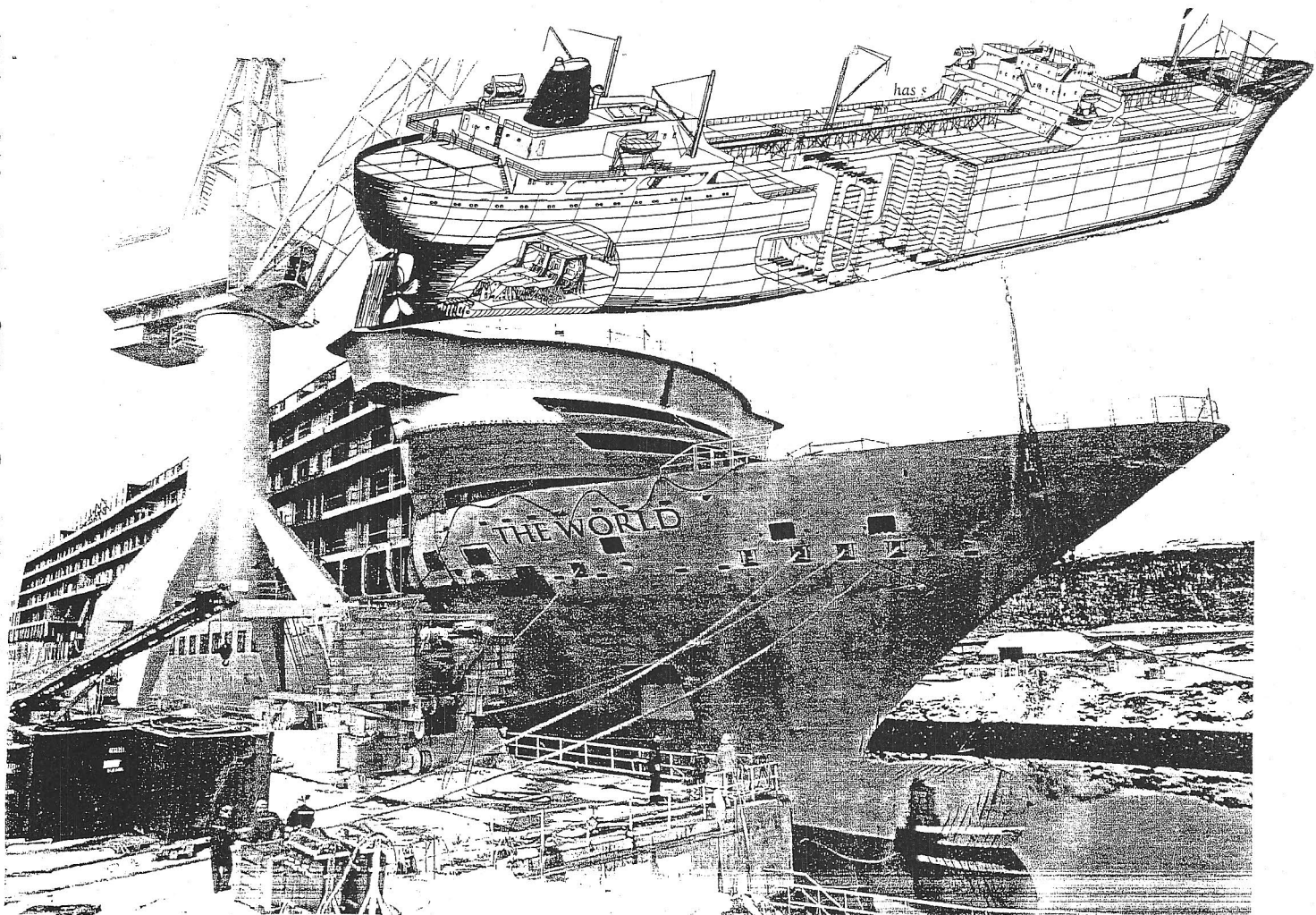


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΑΘΗΝΑΣ
ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΙΚΗΣ

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ
ΝΑΥΠΗΓΙΚΩΝ
ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ**



ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΝΑΥΠΗΓΙΚΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ – ΜΕΛΕΤΗΣ , ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ & ΠΟΙΟΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

1. Οι ώρες του Εργαστηρίου είναι καθορισμένες από το Πρόγραμμα. Πέραν των 15' καθυστέρηση λαμβάνεται ως απουσία.
2. Κατά την προσέλευσή σας στο Εργαστήριο πριν κάνετε οτιδήποτε υπογράφετε στην ανάλογη κατάσταση παρουσιών.
3. Μετά τον Χωρισμό σε ομάδες απαγορεύεται η μετακίνηση σε άλλη ομάδα χωρίς την συγκατάθεση των Εκπαιδευτικών του Εργαστηρίου.
4. Απαγορεύονται **ΑΥΣΤΗΡΑ** στον χώρο του Εργαστηρίου **το κάπνισμα, το φαγητό, οι καφέδες** κλπ. καθώς και κάθε είδους χειρονομίες και αστεία που πιθανά να προκαλέσουν αιτίες ατυχήματος και φθορών. Ανά ώρα εργασίας θα δίνεται 10λεπτο διάλειμμα.
5. Όλοι οι σπουδαστές υποχρεούνται να χρησιμοποιούν ολόσωμες φόρμες εργασίας κατά την διάρκεια των ασκήσεων. Ο ειδικός εξοπλισμός προστασίας θα παρέχεται από το Εργαστήριο, θα χρεώνεται ατομικά ,θα παραδίνεται στο τέλος του εξαμήνου σε όσο το δυνατόν καλύτερη κατάσταση.
6. Μη φυσική φθορά του εν λόγω εξοπλισμού υποχρεώνει τον σπουδαστή στην αντικατάστασή του.
7. Οποιαδήποτε άρνηση εκτέλεσης εργασίας (άσκησης) με δικαιολογία πρόβλημα υγείας ή συγκεκριμένη πάθηση θα

