

ΜΕΤΑΛΛΑ

ΜΕΤΑΛΛΑ (μεταλλικές ιδιότητες)

- ▣ Μεταλλική λάμψη,
- ▣ Μεγάλη αντοχή
- ▣ Σκληρότητα
- ▣ πλαστικότητα

Οι ιδιότητες αυτές οφείλονται στην ηλεκτρονική δομή των ατόμων (ηλεκτρόνια σθένους). Καλοί αγωγοί της θερμότητας και του ηλεκτρισμού (αγωγοί). Τα Αμέταλλα είναι μονωτές. Γερμάνιο, κασσίτερος ημιαγωγοί.

Ιδιότητες

- ▣ Σημείο τήξης
- ▣ Μεταλλικός δεσμός. Χημικός δεσμός συνοχής ατόμων.
- ▣ Κρυσταλλική δομή
- ▣ Σύνολο ατόμων θετικά φορτισμένων (θετικά ιόντα-κατιόντα) και ηλεκτρόνια σθένους (-)

ΜΕΤΑΛΛΑ

- ❁ Θετικά κατιόντα απωθούνται μεταξύ τους και σχηματίζουν κρύσταλλο.
- ❁ Κάθε μέταλλο έχει κρυσταλλική δομή.
- ❁ Τα μέταλλα προσβάλλονται από τα οξέα σε άλλοτε άλλο βαθμό αντικαθιστώντας το υδρογόνο των οξέων.
- ❁ Ο χρυσός, ο άργυρος, η πλατίνα, ο χαλκός και ο υδράργυρος δεν προσβάλλονται από τα οξέα και ονομάζονται «ευγενή».

Από τις ιδιότητες των μετάλλων κυρίως μας ενδιαφέρουν:

- ❁ Η μεγάλη μηχανική αντοχή στη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Πριν σπάσουν ορισμένα εμφανίζουν επιμήκυνση (ολκιμότητα-πλαστικότητα).
- ❁ Τα μέταλλα με άλλα μέταλλα ή και αμέταλλα στοιχεία σχηματίζουν κράματα με μεταλλικό χαρακτήρα.

