

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Ηρακλείου
Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών
Τμήμα Μηχανολογίας

Τίτλος πτυχιακής εργασίας:

Ανάλυση μη καταστρεπτικού ελέγχου συγκολλήσεων



Επιβλέπων Καθηγητής: Ζαχαρίας Αεράκης

Σπουδάστρια: Μαθιουδάκη Ανδριάννα

ΗΡΑΚΛΕΙΟ

ΙΟΥΛΙΟΣ 2014

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος-Περίληψησελ.1-2

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Ιστορική Αναδρομήσελ.4-5

Κρυσταλλική Δομή των Κοινών Χαλύβων και των Κραμάτων τουςσελ.6-8

Ιδιότητες των Κοινών Χαλύβων και των Κραμάτων τουςσελ.8-10

Δομή κοινού χάλυβασελ. 11-13

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Συγκολλητότητα των κοινών χαλύβων και των κραμάτων τουςσελ.14-16

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Κανονισμοί –Τυποποιήσεις του κοινού χάλυβασελ. 17-25

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Γενικά περί συγκολλήσεωνσελ.26-27

Τεχνικές Συγκολλήσεωνσελ.28-38

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

Περιγραφή της μεθόδου MIG/MAGσελ.39-40

Παράμετροι της μεθόδουσελ.40

Τα βασικά της μηχανής σύρματος KEMPI 4000.....σελ.41-50

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

Θερμικά Επηρεαζόμενη Ζώνη Μετάλλου Βάσηςσελ.51-52

Προσδιορισμός της Θ.Ε.Ζσελ.52

Παράγοντες που επιδρούν στο ρυθμό ψύξης της Θ.Ε.Ζσελ.53

Το διμερές διάγραμμα φάσεων Fe-Cσελ.54-56

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

Μη Καταστρεπτικός Έλεγχος Συγκολλήσεωνσελ.57-75

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8⁰

Σφάλματα Συγκολλήσεων σελ.76-90

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9⁰

Προστασία από τις συγκολλήσειςσελ.91-99

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10⁰

Βιβλιογραφικές Αναφορές σελ.100-101

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11⁰

Προετοιμασία συγκόλλησης μεμονωμένων μερώνσελ.102-103

Συγκόλληση και κατεργασία τουςσελ.104-105

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12⁰

Έλεγχος Ραφήςσελ.106-125

Επίλογοςσελ.126

Αφιερώνεται, στην Μητέρα μου...!!!

Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική αποτελεί ένα μέρος των σπουδών μου στο τμήμα μηχανολογίας του Τ.Ε.Ι Κρήτης αλλά και των γνώσεων του κύριου Αεράκη, καθώς και την σχολαστική του επίβλεψη πάνω στην εργασία θέλοντας να επιτύχουμε το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα.

Η επιλογή της εργασίας αυτής σημαίνει πολλά για μένα, διότι θέλησα μέσα από αυτή να νικήσω τους φόβους μου και πιστεύω ότι το πέτυχα με την βοήθεια του κύριου Αεράκη ο οποίος ήταν δίπλα μου σε ότι τον χρειάστηκα. Επίσης, άλλο ένα κριτήριο που με έκανε να επιλέξω το θέμα αυτό ήταν το ενδιαφέρον μου στον τεχνολογικό αυτό κόσμο ο οποίος εξελίσσεται με γοργούς ρυθμούς και τον οποίο συναντάω στην καθημερινότητα μου, και που μέσα από αυτό μου δόθηκε η ευκαιρία να μάθω νέες μεθόδους συγκόλλησης υλικών, καθώς και την εξέλιξη τους μέσα στο χρόνο .

Το αντικείμενο πάνω στο οποίο μελετήσαμε είναι ο έλεγχος συγκολλήσεων και ειδικότερα ο μη καταστρεπτικός με τη μέθοδο MIG/MAG. Έτσι με τη βοήθεια του εξοπλισμού των εργαστηρίων αλλά και των καθηγητών υλοποιήσαμε την εργασία αυτή.

Περίληψη

Αντικείμενο της πτυχιακής μου εργασίας είναι ο έλεγχος των συγκολλήσεων και ειδικότερα ο μη καταστρεπτικός έλεγχος. Μέσα από την εργασία αυτή θα προσπαθήσω να γνωρίσω τις σύγχρονες μεθόδους συγκολλήσεων και να εξετάσω τις τεχνικές μη καταστρεπτικού ελέγχου αυτών. Ο ΜΚΕ θα πραγματοποιηθεί στην ραφή που θα γίνει με χρήση της μεθόδου MAG σε δυο τεμάχια κοινού χάλυβα διαστάσεων 10X130X60 mm.

Θα ήθελα από καιρό να γνωρίσω αρκετά για τις συγκολλήσεις γιατί όλο και περισσότερο διαπιστώνω ότι αρκετές μηχανολογικές εφαρμογές εμπεριέχουν συγκολλητά μέρη.

Οι συγκολλήσεις από αρχαιοτάτων χρόνων εμφανίζονταν συχνά ,όμως στις μέρες μας για συγκεκριμένους λόγους που όλοι αντιλαμβανόμαστε η εμφάνιση τους γίνεται όλο και συχνότερη. Είναι κατά συνέπεια αναγκαίο να υπάρχει μέριμνα για ποιοτικές ραφές. Αυτό θα είναι και το αντικείμενο της εργασίας αυτής.

SUMMARY

My thesis is on the welding control and more specifically on the non-destructive control. Through my thesis I shall try to familiarize myself on the contemporary welding methods and to examine with techniques of non destructive controls the butt seam welding of two parts of 10x130x60 mm made of steel with the use of the MAG technique in order to establish the quality of this welding.

It has been of my interest for a long time to become more acquainted on the welding of two or more parts among each other because I have noticed that many mechanical applications contain welded parts.

Since ancient times their presence was frequent. However, nowadays their necessity seems more important than ever.

The necessity of succeeding the best seams quality of two or more parts among each other makes us search for the best possible knowledge of this topic and also gain enough experience for its control.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Δομή Κοινού Χάλυβα και των Κραμάτων αυτού - Κρυσταλλική Μορφή



1.1. Γενικά για τον κοινό χάλυβα

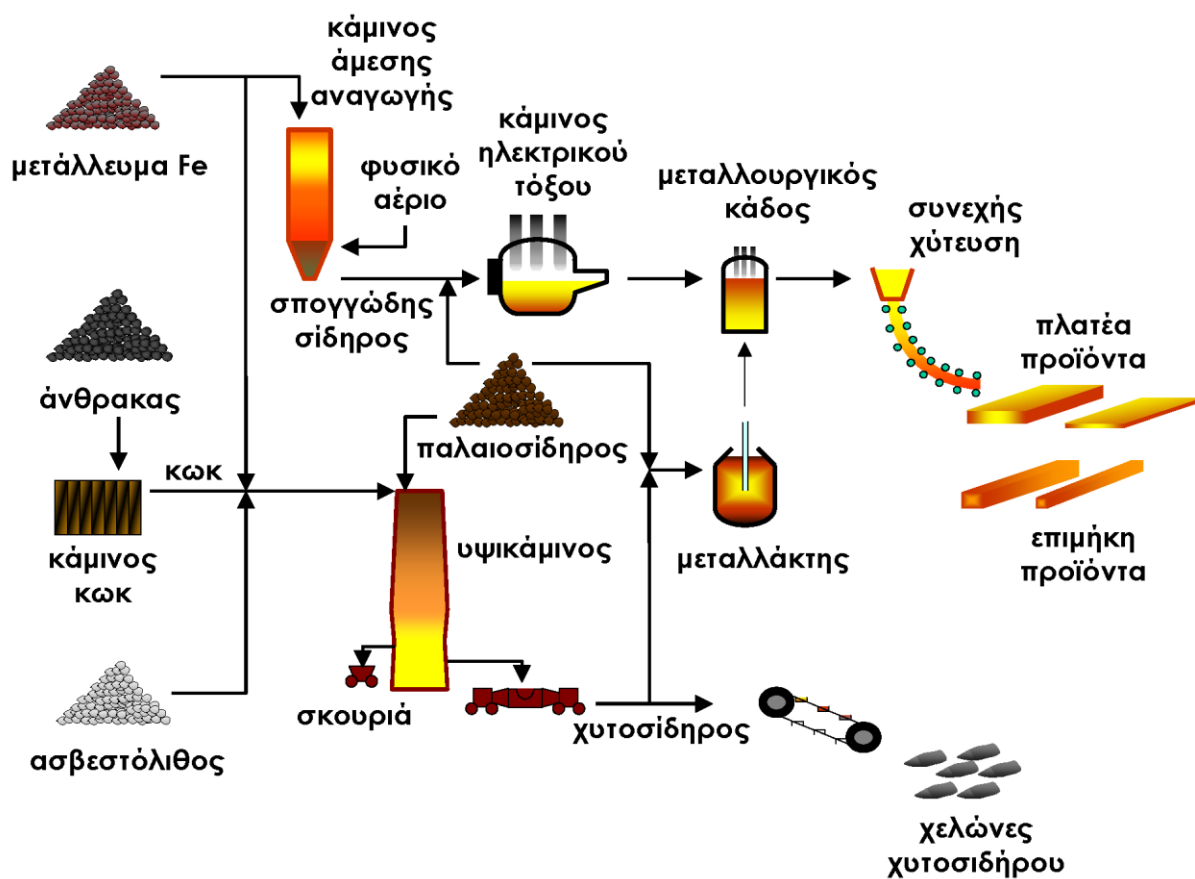
Ο χάλυβας αποτελεί το πιο διαδεδομένο κατασκευαστικό υλικό μετά το σκυρόδεμα και το ξύλο. Χρησιμοποιείται από την αρχιτεκτονική και τη ναυπηγική μέχρι την κατασκευή χειρουργικών εργαλείων. Είναι κράμα σιδήρου-άνθρακα που περιέχει λιγότερο από 2,06% κ.β. άνθρακα, λιγότερο από 1,0% μαγγάνιο και πολύ μικρά ποσοστά πυριτίου, φωσφόρου, θείου και οξυγόνου. Οι κραματωμένοι *χάλυβες*, όπως π.χ. οι ανοξείδωτοι χάλυβες, οι εργαλειοχάλυβες, κ.λπ., αποτελούν ειδική κατηγορία χαλύβων που περιέχουν υψηλότερα ποσοστά άλλων μετάλλων.

Η ιστορία του χάλυβα ξεκινά γύρω στο 1000 π.Χ., όταν μεταλλουργοί της εποχής εκείνης άρχισαν να παράγουν χάλυβα συστηματικά με ενανθράκωση σπογγώδους σιδήρου. Πάντως οι Χετταίοι γνώριζαν μια παρόμοια μέθοδο παραγωγής χάλυβα ήδη από το 2300 π.Χ. Την εποχή της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας, πολλοί μεσογειακοί λαοί, αλλά και οι Ινδοί, οι Κινέζοι και οι Ιάπωνες γνώριζαν την τέχνη της παραγωγής σπογγώδους σιδήρου και χάλυβα, καθώς και την τέχνη της σκλήρυνσης του χάλυβα με θέρμανση και απότομη ψύξη («βαφή»). Περίφημα ήταν τα σφυρήλατα χαλύβδινα δαμασκηνά σπαθιά, που κατασκευάζονταν κατά τον Μεσαίωνα στη Συρία και στην Ιαπωνία.

Αν και από την εποχή της Αναγέννησης υπήρχε η τεχνολογική δυνατότητα ανάπτυξης των υψηλών θερμοκρασιών τήξης του χάλυβα, οι πρώτοι χάλυβες σε κάμινο παρήχθησαν το 1740. Μέχρι τότε κατασκευάζονταν μόνο λεπτού πάχους τεμάχια από χάλυβα, όπως ξίφη και εργαλεία, με ενανθράκωση σιδήρου, δηλαδή με τεχνικές διάχυσης του άνθρακα σε τεμάχια σιδήρου. Η σύγχρονη ιστορία του χάλυβα αρχίζει ουσιαστικά στα μέσα του 19ου αιώνα, με τη δυνατότητα για πρώτη φορά μαζικής παραγωγής χάλυβα υψηλής ποιότητας, όταν το 1856 ο Άγγλος εφευρέτης Χένρι Μπέσσεμερ ανακάλυψε πως να μετατρέπει τον τηγμένο χυτοσίδηρο σε χάλυβα με εμφύσηση οξυγόνου σε έναν κάδο («μεταλλάκτη») επενδυμένο με πυρίμαχα τούβλα. Την ίδια εποχή ανακαλύφθηκε η μετατροπή του χυτοσιδήρου σε χάλυβα σε καμίνο ανοικτής εστίας (κάμινος Siemens-Martin). Σήμερα, η ανακάλυψη του Μπέσσεμερ χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά για την απανθράκωση του χυτοσιδήρου. Η κάμινος Siemens-Martin εγκαταλείφθηκε ως πιο ενεργοβόρος και λιγότερο φιλική προς το περιβάλλον.

Ο χάλυβας παράγεται με τρεις βασικές μεθόδους:

1. Με αναγωγή σιδηρομεταλλευμάτων σε υψικάμινο για την παραγωγή χυτοσιδήρου, και την μετατροπή του χυτοσιδήρου σε χάλυβα μέσα σε μεταλλάκτη με εμφύσηση οξυγόνου.
2. Με την άμεση αναγωγή σιδηρομεταλλευμάτων (δηλ. αναγωγή σε στερεά κατάσταση) σε φρεατώδη κάμινο για την παραγωγή σπογγώδους σιδήρου και την μετατροπή του σπογγώδους σιδήρου σε χάλυβα μέσα σε κάμινο (κλίβανο) ηλεκτρικού τόξου και
3. Με την ανάτξη παλαιοσιδήρου (σκραπ) σε κάμινο (κλίβανο) ηλεκτρικού τόξου (Electric Arc Furnace - EAF).



1. 2 Δομή Στερεών

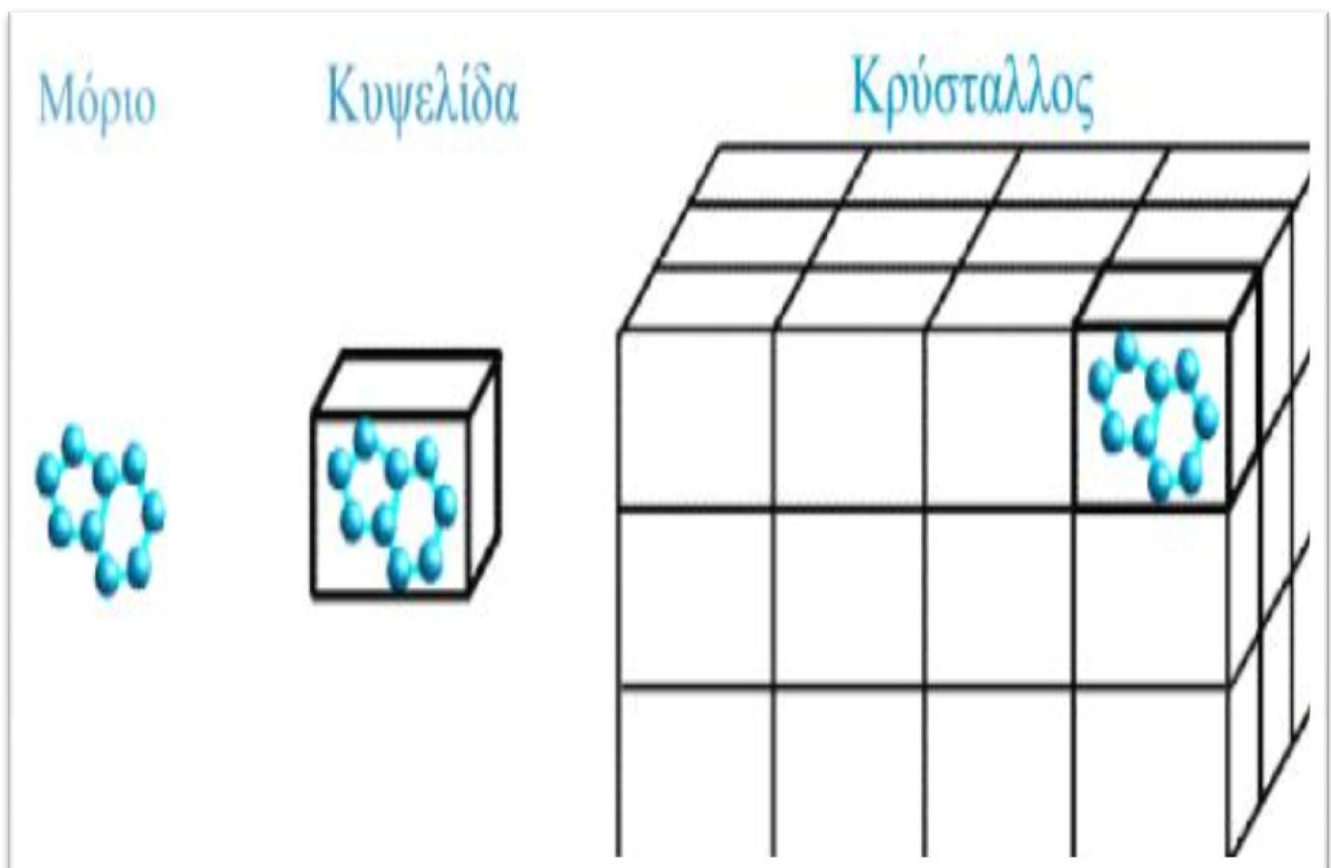
Όλα τα στερεά βρίσκονται στη φύση είτε σε κρυσταλλική , είτε σε άμορφη κατάσταση.

Στην κρυσταλλική τους κατάσταση τα άτομα, ιόντα ή μόρια αυτών διατάσσονται στο χώρο με τρόπο κανονικό, επαναλαμβανόμενο και συμμετρικό.

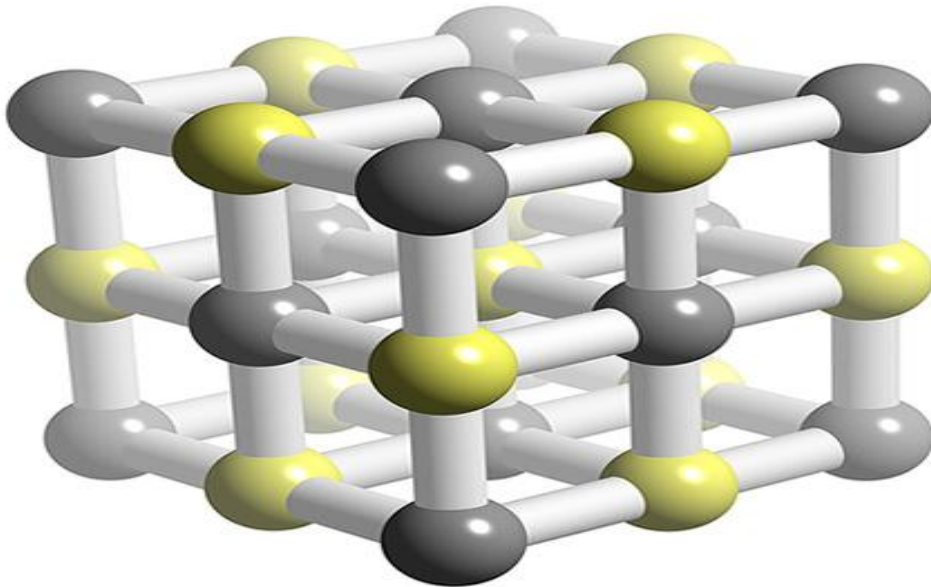
Στην άμορφη κατάσταση παρατηρούνται τυχαίες και μη κανονικές διατάξεις των δομικών μονάδων του υλικού στο χώρο.

Ο σχηματισμός άμορφου ή κρυσταλλικού στερεού εξαρτάται από το κατά πόσο είναι δυνατή η μετάβαση του υλικού αυτού από μία κατάσταση τυχαίας διάταξης των δομικών του μονάδων το ευρισκόμενο σε υγρή μορφή σε μία κατάσταση κανονικής διάταξης όταν αυτό στερεοποιείται.

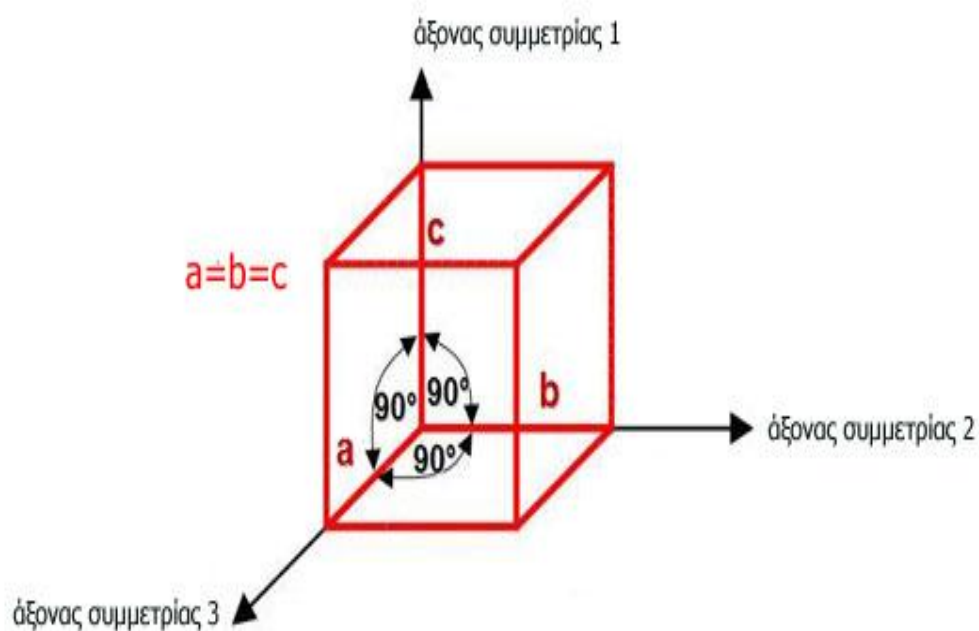
- **Κρυσταλλικό πλέγμα** ονομάζουμε τη διάταξη των ατόμων στο χώρο η οποία επαναλαμβάνεται δημιουργώντας ένα δίκτυο.



- **Στοιχειώδες Κύτταρο** νοείται το μικρότερο σύνολο ατόμων, των οποίων η διάταξη επαναλαμβανόμενη στο χώρο δημιουργεί την κρυσταλλική δομή. Συνήθως τα άτομα του στοιχειώδους κυττάρου παριστάνονται ως σφαίρες.



- **Κυψελίδα** νοείται ως το μικρότερο τμήμα του κρυσταλλικού πλέγματος που διατηρεί τα χαρακτηριστικά του όλου πλέγματος. Το γεωμετρικό σχήμα της κυψελίδας χαρακτηρίζει τα διαφορετικά κρυσταλλικά συστήματα στα οποία κρυσταλλώνονται τα διάφορα σώματα.

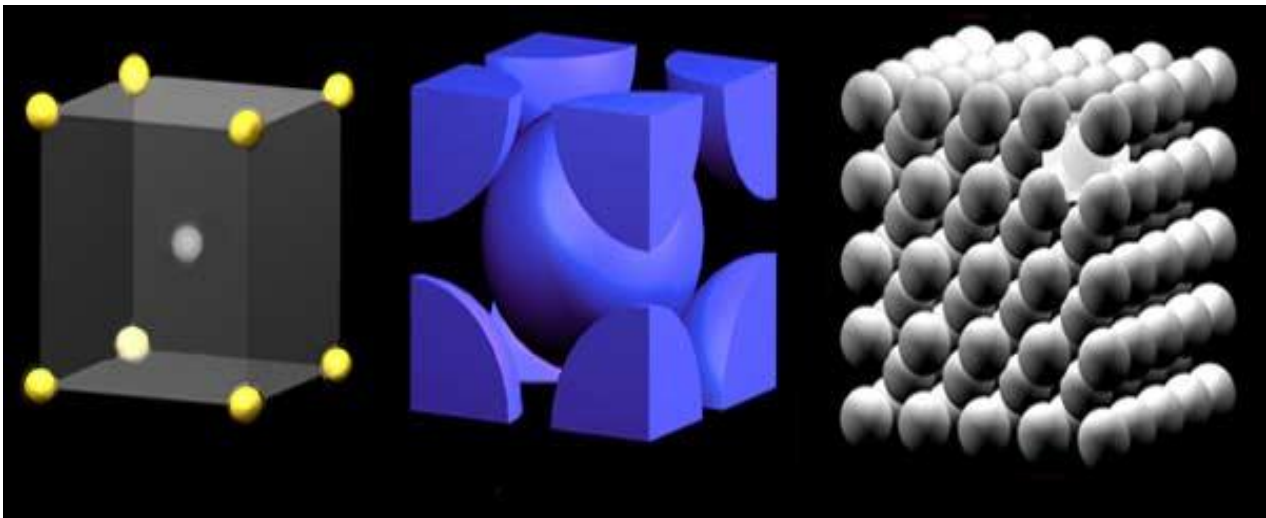


Το σχήμα και το μέγεθος της κυψελίδας προσδιορίζεται από το μήκος των πλευρών της κυψελίδας (a,b,c) και από τις γωνίες a,b,c που σχηματίζουν μεταξύ τους οι πλευρές αυτές.

1.3 Δομή των Μετάλλων

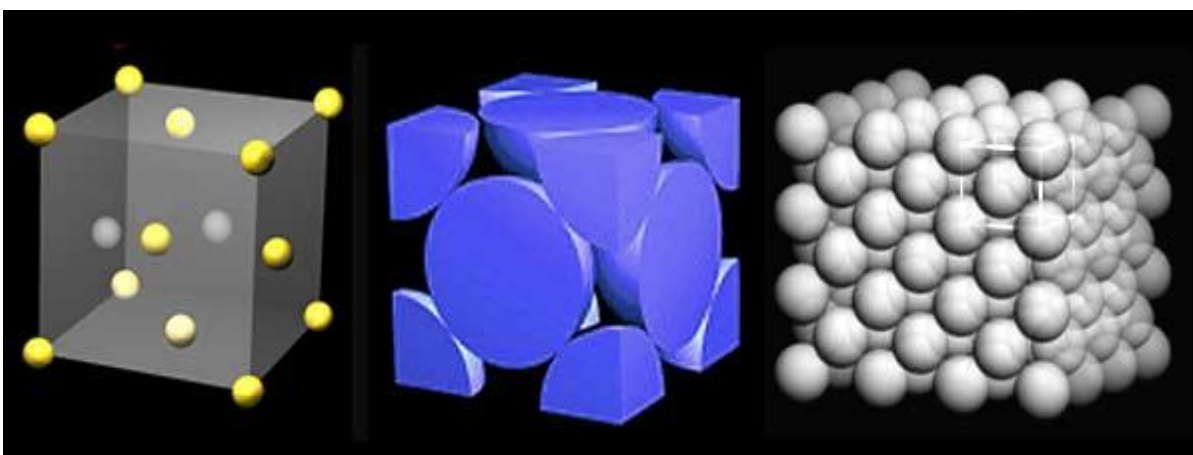
Τα περισσότερα μέταλλα κρυσταλλώνονται σε ένα από τα τρία παρακάτω είδη κρυσταλλικής δομής:

- *Δομή χωροκεντρωμένου κυβικού*



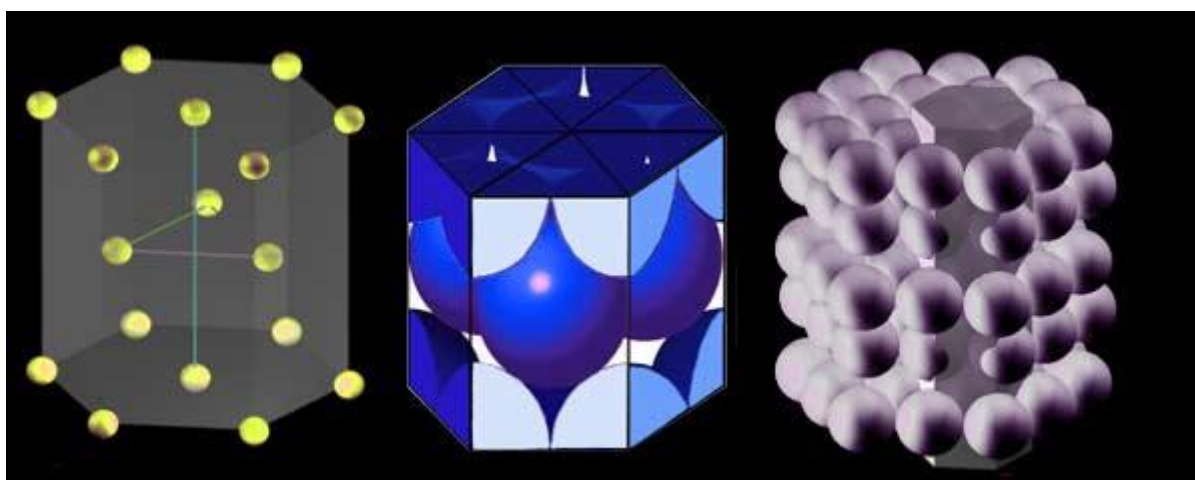
Α)κυψελίδα Β)τοποθέτηση των ατόμων μέσα στην κυψελίδα Γ) κρυσταλλική δομή bcc που προκύπτει με την παράθεση πολλών κυψελίδων στις τρεις διαστάσεις στο χώρο.

- *Δομή εδροκεντρωμένου κυβικού*



Α)κυψελίδα Β)τοποθέτηση των ατόμων μέσα στην κυψελίδα Γ) κρυσταλλική δομή fcc που προκύπτει με την παράθεση πολλών κυψελίδων στις τρεις διαστάσεις στο χώρο.

- Δομή εξαγωνική μέγιστης πυκνότητας



Α)κυψελίδα Β)τοποθέτηση των ατόμων μέσα στην κυψελίδα Γ) κρυσταλλική δομή hcp που προκύπτει με την παράθεση πολλών κυψελίδων στις τρεις διαστάσεις στο χώρο.

Πίνακας με τα κυριότερα μέταλλα του κυβικού χωροκεντρομένου συστήματος

Μέταλλο	Σταθερά Κυψελίδας $a(\text{nm})$	Ατομική ακτίνα $r(\text{nm})$
Χρόμιο	0,289	0,125
Σίδηρος	0,287	0,124
Μολυβδαίνιο	0,315	0,136
Κάλιο	0,533	0,231
Νάτριο	0,429	0,186
Ταντάλιο	0,330	0,143
Βολφράμιο	0,316	0,137
Βανάδιο	0,304	0,132

Πίνακας με τα κυριότερα μέταλλα του κυβικού εδροκεντρομένου συστήματος

Μέταλλο	Σταθερά Κυψελίδας $a(\text{nm})$	Ατομική ακτίνα $r(\text{nm})$
Αλουμίνιο	0,405	0,143
Χαλκός	0,362	0,128
Χρυσός	0,408	0,144
Μόλυβδος	0,495	0,175
Νικέλιο	0,352	0,125
Πλατίνα	0,393	0,139
Αργυρος	0,409	0,144

Πίνακας με τα κυριότερα μέταλλα του μέγιστης πυκνότητας εξαγωνικού συστήματος

Μέταλλο	Σταθερά Κυψελίδας a(nm)		Ατομική ακτίνα r(nm)
	A(nm)	c(nm)	
Κάδμιο	0,2979	0,5618	0,149
Ψευδάργυρος	0,2665	0,4947	0,133
Μαγνήσιο	0,3209	0,5209	0,160
Κοβάλτιο	0,2507	0,4069	0,125
Ζιρκόνιο	0,3231	0,5148	0,160
Τιτάνιο	0,2950	0,4683	0,147
Βηρύλλιο	0,2286	0,3584	0,113

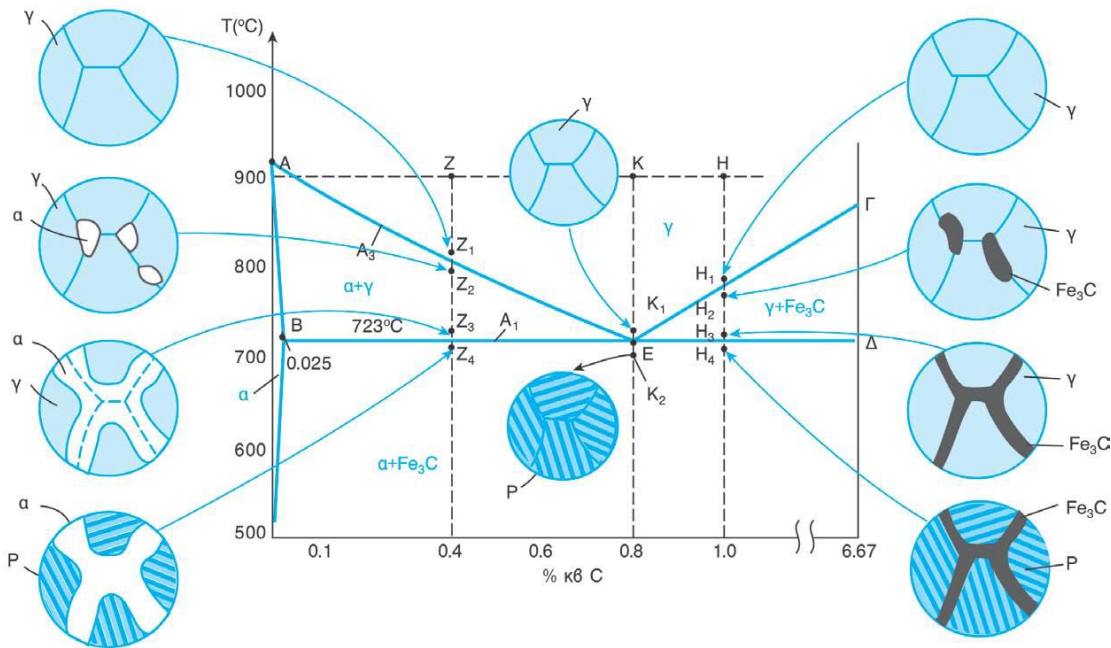
1.4 Στερεοποίηση Μετάλλων

Τα περισσότερα μέταλλα και κράματα κατά τη βιομηχανική διαδικασία παραγωγής τους τήκονται και μετά χυτεύονται σε καλούπια όπου και στερεοποιούνται παίρνοντας την τελική τους μορφή.

Κατά τη στερεοποίηση αρχικά σχηματίζονται σε τυχαίες θέσεις μέσα στο τήγμα σταθεροί πυρήνες κρυστάλλωσης προερχόμενοι από συσσωμάτωση μικρού αριθμού ατόμων. Οι πυρήνες αυτοί στη συνέχεια αναπτύσσονται σε κρυστάλλους με προσθήκη νέων ατόμων σε θέσεις που προβλέπονται από το κρυσταλλικό σύστημα στο οποίο κρυσταλλώνεται το συγκεκριμένο μέταλλο.

Οι αναπτύσσονται με διαφορετικό προσανατολισμό στο χώρο. Καθώς συνεχίζεται η στερεοποίηση δημιουργούνται και νέοι πυρήνες κρυστάλλωσης σε άλλες νέες τυχαίες θέσεις, ο αριθμός των οποίων περιορίζεται καθώς η πήξη προχωράει. Στις θέσεις όπου γειτονικοί κρύσταλλοι έρχονται σε επαφή παύει η περαιτέρω ανάπτυξη τους και όταν ολοκληρωθεί η στερεοποίηση οι κρύσταλλοι εφάπτονται μεταξύ τους. Οι κρύσταλλοι αυτοί ονομάζονται κρυσταλλίτες ή κόκκοι και οι διεπιφάνειες μεταξύ τους όρια κόκκων. Το στερεοποιημένο μέταλλο δεν παρουσιάζει μια συνεχόμενη κρυσταλλική δομή σε όλη τη μάζα του, οπότε θα μιλούσαμε για μονοκρύσταλλο, αλλά αποτελείται από πολλούς κόκκους, δηλαδή είναι ένα πολυκρυσταλλικό υλικό.

Στην περίπτωση των καθαρών μετάλλων οι κόκκοι διαφέρουν ως προς τον προσανατολισμό του κρυσταλλικού τους πλέγματος στο χώρο. Στην περίπτωση κραμάτων οι κόκκοι μπορεί να διαφέρουν και ως προς τη χημική σύσταση και ως προς την κρυσταλλική δομή, οπότε αποτελούν και διαφορετικές φάσεις στη μάζα του υλικού.



Η εικόνα του σχήματος είναι ένα τμήμα του διαγράμματος φάσεων Fe-C που μας δείχνει τις αντίστοιχες μικροδομές κατά την ψύξη ευτηκτοειδών, υποευτηκτοειδών και υπερευτηκτοειδών χαλύβων.

Τα όρια των κόκκων είναι περιοχές ατόμων υψηλότερης ενέργειας σε σχέση με τα άτομα των γειτονικών κόκκων. Αυτό έχει σαν συνέπεια τα άτομα στα όρια των κόκκων να παρουσιάζουν μεγαλύτερη χημική δραστηριότητα από τα άτομα των γειτονικών κόκκων με αποτέλεσμα να υφίστανται επιλεκτική διάβρωση. Επίσης στα όρια των κόκκων συγκεντρώνονται οι μικροακαθαρσίες που μπορεί να υπάρχουν μέσα στο υλικό και οι ξένες προσμίξεις, ενώ η τήξη των καθαρών μετάλλων ξεκινά από τα όρια των κόκκων τα οποία παρουσιάζουν χαμηλότερο σημείο τήξης από τον κύριο κρύσταλλο κατά 15° C.

Το μέγεθος των κόκκων μεταβάλλεται από <1 μm μέχρι και μερικά cm, ανάλογα με τη μέθοδο παραγωγής του μετάλλου και τις θερμικές κατεργασίες στις οποίες υποβλήθηκε στη συνέχεια. Γενικά απότομη ψύξη κατά τη στερεοποίηση τηγμένου μετάλλου οδηγεί στη δημιουργία πολλών πυρήνων κρυστάλλωσης και επομένως σε λεπτόκοκκο υλικό, ενώ αργή ψύξη οδηγεί σε χονδρόκοκκο υλικό. Σε χαμηλές θερμοκρασίες η πυκνότητα των ορίων των κόκκων σε ένα μεταλλικό υλικό, άρα και το μέγεθος των κόκκων, επηρεάζει άμεσα τις ιδιότητες του. Ένα χονδρόκοκκο υλικό έχει γενικά μικρές αντοχές, μικρή σκληρότητα και καλή πλαστικότητα ενώ ένα λεπτόκοκκο υλικό έχει μεγάλες αντοχές, μεγάλη σκληρότητα και χαμηλή πλαστικότητα. Επίσης ένα λεπτόκοκκο υλικό έχει χαμηλότερες τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας από το ίδιο υλικό με χονδρόκοκκη όμως δομή. Σε υψηλότερες θερμοκρασίες μπορεί να συμβεί μετακίνηση των ορίων των κόκκων, που οδηγεί σε αύξηση του μεγέθους των μεγαλύτερων κόκκων σε βάρος των

μικρότερων, οι οποίοι συρρικνώνονται και πολλές φορές εξαφανίζονται, με αποτέλεσμα να αυξάνεται το μέσο μέγεθος των κόκκων συναρτήσει του χρόνου της θερμικής κατεργασίας του υλικού.

Η μέθοδος η οποία χρησιμοποιείται για την μέτρηση του μεγέθους των κόκκων είναι η μέθοδος του Αμερικάνικου Συστήματος Δοκιμών και Υλικών (ASTM).

Το μέγεθος των κόκκων προσδιορίζεται από έναν αριθμό n ο οποίος δίδεται από τη σχέση: $N=2^{n-1}$

Όπου N = αριθμός κόκκων που μετρώνται σε επιφάνεια 1in^2 του δοκιμίου. Οι τιμές που παίρνει ο αριθμός N κυμαίνονται από 1 έως 10, και τα χονδρόκοκκα υλικά με αριθμό κοκκομετρίας κατά ASTM παίρνει τιμές από 1 έως 3, ενώ αυτά με μεγαλύτερο του 7 ως λεπτόκοκκα.

Πίνακας τυποποίησης κατά ASTM του μεγέθους των κόκκων μεταλλικών υλικών

Αριθμός κοκκομετρίας n κατά ASTM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Αριθμός κόκκων/ mm^2	16	32	64	128	256	512	1024	2048	4096	8200
Αριθμός κόκκων/ mm^3	45	128	366	1020	2900	8200	23000	65000	185000	520000
Μέση επιφάνεια κόκκου (μ^2)	62000	31000	15600	7800	3900	1950	980	490	244	122
Μέση διάμετρος κόκκου(μ)	280	200	140	100	70	50	35	25	17	12

Η παρατήρηση καθώς και η μέτρηση του αριθμού των κόκκων ανά μονάδα επιφάνειας γίνεται με τη βοήθεια της οπτικής μικροσκοπίας, όπου παρατηρούνται λειασμένα και στυλβωμένα δοκίμια του υλικού, στα οποία ο κόκκοι γίνονται εμφανείς μετά από χημική εκλεκτική επιφανειακή προσβολή με κατάλληλα χημικά αντιδραστήρια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Συγκολλητότητα του κοινού χάλυβα και των κραμάτων του.



