν απαιτείται μεγαλύτερη σκληρότητα, κατεργάζεται προς σχηματισμό κραμάτων όπως ο ορείχαλκος (Cu + Zn) και ο μπρούτζος (Cu + Sn). Είναι ένα πολύ χρήσιμο μέταλλο, λόγω των εγγενών, ευεργετικών του ιδιοτήτων, όπως η υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα, αντοχή σε εφελκυσμό, ολκιμότητα, αντίσταση παραμόρφωσης, αντίσταση σε διάβρωση, χαμηλή θερμική διαστολή, υψηλή θερμική αγωγιμότητα, ελαστικότητα, ευκολία συγκόλλησης και ευκολία εγκατάστασης. Ο χαλκός είναι ένας πολύ αποτελεσματικός ηλεκτρικός αγωγός και χρησιμοποιείται στην παραγωγή ηλεκτρικών καλωδίων και αγωγίων συρμάτων. Χρησιμοποιείται συνήθως στη κατασκευή στεγών/σκεπών, στα υδραυλικά συστήματα, στην βιομηχανικών μηχανημάτων και στη παρασκευή κοσμημάτων. Επιπροσθέτως, ο χαλκός βρίσκεται μέσα σε ολοκληρωμένα ηλεκτρολογικά κυκλώματα, σε μαγνήτες φούρνων μικροκυμάτων και σε ηλεκτρικούς κινητήρες. Τα κράματα χαλκού έχουν σημαντική και ευρεία χρήση σε βιομηχανίες ιατρικών συσκευών/προϊόντων και σε υδατοκαλλιεργείες, καθώς έχουν αντι-μικροβιακές ιδιότητες και αποτρέπουν τη βιορύπανση.



ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΣ



Ο υδράργυρος απαντάται στη φύση ως χημικό στοιχείο που βρίσκεται σε πετρώματα επιφανειακά του φλοιού της γης, συμπεριλαμβανομένων των αποθέσεων άνθρακα. Στον περιοδικό πίνακα, συμβολίζεται ως Hg. Το στοιχείο πήρε την ονομασία του από τον Ρωμαίο θεό Ερμή, γνωστό για την ταχύτητα και την κινητικότητα του. Ο υδράργυρος είναι κοινώς γνωστός ως 'quicksilver' και παλαιότερα ονομαζόταν 'hydrargyrum'. Είναι ένα βαρύ, ασημί στοιχείο και είναι το μόνο μεταλλικό στοιχείο που είναι υγρό σε κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης. Βρίσκεται είτε ως φυσικό μέταλλο (το οποίο είναι σπάνιο) είτε ως κινναβαρίτης, μετακινναβαρίτης, κορδεροΐτης, λιβινγκστονίτης, και μέσα σε άλλα ορυκτά. Στα κοιτάσματα παγκοσμίως, εμφανίζεται με τη μορφή κινναβαρίτη (θειούχος υδράργυρος).

ΚΙΝΝΑΒΑΡΙΤΗΣ

Χημικός τύπος



Φυσικές ιδιότητες

Κατηγοριοποίηση	σουλφίδιο
Σύστημα κρυστάλλωσης	τριγωνικό
Χρώμα	καστενευθρό, κόκκινο
Μορφή κρυστάλλων	Βελονοειδή-συμπαγή
Σκληρότητα	2 – 2,5 Mohs scale
Σχισμός	τέλειος
Θραύση	ανώμαλη-άνιση
Λάμψη	μεταλλική
Γραμμικόνεως	Καφετσερουθρήτρος πορφυρή
Πυκνότητα	8,2 g/cm ³
Διαφάνεια	διαφανής, ημιδιαφανή

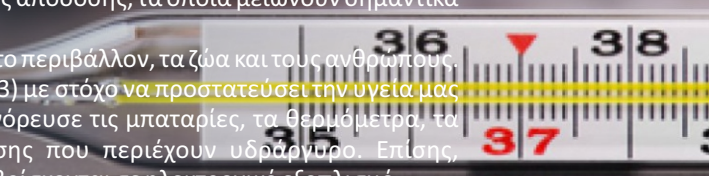
Native mercury



Χρήση στη ζωή μας

Ο υδράργυρος είναι πολύ τοξικός, επομένως απαγορεύεται η χρήση και η παραγωγή του στις περισσότερες χώρες! Πριν από λίγα χρόνια, ο υδράργυρος είχε χρήση σε ηλεκτρικές μπαταρίες (αντικαταστάθηκαν σήμερα από ψευδάργυρο, λίθιο ή νικέλιο). Λόγω του φαινομένου ότι ο υδράργυρος διαστέλλεται κατά την αύξηση θερμοκρασίας, χρησιμοποιείται σε θερμομέτρα, βαρόμετρα ή μανόμετρα εδώ και πολλά χρόνια. Επίσης, χρησιμοποιείται στους λαμπτήρες φθορισμού, όπου η ηλεκτρική ενέργεια που διέρχεται μέσω ατμών υδραργύρου παράγει υπεριώδες φως μικρού μήκους κύματος, το οποίο στη συνέχεια προκαλεί το φθορισμό φωσφόρου εντός του σωλήνα, παράγοντας ορατό φως. Ο υδράργυρος βρίσκεται στα αμάλγαμα για την οδοντική αποκατάσταση. Ωστόσο, οι οδοντιατρικές κλινικές πρέπει να εγκαταστήσουν κάποια φίλτρα υψηλής απόδοσης, τα οποία μειώνουν σημαντικά την απελευθέρωση υδραργύρου στο νερό.

Επομένως, έχει γίνει σαφές ότι ο υδράργυρος είναι εξαιρετικά τοξικός για το περιβάλλον, τα ζώα και τους ανθρώπους. Ως εκ τούτου, υπογράφηκε από όλες σχεδόν τις χώρες μια συνθήκη (2013) με στόχο να προστατεύσει την υγεία μας και να σταματήσει την παραγωγή και τη χρήση υδραργύρου. Η ΕΕ απαγόρευσε τις μπαταρίες, τα θερμομέτρα, τα βαρόμετρα και τις συσκευές παρακολούθησης της αρτηριακής πίεσης που περιέχουν υδράργυρο. Επίσης, απαγορεύεται πλέον η χρήση υδραργύρου στους διακόπτες και ρελέ που βρίσκονται σε ηλεκτρονικό εξοπλισμό.



Μέθοδος εξόρυξης και επεξεργασίας

Η πιο συνηθισμένη μέθοδος ανάκτησης μεταλλεύματος υδραργύρου είναι η υπόγεια εξόρυξη, με συμβατικές γεωτρήσεις και ανατινάξεις που ακολουθούνται από κομμάτισμα μεταλλευμάτων ή μηχανική φόρτωση με μπουλντόζες.

Μια κοινή μέθοδος για τον διαχωρισμό του υδραργύρου από τον κινναβαρίτη είναι η θραύση του μεταλλεύματος και έπειτα η θέρμανσή του σε κλίβανο για την εξάτμιση του υδραργύρου. Αυτός ο ατμός στη συνέχεια συμπυκνώνεται σε υγρό υδράργυρο.