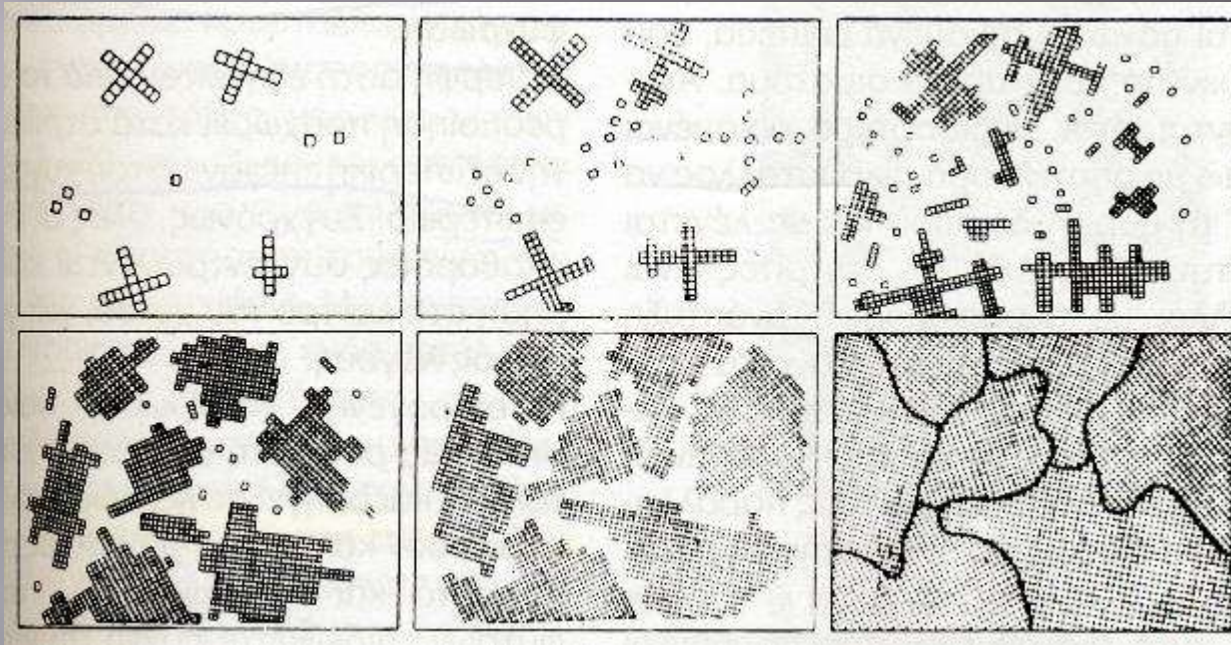
ΜΕΤΑΛΛΑ

Κατά τη στερεοποίηση ενός τήγματος μετάλλου ελαφρά κάτω από τη θερμοκρασία τήξης, σχηματίζονται ομογενή φύτρα (κρύσταλλοι). Ακαθαρσίες μπορεί να σχηματίσουν ετερογενή φύτρα. Όσο εναποτίθενται καινούργια άτομα πάνω στα φύτρα τόσο προχωρά η πήξη του τήγματος και ο κρύσταλλος αυξάνεται σε μέγεθος. Όταν συναντηθούν διπλανοί κρύσταλλοι σταματά η αύξηση του μήκους. Κάθε κρύσταλλος έχει συγκεκριμένη κρυσταλλική δομή η οποία διαφέρει σε διάταξη και προσανατολισμό από τον διπλανό κρύσταλλο. Γι' αυτό οι γειτονικοί κρύσταλλοι δεν ενώνονται να σχηματίσουν ένα μεγάλο κρύσταλλο. Κάθε χωριστός κρύσταλλος ονομάζεται **«κόκκος»**.

Άρα ταυτόχρονα σε ένα τήγμα που ψύχεται συνυπάρχουν τρεις μορφές:

- ④ Υγρή (θερμοκρασία πάνω από το σημείο τήξης)
- ④ Υγρή και στερεή (σημείο τήξης)
- ④ Στερεή (κάτω από το σημείο τήξης)

ΜΕΤΑΛΛΑ



Η άμορφη ή άτακτη διάταξη των ατόμων στα όρια των κόκκων αυξάνει την εξωτερική ενέργεια των κόκκων σε σχέση με αυτή των εσωτερικών ατόμων και εξηγεί πολλά από τα φαινόμενα όπως:

- ◆ Η τήξη αρχίζει από τα όρια των κόκκων,
- ◆ Η διάβρωση αρχίζει από τα όρια των κόκκων,
- ◆ Στην αυξημένη ενέργεια στα όρια των κόκκων οφείλεται η προσρόφηση ουσιών από τα μέταλλα (επιφανειακή ενέργεια).

Τα όρια των κόκκων έχουν πολλές φορές μεγαλύτερη αξία από την ίδια τη φύση του μετάλλου και εξηγεί πολλές από τις ιδιότητες.

ΜΕΤΑΛΛΑ

Με την αργή ψύξη του τήγματος, τα άτομα του υγρού μετάλλου επικάθονται όπου υπάρχουν και άλλα άτομα (λειτουργούν σαν πυρήνες) και έτσι σχηματίζουν δομές που μοιάζουν με δέντρο (δεντρική μορφή). Οι «κλάδοι» του δέντρου αναπτύσσονται κάθετα προς τα τοιχώματα του καλουπιού δηλαδή παράλληλα με τη διεύθυνση απαγωγής της θερμότητας. Η ανομοιομορφία αυτή δημιουργεί «ζώνες».

Έτσι σε ένα χυτό είναι δυνατόν να παρατηρήσει κανείς τις εξής τρεις διαδοχικές ζώνες κρυστάλλωσης:

- Μια μικροκρυσταλλική ζώνη, την επιδερμίδα του χυτού με πολλούς μικρούς κόκκους λόγω απότομης στερεοποίησης του τήγματος με την επαφή με το ψυχρό καλούπι.
- Ζώνη δενδριτικών κρυστάλλων που εκτείνονται προς το εσωτερικό του χυτού.
- Ευμεγέθεις κανονικούς κρυστάλλους στο κέντρο του χυτού, όπου δίνεται η δυνατότητα πιο αργής ψύξης.