Με τον όρο συγκολλητότητα εννοούμε την ικανότητα του μετάλλου να συγκολλάτε σε μια κατασκευή , ικανοποιώντας συγχρόνως ορισμένες ιδιότητες και εκπληρώνοντας ορισμένους λειτουργικούς σκοπούς.

Οι μεταβλητές που εκφράζουν την ικανότητα του μετάλλου προς συγκόλληση είναι πολλές , όπως η μεταλλουργική δομή του βασικού μετάλλου , οι ακαθαρσίες , η μέθοδος κατεργασίας , η παρουσία αερίων. Προφανώς η καλή γνώση του διαγράμματος φάσεων και η συμπεριφορά του μετάλλου σε υψηλή θερμοκρασία για μια χρονική περίοδο είναι απαραίτητη.

Οι παράγοντες που έχουν άμεση επίδραση στη συγκολλητότητα ενός υλικού μπορούν να ταξινομηθούν ως εξής :

- **Από πλευράς μηχανικών ιδιοτήτων** : η σκληρότητα , η αντοχή , το μέτρο ελαστικότητας , το όριο διαρροής , η ολκιμότητα , η ειδική θερμότητα , το σημείο τήξης , ο συντελεστής θερμικής διαστολής , η επιφανειακή τάση σε υψηλές θερμοκρασίες , η τάση προς διάβρωση.
- **Από πλευράς λειτουργικότητας** : η προετοιμασία των προς συγκόλληση επιφανειών , οι προστασίες και τα αέρια , τα υλικά συγκολλήσεων , η ταχύτητα συγκόλλησης , η θέση της ραφής , η ταχύτητα απόψυξης , η προθέρμανση , τα επίπεδα των θερμοκρασιών.

Για τα συνήθη υλικά μπορούν να γίνουν οι εξής παρατηρήσεις :

A) Γενικά :

- **Κράματα σιδήρου – άνθρακα**

Η συγκολλητικότητα των χαλύβων εξαρτάται κυρίως από την περιεκτικότητά τους σε άνθρακα. Όσο λιγότερο άνθρακα έχει ένας χάλυβας , τόσο πιο μεγάλη συγκολλητικότητα έχει , δηλαδή συγκολλάτε πιο εύκολα. Ανώτερο όριο περιεκτικότητας σε άνθρακα για εύκολη συγκόλληση είναι το 0.25%. Αν ένας χάλυβας έχει περιεκτικότητα πάνω από το 0,25% σε άνθρακα , τότε η συγκόλληση δεν μπορεί να είναι επιτυχής παρά μόνο κάτω από ειδικές συνθήκες. Στην περίπτωση αυτή , περιοχές της ραφής της συγκόλλησης υφίστανται βαφή , χάνουν τη μηχανική αντοχή τους και ψαθυροποιούνται. Οι χάλυβες αυτοί , με όριο άνθρακα πάνω από το 0,25% , μπορούν να συγκολληθούν , αν προθερμανθούν. Η προθέρμανση αυτή εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε άνθρακα και φθάνει μέχρι τους 425°C για χάλυβες με περιεκτικότητα 0,8% σε άνθρακα.

Αντίστοιχα με τους ανθρακούχους χάλυβες , οι χάλυβες με μεγάλη περιεκτικότητα σε Si , Mn , S και P , δεν μπορούν να συγκολληθούν εύκολα και μόνο κάτω από ειδικές συνθήκες.

Αντίθετα , οι χάλυβες με προσμείξεις Cu , Ni , Cr , Mo και V , δεν αντιμετωπίζουν πρόβλημα συγκόλλησης , εκτός αν όλες οι προσμείξεις ξεπερνάνε το 10%.

1. Μη σιδηρούχα κράματα μετάλλων

Τα κράματα του χαλκού και του αλουμινίου μπορούν εύκολα να συγκολληθούν. Εξαιρούνται τα κράματα του αλουμινίου με πάνω από 5% μαγνήσιο και οι ορείχαλκοι με υψηλό ποσοστό ψευδαργύρου.

B) Ειδικότερα:

- **Φαιός χυτοσίδηρος** : Είναι σκληρός και συγκολλάτε δύσκολα. Εφαρμόζεται μόνο ομοειδής συγκόλληση. Η προθέρμανση των τεμαχίων συνήθως επιβάλλεται.
- **Μαλακός χυτοσίδηρος** : Η συγκολλητότητά του εξαρτάται ανάλογα από τον χρόνο παραμονής του στην υψηλή θερμοκρασία ανόπτησης.
- **Χάλυβες και χαλβοκράματα** : Οι συνήθεις χάλυβες έχουν καλή συγκολλητότητα , η οποία αυξάνει , όσο μειώνεται η περιεκτικότητα σε άνθρακα. Συγκολλούνται με ομοειδής συγκόλληση. Σε ανθρακούχους χάλυβες συνιστάται προθέρμανση των τεμαχίων για την αποφυγή οξειδωσης και υπερβολικής σκληρότητας.
- **Χαλκός** : Συγκολλάτε δύσκολα με ομοειδή συγκόλληση , λόγω της μεγάλης θερμικής αγωγιμότητάς του.
- **Μπρούτζος (κράμα Cu , Sn και Zn)**: Συγκολλάτε καλά με ομοειδή συγκόλληση σε φλόγα ουδέτερη , ενώ δυσκολότερα με μεταλλικό ηλεκτρόδιο.
 - **Ορείχαλκος (κράμα Cu , Zn)** : Συγκολλάτε σχετικά εύκολα με ομοειδής συγκόλληση και με φλόγα πλούσια σε οξυγόνο.(οξειδωτική)
 - **Αλουμίνιο και κράματά του** : Επιδέχεται ομοειδής συγκόλλησης και ειδική μέθοδο. Η συγκόλληση γίνεται με ηλεκτρόδιο τροφοδοτούμενο αποκλειστικά με συνεχές ρεύμα και σε ατμόσφαιρα αδρανούς αερίου. Η συγκόλληση με φλόγα επιτυγχάνεται δύσκολα.
 - **Μαγνήσιο και κράματά του** : Επιδέχεται συγκόλληση με φλόγα υπό ορισμένες προϋποθέσεις , όπως το αλουμίνιο. Η συγκόλληση τόξου σε συνήθη ατμόσφαιρα είναι αδύνατη.
 - **Μόλυβδος** : Συγκολλάτε συνήθως με φλόγα , σε οριζόντιες πάντα ραφές , λόγω της ρευστότητάς του.
 - **Ευγενή μέταλλα (Ag , Au , Pt)** : Συγκολλούνται εύκολα με συγκόλληση με φλόγα. Δυνατή και η συγκόλληση τόξου με ηλεκτρόδιο από άνθρακα και συγκόλληση αντίστασης.
 - **Νικέλιο** : Συγκολλάτε δύσκολα με συγκόλληση φλόγας και με συγκόλληση τόξου.
 - **Μέταλλο Monel** : Συγκολλάτε εύκολα με συγκόλληση τόξου με ηλεκτρόδιο από άνθρακα ή με μεταλλικό ηλεκτρόδιο.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται κοινά κράματα σιδήρου –άνθρακα και η δυνατότητα συγκόλλησής τους .

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΥΛΙΚΟΥ	ΕΥΚΟΛΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ	ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΣΕ ΕΙΔΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
• Κοινοί Χάλυβες Κατασκευών	St33,St37,St42,St44,St46,St52	St50,St60,St70
• Βελτιωμένοι Χάλυβες	C22,Ck22,25CrMo4	-
• Χάλυβες ενανθράκωσης	C10,Ck10,C15,Ck15	Αυτοί που περιλαμβάνουν προσθήκες σε Cr,Ni,Mo
• Χυτοχάλυβες	Πρέπει %C<0.25% και	Ανοξειδωτοι χυτοχάλυβες

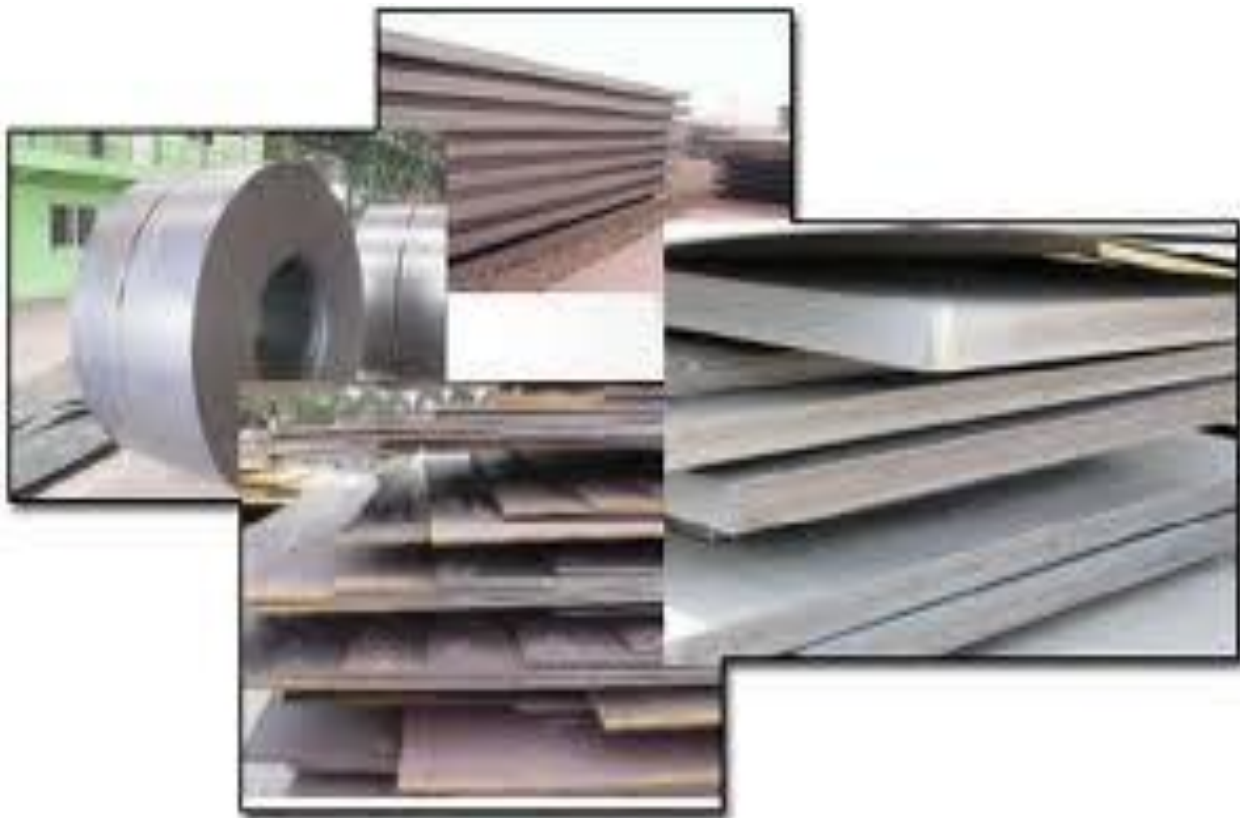
- Χυτοσίδηροι

άθροισμα προσθηκών <10%
Λευκοί μαλακτικοποιημένοι

Όλοι οι υπόλοιποι χυτοσίδηροι

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Κανονισμοί - Τυποποιήσεις του κοινού χάλυβα



3.1 ΣΙΔΗΡΟΥΧΑ ΚΡΑΜΑΤΑ

Οι κατηγορίες οι οποίες διακρίνονται τα μεταλλικά υλικά είναι οι εξής:

- Τα σιδηρούχα, όπου εκεί περιλαμβάνονται κυρίως οι χάλυβες και οι χυτοσίδηροι.
- Τα μη σιδηρούχα, στα οποία περιλαμβάνονται κράματα χαλκού, αλουμινίου, τιτανίου, ψευδάργυρος κτλ.

3.2 Κατάταξη Χαλύβων

Οι χάλυβες ανάλογα με τη χημική τους σύσταση ταξινομούνται:

- **Κοινοί ή Ανθρακούχοι χάλυβες**



Περιέχουν άνθρακα(έως 2,06%) και μικρό ποσοστό μαγγανίου (έως 1,65%) , πυριτίου(έως 0,6%) και χαλκού (έως 0,6%). Χρησιμοποιούνται πολύ χάρη στην αυξημένη συγκολλητότητα που παρουσιάζουν.

Ανάλογα με το περιεχόμενο άνθρακα οι κοινοί χάλυβες διακρίνονται:

1. Χάλυβες χαμηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα ή μαλακοί χάλυβες ($C < 0,30\%$)
2. Χάλυβες μέτριας περιεκτικότητας σε άνθρακα ($0,30 < C < 0,60 \%$)
3. Χάλυβες υψηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα ($0,60 < C < 1,00\%$)
4. Χάλυβες πολύ υψηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα($1,00\% < C < 2,00\%$)

➤ Κραματομένοι χάλυβες



Πρόκειται για κράματα σιδήρου με άλλα μέταλλα σε σημαντική περιεκτικότητα και διακρίνονται σε:

- *Ελαφρά Κραματομένους Χάλυβες ή Χάλυβες Χαμηλής Κραμάτωσης*, που περιέχουν συνήθως χρώμιο, μολυβδαίνιο, βανάδιο, νικέλιο κλπ. Σε συνολικό ποσοστό που δεν ξεπερνάει το 10% κ.β. όπως π.χ. εργαλειοχάλυβες ($0,7 < C < 1,4\%$ $Mn < 0,3\%$)
- *Μέτρια Κραματομένοι Χάλυβες*, οι οποίοι περιέχουν προσμείξεις από 2 % έως 10 %.
- *Ισχυρά Κραματομένοι Χάλυβες ή Χάλυβες Υψηλής Κραμάτωσης*, όπως οι ανοξειδωτοι χάλυβες ($Cr > 10,5\%$) και οι ταχυχάλυβες ($C < 0,7\%$, $Cr < 0,4\%$, $5,0\% < Mo < 10\%$, $1,5 < W < 18,0\%$, $0\% < Co < 8,0\%$) κλπ.

Ένα ακόμα κριτήριο κατάταξης των χαλύβων είναι και ο προορισμός τους και ανάλογα διακρίνονται σε:

- Χάλυβες Διαμόρφωσης, οι οποίοι υφίστανται περαιτέρω μηχανική κατεργασία.
- Χυτοχάλυβες, οι οποίοι παράγονται απευθείας με χύτευση υπό μορφή <<χελώνων>>.

Ανάλογα με τη χρήση την οποία προορίζονται οι χάλυβες διακρίνονται σε:

- Χάλυβες Κατασκευών.



Πρόκειται για χάλυβες με μικρά ποσοστά κραματικών στοιχείων οι οποίοι χρησιμοποιούνται σε πολλές κατασκευές όπως λέβητες αλλά και σε στοιχεία μηχανών όπως, άξονες, ελατήρια, βαλβίδες κ.α.

- Ανοξειδωτους Χάλυβες.



Πρόκειται για χάλυβες με μεγάλη περιεκτικότητα σε $Cr > 13\%$. Χρησιμοποιούνται όπου απαιτείται υψηλή αντοχή σε διάβρωση όπως στη χημική βιομηχανία σε σωλήνες, δοχεία κ.α τα οποία έρχονται σε επαφή με διαβρωτικά υγρά καθώς επίσης και σε ιατρικά εργαλεία όπως χειρουργικά νυστέρια και σε είδη οικιακής χρήσεως όπως μαχαιροπίρουνα.

- Εργαλειοχάλυβες.



Πρόκειται για χάλυβες με μεγάλα ποσοστά σε κραματικά στοιχεία (W,Mo,Cr,V) τα οποία ευνοούν την αύξηση της σκληρότητας και της αντίστασης σε φθορά –τριβή. Χρησιμοποιούνται για κατασκευές εργαλείων κοπής(κοπτικό τόρνου, φρέζας, πλάνης κλπ) ή διαμόρφωσης(έμβολα, καλούπια χύτευσης και διαμόρφωσης).

- Χάλυβες ηλεκτρομαγνητικών εφαρμογών



.Χρησιμοποιούνται για κατασκευή πυρήνων μετασχηματιστών ηλεκτρικών γεννητριών, μόνιμων μαγνητών κτλ.

3.3 Τυποποίηση Χαλύβων



Οι χάλυβες καθώς και τα σιδηρούχα υλικά λόγω της ενεργούς συμμετοχής τους, υπήρξε η ανάγκη να αποκτήσουν κάποια ταυτότητα και ειδικότερα μετά την βιομηχανική επανάσταση, έτσι ώστε να είναι αναγνωρίσιμες οι ιδιότητες του συγκεκριμένου υλικού δηλαδή η αντοχή του, η σύσταση του καθώς και οι λοιπές τεχνολογικές ιδιότητες τους. Συνήθως η ταυτότητα των υλικών ορίζονταν με κάποιο αλφαριθμητικό τρόπο.

Έτσι οι οργανισμοί τυποποίησης προχώρησαν με γοργούς ρυθμούς στην τυποποίηση των χαλύβων με βάση εθνικά πρότυπα στα οποία κάθε χάλυβας ταυτοποιείται με ένα συνδυασμό γραμμάτων και αριθμών όπως για παράδειγμα St 37.2

Αργότερα, αναπτύχθηκε και σύστημα ταυτοποίησης των χαλύβων μέσω αριθμών όπως για παράδειγμα χάλυβας 1.4303.

Κάθε χώρα χρησιμοποιούσε τα δικά της σύμβολα, έχοντας ως αποτέλεσμα να δημιουργείται εν μέρει ένα προστατευτικό σύστημα έναντι των εισαγωγών από άλλες χώρες.

Στην χώρα μας λόγω της περιορισμένης παραγωγής αλλά και χρήσης των χαλύβων δεν αναπτύχθηκε σύστημα τυποποίησης. Έτσι ανάλογα με την εφαρμογή χρησιμοποιούσαμε τυποποίηση και σύμβολα κυρίως είτε κατά DIN, είτε κατά κάποιο αμερικάνικο σύστημα (API, ASME, ATM), είτε κατά ISO.

3.3.1 Τυποποίηση κατά DIN



Τυποποίηση Ηλεκτροδίων Ηλεκτροσυγκόλλησης

Ανάλογα τις ιδιότητες χρήσης των χαλύβων έχει δημιουργηθεί μία ομάδα συμβόλων στα οποία εκφράζεται με έναν αριθμό μια ουσιώδης ιδιότητα της χρήσης και μία ομάδα υλικού, η οποία χαρακτηρίζεται από ορισμένα γράμματα που προηγούνται του αριθμού.

Π.χ. γράμματα / αριθμός

St 37

Τα πιο συνηθισμένα είναι τα σύμβολα τα οποία περιέχουν μία χαρακτηριστική τιμή αντοχής.

Στους κατασκευαστικούς χάλυβες για γενική χρήση τα γράμματα St ακολουθούνται από την ελάχιστη τιμή αντοχής σε εφελκυσμό, π.χ. St 37.Κάτι ανάλογο γίνεται και στους χυτοχάλυβες όπου το σύμβολο σχηματίζεται από τα γράμματα GS(Guss (χυτός)+(Stahl(χάλυβας)) και ακολουθεί στη συνέχεια η ελάχιστη τιμή αντοχής του σε εφελκυσμό.

Σε ορισμένες περιπτώσεις εκτός από τον χαρακτηριστικό αριθμό ακολουθείτε από ένα επιπλέον αριθμό διαχωριζόμενο από τελεία ή παύλα, ο οποίος χαρακτηρίζει την έκταση της εγγύησης ορισμένων δοκιμασμένων ιδιοτήτων, π.χ. οι χαλυβδοσωλήνες της λεβητοποιίας όπου εκεί υπάρχει ανάγκη αντοχής εν θερμώ και μακρού χρόνου από μη κραματωμένους χάλυβες St 35.8 .Ο αριθμός αυτός παίρνει τιμές από 1 έως 9.

Χαρακτηριστικός αριθμός	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Όριο ροής	X			X		X	X		
Δοκιμή δίπλωσης		X		X	X		X		
Έργο κρουστικής δοκιμής			X		X	X	X		
Αντοχή εν θερμώ και μακρού χρόνου								X	
Ηλεκτρικές και μαγνητικές ιδιότητες									X

Στην περίπτωση των ανθρακούχων χαλύβων καλύτερης ποιότητας ο συμβολισμός ξεκινά με το γράμμα C (άνθρακας) και στη συνέχεια ακολουθεί η εκατοστιαία περιεκτικότητα σε άνθρακα πολλαπλασιασμένη επί 100 π.χ. C60 είναι ανθρακούχος χάλυβας με $60/100= 0,60$ % κ.β. C.

Σε περίπτωση των υπερκαθαρών χαλύβων μεταξύ του C και της περιεκτικότητας παρεμβάλλεται το γράμμα K. Δηλαδή στην περίπτωση του παραπάνω παραδείγματος ο χάλυβας θα ονομαζόταν CK 60, αν η περιεκτικότητά του σε S και P ήταν πολύ χαμηλή. Αν ο χάλυβας έχει υποστεί θερμική κατεργασία, τότε χρησιμοποιούνται γράμματα του λατινικού αλφαβήτου όπως το E δηλώνει ενανθράκωση, το G ανόπτηση, το N εξομάλυνση και το V επιβελτίωση.

3.4. Κραματωμένοι Χάλυβες



3.4.1 Επίδραση των στοιχείων προσθήκης

Τα στοιχεία τα οποία προστίθενται στο χάλυβα έχουν ως στόχο την βελτίωση της δομής, τις μηχανικές του ιδιότητες, την αντοχή σε φθορά και διάβρωση.

Μερικές από τις δράσεις των στοιχείων προσθήκης αναφέρονται παρακάτω:

- Σταθεροποίηση του φερρίτη(α-φερρογόνα στοιχεία) :**Cr,Mo,W,V,Si.**
- Σταθεροποίηση του ωστενίτη(γ-φερρογόνα στοιχεία) :**Mn,Ni,Co.**
- Τάση σχηματισμού καρβιδίων (καρβιδιογόνα στοιχεία):



- Τάση διάσπασης καρβιδίων σε γραφίτη(γραφιτίζοντα στοιχεία):**Ni,Si,Al.**
- Μετατόπιση των καμπύλων TTT προς δεξιά-αύξηση της εμβαπτότητας:μικρή για **Mn,Cr** σημαντική για **Ni** και μεγάλη **Mo,W,V.**
- Βελτίωση της αντοχής σε διάβρωση:**Cr,Ni,Si.**
- Τάση εκλέπτυνσης των κόκκων:**V,Al.**
- Αύξηση κατεργασιμότητας: **Mn.**
- Αύξηση της μαγνητικής διαπερατότητας:**Si.**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Τεχνικές Συγκολλήσεων Χάλυβα



4.1. Γενικά

Οι συγκολλήσεις διακρίνονται κυρίως όπως παρακάτω αναφέρεται ,είτε έχουν να αντιμετωπίσουνε ίδιας σύστασης υλικού εναπόθεσης με μέταλλο βάσης(ομοειδής συγκολλήσεις) ,είτε διαφορετικής σύστασης υλικού εναπόθεσης με μέταλλο βάσης (ετεροειδής συγκολλήσεις).

Η συγκόλληση είναι η διαδικασία η οποία γίνεται για να ενωθούν μόνιμα δύο ή περισσότερα στοιχεία μεταξύ τους, με τη βοήθεια του κατάλληλου υλικού εναπόθεσης και τη κατά περίπτωση χρήση της κατάλληλης μεθόδου.

Οι σημαντικότερες τεχνικές συγκολλήσεων διακρίνονται όπως παρακάτω αναφέρεται:

1. Συγκολλήσεις Τήξης

A. Συγκόλληση Φλόγας

B. Συγκόλληση κοινού ηλεκτροδίου

Γ. Συγκόλληση αδρανούς ατμόσφαιρας(TIG-MIG/MAG-Plasma)

2.Συγκολλήσεις αντίστασης

A. Συγκολλήσεις Ηλεκτρόποντας

B. Συγκολλήσεις Ηλεκτροραφής

3.Συγκολλήσεις Ακτινοβολίας

A. Laser

B. Δέσμης Ηλεκτρονίων

4.Συγκολλήσεις Τριβής

5.Συγκολλήσεις Υπερήχων

4.2 Συγκολλήσεις Τήξης

Δύνονται να είναι είτε ομοειδής, είτε ετεροειδής και διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

4.2.1 Συγκόλληση φλόγας



Η συγκόλληση φλόγας ασετυλίνης-οξυγόνου χρησιμοποιείται για τη συγκόλληση μεταλλικών ελασμάτων ή ράβδων, σωλήνων κ.λπ., και πραγματοποιείται μέσω της τήξης των άκρων των δύο προς συγκόλληση τεμαχίων και με προσθήκη ή όχι συγκολλητικού υλικού. Η απαραίτητη θερμοκρασία για το λιώσιμο των δύο προς συγκόλληση τεμαχίων παράγεται με τη βοήθεια οξυγόνου(O_2) και ασετιλίνης (C_2H_2), τα οποία είναι τοποθετημένα σε φιάλες οι οποίες είναι σημαδεμένες με χαρακτηριστικά χρώματα για να αναγνωρίζετε το περιεχόμενο τους(το μπλε είναι το οξυγόνο και το κίτρινο για την ασετιλίνη). Άλλο ένα χαρακτηριστικό αναγνώρισης του περιεχομένου των φιαλών είναι και ο ήχος που κάνουν όταν χτυπηθούν ελαφρά με κάποιο μεταλλικό αντικείμενο.

Λόγο των υψηλών πιέσεων (οξυγόνο 150 atm και ασετιλίνη 18 atm) στις φιάλες χρησιμοποιούνται μανομετροεκτονωτές. Έτσι η πίεση που έχει κάθε αέριο εντός της φιάλης ,αλλά και η πίεση μετά την εκτόνωση του φαίνονται στα δύο μανόμετρα που φέρει κάθε μανομετροεκτονωτής προσαρμοσμένος κατάλληλα πάνω στην φιάλη παροχής του.



Μετά την έξοδο των αερίων από τους μανομετροεκτονωτές, τα αέρια οδηγούνται προς τη θέση καύσης μέσω εύκαμπτων ελαστικών σωλήνων(μπλε ή γκρι για οξυγόνο και κόκκινο για ασετιλίνη).

Το εξάρτημα στο οποίο συνδέονται τα δύο αέρια είναι ο καυστήρας στον οποίο συνδέονται οι δύο ελαστικοί σωλήνες τροφοδοσίας των αερίων.

Στον καυστήρα γίνεται η ανάμειξη του οξυγόνου με την ασετιλίνη και παράγεται η φλόγα. Έτσι η σωστή αναλογία οξυγόνου και ασετιλίνης ρυθμίζει και την ποιότητα της φλόγας, η οποία δεν πρέπει να έχει περισσότερο οξυγόνο(οξειδωτική φλόγα) αλλά ούτε περισσότερη ασετιλίνη (ανθρακωτική).

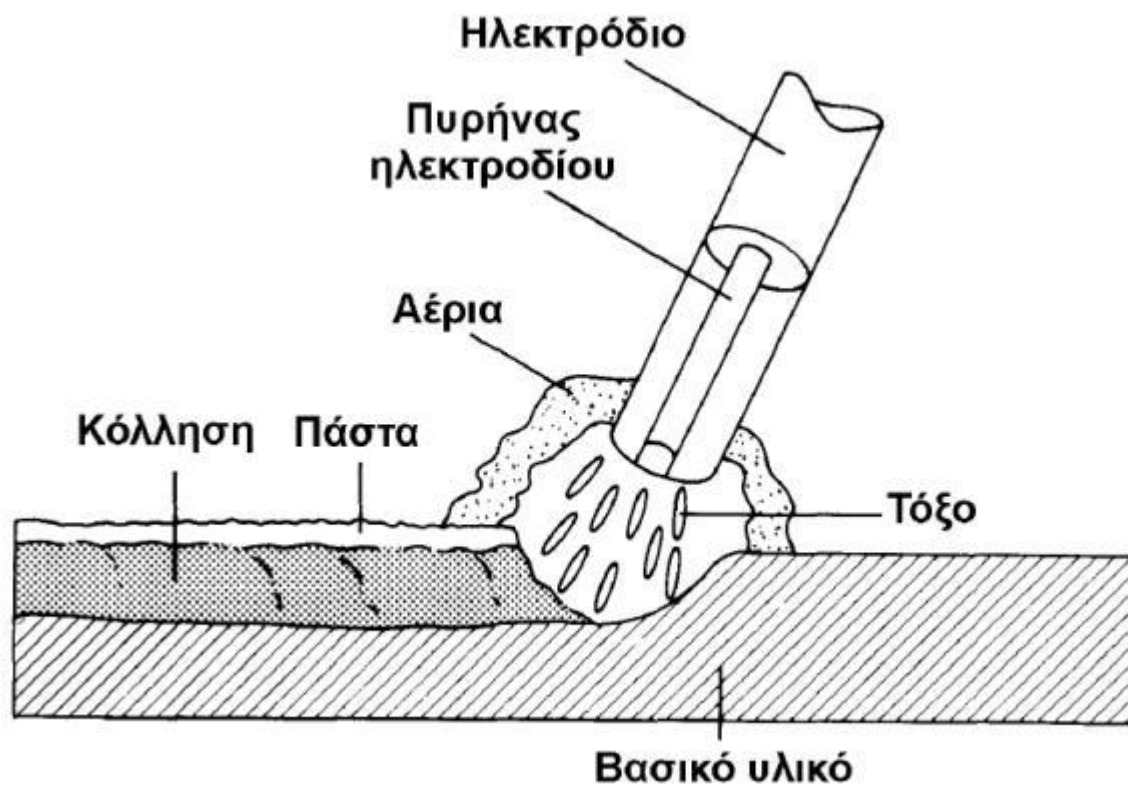
Το σύνηθες μίγμα για ουδέτερη φλόγα περιλαμβάνει μίξη δυόμιση μερών ατμοσφαιρικού αέρα ενός μέρους ασετιλίνης.



Στην εικόνα βλέπουμε τους δυο τύπους φλόγας. Στην πρώτη εικόνα βλέπουμε την οξειδωτική φλόγα και στην δεύτερη εικόνα την ανθρακωτική.

4.2.2 Συγκόλληση Κοινού Ηλεκτροδίου

Η συγκόλληση κοινού ηλεκτροδίου στηρίζεται στη δημιουργία ηλεκτρικού τόξου που αναπτύσσεται μεταξύ μετάλλου βάσης και κοινού ηλεκτροδίου της μεθόδου. Για να γίνει αυτό, θα πρέπει το ηλεκτρόδιο και το κομμάτι να συνδέονται με τους ακροδέκτες γεννήτριας ηλεκτρικού ρεύματος .



Λόγο του ηλεκτρικού τόξου αναπτύσσεται υψηλή θερμοκρασία στη θέση της συγκόλλησης(περίπου 4000C°). Με την θερμοκρασία αυτή το μέταλλο που συγκολλάτε λιώνει, ενώ από πάνω του δημιουργείται ένα στρώμα αερίων, τα οποία προέρχονται από την επένδυση του ηλεκτροδίου. Ταυτόχρονα με τη δημιουργία των αερίων δημιουργείται πάνω από την ραφή και μία πάστα η οποία βοηθά στην τήξη του μετάλλου και εμποδίζει την γρήγορη απόψυξη, που θα έχει ως συνέπεια να βάφει η ραφή. Η ραφή προκύπτει από το λιωμένο μέταλλο που συγκολλάται και από το λιωμένο μέταλλο του πυρήνα του ηλεκτροδίου. Ο τεχνικός για να ξεκινήσει τη συγκόλληση πρώτα φέρνει σε επαφή(τρίβει) το ηλεκτρόδιο της μεθόδου με το μέταλλο βάσης. Ακολούθως διατηρεί μια σταθερή απόσταση μεταξύ άκρου του ηλεκτροδίου και μετάλλου βάσης της τάξης των 2 χιλιοστών.

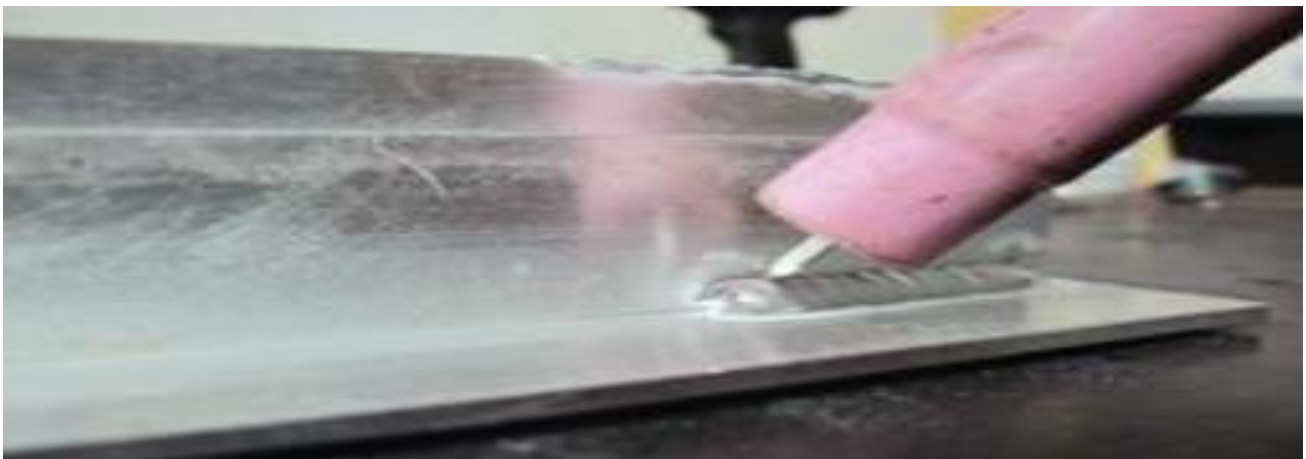
4.2.3 Συγκόλληση Αδρανούς Ατμόσφαιρας

Η συγκόλληση σε περιβάλλον αδρανούς ατμόσφαιρας πραγματοποιείται κυρίως με την μέθοδο, τη μέθοδο T.I.G. (δίστηκτο ηλεκτρόδιο και αέριο αργό) , τη μέθοδο M.I.G. (καταναλισκόμενο ηλεκτρόδιο και αέριο αργό) και τη μέθοδο M.A.G. (καταναλισκόμενο ηλεκτρόδιο και ανθρακικά αέρια) και τη μέθοδο πλάσματος.

Μέθοδος TIG

Στην συγκόλληση T.I.G. (Tungsten Inert Gas) το ηλεκτρόδιο είναι από Βολφράμιο (W) και προκειμένου να αυξηθούν οι ηλεκτρικές του ιδιότητες προστίθενται Θόριο (Th) και Ζιρκόνιο (Zr). Το ηλεκτρόδιο συμμετέχει στη συγκόλληση μόνο για να διατηρεί το ηλεκτρικό τόξο, δεν εναποτίθεται στη ραφή. Στη μέθοδο αυτή χρησιμοποιείται ως αδρανές αέριο το Αργό ή το Ήλιο ή μείγμα των δύο αερίων. Προκειμένου η συγκόλληση με τη μέθοδο T.I.G. να είναι επιτυχής, πρέπει τα προς συγκόλληση κομμάτια να είναι καθαρά και απαλλαγμένα από ακαθαρσίες.

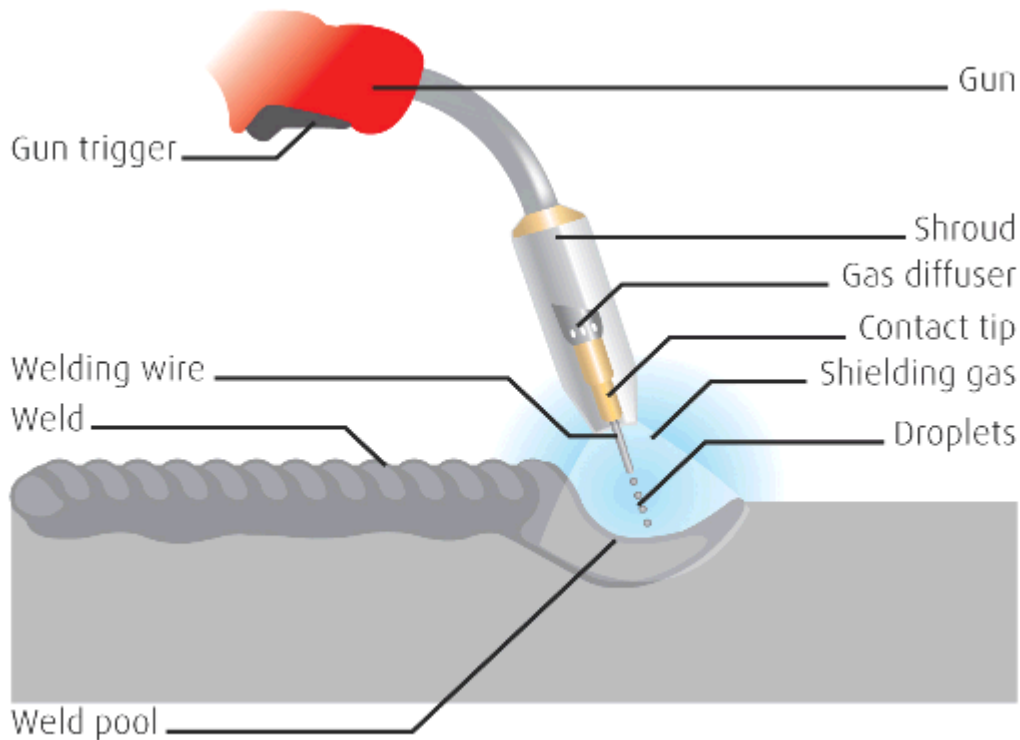
Σε πολλές περιπτώσεις όμως η συγκόλληση πραγματοποιείται χωρίς υλικό εναπόθεσης και μόνο με την τήξη των υλικών που πρόκειται να συγκολληθούν.



Η μέθοδος T.I.G. χρησιμοποιείται για συγκόλληση των περισσότερων μετάλλων και μοιάζει σε πολλά σημεία με τη μέθοδο MIG , μόνο που εδώ το αναλώσιμο μεταλλικό σύρμα αντικαθίσταται από ένα μη αναλώσιμο ηλεκτρόδιο βολφραμίου. Λόγω του υψηλού σημείου τήξης του βολφραμίου , το ηλεκτρόδιο δε φθείρεται σε όλη τη διάρκεια της συγκόλλησης. Το υλικό εναπόθεσης τροφοδοτείται εξωτερικά στην ραφή συγκόλλησης. Βασικά , η TIG είναι χειροκίνητη μέθοδος , μπορεί όμως να αυτοματοποιηθεί. Με τη μέθοδο TIG κυρίως , όπως και με τη μέθοδο MIG , επιτυγχάνονται ραφές συγκόλλησης πολύ καλής ποιότητας. Ειδικότερα εφαρμόζεται γίνεται σε λεπτά ή μικρού πάχους ανοξείδωτα ελάσματα.

Μέθοδος MIG

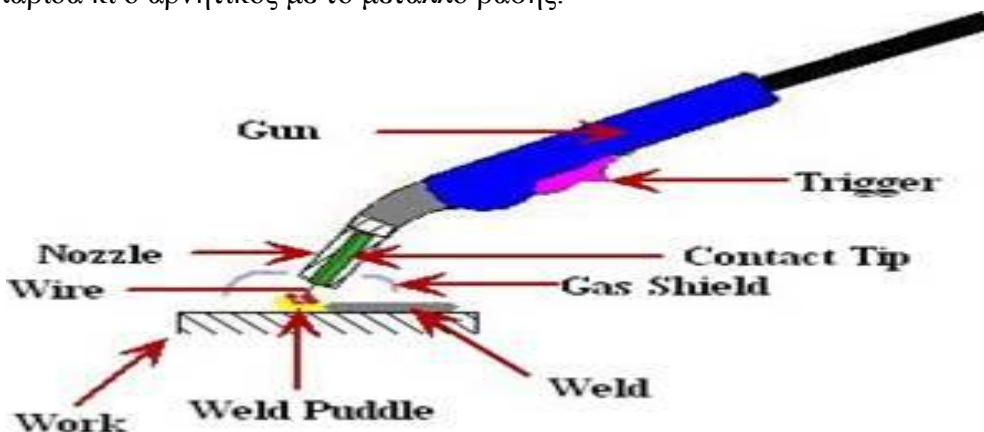
Στην συγκόλληση M.I.G. (Metal Inert Gas) το υλικό εναπόθεσης είναι το ηλεκτρόδιο το οποίο καταναλώνεται και τροφοδοτείται στη συγκόλληση από μία πομπίνα σύρματος. Το αέριο που χρησιμοποιείται είναι αργόν ή μείγμα αργού με άλλα αδρανή αέρια. Το ηλεκτρόδιο στη συγκόλληση MIG συνδέεται στο θετικό πόλο, σε αντίθεση με το ηλεκτρόδιο στη μέθοδο TIG, που συνδέεται στον αρνητικό πόλο.