συνοδεύεται από βεβαίωση γιατρού Δημόσιου Νοσοκομείου.

8. Η μειωμένη απόδοση ή παρακολούθηση που έχει σαν αποτέλεσμα την απόρριψη του σπουδαστή τον υποχρεώνει σε παρακολούθηση **ΟΛΟΚΛΗΡΟΥ** του Εργαστηρίου στο επόμενο εξάμηνο. Επιτυχής παρακολούθηση είναι το 80% των πραγματοποιηθέντων ασκήσεων.
9. Ο τελικός βαθμός του Εργαστηρίου εξάγεται : από το σύνολο των δοκιμίων που θα πραγματοποιηθούν (ποσοστό A!), την άσκηση ή τις ασκήσεις που θα δοθούν στην διάρκεια του εξαμήνου (ποσοστό B!) και το τελικό τεστ που θα γίνει στο τέλος του Εργαστηρίου προφορικό ή γραπτό (ποσοστό Γ!).
10. Τα δοκίμια που θα πραγματοποιηθούν σύμφωνα με το εγκεκριμένο **ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ** θα βαθμολογούνται στο τέλος κάθε άσκησης και θα υποστηρίζονται από τεχνικές πληροφορίες και δεξιότητες για την αρτιότερη εκτέλεσή τους.
11. Απορίες, δυσκολίες και γενικότερα ότι αφορά την πραγματοποίηση των ασκήσεων (δοκιμίων) θα συζητούνται και θα λύνονται σε συνεργασία με τους Εκπαιδευτικούς του Εργαστηρίου και μόνον με αυτούς. Σπουδαστής που θα προσπαθήσει να εκτελέσει δοκίμιο για λογαριασμό συναδέλφου του θα έχει σαν συνέπεια την αποβολή και επανάληψη του Εργαστηρίου σε άλλο εξάμηνο και των δύο.
12. Οι ασκήσεις υπολογισμού που θα δοθούν στα πρώτα μαθήματα, θα παραδίδονται σε συγκεκριμένο χρόνο πριν την λήξη των Εργαστηριακών ασκήσεων και πριν το τελικό τεστ.
13. Ιδιαίτερη προσοχή κατά την διεξαγωγή των δοκιμίων :

- Στο πιάσιμο αυτών χωρίς γάντια. Κίνδυνος εγκαύματος και τραυματισμού.
- Απομάκρυνση της πάστας του ηλεκτροδίου με το ματσακόνι χωρίς γυαλιά προστασίας. Κίνδυνος τραυματισμού.
- Αξιοποιούμε και προσέχουμε τα αναλώσιμα υλικά π.χ. το ηλεκτρόδιο, το καίμε μέχρι το μήκος του να μην ξεπερνάει τα 5 cm.

Τέλος προσέχουμε ο χώρος εργασίας μας να παραμένει, μετά το πέρας των ασκήσεων, έτοιμος προς χρήση για την επόμενη ομάδα. Εργαλεία και μηχανές τακτοποιούνται σε θέση αναμονής.

Οι παραπάνω κανόνες-κανονισμοί αποσκοπούν στην διατήρηση της καλής λειτουργικότητας του Εργαστηρίου καθώς και στην πρόληψη των κινδύνων που απορρέουν από την χρήση μηχανών και εργαλείων από άτομα με μηδενική πείρα στους χώρους αυτούς. Η μη τήρηση των παραπάνω μπορεί να οδηγήσει στην επανάληψη του Εργαστηρίου σε επόμενο εξάμηνο.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο Εργαστήριο αυτό, των Ναυπηγικών συγκολλήσεων, θα προσπαθήσουμε να εξετάσουμε διεξοδικά (θεωρητικά και πρακτικά) τις συγκολλήσεις, **τον κυριότερο**, σήμερα, τρόπο κατασκευής των μεταλλικών σκαφών και εν γένει, όλων των μεταλλικών κατασκευών.

Θα αναφερθούμε με λεπτομέρεια στο **γιατί** και **πώς** πραγματοποιούμε μία συγκόλληση με συγκεκριμένα κριτήρια τα οποία δεν είναι άλλα από:

1. Την **αντοχή** των δύο συγκολλημένων επιφανειών στις διάφορες τάσεις στις οποίες θα καταπονηθούν και,
2. Την **ασφάλεια**, κατά την διάρκεια της συγκόλλησης, του εκάστοτε χειριστή.