ΜΕΤΑΛΛΑ

Η στερεοποίηση λοιπόν προχωρά από την επιφάνεια προς το κέντρο όπου μαζεύονται και οι πιο δύστηκτες «ακαθαρσίες». Οι ακαθαρσίες αυτές μπορεί να είναι πραγματικές ακαθαρσίες όπως υπολλείμματα της αποκήρωσης, οξειδία του Αργιλίου από το πυρόχωμα, κ.τ.λ. ή ουσίες σε μικρή περιεκτικότητα που προστίθενται από τις εταιρείες, ονομάζονται «προσθήκες εκλέπτυνσης» και έχουν σαν στόχο την παραγωγή υπερλεπτόκοκκων μετάλλων.

Παράγοντες που επηρεάζουν το μέγεθος των κόκκων είναι:

- Η ταχύτητα πήξης
 - υλικό επένδυσης με μεγάλη θερμική αγωγιμότητα
 - σχέση επιφάνειας χυτού προς όγκο χυτού μεγάλη, και
 - θερμοκρασία λίγο μόνο πάνω από τη θερμοκρασία τήξης
- Στοιχεία που λειτουργούν ως πυρήνες κρυστάλλωσης
 - ακαθαρσίες
 - προσθήκες

ΚΡΑΜΑΤΑ

Ως **κράμα** χαρακτηρίζεται ένα σώμα με μεταλλικές ιδιότητες αποτελούμενο από 2 ή περισσότερα στοιχεία εκ των οποίων το ένα τουλάχιστον είναι μέταλλο.

Η επιλογή των συστατικών και η αναλογία τους καθορίζει τις ιδιότητες του κράματος και την ονομασία του κράματος.

Όριο θραύσης $Ag=16.8Kg/mm^2$

Όριο θραύσης $Au=12.8Kg/mm^2$

Όριο θραύσης $Ag-Au=24Kg/mm^2$ για ισοατομική σύνθεση.

Μόνο το ειδικό βάρος ακολουθεί τον κανόνα του μέσου όρου της σύνθεσης.

Κράματα διμερή, τριμερή, κ.ο.κ.

ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΡΑΜΑΤΟΣ

Η επιλογή βασίζεται σε τρεις βασικούς παράγοντες:

- Ιδιότητες χρήσης
 - μηχανικές (αντοχή, σκληρότητα....)
 - φυσικές (χρώμα, συντελεστής θερμικής διαστολής, θερμική αγωγιμότητα....)
 - χημικές (διάβρωση...)
 - βιολογικές (βιοσυμβατότητα, αλλεργιογόνο δράση....)
- Ιδιότητες μορφοποίησης (πως μορφοποιούνται σε συγκεκριμένο σχήμα, χύτευση, πλαστική παραμόρφωση, εκτροχισμό....)
- Κόστος

ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΡΑΜΑΤΟΣ

όσον αφορά στις

➤ Ιδιότητες χρήσης

- χημική σύνθεση (τα κύρια συστατικά καθορίζουν τη φύση του κράματος, ενώ τα δευτερεύοντα ρυθμίζουν τις ιδιότητες)
- φυσικοχημική σύνθεση (κρύσταλλοι-κόκκοι με διαφορετική χημική σύνθεση, άρα ιδιότητες και κατεργασιμότητα κράματος)
- μικρογραφική δομή (μέγεθος, προσανατολισμός, διάταξη κόκκων επηρεάζει τις μηχανικές ιδιότητες)
- μηχανική κατάσταση (εσωτερική ενέργεια, τάσεις επηρεάζουν αντοχή στη θραύση, στη διάβρωση...)

ΚΡΑΜΑΤΑ

τα οποία χρησιμοποιούνται για την χύτευση του μεταλλικού σκελετού των ΜΟ

- ▣ Κράματα χρυσού
- ▣ Κράματα χρωμίου-κοβαλτίου
- ▣ Κράματα τιτανίου ή καθαρό τιτάνιο

ΚΡΑΜΑΤΑ χρυσού

Κατηγορίες χρυσοκραμάτων:

I, μαλακό

II, μέτριο

III, σκληρό

IV, υπέρσκληρο

Από τις κατηγορίες αυτές, η I, II και III χρησιμοποιούνται στην ακίνητη προσθετική, για την κατασκευή ένθετων εμφράξεων, στεφάνων ολικών χυτών κλπ. προσθετικών κατασκευών. Για την κατασκευή μεταλλικών σκελετών ΜΟ, χρησιμοποιούνται τα υπέρσκληρα κράματα της IV κατηγορίας, για τον λόγο ότι αυτά διαθέτουν την απαραίτητη εκείνη αντοχή όπως και όλες τις άλλες ιδιότητες ώστε να είναι κατάλληλα για τους σκελετούς των ΜΟ.