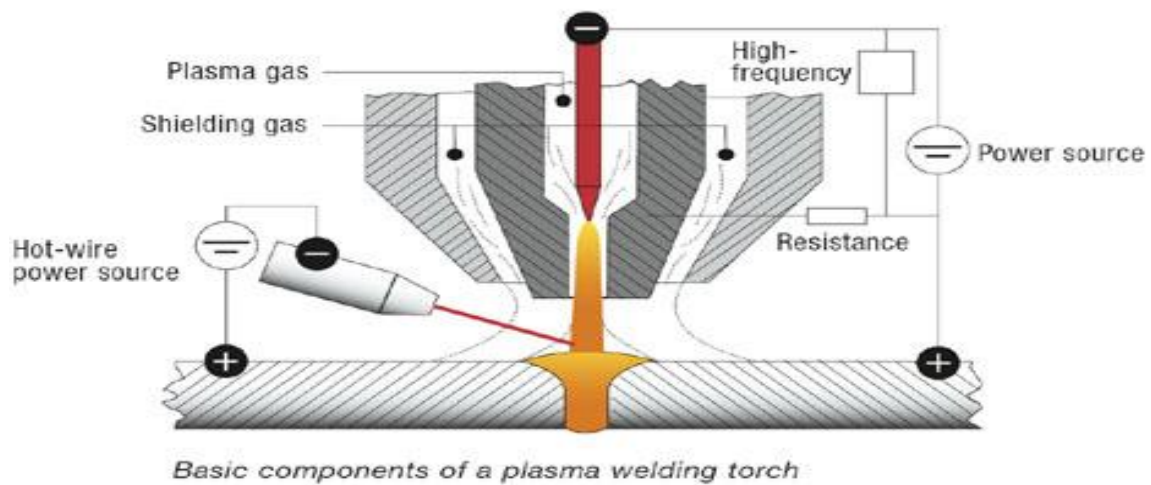
The welding circuit consists essentially of the following elements:

Μέθοδος MAG

Στην συγκόλληση M.A.G. (Metal Actif Gas) χρησιμοποιούνται κυρίως μείγματα δραστικών και αδρανών αερίων. Τα δραστικά αέρια είναι κυρίως το διοξείδιο του άνθρακος CO₂, το N(άζωτο) και το H₂. Η μέθοδος λειτουργεί με βραχυκυκλωμένο τόξο όπου ο θετικός πόλος συνδέεται με τη λαβίδα κι ο αρνητικός με το μέταλλο βάσης.



Συγκόλληση Πλάσματος



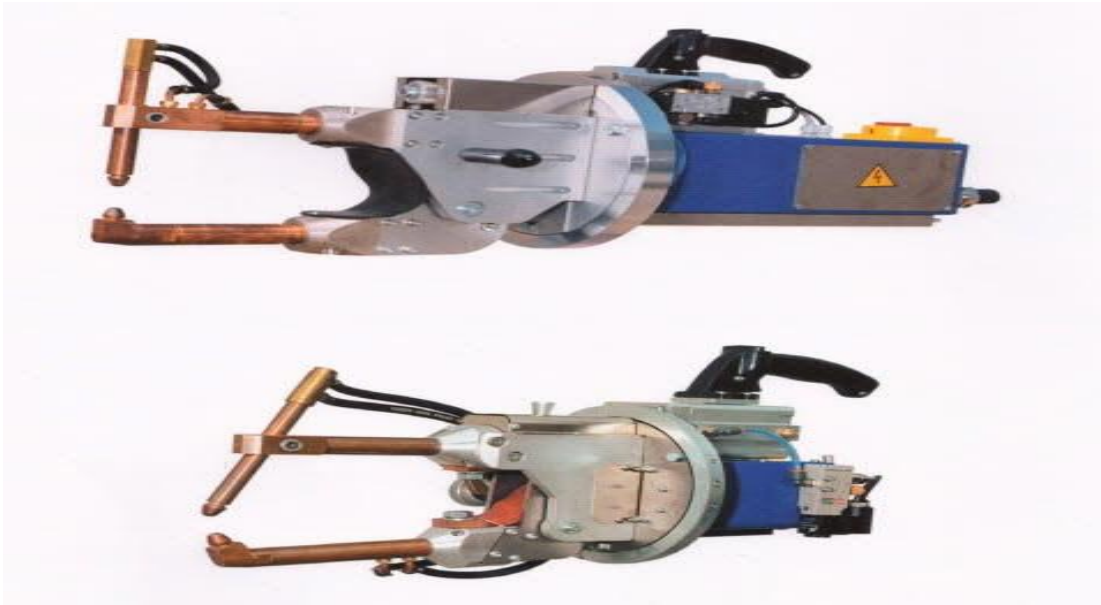
Η τεχνική συγκόλλησης πλάσματος (PLASMA) διακρίνεται από την παρουσία πλάσμαγενούς αερίου το οποίο παρουσία ηλεκτρικού τόξου υψηλής συχνότητας ρεύματος που αναπτύσσεται μεταξύ ηλεκτροδίου και ακροφυσίου εντός της λαβίδας δημιουργεί την δέσμη πλάσματος η οποία εξερχόμενη αποδίδει την ενέργεια της στο μέταλλο βάσης και από την παρουσία αδρανούς ατμόσφαιρας προστασίας της εκτελούμενης ραφής

4.3 Συγκολλήσεις αντίστασης

4.3.1 Ηλεκτροπόντα - Ηλεκτροραφή

Η συγκόλληση με αντίσταση είναι μία συγκόλληση, η οποία δε χρησιμοποιεί συγκολλητικό υλικό. Τα προς συγκόλληση τεμάχια δέχονται ρεύμα υψηλής συχνότητας από την πηγή τροφοδοσίας της μηχανής 1000 έως 3000 HZ με παράλληλη ασκούμενη πίεση μεταξύ τους. Η συγκόλληση πραγματοποιείται εξαιτίας της υψηλής θερμοκρασίας που αναπτύσσεται στα προς σύνδεση τεμάχια λόγω της αντίστασης διέλευσης του ρεύματος που αυτά προβάλλουν.

Όταν οι εκκενώσεις ρεύματος υψηλής συχνότητας εκτελούνται κατά μικρά χρονικά διαστήματα αυτή ονομάζεται **ηλεκτροραφή** και πραγματοποιείται με χρήση ράουλον, εντός των οποίων οδηγούνται τα προς σύνδεση τεμάχια, ενώ όταν τα χρονικά διαστήματα συγκόλλησης είναι μεγαλύτερα έχουμε την **ηλεκτροπόντα**.



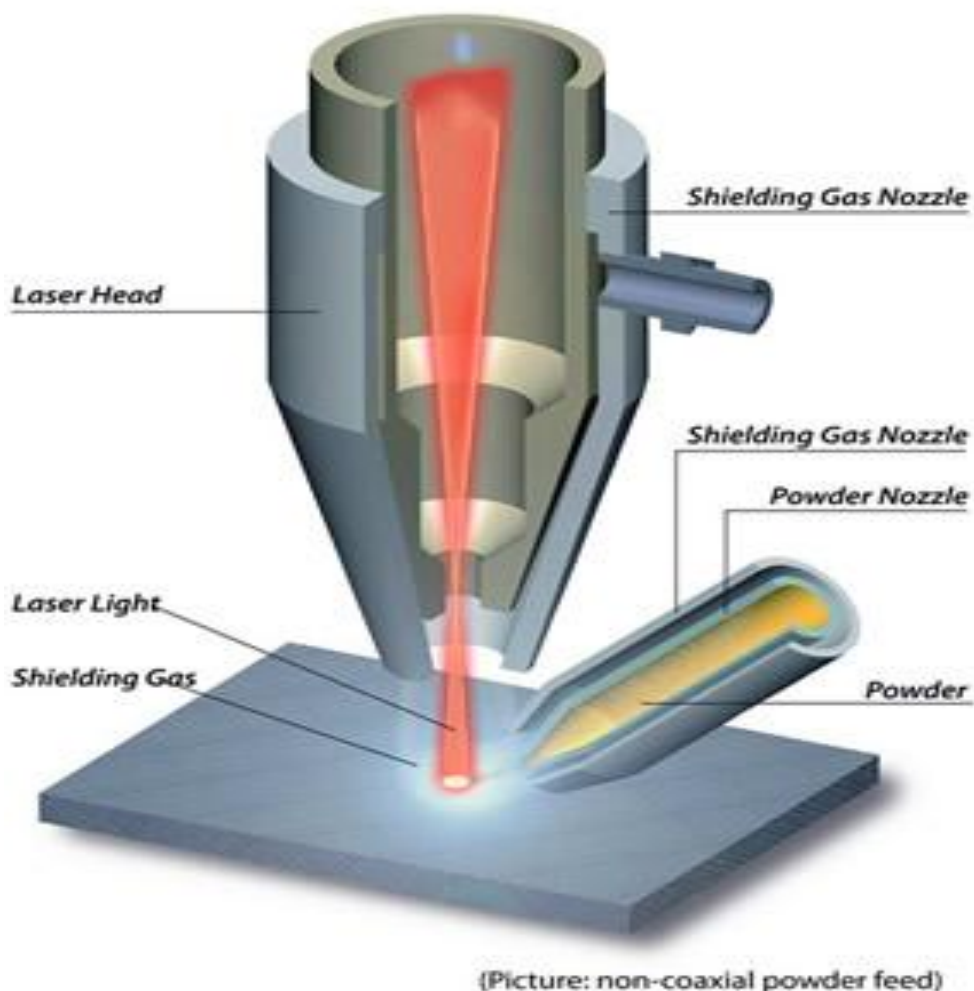
Ηλεκτροπόντες ποδός- Ηλεκτροπόντες κρεμαστές χειρός



Ηλεκτροπόντα φορητή χειρός αερόψυκτη

4.4. Συγκολλήσεις Ακτινοβολίας

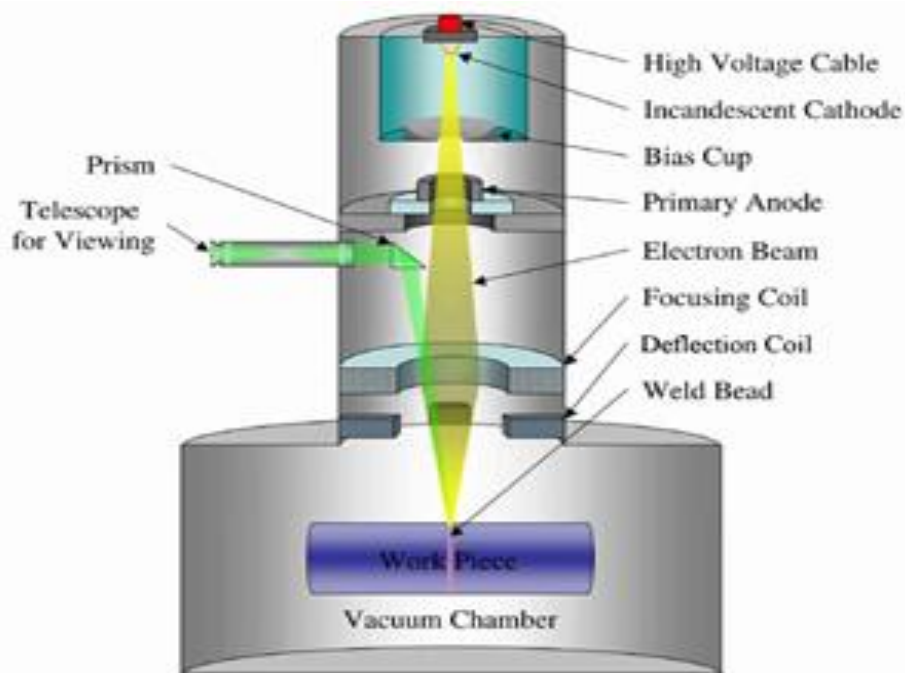
4.4.1 Συγκολλήσεις Laser



Η συγκόλληση με δέσμη laser είναι μια διεργασία, που επιτυγχάνεται από την θερμοκρασία που αναπτύσσεται όταν η δέσμη ηλεκτρονίων προσπίπτει πάνω στα προς σύνδεση τεμάχια. Η μέθοδος είναι κατάλληλη για τη συγκόλληση όλων ανεξάρτητα των υλικών μικρού ή μεγάλου πάχους και για όλες τις θέσεις συγκόλλησης. Η μέθοδος προσδίδει δέσμη υψηλής ενεργειακής πυκνότητας και εντελώς παράλληλη, πράγμα που εμποδίζει τις παραμορφώσεις στα προς σύνδεση μέρη. Η δέσμη αυτή συνήθως παράγεται από μείγμα CO₂ και He,N, με αναλογίες 4.5%, 13.5% και 82%. Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι ότι η μικρότερη προσδιδόμενη θερμική ενέργεια στα προς συγκόλληση υλικά, έχει ως αποτέλεσμα μικρότερες διαστάσεις ραφής και Θ.Ε.Ζ. σε συνδυασμό με χαμηλότερες παραμένουσες τάσεις και παραμορφώσεις.

4.4.2 Συγκόλληση Δέσμης Ηλεκτρονίων

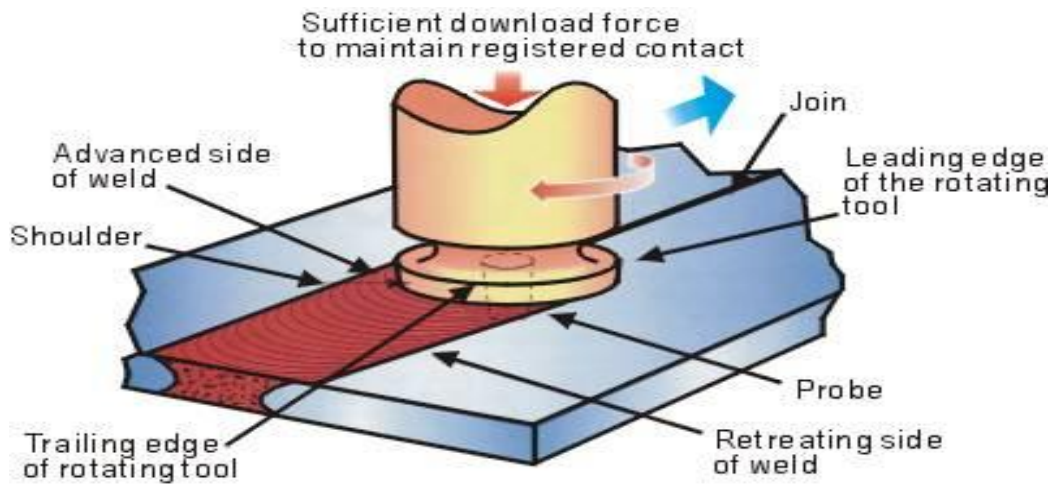
Η μέθοδος σε αντίθεση από ότι συμβαίνει στις μηχανές ανοιχτού ηλεκτρικού τόξου (MIG/MAG) Χαρακτηρίζεται από υψηλή διεισδυτικότητα όμοια αυτής της μεθόδου laser με ελάχιστες παραμορφώσεις των προς σύνδεση μερών.



Η δέσμη ηλεκτρονίων παράγεται από την υψηλή διαφορά δυναμικού μεταξύ της θερμαινόμενης καθόδου και του προς συγκόλληση αντικειμένου. Το κενό αυτό δημιουργεί ιδανικές συνθήκες συγκόλλησης για μέταλλα όπως το τιτάνιο, το βολφράνιο κτλ. Με την μέθοδο αυτή μπορούμε να συγκολλήσουμε ελάσματα έως και 150 mm. Ένα βασικό μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι είναι αρκετά ακριβή λόγω των τάσεων που χρησιμοποιούνται.

4.5. Συγκολλήσεις Τριβής

Στη μέθοδο αυτή δύο τεμάχια συγκολλούνται με τη βοήθεια της θερμότητας που αναπτύσσεται από την τριβή του ενός πάνω στο άλλο.

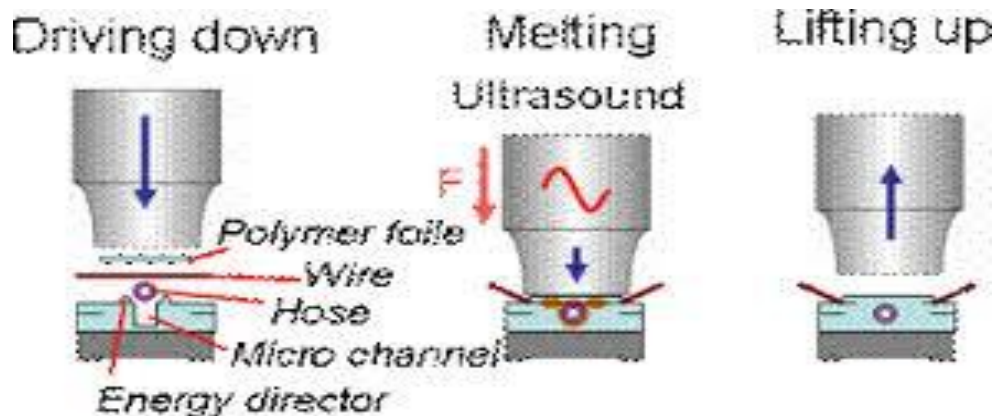


AZOM.COM™

Πιο συγκεκριμένα, το ένα από τα δύο τεμάχια περιστρέφεται με μεγάλη ταχύτητα και συμπιέζεται πάνω στο τεμάχιο που θα συγκολληθεί. Οι μεταξύ τους επιφάνειες τρίβονται έντονα, θερμαίνονται μέχρι τη θερμοκρασία συγκόλλησης και τότε η περιστροφή σταματάει. Με τη συνεχιζόμενη πίεση ανάμεσα στα δύο κομμάτια επιτυγχάνεται η συγκόλληση.

4.6 Συγκολλήσεις Υπερήχων

Η συγκόλληση αυτή χρησιμοποιείται για τη σύνδεση μετάλλων, όπως είναι αλουμίνιο, χαλκός, νικέλιο κ.λ.π. Στη μέθοδο αυτή τα τεμάχια συνδέονται μεταξύ τους μέσω πίεσης με ταυτόχρονη ταλάντωση υψηλής συχνότητας. Η ταλάντωση αυτή προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας στη θέση συγκόλλησης και η πίεση ανάμεσα στα κομμάτια δημιουργεί την τελική σύνδεση.



Η τεχνική που εφαρμόζεται συνίσταται στις σαρώσεις της μάζας της συγκόλλησης και της Θερμικά Επηρεαζόμενης Ζώνης (ΘΕΖ) με δέσμες υπερήχων που εκπέμπονται υπό γωνία από κεφαλή που κινείται στην πλευρική περιοχή της συγκόλλησης με χειροκίνητο τρόπο.

Ο εντοπισμός και η διαστασιολόγηση ασυνεχειών γίνεται με τη λήψη και την αξιολόγηση της ανακλώμενης δέσμης από την επιφάνεια της ασυνέχειας.



Ο έλεγχος γίνεται με σύγχρονα ψηφιακά όργανα υπερήχων με δυνατότητα αποθήκευσης του σήματος της ασυνέχειας. Χρησιμοποιούνται συνήθεις γωνιακές κεφαλές εγκαρσίων κυμάτων, ενώ ειδικές κεφαλές διπλού κρυστάλλου διαμηκών κυμάτων χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο χονδρόκοκκων χαλύβων (ανοξειδωτοι χάλυβες).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

Συγκρότηση της μηχανής σύρματος



5.1 Περιγραφή της μεθόδου

Στη μέθοδο αυτή με τη βοήθεια της θερμότητας που παράγεται από το τόξο που σχηματίζεται μεταξύ του ηλεκτροδίου και του συγκολλούμενου μετάλλου, το συγκολλούμενο μέταλλο και το καταναλισκόμενο ηλεκτρόδιο τήκονται. Έτσι το τόξο απομονώνεται από τον ατμοσφαιρικό αέρα διατηρώντας όμως τα ιδανικά χαρακτηριστικά του το οποίο μπορεί να είναι αδρανές ή δραστικό. Τα δραστικά αέρια χρησιμοποιούνται και ξεχωριστά αλλά κυρίως προστίθενται στα αδρανή. Το σύρμα αποθηκεύεται σε καρούλι μέσα στην μηχανή και τροφοδοτείται μηχανικά από τροχούς κύλισης μέσω εύκαμπτου σωλήνα στον καυστήρα συγκόλλησης όπου έρχεται σε επαφή με την ηλεκτρική πηγή. Το ρεύμα συγκόλλησης εξαρτάται και ρυθμίζεται από την ταχύτητα τροφοδοσίας. Από τον ίδιο αγωγό περνά η παροχή προστατευτικού αερίου, η σύνδεση με την ηλεκτρική πηγή, η σύνδεση της σκανδάλης του πιστολιού με το σύστημα ελέγχου της μηχανής και η παροχή και η επιστροφή του ψυκτικού νερού με την προϋπόθεση ότι ο καυστήρας ψύχεται με νερό.

5.2 Παράμετροι της μεθόδου

Οι βασικές παράμετροι είναι οι εξής:

1. Ο τύπος και η ένταση του ρεύματος.
2. Η ταχύτητα τροφοδοσίας σύρματος.
3. Η τάση του τόξου.
4. Η ταχύτητα συγκόλλησης.
5. Το είδος και η παροχή του προστατευτικού αερίου.
6. Η διάμετρος του σύρματος.
7. Το μήκος της προεξοχής ηλεκτροδίου
8. Η κλίση του ηλεκτροδίου ως προς το συγκολλούμενο αντικείμενο.

5.3 Τα βασικά της μηχανής σύρματος KEMPPPI 4000



Κατά την εκτέλεση της εργασίας αυτής χρησιμοποιήθηκε η μηχανή σύρματος Kemppi 4000. Ένα μηχάνημα αξιόπιστο στη λειτουργία του και με μεγάλες δυνατότητες χρήσης, ένα παραγωγικό μηχάνημα που όμως χρησιμοποιήσαμε με το χέρι. Θεωρήθηκε απαραίτητο να μελετήσουμε το εγχειρίδιο του κατασκευαστή αυτού του μηχανήματος προκειμένου να έχουμε το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα στη δουλειά που κάνουμε. Κατά συνέπεια μελετώντας το εγχειρίδιο αυτό προσέξαμε τα παρακάτω αναφερόμενα, που αφορούν κυρίως την κατανόηση του εξοπλισμού του, την ασφαλή λειτουργία του, τις τεχνικές προδιαγραφές του και πληροφορίες σχετικά με την συντήρησή του.

Γενικά:

Η μηχανή συγκόλλησης Kemppi 4000 είναι ένα συμπαγές μηχάνημα σχεδιασμένο για βαριά βιομηχανική χρήση. Είναι κατάλληλο για τάσεις δικτύου 3 έως 230 Volt και 400 Volt και η προσαρμογή τάσης της συγκόλλησης γίνεται με 32 βήματα. Η μονάδα μέτρησης Volt – Ampere MSD – 1 διατίθεται ως αξεσουάρ και εμφανίζει την τάση ή την ένταση ρεύματος της συγκόλλησης. Η μονάδα τροφοδοσίας σύρματος (τροφοδότης μηχανισμός) είναι 4 – κύλινδρος σταθερής ταχύτητας κίνησης κατάλληλος και για χρήση αερόψυκτων λαβίδων. Η μονάδα συγχρονισμού KMW ελέγχει την συνεχή λειτουργία του τόξου συγκόλλησης.

Εγκατάσταση μηχανής:

▪ Μεταφορά και ανύψωση της μηχανής:

Υπάρχουν 4 σταθερά σημεία ανύψωσης διαμέτρου Φ 47mm, για την μεταφορά της στο εμπρόσθιο μέρος της μηχανής υπάρχουν λαβές μετακίνησης. Η μετακίνηση από τις λαβές εμπρόσθια της μηχανής γίνεται μόνο με τα χέρια, δεν επιτρέπεται με άλλες συσκευές.

▪ Χωροθέτηση του μηχανήματος:

Το μηχάνημα πρέπει να τοποθετείτε σε συμπαγής - σταθερή - στεγνή και καθαρή επιφάνεια και σε οριζόντια θέση και μακριά από περιβάλλοντα εκτόξευσης σωματιδίων από τυχόν συσκευές λείανσης καθώς και άλλα, με ελεύθερο το πίσω μέρος του μηχανήματος προκειμένου να εξασφαλιστεί η ελεύθερη κυκλοφορία του αέρα ψύξης. Ο βαθμός προστασίας του μηχανήματος είναι IP - 23C. Η μηχανή πρέπει να προστατεύεται ακόμη από βροχή αλλά και από θερμοκρασίες περιβάλλοντος μεγαλύτερες των 25 °C όπως από την έκθεση ηλιακής ακτινοβολίας.

▪ Σύνδεση με το δίκτυο ρεύματος:

Η σύνδεση και αλλαγή του καλωδίου τροφοδοσίας και του βύσματος πρέπει να γίνεται μόνο από έμπειρο ηλεκτρολόγο, η εν λόγω μηχανή Kemppi 4000 είναι εξοπλισμένη με καλώδιο τροφοδοσίας 5 μέτρων και σύμφωνα με τη σήμανση HORN – F του προτύπου CENELEC HD 22.

Εγκατάσταση στο δίκτυο :

Τα καλώδια τύπου S έχουν προστατευτικό αγωγό γείωσης. Το καλώδιο εισάγεται στο μηχάνημα μέσω του δακτυλίου εισόδου στο πίσω μέρος της μηχανής. Οι αγωγοί φάσης του καλωδίου συνδέονται στις θέσεις L₁, L₂, L₃ ενώ ο αγωγός γείωσης χρώματος πράσινου – κίτρινου συνδέεται στη θέση με το σύμβολο γείωσης. Τα μεγέθη των καλωδίων τροφοδοσίας και οι τιμές των ασφαλειών του μηχανήματος για το 100% του φορτίου εργασίας ορίζονται τον παρακάτω πίνακα.

Kempomat 4000
Όνομαστική τάση : 230 V 400 V
Ασφάλειες , καθυστέρηση: 25 A 16 A
Καλώδιο σύνδεσης : 4 x 6,0 mm ² S 4 x 2,5 mm ² S
Σύνδεση : 3 ~ 230 ή 3 ~ 400 V του δικτύου τάσης

▪ Διατομές καλωδίων σύνδεσης:

Χρησιμοποιείτε μόνο καλώδια χαλκού με επιφάνεια διατομής τουλάχιστον 50 mm².
 Στον συνημμένο πίνακα παρουσιάζονται τυπικές ικανότητες φόρτωσης από καουτσούκ μονωμένα καλώδια χαλκού, όταν θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι 25 ° C και η θερμοκρασία του αγωγού είναι 85 ° C.

Kempomat 4000

Διατομή καλωδίου κύκλος Duty απώλεια ED Τάση / 10 m

Cu 100% 60% 40% για το 100 A

50 mm² 285 A 370 A 450 A 0.35 V

70 mm² 355 A 460 A 560 A 0.25 V

Μην υπερφορτώνετε καλώδια συγκόλλησης πάνω επιτρεπόμενες τιμές λόγω των απωλειών τάσης και θέρμανση.

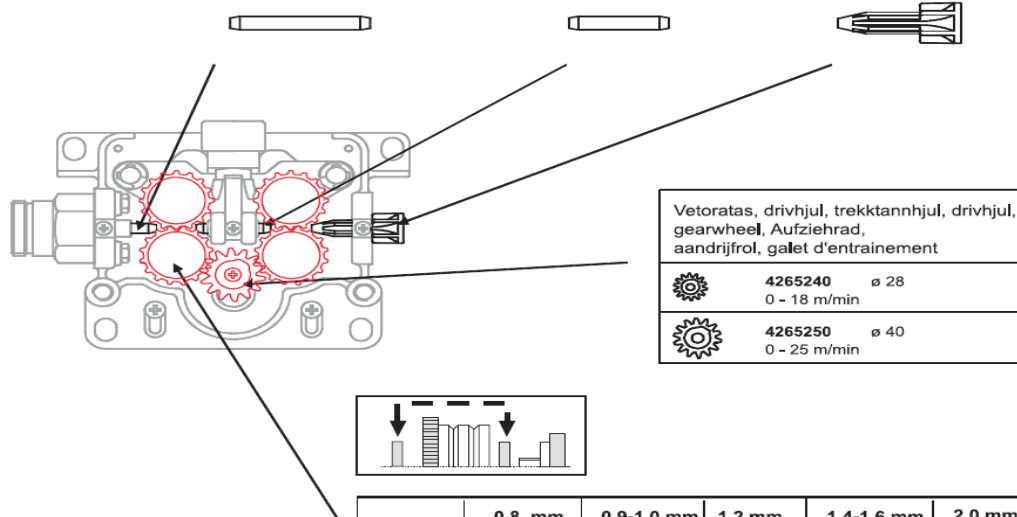
Στερεώστε τον Τύπο γείωσης της επιστροφής ρεύματος καλώδιο προσεκτικά, κατά προτίμηση απευθείας πάνω στο τεμάχιο που πρόκειται να συγκολληθεί.

Παρακάτω θα αναλύσουμε τα μέρη του τροφοδότη μηχανισμού:

▪ Τροφοδότης μηχανισμός

3.1) Τα μέρη του τροφοδότη μηχανισμού:

FE MC FC SSFC	0.6 - 0.8 mm	3134140 ø 1 Valkoinen, vit, hvit, hvid, white, weiss, wit, blanc	3134120 ø 2 Oranssi, orange, oransje, orange, orange, orange, orange, orange, orange	4267220 ø 2 Muovi, plast, plast, plastic, plastic, Kunststoff, plastic, plastique
	0.9 - 1.6 mm	3133700 ø 2 Oranssi, orange, oransje, orange, orange, orange, oranje, orange		
SS AL	0.8 - 1.6 mm	3134290 ø 2 Oranssi, orange, oransje, orange, orange, orange, oranje, orange	3134300 ø 2 Oranssi, orange, oransje, orange, orange, orange, orange, orange, orange	4267220 ø 2 Muovi, plast, plast, plastic, plastic, Kunststoff, plastic, plastique



			0.6 mm	0.8 mm 0.030"	0.9-1.0 mm 0.035"	1.2 mm 0.045-52"	1.4-1.6 mm 1 / 16"	2.0 mm (5 / 64)
FE SS AL	Sileä, slät, slett, glad, plain, glatt, glad, lisse		3133810 Valkoinen, vit, hvit, hvid, white, weiss, wit, blanc	3133210 Punainen, rød, rød, rød, red, rot, rood, rouge	3133820 Keltainen, gul, gul, gul, yellow, gelb, geel, jaune			
FE FC	Pyälletty, räfflat, riflet, riflet, knurled, gerillt, gekarteld, cranté		—	3133940 Punainen, rød, rød, rød, red, rot, rood, rouge	3133990 Keltainen, gul, gul, gul, yellow, gelb, geel, jaune			
AL	U-ura, U-spår, U-spor, U-spor, U-groove, U-Nut, U-groef, gorge U		—	3133960 Punainen, rød, rød, rød, red, rot, rood, rouge	—			

Ο τροφοδότης μηχανισμός αυτής της μηχανής περιλαμβάνει δύο ζεύγη ράουλων κατάλληλα για διατομές υλικού εναπόθεσης 0.6-0.8 mm χρώματος λευκού /1-1.2 mm χρώματος κόκκινου και 1.4-1.6 mm χρώματος κίτρινου ,περιλαμβάνει ακόμα ένα κινητήριο οδοντωτό τροχό συνθετικού υλικού διαμέτρου Φ28mm ο οποίος περιστρέφεται με γραμμική ταχύτητα από 0-18m/min και ένα οδοντωτό τροχό Φ40mm ο οποίος κινείται με ταχύτητα από 0-25m/min περιλαμβάνει ακόμη στοιχεία στήριξης επάνω στο σώμα της μηχανής ,2 οδηγούς εισόδου- εξόδου του υλικού εναπόθεσης και στον οποίο υπάρχει διαμορφωμένη κατάλληλη υποδοχή που δέχεται το άκρον του καλωδίου της λαβίδας .

Έχουμε τη δυνατότητα επιλογής των διατομών του υλικού εναπόθεσης με την αλλαγή τοποθέτησης μιας ροδέλας στον αξονίσκο που στηρίζεται κάθε ράουλο. Σε περίπτωση κατά την οποία είναι αναγκαία μεγάλη ταχύτητα κίνησης του υλικού εναπόθεσης επιλέγεται ο μεγάλος συνθετικός οδοντωτός τροχός Φ40mm ενώ σε μικρές ταχύτητες ο Φ 28mm αυτό επιτυγχάνεται με την χαλάρωση των κοχλιών στήριξης του μηχανισμού . Τα ράουλα τροφοδοσίας είναι διαθέσιμα με απλό αυλάκι (τριγωνικό) είτε με αυλάκι τύπου U. Το αυλάκι μορφής U ενδείκνυται να χρησιμοποιείται για σύρματα αλουμινίου.

3.2) Ακροδέκτης τροφοδοσίας της μηχανής.

Ο ακροδέκτης τροφοδοσίας μηχανής φέρει από το ένα του άκρο τη λαβίδα MIG-MAG η οποία μπορεί να είναι αερόψυκτη ή υδρόψυκτη και από το άλλο κατάλληλη διάταξη σύνδεσης με τον τροφοδότη μηχανισμό .Ο ακροδέκτης τροφοδοσίας περιλαμβάνει τον αγωγό ρεύματος, τον σωλήνα παροχής αερίου προστασίας ,τα ηλεκτρικά καλώδια εντολών της μηχανής και τον οδηγό του υλικού εναπόθεσης (σπιράλ).

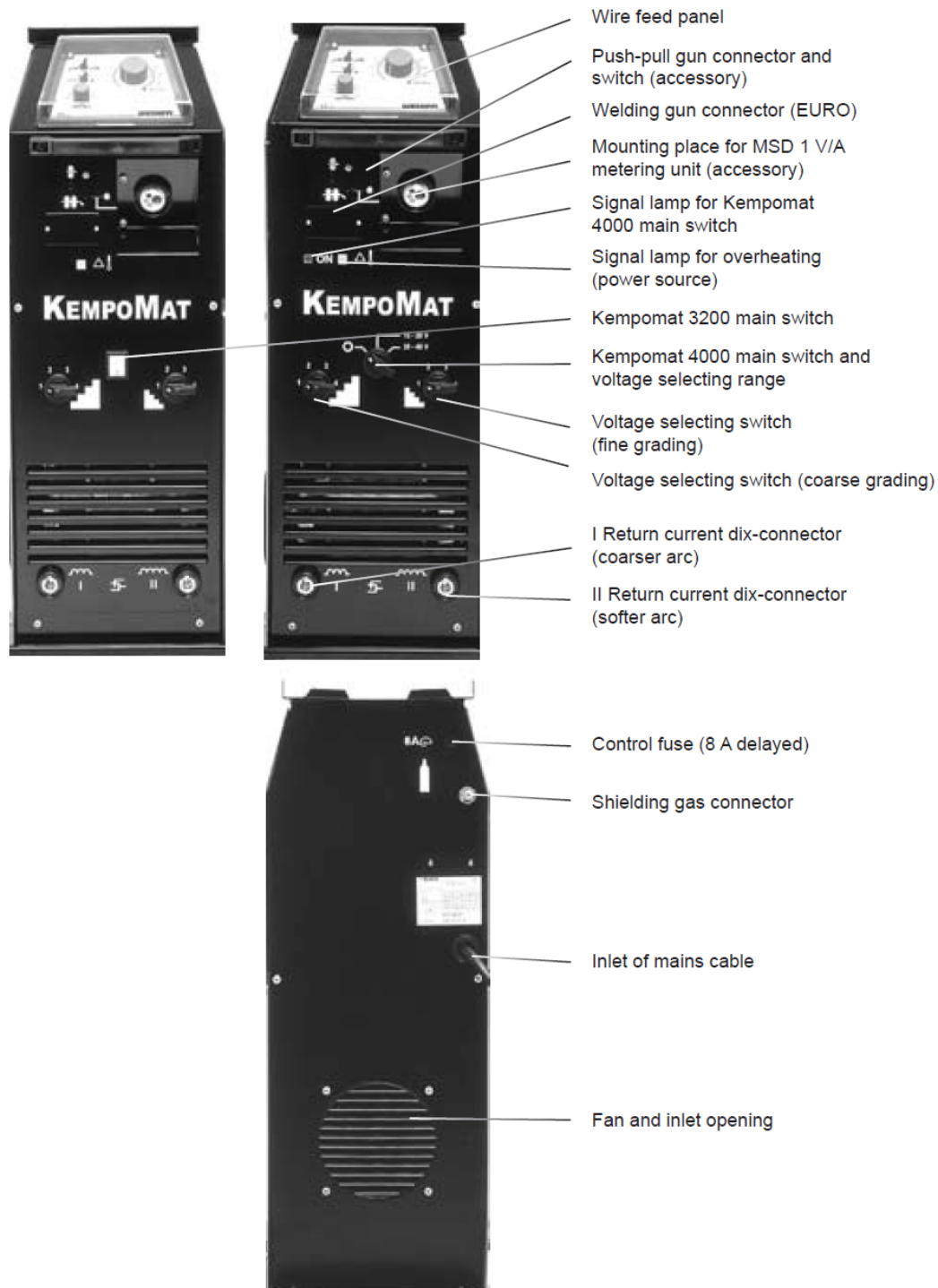
3.3) Υλικό εναπόθεσης της μηχανής

Το υλικό εναπόθεσης της μηχανής είναι σε μορφή σύρματος με διατομές και σύσταση σύμφωνα με τους σχετικούς κανονισμούς περιτυλιγμένο σε μπομπίνες οι οποίες εγκαθίστανται σε κατάλληλη υποδοχή της μηχανής πλησίον του τροφοδότη μηχανισμού της. Με διάταξη ανοίγματος και κλειδώματος στη θέση αυτή .

3.4) Τοποθέτηση της φιάλης του αερίου προστασίας

Κάθε μηχανή μεθόδου MIG-MAG φέρει κατάλληλη υποδοχή τοποθέτησης της φιάλης του αερίου προστασίας στο πίσω μέρος αυτής .Οι φιάλες αερίου προστασίας είναι σύμφωνες με τους ισχύοντες κανονισμούς ως προς την κατασκευή τους , φέρουν παροχόμετρο ελέγχου της ροής του αερίου, μανόμετρο ελέγχου της πίεσης του αποθηκευμένου αερίου καθώς και κατάλληλα κλείστρα στο επάνω τους περιβαλλόμενα από ειδικό κοχλιωτό εξάρτημα προκειμένου να αποφευχθούν προβλήματα στο κλείστρο τους από τυχόν χτυπήματα ή πτώση . Η παροχή του αερίου προστασίας στις μηχανές αυτές ενδείκνυται να έχει τιμή από 8-20 lt/ min .

4) Στη συνέχεια ακολουθεί η εικόνα της μηχανής:



Διακρίνονται στην παραπάνω εικόνα :

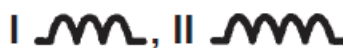
1. Οι κύριοι διακόπτες της μηχανής
2. Οι δευτερεύοντες διακόπτες
3. Το πάνελ διακοπτόμενης ή μη λειτουργίας και ρύθμισης της Vd
4. Διάφορες λυχνίες
5. Οι υποδοχές του ακροδέκτη της λαβίδας για την εναλλαγή της συχνότητας του ρεύματος εξόδου
6. Η έξοδος του αέρα ψύξης
7. Η θέση της ασφάλειας προστασίας του μηχανήματος
8. Η πράσινη ενδεικτική λυχνία δείχνει ότι το μηχάνημα είναι έτοιμο για λειτουργία

Το μηχάνημα λειτουργεί με τις ακόλουθες τιμές τάσης και με βραχυκυκλωμένο τόξο

Kempomat 4000

15 - 28 V 1 / 4 1 / 4 - 4 / 4	15,9 - 17,3 V
15 - 28 V 2 / 4 1 / 4 - 4 / 4	17,9 - 19,7 V
15 - 28 V 3 / 4 1 / 4 - 4 / 4	20,4 - 22,8 V
15 - 28 V 4 / 4 1 / 4 - 4 / 4	23,7 - 27,0 V
28 - 48 V 1 / 4 1 / 4 - 4 / 4	28,2 - 30,7 V
28 - 48 V 2 / 4 1 / 4 - 4 / 4	31,6 - 34,8 V
28 - 48 V 3 / 4 1 / 4 - 4 / 4	36,0 - 40,1 V
28 - 48 V 4 / 4 1 / 4 - 4 / 4	41,7 - 47,3 V

4.1 Ρύθμιση συχνότητας ρεύματος συγκόλλησης I, II



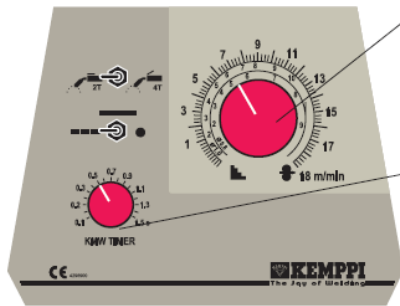
Η συχνότητα ρεύματος συγκόλλησης ρυθμίζεται συνδέοντας τον ακροδέκτη της λαβίδας σε μια από τις δύο υποδοχές στο εμπρόσθιο μέρος της μηχανής.

Η υποδοχή που σημειώνονται με το σύμβολο I δίνει ένα εκτεταμένο φαρδύ τόξο, κατάλληλο για την συγκόλληση λεπτών ελασμάτων σιδηρούχων και μη σιδηρούχων μετάλλων με χρήση 0,6 έως 1,0 mm υλικών εναπόθεσης συνήθως με χρήση προστατευτικό αέριο CO₂.

