

Παραγωγή χρυσού με τη μέθοδο της κυάνωσης

A.Z.Φραγκίσκος

Πριν από 15 περίπου χρόνια, η T.V.X μια καναδική μεταλλευτική εταιρεία, με σημαντικό επενδυτικό πρόγραμμα και θέσεις εργασίας εγκαταστάθηκε για την εκμετάλλευση των μεταλλείων στη Στρατονική και Ολυμπιάδα Χαλκιδικής. Ήρθε και αισιοδοξούσε για τη λειτουργία των μεταλλείων, την παραγωγή συμπυκνωμάτων μολύβδου (γαληνίτη), ψευδαργύρου (σφαλερίτη) και σιδήρου (σιδηροπυρίτη) που περιείχε και χρυσό. Συμπλήρωσε την κοιτασματολογική έρευνα εντοπίζοντας την προέκταση του κοιτάσματος και περίμενε την έγκριση της περιβαλλοντικής μελέτης για τη συμπλήρωση της επένδυσης. Μετά από 6 χρόνια άκαρπες προσπάθειες, απεχώρησε (τα μάζεψε και έφυγε) χάνοντας μερικά δισεκατομμύρια δραχμές. Δεν μπόρεσε να ανταπεξέλθει στις προσφυγές, στις εντάσεις, στις καθυστερήσεις του ΣτΕ, στη γραφειοκρατία και σε κάθε εμπόδιο που ξαφνικά παρουσιαζόταν, σύμφωνα με τους νόμους, στην προσπάθεια της για την αδειοδότηση και έγκριση της περιβαλλοντικής μελέτης.

Αλλά και πάλι, όταν δεν τελεσφορήσουν τα οποιαδήποτε ένδικα μέσα για τη διακοπή του μεταλλευτικού έργου και κάποια στιγμή διθούν οι άδειες, τότε αρχίζει η τοπική κοινωνία, με τις διαμαρτυρίες στις πλατείες του χωριού ή στον τόπο της μεταλλευτικής δραστηριότητας, για να καταλήξει σε συμπλοκές, κουκουλοφόρους, καταστροφές της ξένης περιουσίας και σε βία. Υπάρχουν παραδείγματα.

Και έρχονται τα εύλογα ερωτήματα: Ποιος χάνει; Από ποια κέντρα γίνεται η καθοδήγηση της αντίδρασης που εμφανίζει η τοπική κοινωνία; Ποια συμφέροντα εναντιώνονται; Τι επιδιώκεται; Ποιος δε θέλει την ανάπτυξη, την εργασία και την ευημερία; Τι, ποιος, γιατί....;

Ασφαλώς, οι αντιδράσεις δεν γίνονται για το «περιβάλλον»!! Σήμερα, η επιστήμη και η τεχνολογία είναι σε θέση να εξασφαλίσουν πλήρως την αποκατάσταση, αν αλλοιωθεί, ο περιβαλλοντας χώρος και να αποτρέψουν κάθε ρύπανση του εδάφους της ατμόσφαιρας και των νερών. Αυτά αποτελούν θέματα που αντιμετωπίζονται και απόλυτα τεκμηριώνονται. Αυτός άλλωστε είναι ο σκοπός της μελέτης για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Μ.Π.Ε.). Η μελέτη αυτή εφόσον εγκριθεί, σε εύλογο χρονικό διάστημα, πρέπει να είναι εκτελεστή, χωρίς κανένα άλλο πρόσκομμα. Απομένει μόνο ο έλεγχος του προγράμματος εκτέλεσης και η πιστή εφαρμογή του.

Τα τελευταία χρόνια γίνεται έντονη συζήτηση για το χρυσό! Και βέβαια η ύπαρξη στην Ελλάδα είναι πραγματική και οικονομικά εκμεταλλεύσιμη και όχι ο κατ' ευφημισμό χρυσός του El Dorado, που όπως λέει ο μύθος βρίσκεται στη λίμνη Guatavita στη Ν. Αμερική και από το 1500 τον «ψάχνουν και δεν τον βρίσκουν»!

Στον Ελλαδικό χώρο έχει εντοπιστεί (και από το ΙΓΜΕ) χρυσός στη Χαλκιδική, στη Ροδόπη, στη Θράκη, στη Μήλο, στη Λήμνο και Λέσβο με περιεκτικότητες 0,5-15 g/t. Τα αποθέματα υπολογίζονται σε 400 τόνους περίπου αξίας 25 δις εκατομμύρια ευρώ (τιμή χρυσού 1650 \$/oz), από αυτά ένα μέρος θα δαπανηθεί για τις προμήθειες του εξωτερικού, για τις αποσβέσεις, για τα κέρδη στους μετόχους, για τα δικαιώματα των παραχωρήσεων και για άλλες υποχρεώσεις, αλλά θα μείνουν και στην τοπική κοινωνία χρήματα από τους μισθούς, τα ημερομίσθια, τα ανταποδοτικά τέλη, το εμπόριο την αναζωογόνηση της επαγγελματικής δραστηριότητας κ.λ.π.

Παρόλα αυτά υπάρχει έντονη αντίρρηση σε άρθρα στις εφημερίδες και ρητορεύσεις στη Βουλή για τις σχεδιαζόμενες μεγάλες επενδύσεις για την παραγωγή χρυσού, στις Σκουριές και Ολυμπιάδα Χαλκιδικής και στις Σάπες Ροδόπης.

Βασική «αιτιολόγηση» της αντίδρασης; Ο κίνδυνος δηλητηρίασης από το « θανάσιμα περιβαλλοντοκτόνο» όπως το λέμε, κυανιούχο νάτριο, που χρησιμοποιείται για την

εξαγωγή-παραγωγή του χρυσού, και πάλι όπως λένε «οι ειδικοί επιστήμονες και καθηγητές». Κι' όμως στο διαδίκτυο υπάρχουν επιστημονικά άρθρα που περιγράφουν με κάθε λεπτομέρεια τη μεθοδολογία εξαγωγής του χρυσού και το κυριότερο, τις μεθόδους αντιμετώπισης ή εξουδετέρωσης των υγρών και στερεών απορριμμάτων και την ασφαλή απόθεση σε τεχνητές λίμνες ή φράγματα, ώστε και η εκμετάλλευση να γίνεται και το περιβάλλον να είναι ασφαλές. Είναι άμεσα προσπελάσιμα για ένα που θέλει να ενημερωθεί και να εμπλουτίσει τις γνώσεις του γύρω από αυτό το θέμα και να μπορεί να διατυπώσει, αν θέλει, αντικειμενική άποψη και κρίση.

Κυάνιο και κυανιούχες ενώσεις

Το κυάνιο είναι δηλητήριο. Ιδιαίτερα το υδροκυάνιο. Το κυανιούχο νάτριο ή κάλιο που χρησιμοποιείται στη βιομηχανία είναι σταθερό στερεό, όμως σε όξινο περιβάλλον εκλύει το υδροκυάνιο. Παρασκευάζεται στη χημική βιομηχανία από αμμωνία και φυσικό αέριο ή παράγεται ως παραπροϊόν της παραγωγής πλαστικών και ακρυλικών. Το κυάνιο παράγεται και στη φύση από μεγάλο αριθμό οργανισμών και φυτών που βοηθά στο μεταβολισμό τους. Βακτήρια και μύκητες παράγουν κυάνιο. Μερικά σκαθάρια, σαρανταποδαρούσες, πεταλούδες, έντομα, και σκώροι εικρίνουν κυάνιο για προστασία τους. Πολλά κοινά φυτά περιέχουν κυάνιο, όπως το κάσσαβα, η γλυκοπατάτα, η πατάτα, ραπάνια, λάχανα, μαρούλια, κουνουπίδια, μπρόκολα, γογγύλια, κ.ά. αλλά και οι σπόροι φρούτων, όπως τα κεράσια, τα αχλάδια, τα βερίκοκα, τα δαμάσκηνα, τα μήλα και μερικά άλλα. Οι ελάχιστες αυτές ποσότητες διαχωρίζονται από το συκώτι και αποβάλλονται, αποτρέποντας τη συγκέντρωση στο αίμα. Ο καπνός περιέχει 10-400 mg/τσιγάρο. Αναφέρεται ότι το Αμερικανικό τμήμα υγείας (USDH) έχει αποδείξει ότι ο καπνός περιέχει περισσότερο από 1600 ppm!!!.