ΚΡΑΜΑΤΑ χρυσού

Χρυσός 60 - 71,5%, χαλκός 11 - 16%, άργυρος 4 - 20%, παλλάδιον 0 - 5%, Λευκόχρυσος 0 - 8,5% και ψευδάργυρος 1 - 2%.

Τα κράματα χρυσού χρησιμοποιούνται ελάχιστα για την κατασκευή σκελετών ΜΟ λόγω αυξημένου κόστους και εξαιτίας της πλαστικότητας την οποία έχουν σε σχέση με τα άλλα κράματα. Προκειμένου να αποδώσει η ΜΟ από χρυσόκρμα πρέπει ο σκελετός να γίνει περίπου διπλάσιος σε πάχος σε σχέση με το χρωμιοκοβαλτιούχο κράμα.

Περιορίζεται κυρίως στις περιπτώσεις αλλεργίας στα συστατικά άλλων κραμάτων.

ΚΡΑΜΑΤΑ χρωμίου(Cr) κοβαλτίου(Co)

Σήμερα τα χρησιμοποιούμενα στην οδοντοπροσθετική κράματα αυτού του τύπου συνίστανται κατά 90% από τρία βασικά μέταλλα: το Χρώμιο, το Κοβάλτιο και το Μολυβδένιο, ενώ το υπόλοιπο 10% συνίσταται από στοιχεία όπως το Πυρίτιο, ο Άνθρακας, το Μαγγάνιο, το Άζωτο, ο Σίδηρος, το Ταντάλιο και το Τιτάνιο.

Από τα στοιχεία αυτά, το Χρώμιο παρέχει στο κράμα την ικανότητα να ανθίσταται στην διάβρωση και στην αμαύρωση, όταν αυτό περιέχεται στην κανονική του αναλογία στο κράμα και η οποία κυμαίνεται μεταξύ 25 - 30%.

Κράματα με περιεκτικότητα σε Χρώμιο άνω του 30% παρουσιάζουν μεγάλη δυσκολία στην χύτευσή τους και συμβάλλουν στην δημιουργία μιας σχετικά εύθραυστης φάσης, η οποία είναι γνωστή σαν «φάση σίγμα». Αντίθετα, όταν στο κράμα περιέχεται ποσότητα χρωμίου μικρότερη του 20%, τότε μειώνεται κατά πολύ, η αντίστασή του στην διάβρωση και την αμαύρωση.

ΚΡΑΜΑΤΑ χρωμίου(Cr) κοβαλτίου(Co)

Το Κοβάλτιο αυξάνει σημαντικά την αντοχή και την σκληρότητα του κράματος, όπως επίσης και το μέτρο ελαστικότητάς του.

Ο περιεχόμενος Άνθρακας στο κράμα υπό μορφή καρβιδίων του χρωμίου και του μολυβδενίου, κατά πολύ συμβάλει στην διαμόρφωση των μηχανικών ιδιοτήτων του λαμβανομένου, μετά την χύτευση, χυτού. Αυτό δε διότι, όταν το ποσοστό του άνθρακα αυξηθεί κατά 0,2% πάνω από το επιθυμητό όριο, αυξάνει σε μεγάλο βαθμό η σκληρότητα του κράματος, με συνέπεια να καθίσταται αυτό ακατάλληλο προς χρήση, αφού τα χυτά τα οποία θα παραληφθούν από αυτό, θα είναι υπερβολικά εύθραυστα και ακατέργαστα. Αντίθετα, όταν το ποσοστό του μειωθεί κατά 0,2% στο κράμα, επέρχεται μία σημαντική ελάττωση του ορίου διαρροής όπως επίσης και της αντοχής του, σε βαθμό που το κράμα είναι ακατάλληλο για χρήση.