Η υποδοχή που σημειώνονται με το σύμβολο II είναι κατάλληλη για παχύτερα υλικά εναπόθεσης ειδικότερα για αλουμίνιο και το ανοξείδωτο.

4.2) Πάνελ ελέγχου ταχύτητας Vd του υλικού εναπόθεσης και KMW timer.

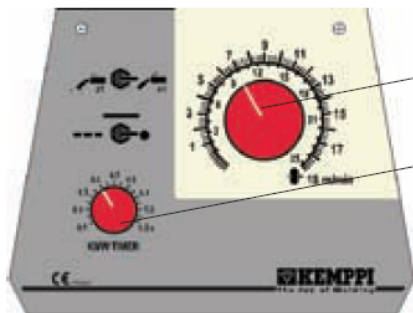
Kempomat 2500



Adjustment potentiometer for wire feed

KMW timer
continuous/hold
continuous/spot/cycle arc welding
spot or cycle time

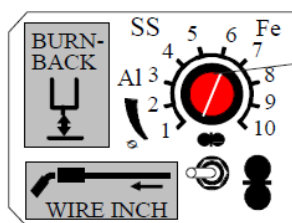
Kempomat 3200, 4000



Adjustment potentiometer for wire feed

KMW timer
continuous/hold
continuous/spot/cycle arc welding
spot or cycle time

4.3. WIRE FEEDER UNIT



Burn back time (according to filler material and wire feed)

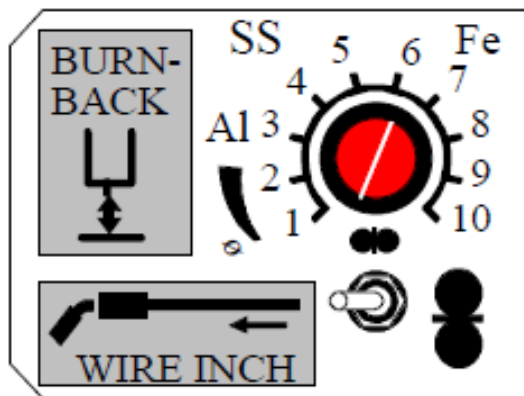
Wire inch switch (wire feed into gun)

Σύμφωνα με την εικόνα υπάρχουν οι ακόλουθες λειτουργίες :

1. Διακοπτόμενη ραφή - συνεχής ραφή (αριστερό εικονίδιο)
2. Ρύθμιση της ταχύτητας Vd του υλικού εναπόθεσης (δεξιό εικονίδιο) , ταχύτητα έως 25 m / mim

Ιδιαίτερα σημαντικός παράγοντας για την καλή λειτουργία της

4.3) Ρυθμιστής καθυστέρησης του ρεύματος συγκόλλησης



Διαφορετικά υλικά εναπόθεσης και αέρια προστασίας, συμπεριφέρονται με διαφορετικούς τρόπους στο τέλος μιας συγκόλλησης είναι κατά συνέπεια αναγκαίο να απενεργοποιείται το ρεύμα συγκόλλησης με κάποια καθυστέρηση κατά περίπτωση. Αν προσπαθήσουμε να τερματίσουμε μια ραφή με ακατάλληλο χρόνο παύσης του ρεύματος συγκόλλησης, το υλικό εναπόθεσης θα καεί, ενδεχομένως να δημιουργηθεί κάποια φούσκα στο σημείο συγκόλλησης και το υλικό εναπόθεσης ιδιαίτερα αν αφορά ελαφριά μέταλλα και κράματα να κολλήσει επάνω στον οδηγό μπέκ της βαλβίδας .

Παράγοντες που επηρεάζουν την καθυστέρηση.

- Η ταχύτητα τροφοδοσίας του υλικού εναπόθεσης, επιδρά σημαντικά στον χρόνο καθυστέρησης του ρεύματος συγκόλλησης. Με χαμηλή ταχύτητα τροφοδοσίας υλικού εναπόθεσης, επιλέγουμε πάντα τον ελάχιστο χρόνο καθυστέρησης του ρεύματος συγκόλλησης.
- Η τήξη του αλουμινίου είναι πολύ ταχύτερη απ' ότι στους χάλυβες και κατά συνέπεια, ο χρόνος καθυστέρησης του ρεύματος συγκόλλησης θα πρέπει να είναι σαφώς μικρότερος. Υλικά εναπόθεσης από κοινό χάλυβα απαιτούν περισσότερη καθυστέρηση του ρεύματος συγκόλλησης απ' ότι οι ανοξείδωτοι χάλυβες.
- Μεγαλύτερου πάχους υλικά εναπόθεσης επίσης απαιτούν μεγαλύτερο χρόνο καθυστέρησης του ρεύματος συγκόλλησης.

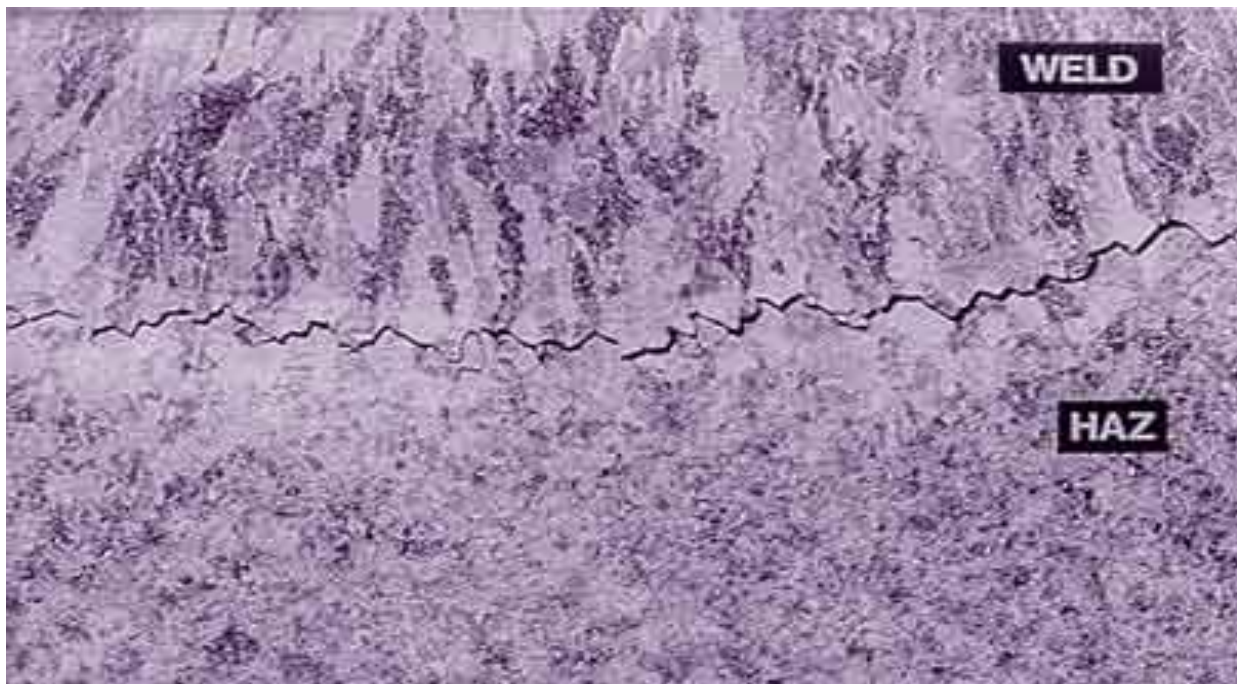
Όλα τα παραπάνω ρυθμίζονται μέσω της εικονιζόμενης διάταξης η οποία βρίσκεται παραπλεύρως του τροφοδότη μηχανισμού της μηχανής με πλήρης επιλογές .

Kempomat 4000

Rated voltage	230 V, 400 V
Connection voltage	
3~ 400 V	380 V -10%...415 V +6%
3~ 230 V	220 V -10%...240 V +6%
Connection capacity	
230 V / 400 V	
40 % ED	18.5 kVA
60 % ED	13.5 kVA
100 % ED	9.0 kVA
Loading capacity	
(nominal values)	
40 % ED	400 A / 34 V
60 % ED	325 A / 30 V
100 % ED	260 A / 27 V
Control range	40 - 400 A / 15 - 34 V
Voltage steps	32 steps
Open circuit voltage max.	48 V
Efficiency	400 A / 34 V 80 %
Power factor	400 A / 34 V 0.95
Fuse	8 A delayed
Wire feeder unit	4-roll drive
Diameter of feed roll	32 mm
Wire feed speed	0...18 m / min
Filler wires	0...25 m / min
∅ Fe, Ss	0.6...1.2 mm
∅ Cored wire	0.8...1.6 mm
∅ Al	1.0...1.6 mm
Wire reel	
max. weight	20 kg
max. size	∅ 300 mm
Gun connector	Euro
Temperature class	H (180 °C)
Operation temperature range	-20...+40 °C
Storage temperature range	-40...+60 °C
Degree of protection	IP 23C
External dimensions	
length	970 mm
width	480 mm
height	970 mm
Weight	130 kg

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Θερμικά Επηρεαζόμενη Ζώνη Κοινού Χάλυβα



6.1 Γενικές πληροφορίες

Ο σίδηρος είναι αλλοτροπικό στοιχείο με σημείο τήξης 1539°C . Ανάλογα με τη θερμοκρασία παρουσιάζεται με τις εξής μορφές:

- Μέχρι την θερμοκρασία των 910°C : Χαρακτηρίζεται ως Fe- α (περλίτης) και κρυσταλλώνεται στο σύστημα bcc (χωροκεντρωμένης κυβικής μορφής)
- Στην θερμοκρασιακή περιοχή ($910^{\circ}, 1400^{\circ}$): Χαρακτηρίζεται ως Fe- γ (ωστενίτης) και κρυσταλλώνεται στο σύστημα fcc (ενδοκεντρωμένης κυβικής μορφής)
- Στη θερμοκρασιακή περιοχή ($1400^{\circ}, 1539^{\circ}$): Χαρακτηρίζεται ως Fe- δ (σίδηρος δ) και κρυσταλλώνεται στο σύστημα bcc().

Οι παραπάνω μεταβολές επηρεάζονται από τα στοιχεία με τα οποία σχηματίζει κράματα ο Fe.

Μεταβολές των ιδιοτήτων του Fe παρατηρούνται σε διάφορες θερμοκρασίες όπως:

- Κατά τη θέρμανση του, διερχόμενος από τη θερμοκρασία των 768°C μετατρέπεται από σιδηρομαγνητικό σε παραμαγνητικό υλικό.
- Κατά τη μετατροπή του από Fe- α σε Fe- γ παρατηρείται συστολή όγκου.

Ο σίδηρος σχηματίζει με τον άνθρακα στερεά διαλύματα παρεμβολής σε κάθε θερμοκρασία. Η κατάσταση απεικονίζεται στο διάγραμμα ισορροπίας Fe-C.

6.2 Προσδιορισμός της ΘΕΖ

Ως Ζώνη συγκόλλησης ή ΘΕΖ ορίζουμε το τμήμα που περιλαμβάνει τη συγκόλληση (ραφή) μαζί με τις γειτονικές περιοχές των συνδεομένων μερών, οι οποίες δέχονται την επίδραση της θερμοκρασίας που αναπτύσσεται κατά τη συγκόλληση. Η φύση της ΘΕΖ εξαρτάται από τη σύνθεση και τη μικροδομή του βασικού μετάλλου.

Η μέθοδος με την οποία μπορούμε να λαμβάνουμε πειραματικές μετρήσεις έτσι ώστε να μπορούμε να προσδιορίσουμε τους θερμικούς κύκλους είναι με τη χρήση θερμοστοιχείων κατάλληλα τοποθετημένα σε προκαθορισμένες θέσεις.

6.3 Παράγοντες που επιδρούν στο ρυθμό ψύξης της ΘΕΖ

Ο ρυθμός ψύξης καθορίζει τη μικροδομή και τη σκληρότητα της ΘΕΖ. Οι παράγοντες που επηρεάζουν το ρυθμό αυτό είναι το πάχος του ελάσματος, οι συνθήκες συγκόλλησης, η προθέρμανση, το μήκος συγκόλλησης κ.α.

Πιο αναλυτικά:

- **Πάχος ελάσματος και αρχική θερμοκρασία:**

Όταν αυξάνεται το πάχος του ελάσματος μέχρι κάποια τιμή έχει παρατηρηθεί ότι αυξάνεται και ο ρυθμός ψύξης και πάνω από το όριο αυτό παραμένει ουσιαστικά σταθερός. Επίσης, παρατηρείται με την αύξηση της θερμοκρασίας της προθέρμανσης, μείωση του ρυθμού ψύξης.

- **Συνθήκες Συγκόλλησης:**

Η θερμότητα που δίδεται στο έλασμα είναι ανάλογη της έντασης του ρεύματος. Γενικά ισχύει ότι ο ρυθμός ψύξης μειώνεται με την αύξηση του λόγου I/u , όπου u η ταχύτητα της πηγής θερμότητας.

- **Είδος Επένδυσης Ηλεκτροδίου:**

Σύμφωνα με τις πειραματικές μετρήσεις που έχουν γίνει μέχρι στιγμής, εφόσον οι συγκολλήσεις γίνονται κάτω από τις ίδιες συνθήκες, η επίδραση του είδους της επένδυσης των ηλεκτροδίων δεν είναι τόσο σημαντική στο ρυθμό ψύξης. Ανάλογα το είδος της επένδυσης των ηλεκτροδίων προκαλούνται διαφοροποιήσεις στην ελκυσόμενη θερμότητα κατά τη χημική αντίδραση και στο σημείο τήξης της επένδυσης ή της σκουριάς όπου υφίστανται και αλλαγές στο θερμικό κύκλο.

- **Μήκος Συγκόλλησης και Γεωμετρία Ραφής:**

Όσο αφορά τις αυχενικές και επιφανειακές συγκολλήσεις έχει παρατηρηθεί ότι ο ρυθμός ψύξης στο κέντρο και στον κρατήρα της συγκόλλησης μειώνεται με την αύξηση του μήκους συγκόλλησης μέχρι μία συγκεκριμένη τιμή. Ακόμη, ο ρυθμός ψύξης στον κρατήρα μίας συγκόλλησης έχει διπλάσια τιμή περίπου στο κέντρο μίας συγκόλλησης μεγάλου μήκους. Επίσης, στη ΘΕΖ μίας αυχενικής συγκόλλησης ο ρυθμός ψύξης είναι αρκετά μεγαλύτερος από ότι σε μία επιφανειακή συγκόλληση για τις ίδιες συνθήκες.

- **Θερμικές Ιδιότητες του Υλικού:**

Για την επίδραση που έχουν οι θερμικές ιδιότητες του υλικού στη θερμοκρασιακή κατανομή ισχύουν τα ακόλουθα:

- a. Για μεγάλους συντελεστές θερμικής διάχυσης παρουσιάζονται μεγαλύτεροι ρυθμοί ψύξης για θερμικό κύκλο με δεδομένη μέγιστη θερμοκρασία.
- b. Για μικρό συντελεστή θερμικής διάχυσης είναι πιο απότομη η κατανομή των μέγιστων θερμοκρασιών ως συνάρτηση της απόστασης από τον άξονα της συγκόλλησης.
- c. Όσο μεγαλύτερος ο συντελεστής θερμικής διάχυσης τόσο μικρότερος ο χρόνος παραμονής σε υψηλή θερμοκρασία για θερμικό κύκλο με δεδομένη μέγιστη θερμοκρασία.

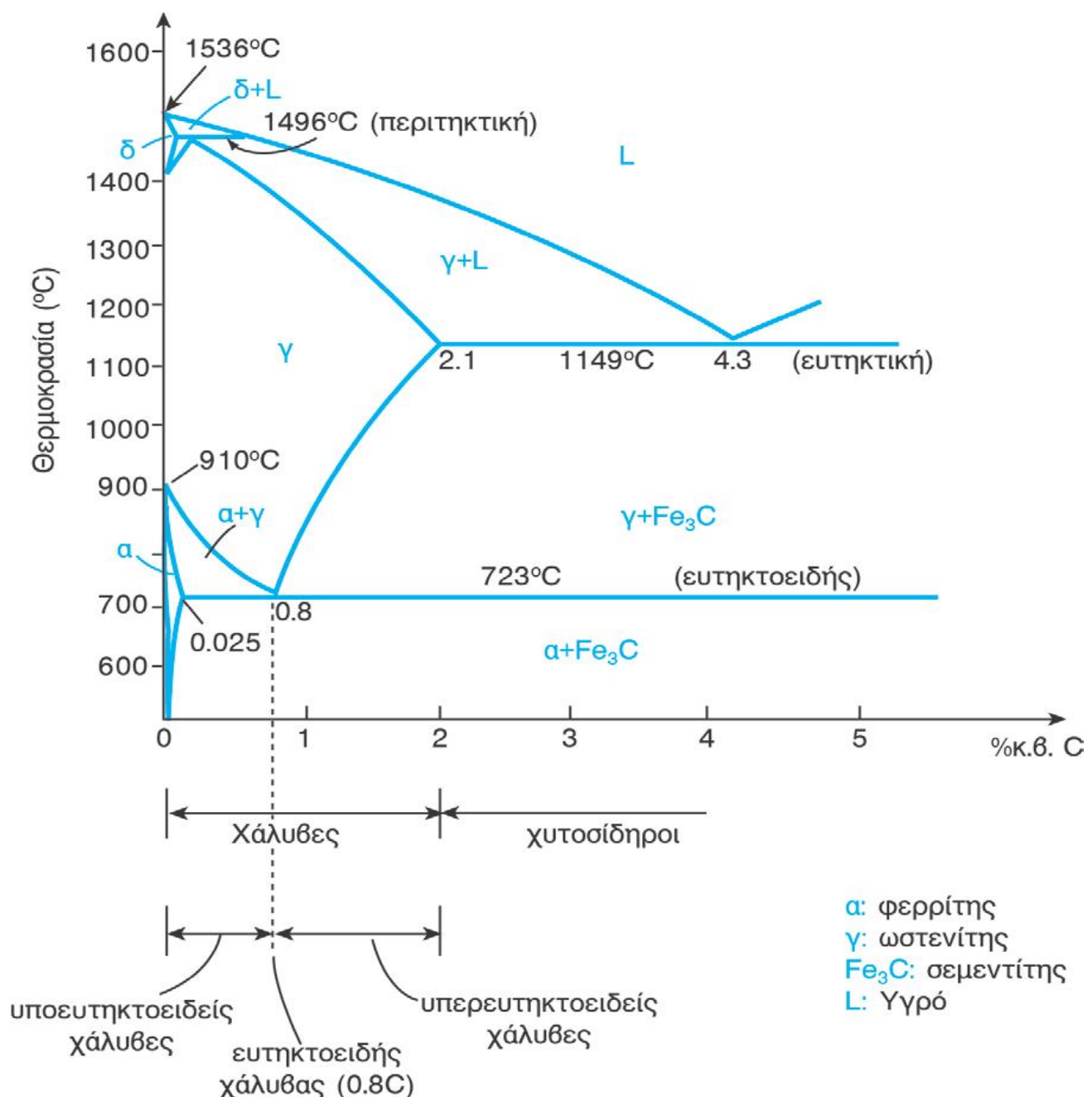
6.4. Το διμερές διάγραμμα φάσεων Fe-C.

Πρακτικά, το διάγραμμα αυτό παρουσιάζει τεχνολογικό ενδιαφέρον για περιεκτικότητα σε C μέχρι 6,7%. Η σύσταση αυτή (6,7% C) αντιστοιχεί σε μια μεσομεταλλική (χημική) ένωση που ονομάζεται σεμεντίτης (ή καρβίδιο του σιδήρου) και έχει χημικό τύπο: Fe_3C .

Γι' αυτό και πολλές φορές το εν λόγω διάγραμμα των φάσεων ονομάζεται και διάγραμμα Fe- Fe_3C ή μετασταθές διάγραμμα Fe-C.

Στο διάγραμμα φάσεων του σχήματος φαίνονται οι τρεις περιοχές τεχνικών κραμάτων Fe-C με μεγάλο βιομηχανικό ενδιαφέρον :

- **σίδηροι**, με ποσοστό άνθρακα από 0-0,02%
- **χάλυβες**, με ποσοστό άνθρακα από 0,02-2%
- **χυτοσίδηροι**, με ποσοστό άνθρακα από 2-5%



Από το διάγραμμα φάσεων φαίνονται τέσσερις διαφορετικές στερεές φάσεις :

- α-φερρίτης ή απλώς φερρίτης,
- ωστενίτης (γ),
- σεμεντίτης (Fe_3C)
- δ-φερρίτης.

Φερρίτης (α) : Η φάση αυτή είναι στερεό διάλυμα παρεμβολής του α -Fe και είναι κρυσταλλωμένη στο κυβικό χωροκεντρωμένο σύστημα (κ.χ.), με διαλυμένο άνθρακα σε θέσεις παρεμβολής, σε ποσοστό μέχρι 0,02% στους 727°C. Η διαλυτότητα του C στον α -Fe μειώνεται στο 0,008% στη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Η σκληρότητά του κυμαίνεται από 70-200 HV.

Ωστενίτης (γ) : Πρόκειται για στερεό διάλυμα παρεμβολής του γ -Fe, που κρυσταλλώνεται στο κυβικό εδροκεντρωμένο σύστημα (κ.ε.), με διαλυμένο άνθρακα σε πολύ μεγαλύτερα ποσοστά από ότι στο φερρίτη. Συγκεκριμένα, η περιεκτικότητα σε C του ωστενίτη μπορεί να φθάσει έως και 2,1% στους 1148°C.

Σεμεντίτης (Fe_3C) : Πρόκειται για μεσομεταλλική ένωση παρεμβολής. Το κρυσταλλικό του πλέγμα είναι ορθορομβικό, βασικεντρωμένο και η σύσταση σε C είναι απόλυτα καθορισμένη σε ποσοστό ίσον προς 6,7% κ.β. (25% κατά άτομο). Όπως οι περισσότερες μεσομεταλλικές ενώσεις, έτσι και το καρβίδιο του σιδήρου (σεμεντίτης) είναι ένωση πολύ σκληρή και εύθραυστη. Η σκληρότητά του κυμαίνεται από 850-1100 HV.

δ-Φερρίτης : Πρόκειται για στερεό διάλυμα παρεμβολής του δ -Fe, που κρυσταλλώνεται στο χωροκεντρωμένο κυβικό σύστημα (κ.χ.), με διαλυμένο C έως περίπου 0,09% στους 1495°C. Η διαλυτότητα του C στο δ -Fe είναι μεγαλύτερη από ότι στον α -Fe, λόγω της διαστολής της μοναδιαίας κυψελίδας που παρουσιάζεται με την άνοδο της θερμοκρασίας.

Βασικοί μετασχηματισμοί φάσεων στο διάγραμμα Fe-Fe₃C

Οι βασικοί μετασχηματισμοί φάσεων που παρουσιάζουν ιδιαίτερο τεχνολογικό ενδιαφέρον είναι :

- ευτηκτοειδής μετασχηματισμός
- ευτηκτικός μετασχηματισμός

6.5 Ευτηκτοειδής μετασχηματισμός

Ο μετασχηματισμός αυτός είναι μεγαλύτερης σημασίας στην περίπτωση της μελέτης των χαλύβων. Είναι ο μετασχηματισμός του ωστενίτη (0.77% C) σε φερρίτη (0.02% C) και σεμεντίτη (6.7% C), σε θερμοκρασία 727°C. Η θερμοκρασία αυτή ονομάζεται **κάτω κρίσιμη θερμοκρασία** . Η αντίδραση αυτή παρίσταται ως εξής : $727^\circ\text{C} \gamma(0.8\%C) \alpha(0,02\%C) + \text{Fe}_3\text{C}(6,67\%C)$
Όπως φαίνεται, η παραπάνω αντίδραση, σε αντίθεση με τις προηγούμενες που εξετάστηκαν, λαμβάνει χώρα σε στερεή κατάσταση. Το μείγμα φερρίτη-σεμεντίτη, που παράγεται με βάση την ευτηκτοειδή αντίδραση, ονομάζεται περλίτης (σκληρότητα: 250-350 HV). Η ανάπτυξη του περλίτη, κατά την ψύξη, ξεκινά από τα σύνορα των κόκκων του ωστενίτη και εξελίσσεται με τη μορφή παράλληλων πλακών φερρίτη και σεμεντίτη μέχρις ότου διασπασθεί το 100% του ωστενίτη. Ένας χάλυβας με σύσταση ίση προς 0,77% C λέγεται **ευτηκτοειδής χάλυβας** (διότι έχει σύσταση ίση με την ευτηκτοειδή) και αποτελείται από περλιτικούς κόκκους.

Ένας χάλυβας με σύσταση μικρότερη από την ευτηκτοειδή (<0.77% C) λέγεται **υποευτηκτοειδής χάλυβας**.

Κατά την αργή απόψυξη ενός τέτοιου χάλυβα, ο ωστενίτης δε διατηρείται σταθερός μέχρι τους 727°C, αλλά ένα ποσοστό του διασπάται σε φερρίτη (α) κατά το πέρασμα στη διφασική περιοχή α+γ. Ο φερρίτης αυτός, ο οποίος προέρχεται από τη μερική διάσπαση του ωστενίτη, πριν από τη ευτηκτοειδή θερμοκρασία, ονομάζεται **προευτηκτοειδής φερρίτης**. Όταν κατά την ψύξη φθάσουμε στην ευτηκτοειδή θερμοκρασία (727°C), ο εναπομένον ωστενίτης μετατρέπεται, σύμφωνα με την ευτηκτοειδή αντίδραση, σε περλίτη (ευτηκτοειδές μείγμα φερρίτη και σεμεντίτη). Άρα ένας υποευτηκτοειδής χάλυβας αποτελείται από **προευτηκτοειδή φερρίτη και περλίτη**. Η θερμοκρασία στην οποία ξεκινά η διάσπαση του ωστενίτη σε φερρίτη ονομάζεται **άνω κρίσιμη θερμοκρασία**. Όταν η σύσταση ενός χάλυβα σε άνθρακα είναι μεγαλύτερη από την ευτηκτοειδή (>0,77% C), τότε ο χάλυβας ονομάζεται **υπερευτηκτοειδής**. Κατά την αργή απόψυξη ενός τέτοιου χάλυβα και πάλι ο ωστενίτης δε διατηρείται σταθερός μέχρι τους 727°C, καθώς περνάμε κατά την ψύξη στη διφασική περιοχή γ+Fe₃C. Έτσι, ένα μέρος του αρχικού ωστενίτη θα διασπασθεί σε σεμεντίτη. Ο σεμεντίτης αυτός, επειδή σχηματίζεται πριν από την ευτηκτοειδή θερμοκρασία, ονομάζεται **προευτηκτοειδής σεμεντίτης**. Ο προευτηκτοειδής σεμεντίτης σχηματίζεται γύρωδ από τα όρια των κόκκων του ωστενίτη κατά την ψύξη. Ο εναπομείνων ωστενίτης διασπάται, όταν φθάσουμε στην ευτηκτοειδή θερμοκρασία, σε περλίτη. Επομένως, ένας υπερευτηκτοειδής χάλυβας αποτελείται από κόκκους περλίτη, στα όρια των οποίων υπάρχει προευτηκτοειδής σεμεντίτης.

Για να βρεθεί το ποσοστό του περλίτη και της προευτηκτοειδούς φάσεως (φερρίτη ή σεμεντίτη), εφαρμόζεται ο κανόνας του μοχλού, μεταξύ της κατακόρυφης γραμμής που διέρχεται από την ευτηκτοειδή σύσταση (0,77% C) και της τομής της με την αντίστοιχη καμπύλη Solvus της ακραίας (προευτηκτοειδούς) φάσης (α ή Fe₃C).

Οι χάλυβες που περιέχουν, εκτός από άνθρακα, μικρά ποσοστά Mn (έως 1%) και πολύ χαμηλά ποσοστά S και P (<0,05%) ονομάζονται **κοινοί ανθρακούχοι χάλυβες** ή απλώς **ανθρακούχοι χάλυβες**. Στην περίπτωση που περιέχουν και άλλες προσμείξεις, με σκοπό τη βελτίωση των ιδιοτήτων τους, ονομάζονται **κραματομένοι χάλυβες**.

Άρα, συμπερασματικά οι ανθρακούχοι χάλυβες χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες :

- υποευτηκτοειδείς, C < 0,77%
- ευτηκτοειδείς, C = 0,77% και
- υπερευτηκτοειδείς, C > 0,77%

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Μη Καταστρεπτικοί Έλεγχοι Συγκολλήσεων



Ο έλεγχος των συγκολλήσεων είναι απαραίτητος προκειμένου να διαπιστωθεί αν η συγκόλληση έχει την απαιτούμενη μηχανική αντοχή. Ο έλεγχος αυτός μπορεί να γίνει είτε με μεθόδους μη καταστροφικού ελέγχου, όπου εξετάζεται το δοκίμιο ή η ραφή χωρίς όμως να καταστραφεί, είτε με μεθόδους, όπου υποβάλλονται έτοιμα προϊόντα σε ανάλογες φορτίσεις, με αποτέλεσμα την καταστροφή τους μετά τον έλεγχο. Στην παρούσα πτυχιακή θα εφαρμόσουμε και θα μελετήσουμε μεθόδους μη καταστρεπτικού ελέγχου διότι το δοκίμιο μας δεν έχει τις κατάλληλες διαστάσεις.

7.1 Ιστορική Αναδρομή

Οι μέθοδοι ΜΚΕ αναπτύχθηκαν τις τελευταίες δεκαετίες με αφορμή διαφόρων συμβάντων στη βιομηχανία καθώς και αναγκών που προέκυπταν στην εξέταση της αντοχής των ραφών

- **1854:** Δυστύχημα από αστοχία πιεστικού δοχείου με 21 θύματα και 50 τραυματίες στο Hartford του Connecticut. 10 χρόνια μετά ψηφίζεται νόμος για υποχρεωτικούς ετήσιους ελέγχους.
- **1895:** Ο Wilhelm Conrad Röntgen ανακαλύπτει τις γνωστές πλέον Ακτίνες-X και στην ανακοίνωσή του αναφέρει τη δυνατότητα εντοπισμού ελαττωμάτων.
- **1880 – 1920:** Εφαρμόζεται ο πρόδρομος της μεθόδου ελέγχου με Διεισδυτικό Υγρό με τη χρήση λαδιού και λευκού χρώματος (το εξάρτημα βυθίζεται σε λεπτόρρευστο λάδι και μετά βάφεται με λευκό χρώμα το οποίο μετατρέπεται σε καφέ όταν το λάδι που παράμεινε σε τυχόν ρωγμές βγαίνει προς τα έξω).
- **1920:** Ο Δρ. H. H. Lester αναπτύσσει τη βιομηχανική Ραδιογραφία των μετάλλων.
- **1926:** Διατίθεται το πρώτο όργανο Ρευμάτων Eddy που μετρά το πάχος υλικού.
- **1927 – 1928:** Το πρώτο σύστημα Μαγνητικής Επαγωγής εφαρμόζεται σε σιδηροδρομικές γραμμές.
- **1940 – 1944:** Αναπτύσσεται η μέθοδος Υπερήχων από τον Δρ. Floyd Firestone.
- **1950:** Ο J. Kaiser εισάγει την μέθοδο ΜΚΕ των Ακουστικών Εκπομπών.

7.2. Μέθοδοι μη καταστρεπτικού Ελέγχου

Μη καταστρεπτικοί έλεγχοι ραφών νοούνται οι έλεγχοι που γίνονται χωρίς την καταστροφή μερικώς ή ολικώς των μερών που απαρτίζουν την ραφή κατά συνέπεια δεν καταστρέφονται τα συνδεόμενα μέρη .Στους μη καταστρεπτικούς ελέγχους των ραφών συναντάμε βασικά τα ακόλουθα :

- Μία αξιόπιστη πηγή ενέργειας.
- Ένα δείγμα ελέγχου το οποίο, σε συνδυασμό με την πηγή ενέργειας που θα χρησιμοποιηθεί θα συντελέσει στην ένδειξη των πιθανών ασυνεχειών που υπάρχουν.
- Έναν ανιχνευτή ο οποίος θα χρησιμοποιηθεί ως μέσον προκειμένου να μετρηθούν οι διαφορές που θα εμφανιστούν από την πηγή ενέργειας ή την κατανομή της ενέργειας αυτής στο προς εξέταση δείγμα.
- Μία τεχνική μέσω της οποίας θα γίνει η καταγραφή των πληροφοριών που θα ληφθούν από τον ανιχνευτή.
- Επίσης, και ο τεχνικός έλεγχου των ραφών ο οποίος μέλημα του είναι να αξιολογεί όλα τα στοιχεία που παίρνει από τα παραπάνω μέσα.



Οι ΜΚΕ περιλαμβάνουν τις παρακάτω τεχνικές:

- Μέθοδος οπτικού ελέγχου
- Ραδιογραφία Νετρονίων
- Έλεγχος Υπέρηχων
- Μέθοδος ελέγχου με μαγνητικά σωματίδια
- Μέθοδος ελέγχου με διεισδυτικά υγρά
- Μέθοδος Ελέγχου με Δινορεύματα
- Μέθοδος ελέγχου ακουστικών εκπομπών

Οι ΜΚΕ μπορούν να γίνουν συμπληρωματικά των ΚΕ, παρουσιάζουν διαφορετικό βαθμό ακριβείας και οικονομίας από έναν ΚΕ.

Έχουν τις παρακάτω εφαρμογές σε διάφορες βιομηχανίες:

- Στην αυτοκινητοβιομηχανία(μηχανή, πλαίσιο)
- βιομηχανία(πρέσες, καλούπια, μηχανικά εξαρτήματα)
- κατασκευές(κτίρια, γέφυρες)
- πάρκα αναψυχής (παιχνίδια)
- Αεροδιαστημική (πύραυλοι, πλαίσια αεροπλάνων και διαστημόπλοιων)
- Σιδηρόδρομο (τροχοί , άξονες, σιδηροτροχιές) (αεροσκάφη, τρένα, κτίρια)
- αγωγούς αερίου και πετρελαιοαγωγούς
- εγκαταστάσεις παραγωγής ρεύματος, ορυχεία, πυρηνικές και πετροχημικές.
- Τα συρματόσχοινα γεφυρών ή ανυψωτικών μηχανημάτων.
- Σε υπόγειες σωληνώσεις.
- Σε πιεστικά δοχεία χημικών αντιδραστήρων.
- Σε κατασκευές από σκυρόδεμα και στον οπλισμό τους.
- Στον σκελετό ή στην επένδυση των αεροσκαφών.
- Στην Ιατρική (τομογραφίες, ακτινογραφίες, υπέρηχοι, καρδιογραφήματα, εγκεφαλογραφήματα κλπ).

7.2.1 Μέθοδος Οπτικού Ελέγχου

Η μέθοδος αυτή αποτελεί την πιο συνηθισμένη μέθοδο ελέγχου των ΜΚΕ, αφού είναι η πιο εύκολη, γρήγορη αλλά και οικονομική και δεν χρειάζεται και κάποιο ειδικό εξοπλισμό πέρα από την ορθή όραση του επιθεωρητή. Μέσα από τον έλεγχο αυτό μπορούμε να πάρουμε βασικές πληροφορίες οι οποίες συμφωνούν με τις προδιαγραφές συγκολλήσεων που υπάρχουν.

Το πιο βασικό κομμάτι της μεθόδου αυτής είναι η κατάλληλη εκπαίδευση του επιθεωρητή αναφορικά με τη γνώση του προϊόντος και της διαδικασίας, τις συνθήκες χρήσης και τα κριτήρια αποδοχής /απόρριψης.

Η συγκόλληση που θα ελεγχθεί θα πρέπει να φωτίζεται επαρκώς με την βοήθεια κάποιου είδους φακού ανάλογα και με την περίπτωση που απαιτείται ή κάποιου μεγεθυντικού φακού χαμηλής ενέργειας. Επίσης, χρησιμοποιούνται χάρακες , μικρόμετρα και διάφορα άλλα όργανα μέτρησης για την μέτρηση των διαστάσεων της συγκόλλησης αλλά και εξοπλισμό τονισμού χρωμάτων



Συγκολλήσεις οι οποίες δεν μπορούν να ελεγχθούν οπτικά σε κάποιο προϊόν του οποίου η κατεργασία έχει τελειώσει, θα πρέπει να ελέγχονται κατά τη διάρκεια της παραγωγής του προϊόντος. Για την εξασφάλιση όμως σωστών αποτελεσμάτων θα πρέπει πέρα από τον οπτικό έλεγχο να γίνεται και χρήση και άλλων μεθόδων.

Ένας σωστός και ποιοτικός οπτικός έλεγχος θα πρέπει να περιλαμβάνει τα εξής τρία στάδια:

✚ Έλεγχος πριν τη συγκόλληση

Ο έλεγχος αυτός ξεκινάει με την εξέταση του υλικού πριν την χρήση του, έτσι δύναται να προληφθούν τυχόν ελαττώματα που μπορεί να παρουσιαστούν όπως, Κόκκοι, μικροραφές, ελασματοποιήσεις αλλά και άλλες επιφανειακές ατέλειες. Στη συνέχεια αφού συναρμολογηθούν τα διάφορα μέρη ο ελεγκτής ελέγχει πιθανά ανοίγματα της ρίζας των διαφόρων σημείων που μπορούν να επηρεάσουν την ποιότητα αυτής και τις προδιαγραφές που εφαρμόζονται.

- Διείσδυση συνδέσμων, διαστάσεις, τελειώματα.
- Διαπίστωση καθαριότητας.
- Ευθυγράμμιση και σωστή τοποθέτηση των κομματιών που θα χρησιμοποιηθούν.

✚ Έλεγχος κατά τη διάρκεια της συγκόλλησης.

Ο ελεγκτής θα πρέπει να έχει αρκετή εμπειρία, να είναι γνώστης του αντικείμενου και να γνωρίζει τους ισχύοντες σχετικούς κανονισμούς

Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας μιας συγκόλλησης ο οπτικός έλεγχος ελέγχει τα εξής:

- Διαδικασία συγκόλλησης και συνθήκες συγκόλλησης.
- Μέταλλο που χρησιμοποιείται για την συγκόλληση.
- Ροή συγκόλλησης ή αέρια συγκόλλησης.
- Θερμοκρασία προθέρμανσης.
- Έλεγχος παραμορφώσεων.
- Διαστήματα επιθεωρήσεων.

Το πρώτο πέρασμα (ρίζα της συγκόλλησης) είναι σχεδόν το σημαντικότερο, διότι μας καθορίζει το τελικό αποτέλεσμα. Τα επόμενα περάσματα σε μία συγκόλληση πρέπει να γίνονται εις τρόπον ώστε εξολοκλήρου ή μέρος των να επικαλύπτουν την ραφή ρίζας και να ακολουθούν πορεία εις τρόπον ώστε να μην αναπτύσσονται μονόπλευρα οι όποιες εσωτερικές τάσεις λόγω θερμοκρασίας, να μην σχηματίζονται κενά υλικού τα οποία με τη σειρά τους ενδεχομένως να δημιουργήσουν διάφορα ελαττώματα.

Έλεγχος μετά τη συγκόλληση.

Σε μια πραγματοποιηθείσα συγκόλληση γίνονται οι ακόλουθοι:

- Έλεγχος ακρίβειας των διαστάσεων.
- Έλεγχος ανταπόκρισης με τις αρχικές σχεδιαστικές απαιτήσεις.
- Έλεγχος εμφάνισης ραφής.
- Έλεγχος ρωγμών.
- Έλεγχος θερμικής κατάστασης της ραφής.

Για τον εντοπισμό διαφόρων ατελειών, ρωγμών, χτυπημάτων, ανομοιογένεια συγκόλλησης ή ανακρίβειες διαστάσεων θα πρέπει η επιφάνεια να είναι καθαρή.