Το κυάνιο χρησιμοποιείται για την παρασκευή νάϋλον, πλαστικού γυαλιού (πλέξι-γκλας) αρωμάτων, σαπουνιών, λιπασμάτων, χρωμάτων, συμπληρωματικό ζωικών τροφών και για διαφόρων φαρμάκων. Από το 1850 αποτελεί το «κυανούν» χρώμα στη βαφή των «blue Jeans». Είναι γνωστή η χρήση του ως ανθρωποκτόνου σε καταδίκες, σε ομαδικές αυτοκτονίες, σε γενοκτονίες αλλά και ως πολεμικό όπλο (ασφυξιογόνα).

Το 1887 το κυανιούχο νάτριο χρησιμοποιήθηκε στη Νέα Ζηλανδία για την εξαγωγή χρυσού και έκτοτε επεκτάθηκε η εφαρμογή του, με βελτιώσεις της μεθόδου, σχεδόν όπου υπάρχει χρυσός σε ολόκληρο τον κόσμο. Επειδή σχηματίζει σταθερά σύμπλοκα άλατα με διάφορα μέταλλα εφαρμόσθηκε και για την εξαγωγή του αργύρου, χαλκού, ψευδαργύρου και μολυβδανίου από τα μεταλλεύματά που τα περιέχουν. Όταν διαλύεται στο νερό, το pH πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 11 ώστε να αποτραπεί η έκλυση υδροκυανίου.

Στη χημική και μεταλλευτική βιομηχανία, εξαιτίας των ελεγχόμενων προστατευτικών μέτρων που λαμβάνονται, παρόλη τη μακραίωνη ιστορία παραγωγής ή χρήσης, πάνω από 120 χρόνια, έχουν αναφερθεί μόνον τρία ατυχήματα. Στο Λαύρειο για τουλάχιστον 50 χρόνια γινόταν χρήση κυανιούχου νατρίου με άσβεστο στο εργοστάσιο επίπλευσης και ο απορριμματικό πολφό (τέλμα) μαζί με κατάλοιπα κυανιούχου νατρίου πήγαιναν στη θάλασσα και τα τελευταία χρόνια λειτουργίας τους, σε μικρούς τεχνητές λίμνες, στο χώρο του εργοστάσιου. Το ίδιο γίνεται στο Στρατώνι και στην Ολυμπιάδα και πάλι χωρίς ατυχήματα.

Ανεξάρτητα από την έρευνα για τη βελτίωση της κυάνωσης για καλύτερη ανάκτηση χρυσού, μεγαλύτερη προστάθεια καταβάλλεται στη διαχείριση του απορριμματικού πολφού (τέλμα), ώστε η απόθεσή του να είναι απόλυτα ασφαλής.

Ακόμη και με τις ιδανικότερες συνθήκες στοιχειομετρικής χημικής αντίδρασης, κυανιούχο νάτριο θα βρίσκεται πάντα στον απορριμματικό πολφό, είτε προσκολλημένο στα τεμαχίδια ή από περίσσεια ή ελλιπή αντίδραση με το χρυσό. Το μεγαλύτερο μέρος του νερού που περιέχει τα υπολείμματα του κυανιούχου νατρίου ανακυκλώνεται στη κυάνωση

για να συνεχίσει την ανάκτηση του χρυσού, μετά την καθίζηση των τεμαχιδίων, επειδή όμως τελικά συγκεντρώνονται κορεσμένα άλατα των περιεχόμενων βαριών αλάτων η ανακύκλωση διακόπτεται και το νερό με όλα τα άλατα, οδεύει προς την τεχνητή λίμνη ή το φράγμα. Η θέση της λίμνης ή του φράγματος πρέπει να βρίσκεται πάνω σε στεγανά πετρώματα μακριά από τρεχούμενα ή υπόγεια νερά. Σε αντίθετη περίπτωση πρέπει να εξασφαλίζεται η στεγανότητα της λίμνης ή του φράγματος με πλαστικές μεμβράνες και να κατασκευάζεται κατάλληλο σύστημα συλλογής διαρροών σε περιπτώσεις υπερχειλίσεων. Σε μεγάλης επιφάνειας λίμνες το νερό συνεχώς εξατμίζεται χωρίς άλλη επεξεργασία. Σε αντίθετη περίπτωση ο απορριμματικός πολφός η υπερχειλίση της λίμνης ή του φράγματος, υφίσταται χημική επεξεργασία για να καταστραφούν οι βλαπτικές κυανιούχες ενώσεις. Στις εξουδετερώσεις του κυανιούχου άλατος περιλαμβάνονται οι επεξεργασίες: α) Η φυσική αποσύνθεση β) Η βακτηριακή αποσύνθεση γ) Χημική αποσύνθεση:

α) Φυσική αποσύνθεση.

Πριν από το 1970, η φυσική αποσύνθεση ήταν η μόνη μέθοδος καταστροφής των κυανιούχων άλατων που περιείχαν οι απορριμματικοί πολφοί. Στα 80 χρόνια λειτουργίας των χρυσωρυχείων στη Ν. Αφρική, έχουν καλυφθεί πάνω από 8.000 εκτάρια από τα στείρα υλικά της εκμετάλλευσης του χρυσού. Το Γιοχάνεσμπουργκ έχει αναπτυχθεί γύρω από τα μεταλλεία χρυσού και οι αποθέσεις (σωροί), που για πολλά χρόνια αποτελούσαν την κυρίαρχη εικόνα της πόλης. Η μεγέθυνση των σωρών έδειχνε τον πλούτο και την ευημερία της πόλης. Άρχισε όμως και η ρύπανση. Όχι από τις κυανιούχες ενώσεις που αποσυντίθενται σε δυο μήνες και δεν αποτελούν πρόβλημα, αλλά επειδή η αποδέσμευση ή η αποκάλυψη του χρυσού στην επιφάνεια του τεμαχιδίου απαιτούσε αυξημένη άλεση της χρυσοφόρου χαλαζιακής φλέβας, με αποτέλεσμα την παραγωγή πολύ λεπτομερών τεμαχιδίων (μικρότερα από 40 μικρά), τα οποία μετά την αφυδάτωση στους σωρούς, παρασύρονται από τον άνεμο σε τέτοιο βαθμό που σχηματίζοταν ένα νέφος ομίχλης που σταματούσε τις βιομηχανίες τροφίμων και δημιουργούσε προβλήματα στην κυκλοφορία των αυτοκινήτων.

Τα τεμαχίδια αυτά είναι 95% χαλαζίας. Η σύσταση τους και η παρουσία σιδηροπυρίτη καθιστούσε αδύνατη την καλλιέργεια φυτών. Τελικά το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με προσθήκη φυτικής γης.

Για ενίσχυση της φυσικής αποσύνθεσης των κυανιούχων σε μεγάλους σωρούς απορριμμάτων, ανοίγονται αυλάκια με μεγάλη σχετικά επιφάνεια, ώστε να υπάρχει ευρύτερη επαφή με το CO_2 , το οποίο ελαττώνει το pH και πετυχαίνεται η έκλυση HCN η αντίδραση με τον αέρα και η απορρύπανση του αποθέματος.