Κοιτάσματα

Οι σημαντικότερες προμήθειες υδραργύρου στον κόσμο προέρχονται από την Κίνα, το Κιργιζιστάν και τη Χιλή.

Τα μεγαλύτερα κοιτάσματα υδραργύρου στην Ευρώπη βρίσκονται στις περιοχές Almadén (Ισπανία), Idrija (Σλοβενία) και Monte Amiata (Ιταλία).



Antony gallery (Antonijev rov)

Υδράργυρος σε Σλοβενία

Μεταξύ του 16ου αιώνα και τα τέλη του 20ου αιώνα, τα ορυχεία της Σλοβενίας αποτελούσαν σημαντική προμήθεια μεταλλευμάτων στο ευρωπαϊκό επίπεδο (ιδίως Hg, Pb και Zn). Το μόνο μεγάλο ορυχείο υδραργύρου βρίσκεται στη Ίδρια (Σλοβενία), όπου τα κοιτάσματα σχηματίστηκαν έπειτα από διαδικασία ηφαιστειακής ιζηματογένεσης. Η παραγένεση των ορυκτών του ορυχείου Ίδριας είναι σχεδόν μονομεταλλική και αποτελείται από κινναβαρίτη, μετακινναβαρίτη, εγγενή υδράργυρο, σουλφίδια σιδήρου, τα οποία απαντώνται σποραδικά, και από ομάδα ορυκτών ασβεσίτη και χαλαζία. Η πλουσιότερη φλέβα υδραργύρου βρίσκεται στην υπόγεια είσοδο Antonijev rov με μέγιστο βάθος 385m. Η υπόγεια είσοδος Antonijev rov ανασκάφηκε το 1500 και είναι η παλαιότερη διατηρημένη είσοδος στην Ευρώπη. Παρά τα πλούσια κοιτάσματα και την υψηλή κατανάλωση υδραργύρου σε όλο τον κόσμο, το 1986 αποφασίστηκε να σταματήσει η λειτουργία των ορυχείων για εμπορικούς, γεωλογικούς και οικολογικούς λόγους. Σήμερα, η υπόγεια είσοδος Antonijev rov και το χυτήριο υδραργύρου χρησιμοποιείται για τουριστικές επισκέψεις.

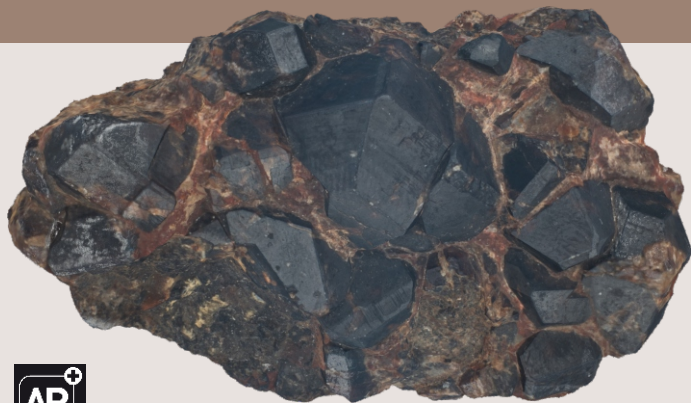
Ενδιαφέρουσα πληροφορία:

Η σκόνη κινναβαρίτη χρησιμοποιείται στις χρωστικές ουσίες Vermilion (κιννάβαρη) από την αρχαιότητα. Πλέον, χρησιμοποιούνται λιγότερα τοξικά υποκατάστατα.

Ο υδράργυρος είναι ιδανικός για τη παραγωγή θερμομέτρων, επειδή αλλάζει σημαντικά τον όγκο του με πολύ μικρές αλλαγές θερμοκρασίας.



ΚΑΣΣΙΤΕΡΟΣ



Ο κασσίτερος είναι ένα χημικό στοιχείο, γνωστό για την αντοχή του στη διάβρωση και την ικανότητά του επιμεταλλώνει πολλά μέταλλα. Στον περιοδικό πίνακα, εμφανίζεται με το σύμβολο Sn, μια συντομογραφία της λατινικής λέξης 'stannum', και έχει ατομικό αριθμό 50. Ο κασσίτερος είναι ένα μαλακό, ασημί-λευκό μέταλλο με γαλαζωπή χροιά. Μπορεί να εμφανιστεί ως φυσικό μέταλλο με μορφή κόκκων, αλλά βρίσκεται κυρίως ως οξείδιο του κασσίτερου, SnO₂, στο μετάλλευμα κασσιτερίτη του μεταλλεύματος.

ΚΑΣΣΙΤΕΡΙΤΗΣ

Χημικός τύπος

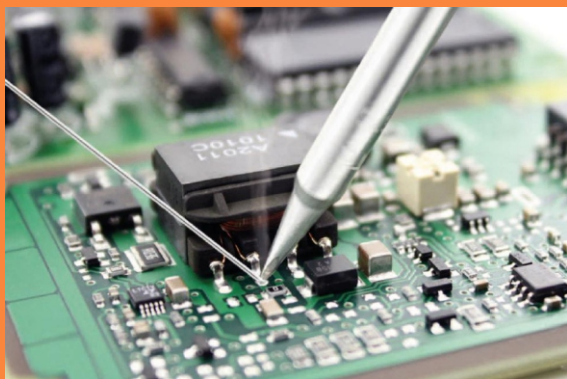


Φυσικές ιδιότητες

Κατηγοριοποίηση	οξείδιο
Σύστημα κρυστάλλωσης	τετραγωνικό
Χρώμα	μαύρο κίτρινο καφέ κόκκινο
Μορφή κρυστάλλων	πρισματική ρυμπαγής
Σκληρότητα	6 - 7 Mohs scale
Χισμός	ατελής
Θραύση	ανώμαλη
Λάμψη	αδαμάντινη ημιμεταλλική
Γραμμή κόνεως	ανοιχτοκαστανοκίτρινη
Πυκνότητα	7 g/cm ³
Διαφάνεια	διαφανής, ημιδιαφανής αδιαφανής

Χρήση στη ζωή μας

Σχεδόν το 50% της παραγωγής του κασσίτερου χρησιμοποιείται στις συγκολλήσεις. Ο υπόλοιπος παραγόμενος κασσίτερος χρησιμοποιείται στις επιμεταλλώσεις κασσίτερου, σε χημικά κασσίτερου και σε κράματα ορείχαλκου και μπρούτζου. Ο κασσίτερος χρησιμοποιείται εδώ και πολύ καιρό σε κράματα μόλυβδου ως συγκολλητικό μέσο για τη σύνδεση σωλήνων ή ηλεκτρικών κυκλωμάτων. Επίσης, χρησιμοποιείται για ως αντιδιαβρωτική επικάλυψη σε μόλυβδο, ψευδάργυρο και χάλυβα. Τα δοχεία από κασσίτερο χρησιμοποιούνται ευρέως για τη συντήρηση τροφίμων. Τα οξείδια του ινδίου και του κασσίτερου είναι ηλεκτρικά αγώγιμα και διαφανή, επομένως χρησιμοποιούνται σε οπτοηλεκτρονικές συσκευές, όπως στις οθόνες υγρών κρυστάλλων. Η επιμετάλλωση τρυπημένου ή διατρημένου λευκοσίδηρου πάνω σε πλάκα χάλυβα είναι μια τεχνική δημιουργίας λειτουργικών ή διακοσμητικών οικιακών ειδών.