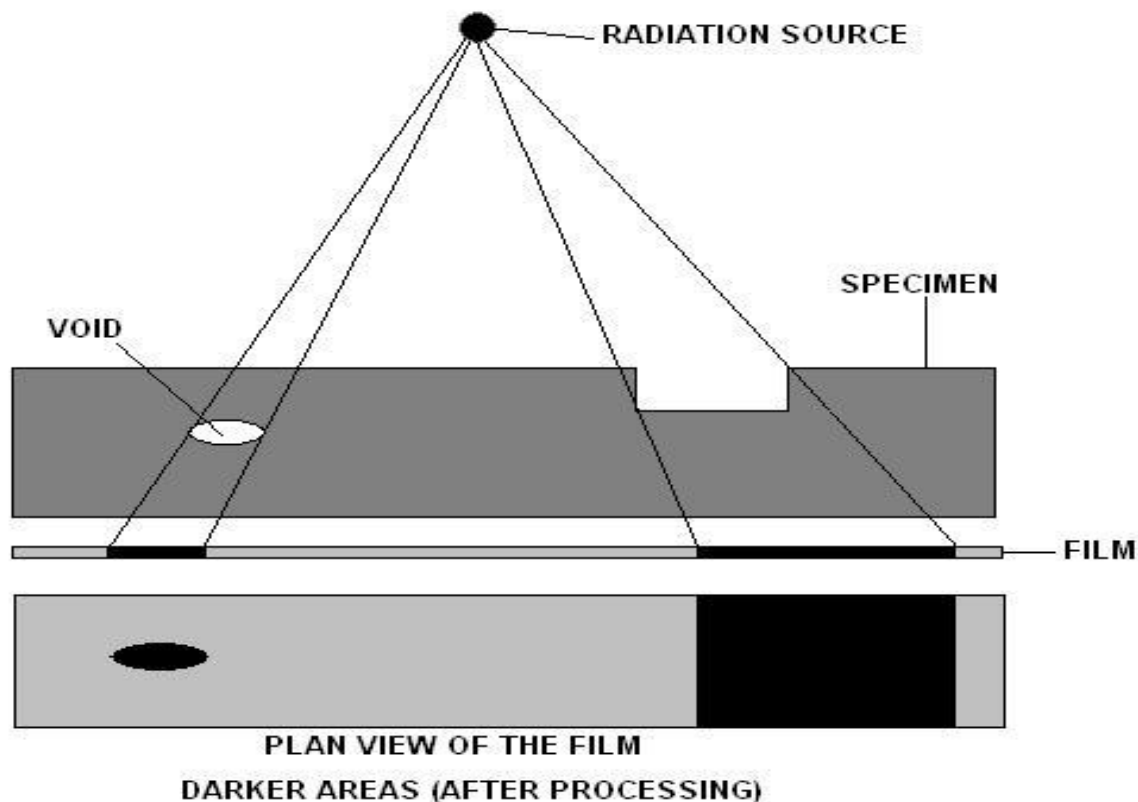
Ο έλεγχος αυτός πρέπει να είναι συνεχής καθ' όλη τη διάρκεια των όποιων ραφών απαιτηθούν, για να έχουμε

Στη μέθοδο παρατηρούνται τα παρακάτω:

- Οικονομική μέθοδος.
- Αξιόπιστη στο μέγιστο βαθμό που γίνεται.
- Απαιτεί σχετικά μικρή εκπαίδευση.
- Απαιτεί σχετικά μικρό εξοπλισμό για τις περισσότερες εφαρμογές.
- Η μέθοδος περιορίζεται σε εξωτερικούς ή επιφανειακούς ελέγχους μόνο.
- Η μέθοδος βασίζεται στην οπτική οξυδέρκεια τους παρατηρητή-ελεγκτή.

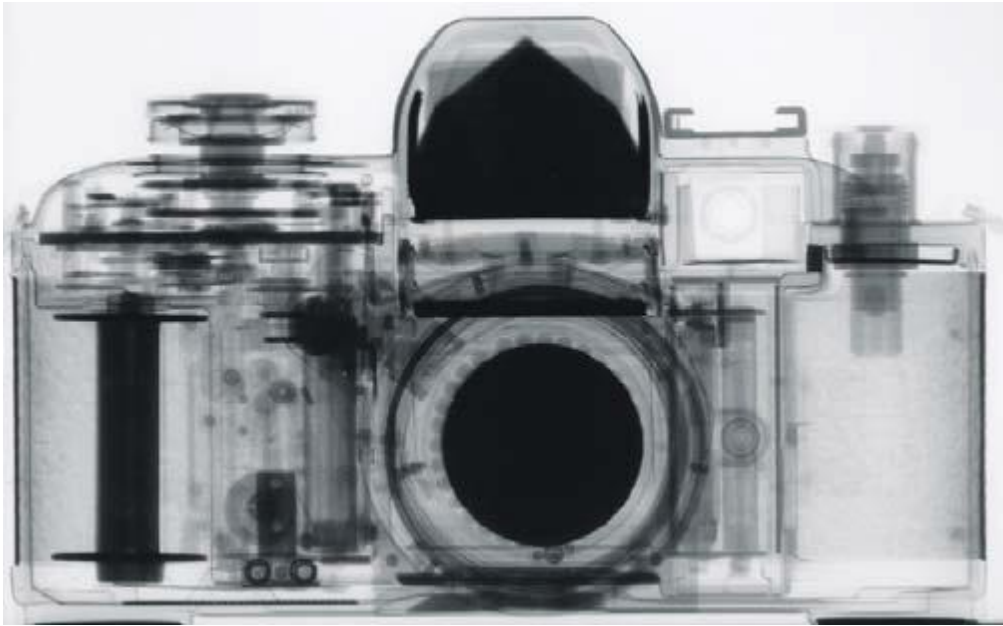
7.2.2 Ραδιογραφία Νετρονίων

Η ραδιογραφία νετρονίων χρησιμοποιεί την βασική αρχή σύμφωνα με την οποία μια ακτίνα βασικών σωματιδίων του πυρήνα ενός ατόμου, τα νετρόνια στην παρούσα περίπτωση, μπορεί να διαπεράσει τα μόρια ενός υλικού, και να «δει» την εσωτερική δομή του αντικειμένου. Για την ραδιογραφία νετρονίων μόνο τα λεγόμενα «θερμικά» νετρόνια μπορούν να χρησιμοποιηθούν επειδή τα «γρήγορα» νετρόνια θα περνούσαν εξ ολοκλήρου τόσο δια μέσω του αντικειμένου εξέτασης όσο και δια μέσω του φιλμ της ραδιογραφίας. Τα θερμικά νετρόνια υπολογίζεται ότι εμφανίζουν κατά μέσω όρο ενέργειες γύρω στα 0.025eV και κατευθύνονται προς το στόχο με μια πυκνότητα της τάξεως των $2 \cdot 10^9$ νετρονίων/cm²

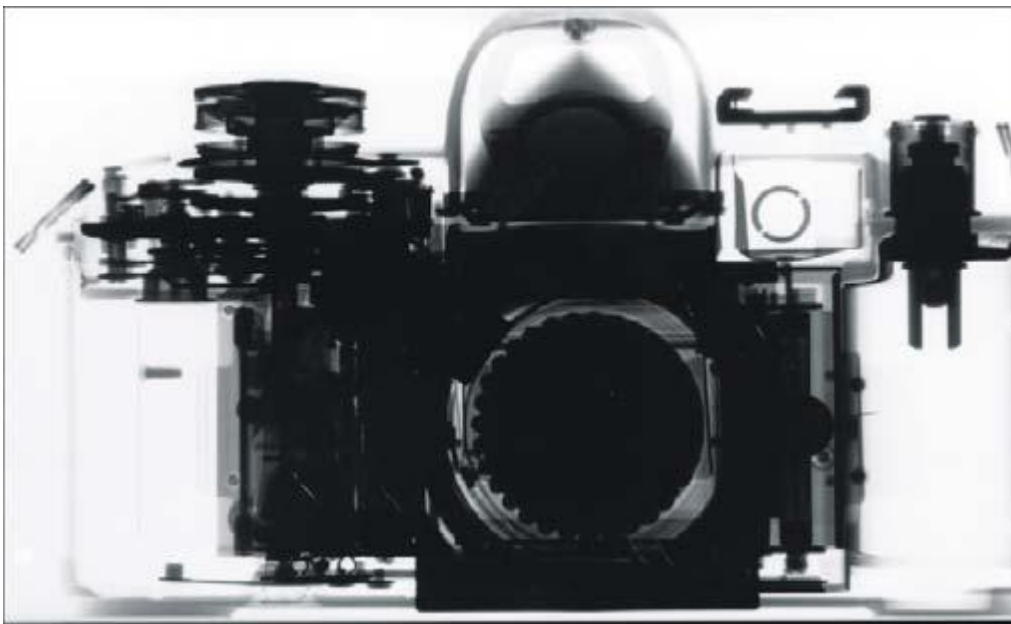


. Σε μια ραδιογραφία τα περισσότερα από τα νετρόνια περνούν αμέσως δια μέσω του αντικειμένου, εντούτοις, πολλά επιβραδύνονται ή σταματούν μέσω μιας διαδικασίας αποκαλούμενης εξασθένιση(attenuation). Η μείωση των νετρονίων εμφανίζεται μέσω της ελαστικής διασποράς, της ανελαστικής διασποράς (που αναπηδούν μακριά), της απορρόφησης νετρονίων, και των πυρηνικών αντιδράσεων. Για τα «θερμικά» νετρόνια που χρησιμοποιούνται στην ραδιογραφία νετρονίων, η απορρόφηση τους είναι η αρχική αλληλεπίδραση, εντούτοις, εμφανίζεται και κάποια διασπορά. Εδώ πρέπει να σημειώσουμε πως ορισμένα στοιχεία απορροφούν τα νετρόνια καλύτερα από άλλα. Πιο συγκεκριμένα ισότοπα όπως τα hydrogen1, nitrogen14, chlorine35, boron10, και lithium6 είναι κατάλληλα να απορροφήσουν τα νετρόνια, και κατά συνέπεια εμφανίζονται άσπρα στην τελική εικόνα του ραδιογραφικού φιλμ.

Τα νετρόνια είναι σε θέση να κάνουν σαφή διαχωρισμό μεταξύ των διαφορετικών ισότοπων και η ραδιογραφία νετρονίων είναι ένα σημαντικό εργαλείο για τις μελέτες των ραδιενεργών υλικών. Η εικόνα της ραδιογραφίας παράγεται με διάφορες μεθόδους. Στην ραδιογραφία νετρονίων (NR), μια ακτίνα νετρονίων καταγράφεται σε έναν δισδιάστατο ευαίσθητο ανιχνευτή θέσης αφού πρώτα έχει διαπεράσει το υπό εξέταση δείγμα. Το αποτέλεσμα που μας δίνει ο ανιχνευτής είναι μια εικόνα που αντιπροσωπεύει τη μακροσκοπική δομή του εσωτερικού των δειγμάτων. Εδώ πρέπει να σημειώσουμε πως η ακτίνα νετρονίων μειώνεται ανάλογα με το υλικό και τη γεωμετρία των δειγμάτων ακολουθώντας τον νόμο της μείωσης της ακτινοβολίας $F(x,y,E)=F_0(x,y,E)*e^{-S(x,y,E)*d}$. Ένα είδος εξοπλισμού μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι μια ειδικά κατασκευασμένη οθόνη από γαδολίνιο που απορροφά τα νετρόνια και γίνεται ραδιενεργή και έπειτα εκπέμπει ακτίνες γάμμα. Στην συνέχεια με την βοήθεια των ακτίνων γάμμα που παράχθηκαν η εικόνα αποτυπώνεται σε ένα τυπικό ραδιογραφικό φιλμ ακτίνων X.



Ραδιογραφία Νετρονίων φωτογραφικής μηχανής



Ραδιογραφία ακτίνων Χ φωτογραφικής μηχανής

Στη μέθοδο παρατηρούνται τα παρακάτω:

- Μεγάλη διεισδυτικότητα σε πλήθος διαφορετικών υλικών.
- Υψηλή αντίθεση στην αναπαράσταση λεπτών υποστρωμάτων και υλικών που περιέχουν υδρογόνο.
- Μεγάλη και ευκρινής ανάλυση σε πολύπλοκα τρισδιάστατα αντικείμενα
- Για την εκτέλεση της μεθόδου απαιτείται πυρηνικός αντιδραστήρας, ώστε να αποσπαστούν τα κατάλληλα νετρόνια
- Απαιτείται αυστηρή τήρηση των κανόνων ασφαλείας εξαιτίας της επικινδυνότητας των ακτίνων νετρονίων σε ζωντανούς ιστούς.
- Απαιτείται ακριβός και εξειδικευμένος εξοπλισμός.
- Η ποιότητα της ραδιογραφίας εξαρτάται άμεσα από το μέσο αποτύπωσης ακόμα και αν η διαδικασία της ραδιογραφίας έχει εκτελεστεί άψογα.

7.2.3 Έλεγχος Υπέρηχων



Έχοντας ως βασική αρχή την παραγωγή μιας δέσμης ήχου υψηλής συχνότητας με κατεύθυνση προς το υπό έλεγχο υλικό για τον εντοπισμό, τον έλεγχο και την αξιολόγηση εσωτερικών ασυνεχειών σε μέταλλα και άλλα υλικά, ο έλεγχος με υπερήχους αποτελεί την “ελίτ” των ελέγχων ποιότητας συγκολλήσεων αφού διενεργείται από υπερπολυτελή όργανα υψηλής τεχνολογίας. Η συσκευή υπερήχων αφουγκράζεται το εσωτερικό της συγκόλλησης και το αποτυπώνει ψηφιακά, έτσι η συνέχεια εμφανίζεται σαν μία απότομη κάθετη κατακόρυφη γραμμή σε μια CRT οθόνη.

Οι αρχές στις οποίες βασίζεται η εύρεση, ο εντοπισμός και η αξιολόγηση εσωτερικών ασυνεχειών είναι ο εξής:

- Η ταχύτητα του ήχου εντός ενός υλικού συγκεκριμένης πυκνότητας και σταθερού σχήματος, για να είναι δυνατή η μέτρηση των αποστάσεων.
- Το σχετικό εύρος ενός παλμού είναι ανάλογο του μεγέθους του ανακλαστήρα.

7.2.4 Μέθοδος ελέγχου με μαγνητικά σωματίδια



Με τη μέθοδο αυτή εντοπίζονται ασυνέχειες στις συγκολλήσεις ή στα άκρα των ως προς συγκόλληση μετάλλων οι οποίες δεν είναι διακριτές με γυμνό μάτι, ασυνέχειες οι οποίες βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια αλλά δεν είναι επιφανειακές αλλά και ασυνέχειες που είναι βαθιά μέσα στο υπό εξέταση υλικό και μπορούν να εντοπιστούν μόνο με συγκεκριμένο εξοπλισμό. Σε κάποιο μέταλλο δεν είναι απαραίτητο οι όποιες ασυνέχειες που μπορεί να υπάρχουν εντός αυτού να έχουν ως αποτέλεσμα την μείωση της ικανοποιητικής απόδοσής του κατά τη χρήση αυτού.

Για το λόγο αυτό είναι στην κρίση του ελεγκτή να κρίνει αν οι ασυνέχειες αυτές μπορούν να χαρακτηριστούν ως ελαττώματα. Ένα ακόμη βασικό κομμάτι του ελέγχου είναι η σωστή εφαρμογή της μεθόδου αυτής έτσι ώστε τα αποτελέσματα και οι πληροφορίες που θα πάρουμε να είναι ορθές.



Για το λόγο αυτό πριν από τον έλεγχο θα πρέπει να ξεκαθαρίζονται τα ακόλουθα σημεία:

1. Ποια κομμάτια συγκολλήσεων ή τι συγκολλήσεις θα ελεγχθούν.
2. Ποιες τεχνικές της μεθόδου των μαγνητικών σωματιδίων θα χρησιμοποιηθούν.
3. Ποιοι τύποι ατελειών θα απορρίπτονται και ποιοι τύποι θα θεωρούνται <<αποδεκτές>> έτσι ώστε να μην υπάρχουν αρνητικές επιπτώσεις στην χρήση για την οποία το υλικό προορίζεται.
4. Προσδιορισμός πιθανής διόρθωσης κάποιας ατέλειας και καθορισμός της επανάληψης και του επόμενου επιτρεπτού επανελέγχου.

Ο έλεγχος υλικών και συγκολλήσεων με τη μέθοδο αυτή μπορεί να εφαρμοστεί μόνο σε φερομαγνητικά υλικά των οποίων τα μαγνητικά χαρακτηριστικά του υλικού με το οποίο θα γίνει η συγκόλληση να είναι ίδια με αυτά του ως προς συγκόλληση μετάλλου στα οποία το υλικό της συγκόλλησης είναι επίσης φερομαγνητικό.

Αν για κάποιο λόγο γίνει ένωση σε μέταλλα με διαφορετικές μαγνητικές ιδιότητες τότε θα έχουμε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μαγνητικών ασυνεχειών που με τη σειρά τους θα δίνουν ενδείξεις ελαττωμάτων ακόμα και αν αυτό δεν ισχύει στην πραγματικότητα. Ακόμη άλλη μία περίπτωση που δεν μπορεί να μας δώσει καθαρές ενδείξεις για το είδος του ελαττώματος είναι και οι πόροι εντός του υλικού ή εγκλείσματα σκουριάς.

Επίσης, στη μέθοδο αυτή τον πρωταρχικό ρόλο παίζουν και οι παράγοντες οι οποίοι με τη σειρά τους εντοπίζουν τα σφάλματα με κάποιο βαθμό δυσκολίας. Ο βαθμός αυτός αυξάνεται ανάλογα με το μέγεθος της ασυνέχειας δηλαδή όσο μικρότερη ασυνέχεια τόσο πιο δύσκολος ο εντοπισμός της. Επίσης, άλλος ένας παράγοντας είναι και οι ασυνέχειες οι οποίες έχουν σχήμα σφαιρικό. Η μεγαλύτερη ευαισθησία σε αυτή τη μέθοδο παρατηρείται όταν τα ελαττώματα είναι κάθετα προς την επιφάνεια που ελέγχεται.

Άρα σε ένα μαγνητικό πεδίο όταν βρεθεί μία ασυνέχεια τότε θα πρέπει το υπό εξέταση υλικό είτε να αποκοπεί, είτε να διαστραφεί επαρκώς το μαγνητικό πεδίο έτσι ώστε να εμφανίζει μέσω των μαγνητικών σωματιδίων κάποια εξωτερική διαρροή. Επίσης, σε περιπτώσεις όπως είναι οι λεπτές ρωγμές, τα εγκλείσματα και οι λεπτές επιμηκυμένες ασυνέχειες όπου δεν εμφανίζεται κάποια ένδειξη που να υποδηλώνει την ύπαρξη κάποιου σφάλματος, τέτοιες ασυνέχειες μπορούν να εντοπιστούν χρησιμοποιώντας ένα μαγνητικό πεδίο που να μην είναι παράλληλο ως προς την ασυνέχεια.

Έτσι λαμβάνοντας υπόψη μας τα παραπάνω καθίστανται απαραίτητη η διεξαγωγή της μεθόδου των μαγνητικών σωματιδίων εφαρμόζοντας ένα μαγνητικό πεδίο σε διάφορες διευθύνσεις.

Ένας ακόμα παράγοντας που παίζει κυρίαρχο ρόλο σε αυτή τη μέθοδο ελέγχου είναι και η κατάσταση της επιφάνειας του υλικού. Για αυτό το λόγο θα πρέπει η επιφάνεια του υλικού να είναι στεγνή και καθαρή από συσσωρεύσεις στοιχείων όπως νερό, λάδι κτλ. Καθώς και η τραχύτητα της επιφάνειας του υλικού διότι μπορεί να επηρεάσει το μαγνητικό πεδίο αλλά και την συγκέντρωση των μαγνητικών σωματιδίων και αυτά με τη σειρά τους το όλο αποτέλεσμα μας.

Η βασική αρχή της μεθόδου είναι ότι δημιουργείται ένα μαγνητικό πεδίο σε ένα κομμάτι φερομαγνητικού υλικού, τότε δημιουργούνται μικροί πόλοι στις ασυνέχειες αυτές. Χάρη στους πόλους οι οποίοι έχουν την ιδιότητα να ελκύουν τα μαγνητικά σωματίδια, το υλικό μας μαγνητίζεται εισάγοντας σε αυτό υψηλή τάση ή τοποθετώντας το υλικό μέσα στο πηνίο το οποίο διαρρέεται από υψηλή τάση ή τοποθετώντας το υλικό σε επαφή με τους πόλους ενός μαγνήτη. Το μαγνητικό πεδίο όπου διακόπτεται από τις ασυνέχειες του υλικού παράγει ένα άλλο μαγνητικό πεδίο στην επιφάνεια του υλικού. Στη συνέχεια οι περιοχές που θα ελεγχτούν καλύπτονται από λεπτά μαγνητικά σωματίδια τα οποία αντιδρούν με το μαγνητικό πεδίο που έχει σχηματιστεί στην επιφάνεια. Έτσι τα σωματίδια αυτά δημιουργούν σχέδια πάνω στην επιφάνεια του υλικού εφόσον και αν υπάρχουν ασυνέχειες, αλλιώς παραμένει αμετάβλητο.

Σύμφωνα με τα παραπάνω λαμβάνουμε υπόψη μας και τη διεύθυνση του μαγνητικού πεδίου το οποίο θα πρέπει να έχει τη σωστή διεύθυνση για να παράγει ορθές ενδείξεις.

Έτσι υπάρχουν διάφοροι τρόποι ανάλογα τη διεύθυνση που έχουν οι μαγνητικές γραμμές του πεδίου που δημιουργείται.

Τα πεδία είναι:

1. Πλάγιο – κυκλικό μαγνητικό πεδίο.
2. Διαμήκες μαγνητικό πεδίο.

Άρα στη μέθοδο αυτή διαπιστώνουμε τα παρακάτω:

- Η μέθοδος δεν δίνει γρήγορα αποτελέσματα.
- Οικονομική και αξιόπιστη μέθοδος.
- Ο εξοπλισμός είναι φορητός.
- Τα μαγνητικά σωματίδια είναι ικανά να εντοπίσουν ασυνέχειες που βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια.
- Εφαρμόζεται μόνο σε φερο-μαγνητικά υλικά.
- Τα μέρη στα οποία εφαρμόζεται η μέθοδος θα πρέπει να είναι καθαρά πριν και μετά από την χρήση.
- Πυκνές επικαλύψεις μπορούν να καλύψουν σημαντικές ενδείξεις.
- Σε ορισμένες εφαρμογές απαιτείται απομαγνητισμός των διαφόρων μερών μετά την επιθεώρηση.
- Απαιτείται ηλεκτρική ενέργεια για τις περισσότερες εφαρμογές.

- Σφάλματα και ασυνέχειες που βρίσκονται βαθιά εντός του υλικού δεν είναι δυνατόν να αναδειχθούν.
- Δεν είναι εύκολη η διατήρηση των αποτελεσμάτων σε μορφή αρχείων ώστε να μπορεί ο ελεγκτής να ανατρέξει στα αποτελέσματα σε άλλη χρονική στιγμή.

7.2.5 Μέθοδος ελέγχου με διεισδυτικά υγρά

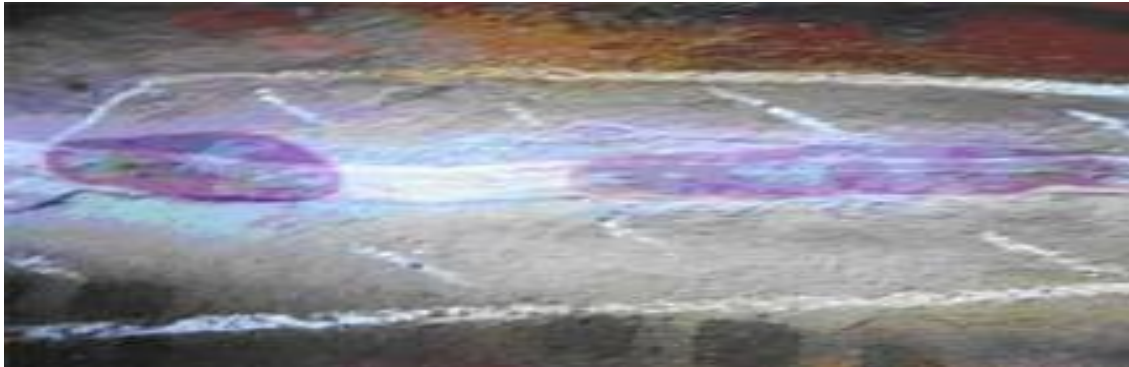
Η μέθοδος ελέγχου με διεισδυτικά υγρά είναι κατάλληλη στο να αναδεικνύει ασυνέχειες οι οποίες ξεκινούν από την επιφάνεια. Βασίζεται στην ικανότητα ορισμένων υγρών τα οποία ψεκάζουμε πάνω στην επιφάνεια (φωσφορίζοντα ή χρωστικές ουσίες) εισέρχονται στις χαραμάδες στις ρωγμές και παραμένουν εκεί ακόμα και όταν η επιφάνεια αυτή καθαριστεί από τα υγρά αυτά.

Ο έλεγχος με διεισδυτικά υγρά μπορεί να χωριστεί σε δύο βασικές κατηγορίες:

- ✚ **Τύπου Α**, γίνεται με τη χρήση χρωστικών ουσιών τα οποία είναι ορατά με το ανθρώπινο μάτι. Σε αυτή την περίπτωση η αφαίρεση των ουσιών αυτών γίνεται με τη χρήση νερού, γαλακτωμάτων και διαλυμάτων. Στο νερό μπορούν να χρησιμοποιηθούν και πρόσθετα.

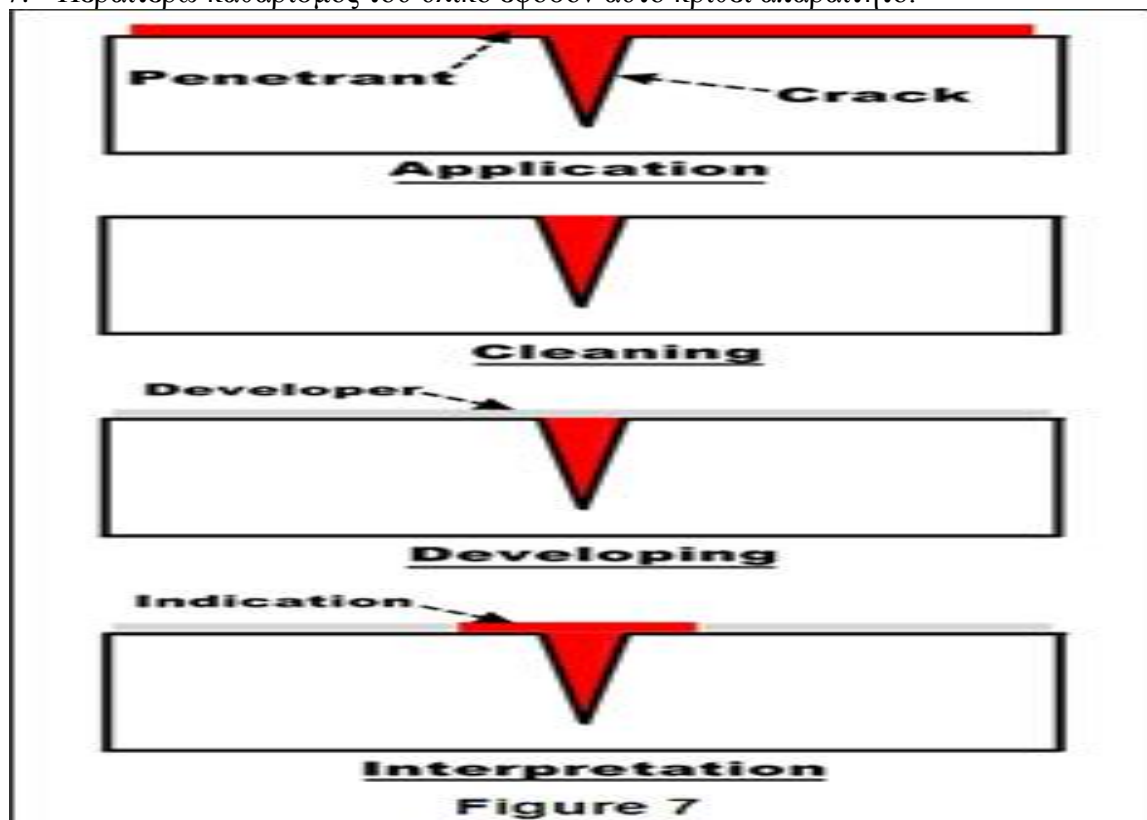


- ✚ **Τύπου Β**, γίνεται με τη χρήση φθοριζουσών ουσιών τα αποτελέσματα των οποίων γίνονται αντιληπτά μετά την έκθεση τους σε υπεριώδη ακτινοβολία παράγοντας φθορισμό. Επίσης, στην υπάρχουσα κατάσταση η μέθοδος αυτή πρέπει να γίνεται σε περιβάλλοντα χαμηλού φωτισμού. Και σε αυτή την περίπτωση η αφαίρεση ουσιών μπορεί να γίνει είτε με νερό, είτε προσθέτοντας ειδικά γαλακτώματα στην επιφάνεια του υλικού.



Πρέπει να εφαρμόζονται τα παρακάτω βήματα :

1. Καθαρισμός της υπό εξέταση επιφάνειας.
2. Εφαρμογή του διεισδυτικού υγρού.
3. Αναμονή συγκεκριμένου χρόνου μέσα στον οποίο το υγρό θα αρχίσει να δρα.
4. Αφαίρεση περισσευούμενου υγρού από την εξεταζόμενη επιφάνεια.
5. Εφαρμογή του εμφανιστή
6. Εξέταση και έλεγχος του υλικού και των αποτελεσμάτων.
7. Περαιτέρω καθαρισμός του υλικό εφόσον αυτό κριθεί απαραίτητο.



Στη μέθοδο διαπιστώνουμε τα παρακάτω:

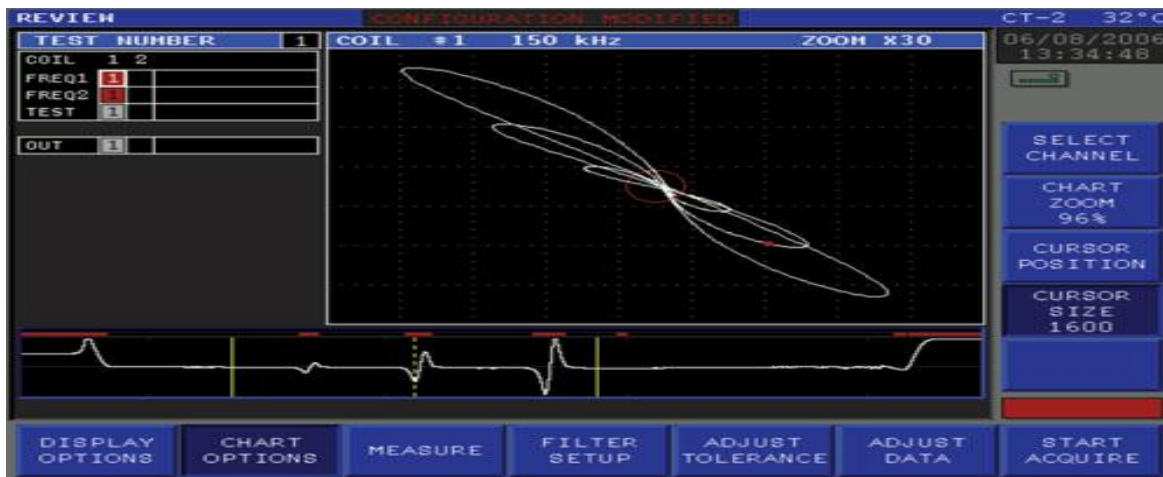
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλα τα μη πορώδη υλικά.
- Φορητότητα εξοπλισμού.
- Σχετικά χαμηλό κόστος εξοπλισμού.
- Αξιόπιστα αποτελέσματα των ελέγχων.
- Αποτελέσματα που μπορούν να γίνουν εύκολα και γρήγορα κατανοητά.
- Δεν απαιτείται ηλεκτρική ενέργεια εκτός από αυτή που χρειάζεται για τις πηγές φωτός.
- Οι όποιες ενδείξεις μπορούν αν εξετασθούν περαιτέρω με την βοήθεια της οπτικής μεθόδου.
- Επιφανειακά φιλμ όπως, στρώματα επικάλυψης, φύλλα, αλοιφές μετάλλων, σκεπάζουν ή κρύβουν πιθανές αστοχίες.
- Τα διάφορα μέρη θα πρέπει να καθαρίζονται πριν και μετά από τον έλεγχο.
- Θα πρέπει να τηρούνται αυστηροί κανόνες ασφαλείας για την διαχείριση των υγρών και των διαφόρων χημικών που χρησιμοποιούνται στην μέθοδο.
- Η μέθοδος των διεισδυτικών υγρών δεν μπορεί να εντοπίσει και να αναδείξει ατέλειες και σφάλματα που υπάρχουν εντός του υλικού.

7.2.6 Μέθοδος Ελέγχου με Δινορεύματα

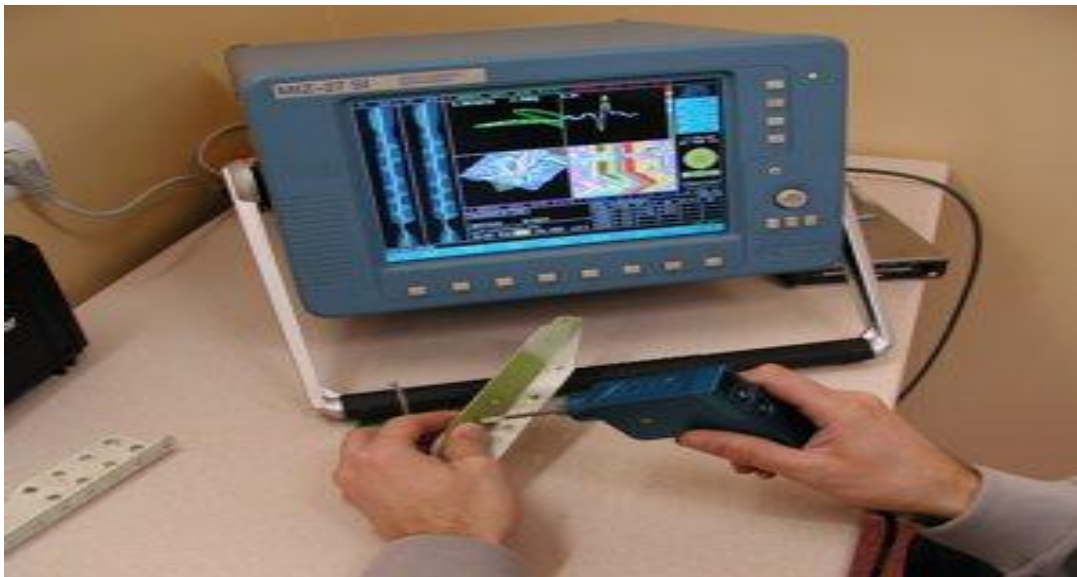


Η χρήση των δινορευμάτων με αρχικό πεδίο τον έλεγχο των αεροναυπηγικών κατασκευών, θεωρείται πλέον μία προσιτή και ακριβής μέθοδος ελέγχου, κατάλληλη για τον έλεγχο επιφανειακών και υποεπιφανειακών ασυνεχειών. Η μέθοδος των δινορευμάτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλα τα υλικά και κράματα όπως αλουμίνιο, χάλυβας ,ανοξείδωτος χάλυβας κλπ.

Τα δινορεύματα παράγονται σε ηλεκτρικά αγωγίμα μεταλλικά υλικά μέσω εναλλασσόμενου μαγνητικού πεδίου και η έντασή τους είναι μετρήσιμη. Οι ασυνέχειες του υλικού διαταράσσουν την ροή των δινορευμάτων και με την αντίστοιχη ένδειξη στην συσκευή επιτυγχάνεται ο εντοπισμός τους. Η συχνότητα του μαγνητικού πεδίου μπορεί να ξεκινά από 50 HZ και να φτάνει το 1 MHZ, ανάλογα τον τύπο του υλικού και το πάχος αυτού.



Χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα όργανα όπως πηγές εναλλασσόμενων ρευμάτων, σπείρες καλωδίων και βολτόμετρα μπορούμε να καταγράψουμε με ευκολία τα αποτελέσματα από τα δημιουργούμενα ηλεκτρικά ρεύματα καθώς και τις αλλαγές της τάσης που προκύπτουν.



Το ρεύμα αυτεπαγωγής δημιουργεί ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Έτσι όταν η ηλεκτρομαγνητική ενέργεια που παράχθηκε από τα πηνία εισέρχεται στο υπό εξέταση υλικό, μετατρέπεται κατά ένα μέρος σε θερμότητα ενώ η υπόλοιπη ενέργεια αποθηκεύεται υπό την μορφή ηλεκτρομαγνητικού πεδίου. Με τον τρόπο αυτό το ρεύμα που διαρρέει το πηνίο μεταφέρει πληροφορίες για τυχόν σφάλματα, ασυνέχειες, χημικές, μηχανικές αλλά και μεταλλικές ιδιότητες του καθώς και τις διαστάσεις του.

Η πραγματοποίηση της μεθόδου απαιτεί τα ακόλουθα:

- Ένα ή περισσότερα πηνία από τα οποία θα διέρχεται εναλλασσόμενο ρεύμα.
- Τα μέσα τα οποία θα μας δώσουν την ικανότητα να μετρήσουμε τις ηλεκτρικές ιδιότητες των πηνίων.
- Το προς εξέταση υλικό.

Ο χαρακτήρας της αλληλεπίδρασης ανάμεσα στα εφαρμοσμένα και στα παραγόμενα ηλεκτρομαγνητικά πεδία καθορίζεται από τους παρακάτω παράγοντες:

- Η εισαγωγή του ρεύματος αυτεπαγωγής εντός του μεταλλικού υλικού από τα εφαρμοσμένα ηλεκτρομαγνητικά πεδία. (έχει εφαρμογή στην περίπτωση μη φερομαγνητικών μετάλλων)
- Η δράση του εφαρμοσμένου πεδίου πάνω στις μαγνητικές περιοχές του υλικού.

Στην περίπτωση των φερομαγνητικών μετάλλων οι μεταβλητές οι οποίες επηρεάζουν τα αποτελέσματα της μεθόδου αυτής ανάλογα το υλικό είναι :

- Το σχήμα, οι εξωτερικές διαστάσεις και το πάχος του υλικού.
- Πάχος στρωμάτων επικάλυψης.
- Χημική σύνθεση του υλικού.
- Απόσταση ανάμεσα στο πηνίο που παράγει το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο και το προς εξέταση υλικό.
- Ατέλειες στην κρυσταλλική δομή του υλικού.
- Θερμοκρασία του υλικού.
- Ασυνέχειες και ανομοιογένειες εντός του υλικού.
- Κατανομή των ατόμων του υλικού ανάλογα την επεξεργασία που του έχει γίνει.
- Οι παραμένουσες και οι εφαρμόσιμες τάσεις στα φερομαγνητικά υλικά.

Όπως και σε όλες τις μεθόδους θα πρέπει να έχουμε κάποιες τυποποιήσεις έτσι ώστε να μπορούμε να εξασφαλίσουμε αν μία ασυνέχεια πληροί τις προϋποθέσεις ώστε να μπορούμε να την ορίσουμε ως αστοχία.

Ιδιαίτερα σημαντικά για τον ηλεκτρομαγνητικό έλεγχο είναι και τα ακόλουθα χαρακτηριστικά τα οποία βοηθούν τον ελεγκτή να βγάλει πιο ασφαλή συμπεράσματα:

- Φάση.
- Πλάτος.
- Συχνότητα.

Άρα στη μέθοδο αυτή διαπιστώνουμε τα παρακάτω:

- Αξιόπιστη και χαμηλού κόστους μέθοδος.
- Δεν χρειάζεται ηλεκτρικές ενώσεις.
- Μπορεί να αυτοματοποιηθεί σαν μέθοδος στην περίπτωση που γίνεται έλεγχος σε συμμετρικά κομμάτια.
- Ο εξοπλισμός δεν είναι απαραίτητο να βρίσκεται σε απευθείας επαφή με το ελεγχόμενο κομμάτι.
- Υπό συγκεκριμένες συνθήκες οι ενδείξεις που καταγράφονται από τα όργανα είναι ανάλογες του πραγματικού μεγέθους του ελαττώματος.
- Μικρό βάθος σάρωσης.
- Περιορίζεται σε αγωγή υλικά.
- Ορισμένες ενδείξεις δεν φαίνονται λόγω γεωμετρίας,
- Απαιτείται αναγνωρισμένος κώδικας αναφοράς για την χρήση της μεθόδου

7.2.7 Μέθοδος ελέγχου ακουστικών εκπομπών

Η μέθοδος αυτή αποτελεί μια συμπληρωματική-βοηθητική μέθοδο για τον εντοπισμό των ασυνεχειών. Έτσι, μέσω των παροδικών ελαστικών κυμάτων που παράγονται από μία ξαφνική ανακατανομή της πίεσης σε ένα υλικό και με τη χρήση κατάλληλου εξοπλισμού μπορούμε να προσδιορίσουμε τις κινήσεις και την διάδοση των κυμάτων.



Η ανάλυση των σημάτων των ακουστικών εκπομπών μας παρέχουν πολύ σημαντικές πληροφορίες όσο αφορά την προέλευση και τη σημασία μιας ασυνέχειας σε ένα υλικό. Τα μέσα τα οποία χρησιμοποιούνται έτσι ώστε να έχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα είναι οι αισθητήρες, τα φίλτρα και οι ενισχυτές μαζί με τα όργανα μέτρησης και απεικόνισης των αποτελεσμάτων όπως παλμογράφοι και βολτόμετρα καθώς και εξοπλισμό αποθήκευσης όπως ηλεκτρονικοί υπολογιστές. Η μέθοδος αυτή συναντάτε πολύ συχνά στις βιομηχανικές εφαρμογές(π.χ. ανίχνευση ρωγμής, αξιολόγηση δομικής ακεραιότητας κλπ) και χρησιμοποιείται εκτενώς ως ερευνητικό εργαλείο.