ΚΡΑΜΑΤΑ χρωμίου(Cr) κοβαλτίου(Co)

Το Μολυβδένιο σε ποσοτά 2-6,5% συμβάλλει στην αύξηση της αντοχής και την ελάττωση του μεγέθους των κόκκων.

Το Πυρίτιο και το Μαγγάνιο αυξάνουν την ρευστότητα του τήγματος και καθιστούν το κράμα εύτηκτο. Δρουν επίσης και σαν αποξειδωτικά.

ΚΡΑΜΑΤΑ χρωμίου(Cr) κοβαλτίου(Co)

Σύμφωνα προς τις προδιαγραφές της American Dental Association (A.D.A.), τα κράματα χρωμίου – κοβαλτίου ανάλογα με το σημείο τήξης τους κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες:

- α) Την I κατηγορία, στην οποία ανήκουν τα κράματα που το σ.τ. είναι μεγαλύτερο από 1320° C.
- β) την II κατηγορία, στην οποία ανήκουν τα κράματα εκείνα των οποίων το σ.τ., είναι μικρότερο από 1320° C.

Γενικά, η θερμοκρασία τήξης των χρωμιο-κοβαλτιούχων κραμάτων κυμαίνεται μεταξύ των 1250° -1500° C.

Το ειδικό βάρος των χρωμιο-κοβαλτιούχων κραμάτων είναι το μισό εκείνου της χρυσοπλατίνας. Εάν τώρα συνδυασθεί το πιο πάνω πλεονέκτημά τους, με το γεγονός ότι τα κράματα αυτά έχουν το διπλάσιο μέτρο ελαστικότητας, από εκείνο της χρυσοπλατίνας, συμπεραίνεται ότι οι κατασκευές αυτές μπορούν να έχουν το μισό του πάχους των αντιστοίχων κατασκευών από χρυσοπλατίνα, πράγμα που τις κάνει ευκολότερα ανεκτές από τον ασθενή, αφού θα είναι περισσότερο ελαφρές και άνετες. Για τους ίδιους λόγους τα άγκιστρα των ΜΟ, οι οποίες έχουν χυτευτεί με τα κράματα χρωμίου – κοβαλτίου, μπορεί να έχουν τη μισή διατομή από εκείνη που θα είχαν αυτά, αν η ΜΟ, είχε χυτευτεί με κράμα χρυσοπλατίνας, κατηγορίας IV.

ΚΡΑΜΑΤΑ χρωμίου(Cr) κοβαλτίου(Co)

ΚΡΑΜΑ	ΦΥΣΙΚΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ					
	Όριο αναλογίας (MPa)	Μέτρο ελαστικότητας (MPa)	Αντοχή εφελκυσμού (MPa)	Επιμήκυνση %	Πυκνότητα gr/cm ³	Θερμ. Χύτευσης °C
Wironium	670	220.000	970	7,5	8,4	1450
Wironium Plus	700	220.000	1000	10	8,4	1440
Wironit	600	211.000	880	6,2	8,2	1460
Heraenium-CE	580	225.000	890	4	8	1530
Remanium GM 900	700	210.000	910	5	8,2	
Remanium GM 800	720	230.000	960	6	8,2	
Wisil	600	220.000	840	7	8,4	1535
Chromodur	570	220.000	820	5	8,4	1535
Chrutanium	730	220.000	900	7	8,3	1500

ΚΡΑΜΑΤΑ χρωμίου(Cr) κοβαλτίου(Co)

Τα κράματα αυτά είναι γνωστά από το 1900 με το εμπορικό όνομα στελλίτες. Στην οδοντιατρική εισήχθησαν το έτος 1930. Παρότι η βάση των κραμάτων είναι το κοβάλτιο (% μεγαλύτερη αναλογία) επεκράτησε στην Ελλάδα να ονομάζονται κράματα χρωμίου-κοβαλτίου αντί για κοβαλτίου – χρωμίου. Το πρώτο χρησιμοποιηθέν κράμα ήταν της εταιρείας AUSTERNAL υπό την ονομασία VITALLIUM, το οποίο δεν ήταν τίποτα άλλο από μία τροποποιημένη μορφή για οδοντιατρική χρήση, ενός βιομηχανικού στελλίτη (χρωμιοκοβαλτιούχο κράμα), του HS-21.

