

## Κεφάλαιο Πρώτο

### Μεταλλικά Υλικά - Κρυσταλλική Δομή των Μετάλλων

#### 1.1 Εισαγωγή

Τα μεταλλικά υλικά είναι ανόργανες ουσίες αποτελούμενες από ένα ή περισσότερα μεταλλικά στοιχεία, που είναι δυνατόν να περιέχουν και προσμίξεις αμετάλλων. Τα μεταλλικά στοιχεία, τα οποία συναντάμε συχνότερα στις εφαρμογές είναι τα Fe, Cu, Al, Ni, Ti κλπ. Τα συνηθέστερα μη μεταλλικά στοιχεία είναι τα C, N, O και S.

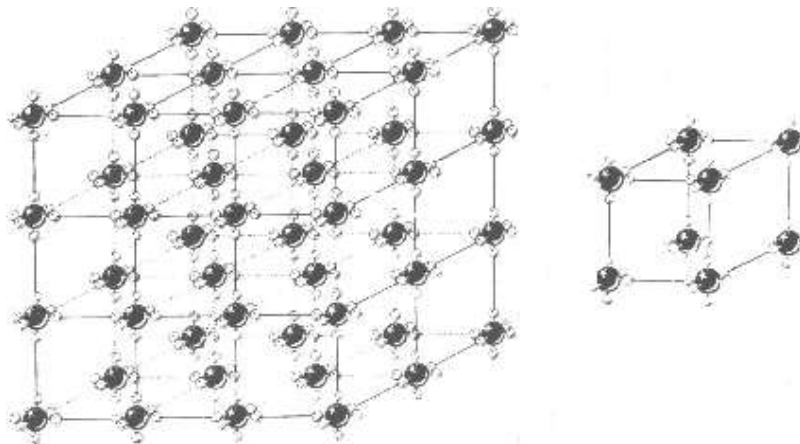
Ο κύριος ορισμός των μετάλλων σχετίζεται με τις φυσικές, χημικές και μηχανικές ιδιότητες των μεταλλικών σωμάτων σε στερεά κατάσταση. Έτσι τα μεταλλικά σώματα ή τα σώματα που έχουν μεταλλικό χαρακτήρα, παρουσιάζουν ομοιότητα επί τη βάση των περισσότερων χαρακτηριστικών ιδιοτήτων τους, όπως είναι το υψηλό ειδικό βάρος, η αύξηση της ηλεκτρικής αντίστασης με τη θερμοκρασία, η μεγάλη ηλεκτρική αγωγιμότητα, η μεταλλική λάμψη, η υψηλή μηχανική αντοχή και η πλαστικότητα κλπ.

#### 1.2 Κρυσταλλική Δομή των Μετάλλων

Στα κρυσταλλικά σώματα, όπως τα μέταλλα, υπάρχει μια ύπαρξη περιοδικότητας στην τοποθέτηση των ατόμων και επομένως μια κανονική τάξη στη δομή τους που οδηγεί σε μια κανονική γεωμετρική μορφή.

Ως κρυσταλλική δομή ορίζεται μια διάταξη των ατόμων στο χώρο η οποία παρουσιάζει περιοδικότητα στις τρεις διαστάσεις.

Το τμήμα της στερεάς ύλης, που σε όλη του την έκταση έχει την ίδια συνεχή κρυσταλλική δομή ονομάζεται κρύσταλλος ή κόκκος.



Σχ. 1-1 Κρυσταλλική Δομή και Στοιχειώδες Κύτταρο Κρυσταλλικής Δομής

Αν συνδέσει κανείς τα κέντρα των ατόμων με νοητές ευθείες, τότε οι γραμμές που συνδέουν τα κέντρα αυτά στο χώρο σχηματίζουν ένα πλέγμα το οποίο ονομάζεται *κρυσταλλικό πλέγμα*.

Η μετάβαση του μετάλλου από την υγρή κατάσταση στη στερεή κατάσταση λέγεται κρυστάλλωση.