Η μέθοδος αυτή όμως διαφέρει από τις υπόλοιπες μεθόδους μη καταστρεπτικού ελέγχου που έχουμε αναφέρει στα εξής:

- Η πρώτη διαφορά σχετίζεται με την προέλευση του σήματος. Στη μέθοδο αυτή λαμβάνεται η ενέργεια που απελευθερώνεται από το αντικείμενο και μελετάται, εν αντιθέσει με τις άλλες μεθόδους που παρέχεται ενέργεια στο υπό εξέταση αντικείμενο.
- Η δεύτερη διαφορά έχει να κάνει με τις δυναμικές αλλαγές που πραγματοποιούνται σε ένα υλικό. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό διότι μέσω αυτού εντοπίζονται ενεργά χαρακτηριστικά γνωρίσματα (αύξηση ρωγμών). Ακόμη η δυνατότητα να γίνει διάκριση μεταξύ στάσιμων και αναπτυσσόμενων ατελειών είναι μεγάλη.

Στη μέθοδο παρατηρούνται τα παρακάτω:

- Έλεγχος και παρακολούθηση του ελεγχόμενου αντικειμένου σε πραγματικό χρόνο.
- Φορητότητα εξοπλισμού.
- Ο έλεγχος μπορεί να γίνει εξ αποστάσεως.
- Μαλακά υλικά αποδίδουν εκπομπές μικρού πλάτους.
- Απαιτεί διατάξεις μετατροπής συνδεδεμένες με την επιφάνεια του ελεγχόμενου αντικειμένου.
- Πιθανός “θόρυβος” θα πρέπει να απομακρυνθεί από το σύστημα ελέγχου με φίλτρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο

Σφάλματα Συγκολλήσεων



8.1. Ποιότητα συγκολλήσεων

Ποιότητα συγκολλήσεων νοείται ο βαθμός σύνδεσης (μίξης της κρυσταλλικής τους δομής) δύο ή περισσότερων μερών μεταξύ τους με επιτρεπτά όρια πόρων στις ραφές όπως ορίζουν οι κανονισμοί.



Αρκετοί μελετητές φροντίζουν ώστε να διερευνούν σε βάθος όλες τις ραφές προκειμένου να γίνουν όλες εκείνες οι ενέργειες για την βέλτιστη ποιότητα τους.

Ειδικότερα μελετώνται η συμπεριφορά των ραφών σε σχέση με τις τάσεις-θερμοκρασίες-εντατικές ή μη φορτίσεις των ραφών.

8.2. Τυπικά Σφάλματα Συγκόλλησης.

Συνήθως παρατηρούνται ασυνέχειες των ραφών που βασικά οφείλονται :

1.Στις γεωμετρικές απαιτήσεις μιας συγκόλλησης

- I. Παραμορφώσεις/Διαστρεβλώσεις.(τετραγωνακία)
- II. Ανακριβές μέγεθος συγκόλλησης.
- III. Ανακριβές προφίλ/κατατομή συγκόλλησης.
- IV. Ανακριβείς τελικές διαστάσεις.
- V. Υπερβολική ενίσχυση της συγκόλλησης ή υπερβολική χρήση συγκολλητού υλικού.

2 Ασυνέχειες της εσωτερικής δομής των ραφών

- I. Πόροι/Σπηλαιώσεις.
- II. Εγκλείσματα σκουριάς.
- III. Εγκλείσματα βολφραμίου.
- IV. Ατελής τήξη.
- V. Ανεπαρκής διείσδυση.
- VI. Υποκοπή.
- VII. Ρωγμές.
- VIII. Επιφανειακές ανωμαλίες.
- IX. Λοιπές ανωμαλίες.

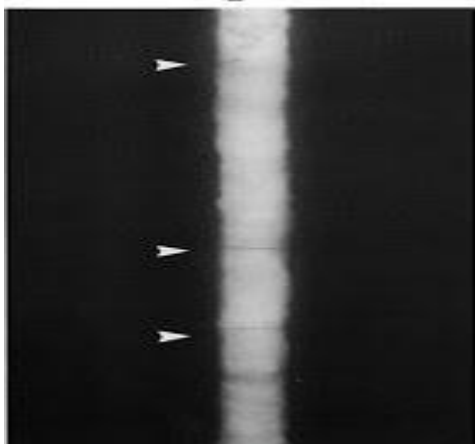
3. Ασυνέχειες των μηχανικών και χημικών ιδιοτήτων των συγκλονισθέντων μερών

8.2.1 Κανονισμοί κατά EN ISO 6520.01

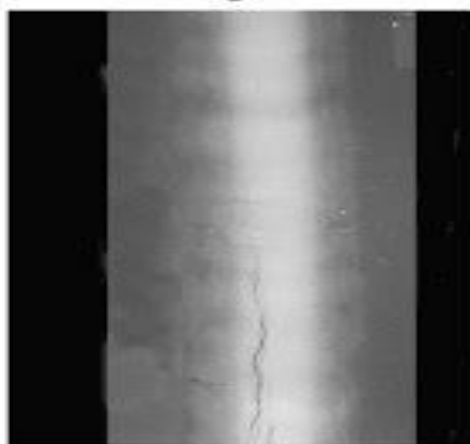
Σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς οι ασυνέχειες στις ραφές διακρίνονται όπως παρακάτω :

- Ρωγμές.

Περιλαμβάνει τις διαμήκεις, εγκάρσιες, κρατήρα κλπ.



Transverse crack



Longitudinal crack

- **Σπηλαιώσεις.**

Περιλαμβάνει τις φυσαλίδες αερίων, τους εσωτερικούς και επιφανειακούς πόρους, τη συστολή κτλ.

- **Στερεά Εγκλείσματα.**

Περιλαμβάνει τα εγκλείσματα σκουριάς, βολφραμίου, οξειδίων, ξένων ουσιών κλπ.

- **Ατελής Τήξη ή Διείσδυση.**

Περιλαμβάνει την ατελή τήξη, την ατελή διείσδυση κλπ.

- **Ατελές Σχήμα ή Ανώμαλη Όψη ραφής.**

Περιλαμβάνει την υποκοπή, την υπερβολική ενίσχυση όψης, το ανεπαρκές γέμισμα, το ακατάλληλο σχήμα αυχενικής συγκόλλησης, την υπερκάλυψη κλπ.

- **Διάφορα άλλα σφάλματα.**

Περιλαμβάνει την ανώμαλη επιφάνεια, τα ανάμματα τόξου, την εκτόξευση μετάλλου κτλ.

8.2.2 Κανονισμοί ραφών κατά A.W.S.(American Welding Society).

Η American Welding Society διακρίνει τρεις μεγάλες κατηγορίες σφαλμάτων συγκόλλησης οι οποίες είναι οι εξής :

- Σφάλματα που οφείλονται στη μέθοδο και την εκτέλεση της συγκόλλησης.
- Μεταλλουργικά Σφάλματα.
- Σφάλματα που οφείλονται στη μελέτη..

I. Σφάλματα οφειλόμενα στην εκτέλεση συγκόλλησης

A. Γεωμετρικά

- 1.Ελαττωματική ευθυγράμμιση ελασμάτων.
2. Υποκοπή.
3. Υπερβολική κυρτότητα επιφάνειας.
4. Υπερβολική ενίσχυση όψης.
5. Ανεπαρκής ενίσχυση όψης.
6. Υπερκάλυψη.
7. Τρέξιμο μετάλλου.
8. Ατελής Διείσδυση.
9. Ατελής τήξη.
10. Συστολή.
11. Ανώμαλη επιφάνεια όψης ραφής.

B. Άλλα.

1. Ανάμματα τόξου.
2. Εγκλείσματα σκουριάς.
3. Εγκλείσματα βολφραμίου.
4. Στρώματα οξειδίων.
5. Εκτοξεύσεις μετάλλου.

II. Μεταλλουργικά Σφάλματα.

A. Ρωγμές.

1. Θερμές.
2. Ψυχρές ή καθυστερημένες.
3. Αναθέρμανση.
4. Σχάση κατά φυλλώσεις.

B. Πόροι.

1. Σφαιρικοί.
2. Επιμήκεις.

Γ. Αλλαγή δομής στη θερμαινόμενη περιοχή.

III. Σφάλματα οφειλόμενα στη μελέτη.

A. Περιοχές συγκέντρωσης τάσεων.

B. Λανθασμένη διαμόρφωση ακμών.

Επίσης, θα πρέπει να ελέγχουμε και το σχήμα του κάθε σφάλματος για να δούμε κατά πόσο είναι επικίνδυνο ή όχι, αν είναι δηλαδή τρισδιάστατο ή επίπεδο, και όχι μόνο το είδος κάθε σφάλματος. Επομένως θα πρέπει ως επί το πλείστον να εξετάζονται και τα ακόλουθα χαρακτηριστικά των σφαλμάτων:

- Μέγεθος.
- Αμβλύτητα.
- Κατεύθυνση ως προς τις κύριες εξωτερικές και παραμένουσες τάσεις.
- Θέση σε σχέση με τη συγκόλληση και τις εξωτερικές επιφάνειές της.

Θα πρέπει να τονίσουμε σε αυτό το σημείο ότι θα πρέπει να δίνουμε μεγαλύτερη σημασία σε ατέλειες οι οποίες βρίσκονται σε θέσεις ή κατευθύνσεις τέτοιες ώστε οι υπάρχουσες τάσεις να τείνουν να τις μεγαλώνουν, και έτσι καταλαβαίνουμε ότι οι ατέλειες αυτές είναι πιο επικίνδυνες από άλλες παρόμοιες που δεν υπόκεινται σε τάσεις διεύρυνσης τους. Επίσης και τα σφάλματα τα οποία βρίσκονται επάνω ή κοντά στην επιφάνεια της συγκόλλησης τείνουν να γίνουν πιο επικίνδυνα από άλλα που βρίσκονται στο εσωτερικό της συγκόλλησης. Ακόμη άλλος ένας τρόπος κατάταξης των σφαλμάτων συγκόλλησης βασίζεται και στο τμήμα της συγκολλητής κατασκευής που εμφανίζονται. Διακρίνονται έτσι σφάλματα που εμφανίζονται στο υλικό συγκόλλησης, στη θερμαινόμενη περιοχή, και στο βασικό μέταλλο.

8.3 Ασυνέχειες γεωμετρίας και διαστάσεων

Για να επιτευχτεί μια αποδεκτή συγκόλληση είναι ανάγκη να εναρμονιστούν διάφορα στοιχεία τους με τα υπάρχοντα κατασκευαστικά σχέδια, προφανώς εντός των επιτρεπών ανοχών τόσο των διαστάσεων όσο και της μορφής τους.

- **Παραμορφώσεις συγκολλημένων μερών:**

Λόγο της ανάπτυξης υψηλών θερμοκρασιών και υψηλών εσωτερικών τάσεων των συγκολλούμενων μερών αναπτύσσονται παραμορφώσεις ως προς την αρχική τους κατάσταση που μέλημα κάθε έμπειρου τεχνικού είναι αυτές με συγκεκριμένους τρόπους να τις περιορίζει στο ελάχιστο.

- **Ανακριβές μέγεθος συγκολλημένων μερών:**

Συγκολλήσεις οι οποίες δεν διαθέτουν το κατάλληλο μέγεθος, έχοντας ως αποτέλεσμα οι μηχανικές τους ιδιότητες να διαφέρουν από αυτές που η χρήση τους απαιτεί εντοπίζονται συνήθως με οπτικό τρόπο είτε με τη σύγκριση τους με πρότυπα δείγματα.

- **Ανακριβές προφίλ/κατατομή συγκόλλησης:**

Το προφίλ μιας συγκόλλησης επηρεάζει την απόδοση αυτής σε διάφορες φορτίσεις με αποτέλεσμα το προφίλ ενός στρώματος μιας συγκόλλησης η οποία αποτελείται από πολλές στρώσεις μιας συγκόλλησης να σχετίζετε με την εμφάνιση διαφόρων άλλων ασυνεχειών όπως τα εγκλείσματα και η ατελής τήξη.

- **Ανακριβείς τελικές διαστάσεις:**

Οι συγκολλήσεις κατασκευάζονται έχοντας ως πρότυπο κάποιες τυποποιήσεις και σχέδια έτσι ώστε να έχουν συγκεκριμένες διαστάσεις και μεγέθη. Όταν αυτά δεν τηρούνται τότε οι ιδιότητες της συγκεκριμένης κατασκευής δεν θα είναι αποδεκτές διότι είτε δεν θα καλύπτουν τις απαιτήσεις σε φορτίσεις διαφόρων τάσεων, είτε λόγω διαφορετικού τελικού μεγέθους.

8.4. Περιγραφή , προέλευση και διόρθωση των τυπικών ασυνεχειών της συγκόλλησης.

8.4.1. Ρωγμές

Οι ρωγμές αποτελούν τη πρώτη αλλά και την πιο σημαντική κατηγορία σφαλμάτων. Μπορούμε να την ορίσουμε ως ασυνέχεια υλικού η οποία οφείλεται σε θραύση. Αυτό την καθιστά ως μια επικίνδυνη μορφή σφάλματος διότι κάτω από κατάλληλες συνθήκες μπορεί να επεκταθεί και να προκαλέσει ακόμα και την κατάρρευση της κατασκευής. Για το λόγο αυτό όλοι οι διεθνείς και εθνικοί κανονισμοί δεν επιτρέπουν την ύπαρξη ρωγμών και έτσι προσπαθούν με τη χρήση ΜΚΕ να τις εντοπίζουν και να τις επιδιορθώνουν.

Καταστάσεις οι οποίες βοηθούν στην δημιουργία ρωγμών των συγκολλήσεων είναι οι εξής:

1. Το υλικό να είναι ψαθυρό.
2. Οι εφελκυστικές τάσεις υψηλής έντασης να είναι παρούσες.

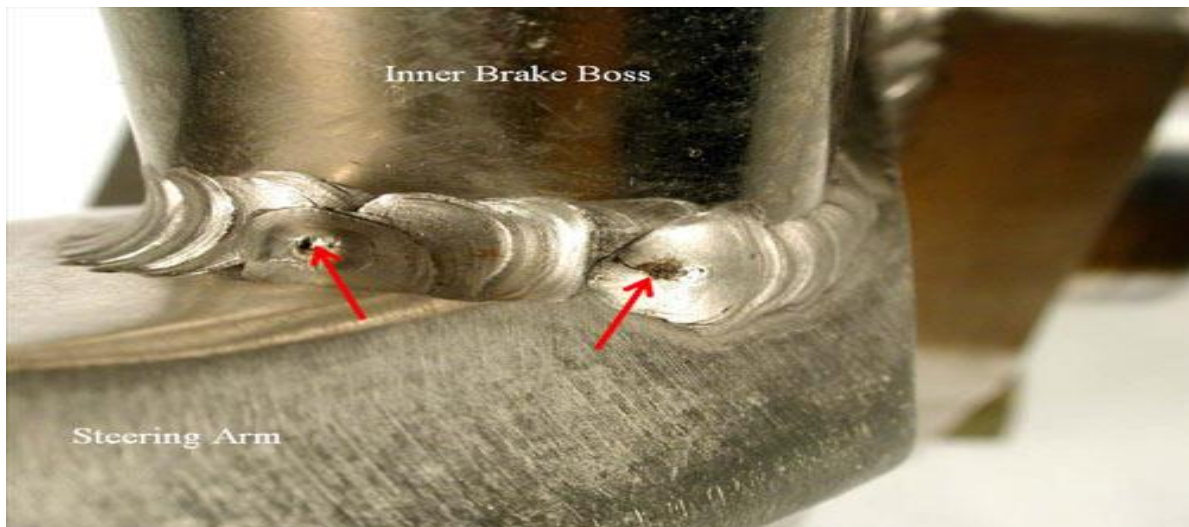
Έτσι σύμφωνα με τα παραπάνω μπορούμε να κατατάξουμε τις ρωγμές που εμφανίζονται σε συγκολλητές κατασκευές κατά δυο τρόπους ανάλογα με τη θέση τους και με τις συνθήκες δημιουργίας τους.

1^η κατηγορία: Ρωγμές ανάλογα την εμφάνιση και την θέση.

 Εγκάρσιες Ρωγμές, είναι σχεδόν κάθετες στον άξονα συγκόλλησης.



- ✚ Διαμήκεις Ρωγμές, οι οποίες εκτείνονται παράλληλα προς τον άξονα συγκόλλησης και που βρίσκονται συνήθως στο μέσο του μετάλλου.



- ✚ Ρωγμές κρατήρα, έχουν αστεροειδές σχήμα και εμφανίζονται όταν γίνει λανθασμένη διακοπή της διαδικασίας συγκόλλησης.

Διακρίνονται επίσης δύο είδη ρωγμών στο βασικό μέταλλο.

- Εγκάρσιες Ρωγμές, παρουσιάζονται σε αυχενικές συγκολλήσεις χαλύβων υψηλής σκληρότητας και διακρίνονται σε 2 τύπους:
 1. **Ρωγμές Βάσης**, εκτείνονται από τη βάση της αυχενικής συγκόλλησης προς το βασικό μέταλλο.
 2. **Ρωγμές Ρίζας**, ξεκινούν από τη ρίζα της αυχενικής συγκόλλησης και εκτείνονται στο βασικό μέταλλο.
- Διαμήκεις Ρωγμές, οι οποίες είναι παράλληλες προς τη συγκόλληση και βρίσκονται κάτω από το βασικό μέταλλο και μπορεί να είναι επεκτάσεις ρωγμών κάτω από την απόθεση.

Ταξινόμηση ρωγμών με κριτήριο τις συνθήκες δημιουργίας:

Οι ρωγμές ανάλογα τις συνθήκες δημιουργίας χωρίζονται σε θερμές και ψυχρές. Θερμές όταν εμφανίζονται κατά τη διάρκεια της στερεοποίησης του μετάλλου κοντά στη θερμοκρασία τήξης ενώ ψυχρές όταν δημιουργούνται μετά τη στερεοποίηση του μετάλλου συγκόλλησης και είναι αποτέλεσμα υψηλών τάσεων. Επίσης, στην περίπτωση του

Χάλυβα ονομάζονται καθυστερημένες ρωγμές διότι εμφανίζονται αρκετή ώρα μετά την απόψυξη της συγκόλλησης, με κύριο αίτιο τη συσσώρευση υδρογόνου.

8.4.1.1 Διόρθωση ρωγμών

Όπως προανέφερα δύο είναι οι βασικοί λόγοι δημιουργίας των ρωγμών η ψαθυρότητα και η ύπαρξη εφελκυστικών τάσεων. Εξαιτίας των λόγων αυτών καθίσταται δυνατή η πρόληψη μεγάλου μέρους των ρωγμών τόσο στο μέταλλο συγκόλλησης όσο και στο βασικό μέταλλο.

Στη περίπτωση του μετάλλου συγκόλλησης, οι ρωγμές μπορεί να αποφευχθούν αν ακολουθηθούν μια ή περισσότερες από τις ακόλουθες διαδικασίες:

1. Αλλαγή στον χειρισμό του ηλεκτροδίου ή στις συνθήκες συγκόλλησης, ώστε να βελτιωθεί η σύνθεση του υλικού απόθεσης.
2. Ελάττωση της ταχύτητας συγκόλλησης ώστε να αυξηθεί το πάχος του υλικού απόθεσης και, έτσι να δημιουργηθεί περισσότερο μέταλλο συγκόλλησης που να μπορεί να αντέξει στις αναπτυσσόμενες τάσεις.
3. Χρήση προθέρμανσης, ώστε να ελαττωθούν οι θερμικές τάσεις.
4. Χρήση ηλεκτροδίων μικρής περιεκτικότητας σε υδρογόνο.
5. Κατάλληλη διαδικασία συγκόλλησης ώστε να ελαττωθούν οι τάσεις συστολής.
6. Αποφυγή συνθηκών ταχείας απόψυξης της συγκόλλησης, ώστε να αποφευχθεί η ψαθυροποίησή της.

Στη περίπτωση τώρα των ρωγμών που εμφανίζονται στο βασικό μέταλλο, και κυρίως στη θερμαινόμενη ζώνη, κύρια αίτια είναι τα μεταλλουργικά χαρακτηριστικά του υλικού (έλλειψη ολκιμότητας). Επομένως η δημιουργία αυτών των ρωγμών μπορεί να αποφευχθεί με τους ακόλουθους τρόπους:

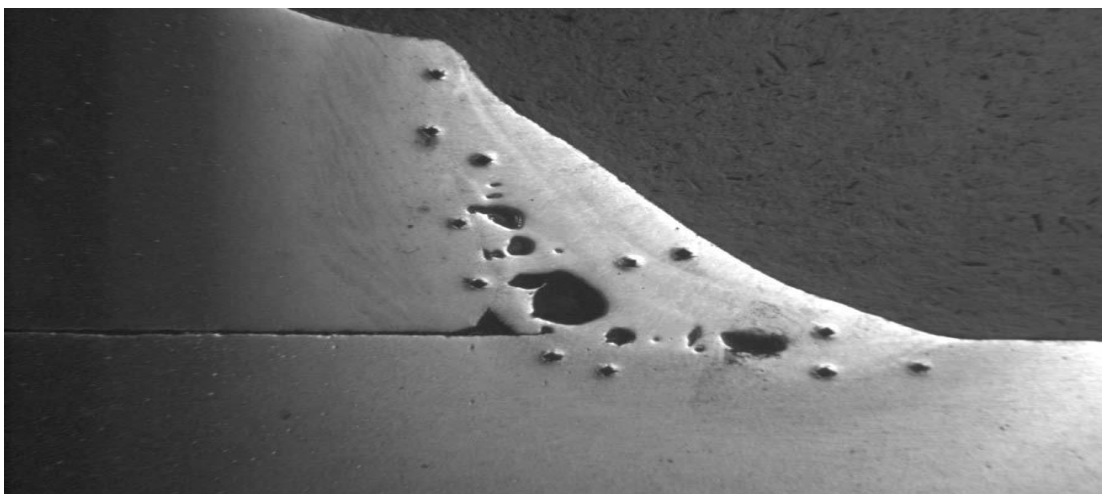
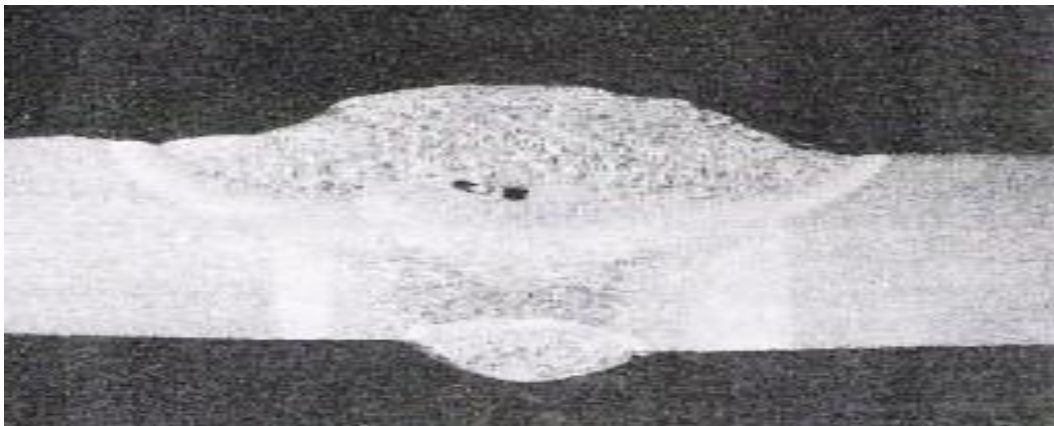
1. Χρήση προθέρμανσης ώστε να υπάρχει έλεγχος της ταχύτητας απόψυξης.
2. Ελεγχόμενη πρόσδοση θερμότητας.
3. Χρήση του κατάλληλου ηλεκτροδίου.
4. Σωστός έλεγχος των υλικών συγκόλλησης.

Για τη περίπτωση των καθυστερημένων ρωγμών που εμφανίζονται συνήθως στους χάλυβες υψηλής αντοχής και που οφείλονται στο υδρογόνο, αποφυγή της δημιουργίας τους μπορεί να γίνει με τους ακόλουθους τρόπους:

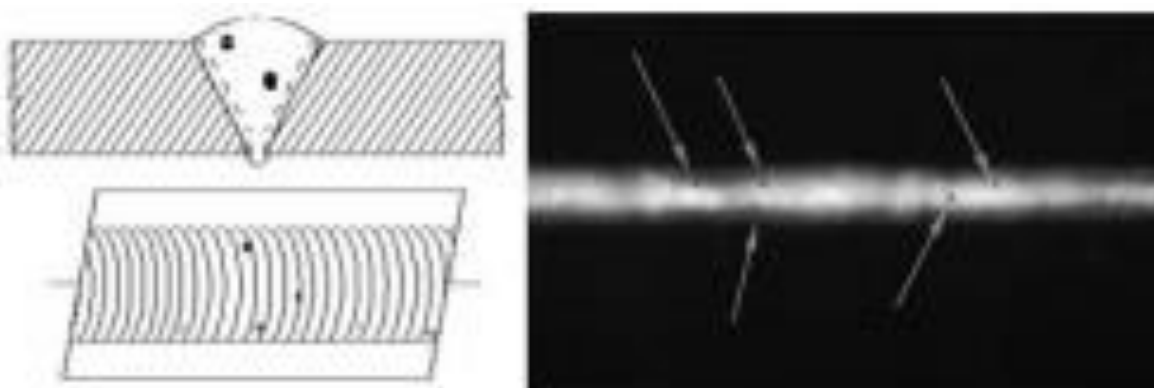
1. Χρήση μεθόδου συγκόλλησης ή ηλεκτροδίου που παρέχει λίγο ή καθόλου υδρογόνο.
2. Συνδυασμός διαδικασιών συγκόλλησης και θερμικών κατεργασιών που προκαλούν τη διάχυση του υδρογόνου έξω από το μέταλλο, ή που οδηγούν στη δημιουργία κρυσταλλικών δομών μη ευαίσθητων σε αυτό.
3. Χρήση διαδικασιών συγκόλλησης που έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία χαμηλών τιμών τάσης.

8.4.2. Σπηλαιώσεις

Οι σπηλαιώσεις αποτελούν τη δεύτερη πιο μεγάλη κατηγορία των σφαλμάτων συγκόλλησης. Το πιο συνηθισμένο τέτοιο σφάλμα είναι οι πόροι που ορίζονται σαν «σπηλαιώδεις ασυνέχειες που δημιουργούνται από τη παγίδευση αερίων κατά τη διάρκεια της στερεοποίησης». Οι πόροι είναι συνήθως σφαιρικοί αν και μερικές φορές μπορεί να είναι και επιμήκεις.



Οι πόροι μπορεί να είναι επιφανειακοί ή εσωτερικοί. Τους πρώτους μπορούμε να τους δούμε με γυμνό μάτι και να τους προσδιορίσουμε με οπτικές τεχνικές. Για τους εσωτερικούς όμως πόρους, απαιτούνται τεχνικές εσωτερικού προσδιορισμού (π.χ. ραδιογραφία).



Ανάλογα με τη κατανομή και τη μορφή των πόρων, διακρίνονται οι ακόλουθες υποκατηγορίες:

- 1.** Ομοιόμορφα κατανεμημένοι πόροι , που βρίσκονται σε συγκολλήσεις μιας η πολλαπλών στρώσεων, και που οφείλονται γενικά σε λανθασμένη διαδικασία συγκόλλησης ή σε ακατάλληλα υλικά, ή και στα δύο.
- 2.** Συγκεντρωμένοι πόροι , που οφείλονται σε λανθασμένη ένωση άναμμα ή σβήσιμο του ηλεκτρικού τόξου.
- 3.** Γραμμική κατανομή πόρων , που συναντάται κατά μήκος της άκρης της συγκόλλησης, της ρίζας, ή μεταξύ διαδοχικών στρώσεων. Οφείλεται σε απελευθέρωση αερίων από ξένες ουσίες κατά μήκος μιας συγκεκριμένης επιφάνειας.
- 4.** Σωληνοειδείς πόροι , όρος που αναφέρεται για τους επιμήκεις πόρους. Στη περίπτωση των αυχενικών συγκολλήσεων, οι πόροι αυτοί εκτείνονται συνήθως από τη ρίζα της συγκόλλησης προς την όψη της.

Οι πόροι δημιουργούνται κατά τη διάρκεια της συγκόλλησης αφού υπάρχουν πάντοτε διαλυμένα αέρια στο τηγμένο μέταλλο. Καθώς το μέταλλο συγκόλλησης στερεοποιείται, πόροι δημιουργούνται όταν τα διαλυμένα αυτά αέρια εξακολουθούν να υπάρχουν σε ποσότητες μεγαλύτερες από αυτές που τους επιτρέπει η διαλυτότητά τους στο στερεό πια μέταλλο.

Οι βασικοί λόγοι για τη παγίδευση των αερίων έχουν σχέση με τη μέθοδο και διαδικασία της συγκόλλησης, και μερικές φορές με αυτή τη χημική σύσταση του μετάλλου. Συγκεκριμένα οι δύο πρώτοι λόγοι είναι και οι σημαντικότεροι γιατί είναι εκείνοι που ελέγχουν τον ρυθμό απόψυξης, άρα και στερεοποίησης του μετάλλου.

Η σπουδαιότητα των πόρων σαν σφάλμα συγκολλήσεων έχει ερευνηθεί σε μεγάλο βάθος τόσο θεωρητικά όσο και πειραματικά. Έχει αποδειχθεί ότι η ύπαρξη πόρων σε ποσοστό 2 έως 3%, ποσοστό γενικά μεγαλύτερο από αυτό που επιτρέπουν οι διάφοροι κανονισμοί, έχει ασήμαντη επίδραση στη στατική αντοχή των συγκολλήσεων. Το ίδιο ισχύει και για την ολκιμότητα αν και η επίδραση εδώ αυξάνει όσο αυξάνει η αντοχή του υλικού.

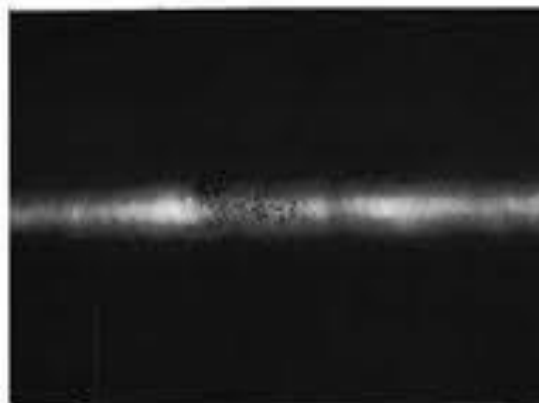
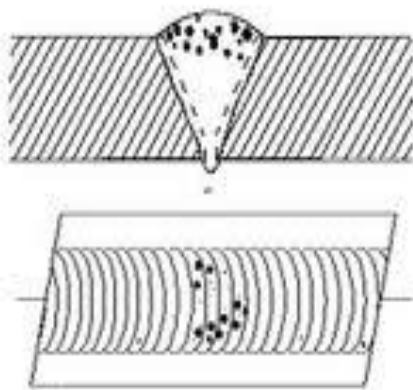
Όσον αφορά τη ψαθυρή θραύση, η επίδραση των πόρων είναι γενικά μικρή. Στη περίπτωση αυτή πρέπει να δοθεί έμφαση στο γεγονός ότι δεν έχει σημασία τόσο ο αριθμός των πόρων όσο το μέγεθος και το σχήμα τους.

Η επίδραση των πόρων στην αντοχή σε θραύση από κόπωση συγκολλητών κατασκευών έχει ερευνηθεί σε μεγάλο βάθος λόγω της σημαντικότητάς της, κυρίως στη περίπτωση συγκολλήσεων κατά συμβολή με ή χωρίς ενίσχυση όψης.

Το γενικό συμπέρασμα είναι ότι η ύπαρξη ενίσχυσης όψης δημιουργεί σημεία συγκέντρωσης τάσεων κάτι που υπερκαλύπτει οποιαδήποτε επίδραση που μπορεί να έχουν οι πόροι. Εάν όμως, αποξεστεί η ενίσχυση όψης, τότε, οι πόροι που εμφανίζονται στην επιφάνεια είναι δυνατόν να οδηγήσουν σε θραύση από κόπωση, μια και είναι γνωστό ότι το είδος αυτής της θραύσης ξεκινά από επιφανειακά σφάλματα. Από την άλλη μεριά, η ύπαρξη πόρων, μέσα σε λογικά όρια, σε αυχενικές συγκολλήσεις, δεν φαίνεται να έχει σημαντική επίδραση, στην αντοχή τους σε κόπωση.

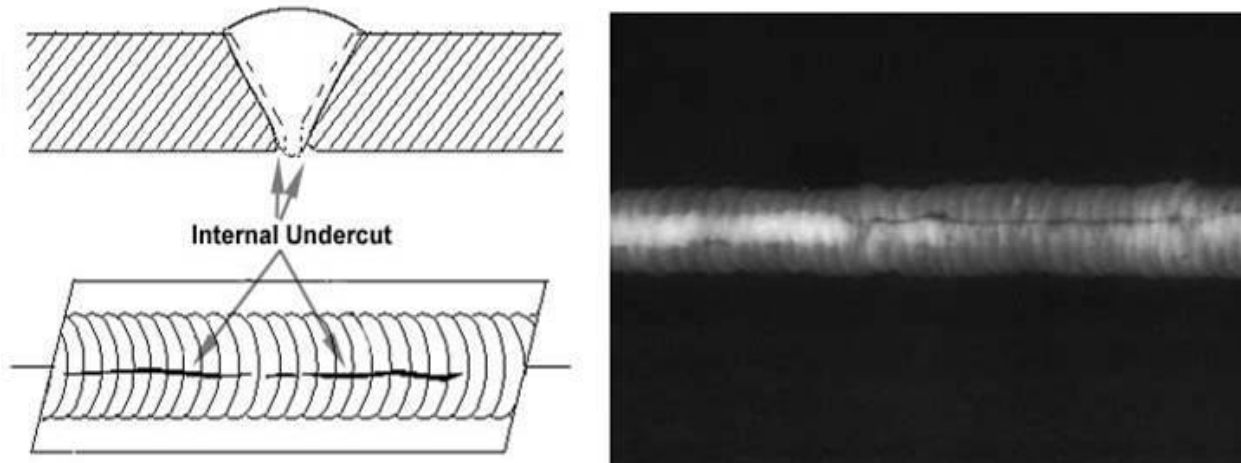
8.4.3. Στερεά Εγκλείσματα

Τα στερεά εγκλείσματα είναι η τρίτη κατηγορία σφαλμάτων η οποία περιλαμβάνει κάθε ξένη ουσία που παγιδεύεται στο μέταλλο συγκόλλησης, όπως είναι τα εγκλείσματα σκουριάς τα οποία μπορούμε να τα ορίσουμε ως μη μεταλλικές στερεές ουσίες που παγιδεύονται στο μέταλλο ή τα εγκλείσματα σκόνης τα οποία προέρχονται από την παγίδευση σκόνης από την επένδυση ηλεκτρονίων.



8.4.4. Ατελής Τήξη ή Διείσδυση

Ανήκει στην τέταρτη κατηγορία σφαλμάτων η οποία περιλαμβάνει δύο πολύ σημαντικά διαφορετικά σφάλματα.



Με τον όρο ατελής τήξη νοείται η μη επίτευξη πλήρους τήξης του μετάλλου με το βασικό μέταλλο ή των στρώσεων μετάλλου συγκόλλησης μεταξύ τους. Το σφάλμα αυτό των συγκολλήσεων μπορεί να συμβεί σε οποιοδήποτε σημείο της ραφής είτε λόγω του ότι το απόθεμα συγκόλλησης δεν γέμισε τελείως τον χώρο μεταξύ των διαμορφωμένων ακμών, είτε λόγω του ότι υπάρχει κενό μεταξύ των αποθεμάτων ή στρώσεων, είτε λόγω του ότι υπάρχει κενό στη ρίζα της συγκόλλησης.

Από την άλλη, ατελής διείσδυση σημαίνει ότι η διείσδυση που επιτεύχθηκε είναι μικρότερη από την απαιτούμενη και επομένως η συγκόλληση δεν είναι επαρκής για την προοριζόμενη εφαρμογή.

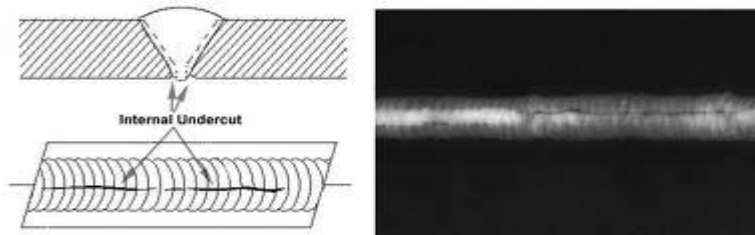
8.4.5. Ατελές Σχήμα ή Ανώμαλη Όψη ραφής.

Ο αριθμός των σφαλμάτων των συγκολλήσεων ο οποίος έχει σχέση με την γεωμετρία της ραφής είναι αρκετά μεγάλος.

Τα κυριότερα από αυτά τα σφάλματα αναφέρονται παρακάτω:

- **Υποκοπή:** Συναντάτε συνήθως στη ρίζα ή στο πρόσωπο της συγκόλλησης παράλληλα προς την ένωση του μετάλλου συγκόλλησης και του βασικού μετάλλου.

Συνήθως προέρχεται είτε από λανθασμένες τεχνικές συγκόλλησης, είτε από υπερβολικά υψηλή ένταση ρεύματος.



- **Υπερκάλυψη:** Εμφανίζεται συνήθως παράλληλα προς τον άξονα της συγκόλλησης .Προέρχεται συνήθως είτε από λανθασμένες τεχνικές συγκόλλησης, είτε από λανθασμένη επιλογή των υλικών πλήρωσης, είτε λόγω ακατάλληλης προετοιμασίας του βασικού μετάλλου πριν την συγκόλληση.
- **Ανεπαρκές γέμισμα:** Ορίζεται σαν μία εσοχή, στην όψη ή στην ρίζα της συγκόλλησης που είναι χαμηλότερη από το επίπεδο του βασικού μετάλλου. Οφείλεται στο ότι ο συγκολλητής παρέλειψε να κάνει όλες τις στρώσεις. Το σφάλμα αυτό διορθώνεται με την προσθήκη όσων στρώσεων μετάλλου συγκόλλησης απαιτούνται.
- **Υπερβολική ενίσχυση όψης:** Και αυτό το σφάλμα οφείλεται στην λανθασμένη εφαρμογή του συγκολλητή και είναι το αντίθετο από το σφάλμα ανεπαρκούς γεμίματος. Εδώ δηλαδή ένα εξόγκωμα αν μπορεί να αναφερθεί έτσι το οποίο είναι ψηλότερα από το επίπεδο του βασικού μετάλλου.
- **Ανεπαρκής διάσταση ραφής**
- **Υπερβολική κυρτότητα όψης**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9^ο

Προστασία από τις Συγκολλήσεις

Οι κίνδυνοι που παραμονεύουν καθημερινά είναι αρκετοί πόσο ακόμη σε τέτοιου είδους εργασίες και ειδικά κατά τη διάρκεια της συγκόλλησης.



Μερικοί από τους κινδύνους αυτούς αναφέρονται παρακάτω:

▪ **Ηλεκτρικό Ρεύμα**

Ο κίνδυνος της ηλεκτροπληξίας παραμονεύει όλη τη διάρκεια της ηλεκτροσυγκόλλησης. Ο άνθρωπος δεν εκτείνεται στον κίνδυνο αυτό μόνο όταν έρθει σε επαφή με τα σημεία αυτά αλλά αρκεί να είναι έστω και κοντά ούτως ώστε να κεραυνοβοληθεί. Για το λόγο αυτό υπάρχουν αρκετοί κίνδυνοι που πρέπει να προσέχουμε.

Οι σημαντικότερες πηγές κινδύνου είναι:

- Το πρωτεύον και δευτερεύον κύκλωμα των μηχανών ηλεκτροσυγκόλλησης.
- Οι μηχανές παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος του πλοίου.
- Τα ηλεκτρικά ή τα ηλεκτρονικά όργανα του πλοίου.
- Οι μόνιμες καλωδιώσεις του πλοίου.
- Διάφορα ηλεκτρικά εργαλεία χειρός που μπορεί να χρησιμοποιηθούν από τον ηλεκτροσυγκολλητή (π.χ. τροχοί).
- Μπαλαντέζες φωτισμού.
- Λοιπές καλωδιώσεις διαφόρων εργαλείων και μηχανημάτων.

Η απόσταση την οποία μπορεί να καλύψει το ηλεκτρικό ρεύμα ανάμεσα σε δύο σημεία που δε βρίσκονται σε επαφή, δημιουργώντας ηλεκτρικό τόξο ονομάζεται κρίσιμη απόσταση. Αυτή η απόσταση μπορεί να είναι και μερικά μέτρα όταν πρόκειται για ρευματοφόρους αγωγούς υψηλής τάσης. Συνίσταται ως απόσταση ασφαλείας από ρευματοφόρους αγωγούς 150 kV τα 1,5m και από αγωγούς 400 kV

Τα ατυχήματα στα οποία κυρίαρχο ρόλο παίζει το ηλεκτρικό ρεύμα ποικίλουν, και τα οποία υποδιαιρούνται σε τρεις κατηγορίες:

- Ηλεκτρικά ατυχήματα λόγω άμεσης επίδρασης του ηλεκτρικού ρεύματος στο ανθρώπινο σώμα.
- Ηλεκτρικά ατυχήματα λόγω υψηλής εκλυόμενης θερμικής ενέργειας από ηλεκτρικό τόξο, πρόκληση εγκαυμάτων.
- Δευτερεύοντα ατυχήματα από ασθενή συνήθως ηλεκτρικά ρεύματα που μπορούν να προκαλέσουν ακούσιες κινήσεις με αποτέλεσμα π.χ. πτώση ή ολίσθηση λόγω ξαφνιάσματος.