Τα κράματα αυτά χρωμίου-κοβαλτίου, πολύ γρήγορα εκτόπισαν κάθε άλλο υλικό το οποίο χρησιμοποιούταν μέχρι τότε, για χυτούς μεταλλικούς σκελετούς ΜΟ.

ΚΡΑΜΑΤΑ ΤΙΤΑΝΙΟΥ

Το τιτάνιο οφείλει το όνομα του στους Τιτάνες, γιους της Γης και του Ουρανού, σύμφωνα με την αρχαία ελληνική μυθολογία. Ανακαλύφθηκε το 1795 από τον Άγγλο χημικό και ορυκτολόγο William Gregor και η ύπαρξή του επιβεβαιώθηκε λίγο αργότερα από τον Γερμανό χημικό Martin Klaproth στον οποίο οφείλεται και η ονομασία του. Το 1831 επιτεύχθηκε η εξαγωγή του από το ρουτίλιο από τον Γερμανό Justus Von Liebig. Καθαρό τιτάνιο όμως απομονώθηκε για πρώτη φορά το 1887 και με ακόμη υψηλότερη καθαρότητα το 1910 από τον M.A. Hunter θερμαίνοντας χλωρίδιο του τιτανίου με νάτριο (Na) σε αεροστεγώς κλεισμένη χαλύβδινη φιάλη. Παρά ταύτα η χρήση του τιτανίου σε βιομηχανικές εφαρμογές άρχισε μόλις στα μέσα της δεκαετίας του 1950 με την εφαρμογή της μεθόδου Kroll.

ΚΡΑΜΑΤΑ ΤΙΤΑΝΙΟΥ

Το τιτάνιο είναι το 22ο στοιχείο του Περιοδικού Πίνακα και ανήκει στην IVb ομάδα. Το ατομικό του βάρος είναι 47,88, ενώ το ειδικό του βάρος είναι μόνο 4.51g/cm^3 δηλαδή είναι ένα από τα ελαφρότερα μέταλλα, Το σημείο τήξης του είναι στους $1688\text{ }^\circ\text{C}$, ενώ το σημείο εξάχνωσής του στους $3287\text{ }^\circ\text{C}$. Η σκληρότητά του κυμαίνεται από 80-105 σε μονάδες Vickers (VHN), ενώ ο συντελεστής θερμικής διαστολής είναι παρόμοιος με τον αντίστοιχο της αδαμαντίνης ($9,6 \times 10^{-7}\text{K}^{-1}$).

Το μέτρο ελαστικότητας του τιτανίου είναι περίπου 100 - 120 GPa και είναι πιο κοντά στο μέτρο ελαστικότητας του οστού (6-18 GPa). Το μέτρο ελαστικότητας είναι σημαντικά χαμηλότερο των χρωμιοκαβαλιούχων κραμάτων, περίπου το ίδιο με τα κράματα του χρυσού τύπου IV. Η αντοχή του τιτανίου σε εφελκυσμό είναι 450 MPa μετά από εν ψυχρώ παραμόρφωση και 850 MPa ύστερα από χύτευση. Η τελική επιμήκυνση κατά τη θραύση κυμαίνεται από 15-20 %.

ΚΡΑΜΑΤΑ ΤΙΤΑΝΙΟΥ

- Ⓢ Βιοσυμβατότητα
- Ⓢ Παθητικοποίηση επιφάνειας

ΚΡΑΜΑΤΑ για ΜΟ

	Όριο Διαρροής (MPa)	Αντοχή Εφελκυσμού (MPa)	Επιμήκυνση (%)	Μέτρο Ελαστικ. (GPa)	Σκληρότητα (Vickers)	Ειδικό Βάρος (gr/cm ³)
Καθαρό Ti	318-415	373-550	12,6-20	84-106	270	4,5
Κράμα Ti Ti6Al4V	785-875	835-920	12	129- 146	400	4,5
Κράματα Βασικών Μετάλλων	500-700	640-825	4-10	186- 228	300-380	7-8
Κράματα Χρυσού (Κατ IV)	200-310	400-520	30-40	75-105	120-170	15,2-15,5