Ο απορριμματικός πολφός που εισέρχεται στη λίμνη ή το φράγμα με τα υπόλοιπα του NaCN έχει υψηλό pH ώστε το ανακυκλούμενο να έχει ελεύθερο NaCN για να διαλύσει χρυσό, αλλά και για λόγους ασφάλειας των εργαζόμενων. Καθώς το pH ελαττώνεται κάτω του 9 περισσότερο κυανιούχο είναι στη μορφή του HCN, με υψηλή τάση ατμών και εξατμίζεται. Οξείδωση συμβαίνει όταν το κυάνιο αντιδρά με τον αέρα και σχηματίζει αμμωνία και δισανθρακικό νάτριο.

β) Βακτηριακή αποσύνθεση

Η βακτηριακή αποσύνθεση, δηλ. η αποσύνθεση με βακτήρια και μύκητες είναι γνωστή από το 1913. Λέγεται και βιοαποσύνθεση. Μερικά βακτήρια έχουν την ικανότητα να αποσυνθέτουν το κυάνιο και να επιταχύνουν τη φυσική αποσύνθεση. Τα βακτήρια μετατρέπουν το κυάνιο σε αμμωνία και στη συνέχεια σε νιτρικά άλατα. Εφαρμόζεται κύρια σε εγκαταλειμμένους σωρούς με ξηραμένο μυκήλιο (από κορμούς μανιταριών). Ανεξάρτητα από τα βακτήρια, υπάρχει και η φωτοαποσύνθεση από την υπεριώδη ακτινοβολία του ήλιου που διασπά τα σύμπλοκα άλατα του κυανίου, ιδιαίτερα τα σιδηρούχα που είναι πιο επιδεκτικά σ' αυτή τη διεργασία.

γ) Χημική επεξεργασία των κυανιούχων αλάτων.

Η χημική επεξεργασία χρησιμοποιεί αντιδραστήρια που αποσυνθέτουν το κυάνιο σε αβλαβή άλατα. Το υπερχλωριώδες νάτριο ή κάλιο χρησιμοποιείται για την οξείδωση των κυανιούχων σε κυανικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας, ή να παραχθεί στον απορριμματικό πολφό με την προσθήκη καυστικού νατρίου και αερίου χλωρίου σε pH 10-11. Η πλήρης καταστροφή των κυανιούχων πετυχαίνεται σε μια δεύτερη αντίδραση με pH 7,5-8,5 και παράγεται άζωτο, δισανθρακικό νάτριο και χλωριούχο νάτριο. Αν η οξείδωση γίνει με καυστικό νάτριο και χλώριο, τότε παράγεται διοξείδιο του άνθρακα, άζωτο και χλωριούχο νάτριο. Επίσης και με υπεροξείδιο του υδρογόνου πετυχαίνεται η αποσύνθεση των κυανιούχων αλάτων και η παραγωγή αμμωνίας και δισανθρακικού νατρίου. Πρόσφατα γίνεται προσπάθεια επιτάχυνσης της χημικής αποσύνθεσης με ειδικούς αντιδραστήρες, (Μέθοδος MMS cyanide distraction process).

Στον παρακάτω πίνακα 1 παρουσιάζονται αποτελέσματα της εφαρμογής της μεθόδου σε πρόδρομη εγκατάσταση στη Ν. Αφρική.

Πίνακας 1

Αποτελέσματα εξουδετέρωσης κυανιούχων υπολειμμάτων σε πρόδρομη εγκατάσταση MMS CN-D στην Ν. Αφρική.

Τυπικά αποτελέσματα σε ppm	Απορροή εργοστάσιου	Αποτέλεσμα WAD. ppm
Συγκέντρωση κυανίου -WAD	872	0,002
Ολικό κυάνιο	1561	0,005
Ελεύθερο κυάνιο	6,2	0
Κυανικά	760	2

Πιστεύεται ότι η φυσική αποσύνθεση παίρνει το μεγαλύτερο μέρος της καταστροφής του κυανίου, όπως στη Νότια Αφρική και Νέα Ζηλανδία, αλλά σε εργοστάσια χρυσού που κατά την επεξεργασία σχηματίζονται σύμπλοκα άλατα, εφαρμόζεται μια χημική επεξεργασία. Γι' αυτό και στις αποθέσεις χρησιμοποιούνται δύο λίμνες. Η μια είναι στη φάση της φυσικής εξάτμισης και η άλλη σε λειτουργία.

Σε εγκαταλειμμένες αποθέσεις (σωρούς) μπορεί να παραμένουν υπόλοιπα κυανίου είτε ως διάλυμα ή προσκολλημένα πάνω στην επιφάνεια των τεμαχιδίων, και τα εκχυλίσματά τους να περιέχουν υψηλότερο επίπεδο κυανίων, πέρα από το επιτρεπόμενο όριο. Στις περιπτώσεις αυτές απαιτείται η σύλλογή και εξουδετέρωση των εκχυλισμάτων, όχι για την ανάκτηση του χρυσού, αλλά για να αποτραπεί η ρύπανση υπογείων νερών ή ποταμών. Σ' άλλες περιπτώσεις εξουδετερώνονται τα κυανιούχα με καταιονισμό με βακτήρια ή με υπεροξείδιο του υδρογόνου. Είναι αυτονόητο αλλά και αναγκαίο να έχει προκατασκευαστεί περιφερειακό όρυγμα που αποτρέπει τα νερά της βροχής από λεκάνη απορροής, να εισέλθουν στο χώρο απόθεσης.

Διαρροές κυανιούχου νατρίου ή καλίου.

Είναι πιθανόν, τόσο στη μεταφορά όσον και στη χρήση των κυανιούχων αλάτων να συμβαίνουν ατυχήματα διαρροής στερεού ή υγρού διαλύματος.

Η μεταφορά στα μεταλλεία γίνεται σε στερεή μορφή μέσα σε ειδικά και σφραγισμένα βαρέλια. Τα ατυχήματα όμως συμβαίνουν, γι' αυτό πρέπει η διαρροή, αν είναι σε στερεή μορφή να απομακρυνθεί αμέσως και να διατηρηθεί ξηρό το τμήμα που ρυπάνθηκε. Το χώμα μπορεί να καθαριστεί άμεσα με λευκαντικό (bleach). Σε υγρή διαρροή στο έδαφος, εάν επισημανθεί έγκαιρα, υπόκειται σε οξειδωτική επεξεργασία με τα κατάλληλα αντιδραστήρια και ειδικευμένο προσωπικό, για να μη προχωρήσει σε υπόγεια νερά.

Για την προστασία από διαρροές στην επιφάνεια ή υπόγεια νερά, ποταμούς και λίμνες πρέπει οι θέσεις απόθεσης του απορριμματικού πολφού να καλύπτονται από αδιαπέραστες

μεμβράνες και τυχόν σωληνώσεις ή οχετοί ή χώροι αποθήκευσης να έχουν διπλά τοιχώματα ώστε να προστατεύουν την διαρροή μέχρις ότου επισκευαστεί η ζημιά.

Βλαπτικές επιδράσεις του κυανίου σε ζώντες οργανισμούς.

Το κυάνιο είναι ισχυρό δηλητήριο το οποίο θανατώνει τον άνθρωπο μέσα σε λίγα λεπτά, αν εκτεθεί σε θανατηφόρο δόση και δεν του παρασχεθούν πρώτες βοήθειες. Η δηλητηρίαση προέρχεται από την εισπνοή, δερματική απορρόφηση ή κατάποση. Το προσωπικό που ασχολείται με τη μεταφορά η διαχείριση των κυανιούχων ενώσεων πρέπει να είναι εκπαιδευμένο στα συστήματα ασφαλείας και παροχής πρώτων βοηθειών.

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Το κυάνιο έχει χαμηλή παραμονή στο περιβάλλον, δε βρέθηκε συσσωρευμένο ή αποθηκευμένο στα θηλαστικά που εξετάστηκαν. Κυανιούχα βιοαύξηση στην τροφική αλυσίδα δεν έχει παρατηρηθεί εξαιτίας της ταχείας αποσύνθεσης σε υποθανατηφόρες δόσεις. Χαμηλά επίπεδα κυανίου είναι αβλαβή, γιατί κάτω από διάφορες συνθήκες ύπαρξης στους οργανισμούς πετυχαίνεται η αποσύνθεση.