Μέθοδος εξόρυξης και επεξεργασίας

Ο κασσίτερος εξορύσσεται με διαφορετικούς τρόπους, ανάλογα με τη γένεση και τη τοποθεσία των κοιτασμάτων. Στη περίπτωση αλλουβιακών αποθέσεων, καταλληλότερη τεχνική είναι η βυθοκόρηση (εξαγωγή απορρίψεων), ειδικά σε μια περιοχή που έχει ήδη εκμεταλλευτεί και πλημμυρίσει. Όταν τα κοιτάσματα είναι τύπου 'skarn', εφαρμόζονται τεχνικές ανοικτού λάκκου ή υπόγειας εξόρυξης.

Μόλις εξαχθεί το μέταλλευμα κασσίτερου, τα σύνδρομα ορυκτά διαχωρίζονται από το μέταλλευμα με φυσικές ή χημικές διεργασίες προς τη συμπύκνωση του κασσίτερου. Στις φυσικές διεργασίες περιλαμβάνονται τα στάδια λείανσης, διαλογής, υδραυλικής ταξινόμησης, διαχωρισμού δονούμενων επιφανειών, μαγνητικού διαχωρισμού, βαρυτομετρικού διαχωρισμού jigs, φυγοκέντρισης, και μερικές φορές γίνεται επίπλευση αφρού, οι οποίες τεχνικές χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενός συμπυκνώματος/ιζήματος που περιέχει έως 70-77% κασσίτερο μέσω πάχυνσης και φιλτραρίσματος.

Όταν επιτευχθεί η απαιτούμενη συγκέντρωση κασσίτερου (55 έως 75% SnO₂), το ιζήμα κασσίτερου τήκεται μέσα σε κλίβανο μαζί με άνθρακα σε μορφή κάρβουνου ή πετρελαίου στους περίπου 1400 °C. Ο άνθρακας αντιδρά με το διοξείδιο του άνθρακα για να σχηματιστεί μονοξείδιο του άνθρακα, και έπειτα το μονοξείδιο του άνθρακα αντιδρά με τον κασσιτερίτη που περιέχεται στο ιζήμα για να σχηματίσει ακατέργαστο κασσίτερο και διοξείδιο του άνθρακα. Συχνά, τα υπολείμματα σκωρίας που σχηματίζονται από αυτή τη διαδικασία περιέχουν κασσίτερο, επομένως θερμαίνονται για την ανάκτηση ακατέργαστου κασσίτερου.

South Crofty mine



Εξόρυξη κασσίτερου στην Κορνουάλη (Αγγλία)

Η εξόρυξη κασσίτερου λαμβάνει χώρα στην Κορνουάλη της νοτιοδυτικής Αγγλίας, από το 2.300 π.Χ., και οι επιχειρήσεις μεγάλης κλίμακας ξεκίνησαν το έτος 1600. Το South Crofty ήταν ένα από τα πιο διάσημα ορυχεία στην Κορνουάλη και βρίσκεται στο Pool, την κεντρική περιοχή μεταλλείων της Κορνουάλης. Η αρχική εκτίμηση της οικονομικής βιωσιμότητας της επαναλειτουργίας του ορυχείου ολοκληρώθηκε το 2017. Το έργο South Crofty εγκρίθηκε πλήρως και η δοκιμή γεώτρησης ξεκίνησε τον Ιούνιο του 2020.

Κοιτάσματα

Ο κασιτερίτης, το κύριο μέταλλευμα κασσίτερου και βρίσκεται σε υδροθερμικές φλέβες και πηγματίτες που συσχετίζονται με τον γρανίτη. Επίσης, βρίσκεται συχνά συγκεντρωμένο σε κοιτάσματα αλλουβιακών αποθεμάτων.

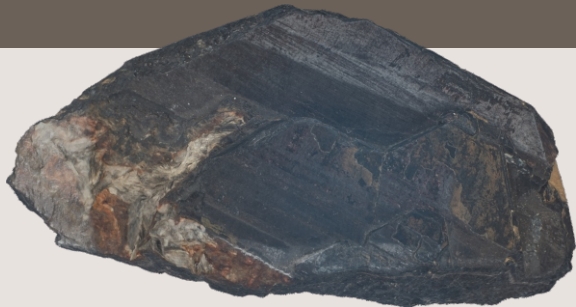
Ο σπουδαιότερος παραγωγός κασσίτερου παγκοσμίως είναι η Κίνα. Άλλες κορυφαίες παραγωγές βρίσκονται στην Ινδονησία, στο Περού και στη Βολιβία. Τα παλαιότερα μεταλλεία κασσίτερου στην Ευρώπη βρίσκονταν στην Κορνουάλη (Αγγλία) και στην Ισπανία.



Ενδιαφέρουσα πληροφορία:

Τα δοχεία λευκοσιδήρου για τη συντήρηση τροφίμων παρασκευάστηκαν για πρώτη φορά στο Λονδίνο το 1812. Πολλά χάλκινα ταψιά είναι επιμεταλλωμένα με κασσίτερο, καθώς ο συνδυασμός όξινων τροφών με χαλκό μπορεί να είναι τοξικός.

ΒΟΛΦΡΑΜΙΟ



AR Χρησιμοποιούν δύο διαφορετικά ονόματα για αυτό το μέταλλο: τουνγκστένιο 'tungsten' και βολφράμιο 'wolfram'. Γι' αυτό το βολφράμιο συμβολίζεται ως 'W' στον περιοδικό πίνακα. Και τα δύο ονόματα εμφανίστηκαν ταυτόχρονα. Η ονομασία «wolfram» προέρχεται από τα Γερμανικά και η ονομασία «tungsten» από τα Σουηδικά. Το βολφράμιο μπορεί να βρεθεί σε ορυκτά όπως ο βολφραμίτης, ένα ορυκτό βολφραμίου σιδήρου μαγγανίου (Fe, Mn) WO₄ ή ο σεελίτης, ένα ορυκτό βολφραμίου ασβεστίου CaWO₄ και έχει σημαντική οικονομική αξία. Το βολφράμιο στην ακατέργαστη μορφή του είναι ένα σκληρό γκρι μέταλλο και ένα από τα βαρύτερα μέταλλα με πυκνότητα 19,25 g / cm³.