Όταν αρχίσει το τήγμα να αποψύχεται και αποκτήσει ορισμένη θερμοκρασία, που είναι χαρακτηριστική για κάθε καθαρό μέταλλο (σημείο πήξης ή τήξης), τότε αρχίζει η στερεοποίηση του.

- Όταν έχουμε μεγάλο βαθμό απόψυξης, δηλαδή γρήγορη πήξη, το μέταλλο που λαμβάνεται είναι λεπτόκοκκο
- Όταν έχουμε μικρό βαθμό απόψυξης, δηλαδή αργή πήξη, το μέταλλο που λαμβάνεται είναι χονδρόκοκκο

Τα παραπάνω συμπεράσματα έχουν μεγάλη πρακτική σημασία επειδή το μέγεθος των κόκκων έχει μεγάλη επίδραση στις ιδιότητες του μετάλλου. Συγκεκριμένα είναι αποδεδειγμένο ότι η μηχανική αντοχή ενός μετάλλου (π.χ. το όριο θραύσης) είναι μεγαλύτερη για το λεπτόκοκκο μέταλλο παρά για το χονδρόκοκκο. Αντίστροφα λίγοι και με μεγάλο μέγεθος κόκκοι κάνουν το μέταλλο να έχει μικρή μηχανική αντοχή.

Στις χυτεύσεις σε βιομηχανική κλίμακα, όπου το τήγμα είναι σε επαφή με ψυχρά τοιχώματα του καλουπιού, υπάρχει μια βαθμιαία διαφορά θερμοκρασίας μέσα στο υγρό. Ψύχετε δηλαδή με μεγαλύτερη ταχύτητα το υλικό που είναι σε επαφή με τα τοιχώματα. Το υλικό στο κέντρο του καλουπιού ψύχετε με πιο αργό ρυθμό. Έτσι το μέταλλο στις εξωτερικές του στρώσεις θα είναι λεπτόκοκκο, ενώ το εσωτερικό υλικό, που στερεοποιήθηκε με αργή απόψυξη, θα είναι χονδρόκοκκο με όλες τις συνέπειες που αυτό μπορεί να έχει.

### 1-3 Κράματα

*Κράμα* ονομάζεται ύλη με μεταλλικές ιδιότητες, η οποία σχηματίζεται με ανάμιξη δύο ή περισσοτέρων χημικών στοιχείων, από τα οποία το ένα τουλάχιστον είναι μέταλλο. Τα κράματα διακρίνονται από τον αριθμό των χημικών στοιχείων, σε διμερή, τριμερή, τετραμερή κλπ. και σχηματίζονται με τον μηχανισμό της αντικατάστασης ή της παρεμβολής.

Τα κράματα αποτελούν την κύρια ύλη των μεταλλικών κατασκευών, γιατί με την κραματοποίηση βελτιώνονται οι μηχανικές ιδιότητες του κυρίου μετάλλου, όπως είναι η αντοχή σε εφελκυσμό, το όριο ελαστικότητας, η δυσθραυστότητα και η σκληρότητα. Επίσης βελτιώνεται και η αντοχή σε κόπωση, φθορά και διάβρωση.

Έστω ένα διμερές κράμα από τα χημικά στοιχεία A και B που καθορίζουν το είδος του, από τα οποία το ένα, σύμφωνα με τον ορισμό, είναι μέταλλο. Σημειώνουμε αυτό ως A+B.

Ένα κράμα A+B καθορίζεται επίσης και από την σύσταση του δηλαδή από την περιεκτικότητα επί τοις εκατό κατά βάρος (% β/β) στα στοιχεία A και B.

Θα παραστήσουμε με  $X_B\%$  την περιεκτικότητα επί τοις εκατό σε βάρος του στοιχείου B. Η αντίστοιχη περιεκτικότητα του στοιχείου A είναι  $Y_A\% = 100 - X_B\%$ .

Ένα διμερές κράμα εμφανίζει, ανάλογα με το είδος του σε διάφορες περιοχές μία, δύο ή τρεις φάσεις οι οποίες μπορεί να είναι υγρές ή στερεές. Οι περιοχές υψηλών θερμοκρασιών στις οποίες τα μέταλλα βρίσκονται σε αέρια φάση δεν θα μελετηθούν διότι δεν έχουν καμία πρακτική σημασία.