Το κυάνιο σπάνια παραμένει επάνω στα επιφανειακά νερά και χώματα εξαιτίας της συμπλοκοποίησης ή ιζηματογένεσης, μικροβιολογικούς μεταβολισμούς και απώλειες από την εξάτμιση. Παραμένει όμως για μεγάλο χρονικό διάστημα στα υπόγεια νερά.

Σοβαρότερες βλαπτικές επιπτώσεις σε μεταλλευτικές περιοχές προέρχονται από βαριά μέταλλα, παρά από τη χρήση κυανιούχου άλατος. Η κυανιούχα ένωση αποσυντίθεται με ταχύ ρυθμό στο περιβάλλον σχηματίζοντας υδροκυάνιο, το οποίο είναι πολύ επικίνδυνο σε κλειστούς χώρους, αλλά όχι άμεσα σε ανοικτούς, αντίθετα επιδιώκεται η βαθμιαία έκλυση του κυανίου που αναμειγνύομενο με τον αέρα και το νερό σχηματίζει αμμωνία και δισανθρακικό. Η αμμωνία μπορεί να είναι βλαπτική στο υδροφόρο σύστημα, αλλά είναι σημαντική στον κύκλο του αζώτου και ταχέως αφομοιώνεται.

Το κυάνιο είναι πολύ τοξικό ανάλογα με την ποσότητα σε πολλά είδη οργανισμών. Οι υδρόβιοι οργανισμοί είναι πολύ ευαίσθητοι στο κυάνιο. Πρώτα τα ψάρια και ακολουθούν τα ασπόνδυλα. Άλγες (φύκι, μαλούπες κ.ά.) και υδρόβια φυτά είναι πιο ανεκτικά στο κυάνιο ενώ στα πουλιά παρατηρούνται διάφορες εναισθησίες. Αποδημητικά πουλιά έχουν θανατωθεί από κυανιούχες εκχυλίσεις από απορριμματικούς σωρούς ή λίμνες.

Μικρά ζώα, όπως αλεπούδες, τρωκτικά, κουνέλια, νυχτερίδες κ.ά. βρέθηκαν νεκρά πίνοντας νερό από λίμνες με απορριμματικό υλικό κυανωσης χρυσού. Για την προστασία των ζώων οι λίμνες ή τα φράγματα περιφράσσονται ή και απλώνονται δίχτυα. Σε λίμνες με μεγάλη επιφάνεια που δεν είναι δυνατή η τοποθέτηση δικτύου, τοποθετούνται σε πολλές θέσεις της επιφάνειας επιπλέοντα «σκιάχτρα» τα οποία φοβίζουν και διώχνουν τα πουλιά.

Τοξικότητα κυανίου.

Από τη μορφή της χημικής ένωσης που σχηματίζει, εξαρτάται η τοξικότητα του κυανίου. Οι απορριμματικοί πολφοί, τα διαλύματα εκχύλισης και τα ανακυκλούμενα υγρά σε εργοστάσια κυάνωσης περιέχουν πολλές και διάφορες μορφές κυανίου. Από ιόντα μέχρι μεταλλικά κυανιούχα σύμπλοκα με διαφόρους βαθμούς σταθερότητας. Η τοξικότητα των κυανιούχων ενώσεων έχει σχέση με τη ικανότητα της ένωσης να ελευθερώνει κυάνιο. Άλλα αποσυντίθεται εύκολα και σχηματίζουν HCN και άλλα διασπώνται με τις ακτίνες του ήλιου. Οι παράγοντες αυτοί δημιουργούν προβλήματα όταν αναζητούνται κριτήρια για τα επιτρεπόμενα όρια των πάσης φύσης απορριμμάτων. Όταν αναζητείται η τοξικότητα τότε προσδιορίζεται το ελεύθερο κυάνιο. Όταν όμως απαιτείται η τοξικότητα για ανθρώπους ή ζώα, τότε προσδιορίζεται, εκτός από το ελεύθερο κυάνιο και εκείνο που εύκολα απελευθερώνεται από τα σύμπλοκα άλατα με τη μείωση του pH. Αυτή η μέθοδος προσδιορισμού του κυανίου είναι γνωστή ως WAD (Weak Acid Dissociable). Τα όρια που επιτρέπονται για τα απόνερα είναι για το ολικό κυάνιο 0,5 mg/l και για το WAD 0,2mg/l.

Αλήθειες και μύθοι γύρω από το κυάνιο-ατυχήματα σε εργοστάσια κυάνωσης Au.

Παρακάτω παρατίθενται απόψεις για το κυάνιο που επικρατούν ή διαδίδονται σε όλες τις χώρες που παράγουν χρυσό με κυάνωση. Είναι αλήθεια ότι η λέξη κυάνιο και μόνο φθάνει να προκαλέσει δέος και τρόμο, γιατί έχει συνδεθεί με δολοφονίες-μυστήρια, ιστορικά διεθνείς χρήσεις ως ασφυξιογόνο αέριο σε πολέμους αλλά και ως δηλητήριο μαζικής δολοφονίας ανθρώπων, και το τραγικότερο, ως αέριο γενοκτονίας των εβραίων κατά το 2^ο Παγκόσμιο πόλεμο. Είναι δύσκολο να αγνοήσεις τη συναισθηματική φόρτωση με την οποία επηρεάζονται οι κάτοικοι από ανταποκρίσεις στα μέσα μαζικής πληροφόρησης για κυανιούχες περιβαλλοντικές καταστροφές από τη χρήση του κυανίου για την ανάκτηση χρυσού, καθώς και από αντιμεταλλευτικές συζητήσεις ή σε αντικυανιούχες διαμαρτυρίες στις πλατείες των χωριών. Παρακάτω διατυπώνονται ερωτήματα και δίνονται οι απαντήσεις για την ενημέρωση του κοινού.

- 1) Το κυάνιο μπορεί να επιφέρει το θάνατο στον άνθρωπο:.....NAI.
- 2) Η κυάνωση στη μεταλλευτική βιομηχανία έχει δημιουργήσει εκτεταμένη οικολογική καταστροφή:.....OXI.
- 3) Τα ψάρια ή το κρέας που έχουν δηλητηριαστεί από κυάνιο είναι θανατηφόρα:.....OXI.
- 4) Το κυάνιο είναι λίπασμα.....NAI.
- 5) Κυανιούχες διαρροές έχουν καταστρέψει σοδιές:.....OXI.
- 6) Υπάρχουν πολλοί ετήσιοι θάνατοι από τη χρήση του κυανίου στα μεταλλεία:.....OXI.
- 7) Η κυάνωση προτιμάται γιατί είναι μια εύκολη μέθοδος ανάκτησης ενώ υπάρχουν άλλες συγκριτικά οικονομικότερες και αποδοτικότερες:.....OXI.
- 8) Φράγματα που χρησιμοποιούνται για αποθήκευση απορριμματικού πολφού κυάνωσης είναι ανασφαλή και έχουν ελευθερώσει μεγάλους όγκους κυανίου:NAI και OXI.
- 9) Φράγματα ή λίμνες με απορριμματικό πολφό κυάνωσης που έχουν εγκαταλειφτεί, παραμένουν θανατηφόρες για μεγάλη περίοδο:.....OXI.
- 10) Είναι ανεπαρκής ο τηλεκατευθυνόμενος έλεγχος κυανιούχων μεταλλευτικών δραστηριοτήτων και εγκαταλειμμένων περιοχών.....OXI.
- 11) Το επιτραπέζιο αλάτι περιέχει κυάνιο σε ακίνδυνη ποσότητα για να εμποδίζει την πήξη του αίματος:.....NAI.
- 12) Το κυάνιο δεν συσσωρεύεται (προσθετικά), δεν είναι καρκινογόνο, δεν δημιουργεί τερατογενέσεις και δεν ενισχύει την τροφική αλυσίδα:..... NAI.
- 13) Η έκθεση στο κυάνιο, δεν έχει μεταγενέστερα συμπτώματα βλάβης.....NAI.
- 14) Μεταλλεία που έχουν αντίδοτα για κυάνιο είναι επαρκεί για να αντιμετωπίσουν τυχόν δηλητηριάσεις προσωπικού.....NAI.