ΒΟΛΦΡΑΜΙΤΗΣ

Χημικός τύπος



Φυσικές ιδιότητες

Κατηγοριοποίηση	βολφραμικό
Σύστημα κρυστάλλωσης	μονοκλινικό
Χρώμα	γκριζωπο-μαύρο
Μορφή κρυστάλλων	πλακώδεις, κοντοί πρισματικοί
Σκληρότητα	4 – 4,5 Mohs scale
Σχισμός	τέλειος
Θραύση	ψαθυρή
Λάμψη	Υπο-μεταλλική
Γραμμή κόνεως	Κοκκινο-καφετί
Πυκνότητα	7,3 g/cm ³
Διαφάνεια	αδιαφανής



Scheelite

Χρήση στη ζωή μας

Το βολφράμιο καταναλώνεται κυρίως για την παραγωγή σκληρών υλικών – καρβίδιο του βολφραμίου, η σκληρότητα του οποίου είναι παραπλήσια με τη σκληρότητα του διαμαντιού. Το βολφράμιο αποτελεί έναν αποτελεσματικό ηλεκτρικό αγωγό. Χρησιμοποιείται για την κατασκευή εργαλείων κοπής όπως μαχαίρια, τρυπάνια και κυκλικά πριόνια, καθώς και για τη κατασκευή εργαλείων φρεζαρίσματος και στέψης για μεταλλουργικές, ξυλουργικές εργασίες, μεταλλευτικές και κατασκευαστικές βιομηχανίες. Το βολφράμιο προστίθεται σε διάφορα κράματα για πολλές εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένων των νημάτων λαμπτήρα πυρακτώσεως και των σωλήνων ακτίνων Χ. Είναι ένα κατάλληλο υλικό για στρατιωτικές εφαρμογές σε βλήματα λόγω της σκληρότητάς του και της υψηλής πυκνότητάς του. Στη βιομηχανία κοσμημάτων κατασκευάζονται δαχτυλίδια από πυροσυσσωματωμένο καρβίδιο βολφραμίου.



Μέθοδος εξόρυξης και επεξεργασίας

Τα μεταλλεύματα βολφραμίου εξορύσσονται σε ορυχείο ανοικτού λάκκου ή υπόγειο ορυχείο. Η επεξεργασία μεταλλευμάτων σεελίτη και βολφραμίτη αφορά στη σύνθλιψη, λείανση, προ-συμπύκνωση, τράχυνση, στις πλύσεις και στο τελικό στάδιο του εξαγνισμού ('purification'). Στα μεταλλεύματα σεελίτη εφαρμόζεται ιζηματοποίηση βαρύτητας και επίπλευση, ενώ στα μεταλλεύματα βολφραμίτη ο διαχωρισμός βαρύτητας ή ο μαγνητικός διαχωρισμός. Στο τελικό στάδιο γίνεται η μετατροπή των μεταλλευμάτων σε τριοξείδιο του βολφραμίου (WO_3), όπου με τη θέρμανσή τους με υδρογόνο ή άνθρακα παράγεται η σκόνη βολφραμίου. Στη συνέχεια, η σκόνη αναμιγνύεται με μικρές ποσότητες κονιοποιημένου νικελίου ή με άλλα μέταλλα και συντήκονται. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας σύντηξης, το νικέλιο/ ή άλλο μέταλλο διαχέεται στο βολφράμιο και σχηματίζεται κράμα.

Processing plant

Το βολφράμιο στην Πορτογαλία

Στην Πορτογαλία, πολλά ορυχεία βολφραμίου εκμεταλλεύονταν κατά τον 20ο αιώνα, κυρίως κατά τη διάρκεια του 2ου Παγκοσμίου Πολέμου. Σήμερα, η εξόρυξη βολφραμίου γίνεται στο ορυχείο Panasqueira της Πορτογαλίας, ένα ιστορικά πολύ σημαντικό ορυχείο, το οποίο αναγνωρίζεται ότι διαθέτει μια από τις πιο καθαρές μορφές βολφραμίτη στον κόσμο. Η εξόρυξη πραγματοποιείται με υπόγειες μεθόδους.



Panasqueira mine

Κοιτάσματα

Και τα δύο ορυκτά (βολφραμίτης και σεελίτης) προκύπτουν από τις διαδικασίες ορυκτοποίησης σε υδροθερμικά γεωλογικά περιβάλλοντα. Υπάρχουν διάφοροι τύποι κοιτασμάτων που μπορεί να περιέχει βολφράμιο, αλλά τα πιο σχετικά είναι τα κοιτάσματα ορυκτοποίησης με γρανίτη, λιπαρές ουσίες και κοιτάσματα πηγματίτη, καθώς και τα κοιτάσματα τύπου φλέβας, όπου το υδροθερμικό υγρό διεισδύει σε ήδη υπάρχοντα ρήγματα πάνω σε πετρώματα. Επίσης, σχετικά κοιτάσματα είναι τα κοιτάσματα τύπου 'skarn', τα οποία δημιουργούνται όταν το υδροθερμικό υγρό εισβάλλει σε ανθρακικά πετρώματα πλούσια σε ασβέστιο, όπως ο ασβεστόλιθος. Ο βολφραμίτης εμφανίζεται κυρίως σε κοιτάσματα τύπου φλέβας και ο σεελίτης σε κοιτάσματα τύπου 'skarn', όπου περιέχει επίσης ασβέστιο.

Οι πηγές βολφραμίου είναι γεωγραφικά εκτεταμένες. Κατά τη διάρκεια των ετών 2017-2018, περίπου 80% της παγκόσμιας αγοράς βολφραμίου προερχόταν από τις ΗΠΑ, την Αυστρία, τη Βολιβία, την Κίνα, την Πορτογαλία, τη Ρωσία, τη Ρουάντα, την Ισπανία, το Ηνωμένο Βασίλειο και το Βιετνάμ. Η Κίνα κατατάσσεται ως η πρώτη χώρα παγκοσμίως σε πόρους και κοιτάσματα βολφραμίου, ενώ διαθέτει και σημαντικά κοιτάσματα σεελίτη. Το ορυχείο Mittersill στην Αυστρία διαθέτει τα μεγαλύτερα κοιτάσματα βολφραμίου στην Ευρώπη, τα οποία αποτελούνται από δύο μέρη, ένα ορυχείο ανοικτού λάκκου και ένα υπόγειο ορυχείο.

Ενδιαφέρουσα πληροφορία:

Το βολφράμιο έχει το υψηλότερο σημείο τήξης ($3422\text{ }^{\circ}\text{C}$) και την υψηλότερη αντοχή εφελκυσμού από όλα τα μέταλλα σε καθαρή μορφή. Πρόκειται για το πιο αδρανές στοιχείο - δεν αντιδρά με νερό, οξυγόνο ή αέρα σε θερμοκρασία δωματίου και είναι ανθεκτικό στα περισσότερα οξέα και βάσεις.

ΧΡΥΣΟΣ



Ο χρυσός είναι ένα φυσικό στοιχείο και ένα πολύτιμο μέταλλο. Έχει από καιρό βραβευτεί για την καλαισθησία του, την αντοχή του σε χημικές επιθέσεις και την υψηλή κατεργασιμότητά του. Έχει σχετικά χαμηλό σημείο τήξης (1063 °C) και είναι ελατό. Είναι ένας καλός ηλεκτρικός αγωγός. Ο χρυσός εμφανίζεται συχνά στη στοιχειώδη εγγενή του μορφή, ως ψήγμα, κόκκοι, φλέβες κ.λπ. Το κράμα χρυσού και αργύρου είναι γνωστό ως ήλεκτρο.