Στο δεύτερο σκέλος , και εξίσου σημαντικό, θα αναφερθούμε στον **έλεγχο** των συγκολλήσεων, καθ' όλη την διάρκεια της ζωής τους, την εύρεση σφαλμάτων και τον τρόπο διόρθωσης και επισκευής αυτών.

ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ ΤΗΞΕΩΣ

ΑΥΤΟΓΕΝΕΙΣ : (Τα κομμάτια και το συγκολλητικό υλικό είναι από ίδιο υλικό ενώ το ίδιο υλικό. Όλα έχουν το ίδιο σημείο τήξης.)

ΟΞΥΓΟΝΟΚΟΛΛΗΣΕΙΣ
(ΑΣΤΕΥΛΙΝΗ)

ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ
(ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΤΟΞΟ ΑΠΟ
ΣΥΝΕΧΕΣ Η ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟ
ΡΕΥΜΑ. ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΑ ΓΥΜΝΑ Η
ΕΠΕΝΔΕΔΥΜΕΝΑ. MIG/MAG, WIG,
UP, ΔΕΣΜΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΩΝ)

ΕΤΕΡΟΓΕΝΕΙΣ : (Τα κομμάτια και το συγκολλητικό υλικό είναι από διαφορετικό υλικό. Για το συγκολλητικό υλικό έχουμε κατώτερο σημείο τήξης.)

ΜΑΛΑΚΕΣ
ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ
(ΣΗΜΕΙΟ ΤΗΞΗΣ 180-400 οC)

ΚΑΣΣΙΤΕΡΟΚΟΛΛΗΣΗ

ΜΟΛΥΒΔΟΚΟΛΛΗΣΗ

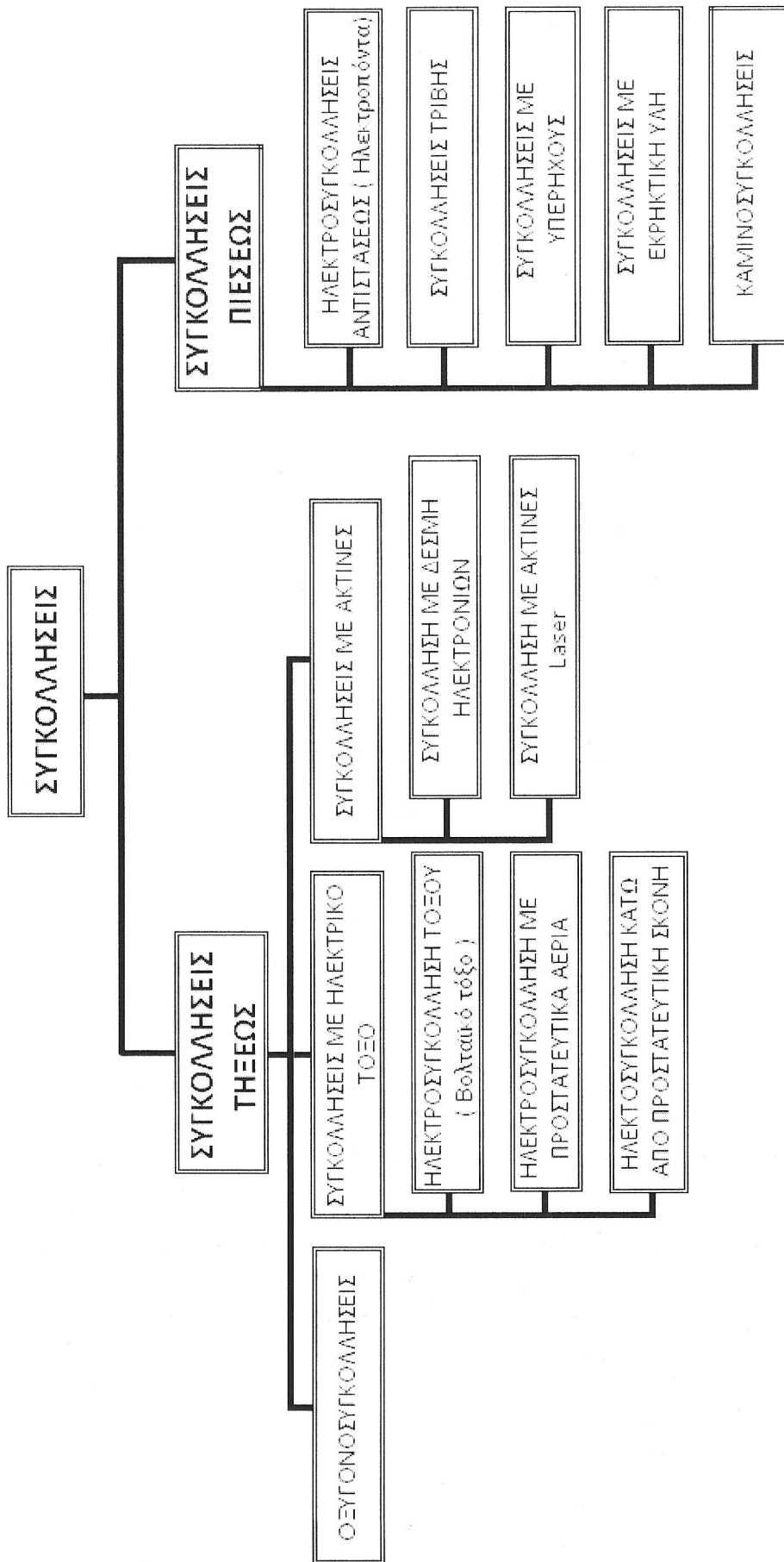
ΣΚΛΗΡΕΣ
ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ
(ΣΗΜΕΙΟ ΤΗΞΗΣ 500 - 1100 οC)