Ο όρος *φάση*, στην γλώσσα της δομής των υλικών, αναφέρεται σε μια ομοιογενή περιοχή της ύλης, όπου τόσο η χημική σύσταση, όσο και η κρυσταλλική δομή, κατά συνέπεια και οι ιδιότητες, διατηρούνται ίδιες σε όλη της την έκταση. Αποτελεί τμήμα ενός συστήματος, έχει καθορισμένα όρια και διαχωρίζεται από τα υπόλοιπα τμήματα του συστήματος από μια επιφάνεια.

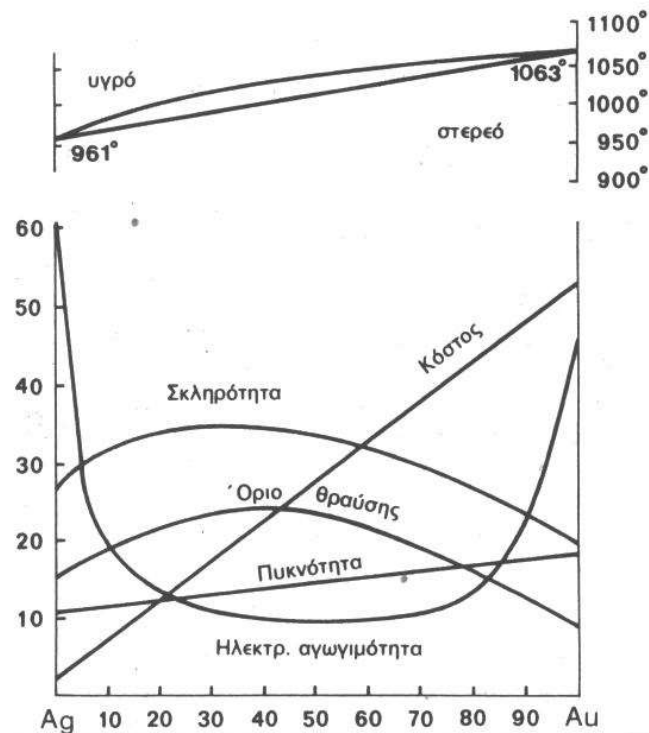
#### **1-4 Διαγράμματα Ισορροπίας Φάσεων Διμερών Κραμάτων**

Τα κράματα εξετάζονται από την άποψη της ισορροπίας των φάσεων, που πραγματοποιείται με διάχυση των ατόμων σε σταθερή ατμοσφαιρική πίεση και απαιτεί πάντοτε αρκετό χρόνο. Οι περιοχές των φάσεων διαχωρίζονται μεταξύ τους με τις καμπύλες ισορροπίας. Το σύνολο του διαγράμματος, σε συντεταγμένες θερμοκρασίας-επί τοις εκατό κατά βάρος σύστασης, με τις καμπύλες ισορροπίας των φάσεων και με τις περιοχές μεταξύ των φάσεων που βρίσκονται σε ισορροπία λέγεται *διάγραμμα ισορροπίας των φάσεων του κράματος* ή πιο απλά *διάγραμμα του κράματος*. Θα πρέπει επίσης να αναφερθεί ότι στα διαγράμματα αυτά έχει επικρατήσει να ονομάζουμε τις στερεές φάσεις με το ελληνικό αλφάβητο (π.χ. α, β, γ, δ), πηγαίνοντας από τα αριστερά προς τα δεξιά.

#### **1-5 Μεταβολή Μηχανικών Ιδιοτήτων στα Κράματα**

Οι ιδιότητες των κραμάτων είναι συνήθως ομαλές συναρτήσεις της σύστασης και των ιδιοτήτων τους. Όπως βλέπουμε όμως στο παράδειγμα των κραμάτων περιορίζονται αναγκαστικά ανάμεσα στις ακραίες τιμές των ιδιοτήτων των συστατικών τους. Μπορούν δηλαδή τα κράματα να έχουν π.χ. μεγαλύτερη σκληρότητα ή μηχανική αντοχή από τα συστατικά τους. Στις πρακτικές εφαρμογές γίνεται μεγάλη αξιοποίηση αυτής της δυνατότητας που δίνει η κραματοποίηση των μετάλλων. Από τα διαγράμματα σαν του Σχ.2-3

οδηγούμαστε σε ποιες περιοχές συστάσεων θα αναζητήσουμε τα κράματα με τις μεγαλύτερες μηχανικές, ηλεκτρικές ή θερμικές ιδιότητες που μας ενδιαφέρουν.