Φυσικός Χρυσός

Χημικός τύπος

Au

Φυσικές ιδιότητες

Κατηγοριοποίηση	φυσικό στοιχείο
Σύστημα κρυστάλλωσης	ισομετρικό
Χρώμα	χρυσοκίτρινο
Μορφή κρυστάλλων	δενδροειδείσκοκκώδεις, πλακώδεις
Σκληρότητα	2,5- 3 Mohs scale
Σχισμός	κανένας
Θραύση	οδοντωτή, σχισμένη επιφάνεια
Λάμψη	μεταλλική
Γραμμή κόνεως	κίτρινη
Πυκνότητα	19,3 g/cm ³
Διαφάνεια	αδιαφανής

Χρήση στη ζωή μας

Το πολύτιμο αυτό μέταλλο έχει χρησιμοποιηθεί για τη κατασκευή νομισμάτων, κοσμημάτων και σε πολλές άλλες τέχνες κατά το πέρασ της ιστορίας. Λόγω της αντοχής του στη διάβρωση, της αδράνειάς του στις περισσότερες χημικές αντιδράσεις και της ηλεκτρικής αγωγιμότητάς του, ο χρυσός χρησιμοποιείται σε ηλεκτρικές συνδέσεις σε όλους τους τύπους ηλεκτρονικών συσκευών. Εδώ και χρόνια, πολλά υλικά από χρυσό χρησιμοποιούνται για ιατρικούς σκοπούς. Μερικά άλατα χρυσού έχουν αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες και χρησιμοποιούνται ως φαρμακευτικά προϊόντα, ενώ τα κράματα χρυσού χρησιμοποιούνται στην οδοντιατρική αποκατάστασης.



Μέθοδος εξόρυξης και επεξεργασίας

Η φύση αποθεμάτων χρυσού καθορίζει τις τεχνικές εξόρυξης και επεξεργασίας που θα εφαρμοστούν. Τα αλλουβιακά κοιτασμάτων λαμβάνονται μέσω βυθοκόρησης από τον πυθμένα λιμνών, ποταμών ή μέσω υδραυλικής εξόρυξης από όχθες και παραποτάμιες περιοχές που υπόκειται σε πλημμύρες, με τη χρήση πιδάκων υψηλής πίεσης. Στη συνέχεια, ο πολτός διαπερνά πάνω από αυλακώσεις ή ράβδους που διαχωρίζουν τα πυκνότερα χρυσά σωματίδια από άμμο και χαλίκια.

Ο στοιχειακός χρυσός των ενδογενετικών κοιτασμάτων ανιχνεύεται συχνά μέσα σε θειούχα ορυκτά βασικών μετάλλων. Τα κοιτάσματα αυτά εξορύσσονται, συνθλίβονται, κονιορτοποιούνται και στη συνέχεια ακολουθείται ιζηματοποίηση μέσω διαχωρισμού βαρύτητας για την ανάκτηση χονδροειδών σωματιδίων χρυσού, προτού αυτά υποβληθούν σε αφρό επίπλευσης. Ο στοιχειακός χρυσός είναι διαλυτός στον υδράργυρο, όπου η επαφή σωματιδίων με ακατέργαστο υδράργυρο οδηγεί σε διαβροχή και διαλυτοποίηση, προς σχηματισμό κράματος αμαλγάματος. Αυτή η διαδικασία χρησιμοποιείται για την ανάκτηση και τη ιζηματοποίηση του χρυσού. Ο χρυσός που ανακτάται από το αμάλαμα περιέχει ποικίλες ακαθαρσίες, για αυτό καθαρίζεται με δύο μεθόδους καθαρισμού: μέθοδος Miller και μέθοδος Wohlwill.

Κοιτάσματα

Σημαντικές ποσότητες χρυσού βρίσκονται σε τρεις κύριους τύπους κοιτασμάτων: στις υδροθερμικές φλέβες χαλαζία και στα συναφή κοιτάσματα μεταμορφικών και πυριγενών πετρωμάτων; στα κοιτάσματα θειούχων μεταλλευμάτων προερχόμενα από ηφαιστειακή δραστηριότητα; και στα συνεκτικά προς μη συνεκτικά προσχλωσιγενή κοιτάσματα.

Το πιο γνωστό εξωγενές μέταλλευμα είναι ο αλλουβιακός χρυσός, ο οποίος αναφέρεται στο χρυσό που βρίσκεται σε κοίτες ποταμού, ρεύματα και πλημμύρες. Αυτές οι εναποθέσεις σχηματίζονται λόγω καιρικής διάβρωσης του ανέμου, της βροχής και της θερμοκρασίας πάνω σε πετρώματα που περιέχουν χρυσό. Τα ενδογενετικά μεταλλεύματα χρυσού περιλαμβάνουν τα φλεβικά κοιτάσματα στοιχειακού χρυσού σε χαλαζίτη ή μείγματός του με διάφορα μεταλλεύματα θειούχου σιδήρου, ιδιαίτερα του πυρίτη και του πυρροτίνη.

Οι μεγαλύτερες παραγωγές χρυσού στον κόσμο είναι στη Κίνα, Αυστραλία και Ρωσία. Οι ηγέτες της ΕΕ στην παραγωγή χρυσού είναι η Βουλγαρία, η Φινλανδία, η Σουηδία, ενώ παράγεται χρυσός και στη Σλοβακία, Σερβία, Πολωνία, Ρουμανία και το Ηνωμένο Βασίλειο.



Ενδιαφέρουσα πληροφορία:

Τα λεπτά στρώματα χρυσού αντανακλούν το 98% της προσπίπτουσας υπέρυθρης ακτινοβολίας. Επομένως, χρησιμοποιούνται στη θερμική προστασία των δορυφόρων και στην κατασκευή διαστημικών στολών για αστροναύτες.

ΤΑΛΚΗΣ



Ο τάλκης είναι ένα ένυδρο πυριτικό ορυκτό του μαγνησίου, το οποίο είναι το πιο μαλακό από όλα τα ορυκτά και έχει συνήθως ανοιχτό-πράσινο, λευκό ή γκρι-λευκό χρώμα. Μπορεί να αναγνωριστεί από τη λιπαρή υφή του και χαράσσεται εύκολα με το νύχι. Εμφανίζεται ως φυλλωμένη μάζα και με σπάνια κρυσταλλική μορφή. Προέρχεται από την υδροθερμική μετατροπή μη αλουμινούχων πυριτικών αλάτων μαγνησίου.