ΜΠΡΟΥΖΟΚΟΛΛΗΣΗ

ΑΣΗΜΟΚΟΛΛΗΣΗ

ΑΛΟΥΜΙΝΟΚΟΛΛΗΣΗ

ΧΑΛΚΟΚΟΛΛΗΣΗ



ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι συγκολλήσεις ανήκουν στην κατηγορία των μόνιμων συνδέσεων ανάμεσα σε τεμάχια. Η σύνδεση αυτή επιτυγχάνεται μέσω της θερμότητας, είναι σύνδεση κρυσταλλική και έχει στόχο το τελικό τεμάχιο να έχει την ίδια αντοχή με τα αρχικά κομμάτια. Από την εποχή της αρχαιότητας εμφανίζονταν διαδικασίες συγκόλλησης, που βασίζονταν κυρίως στη μέχρι τότε γνώση των υλικών. Έτσι, η συγκόλληση με χύτευση καθιερώθηκε από τους αρχαίους χρόνους ως η κύρια μορφή σύνδεσης και επισκευής σπασμένων κατασκευών από μπρούντζο ή χυτοσίδηρο. Άλλες μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η συγκόλληση σε κάμινο (καμινοσυγκόλληση), η κασσιτεροκόλληση, που χρησιμοποιείται μέχρι τις μέρες μας, ιδιαίτερα στη λευκοσιδηρουργία, η μπρουτζοκόλληση κ.λπ.. Η πιο κλασική μέθοδος συγκόλλησης, που είναι η συγκόλληση με οξυγονοασετυλίνη, εμφανίστηκε στην αρχή του εικοστού αιώνα. Από τότε πολλές διαφορετικές μέθοδοι έχουν ανακαλυφθεί και προσφέρονται για την πραγματοποίηση πολύπλοκων προϊόντων. Η λίστα με τα αντικείμενα ή προϊόντα, που έχουν συγκολλητά μέρη είναι ατελείωτη και περιλαμβάνει από στοιχεία ηλεκτρονικών κυκλωμάτων μέχρι πλοία, μηχανές αεριοθούμενων, αυτοκίνητα, γέφυρες, μεταλλικά έπιπλα, κτίρια με μεταλλικό σκελετό κ.λπ.. Μία κατηγοριοποίηση των συγκολλήσεων τις κατατάσσει σε δύο κατηγορίες, τις **αυτογενείς συγκολλήσεις** και τις **ετερογενείς συγκολλήσεις**. Στις αυτογενείς συγκολλήσεις απαιτείται τοπικά λιώσιμο των προς συγκόλληση τεμαχίων και τοποθέτηση ή όχι ενός συγκολλητικού μέσου. Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων

συγκολλήσεων είναι η οξυγονοσυγκόλληση, η ηλεκτροσυγκόλληση, η συγκόλληση με αντίσταση, με Laser κ.λπ..

Στις ετερογενείς συγκολλήσεις δε χρειάζεται τοπική τήξη των αντικειμένων, που θα συγκολληθούν, παρά μόνο θέρμανση και εναπόθεση λιωμένου συγκολλητικού υλικού. Τέτοιες συγκολλήσεις είναι η κασσιτεροκόλληση, η μπρουντζοκόλληση κ.λπ..

Οι συγκολλήσεις ως μέσο σύνδεσης αντικατέστησαν όλες τις μεθόδους λυόμενων συνδέσεων (κοχλιοσυνδέσεις, ηλώσεις), εκεί βέβαια που δε χρειαζόταν η σύνδεση να είναι λυόμενη. Για την παραγωγή σύνθετων κατασκευών, οι συγκολλήσεις αντικατέστησαν την πολύ δαπανηρότερη χύτευση. Τα πλεονεκτήματα των συγκολλήσεων απέναντι στη χύτευση είναι : οικονομία στο υλικό, μικρότερο κόστος και πραγματοποίηση σύνθετων κατασκευών, που με τη χύτευση είναι αδύνατες ή πολύ δύσκολες. Μειονεκτήματα που παρουσιάζουν οι συγκολλήσεις σχετίζονται κυρίως με τη συγκολλητικότητα των υλικών, δηλαδή την ιδιότητα ενός υλικού να μπορεί να συγκολληθεί.

1.1 Συγκολλητικότητα των υλικών

Η συγκολλητικότητα των υλικών εξαρτάται από τη χημική τους σύνθεση και την κρυσταλλική τους δομή. Σχετικά με τα ευρέως χρησιμοποιούμενα υλικά ισχύουν τα εξής :

1.1.1 Κράματα σιδήρου - άνθρακα

Η συγκολλητικότητα των χαλύβων εξαρτάται κυρίως από την περιεκτικότητά τους σε άνθρακα (C). Όσο λιγότερο άνθρακα έχει ένας χάλυβας, τόσο πιο μεγάλη συγκολλητικότητα έχει, δηλαδή συγκολλάται 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%. Στον Πίνακα 1.1

παρουσιάζονται κοινά κράματα σιδήρου – άνθρακα και η δυνατότητα συγκόλλησής τους.