Σχ. 1-2 Διάγραμμα Φάσεων του Κράματος Ag-Au και Μεταβολή των Ιδιοτήτων σε Συνάρτηση της Σύστασης

Ανάλογες ομαλές καμπύλες ακολουθούν οι μεταβολές των ιδιοτήτων όλων των κραμάτων. Επίσης ομαλή είναι συνήθως η καμπύλη που εκφράζει το κόστος των κραμάτων σε συνάρτηση με τη σύστασή τους, αφού είναι άμεση συνέπεια του κόστους των συστατικών τους. Στο παράδειγμα των κραμάτων Au-Ag η καμπύλη του κόστους είναι γραμμική συνάρτηση της σύστασής τους.

Παρατηρώντας τις διάφορες τιμές στο διάγραμμα του Σχ.2-3 διαπιστώνουμε ότι η τάση της μεταβολής των ιδιοτήτων των κραμάτων δεν συμπίπτει πάντα με τη μεταβολή της σύστασης ή του κόστους τους. Δηλαδή όσο πλουσιότερο σε χρυσό και επομένως όσο ακριβότερο είναι ένα κράμα χρυσού-αργύρου, δεν σημαίνει ότι θα έχει π.χ. και ανάλογα βελτιωμένες ιδιότητες (σκληρότητα, αντοχή σε θραύση). Είναι λοιπόν εντελώς παράλογο να αξιολογείται ένα υλικό, για οποιαδήποτε χρήση, με μοναδικό κριτήριο το κόστος του. Η σωστή επιλογή του υλικού για κάθε συγκεκριμένη εφαρμογή στηρίζεται σε μια προσεκτική τεχνικοοικονομική μελέτη που δεν θα πρέπει να παραβλέπει κανένα ενδεχόμενο σημαντικό παράγοντα, όπως είναι η δυσκολία της τελικής κατεργασίας και διαμόρφωσης του υλικού (κοπή, συγκόλληση κλπ.) και η δυνατότητα ανεύρεσης του στην αγορά.

## 1.6 Κράματα Σιδήρου-Άνθρακα

Ο σίδηρος (Fe) είναι από τα περισσότερα γνωστά μέταλλα. Ο άνθρακας (C) είναι το φθηνότερο και αποτελεσματικότερο στοιχείο κραμάτωσης του σιδήρου προκειμένου να επιτύχουμε την σκλήρυνση του.

Τα κράματα σιδήρου-άνθρακα είτε με την ονομασία *χάλυβες (steel)*, περιεκτικότητα σε άνθρακα μέχρι 2% β/β) είτε με την ονομασία *χυτοσίδηροι (cast)* περιεκτικότητα σε άνθρακα πάνω 2% β/β) χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα..

Οι χάλυβες του εμπορίου συνήθως έχουν περιεκτικότητα σε άνθρακα μέχρι 1,2% β/β και οι χυτοσίδηροι από 2,5% μέχρι 4,5% β/β.