ΤΑΛΚΗΣ

Χημικός τύπος



Φυσικές ιδιότητες

Κατηγοριοποίηση	φυλλοπυριτικό
Σύστημα κρυστάλλωσης	τρικλινές
Χρώμα	Άχρωμο, λευκό ανοιχτό-πράσινο
Μορφή κρυστάλλων	Φυλλώδης, συμπαγής
Σκληρότητα	1 Mohs scale
Σχισμός	τέλειος
Θραύση	ινώδης μαρμαρυγίας
Λάμψη	λιπαρή μαργαριτώδης
Γραμμή κόνεως	λευκή
Πυκνότητα	2,78 g/cm ³
Διαφάνεια	Αδιαφανής, ημιδιαφανής

Χρήση στη ζωή μας

Ο τάλκης έχει ευρεία εφαρμογή σε πολλούς βιομηχανικούς τομείς και στην παραγωγή καθημερινών προϊόντων. Χρησιμοποιείται στη βιομηχανία καλλυντικών για την παραγωγή σαπουνιών, οδοντόκρεμων, πούδρας, κρεμών και προϊόντων μακιγιάζ, όπως σκιές ματιών ή κραγιόν. Στη βιομηχανία χαρτιού, ο τάλκης χρησιμοποιείται ως πληρωτικό μέσο και στη βιομηχανία κλωστοϋφαντουργίας για τον εμποτισμό υφάσματος. Το τάλκης χρησιμοποιείται για την κατασκευή δοχείων ανθεκτικών σε οξέα και αλκάλια και στη χημική βιομηχανία για την παραγωγή χρωμάτων, συνθετικών λιπασμάτων και παστών στίλβωσης. Επίσης, ο καθαρός τάλκης χρησιμοποιείται από τις φαρμακοβιομηχανίες ως πληρωτικό υλικό σε χάπια και φάρμακα και από τις βιομηχανίες κεραμικών για τη παραγωγή ηλεκτρικών μονωτών πορσελάνης.



Μέθοδος εξόρυξης και επεξεργασίας

Το μεγαλύτερο μέρος του τάλκη παράγεται από ορυχεία ανοιχτού λάκκου και υπόγειας εξόρυξης. Τα πετρώματα γίνονται διάτρητα, εκρήγνυνται και συνθλίβονται μερικώς. Τα μερικώς σπασμένα πετρώματα μεταφέρονται από το ορυχείο σε μύλους, όπου λαμβάνει χώρα η περαιτέρω μείωση κοκκομετρίας του. Οι ακαθαρσίες αφαιρούνται μέσω επίπλευσης αφρού ή μέσω μηχανικής επεξεργασίας.

NASTUPISTE

Κοιτάσματα

Το τάλκη βρίσκεται συχνά σε μεταμορφικά πετρώματα συγκλινόντων ορίων πλάκας. Τα περισσότερα, μεγάλα κοιτάσματα τάλκη σχηματίζονται κατά τη θέρμανση υδάτων, τα οποία περιέχουν διαλυμένο μαγνήσιο και σίλικα, και αντιδρούν με δολομιτικά μάρμαρα. Επίσης, ο τάλκης μπορεί να σχηματιστεί λόγω μετασχηματισμών που προκαλούνται από τη θερμότητα και χημική επαφή με ενεργά υγρά, όπως ο σερπεντινίτης.

Το τάλκη βρίσκεται συχνά σε μεταμορφικά πετρώματα συγκλινόντων ορίων πλάκας. Τα περισσότερα, μεγάλα κοιτάσματα τάλκη σχηματίζονται κατά τη θέρμανση υδάτων, τα οποία περιέχουν διαλυμένο μαγνήσιο και σίλικα, και αντιδρούν με δολομιτικά μάρμαρα. Επίσης, ο τάλκης μπορεί να σχηματιστεί λόγω μετασχηματισμών που προκαλούνται από τη θερμότητα και χημική επαφή με ενεργά υγρά, όπως ο σερπεντινίτης.

Τάλκης από την περιοχή Gemerska Poloma (Σλοβακία)

Τα κοιτάσματα τάλκη στην περιοχή Gemerska Poloma της Σλοβακίας αποτελούν τα μεγαλύτερα κοιτάσματα τάλκη στον κόσμο. Η ανακάλυψη των αποθεμάτων της περιοχής έγινε το έτος 1980. Τα κοιτάσματα βρίσκονται σε περιβάλλον μεταμορφικών ιζηματογενών πετρωμάτων και συμπλεγμάτων γρανίτη. Το πέτρωμα μαγνησίτη-τάλκη έχει φακοειδές σχήμα και βρίσκεται σε βάθος περίπου 215-760 m κάτω από την επιφάνεια. Έχει μήκος 3 χλμ και πάχος περίπου 408 μ. Εκτός από μαγνησίτη και τάλκη, περιέχει χαλαζία, δολομίτη και χλωρίτη.

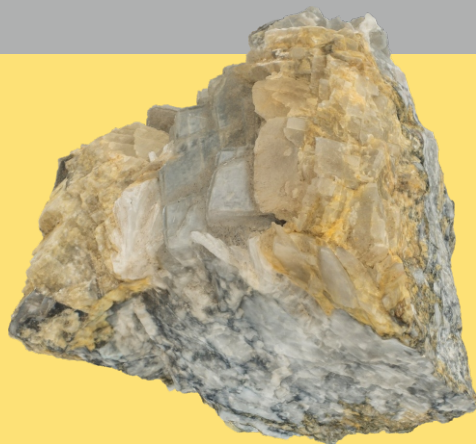


Ενδιαφέρουσα πληροφορία:

Υπάρχουν και άλλα ονόματα για τον τάλκη. Τα αδρανή συσσωματώματα τάλκη και άλλων ορυκτών πετρωμάτων λέγονται ευρέως 'σαπουνόπετρα' (λόγω της σαπουνάδας ή της λιπαρής υφής). Το διάσημο άγαλμα του Χριστού Λυτρωτή στο Ρίο ντε Τζανέιρο (Βραζιλία) είναι φτιαγμένο από σαπουνόπετρα. Τα πυκνά συσσωματώματα τάλκη με υψηλή καθαρότητα ονομάζονται στεατίτης.



ΜΑΓΝΗΣΙΤΗΣ



Ο μαγνησίτης είναι η πιο σημαντική ορυκτή πηγή μαγνησίου. Το όνομά του προέρχεται από την ελληνική λέξη, «μαγνήσια λίθος», ένα είδος μεταλλεύματος από τη Μαγνησία, μια παραθαλάσσια περιοχή της αρχαίας Θεσσαλίας (Ελλάδα); και επίσης από τη χημική του σύνθεση. Συνήθως εμφανίζεται ως ένα ημιδιαφανές, άχρωμο ή λευκό ή γκρι ορυκτό. Μπορεί να περιέχει ορισμένες ακαθαρσίες όπως το πυρίτιο, ο σίδηρος και το ασβέστιο. Τα κοιτάσματα μαγνησίτη βρίσκονται σε πετρώματα πλούσια σε μαγνήσιο – δολομίτη και σερπεντινίτης. Σχηματίζεται από τον μετασχηματισμό υπερβασικών πετρωμάτων παρουσίας νερού και διοξειδίου του άνθρακα κάτω από συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας και πίεσης.