Κατηγορία υλικού	Εύκολη συγκόλληση	Συγκόλληση σε ειδικές συνθήκες
Κοινοί χάλυβες κατασκευών	St33, St34, St37, St42, St46, St52	St50, St60, St70
Χάλυβες επιβελτιώσεως	C22, Ck22, 25CrMo4	-
Χάλυβες ενανθράκωσης	C10, Ck10, C15, Ck15	Αυτοί που περιλαμβάνουν προσθήκες σε Cr, Ni, Mo
Χυτοχάλυβες	πρέπει %C < 0.25% και άθροισμα προσθηκών < 10%	Ανοξειδωτοι χυτοχάλυβες
Χυτοσίδηροι	Λευκοί μαλακτικοποιημένοι	Όλοι οι υπόλοιποι χυτοσίδηροι

Πίνακας 1.1 : Συγκολλητικότητα κραμάτων σιδήρου – άνθρακα

1.1.2 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.

1.2 Έλεγχος συγκολλήσεων

Ο έλεγχος των συγκολλήσεων είναι απαραίτητος προκειμένου να διαπιστωθεί αν η συγκόλληση έχει την απαιτούμενη μηχανική αντοχή. Ο έλεγχος αυτός μπορεί να γίνει με μεθόδους μη καταστροφικού ελέγχου, όπου εξετάζεται το δοκίμιο ή η ραφή χωρίς όμως να καταστραφεί, και με μεθόδους, όπου υποβάλλονται έτοιμα προϊόντα σε ανάλογες φορτίσεις, με αποτέλεσμα την καταστροφή τους μετά τον έλεγχο.

1.2.1 Μη καταστροφικές μέθοδοι

Οι δοκιμές αυτές δεν καταστρέφουν το υπό εξέταση αντικείμενο και είναι ευρέως χρησιμοποιούμενες, ιδιαίτερα ο έλεγχος με ακτίνες Χ και γ. Αναλυτικά παρακάτω φαίνονται οι μη καταστροφικές μέθοδοι ελέγχου των συγκολλήσεων :

- **Μηχανικός έλεγχος** : Τα δοκίμια υποβάλλονται σε καταπονήσεις μεγαλύτερες από τις συνθήκες λειτουργίας τους και ελέγχεται η αντοχή τους.
- **Οπτικός Έλεγχος** : Ελέγχονται με το μάτι ή με όργανα το πάχος της ραφής μίας συγκόλλησης, τυχόν ρωγμές κ.λπ..
- **Έλεγχος με ηλεκτρική αγωγιμότητα** : Βασίζεται στη διακύμανση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας λόγω σφαλμάτων στη συγκόλληση. Είναι σχετικά αναξιόπιστη μεθοδολογία.
- **Έλεγχος με φθορισμό** : Αλείφεται η ραφή της συγκόλλησης με θειούχο ψευδάργυρο, που είναι φθορίζον υλικό, και στη συνέχεια, αφού σκουπιστεί η επιφάνεια, φωτίζεται και έτσι μπορεί να

παρατηρηθούν ρωγμές, πόροι κ.λπ, στα οποία ο θειούχος ψευδάργυρος παραμένει και λάμπει.

- **Μαγνητικός έλεγχος** : Τοποθετούνται χαλύβδινα κομμάτια σε μαγνητικό πεδίο και από τη συνέχεια των μαγνητικών γραμμών φαίνεται αν υπάρχει ή όχι ανωμαλία στη συγκόλληση.
- **Έλεγχος με υπερήχους** : Μία δέσμη υπερήχων προσπίπτει στην ραφή της συγκόλλησης και ανακλάται. Σε περίπτωση που υπάρχει εσωτερικά στη ραφή κάποιο ελάττωμα, αυτό εντοπίζεται, επειδή η ανάκλαση του υπερήχου διακόπτεται και δεν είναι συνεχής. Η μέθοδος αυτή είναι από τις πιο αξιόπιστες αλλά απαιτεί ειδική προετοιμασία.
- **Έλεγχος με ακτίνες X** : Τα ελαττώματα της συγκόλλησης μεταφράζονται σε σκιές πάνω σε φιλμ μετά από προσβολή από ακτίνες X.
- **Έλεγχος με ακτίνες γ** : Οι ακτίνες γ έχουν πολύ μεγαλύτερη διεισδυτική ικανότητα από τις αντίστοιχες ακτίνες X. Σε αυτή την περίπτωση επίσης τα ελαττώματα της συγκόλλησης μεταφράζονται σε σκιές πάνω σε φιλμ μετά από προσβολή από ακτίνες γ.