-Στα 130 χρόνια λειτουργίας της κυάνωσης για την ανάκτηση χρυσού από τα ορυκτά του έχουν αναφερθεί μόνο 3 θανατηφόρα ατυχήματα από το κυάνιο σε μεταλλεία χρυσού στη Νότια Αμερική (Κολομβία).

-Εκτιμούνται ότι γύρω στα 80 εκατομμύρια!! πουλιά πεθαίνουν κάθε χρόνο στις Ηνωμένες Πολιτείες προσκρούοντας στους ουρανούς τες, αντίθετα, η μεταλλευτική βιομηχανία έχει δαπανήσει εκατομμύρια δολάρια για να περιορίσει τους θανάτους πουλιών, γύρω στις 10000 στα 15 χρόνια, αποτρέποντας τα να φθάσουν στα απόνερα των μεταλλείων σε φράγματα ή λίμνες.

Ατυχήματα σε μεταλλεία-εργοστάσια κυάνωσης.

- 1) Summitville Co.: Αν και αποτέλεσε θέμα και πρωτοσέλιδα στις εφημερίδες για τις βλαπτικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, η έκθεση των εμπειρογνωμόνων ήταν τελείως διαφορετική και δεν ανέφερε θανάτους.
- 2) Kyrgyzstan (Κεντρική Ασία). : Από πτώση φορτηγού με κυανιούχο νάτριο σε ποταμό δεν παρατηρήθηκαν ζημιές στα σπαρτά.

μεμβράνες και τυχόν σωληνώσεις ή οχετοί ή χώροι αποθήκευσης να έχουν διπλά τοιχώματα ώστε να προστατεύουν την διαρροή μέχρις ότου επισκευαστεί η ζημιά.

Βλαπτικές επιδράσεις του κυανίου σε ζώντες οργανισμούς

Το κυάνιο είναι ισχυρό δηλητήριο το οποίο θανατώνει τον άνθρωπο μέσα σε λίγα λεπτά, αν εκτεθεί σε θανατηφόρο δόση και δεν του παρασχεθούν πρώτες βοήθειες. Η δηλητηρίαση προέρχεται από την εισπνοή, δερματική απορρόφηση ή κατάποση. Το προσωπικό που ασχολείται με τη μεταφορά η διαχείριση των κυανιούχων ενώσεων πρέπει να είναι εκπαιδευμένο στα συστήματα ασφαλείας και παροχής πρώτων βοηθειών.

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Το κυάνιο έχει χαμηλή παραμονή στο περιβάλλον, δε βρέθηκε συσσωρευμένο ή αποθηκευμένο στα θηλαστικά που εξετάστηκαν. Κυανιούχα βιοαύξηση στην τροφική αλυσίδα δεν έχει παρατηρηθεί εξαιτίας της ταχείας αποσύνθεσης σε υποθανατηφόρες δόσεις. Χαμηλά επίπεδα κυανίου είναι αβλαβή, γιατί κάτω από διάφορες συνθήκες ύπαρξης στους οργανισμούς πετυχαίνεται η αποσύνθεση.

Το κυάνιο σπάνια παραμένει επάνω στα επιφανειακά νερά και χώματα εξαιτίας της συμπλοκοποίησης ή ιζηματογένεσης, μικροβιολογικούς μεταβολισμούς και απώλειες από την εξάτμιση. Παραμένει όμως για μεγάλο χρονικό διάστημα στα υπόγεια νερά.

Σοβαρότερες βλαπτικές επιπτώσεις σε μεταλλευτικές περιοχές προέρχονται από βαριά μέταλλα, παρά από τη χρήση κυανιούχου άλατος. Η κυανιούχα ένωση αποσυντίθεται με ταχύ ρυθμό στο περιβάλλον σχηματίζοντας υδροκυάνιο, το οποίο είναι πολύ επικίνδυνο σε κλειστούς χώρους, αλλά όχι άμεσα σε ανοικτούς, αντίθετα επιδιώκεται η βαθμιαία έκλυση του κυανίου που αναμειγνύομενο με τον αέρα και το νερό σχηματίζει αμμωνία και δισανθρακικό. Η αμμωνία μπορεί να είναι βλαπτική στο υδροφόρο σύστημα, αλλά είναι σημαντική στον κύκλο του αζώτου και ταχέως αφομοιώνεται.

Το κυάνιο είναι πολύ τοξικό ανάλογα με την ποσότητα σε πολλά είδη οργανισμών. Οι υδρόβιοι οργανισμοί είναι πολύ ευαίσθητοι στο κυάνιο. Πρώτα τα ψάρια και ακολουθούν τα ασπόνδυλα. Άλγες (φύκι, μαλούπες κ.ά.) και υδρόβια φυτά είναι πιο ανεκτικά στο κυάνιο ενώ στα πουλιά παρατηρούνται διάφορες ευαισθησίες. Αποδημητικά πουλιά έχουν θανατωθεί από κυανιούχες εκχυλίσεις από απορριμματικούς σωρούς ή λίμνες.

Μικρά ζώα, όπως αλεπούδες, τρωκτικά, κουνέλια, νυχτερίδες κ.ά. βρέθηκαν νεκρά πίνοντας νερό από λίμνες με απορριμματικό υλικό κυάνωσης χρυσού. Για την προστασία των ζώων οι λίμνες ή τα φράγματα περιφράσσονται ή και απλώνονται δίχτυα. Σε λίμνες με μεγάλη επιφάνεια που δεν είναι δυνατή η τοποθέτηση δικτύου, τοποθετούνται σε πολλές θέσεις της επιφάνειας επιπλέοντα «σκιάχτρα» τα οποία φοβίζουν και διώχνουν τα πουλιά.

Τοξικότητα κυανίου.

Από τη μορφή της χημικής ένωσης που σχηματίζει, εξαρτάται η τοξικότητα του κυανίου. Οι απορριμματικοί πολφοί, τα διαλύματα εκχύλισης και τα ανακυκλούμενα υγρά σε εργοστάσια κυάνωσης περιέχουν πολλές και διάφορες μορφές κυανίου. Από ιόντα μέχρι μεταλλικά κυανιούχα σύμπλοκα με διαφόρους βαθμούς σταθερότητας. Η τοξικότητα των κυανιούχων ενώσεων έχει σχέση με τη ικανότητα της ένωσης να ελευθερώνει κυάνιο. Άλλα αποσυντίθεται εύκολα και σχηματίζουν HCN και άλλα διασπώνται με τις ακτίνες του ήλιου. Οι παράγοντες αυτοί δημιουργούν προβλήματα όταν αναζητούνται κριτήρια για τα επιτρεπόμενα όρια των πάσης φύσης απορριμμάτων. Όταν αναζητείται η τοξικότητα τότε προσδιορίζεται το ελεύθερο κυάνιο. Όταν όμως απαιτείται η τοξικότητα για ανθρώπους ή ζώα, τότε προσδιορίζεται, εκτός από το ελεύθερο κυάνιο και εκείνο που εύκολα απελευθερώνεται από τα σύμπλοκα άλατα με τη μείωση του pH. Αυτή η μέθοδος προσδιορισμού του κυανίου είναι γνωστή ως WAD (Weak Acid Dissociable). Τα όρια που επιτρέπονται για τα απόνερα είναι για το ολικό κυάνιο 0,5 mg/l και για το WAD 0,2mg/l.

Αλήθειες και μύθοι γύρω από το κυάνιο-ατυχήματα σε εργοστάσια κυάνωσης Au.