ΜΑΓΝΗΣΙΤΗΣ

Χημικός τύπος



Φυσικές ιδιότητες

Κατηγοριοποίηση	ανθρακικό
Σύστημα κρυστάλλωσης	τριγωνικό
Χρώμα	άχρωμο, λευκό, ανοιχτό γκρι
Μορφή κρυστάλλων	συμπαγής
Σκληρότητα	3,5 – 4,5 Mohs scale
Σχισμός	τέλειος
Θραύση	ψαθυρή
Λάμψη	υαλώδης
Γραμμή κόνεως	λευκή
Πυκνότητα	3,01 g/cm ³
Διαφάνεια	διαφανής, ημιδιαφανής



Magnesite



Χρήση στη ζωή μας

Το οξειδίο του μαγνησίου (MgO – περικόλασης) είναι ένα σημαντικό πυρίμαχο υλικό που χρησιμοποιείται ως επένδυση σε ψυκαμίνους, κλιβάνους και αποτεφρωτήρες. Ο μαγνησίτης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως συνδετικό υλικό σε δάπεδα (επίστρωση μαγνησίτη). Χρησιμοποιείται επίσης ως καταλύτης και πληρωτικό μέσο στην παραγωγή συνθετικού καουτσούκ και στην παρασκευή χημικών και λιπασμάτων μαγνησίου. Ο μαγνησίτης χρησιμοποιείται στην κατασκευή κοσμημάτων με τη μορφή γυαλισμένων χαντρών. Επιπλέον, χρησιμοποιείται σε χαρτικά, βαφές, μελάνια και στη φαρμακευτική βιομηχανία.

Μέθοδος εξόρυξης και επεξεργασίας

Η εξαγωγή του μαγνησίτη από τα ορυχεία ακολουθείται από τον διαχωρισμό του από τα περιβάλλοντα πετρώματα. Τα μεταλλεύματα μαγνησίτη διαχωρίζονται από τις ακαθαρσίες διοξειδίου του πυριτίου, σιδήρου και άλλων ενώσεων μέσω σύνθλιψης, άλεσης, διαλογής και με άλλες φυσικοχημικές μεθόδους όπως χημική έκπλυση και επίπλευση. Το επόμενο βήμα είναι ο ποιοτικός διαχωρισμός. Ο μαγνησίτης μπορεί να πυρωθεί παρουσίας άνθρακα για την παραγωγή MgO που είναι γνωστό ως ορυκτό περικλάσης.

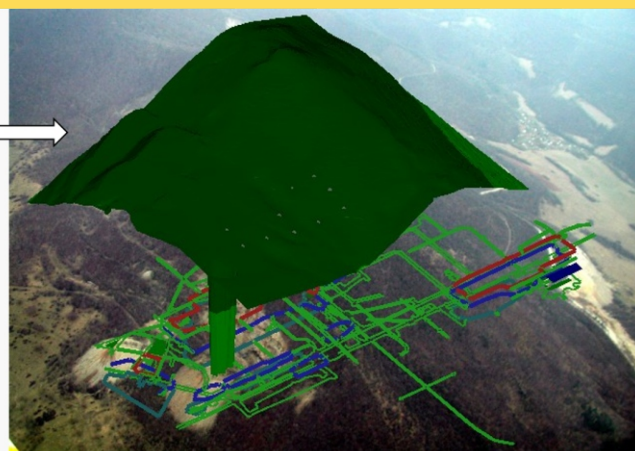
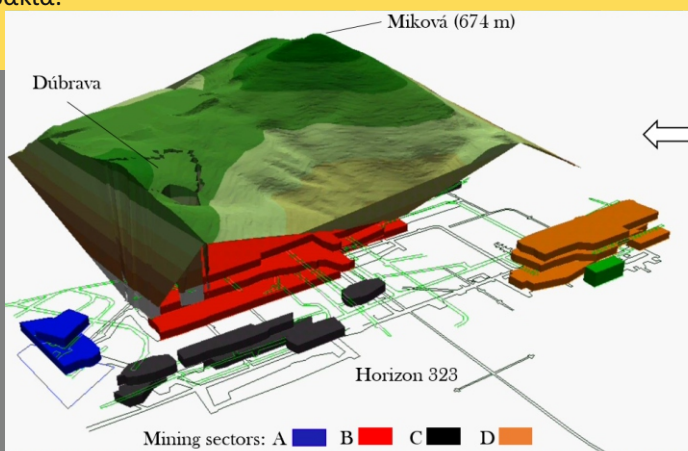
Κοιτάσματα

Ο μαγνησίτης μπορεί να σχηματιστεί με διάφορες διεργασίες: ενανθράκωση πετρωμάτων μαγνησίου, όπως ο σερπεντινίτης ή ο περιδοτίτης κατά τη διάρκεια περιφερειακού, άμεσου ή υδροθερμικού μεταμορφισμού; αλλοίωση ασβεστόλιθων ή άλλων πλούσιων σε ανθρακικά πετρωμάτων από πλούσια σε μαγνήσιο διαλύματα κατά τη διάρκεια του μεταμορφισμού; σχηματισμός πάνω σε καιρικά διαβρωμένα υπερβασικά πετρώματα, ή καταβύθιση ως δευτερεύον ορυκτό σε φλέβες και ρήγματα ανθρακικών και υπερβασικών πετρωμάτων.

Οι μεγαλύτεροι παραγωγοί μαγνησίτη στον κόσμο είναι η Κίνα, η Ρωσία και η Βραζιλία. Οι σημαντικοί παραγωγοί ΕΕ είναι η Τουρκία, η Αυστρία, η Ισπανία, η Ελλάδα και η Σλοβακία.

Μαγνησίτης από τη Σλοβακία

Το μεγαλύτερο εργοστάσιο εξόρυξης και επεξεργασίας κοιτασμάτων μαγνησίτη στη Σλοβακία είναι το Jelšava, καθώς αποτελεί τη μεγαλύτερη παραγωγή τέφρας μαγνησίας στον κόσμο. Ο μαγνησίτης των κοιτασμάτων Jelšava λαμβάνεται με υπόγεια εξόρυξη, μέσω της μεθόδου εναέριας εναπόθεσης με μεσο-πυλώνες συμπλήρωσης. Αυτή η μέθοδος εξόρυξης αυξάνει την ασφάλεια της διαδικασίας εξόρυξης. Επίσης, επιτρέπει τον επιλεκτικό διαχωρισμό του μαγνησίτη και βασίζεται σε καθορισμένα κριτήρια ποιότητας, καθώς και αποτρέπει τη δημιουργία σωρών πετρωμάτων από απόβλητα δολομίτη. Όσον αφορά τη μεταφορά, χρησιμοποιούνται ηλεκτροϋδραυλικά τρυπάνια, μεταφορείς κάδων και εμπρόσθιοι φορτωτές. Τα ιζήματα μαγνησίτη υποβάλλονται σε επεξεργασία μέσα σε περιστροφικούς κλιβάνους. Οι φούρνοι πύρωσης και περιστροφής παράγουν κλίνκερ από πεπιεσμένη τέφρα. Τα κλίνκερ στη συνέχεια κατεργάζονται με σύνθλιψη, ταξινόμηση με βάση το μέγεθος κόκκων και μαγνητικό διαχωρισμό και χρησιμοποιούνται για την κατασκευή πυρίμαχων συστατικών ή για την παραγωγή τούβλων για ποικίλες εφαρμογές.