1.2.2 Καταστροφικές δοκιμές

Οι καταστροφικές δοκιμές έχουν αποτέλεσμα την καταστροφή του συγκολλητού αντικειμένου. Έτσι, για παράδειγμα, ο έλεγχος της αντοχής ενός συγκολλητού δοχείου πίεσης γίνεται με υδραυλική πίεση μέχρι την καταστροφή του δοχείου. Αν η καταστροφή προέλθει από θραύση των τοιχωμάτων του, εκτός της περιοχής της συγκόλλησης, τότε η συγκόλληση είναι ικανοποιητική. Αντίστοιχες δοκιμές γίνονται και σε τμήματα ενός συγκολλητού αντικειμένου. Οι κυριότερες δοκιμές που μπορεί να γίνουν σε δοκίμια συγκολλητού αντικειμένου είναι η δοκιμή εφελκυσμού, κρούσης, λυγισμού και σκληρότητας. Οι δοκιμές αυτές δε διαφέρουν από τις αντίστοιχες κλασικές δοκιμές μηχανικής αντοχής.

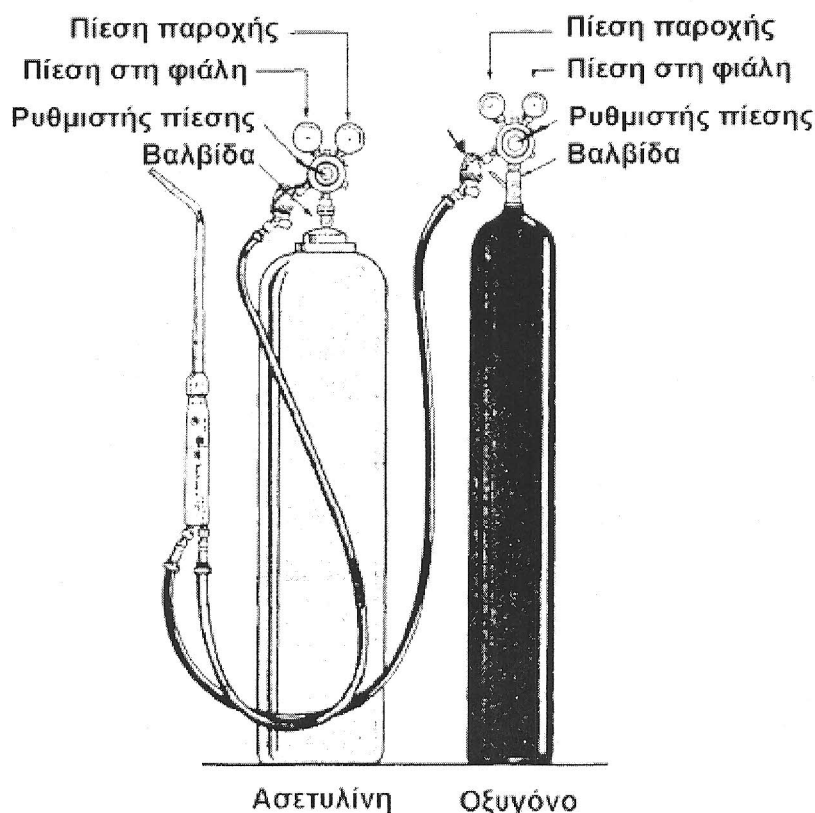
2. ΑΥΤΟΓΕΝΕΙΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ

2.1 Συγκόλληση με οξυγονοασετυλίνη

Η συγκόλληση με οξυγονοασετυλίνη (οξυγονοσυγκόλληση ή οξυγονοκόλληση) πρωτοεμφανίστηκε στις αρχές του 20ου αιώνα. Χρησιμοποιείται για τη συγκόλληση μεταλλικών ελασμάτων ή δοκών, ράβδων, σωλήνων κ.λπ. Η οξυγονοκόλληση είναι μία αυτογενής συγκόλληση, γιατί πραγματοποιείται μέσω της τήξης των άκρων των δύο προς συγκόλληση τεμαχίων και με προσθήκη ή όχι συγκολλητικού υλικού.