εξαγωγή-παραγωγή του χρυσού, και πάλι όπως λένε «οι ειδικοί επιστήμονες και καθηγητές». Κι' όμως στο διαδίκτυο υπάρχουν επιστημονικά άρθρα που περιγράφουν με κάθε λεπτομέρεια τη μεθοδολογία εξαγωγής του χρυσού και το κυριότερο, τις μεθόδους αντιμετώπισης ή εξουδετέρωσης των υγρών και στερεών απορριμμάτων και την ασφαλή απόθεση σε τεχνητές λίμνες ή φράγματα, ώστε και η εκμετάλλευση να γίνεται και το περιβάλλον να είναι ασφαλές. Είναι άμεσα προσπελάσιμα για ένα που θέλει να ενημερωθεί και να εμπλουτίσει τις γνώσεις του γύρω από αυτό το θέμα και να μπορεί να διατυπώσει, αν θέλει, αντικειμενική άποψη και κρίση.

Κυάνιο και κυανιούχες ενώσεις

Το κυάνιο είναι δηλητήριο. Ιδιαίτερα το υδροκυάνιο. Το κυανιούχο νάτριο ή κάλιο που χρησιμοποιείται στη βιομηχανία είναι σταθερό στερεό, όμως σε όξινο περιβάλλον εκλύει το υδροκυάνιο. Παρασκευάζεται στη χημική βιομηχανία από αμμωνία και φυσικό αέριο ή παράγεται ως παραπροϊόν της παραγωγής πλαστικών και ακρυλικών. Το κυάνιο παράγεται και στη φύση από μεγάλο αριθμό οργανισμών και φυτών που βοηθά στο μεταβολισμό τους. Βακτήρια και μύκητες παράγουν κυάνιο. Μερικά σκαθάρια, σαρανταποδαρούσες, πεταλούδες, έντομα, και σκώροι εκκρίνουν κυάνιο για προστασία τους. Πολλά κοινά φυτά περιέχουν κυάνιο, όπως το κάσσαβα, η γλυκοπατάτα, η πατάτα, ραπάνια, λάχανα, μαρούλια, κουνουπίδια, μπρόκολα, γογγύλια, κ.ά. αλλά και οι σπόροι φρούτων, όπως τα κεράσια, τα αχλάδια, τα βερίκοκα, τα δαμάσκηνα, τα μήλα και μερικά άλλα. Οι ελάχιστες αυτές ποσότητες διαχωρίζονται από το συκώτι και αποβάλλονται, αποτρέποντας τη συγκέντρωση στο αίμα. Ο καπνός περιέχει 10-400 mg/τσιγάρο. Αναφέρεται ότι το Αμερικάνικο τμήμα υγείας (USDH) έχει αποδείξει ότι ο καπνός περιέχει περισσότερο από 1600 ppm!!.

Το κυάνιο χρησιμοποιείται για την παρασκευή νάϋλον, πλαστικού γυαλιού (πλέξι-γκλας) αρωμάτων, σαπουνιών, λιπασμάτων, χρωμάτων, συμπληρωματικό ζωικών τροφών και για διαφόρων φαρμάκων. Από το 1850 αποτελεί το «κυανούν» χρώμα στη βαφή των «blue Jeans». Είναι γνωστή η χρήση του ως ανθρωποκτόνου σε καταδίκες, σε ομαδικές αυτοκτονίες, σε γενοκτονίες αλλά και ως πολεμικό όπλο (ασφυξιογόνα).

Το 1887 το κυανιούχο νάτριο χρησιμοποιήθηκε στη Νέα Ζηλανδία για την εξαγωγή χρυσού και έκτοτε επεκτάθηκε η εφαρμογή του, με βελτιώσεις της μεθόδου, σχεδόν όπου υπάρχει χρυσός σε ολόκληρο τον κόσμο. Επειδή σχηματίζει σταθερά σύμπλοκα άλατα με διάφορα μέταλλα εφαρμόσθηκε και για την εξαγωγή του αργύρου, χαλκού, ψευδαργύρου και μολυβδανίου από τα μεταλλεύματά που τα περιέχουν. Όταν διαλύεται στο νερό, το pH πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 11 ώστε να αποτραπεί η έκλυση υδροκυανίου.

Στη χημική και μεταλλευτική βιομηχανία, εξαιτίας των ελεγχόμενων προστατευτικών μέτρων που λαμβάνονται, παρόλη τη μακραίωνη ιστορία παραγωγής ή χρήσης, πάνω από 120 χρόνια, έχουν αναφερθεί μόνον τρία ατυχήματα. Στο Λαύρειο για τουλάχιστον 50 χρόνια γινόταν χρήση κυανιούχου νατρίου με άσβεστο στο εργοστάσιο επίπλευσης και ο απορριμματικό πολφό (τέλμα) μαζί με κατάλοιπα κυανιούχου νατρίου πήγαιναν στη θάλασσα και τα τελευταία χρόνια λειτουργίας τους, σε μικρούς τεχνητές λίμνες, στο χώρο του εργοστάσιου. Το ίδιο γίνεται στο Στρατώνι και στην Ολυμπιάδα και πάλι χωρίς ατυχήματα.

Ανεξάρτητα από την έρευνα για τη βελτίωση της κυάνωσης για καλύτερη ανάκτηση χρυσού, μεγαλύτερη προστάθεια καταβάλλεται στη διαχείριση του απορριμματικού πολφού (τέλμα), ώστε η απόθεσή του να είναι απόλυτα ασφαλής.

Ακόμη και με τις ιδανικότερες συνθήκες στοιχειομετρικής χημικής αντίδρασης, κυανιούχο νάτριο θα βρίσκεται πάντα στον απορριμματικό πολφό, είτε προσκολλημένο στα τεμαχίδια ή από περίσσεια ή ελλιπή αντίδραση με το χρυσό. Το μεγαλύτερο μέρος του νερού που περιέχει τα υπολείμματα του κυανιούχου νατρίου ανακυκλώνεται στη κυάνωση

Η χημική επεξεργασία χρησιμοποιεί αντιδραστήρια που αποσυνθέτουν το κυάνιο σε αβλαβή άλατα. Το υπερχλωριώδες νάτριο ή κάλιο χρησιμοποιείται για την οξείδωση των κυανιούχων σε κυανικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας, ή να παραχθεί στον απορριμματικό πολφό με την προσθήκη καυστικού νατρίου και αερίου χλωρίου σε pH 10-11. Η πλήρης καταστροφή των κυανιούχων πετυχαίνεται σε μια δεύτερη αντίδραση με pH 7,5-8,5 και παράγεται άζωτο, δισανθρακικό νάτριο και χλωριούχο νάτριο. Αν η οξείδωση γίνει με καυστικό νάτριο και χλώριο, τότε παράγεται διοξείδιο του άνθρακα, άζωτο και χλωριούχο νάτριο. Επίσης και με υπεροξείδιο του υδρογόνου πετυχαίνεται η αποσύνθεση των κυανιούχων αλάτων και η παραγωγή αμμωνίας και δισανθρακικού νατρίου. Πρόσφατα γίνεται προσπάθεια επιτάχυνσης της χημικής αποσύνθεσης με ειδικούς αντιδραστήρες, (Μέθοδος MMS cyanide distraction process).

Στον παρακάτω πίνακα 1 παρουσιάζονται αποτελέσματα της εφαρμογής της μεθόδου σε πρόδρομη εγκατάσταση στη Ν. Αφρική.

Πίνακας 1

Αποτελέσματα εξουδετέρωσης κυανιούχων υπολειμμάτων σε πρόδρομη εγκατάσταση MMS CN-D στην Ν. Αφρική.