Ενδιαφέρουσα πληροφορία: Το μαγνήσιο προσδίδει δομική αντοχή σε κράματα αλουμινίου, ψευδαργύρου ή μαγνησίου. Επομένως, τα συστατικά κράματα μαγνησίου χρησιμοποιούνται στην αεροδιαστημική, τη μηχανολογία και την αυτοκινητοβιομηχανία, όπου απαιτείται αντοχή και χαμηλό βάρος. Το μαγνήσιο είναι ένα πολύ σημαντικό μέταλλο στη διατροφή του ανθρώπου. Οι αυξημένες δόσεις μαγνησίου βοηθούν στην υψηλή αρτηριακή πίεση και στις καρδιαγγειακές παθήσεις.

ΣΙΛΙΚΑ



Η σίλικα είναι το όνομα που προδίδεται σε μια ομάδα ορυκτών που αποτελούνται από πυρίτιο και οξυγόνο με το χημικό τύπο SiO_2 . Οι πιο κοινές κρυσταλλικές μορφές διοξειδίου του πυριτίου είναι ο χαλαζίας, ο τριδυμίτης και ο κριστοβαλίτης. Ο χαλαζίας είναι από τα πιο κοινά ορυκτά στον φλοιό της Γης. Το σημείο τήξης διοξειδίου του πυριτίου είναι 1610°C , θερμοκρασία μεγαλύτερη της τήξης σιδήρου, χαλκού και αλουμινίου, και για το λόγο αυτό το διοξείδιο του πυριτίου χρησιμοποιείται για την παραγωγή καλουπιών και πυρήνων για την παραγωγή μετάλλων χύτευσης. Ο χαλαζίας είναι συνήθως άχρωμος ή λευκός, αλλά μπορεί να χρωματιστεί από ακαθαρσίες. Είναι ένα σκληρό ορυκτό, σχετικά αδρανές και δεν αντιδρά με αραιό οξύ, ιδιότητες δηλαδή σημαντικές για διάφορες βιομηχανικές χρήσεις.

ΧΑΛΑΖΙΑΣ

Χημικός τύπος SiO_2

Φυσικές ιδιότητες

Κατηγοριοποίηση	τεκτοपुरιτικό
Σύστημα κρυστάλλωσης	τριγωνικό
Χρώμα	άχρωμο και διαφόρων χρωμάτων
Μορφή κρυστάλλων	κρυσταλλική, Πρισματική ή ρομβοεδρική
Σκληρότητα	7 Mohs scale
Σχισμός	κανένας
Θραύση	κογχώδης
Λάμψη	υαλώδης
Γραμμή κόνεως	λευκή
Πυκνότητα	2,62 g/cm ³
Διαφάνεια	διαφανής



Quartz sand

Χρήση στη ζωή μας

Οι κρύσταλλοι χαλαζία έχουν πιεζοηλεκτρικές ιδιότητες. Αναπτύσσουν ηλεκτρικό δυναμικό κατά την εφαρμογή μηχανικής καταπόνησης. Μία από τις πιο κοινές πιεζοηλεκτρικές χρήσεις του χαλαζία είναι ο ταλαντωτής κρυστάλλου. Ο ταλαντωτής λειτουργεί παραμορφώνοντας τον κρύσταλλο χαλαζία με την άσκηση ηλεκτρικού πεδίου. Με την εξάλειψη του ηλεκτρικού πεδίου, ο χαλαζίας παράγει ηλεκτρικό πεδίο συγκεκριμένης συχνότητας. Αυτό το φαινόμενο εφαρμόστηκε για τη δημιουργία ρολοζιών χαλαζία, τα οποία χρησιμοποιούν τον ηλεκτρονικό ταλαντωτή κρυστάλλου για τη μέτρηση της ώρας.



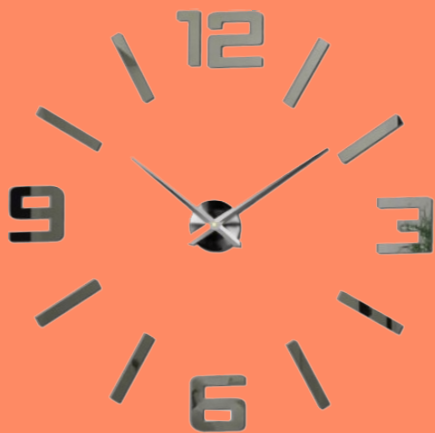
Μέθοδος εξόρυξης και επεξεργασίας

Η σίλικα εξορύσσεται συνήθως σε λατομείο. Η επεξεργασία περιλαμβάνει τον καθαρισμό των κόκκων χαλαζία, τη διαλογή για την παραγωγή της βέλτιστης κατανομής μεγέθους κόκκων ανάλογα με την τελική χρήση; και στη συνέχεια την απομάκρυνση των ακαθαρσιών με διαχωρισμό βαρύτητας, επίπλευση αφρού και μαγνητικό διαχωρισμό.

Κοιτάσματα

Η άμμος πυριτίας/σίλικα μπορεί να παραχθεί από ψαμμίτη, χαλαζίτη ή μη στερεοποιημένη άμμο. Βρίσκεται επίσης σε φλέβες χαλαζία πάχους αρκετών μέτρων πάνω σε άλλα πετρώματα.

Η σίλικα παράγεται από πολλές ευρωπαϊκές χώρες, όπως το Βέλγιο, το Ηνωμένο Βασίλειο, η Γαλλία, η Ιταλία, η Ολλανδία, η Ισπανία, η Πορτογαλία και η Σλοβενία.



Ενδιαφέρουσα πληροφορία:

Οι κρύσταλλοι χαλαζία έχουν πιεζοηλεκτρικές ιδιότητες. Αναπτύσσουν ηλεκτρικό δυναμικό κατά την εφαρμογή μηχανικής καταπόνησης. Μία από τις πιο κοινές πιεζοηλεκτρικές χρήσεις του χαλαζία είναι ο ταλαντωτής κρυστάλλου. Ο ταλαντωτής λειτουργεί παραμορφώνοντας τον κρύσταλλο χαλαζία με την άσκηση ηλεκτρικού πεδίου. Με την εξάλειψη του ηλεκτρικού πεδίου, ο χαλαζίας παράγει ηλεκτρικό πεδίο συγκεκριμένης συχνότητας. Αυτό το φαινόμενο εφαρμόστηκε για τη δημιουργία ρολογιών χαλαζία, τα οποία χρησιμοποιούν τον ηλεκτρονικό ταλαντωτή κρυστάλλου για τη μέτρηση της ώρας.

Supported by



Co-funded by the
European Union

PROJECT PARTNERS:



Research Centre
Trust, Peace and
Social Relations



MUNI
FACULTY
OF SCIENCE



OROVALLÈ