Οι χάλυβες διαιρούνται σε δύο βασικές κατηγορίες:

- Τους *μη κραματοποιημένους ή κοινούς ή ανθρακούχους χάλυβες (unalloyed ή steel)*, όπου οι ξένες προσμίξεις που υπάρχουν είναι σε πολύ μικρές ποσότητες και αυτό εξαιτίας της μεθόδου παραγωγής ή της καθαρότητας των αρχικών υλικών
- Τους *κραματοποιημένους χάλυβες (alloyed steel)*, όπου εκτός από τον άνθρακα υπάρχουν ένα ή περισσότερα είδη προσμίξεων που προστέθηκαν για να βελτιώσουν κάποια ιδιότητα

Τα βασικά είδη χυτοσιδήρου, που παρασκευάζονται πρωτογενώς είναι :

- Ο λευκός χυτοσίδηρος, όπου η μικροδομή τους περιλαμβάνει ως κύριο συστατικό τη χημική ένωση  $Fe_3C$  σε μορφή κυρίως δενδρική
- Ο φαιός χυτοσίδηρος, όπου η μικροδομή τους περιλαμβάνει ως κύριο συστατικό το γραφίτη σε μορφή κυρίως φυλλιδίων

## 1.7 Παρασκευή Χυτοσιδήρου και Χάλυβα

Ο σίδηρος που είναι αναγκαίος για την παρασκευή των κραμάτων Fe-C παράγεται από την μεταλλουργική επεξεργασία των σιδηρομεταλλευμάτων.

Τα σιδηρομεταλλεύματα είναι χημικές ενώσεις του σιδήρου ( $Fe_3O_4$ ,  $Fe_2O_3$  κλπ.) των οποίων η αναγωγή (αφαίρεση οξυγόνου), που γίνεται σε κάμινους οδηγεί στην παραγωγή του σιδήρου.

Η μεταλλουργία του σιδήρου ακολουθεί δύο φάσεις:

- Παρασκευή του χυτοσιδήρου από τα σιδηρομεταλλεύματα (με την προσθήκη και άνθρακα),

- Επεξεργασία του χυτοσιδήρου, που παρασκευάστηκε κατά την πρώτη φάση για την παρασκευή χάλυβα (με αφαίρεση άνθρακα)

## 1.8 Θερμικό Διάγραμμα Ισορροπίας Fe-C

Τα κράματα Fe-C παρουσιάζουν πλήρη αναμιξιμότητα σε όλες τις αναλογίες στην υγρή φάση, αλλά περιορισμένη αναμιξιμότητα στη στερεά φάση.

Στο Σχ.1-3 δίνεται ολόκληρο το θερμικό διάγραμμα ισορροπίας των κραμάτων σιδήρου-άνθρακα. Το διάγραμμα ξεκινάει από τον καθαρό σίδηρο (0% C) και σταματάει στην περιεκτικότητα 6,67% σε άνθρακα όπου σχηματίζεται η μεσομεταλλική ένωση  $Fe_3C$  που ονομάζεται *σεμεντίτης*. Συνήθως αναφέρεται και ως διάγραμμα Fe- $Fe_3C$ , επειδή σε 6,67% αντιστοιχεί το καρβίδιο  $Fe_3C$ .