Τυπικά αποτελέσματα σε ppm	Απορροή εργοστάσιου	Αποτέλεσμα WAD. ppm
Συγκέντρωση κυανίου -WAD	872	0,002
Ολικό κυάνιο	1561	0,005
Ελεύθερο κυάνιο	6,2	0
Κυανικά	760	2

Πιστεύεται ότι η φυσική αποσύνθεση παίρνει το μεγαλύτερο μέρος της καταστροφής του κυανίου, όπως στη Νότια Αφρική και Νέα Ζηλανδία, αλλά σε εργοστάσια χρυσού που κατά την επεξεργασία σχηματίζονται σύμπλοκα άλατα, εφαρμόζεται μια χημική επεξεργασία. Γι' αυτό και στις αποθέσεις χρησιμοποιούνται δύο λίμνες. Η μια είναι στη φάση της φυσικής εξάτμισης και αποξήρανσης και η άλλη σε λειτουργία.

Σε εγκαταλειμμένες αποθέσεις (σωρούς) μπορεί να παραμένουν υπόλοιπα κυανίου είτε ως διάλυμα ή προσκολλημένα πάνω στην επιφάνεια των τεμαχιδίων, και τα εκχυλίσματά τους να περιέχουν υψηλότερο επίπεδο κυανίων, πέρα από το επιτρεπόμενο όριο. Στις περιπτώσεις αυτές απαιτείται η συλλογή και εξουδετέρωση των εκχυλίσματων, όχι για την ανάκτηση του χρυσού, αλλά για να αποτραπεί η ρύπανση υπογείων νερών ή ποταμών. Σ' άλλες περιπτώσεις εξουδετερώνονται τα κυανιούχα με καταιονισμό με βακτήρια ή με υπεροξείδιο του υδρογόνου. Είναι αυτονόητο αλλά και αναγκαίο να έχει προκατασκευαστεί περιφερειακό όρυγμα που αποτρέπει τα νερά της βροχής από λεκάνη απορροής, να εισέλθουν στο χώρο απόθεσης.

Διαρροές κυανιούχου νατρίου ή καλίου.

Είναι πιθανόν, τόσο στη μεταφορά όσον και στη χρήση των κυανιούχων αλάτων να συμβαίνουν ατυχήματα διαρροής στερεού ή υγρού διαλύματος.

Η μεταφορά στα μεταλλεία γίνεται σε στερεή μορφή μέσα σε ειδικά και σφραγισμένα βαρέλια. Τα ατυχήματα όμως συμβαίνουν, γι' αυτό πρέπει η διαρροή, αν είναι σε στερεή μορφή να απομακρυνθεί αμέσως και να διατηρηθεί ξηρό το τμήμα που ρυπάνθηκε. Το χώμα μπορεί να καθαριστεί άμεσα με λευκαντικό (bleach). Σε υγρή διαρροή στο έδαφος, εάν επισημανθεί έγκαιρα, υπόκειται σε οξειδωτική επεξεργασία με τα κατάλληλα αντιδραστήρια και ειδικευμένο προσωπικό, για να μη προχωρήσει σε υπόγεια νερά.

Για την προστασία από διαρροές στην επιφάνεια ή υπόγεια νερά, ποταμούς και λίμνες πρέπει οι θέσεις απόθεσης του απορριμματικού πολφού να καλύπτονται από αδιαπέραστες

μεμβράνες και τυχόν σωληνώσεις ή οχετοί ή χώροι αποθήκευσης να έχουν διπλά τοιχώματα ώστε να προστατεύουν την διαρροή μέχρις ότου επισκευαστεί η ζημιά.

Βλαπτικές επιδράσεις του κυανίου σε ζώντες οργανισμούς.

Το κυάνιο είναι ισχυρό δηλητήριο το οποίο θανατώνει τον άνθρωπο μέσα σε λίγα λεπτά, αν εκτεθεί σε θανατηφόρο δόση και δεν του παρασχεθούν πρώτες βοήθειες. Η δηλητηρίαση προέρχεται από την εισπνοή, δερματική απορρόφηση ή κατάποση. Το προσωπικό που ασχολείται με τη μεταφορά η διαχείριση των κυανιούχων ενώσεων πρέπει να είναι εκπαιδευμένο στα συστήματα ασφαλείας και παροχής πρώτων βοηθειών.

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Το κυάνιο έχει χαμηλή παραμονή στο περιβάλλον, δε βρέθηκε συσσωρευμένο ή αποθηκευμένο στα θηλαστικά που εξετάστηκαν. Κυανιούχα βιοαύξηση στην τροφική αλυσίδα δεν έχει παρατηρηθεί εξαιτίας της ταχείας αποσύνθεσης σε υποθανατηφόρες δόσεις. Χαμηλά επίπεδα κυανίου είναι αβλαβή, γιατί κάτω από διάφορες συνθήκες ύπαρξης στους οργανισμούς πετυχαίνεται η αποσύνθεση.

Το κυάνιο σπάνια παραμένει επάνω στα επιφανειακά νερά και χώματα εξαιτίας της συμπλοκοπίησης ή ιζηματογένεσης, μικροβιολογικούς μεταβολισμούς και απώλειες από την εξάτμιση. Παραμένει όμως για μεγάλο χρονικό διάστημα στα υπόγεια νερά.

Σοβαρότερες βλαπτικές επιπτώσεις σε μεταλλευτικές περιοχές προέρχονται από βαριά μέταλλα, παρά από τη χρήση κυανιούχου άλατος. Η κυανιούχα ένωση αποσυντίθεται με ταχύ ρυθμό στο περιβάλλον σχηματίζοντας υδροκυάνιο, το οποίο είναι πολύ επικίνδυνο σε κλειστούς χώρους, αλλά όχι άμεσα σε ανοικτούς, αντίθετα επιδιώκεται η βαθμιαία έκλυση του κυανίου που αναμειγνύμενο με τον αέρα και το νερό σχηματίζει αμμωνία και δισανθρακικό. Η αμμωνία μπορεί να είναι βλαπτική στο υδροφόρο σύστημα, αλλά είναι σημαντική στον κύκλο του αζώτου και ταχέως αφομοιώνεται.

Το κυάνιο είναι πολύ τοξικό ανάλογα με την ποσότητα σε πολλά είδη οργανισμών. Οι υδρόβιοι οργανισμοί είναι πολύ ευαίσθητοι στο κυάνιο. Πρώτα τα ψάρια και ακολουθούν τα ασπόνδυλα. Άλγες (φύκι, μαλούπες κ.ά.) και υδρόβια φυτά είναι πιο ανεκτικά στο κυάνιο ενώ στα πουλιά παρατηρούνται διάφορες ευαισθησίες. Αποδημητικά πουλιά έχουν θανατωθεί από κυανιούχες εκχυλίσεις από απορριμματικούς σωρούς ή λίμνες.

Μικρά ζώα, όπως αλεπούδες, τρωκτικά, κουνέλια, νυχτερίδες κ.ά. βρέθηκαν νεκρά πίνοντας νερό από λίμνες με απορριμματικό υλικό κυάνωσης χρυσού. Για την προστασία των ζώων οι λίμνες ή τα φράγματα περιφράσσονται ή και απλώνονται δίχτυα. Σε λίμνες με μεγάλη επιφάνεια που δεν είναι δυνατή η τοποθέτηση δικτύου, τοποθετούνται σε πολλές θέσεις της επιφάνειας επιπλέοντα «σκιάχτρα» τα οποία φοβίζουν και διώχνουν τα πουλιά.

Τοξικότητα κυανίου.