Οι τρόποι με τους οποίους μπορεί να προκληθεί ηλεκτροπληξία είναι οι εξής:

➤ **Άμεση επαφή με ηλεκτροφόρο αγωγό, όπως:**

- εναέριες γραμμές μεταφοράς ρεύματος μέσα σε βιομηχανικούς χώρους
- μονάδες μετασχηματιστών υψηλής τάσης
- ηλεκτρικό σύστημα που έχει απομονωθεί για επισκευή ή συντήρηση και τίθεται σε λειτουργία κατά λάθος από μη αρμόδιο άτομο
- πρωτεύων και δευτερεύων κύκλωμα ηλεκτροσυγκόλλησης

➤ **Επαφή με ρευματοφόρο καλώδιο που έχει υποστεί φθορά.**

Σημαντικό ρόλο στη φθορά των αγωγών παίζουν παράγοντες όπως:

- **Υπερθέρμανση** - Η ροή ρεύματος πάντα ανεβάζει τη θερμοκρασία, ακόμη και σε συμβατές θερμοκρασίες δημιουργείται σταδιακή φθορά και αποσύνθεση ορισμένων πολυμερών.
- **Υγρασία περιβάλλοντος** - Η υγρασία δημιουργεί διαδρόμους για το ρεύμα και η προκαλούμενη φθορά εξαρτάται από την απορροφητικότητα και την υφή (πορώδη) του υλικού της μόνωσης.
- **Βιολογικοί παράγοντες** - Μερικά μονωτικά είναι θρεπτικά για ζώντες οργανισμούς όπως αρουραίοι, άλλα τρωκτικά, έντομα που τρώνε οργανικά υλικά μόνωσης κόνοντας ή αδυνατίζοντάς τα.

➤ **Επαφή με ηλεκτρική συσκευή που έχει βλάβη με αποτέλεσμα τη δημιουργία βραχυκυκλώματος.**

➤ **Εκφόρτιση στατικού ηλεκτρισμού.**

- **Προληπτικά μέτρα κατά την χρήση μηχανών συγκόλλησης**

Στον χώρο στον οποίο πραγματοποιείται ηλεκτροσυγκόλληση θα πρέπει να εφαρμόζεται η Πυροσβεστική Διάταξη υπ' αριθμόν 7.

Σύμφωνα με την διάταξη αυτή οι εργασίες θα εκτελούνται μόνο αν και εφόσον έχει εκδοθεί η ειδική άδεια, η οποία εκδίδεται από τον υπεύθυνο πυρασφάλειας του κτιρίου ή της επιχείρησης και έχουν ληφθεί τα κατάλληλα προληπτικά μέτρα.

Η ισχύς της άδειας αυτής είναι 24^{ωρη} και διασφαλίζει τα παρακάτω:

- Ο χώρος στον οποίο θα εκτελεστούν οι εργασίες έχει καθοριστεί επαρκώς.
- Ο χώρος επιτηρείται για μία τουλάχιστον ώρα μετά το τέλος των εργασιών.
- Έχουν εξασφαλιστεί οι προϋποθέσεις για την ασφαλή εκτέλεση των εργασιών και τηρούνται τα προληπτικά μέτρα.

Τα προληπτικά μέτρα τα οποία πρέπει να τηρούνται είναι τα εξής:

- Θα πρέπει οι εργασίες να επιτηρούνται από ειδικό προσωπικό πυρόσβεσης, στο οποίο να διατίθενται τα κατάλληλα πυροσβεστικά μέσα.
- Τα ανοίγματα σε οροφές, δάπεδα και τοίχους από όπου περνούν σωληνώσεις, καλώδια και παρόμοιες εγκαταστάσεις καθώς και διάφορες ρωγμές θα πρέπει να καλύπτονται με ασφαλή τρόπο ή να σφραγίζονται.
- Σε ακτίνα 10 μέτρων από το σημείο που θα εκτελεστεί η συγκόλληση θα πρέπει να απομακρύνονται όλα τα εύφλεκτα αντικείμενα. Η απόσταση αυτή είναι αντικειμενική και ανάλογα με τις συνθήκες αυξάνεται ή μειώνεται. Επίσης μεγάλη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στα αντικείμενα που βρίσκονται σε διπλανούς χώρους αν υπάρχουν ανοίγματα σε τοίχους και δάπεδα.
- Τα δομικά στοιχεία, οι εγκαταστάσεις και τα εξαρτήματα που είναι εύφλεκτα θα πρέπει να καλύπτονται με πυρίμαχα καλύμματα, ούτως ώστε να μην φτάνουν σε αυτά σπινθήρες, αέρια και γενικά θερμότητα. Επίσης, θα πρέπει να καλύπτονται αντικείμενα που δεν είναι δυνατόν να μετακινηθούν.
- Μετά το τέλος της εργασίας ο χώρος θα πρέπει να ελέγχεται για τυχόν μικροεστίες ή σημεία υπερθέρμανσης που μπορεί να υποβόσκουν και σε γειτονικούς χώρους.

- **Κίνδυνοι από ευγενή αέρια και άζωτο**

Τα ευγενή αέρια αποτελούνται από αέρια ή μείγματα τους, τα οποία μπορεί να είναι είτε αδρανή, είτε δραστικά.

Τα ευγενή αέρια δεν παρουσιάζουν τοξικές επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό για το λόγο αυτό δεν έχει και νόημα η αναφορά οριακής τιμής έκθεσης σε αυτά. Οι επιδράσεις τους έχουν να κάνουν με τη μείωση του διαθέσιμου οξυγόνου για αναπνοή στην ατμόσφαιρα του χώρου εργασίας, η συγκέντρωση του οποίου δεν είναι κάτω από 18 % κ.ο. υπό κανονική ατμοσφαιρική πίεση.

Τα συμπτώματα τα οποία μπορεί να εμφανιστούν είναι κόπωση, αδυναμία συγκέντρωσης, ναυτία, απώλεια αισθήσεων και τελικά θάνατο. Στην περίπτωση ατυχήματος το θύμα θα πρέπει να μεταφερθεί άμεσα σε χώρο με επάρκεια οξυγόνου και να του χορηγηθεί οξυγόνο αν παρουσιάζει δυσκολία στην αναπνοή μέχρι να του δοθεί ιατρική βοήθεια.

Σε περίπτωση που έχουμε διαρροή σε ένα χώρο θα πρέπει να εκκενώνεται και να ελέγχεται ως προς την επάρκεια οξυγόνου προτού επιτραπεί η επανείσοδος σε αυτόν, ενώ ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίνεται σε χώρους οι οποίοι είναι αρκετά περιορισμένοι όπου εκεί το πρόβλημα είναι πιο έντονο.

▪ **Υπέρυθρη Ακτινοβολία**

Κατά τη συγκόλληση εκπέμπονται σημαντικά ποσά ακτινοβολίας μιας και αναπτύσσονται θερμοκρασίες χιλιάδων °C συνιστώντας έτσι έναν επικίνδυνο παράγοντα.

Η υπέρυθρη ακτινοβολία έχει μήκη κύματος από 780nm έως και 1mm. Το φάσμα της υπέρυθρης ακτινοβολίας χωρίζεται περαιτέρω σε: IRA με μήκη κύματος από 780nm έως 1,4μm, IRB με μήκη κύματος από 1,4μm έως 3μm και IRC με μήκη κύματος από 3μm έως 1mm.

Η σημαντικότερη πηγή υπέρυθρης ακτινοβολίας για έναν ηλεκτροσυγκολλητή είναι τα θερμά ελάσματα και το τηγμένο μέταλλο που δημιουργείται κατά τη συγκόλληση. Επομένως, τα μέρη που χρήζουν προσοχής είναι τα μάτια και τα ανώτερα στρώματα του δέρματος, όπου επιδρά με θερμικό τρόπο. Η υπέρυθρη ακτινοβολία δε διεισδύει βαθιά στο δέρμα και έτσι η υπερβολική έκθεση οδηγεί σε τοπικά μόνο συμπτώματα διαφορετικής σοβαρότητας. Τα συμπτώματα αυτά μπορεί να είναι από μια απλή αύξηση της θερμοκρασίας του δέρματος, κοκκίνισμα μέχρι και σοβαρά εγκαύματα. Το είδος των επιπτώσεων αυτών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στην οποία εκτίθεται το δέρμα και από το χρόνο έκθεσης.

Για την προστασία από την υπέρυθρη ακτινοβολία συνιστανται η χρήση κατάλληλου προστατευτικού εξοπλισμού τα οποία είναι αναγκαία για την προστασία των ματιών και του δέρματος του εργαζομένου, όπως επίσης και ο έλεγχος των συνθηκών του περιβάλλοντος για την αποφυγή της θερμικής καταπόνησης. Σε αυτήν την περίπτωση πρέπει να λαμβάνονται μέτρα όπως συχνά διαλείμματα και κλιματισμός. Για την προστασία των παρευρισκομένων πρέπει να τοποθετούνται ειδικά παραπετάσματα που εμποδίζουν την ακτινοβολία να διαφεύγει στους γύρω χώρους.

▪ **Ορατή Ακτινοβολία**

Κατά την ηλεκτροσυγκόλληση φως αρκετά μεγάλης έντασης εκπέμπεται από το τόξο αποτελώντας έναν αρκετά σημαντικό επικίνδυνο παράγοντα.

Το ανθρώπινο μάτι έχει μια φυσιολογική ακούσια αντίδραση στο έντονο φως, η οποία το προφυλάσσει από την υπερβολική έκθεση σε αυτό μέσα σε κάποια όρια. Όταν πρόκειται για έντονες τεχνητές πηγές φωτός, όπως στην περίπτωση μας είναι το τόξο της συγκόλλησης η αντίδραση αυτή δεν επαρκεί.

Πέρα όμως από κινδύνους που προκύπτουν για τα μάτια λόγω της υψηλής ενέργειας της ορατής ακτινοβολίας, υφίστανται και κίνδυνοι λόγω ακατάλληλου φωτισμού γενικά, οι οποίοι δεν

προκαλούν βλάβες και τραυματισμούς μόνο στα μάτια, αλλά έχουν γενικότερες επιπτώσεις στον εργαζόμενο, συμπεριλαμβανομένων και των ψυχολογικών. Οι βλάβες που προκαλούνται λόγω ορατής ακτινοβολίας είναι οι εξής:

- **Φωτοαμφιβληστροειδίτιδα**
- **Θάμβωση**
- **Ψυχολογική θάμβωση**
- **Οπτική κόπωση**

Για την προστασία από την ορατή ακτινοβολία είναι αναγκαίος ο περιορισμός των πηγών έντονου φωτός κατά το δυνατό, ούτως ώστε να εκτίθεται σε αυτό το ελάχιστο δυνατό προσωπικό.

Επίσης είναι απαραίτητη η χρήση προστατευτικών μέσων για την προστασία των ματιών, όπως οι μάσκες ηλεκτροσυγκολλητή. Μεγάλη σημασία έχει η επιλογή του φίλτρου της μάσκας αν αυτό είναι σταθερής σκίασης. Η επιλογή φίλτρου μικρότερου αριθμού σκίασης από τον απαιτούμενο έχει ως αποτέλεσμα μικρή προστασία από τη θάμβωση και τις επιπτώσεις του μπλε φωτός, ενώ η επιλογή μεγαλύτερου αριθμού σκίασης έχει τις επιπτώσεις του ανεπαρκούς φωτισμού (οπτική κόπωση). Η ένταση της οπτικής ακτινοβολίας εξαρτάται από την ένταση του ρεύματος συγκόλλησης και επομένως όσο μεγαλύτερη είναι απαιτείται φίλτρο μεγαλύτερου αριθμού σκίασης.

▪ **Υπεριώδης Ακτινοβολία**

Η υπεριώδης ακτινοβολία είναι μια μορφή οπτικής ακτινοβολίας με μικρότερο μήκος κύματος και μεγαλύτερη συχνότητα από το ορατό φως.

Η υπεριώδης ακτινοβολία κατά τη συγκόλληση παράγεται από το τόξο της συγκόλλησης και αποτελεί τη μεγαλύτερη πηγή υπεριώδους ακτινοβολίας κατά την εργασία μαζί με το ηλιακό φως. Μικρότερη έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία προέρχεται από λάμπες UV που χρησιμοποιούνται κατά το μη καταστρεπτικό έλεγχο των συγκολλήσεων σε συνδυασμό με φθορίζουσες ουσίες. Σε αυτήν την περίπτωση δεν έχουμε σημαντικό κίνδυνο για τον εργαζόμενο, εκτός ίσως από κάποιες περιπτώσεις που προϋπάρχει φωτοευαισθησία στο δέρμα ή τα μάτια.

Οι επιπτώσεις της υπεριώδους ακτινοβολίας στον ανθρώπινο οργανισμό αφορούν τα μάτια και το δέρμα και είναι οι εξής:

Επιπτώσεις στο δέρμα

- Ερύθημα, έγκαυμα
- Φωτοευαισθησία
- Χρόνιες επιπτώσεις

Επιπτώσεις στα μάτια

- Φωτοκερατίτιδα και επιπεφυκίτιδα
- Βλάβες στον αμφιβληστροειδή
- Χρόνιες επιπτώσεις

Έτσι για τους παραπάνω λόγους θα πρέπει ,η επαγγελματική έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία θα πρέπει να είναι κατά το δυνατόν ελάχιστη με κύριο μέλημα την απομόνωση των πηγών της και τον περιορισμό της πρόσβασης σε αντίστοιχους χώρους. Αρκετές από τις εργασίες συγκόλλησης γίνονται σε ανοιχτούς χώρους πράγμα που σημαίνει ότι θα πρέπει να περιορίζεται και η έκθεση στο ηλιακό φως. Οι εργαζόμενοι σε ανοιχτούς χώρους πρέπει να φέρουν ρουχισμό πυκνής ύφανσης για την προστασία του σώματος και καλύμματα κεφαλής για τον προστασία του προσώπου, των ματιών και του λαιμού από την ηλιακή ακτινοβολία. Επίσης θα πρέπει να διαθέτουν πρόσβαση σε σκιασμένους χώρους.

Για την προστασία από τεχνητές πηγές (τόξο συγκόλλησης, λάμπες μη καταστρεπτικού ελέγχου) θα πρέπει πέρα από τρόπους περιορισμού της ακτινοβολίας στην πηγή να χρησιμοποιούνται και μέσα ατομικής προστασίας όπως μάσκες και ειδικός ρουχισμός.

Πιο συγκεκριμένα:

- Μάσκα ηλεκτροσυγκολλητή χειρός ή κεφαλής
- Ποδιά ηλεκτροσυγκολλητή
- Μανίκια ηλεκτροσυγκολλητή
- Περικνημίδες ηλεκτροσυγκολλητών
- Προστασία παρευρισκομένων

▪ **Ιοντίζουσα Ακτινοβολία**

Ένας ηλεκτροσυγκολλητής εκτίθεται σε ιοντίζουσες ακτινοβολίες κατά τη διάρκεια του ποιοτικού ελέγχου των συγκολλήσεων. Αυτός ο επικίνδυνος παράγοντας δεν προκύπτει, λοιπόν, κατά τη διάρκεια της εργασίας του αυτής καθ' αυτής, αλλά κατά το Μη Καταστρεπτικό Έλεγχο των συγκολλήσεων.

Η ραδιογραφία είναι μια πολύ σημαντική μέθοδος μη καταστρεπτικού ελέγχου συγκολλήσεων, όμως το κύριο μειονέκτημά της είναι οι κίνδυνοι που προκύπτουν από αυτή για την υγεία των ελεγκτών, αλλά και των υπόλοιπων εργαζομένων που παρευρίσκονται στο χώρο που διενεργείται.

Οι επιπτώσεις των ιοντίζουσων ακτινοβολιών στον ανθρώπινο οργανισμό μπορεί να είναι είτε άμεσες, λόγω υψηλής έκθεσης σε μικρό χρονικό διάστημα, είτε χρόνιες, λόγω μικρότερης έκθεσης για μεγάλο χρονικό διάστημα. Επίσης, πρέπει να σημειωθεί ότι τα αποτελέσματα της έκθεσης σε ακτινοβολία δε γίνονται άμεσα αντιληπτά από τον εργαζόμενο, γεγονός που δημιουργεί επιπλέον προβλήματα κατά την προστασία από τους κινδύνους αυτούς. Παρ' όλα αυτά οι κίνδυνοι μπορούν να ελαχιστοποιηθούν όταν οι ιοντίζουσες ακτινοβολίες χειρίζονται σωστά και λαμβάνονται όλα τα απαραίτητα μέτρα ασφαλείας.

Κατά τον ποιοτικό έλεγχο των συγκολλήσεων χρησιμοποιούνται δύο τύποι ιοντίζουσων ακτινοβολιών:

- Οι ακτίνες X, οι οποίες παράγονται από ηλεκτρικές συσκευές και
- οι ακτίνες γ, οι οποίες παράγονται από ραδιενεργά υλικά.

Σε αυτό το σημείο είναι αναγκαίο να οριστούν κάποια μεγέθη σχετικά με τη φύση, την ισχύ των ιοντίζουσων ακτινοβολιών και τις επιπτώσεις τους στον άνθρωπο:

- Απορροφούμενη δόση (D): $D = de / dm$
- Ισοδύναμο δόσης ή ισοδύναμη δόση (H): $H = Dw_R$
- Συντελεστής στάθμισης ακτινοβολίας (w_R): Ο συντελεστής αυτός εξαρτάται από τη φύση της ακτινοβολίας, μιας και ακτινοβολίες ίδιας ισχύος, αλλά διαφορετικής φύσης έχουν διαφορετικές επιπτώσεις στους βιολογικούς ιστούς.

Στον πίνακα αναφέρονται ενδεικτικά οι συντελεστές ορισμένων ακτινοβολιών:

Είδος ακτινοβολίας	w_R
Ακτίνες X	1
Ακτίνες γ	1
Σωματίδια α	20
Νετρόνια (<10keV)	5
Νετρόνια (10 keV-100 keV)	10
Νετρόνια (100keV-2MeV)	20
Νετρόνια (2-20MeV)	10
Νετρόνια (>20MeV)	5

- Ενεργός δόση (E): $E = Hw_T$
- Συντελεστής στάθμισης ιστού (w_T): Ο συντελεστής αυτός εξαρτάται από το είδος του ιστού που εξετάζεται, λόγω του ότι οι διάφοροι ιστοί του ανθρώπινου σώματος έχουν διαφορετική ευαισθησία στις ιοντίζουσες ακτινοβολίες. Ενδεικτικά στον πίνακα 6.14 αναφέρονται οι συντελεστές ορισμένων οργάνων:

Όργανο	w_T
Γεννητικοί αδένες	0,20
Μυελός των οστών	0,12
Πνεύμονας	0,12
Στομάχι	0,12
Στήθος	0,05
Ήπαρ	0,05
Οισοφάγος	0,05
Θυροειδής αδένας	0,05
Δέρμα	0,01

Η προστασία των εργαζομένων ηλεκτροσυγκολλητών έχει να κάνει με οργανωτικά μέτρα που μπορούν να εφαρμοστούν για οποιονδήποτε παρευρισκόμενο δεν έχει σχέση με τη διαδικασία της ραδιογράφισης.

Σε κάθε περίπτωση η δόση που λαμβάνει ένα άτομο πρέπει να είναι όσο χαμηλή είναι πρακτικά δυνατό. Δεν αρκεί δηλαδή απλά να τηρούνται τα υποχρεωτικά ανώτερα όρια έκθεσης, αλλά να γίνεται κάθε δυνατή προσπάθεια ούτως ώστε η έκθεση να είναι η χαμηλότερη δυνατή με στόχο τη μηδενική έκθεση μιας και όπως προαναφέρθηκε ακόμα και ελάχιστη δόση μπορεί ενδεχόμενα να οδηγήσει σε αρνητικές επιπτώσεις.

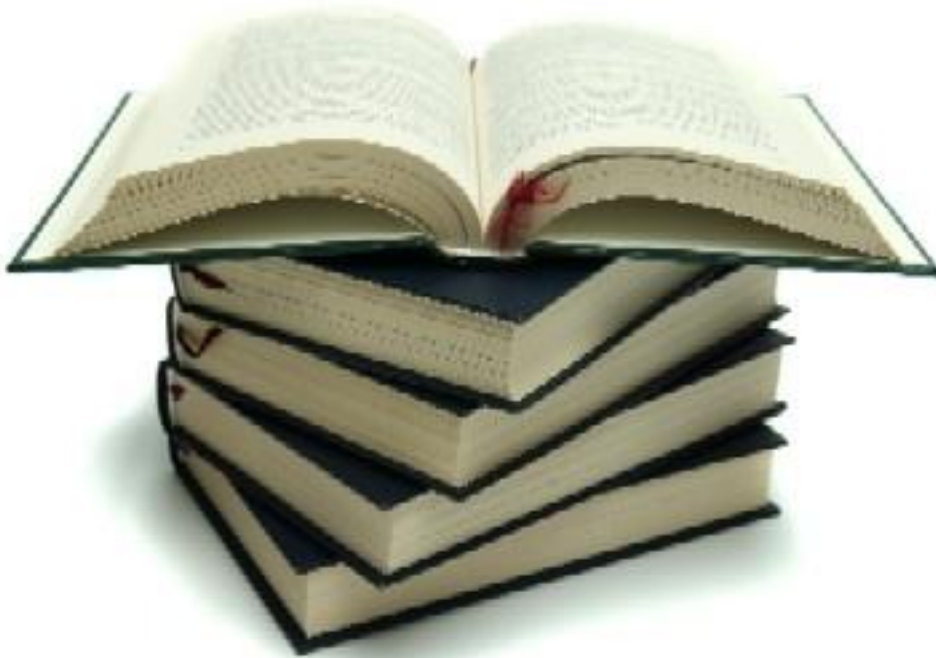
Γενικά η προστασία από την ακτινοβολία έχει να κάνει με τρεις παράγοντες:

- Το χρόνο έκθεσης: τρόποι μείωσης της δόσης μέσω της μείωσης του χρόνου έκθεσης στην ακτινοβολία.
- Την απόσταση από την πηγή: τρόποι μείωσης της δόσης μέσω της αύξησης της απόστασης του εργαζομένου από την πηγή της ακτινοβολίας
- Τη μειωμένη διεισδυτικότητα της ακτινοβολίας σε κάποια υλικά: τρόποι μείωσης της δόσης με τη χρήση προστατευτικών μέσων (παραπετάσματα, ποδιές κ.λ.π.) ανάμεσα στην πηγή και τον εργαζόμενο.

Ο πλέον εφαρμόσιμος τρόπος προστασίας από την έκθεση στην ακτινοβολία για τις περιπτώσεις που εξετάζουμε είναι η **αύξηση της απόστασης** των εργαζομένων από την πηγή με τη λήψη μέτρων όπως η οριοθέτηση περιοχών και η ελεγχόμενη πρόσβαση σε αυτές. Οι περιοχές αυτές θα πρέπει να επιβλέπονται όσον αφορά την ένταση της ακτινοβολίας εντός αυτών για την προστασία από τους κινδύνους που προκύπτουν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10^ο

Βιβλιογραφικές Αναφορές



- www.myBeuth.de
- <https://submit-atlas.grnet.gr/Secure/InternshipProviders/GenerateProviderCertificationPDF.ashx>
- <https://doc-04-ak-docs.googleusercontent.com/docs/securesc/8tac64245nhp4i77459m5bemg55na5pt/qrfcqgg6arrmlne2e145b4sfpiqvqklm/1398693600000/04437086747077805044/10982828778223253942/0B9fzAsjJ2af4NGJPNu5wZTZwdTg?e=download&h=16653014193614665626&nonce=vmvd4ut0m4n52&user=10982828778223253942&hash=ia4mmfbdc6hbav187tb2do32s4j8crji>
- http://oximaton.drwx.eu/files/txn_sygk_mathima_8_matzinos.pdf
- http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/6855/1/kriggos_deksameni.pdf
- http://triblab.teipir.gr/files/Welding/01_INTRODUCTION.pdf
- <http://www.m3.tuc.gr/ANAGNWSTHRIO/YLIKA/SHMEIWSEIS/4%20FASEIS%20Fe%20Cw.pdf>
- <https://drive.google.com/#folders/0B9fzAsjJ2af4RndjQ3BjR3pPb0E>
- <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A7%CE%AC%CE%BB%CF%85%CE%B2%CE%B5%CF%82>
- http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/2822/3/kairiss_weldings.pdf
- Άρθρα Παπαθανασίου ΑΕ
- Παπασωτηρίου:Εισαγωγή στις συγκολλήσεις

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11^ο

Προετοιμασία συγκολλούμενων μερών



Για το πειραματικό μέρος της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν δυο τεμάχια κοινού χάλυβα St 37 με διαστάσεις 10X130X60, τα οποία προετοιμάστηκαν και μορφοποιήθηκαν στο ένα τους άκρο από τη μεγαλύτερη τους διάσταση σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς μορφοποίησης.



Οι κλίσεις στα άκρα που δόθηκαν είναι $\Phi 60^\circ$.





Οι κατεργασίες αυτές έγιναν με χρήση της φρέζας του εργαστηρίου Ernaut – Somua. Ακολούθως, τα τεμάχια αυτά συγκολλήθηκαν με χρήση μηχανής σύρματος μεθόδου M.A.G δηλαδή χρησιμοποιήθηκε μίγμα αερίων 92% Ar και 8% CO₂ το οποίο φέρει την επωνυμία Arcal 21. Η συγκόλληση έγινε εναλλακτικά από τις δυο πλευρές προς αποφυγή κατά το δυνατόν παραμορφώσεων των τεμαχίων δηλαδή εν μέρη από τη μια μεριά και εν μέρη από την άλλη επιλέγοντας θέσεις αντίθετες μεταξύ τους. Ακολούθως φροντίσαμε την ρύθμιση των παραμέτρων της μηχανής με σκοπό να πετύχουμε συμπαγή ραφή με τις λιγότερες δυνατές εκτοξεύσεις μετάλλου (πιτσιλίσματα).

Συγκεκριμένα:

α) Επιλέξαμε στη μηχανή σύρματος θέση κύριου διακόπτη (1) 15-28 V και θέσεις δευτερευόντων διακοπών 3-3, οι συγκεκριμένες θέσεις βρίσκονται εντός του φάσματος (20.4-22.8V). Είναι τιμές του βραχυκυκλωμένου τόξου τις μηχανής.

Στις παραπάνω επιλογές καταλήξαμε για το λόγο ότι παρατηρήσαμε ελάχιστες εκτοξεύσεις υλικού εναπόθεσης, δηλαδή ήπιο και σταθερό τόξου κανονικό σε μέγεθος ούτε ψηλό αλλά ούτε πολύ κοντό.

Κεντρικός Διακόπτης	Μεγάλο Φάσμα Ελέγχου	Μικρό Φάσμα Ελέγχου	Τάση Ανοιχτού Κυκλώματος
15-28 V	1/4	1/4- 4/4	15,9-17,3 V
15-28 V	2/4	1/4- 4/4	17,9-19,7 V
15-28 V	3/4	1/4- 4/4	20,4-22,8 V
15-28 V	4/4	1/4- 4/4	23,7-27,0 V
28-48 V	1/4	1/4- 4/4	28,2-30,7 V
28-48 V	2/4	1/4- 4/4	31,6-34,8 V
28-48 V	3/4	1/4- 4/4	36,0-40,1 V
28-48 V	4/4	1/4- 4/4	41,7-47,3 V

β) Επιλέξαμε ταχύτητα κίνησης του υλικού εναπόθεσης Vd που αντιστοιχεί στη θέση 10 του ποτενσιομέτρου της μηχανής.

γ) Ακολούθησε η ρύθμιση της παροχής του αερίου προστασίας Arcal 21 της μηχανής (υψηλής καθαρότητας 92% Ar και 8% CO₂) στα 15 lt /min από το παροχόμετρο της φιάλης αερίου. Με τα παραπάνω στοιχεία παρόλο που στην έναρξη της συγκόλλησης δοκιμάστηκαν και αρκετά άλλα διαπιστώθηκε ότι η συμπεριφορά του τόξου ήταν πολύ καλή. Δηλαδή πήραμε ένα κανονικό σε ύψος τόξο με εμφανή των καταιονισμό του υλικού εναπόθεσης. Με ιδιαίτερη προσοχή στην θέση της λαβίδας (σχεδόν κάθετη) κατά την εκτέλεση της συγκόλλησης στην επιφάνεια του μετάλλου βάσης και φροντίζοντας ώστε το τηκόμενο άκρο του υλικού εναπόθεσης να ισαπέχει και να διατηρεί μια απόσταση περίπου 2 mm από το μέταλλο βάσης, καταφέραμε να πετύχουμε μια ομοιόμορφη και συμπαγής ραφή εύρους περίπου 2 cm και από τις δυο πλευρές των τεμαχίων.

Το ενιαίο σύνολο που πρόεκυψε μετά τη συγκόλληση με πολύ μικρές παραμορφώσεις τοποθετήθηκε στη φρέζα του εργαστηρίου Ernaut – Somua, κατεργάστηκε αρχικά από τις μεγάλες παράλληλες και ακολούθως από τις παράπλευρες πλευρές, με σχετικές διαστάσεις όμως εις τρόπον ώστε όλες οι προκύπτουσες επιφάνειες να καταστούν λείες καθόλη την έκτασή τους και με σχετικά μικρό βαθμό τραχύτητας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12^ο

Έλεγχος Ραφής

Οι έλεγχοι που έγιναν στο δοκίμιο αυτό για να ελεγχθεί η ποιότητας της ραφής συγκόλλησης είναι οι εξής:

12.1 Οπτικός Έλεγχος



- Γενικά:

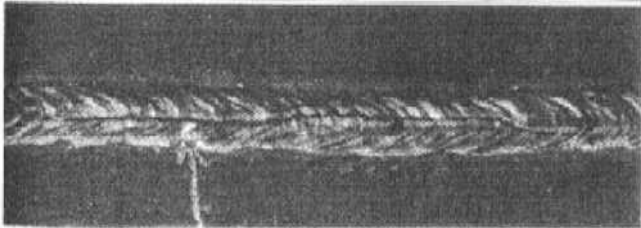
Διεξάγαμε οπτική επιθεώρηση της ραφής προκειμένου να διαπιστώσουμε ατέλειες, ρωγμές, συσσώρευση επικαθίσεων και μορφολογία της ραφής χρησιμοποιώντας ένα μετρητή διαστάσεων, ένα μεγεθυντικό φακό και ένα γωνιόμετρο.

- Ειδικότερα:

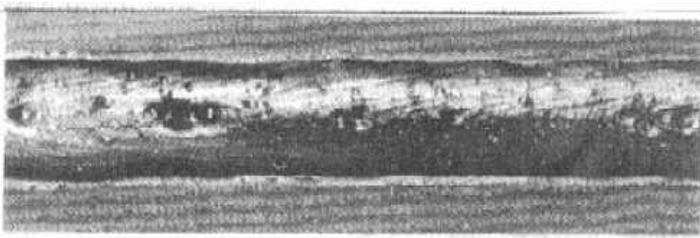
Η επιθεώρηση άρχισε πριν από το άναμμα του τόξου συγκόλλησης. Φροντίσαμε να διαπιστώσουμε τα παρακάτω στοιχεία : την ποιότητα , την καθαρότητα, τις ξένες ύλες, τα στρώματα οξειδίου, τις επικαθίσεις μεγάλου πάχους και την ευθυγραμμότητα των προς σύνδεση συγκόλληση τεμαχίων.

Η συγκόλληση έγινε με δυο στρώσεις του υλικού εναπόθεσης. Μετά το πέρας της στρώσης(συγκόλληση ραφής) διενεργήθηκε ένας πρώτος οπτικός έλεγχος προς εξακρίβωση τυχόν ασυνεχειών-ρωγμών και άλλων ανωμαλιών. Δεν διαπιστώθηκε οπτικώς απολύτως τίποτα. Πρέπει να αναφερθεί ότι ιδιαίτερης σημασίας είναι η συγκόλληση ρίζας.

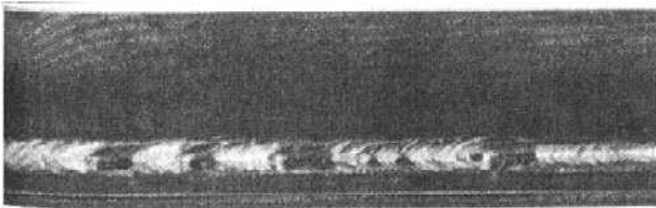
Μερικά σφάλματα συγκολλήσεων που μπορούν να αναγνωρισθούν οπτικά.



Ρήγματα: Μπορούν να διαπιστωθούν με οπτική επιθεώρηση εκτός εάν είναι εσωτερικά ή εάν είναι πολύ λεπτά. Συνήθως προκαλούνται λόγω υπερβολικά μεγάλου ρεύματος, ανεπαρκούς προθέρμανσης, μικρής γωνίας φρέζας και / ή υπερβολικά περιορισμένα τεμάχια προς συγκόλληση.



Επιφανειακοί πόροι: Προκαλούνται συχνά από υπερβολική ταχύτητα, ελάσματα σκουριασμένα ή βρώμικα, υγρό ηλεκτρόδιο ή πάστα, ανεπαρκή κάλυψη πάστας, ή κρίσιμες συνθήκες δημιουργίας τόξου.



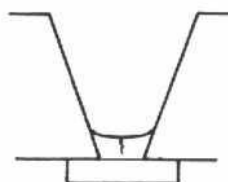
Επιφανειακές Εγκλείσεις πόρων: Μπορεί να οφείλονται σε αντικανονικό χειρισμό ηλεκτροδίου, αντικανονικό μέγεθος ηλεκτροδίου ή σε πολύ μικρή γωνία ηλεκτροδίου.



Υποσκάμματα: Μπορεί να οφείλονται σε πολύ μεγάλο ηλεκτρόδιο, υπερβολικό ρεύμα, τάση ή ταχύτητα τόξου.

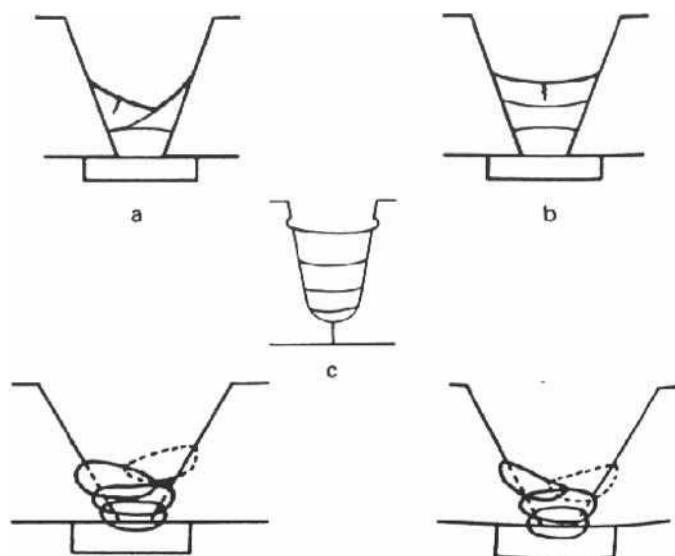
Πρέπει εδώ να αναφέρουμε ότι στις απλές συγκολλήσεις η επιθεώρηση ενός δείγματος στην αρχή της διαδικασίας αλλά και περιοδικά κατά την πρόοδο της διεργασίας μπορεί να είναι αρκετή. Όταν όμως εναποτίθενται περισσότερες της μίας στρώσης υλικού εναπόθεσης είναι σκόπιμο να επιθεωρείτε οπτικά η κάθε στρώση πριν από την εναπόθεση της επόμενης.

Πάντα η στρώση της ρίζας μιας συγκόλλησης πολλών στρώσεων είναι η πιο κρίσιμη ποιοτικά διότι είναι εξαιρετικά επιδεκτική στην δημιουργία ρωγμών.



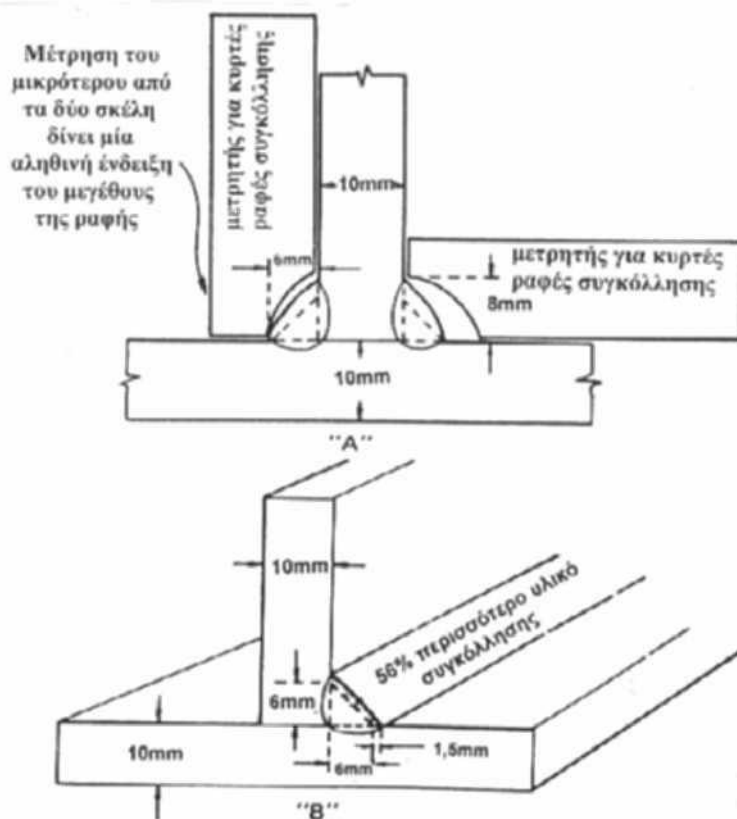
Στην εικόνα αυτή βλέπουμε τη στρώση της ρίζας μιας συγκόλλησης πολλαπλών στρώσεων η οποία είναι εξαιρετικά επιδεκτική σε ρηγματώσεις λόγω υψηλών τάσεων συρρίκνωσης .

Και επειδή έχει την τάση να στερεοποιείτε γρήγορα προκαλεί τον εγκλεισμό αερίων και επένδυσης ηλεκτροδίων.



Το κοίλο σχήμα της ραφής συγκόλλησης στα (a) και (b) είναι μερικώς υπεύθυνο για τις ρωγμές. Συγκολλήσεις σε φρέζα μπορούν επίσης να προκαλέσουν υποσκάμματα κατά μήκος των πλευρών (c) στα οποία μπορεί να εγκλεισθεί πάστα στην επόμενη στρώση. Έγκλειση πάστας μπορεί επίσης να προκληθεί σε μία κυρτή ραφή όταν υπάρχει πολύ μικρό διάκενο μεταξύ των ακμών της ραφής και της πλευράς της φρέζας (d). Το σωστό σχήμα της ραφής συγκόλλησης φαίνεται στο (e). Τα ελαττώματα αυτά πρέπει να διορθωθούν πριν να προχωρήσει η εργασία της συγκόλλησης.

Η οπτική επιθεώρηση που γίνεται στις αρχικές φάσεις μιας κατασκευής εντοπίζει επίσης την μειωμένη ή υπερβολική εναπόθεση υλικού. Το υλικό εναπόθεσης οφείλει να είναι σύμφωνο με τις σχετικές προδιαγραφές επειδή αυτό μπορεί να επιδράσει πέραν του κόστους της κατασκευής ως αιτία έντονων παραμορφώσεων καθώς και δημιουργία άλλων προβλημάτων. Το υλικό εναπόθεσης πρέπει να είναι τόσο σε ποσότητα και σε γεωμετρία όσο χρειάζεται μια κατασκευή να είναι επαρκώς ανθεκτική.