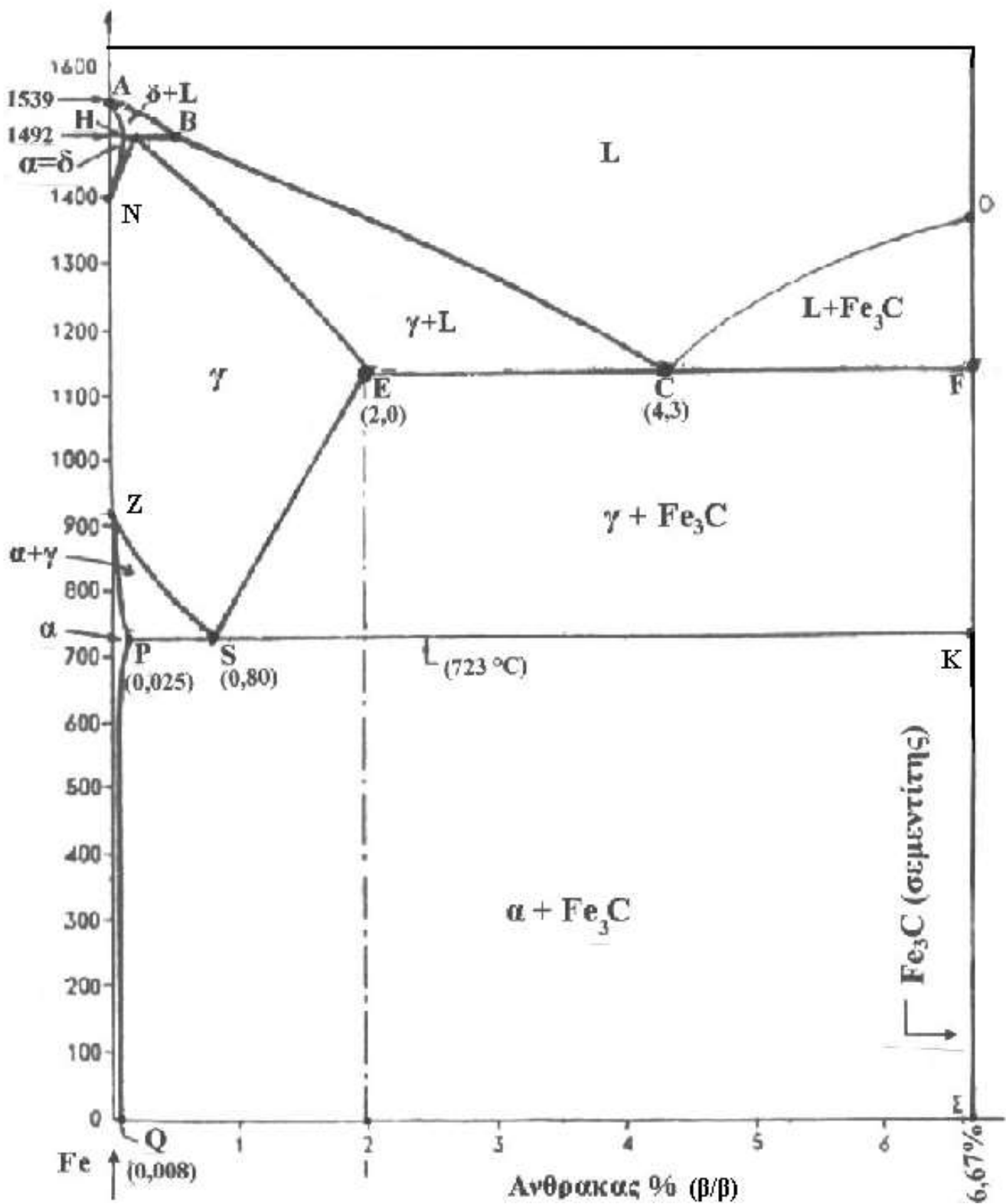
### ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΦΑΣΕΩΝ

Είναι γνωστό ότι ο σίδηρος παρουσιάζει τρεις αλλοτροπικές μορφές τον  $\alpha$ ,  $\gamma$  και  $\delta$  σίδηρο ( $\alpha$ -Fe,  $\gamma$ -Fe και  $\delta$ -Fe αντίστοιχα). Κάθε μια από αυτές τις μορφές είναι σταθερή σε διαφορετική θερμοκρασία. Ο  $\alpha$ -Fe έχει σιδηρομαγνητική συμπεριφορά στη θερμοκρασία δωματίου, η οποία εξασθενεί όσο αυξάνεται η θερμοκρασία και τελικά μηδενίζεται στους 769 °C, τη θερμοκρασία *Curie*. Στη συνέχεια ο  $\alpha$ -Fe στους 909 °C μετασχηματίζεται σε  $\gamma$ -Fe ο οποίος είναι αμαγνητικός. Ο  $\gamma$ -Fe, όταν θερμανθεί στους 1400 °C μετασχηματίζεται σε  $\delta$ -Fe, που είναι αμαγνητικός. Στους 1539 °C γίνεται η τήξη του καθαρού σιδήρου.

Οι αλλοτροπικές αυτές μορφές του σιδήρου σχηματίζουν δύο στερεά διαλύματα με τον άνθρακα. Οι  $\alpha$ -Fe και  $\delta$ -Fe σχηματίζουν το *φερρίτη* (φάση  $\alpha$  του διαγράμματος) με ανώτερο ποσοστό άνθρακα 0,025% στους 723 °C.