Από τη μορφή της χημικής ένωσης που σχηματίζει, εξαρτάται η τοξικότητα του κυανίου. Οι απορριμματικοί πολφοί, τα διαλύματα εκχύλισης και τα ανακυκλούμενα υγρά σε εργοστάσια κυάνωσης περιέχουν πολλές και διάφορες μορφές κυανίου. Από τόντα μέχρι μεταλλικά κυανιούχα σύμπλοκα με διαφόρους βαθμούς σταθερότητας. Η τοξικότητα των κυανιούχων ενώσεων έχει σχέση με τη ικανότητα της ένωσης να ελευθερώνει κυάνιο. Άλλα αποσυντίθεται εύκολα και σχηματίζουν HCN και άλλα διασπώνται με τις ακτίνες του ήλιου. Οι παράγοντες αυτοί δημιουργούν προβλήματα όταν αναζητούνται κριτήρια για τα επιτρεπόμενα όρια των πάσης φύσης απορριμμάτων. Όταν αναζητείται η τοξικότητα τότε προσδιορίζεται το ελεύθερο κυάνιο. Όταν όμως απαιτείται η τοξικότητα για ανθρώπους ή ζώα, τότε προσδιορίζεται, εκτός από το ελεύθερο κυάνιο και εκείνο που εύκολα απελευθερώνεται από τα σύμπλοκα άλατα με τη μείωση του pH. Αυτή η μέθοδος προσδιορισμού του κυανίου είναι γνωστή ως WAD (Weak Acid Dissociable). Τα όρια που επιτρέπονται για τα απόνερα είναι για το ολικό κυάνιο 0,5 mg/l και για το WAD 0,2mg/l.

Αλήθειες και μύθοι γύρω από το κυάνιο-ατυχήματα σε εργοστάσια κυάνωσης Au.

- 3) Guyana (Ν.Αμερική). : Δεν αναφέρθηκαν ατυχήματα ή ασθένειες από την διάρρηξη φράγματος που απελευθερώθηκαν 3 εκατομμύρια κυβικά μέτρα νερού με κυάνιο.
- 4) Papua N.Guina. : Μερικές εκατοντάδες χιλιόγραμμα κυανιούχου νατρίου διέρρευσαν το 2000 από ατύχημα στο μεταλλείο. Το προσωπικό του μεταλλείου εξουδετέρωσε τη διαρροή σε δύο μέρες, χωρίς να συμβούν ατυχήματα.
- 5) Baia Mare Rumania. : Το 1999, μέρος του φράγματος του μεταλλείου χρυσού της Baia Mare κατέρρευσε ελευθερώνοντας 100 χιλιάδες κυβικά μέτρα νερού με κυάνιο. Θανατώθηκαν ψάρια στον ποταμό Tisza της Ρουμανίας αλλά και της Ουγγαρίας και Σερβίας, αφού ο ποταμός διέρχεται μέσα από αυτές. Οι ανταποκριτές του BBC ανέφεραν ότι τα ψάρια που θανατώθηκαν ανέρχονταν σε 650 τόνους και άλλοι τα υπολόγισαν σε μερικές χιλιάδες. Ότι η δηλητηρίαση του ποταμού Tesza “ has been called the worst environmental disaster since the Chernobil nuclear leak in 1986. Το μεταλλείο χορηγούσε νερό στα γύρω χωριά μέχρις ότου εξατμιστεί το κυάνιο. Δεν έχει ακόμη εξακριβωθεί η έκταση της ρύπανσης η οποία προήλθε από τη διαρροή του κυανίου. Και εδώ οι γνώμες διαφέρουν. Άλλοι υποστηρίζουν ότι η φυσική ισορροπία θα επανέλθει μετά από 10-20 χρόνια και άλλοι σε δύο. Θεωρείται το πλέον ατυχές περιστατικό αλλά όχι και καταστροφικό.

Επειδή μόνο η λέξη κυάνιο προκαλεί το φόβο και τον πανικό, είναι απαραίτητο οι εταιρείες που χρησιμοποιούν το κυανιούχο νάτριο, να ενημερώνουν την τοπική κοινωνία για τους πραγματικούς αλλά και τους φανταστικούς κινδύνους του υλικού, ώστε εάν συμβεί διαρροή να μην υπάρξει υστερική αντιμετώπιση και ταραχή που πολλές φορές είναι χειρότερες από τις φυσικές βλάβες.

Θα ήταν επίσης σκόπιμο, οι δημοσιογράφοι που σπεύδουν σ' αυτές τις περιπτώσεις να πληροφορήσουν τον κόσμο, αντί να τον τρομοκρατούν με τις πληροφορίες που δεν είναι τεκμηριωμένες και ακριβείς, να γνωρίσουν για το κυάνιο (και για οποιοδήποτε άλλο τεχνικό θέμα), ώστε όταν ανακύπτουν τέτοια θέματα, αντί να ρίχνουν «λάδι στη φωτιά» από άγνοια για τη συγκεκριμένη περίπτωση, να προλαβαίνουν την παραπληροφόρηση στους κατοίκους και να είναι εκείνοι που θα πουν την αλήθεια και μόνο την αλήθεια, βασισμένη στα πραγματικά στοιχεία που συλλέγουν και τα ερμηνεύουν με βάση τις γνώσεις τους ή από τους ειδικούς συμβούλους-επιστήμονες. Εύκολα βρίσκονται ειδικοί που συνεργάζονται για τη μία ή την άλλη άποψη, αλλά μόνο μια είναι η επιστημονική και πραγματική, κι' αυτή πρέπει να διατυπώνεται.

Στη συγγραφή «Gold and Silver cyanidation plant Practice» του Αμερικανικού Ινστιτούτου Μεταλλειολόγων S.M.E-A.I.M.E. ο P.C.Henslow γράφει: «Εκ μέρους όλων των μεταλλωρύχων του χρυσού και αργύρου, χαιρετίζω τους μεταλλουργούς, οι οποίοι με τη σκληρή δουλειά και τις εμπνεύσεις τους, μετέτρεψαν αυτό που κάποτε ήταν φτωχό πέτρωμα σε 'μετάλλευμα'. Στο βιβλίο αυτό αναφέρονται 27 μεταλλεία και εργοστάσια παραγωγής χρυσού και αργύρου στις H. Πολιτείες και Καναδά με λεπτομέρειες παραγωγής, διαγράμματα ροής και απορριμμάτων καθώς και κόστους. Δεν αναφέρονται ατυχήματα.

Η παραπάνω γραφή εκπονήθηκε από δημοσιεύσεις και άρθρα που βρίσκονται στο διαδίκτυο. Παρέχονται στη βιβλιογραφία. Η επιστημονική παράθεση στοιχείων σε μια μελέτη παρέχει τη δυνατότητα για αντίστοιχη κριτική.

Βιβλιογραφία-Άρθρα και μελέτες από το διαδίκτυο.

- 1) Gold and Silver Cyanidation Plant practice. Των E.W.McQuinston και Jr. R.S.Shoemaker. 1975 Έκδοση S.M.E-A.I.M.E.
- 2) Cyanide-Public Health Statement. e-mail: atsdric@cdc.gov.
- 3) Gold. <http://en.wikipedia.org/wiki/Gold>. Στο άρθρο παρουσιάζονται 125 βιβλιογραφικές αναφορές.

- 4) Gold Extraction Using Cyanide Leaching: Chris Van de Ven. <http://elvis.engr.wisc.Edu/uer97/author4/content.html>
- 5) CYANIDE- Myths and facts: Frederick W.DeVries. Chem-Mining Consulting Ltd. Environmental and Health effects.: <http://www.cyanidecode.org/cyanide-facts/environmental-heal...>
- 6) Maelgwyn Mineral Services Ltd. : <http://www.maelgwyn/cyanidedestruction.html>
- 7) Death of a river. By BBC News online's Emma Batha.
Another view of gold mining. : <http://anotherview.co.nz/text/cyanide.html>
- 8) Τα κοιτάσματα, τα Αποθέματα και η Αξιοποίηση των Ορυκτών Πρώτων Υλών, Περιβάλλον, Περιήγηση (Τουρισμός). A.Z.Φραγκίσκος. Ορυκτός Πλούτος, Τεύχος 149. 2008.
- 9) Εξορυκτική Βιομηχανία-Περιβάλλον-Περιήγηση (τουρισμός)-Τοπική κοινωνία. A.Z.Φραγκίσκος, Ορυκτός-Πλούτος, τεύχος151. 2009.
- 10) Το Περιβάλλον και η Μεταλλευτική-Μεταλλουργική Βιομηχανία. A.Z.Φραγκίσκος Εκδόσεις «Κάτοπτρο» Αθήνα 2012.