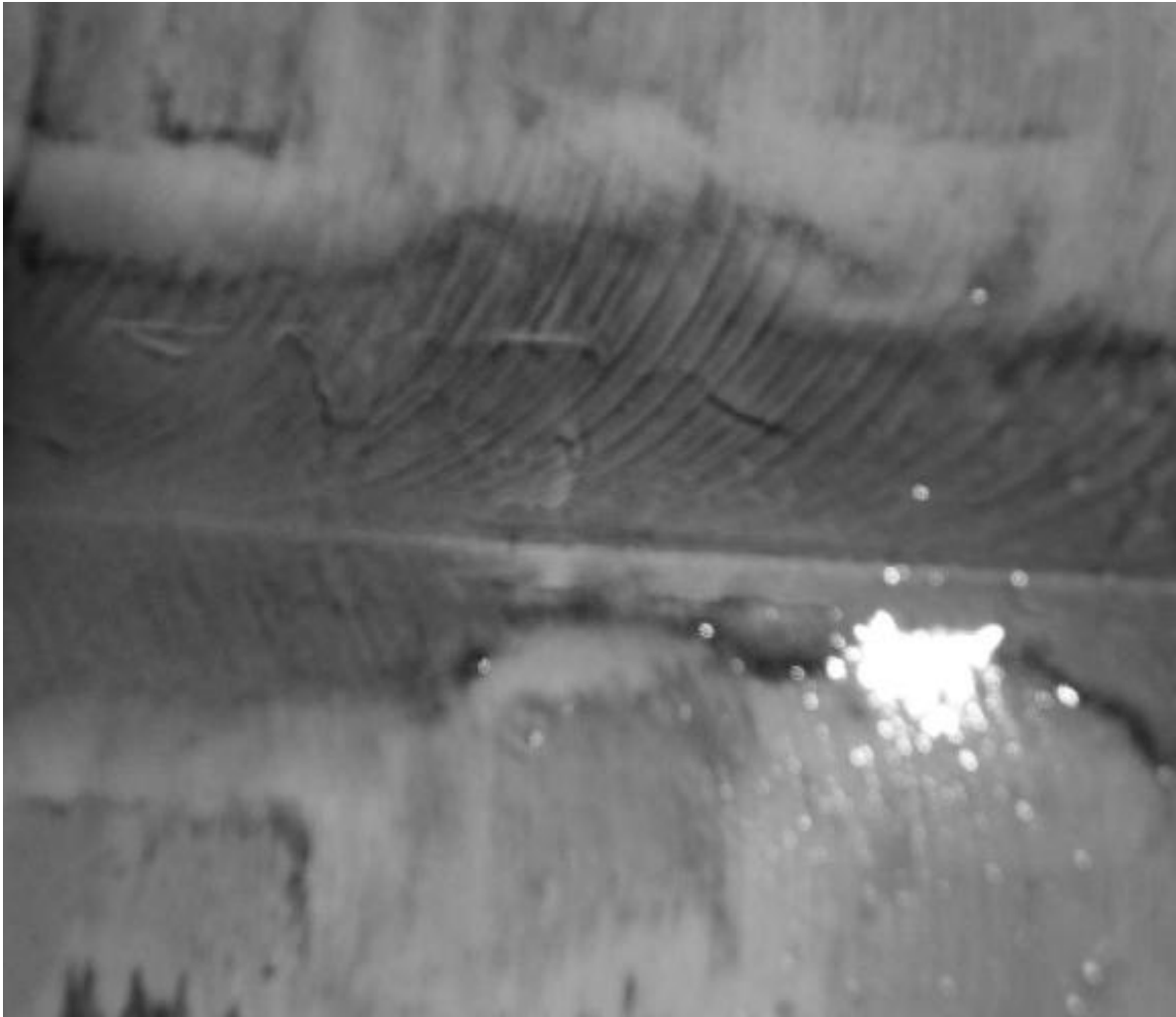


Μειωμένη εναπόθεση υλικού αντίκειται στις προδιαγραφές και δεν μπορεί να γίνει αποδεκτή, ενώ υπερβολική εναπόθεση υλικού αυξάνει το κόστος και δεν εξυπηρετεί κάποιο σκοπό. Εάν στην εικόνα “ A “ έχει προδιαγραφεί ραφή 8 mm, αυτές οι ραφές θα είναι μικρότερες της κανονικής. Εάν έχει προδιαγραφεί ραφή 6mm αυτές οι ραφές θα είναι μεγαλύτερες της κανονικής. Εάν προστεθεί 1,5 mm και στα δύο σκέλη όπως στην εικόνα “ B “, ο όγκος της ραφής θα αυξηθεί κατά 56% και θα αυξηθεί το κόστος της συγκόλλησης.

Αποτέλεσμα Μεθόδου

Κατά τον έλεγχο αυτό παρατηρήθηκαν αρκετές ασυνέχειες της ραφής όχι όμως σε επίπεδο ρίζας, αρκετοί πόροι και ρηγματώσεις οι οποίες δεν ήταν δυνατόν να παρατηρηθούν στον οπτικό έλεγχο.

12.2 Έλεγχος με Μαγνητικά Σωματίδια



Σκοπός:

Σκοπός του ελέγχου με μαγνητικά σωματίδια είναι ο έλεγχος ύπαρξης ατελειών ή αστοχιών(πόρων κτλ) στην περιοχή συγκόλλησης σε βάθος έως τρία(3) χιλιοστά.

Κατάσταση Επιφάνειας:

Η επιφάνεια ελέγχου και μια γειτονική περιοχή 30 χιλ., εκατέρωθεν περίπου, πρέπει να είναι στεγνή ,δεν πρέπει να έχει ξένα υλικά όπως λιπαντικά, σκόνη, πάστα συγκόλλησης και άλλα τα οποία μπορεί να επιδράσουν στην αξιολόγηση ευρημάτων. Μπορεί να απαιτηθεί ο καθαρισμός της επιφάνειας με τρόχισμα ή άλλη μηχανική κατεργασία σε περιπτώσεις όπου μπορεί να καλυφθούν επιφανειακές ασυνέχειες λόγω της κατάστασης της επιφάνειας.

Ο καθαρισμός μπορεί να επιτευχθεί με οργανικούς διαλύτες, απορρυπαντικά, διαλύτες χρωμάτων ή καθαρισμός με υπερήχους. Εάν σε μέρος της επιφάνειας παραμένουν στρώσεις χρώματος ή άλλου υλικού προ της ενάρξεως του ελέγχου πρέπει να αποδειχθεί η δυνατότητα εντοπισμού ασυνεχειών.

Η κατάλληλη μέθοδος θα επιλεγεί και θα προσδιορισθεί ανάλογα με το προς εξέταση υλικό, την χρήση του, τον βαθμό δυσκολίας καθαρισμού σε σχέση με την θέση του προς εξέταση αντικειμένου. Μετά τον προκαθορισμό το αντικείμενο προς εξέταση πρέπει να είναι στεγνό και απαλλαγμένο από υγρασία ώστε να προχωρήσουμε στην εφαρμογή του μαγνητικού πεδίου και των μαγνητικών σωματιδίων.

Στην περίπτωση μας:

Χρησιμοποιούμενα μέσα:

Τα μέσα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο ελαττωμάτων με μαγνητικό πεδίο είναι τα ακόλουθα:

- Συσκευές YOKES.
- Στεγνά ,υγρά και φθορίζοντα σωματίδια .

Κατά την διάρκεια του ψεκασμού των μαγνητικών σωματιδίων, η συσκευή παρέμεινε υπό τάση.

Ο έλεγχος επάρκειας συσκευών YOKES έγινε:

- Με τους πόλους στην μεγαλύτερη μεταξύ τους απόσταση.
- Εξασφαλίστηκε απαραίτητως η ανακάλυψη εγχοπών, με μέγιστες διαστάσεις: 1/16 in μήκος, 0,006 in πλάτος και 0,02 in βάθος.

Μαγνητισμός με YOKE :

Η συσκευή τοποθετήθηκε κάθετα προς την διαγώνιο του διαμήκους άξονα του αντικειμένου (30° - 40° γωνία) και μετά ψεκάστηκε με τα μαγνητικά σωματίδια, αφού πρώτα αναταράξαμε καλά τη φιάλη για $30''$, στην περιοχή μεταξύ των πόλων και γύρω από αυτήν. Στην συνέχεια έγινε λεπτομερής οπτικός έλεγχος για ανεύρεση ενδείξεων ελαττωμάτων με ισχυρό φωτισμό.

Η παραπάνω διαδικασία επαναλήφθηκε κατά μήκος της άλλης διαγωνίου του αντικειμένου. Οι πόλοι της συσκευής YOKE υπερκάλυπταν την προηγουμένως ελεγχθείσα επιφάνεια τουλάχιστον 1 in.



▪ Έλεγχος με Μαγνητικά Σωματίδια:

Χρησιμοποιήθηκαν λεπτά φερομαγνητικά σωματίδια τα οποία βάσει του κανονισμού ASME V, SE-709 κάλυπταν τις παρακάτω απαιτήσεις:

1. Στεγνά Σωματίδια.

Το χρώμα των σωματιδίων(πούδρα) παρείχε επαρκή αντίθεση με την υπό έλεγχο επιφάνεια. Ο έλεγχος με μαγνητικά σωματίδια έλαβε χώρα σε θερμοκρασία περιβάλλοντος 20-25 Κ. Δεν θα μπορούσε να διενεργηθεί εάν η θερμοκρασία της επιφάνειας ήταν άνω των 50 βαθμών Κελσίου.

2. Υγρά Σωματίδια.

Χρησιμοποιήθηκαν υγρά σωματίδια το χρώμα των οποίων παρείχε επαρκή αντίθεση με την υπό έλεγχο επιφάνεια.

3. Φθορίζοντα Σωματίδια.

Με φθορίζοντα σωματίδια ο έλεγχος που εκτελέσαμε με χρήση υπεριώδους λάμπας πραγματοποιήθηκε όπως παρακάτω:

- Εκτελέστηκε σε σκοτεινό χώρο.
- Βρεθήκαμε στο σκοτεινό χώρο 5 λεπτά πριν της έναρξης του ελέγχου για να προσαρμοστούν τα μάτια μας.
- Την λάμπα με την υπεριώδη ακτινοβολία την προθεράναμε για 5 λεπτά πριν της μέτρησης εντάσεως της ακτινοβολίας.

Τα στεγνά σωματίδια εναποτίθενται έτσι ώστε να δημιουργείται ένα λεπτό σύννεφο σκόνης το οποίο επικάθεται επί της επιφάνειας. Τα σωματίδια αιωρούνταν στον αέρα και έφταναν επί της επιφάνειας με την ελάχιστη δύναμη, Μετά την εναπόθεση και πριν τη διακοπή η παροχή ρεύματος ή η αξιολόγηση η επιπλέον σκόνη αφαιρέθηκε με την χρήση ρεύματος αέρος χωρίς να πειραχτούν τα σωματίδια τα οποία δημιούργησαν τις ενδείξεις. Απαιτούνταν συνεχής παρατήρηση των σχημάτων που δημιουργούνται κατά την εναπόθεση της σκόνης και κατά την αφαίρεση της πλεονάζουσας. Επίσης, μεταξύ των διαδοχικών μαγνητίσεων απαιτούνταν η παρέλευση ικανού χρόνου. Τα υγρά σωματίδια μπορούσαν να εναποτεθούν με ροή υγρού κατά την διάρκεια της εφαρμογής του ρεύματος μαγνητισμού. Καθ' ότι σωματίδια τα οποία υποδηλώνουν ασθενείς ενδείξεις θα μπορούσαν να έχουν παρασυρθεί από την γρήγορη ροή του υγρού.

Η ένταση του λευκού φωτός που χρησιμοποιήθηκε για την εξέταση με μη φθορίζοντα μαγνητικά σωματίδια ελέγχονταν κατά τακτά χρονικά διαστήματα.

Η ένταση του μαύρου φωτός στην προς έλεγχο επιφάνεια δεν ήταν μικρότερη από 800 Mw/cm².

Έλεγχος Μαγνητισμού

▪ Μαγνητισμός με ακροδέκτες

Ο μαγνητισμός επιτεύχθηκε με την επαφή ακροδεκτών στο αντικείμενο ελέγχου. Το ηλεκτρικό ρεύμα μέσω των ακροδεκτών διαπέρασε την περιοχή αντικειμένου ενδιάμεσα των ακροδεκτών. Με αυτό τον τρόπο δημιουργήθηκε κυκλικό μαγνητικό πεδίο στην περιοχή ανάμεσα και γειτονικά στις ακίδες.

Πιο συγκεκριμένα:

- Η απόσταση των ηλεκτροδίων ήταν περίπου 20 εκατ.
- Χρησιμοποιήθηκε εναλλασσόμενο ρεύμα για τον εντοπισμό επιφανειακών σφαλμάτων μόνο.
- Χρησιμοποιήθηκαν μόνο στεγνά μαγνητικά σωματίδια λόγω καλύτερης κινητικότητας των σωματιδίων.
- Φροντίσαμε να διατηρήσουμε καθαρές και σε καλή κατάσταση τις επαφές για να αποφύγουμε τις ηλεκτρικές εκκενώσεις.

▪ Διαμήκης μαγνητισμός

Ο μαγνητισμός επιτεύχθηκε με την δίοδο ρεύματος μέσω αγωγού περιτυλιγμένου με αριθμό στροφών στο τεμάχιο υπό έλεγχο. Με αυτό τον τρόπο δημιουργήθηκε διαμήκης μαγνητικό πεδίο παράλληλο στον άξονα αγωγού.

Πιο συγκεκριμένα:

- Χρησιμοποιήθηκε συνεχές ρεύμα για τον μαγνητισμό προς έλεγχο των τεμαχίων. Η ισχύς του πεδίου υπολογίστηκε βάσει του μήκους L και της διαμέτρου D .

▪ Μαγνητισμός με την χρήση μαγνητών

Οι μαγνήτες είχαν σχήμα πέταλου και ο μαγνητισμός δημιουργήθηκε με χρήση συνεχούς ρεύματος, δυνατότητας ανύψωσης φορτίου 20 χιλιόγραμμα εβρισκομένου κοντά στους πόλους. Το αντικείμενο μαγνητίστηκε σε επαφής με τον μαγνήτη.

Επιθεώρηση

Σημαντικό για την διεξαγωγή της δοκιμής ήταν και ο προσδιορισμός για τυχόν μη σχετικές ενδείξεις οι οποίες θα μπορούσαν να δημιουργήσουν λάθος εκτιμήσεις κατά την διάρκεια της δοκιμής ,

Απομαγνήτιση

Μετά τον τελικό έλεγχο με το μετρητή πεδίου δεν παρατηρήσαμε διαμένουσα μαγνήτιση.

Συνθήκες προστασίας

Ο έλεγχος με μαγνητικά σωματίδια έγινε πάνω σε στεγνές επιφάνειες. Το ανώτατο όριο θερμοκρασίας ήταν οι 50 C. Τα υλικά και ο εξοπλισμός τα χρησιμοποιήσαμε με προσοχή και πάντοτε σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Όταν χρησιμοποιήσαμε πηγή UV-A διασφαλίσαμε ότι δεν θα φθάνει στα μάτια μας μη φιλτραρισμένη ακτινοβολία. Το φίλτρο UV-A ήταν σε άριστη κατάσταση. Σε κάθε περίπτωση τηρήθηκε η νομοθεσία και οι τοπικοί κανόνες. Αυτή η οδηγία χρησιμοποιήθηκε για την ανίχνευση, τον προσδιορισμό της θέσεως, το μέγεθος και την αξιολόγηση των σφαλμάτων εντός των συγκολλήσεων πλήρους διεισδύσεως καθώς και στην θερμικά επηρεαζόμενη ζώνη μεταλλικών υλικών. Η επιθεώρηση πραγματοποιήθηκε με την μέθοδο επαφής.

Αποτέλεσμα Μεθόδου

Κατά τον έλεγχο αυτό παρατηρήθηκαν αρκετά ελαττώματα της ραφής συγκόλλησης. Στη συνέχεια έγινε αξιολόγηση των ενδείξεων αυτών σε συνήθεις(ελαττώματα) και σε μη συνήθεις(αμφισβητούμενα ελαττώματα)

Στην περίπτωση των μη συνήθων ενδείξεων ακολούθησαν στη συνέχεια οι παρακάτω μέθοδοι:

- Το λιγότερο 10% από κάθε τύπο ενδείξεων ερευνήθηκε δι' αφαιρέσεως της τραχύτητας από την επιφάνεια όπου εμφανίζονταν οι μη συνήθεις ενδείξεις, με λειαντικό τροχό Νο 250.
- Στη συνέχεια έγινε επανέλεγχος με μαγνητικά σωματίδια. Εφόσον δεν εμφανίσθηκαν ξανά ενδείξεις τότε οι προηγούμενες θεωρήθηκαν ως μη ελαττώματα. Στην περίπτωση όμως, που εμφανιζόντουσαν ξανά ενδείξεις τότε αυτές θα θεωρούνταν ως ελαττώματα.

12.3 Έλεγχος με Υπερήχους



Σκοπός

Σκοπός ήταν η ανίχνευση, ο προσδιορισμό της θέσεως , το μέγεθος και η αξιολόγηση των σφαλμάτων εντός των συγκολλήσεων πλήρους διεισδύσεως καθώς και στην θερμικά επηρεαζόμενη ζώνη μεταλλικών υλικών. Η επιθεώρηση έγινε με την μέθοδο επαφής.

Συνθήκες περιβάλλοντος δοκιμής

Ο έλεγχος με υπέρηχους θα μπορούσε να λάβει χώρα σε οποιοσδήποτε καιρικές συνθήκες εφόσον είναι κατάλληλες για την ασφάλεια του προσωπικού και του εξοπλισμού. Εφαρμόστηκαν όλοι οι κανόνες ασφαλείας για το εργαστήριο.

Περιγραφή μεθόδου εργασίας

- Έκταση , ρυθμός και ευαισθησία σάρωσης

Ο όγκος ελέγχου του αντικειμένου εξετάστηκε με την μετακίνηση της μονάδος ελέγχου ώστε να καλυφτεί όλος ο όγκος και κάθε διαδρομή επικαλύπτονταν κατά 10 % της διάστασης της μονάδος ελέγχου , η οποία ήταν κάθετη στην κατεύθυνση σάρωσης. Η ταχύτητα κίνησης της κεφαλής δεν ξεπερνούσε τα 15 εκ./ δευτ εκτός εάν η βαθμονόμηση γίνονταν με μεγαλύτερη ταχύτητα. Η καταγραφή των ενδείξεων έγινε σε σχέση με το επίπεδο αναφοράς.

- Εξοπλισμός

Ο έλεγχος εκτελέστηκε με συσκευή παλμού – ήχου με συχνότητες από 1MHz -5MHz. Η συσκευή μας παρείχε μία κάθετη γραμμική απεικόνιση εντός των ορίων + - 5 % για το πλήρες ύψος της οθόνης για το 20% με 80% του βαθμονομημένου ύψους της οθόνης. Η συσκευή έδινε την απεικόνιση σε A-scan. Η συσκευή χρησιμοποιούσε ρυθμιστή έντασης ακριβείας χρήσιμου εύρους + -20% του ονομαστικού εύρους έντασης. Η ορθή λειτουργία του εξοπλισμού επιβεβαιώνονταν σε τακτά διαστήματα. Ο εξοπλισμός βαθμονομήθηκε στην αρχή και στο τέλος κάθε ελέγχου και σε κάθε περίπτωση που υπήρχε υποψία σφάλματος εξοπλισμού. Δεν παρατηρήθηκε σφάλμα ελέγχου και κατά συνέπεια δεν χρειάστηκε να επαναληφθεί έλεγχος Χρησιμοποιήθηκαν μονάδες ελέγχου με μονό κρύσταλλο.

- Μέτρηση πάχους

Για την μέτρηση πάχους εφαρμόστηκε η ακόλουθη διαδικασία:

1. Τοποθετήθηκε στο προς μέτρηση σημείο το συνδετικό υλικό.
2. Εφαρμόστηκε καλά η κεφαλή στο προς μέτρηση σημείο.
3. Διαβάστηκε η ένδειξη στην οθόνη της συσκευής.

Η παραπάνω διαδικασία επαναλήφθηκε σε όλα τα προκαθορισμένα σημεία ελέγχου.

- Λήψη παχυμετρήσεων με συσκευή KRAUTKRAMER: ΤΥΠΟΣ DM 2

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά αυτής της συσκευής είναι:

1. Ακρίβεια μετρήσεων: $\pm 0,1$ mm σε όλο το εύρος της κλίμακας.
2. Εύρος μετρήσεων: 1,2 + 200 mm μέγιστο σε χάλυβα
3. Στοιχεία κεφαλής: DA 201 (SMHZ)
4. Επιτρεπόμενη θερμοκρασία επιφανείας αντικειμένου: $-10^{\circ}\text{C} + 70^{\circ}\text{C}$.
5. Επιτρεπόμενη θερμοκρασία περιβάλλοντος: $10^{\circ}\text{C} + 50^{\circ}\text{C}$.
6. Επιτρεπόμενη καμπυλότητα επιφανείας: Ακτίνα καμπυλότητας > 10 mm (ελάχιστο πάχος τοιχώματος 2 mm).
7. Μέθοδος μέτρησης: PULSE-ECHO, υπολογισμός μέσης τιμής μεταβατικού χρόνου.
8. Μετρήσιμα υλικά: Όλα τα υλικά που επιτρέπουν μετάδοση του ήχου με ταχύτητα από 10m/sec + 999 m/s.
9. Καλώδια κεφαλής:
^ DA 231 για μετρήσεις σε υλικά όπως χάλυβας, χαλκός, νικέλιο κ. τ. λ.
10. Ενσωματωμένο δοκίμιο ρύθμισης της συσκευής:
^ Πάχος: $5,0 \pm 0,05$ mm διαμήκης ταχύτητα ήχου: 5920 m/s.

- Υλικό σύζευξης

Το υλικό σύζευξης ήταν λάδι το οποίο μας παρείχε τη δυνατότητα μεταφοράς δονήσεων και υπερήχων από την μονάδα ελέγχου στο ελεγχόμενο υλικό. Το υλικό σύζευξης δεν ήταν επιβλαβές για την επιφάνεια του υλικού.

- Δοκίμιο αναφοράς

Χρησιμοποιήσαμε δοκίμια αναφοράς ώστε να καθορίσουμε τις μεταβλητές της συσκευής .

- Βαθμονόμηση συσκευής

Προ της ενάρξεως του ελέγχου η συσκευή βαθμονομήθηκε με δοκίμια βαθμονόμησης όπως ορίζονταν από την προδιαγραφή του υλικού. Η συσκευή λειτουργούσε με εύρος του σήματος αναφοράς όπως σε κλίμακα άνω του 25 % του επιπέδου παράσιτων και του κάτω επιπέδου κορεσμού(συνήθως 25 με 75 % του πλήρους ύψους της οθόνης).

Τα χαρακτηριστικά των υπερήχων αξιολογήθηκαν με σύγκριση την πρώτη ακόρεστη ανάκλαση οπίσθιας επιφάνειας. Κάθε μείωση των ανακλάσεων οπίσθιας επιφάνειας μας έδειχνε την αύξηση της ακουστικής αντίστασης ή απώλεια ακουστικής ενέργειας λόγω απορρόφησης ή σκεδασμού μέσα στο υλικό, λαμβάνοντας ως δεδομένο ότι η επιφάνεια του αντικειμένου είναι στην κατάσταση όπως αυτή του δοκιμίου.

Η απόσταση κεφαλής και αντικειμένου ελέγχου ρυθμίστηκε με βάσει το μέγεθος, τύπο και συχνότητα της κεφαλής. Η απόσταση του υλικού σύζευξης ήταν περίπου 6,5 χιλ.

- **Επιφάνεια**

Η επιφάνεια δεν είχε οξείδωση, σωματίδια ή άλλες ασυνέχειες.

- **Συχνότητα**

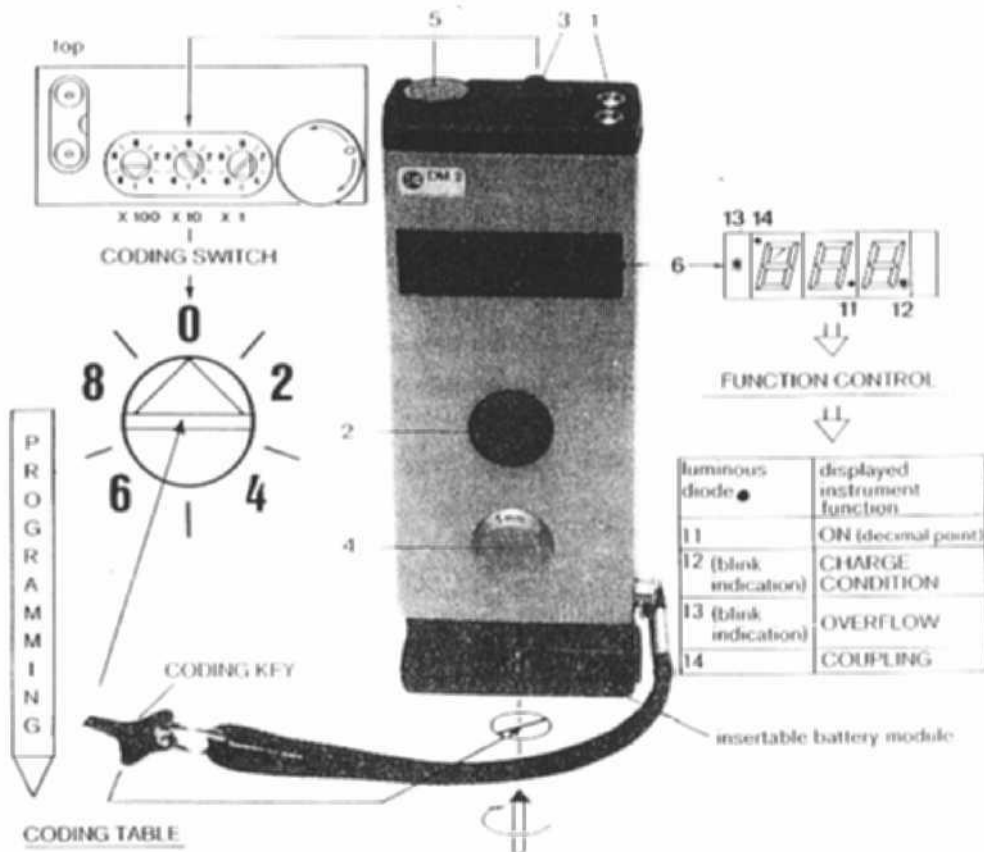
Η συχνότητα επιλέχθηκε σε σχέση με το πάχος του υλικού. Η μεγαλύτερη συχνότητα μας έδωσε την δυνατότητα εντοπισμού των μικρότερων ασυνεχειών.

- **Σάρωση**

Η σάρωση πραγματοποιήθηκε χειρωνακτικά και χρησιμοποιήθηκαν οι οδηγοί για να διατηρούνται σταθερά η απόσταση κεφαλής αντικειμένου και οι γεωμετρικές σχέσεις. Η σάρωση ήταν συνεχής σε επιλεγμένες περιοχές του αντικειμένου. Η ταχύτητα σάρωσης επιλέχτηκε έτσι ώστε να υπάρχει η δυνατότητα εντοπισμού της μικρότερης απαιτούμενης ασυνέχειας και επαρκώς αργή έτσι ώστε να λειτουργήσουν οι συσκευές καταγραφής. Οι ασυνέχειες αξιολογήθηκαν αφού μεγιστοποιήθηκαν οι ανακλάσεις με την γωνιακή μετατόπιση της κεφαλής πάνω από την συνέχεια. Η σάρωση του υλικού έγινε με τέτοιο τρόπο ώστε οι όγκοι του υλικού που ελέγχθηκαν δέχτηκαν την απαιτούμενη διείσδυση της δέσμης.

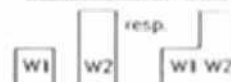
Αποτέλεσμα Μεθόδου

Και στον έλεγχο αυτό που πραγματοποιήθηκε με τα κατάλληλα μέσα όπως είδαμε παραπάνω εντοπίστηκαν αρκετές ρωγμές και ασυνέχειες όπως και στους παραπάνω ελέγχους.



TEST MATERIAL	MEASURING RANGE				SOUND VELOCITY c m/s Comparison Table
	near range < 10 mm		far range > 8 mm		
	Code		Code		
	N_n	D_n	N_f	D_f	
Gray Cast (middle)	475	3,9	460	4,1	4600
Regular Graphite Cast Iron	579	4,7	560	4,9	5600
Steel Casting	605	4,9	585	5,1	5850
Steel	617	5,0	592	5,2	5920
Aluminum	652	5,3	632	5,5	6320
Copper	485	3,9	470	4,1	4700
Brass	457	3,7	443	3,9	4430
Zinc	430	3,5	417	3,7	4170
Quartz Glass	575	4,7	557	4,9	5570
PE	242	2,0	234	2,1	2340
PVC	248	2,0	240	2,1	2400

Reference blocks for two point adjusting



Choose reference wall thicknesses for two point adjusting in the near range or far range (see CODING TABLE)

12.4 ΡΑΔΙΟΓΡΑΦΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

▪ Σκοπός

Σκοπός του ραδιογραφικού ελέγχου είναι η ανίχνευση, αποτύπωση σε εικόνα(φιλμ),αξιολόγηση, και έκθεση δοκιμής ύπαρξης ασυνεχειών (πόρων, ρηγμάτων κλπ) στην περιοχή συγκόλλησης και στην θερμικά επηρεαζόμενη ζώνη του βασικού μετάλλου.

▪ Προετοιμασία Επιφάνειας και Φάση της Κατασκευής

Οι πτυχώσεις των συγκολλήσεων, οι ατέλειες της επιφάνειας των συγκολλήσεων και των χυτών, τόσο εσωτερικά (όταν είναι προσπελάσιμες) όσο και εξωτερικά, απομακρύνθηκαν με οποιοδήποτε κατάλληλο μέσο και σε τέτοιο βαθμό έτσι ώστε ή προκύπτουσα απεικόνιση αυτών να μην μπορεί να αποκρύψει ή να προκαλέσει σύγχυση με την απεικόνιση ασυνεχειών του υλικού

▪ Εξοπλισμός

Ο μη καταστρεπτικός έλεγχος των συγκολλήσεων γίνεται είτε με ακτινοβολία που παράγεται από μηχανές χ, είτε με ακτινοβολία η οποία παράγεται από ραδιενεργά ισότοπα. Στην περίπτωση μας χρησιμοποιήσαμε συσκευή ακτίνων χ.

Σε γενικές γραμμές ίσχυσαν τα παρακάτω:

- Ακτίνες X: 200KV μέγιστο πάχος 20-25 χιλ
- Ir 192, Se 75: ελάχιστο πάχος 3 χιλ. μέγιστο πάχος 80 χιλ.

▪ Τύπος Φιλμ

Το φιλμ που χρησιμοποιήθηκε είναι της κατηγορίας D.

▪ Πεντάμετρο IQI

Χρησιμοποιήσαμε πεντάμετρο για να επιβεβαιώσουμε την ποιότητα της εικόνας και για να δούμε αν είναι σύμφωνη με (EN 462-1:1994, EN 462-2:1994 & ISO 19232-1,2) & (ASME V/ ARTICLE 2< T-276>)

Το πεντάμετρο τοποθετήθηκε στο πιο κεντρικό σημείο της περιοχής που μας ενδιαφέρει και σε ομοιόμορφη περιοχή πάχους που χαρακτηρίζεται από ομοιόμορφη οπτική πυκνότητα 10 τουλάχιστον χιλιοστά μήκους του πεντάμετρου πρέπει να είναι ορατά σε ομοιόμορφη οπτική πυκνότητα.

Σε περιπτώσεις όπου δεν είναι δυνατή η τοποθέτηση του πεντάμετρου πλευρά πηγής, τότε θα τοποθετείτε Φιλμ. Σε περιπτώσεις όπου η έκθεση θα είναι πανοραμική με την ραδιογραφική πηγή στο κέντρο τότε 3 πεντάμετρα θα χρησιμοποιούνται σε αντίστοιχες ίσες αποστάσεις περιφερειακά ανά (120*) μοίρες της συγκόλλησης. Τα φιλμ που δείχνουν τα πεντάμετρα θεωρούνται αντιπροσωπευτικά ολόκληρης της περιφέρειας. Όταν το πεντάμετρο τοποθετείται στην πλευρά του φιλμ θα τοποθετείται δίπλα στο πεντάμετρο το γράμμα F και θα σημειώνεται και στην έκθεση δοκιμής.

▪ Ενδείκτες Θέσης

Οι ενδείκτες θέσης, των οποίων η ακτινογραφική απεικόνιση εμφανίζεται στην ακτινογραφία, τοποθετήθηκαν πάνω στο αντικείμενο και η θέση τους σημειώνονταν πάνω στην επιφάνεια του προς ακτινογράφιση αντικειμένου με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι δυνατή η με ακρίβεια ανίχνευση της περιοχής ενδιαφέροντος της ακτινογραφίας πάνω στο ακτινογραφηθέν αντικείμενο. Μέσω των ενδεικτών θέσης ελέγχθηκε και η επικάλυψη των φιλμ.

▪ Ευκρίνεια Περιγράμματος Ακτινογραφικών Απεικονίσεων

Όταν απαιτείται από την εφαρμοστέα προδιαγραφή, η γεωμετρική δυσκρίνεια περιγράμματος ελέγχεται ως ακολούθως:

Κατά το πρότυπο EN 444 ή EN 1435 Η απόσταση της πηγής από το αντικείμενο δεν πρέπει να είναι μικρότερη αυτή που υπολογίζεται με βάση το νομογράφημα του σχήματος 2 του προτύπου EN 444 ή το νομογράφημα του σχήματος 21 του προτύπου EN 1435.

Κατά το πρότυπο ASME V

Η γεωμετρική δυσκρίνεια περιγράμματος U_g (geometric un-sharpness) δεν πρέπει να υπερβαίνει τις ακόλουθες τιμές:

Πάχος Υλικού [mm]	Max Ug [mm]
Κάτω από 50. 8	0. 500
50. 8 έως και 76. 2	0. 762
Πάνω από 76. 2 έως και 101. 6	1. 016
Πάνω από 101. 6	1. 778

Σημείωση: Το πάχος του υλικού είναι το πάχος στο οποίο βασίζεται η επιλογή του πενετράμετρου.

Η γεωμετρική δυσκρίνεια περιγράμματος Ug υπολογίζεται με βάση τον ακόλουθο τύπο:

$$U_g = F' T/D$$

όπου:

Ug = ηγεωμετρική δυσκρίνεια περιγράμματος

F = το μέγεθος της πηγής

T = η απόσταση μεταξύ της προς την πηγή πλευράς του προς

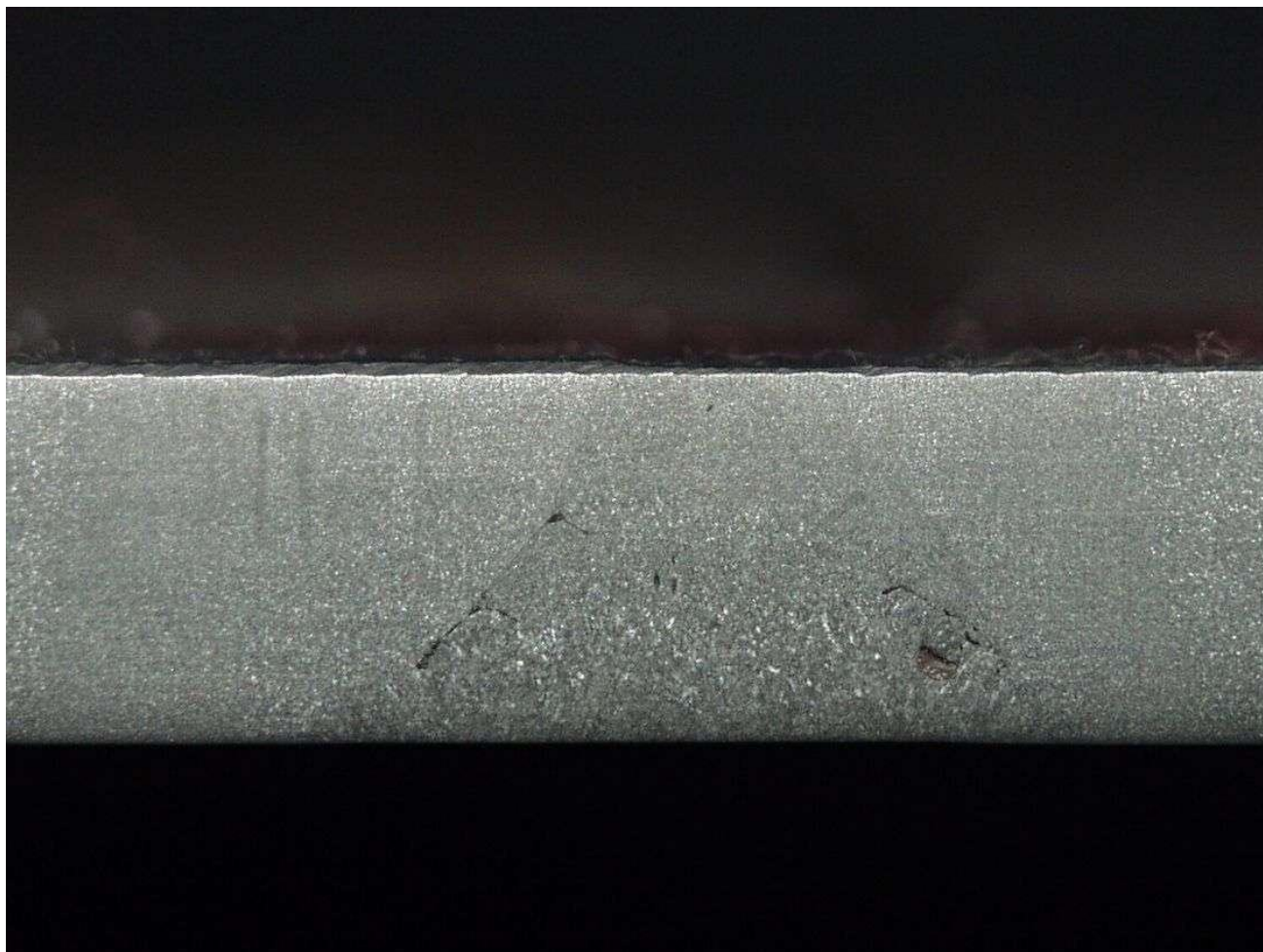
ακτινογράφιση αντικειμένου (ή της συγκόλλησης) και του φιλμ D = η

απόσταση μεταξύ της πηγής του προς ακτινογράφιση αντικειμένου.

Αποτέλεσμα Μεθόδου

Το αποτέλεσμα που προέκυψε και σε αυτή την μέθοδο ήταν ρωγμές και ασυνέχειες οι οποίες δεν φαινότουσαν με γυμνό μάτι(οπτικός έλεγχος) και μέσα από την κατάλληλη διαδικασία και τα κατάλληλα μέσα έγιναν ορατές.

12.5. Μακρογραφικός Έλεγχος



Ορισμός

Ο μακρογραφικός έλεγχος αφορά την εξέταση δοκιμίου με γυμνό μάτι ή με μεγέθυνση, με ή χωρίς προσβολή του δοκιμίου.

Σκοπός

Χρησιμοποιήθηκε για να αποκαλύψει τα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα μιας ένωσης, μέσω της εξέτασης των εγκάρσιων τμημάτων. Ο σκοπός της εξέτασης αυτής ήταν να αξιολογηθούν τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα μίας συγκόλλησης.

A/A	Χαρακτηριστικά Γνωρίσματα	Μάκρο εξέταση Χωρίς προσβολή	Μάκρο εξέταση Με προσβολή
1.	Θερμές ρωγμές	X	X
2.	Κρύες ρωγμές	X	X
3.	Κοιλότητες	X	X
4.	Εγκλήσεις	X	X
5.	Έλλειψη τήξης/διείσδυσης	X	X
6.	Γεωμετρική μορφή	X	X
7.	Πληγείσα από τη θερμότητα ζώνη HAZ		X
8.	Τρεξίματα και στρώματα		X
9.	Όριο πόρου		
10.	Δομή πόρου		
11.	Δομή στερεοποίησης		X
12.	Προετοιμασία συγκόλλησης	(X)	X
13.	Κατεύθυνση του κυλίσματος/εξώθηση		X
14.	Κατεύθυνση της δομής ινών		X
15.	Διαχωρισμός		X
16.	Καθίζηση		
17.	Επισκευή	(X)	X
18.	Μηχανικές/θερμικές επιδράσεις		X

Η ένδειξη X σημαίνει ότι τα σφάλματα θα αποκαλυφθούν.

Η ένδειξη (X) σημαίνει ότι τα σφάλματα μπορεί ή όχι να αποκαλυφθούν.

Μέθοδοι Προσβολής

Για την πραγματοποίηση της προσβολής χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθες μέθοδοι:

- Προσβολή με τη βύθιση του δείγματος δοκιμής στον <<υγρό προσβολής>>
- Προσβολή με ταμπόν, της επιφάνειας ή του δείγματος δοκιμής.
- Ηλεκτρολυτική προσβολή.

Αποτέλεσμα Μεθόδου

Στο δοκίμιο μας διενεργήθηκε μακρογραφικός έλεγχος κατά τον οποίο διαπιστώθηκαν ασυνέχειες συγκολλήσεων σε όλη την έκταση και ειδικά στις παρύφες της λοξοτομής.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Με την παρούσα πτυχιακή στόχευσα στην παρουσίαση των βασικών εννοιών σε ότι αφορά τους κοινούς χάλυβες. Εξέτασα την κρυσταλλική δομή τους καθώς και τις ιδιότητες τους. Επίσης, με την βοήθεια εικόνων και διαγραμμάτων προσπάθησα να κάνω πιο κατανοητή στον αναγνώστη τις πιο σύγχρονες τεχνικές συγκόλλησης καθώς και τους μη καταστρεπτικούς ελέγχους που μπορούμε να εφαρμόσουμε για να ελέγξουμε τη ραφή της συγκόλλησης μας την οποία πραγματοποιήσαμε με τα υπάρχοντα μέσα του μηχανολογικού εργαστηρίου.