Ο  $\gamma$ -Fe σχηματίζει τον *ωστενίτη* (φάση  $\gamma$  του διαγράμματος) με μεγαλύτερο ποσοστό άνθρακα, που φθάνει το 2% στους 1130°C.

Το τμήμα του διαγράμματος φάσεων που χρησιμοποιούμε σταματάει, όπως αναφέραμε, στην περιεκτικότητα 6,67% C, όπου σχηματίζεται η μεσομεταλλική ένωση ο σεμεντίτης ( $Fe_3C$ ).



Σχ. 1-3 Το Διάγραμμα Ισορροπίας Φάσεων Fe-Fe<sub>3</sub>C

## ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΩΝ ΧΑΛΥΒΩΝ

Ο φερρίτης παρουσιάζει πλαστικότητα, είναι μαλακός (σκληρότητα 90-100 HB) και χαμηλή αντοχή σε εφελκυσμό.

Ο σεμεντίτης ως ιοντική ένωση είναι σκληρός (σκληρότητα 700 HB) και ψαθυρός και κατά συνέπεια μεταβάλλει (συναρτήσει της περιεκτικότητας σε άνθρακα) σημαντικά τις μηχανικές ιδιότητες των χαλύβων.

Επομένως, οι ιδιότητες του τελικού χάλυβα εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την αναλογία αυτών των συστατικών. Οι χάλυβες με μικρή (0,006-0,25) περιεκτικότητα σε άνθρακα έχουν περισσότερο φερρίτη, είναι μαλακοί και όλκιμοι και είναι γνωστοί ως *μαλακοί χάλυβες (mild steels)*

Όσο αυξάνεται το ποσοστό του άνθρακα, αυξάνει η σκληρότητα και η αντοχή σε εφελκυσμό και ο χάλυβας γίνεται λιγότερος όλκιμος.

### 1-9 Κραματοποιημένοι Χάλυβες

Οι ανθρακούχοι χάλυβες παρουσιάζουν σοβαρά μειονεκτήματα σε σχέση με της απαιτήσεις της τεχνικής. Τα σπουδαιότερα μειονεκτήματα αυτά είναι τα εξής:

- Χαμηλή αντοχή στις μηχανικές καταπονήσεις
- Μειωμένη αντοχή στη διάβρωση, που μικραίνει με την αύξηση της θερμοκρασίας
- Μικρή εμβαπτότητα και μεγάλη ταχύτητα ψύξης κατά τη βαφή

Οι *κραματοποιημένοι χάλυβες ή ειδικοί χάλυβες*, που έχουν αναπτυχθεί για να καλύψουν τα μειονεκτήματα των ανθρακούχων χαλύβων, είναι κράματα σιδήρου άνθρακα στα οποία προσθέτονται ένα ή περισσότερα ξένα στοιχεία τα οποία τα ονομάζουμε *προσθήκες*.

Η επίδραση των στοιχείων προσθήκης στη μικροδομή αλλά και σε πολλές ιδιότητες των χαλύβων είναι πολύ σημαντική. Σε αυτές τις προσθήκες οφείλονται οι βελτιωμένες ή και εντελώς νέες ιδιότητες των κραματοποιημένων χαλύβων που δεν έχουν οι ανθρακούχοι χάλυβες. Στην πράξη οι κυριότερες προσθήκες είναι τα στοιχεία Mn, Ni, Cr και Si. Δευτερεύουσες προσθήκες είναι τα στοιχεία Ti και Al.

### Επίδραση των Στοιχείων Προσθήκης

Στον Πίνακα 1-1 φαίνεται η επίδραση των στοιχείων προσθήκης στις ιδιότητες των χαλύβων.