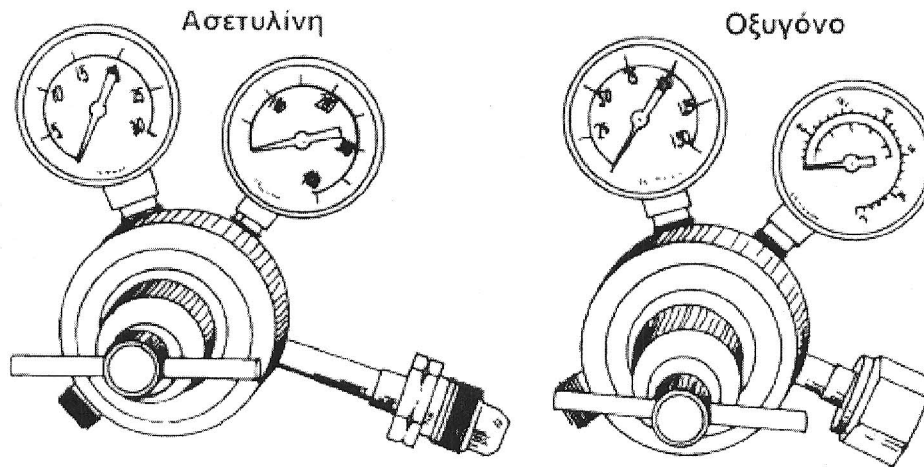
2.1.1 Συσκευές – όργανα

Η απαραίτητη θερμότητα για το λιώσιμο των άκρων των δύο προς συγκόλληση τεμαχίων παράγεται με τη βοήθεια του οξυγόνου (O_2) και της ασετυλίνης (C_2H_2). Το οξυγόνο που είναι αέριο, άχρωμο, άγευστο, άοσμο και διατηρεί την καύση, καίει την ασετυλίνη, που είναι επίσης αέριο άχρωμο, μη τοξικό με δυσάρεστη οσμή και εύφλεκτο. Και τα δύο αυτά αέρια τοποθετούνται σε φιάλες, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.1, οι οποίες είναι σημαδεμένες με χαρακτηριστικά χρώματα για να αναγνωρίζεται το περιεχόμενό τους (μπλε για το οξυγόνο και κίτρινο για την ασετυλίνη). Άλλο στοιχείο χαρακτηριστικό αναγνώρισης του περιεχομένου είναι ο διαφορετικός ήχος που κάνουν οι δύο φιάλες, όταν χτυπηθούν ελαφρά με κάποιο μεταλλικό αντικείμενο. Η φιάλη του οξυγόνου κάνει ένα χαρακτηριστικό ήχο σαν καμπάνα (περιέχει οξυγόνο υπό πίεση), ενώ η φιάλη της ασετυλίνης κάνει υπόκωφο ήχο. Ο ήχος της φιάλης της ασετυλίνης οφείλεται στο πορώδες υλικό που χρησιμοποιείται για να συγκρατεί την ακετόνη, η οποία είναι απαραίτητη για να διαλυθεί σε αυτή η ασετυλίνη (η ασετυλίνη υπό πίεση είναι εκρηκτική και γι' αυτό διαλύεται στις φιάλες μέσα σε υγρή ακετόνη).



Σχήμα 2.1 : Εξοπλισμός οξυγονοκόλλησης

Προκειμένου το οξυγόνο και η ασετυλίνη να χρησιμοποιηθούν και επειδή βρίσκονται σε πίεση (15 ατμ. το οξυγόνο και 150 ατμ. η ασετυλίνη), μετά τις φιάλες χρησιμοποιούνται εκτονωτές, δηλαδή όργανα που ρίχνουν την πίεση. Η πίεση που έχει κάθε αέριο στη φιάλη, αλλά και η πίεση της παροχής του, μετά τη μείωση από τον εκτονωτή, φαίνονται σε δύο μανόμετρα που έχει πάνω κάθε φιάλη, το μανόμετρο υψηλής πίεσης (για τη φιάλη) και το μανόμετρο χαμηλής πίεσης (για την παροχή). Στο σχήμα 2.2 φαίνονται συστήματα μανομέτρων – εκτονωτή για φιάλες ασετυλίνης και οξυγόνου αντίστοιχα.



Σχήμα 2.2 : Μανοεκτονωτές

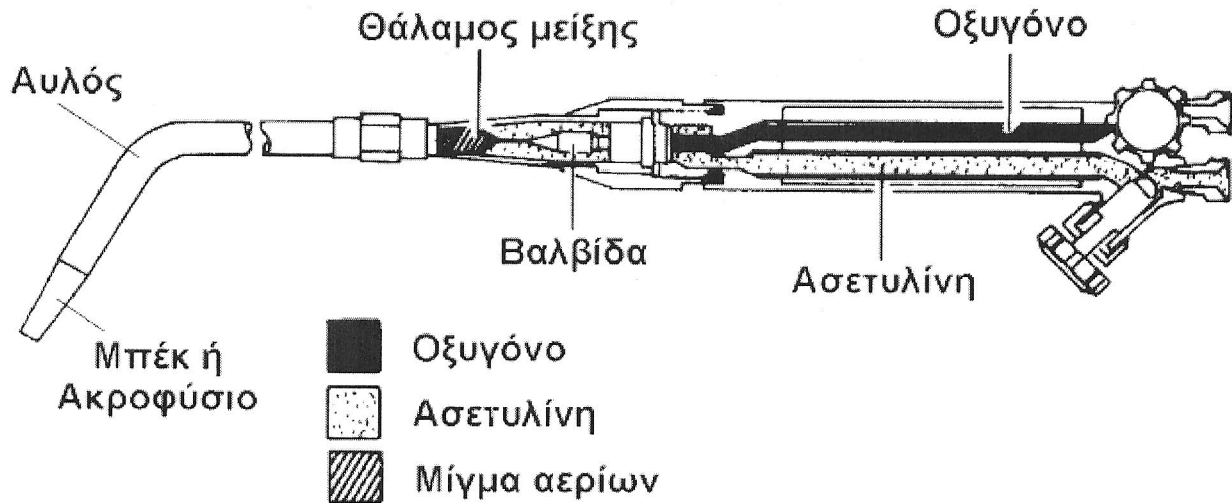
Μετά την έξοδό τους από τους μανοεκτονωτές, τα αέρια οδηγούνται προς τη θέση καύσης μέσω εύκαμπτων ελαστικών σωλήνων (μπλε ή γκρι για το Οξυγόνο και κόκκινο για την ασετυλίνη). Η στεγανοποίηση των συνδέσεων των σωλήνων και των μανοεκτονωτών με τις φιάλες είναι ιδιαίτερα σημαντική και απαιτεί μεγάλη προσοχή. Οι συνδέσεις πρέπει να ελέγχονται ως εξής :

- Η διαρροή Οξυγόνου ακούγεται, μια και το αέριο αυτό είναι αποθηκευμένο υπό πίεση.
- Η διαρροή ασετυλίνης διαπιστώνεται από τη μυρωδιά.
- Και στις δύο περιπτώσεις η διαρροή μπορεί να γίνει αντιληπτή με τη

χρήση σαπουνάδας πάνω στις συνδέσεις. Αν δημιουργούνται φυσαλίδες, σημαίνει πως υπάρχει διαρροή κάποιου αερίου.