## ΠΙΝΑΚΑΣ 1-1

Επίδραση των Στοιχείων Προσθήκης στις Ιδιότητες των Χαλύβων

ΣΤΟΙΧΕΙΟ	<i>ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΕ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ - ΚΥΡΙΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ</i>
Ni	Προκαλεί σημαντική αύξηση της εμβαπτότητας, αύξηση της αντοχής σε επαναφορά και παρεμποδίζει την ανακρυστάλλωση. Προστίθεται, επίσης, για τη βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων και της αντοχής σε διάβρωση.
Mn	Προκαλεί μικρή αύξηση της εμβαπτότητας, πολύ μικρή αύξηση της αντοχής σε επαναφορά και μεγάλη μείωση των θερμοκρασιών $M_S$ και $M_F$ .
Cr	Προκαλεί μικρή αύξηση της εμβαπτότητας, μικρή αύξηση της αντοχής σε επαναφορά και μεγάλη βελτίωση της αντοχής σε διάβρωση.
Si	Προκαλεί μικρή αύξηση της εμβαπτότητας και αύξηση της σκληρότητας. Δίνει φερριτικούς χάλυβες, με μεγάλους κόκκους για ηλεκτρομαγνητικές εφαρμογές. Χρησιμοποιείται, επίσης, για βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων και της αντοχής σε διάβρωση.
Mo	Προκαλεί μεγάλη αύξηση της εμβαπτότητας, αύξηση της σκληρότητας και της δυσθραυστότητας και παρεμποδίζει τη γήρανση. Προστίθεται για αύξηση της αντοχής σε επαναφορά, σε φθορά και διάβρωση και για βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων.
W	Προκαλεί μεγάλη αύξηση της εμβαπτότητας, αύξηση της αντοχής σε επαναφορά και σε μηχανική φθορά.
V	Προκαλεί πολύ μεγάλη αύξηση της εμβαπτότητας. Προστίθεται για βελτίωση της αντοχής σε επαναφορά και σε μηχανική φθορά.
Al	Προκαλεί μικρή αύξηση της εμβαπτότητας και παρεμποδίζει τη μεγέθυνση των κόκκων.
Ti	Προκαλεί μεγάλη αύξηση της εμβαπτότητας, μικρή αύξηση της αντοχής σε επαναφορά και παρεμποδίζει τη γήρανση.
Co	Προκαλεί μείωση της εμβαπτότητας και μεταθέτει προς τα δεξιά τις καμπύλες TTT. Βοηθά στη διατήρηση της σκληρότητας.

## 1-10 ΣΦΥΡΗΛΑΣΙΑ

Εάν πραγματοποιήσουμε πλαστική παραμόρφωση ενός μετάλλου (π.χ. με σφυρηλασία, με έλαση, με εξέλαση, με κοίλανση κλπ.) στην θερμοκρασία περιβάλλοντος, οι κόκκοι του μετάλλου παραμορφώνονται πλαστικά με επιμήκυνση κατά την διεύθυνση της κατεργασίας .

Η μηχανική αυτή κατεργασία προκαλεί το φαινόμενο της «σκλήρυνσης» και το μέταλλο αποκτάει:

- Μεγαλύτερη Σκληρότητα
- Μεγαλύτερο Όριο Ελαστικότητας
- Μεγαλύτερο Όριο Θραύσης
- Μικρότερη Πλαστικότητα
- Μικρότερη Δυσθραυστότητα
- Παραμένουσες Τάσεις

Ως *παραμένουσες τάσεις* ορίζονται οι αυτοϊσορροπούμενες τάσεις που υπάρχουν σε ένα υλικό ή σε μια κατασκευή, όταν απουσιάζουν οι εξωτερικές δυνάμεις και ροπές. Παραμένουσες τάσεις στις μεταλλικές κατασκευές δημιουργούνται σε διάφορα στάδια κατεργασίας των υλικών π.χ. κατά τη διάρκειας της μορφοποίησης, κατά την επιφανειακή μηχανική κατεργασία, κατά τη θερμική κατεργασία και σε συγκολλήσεις.

Γενικά μπορούμε να πούμε ότι παραμένουσες τάσεις αναπτύσσονται είτε εξαιτίας κακής κατεργασίας, είτε εξαιτίας ανομοιόμορφης κατανομής μη ελαστικών, μόνιμων παραμορφώσεων. Σήμερα, είναι γενικά αποδεκτό ότι στην πράξη δε μπορεί να υπάρξει υλικό ή κατασκευή χωρίς παραμένουσες τάσεις.