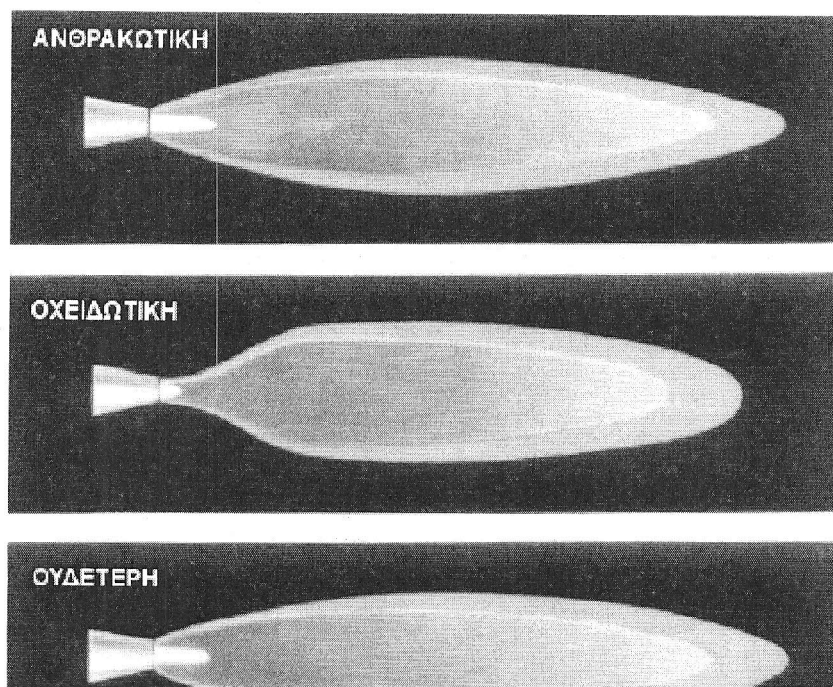
Το εξάρτημα εκείνο στο οποίο συναντώνται τα δύο αέρια είναι ο καυστήρας, στον οποίο συνδέονται οι δύο ελαστικοί σωλήνες τροφοδοσίας των αερίων. Στο σχήμα 2.3 φαίνεται σε τομή ένας καυστήρας οξυγονοκόλλησης. Το άκρο του καυστήρα, που είναι το μπεκ, μπορεί να είναι πολλών μεγεθών με διαφορετική διάμετρο οπής. Η Ευρωπαϊκή τυποποίηση για

τα μπεκ ορίζει ένα χαρακτηριστικό αριθμό για κάθε μπεκ (πχ. 70), που αντιστοιχεί σε ωριαία παροχή ασετυλίνης 70 κυβικές παλάμες [dm³].



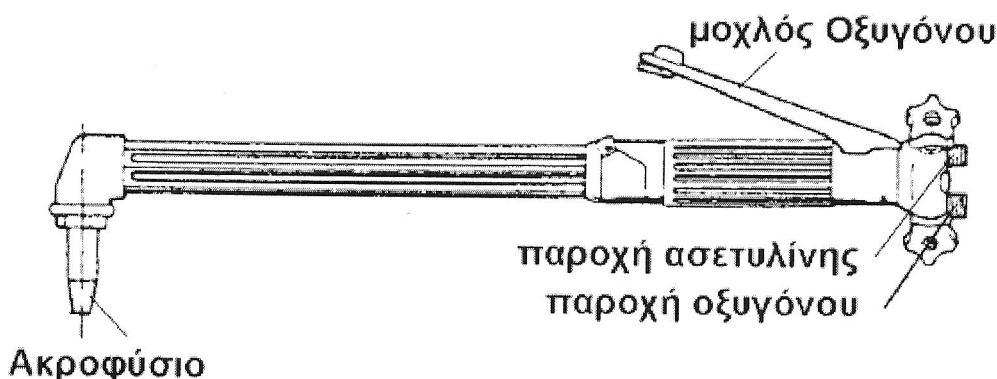
Σχήμα 2.3 : Καυστήρας οξυγονοκόλλησης

Στον καυστήρα γίνεται η ανάμειξη του οξυγόνου με την ασετυλίνη και παράγεται η φλόγα. Η σωστή αναλογία οξυγόνου και ασετυλίνης ρυθμίζει και την ποιότητα της φλόγας, η οποία δεν πρέπει να έχει περισσότερο οξυγόνο (οξειδωτική φλόγα) ούτε περισσότερο ασετυλίνη (ανθρακωτική). Στο σχήμα 2.4 φαίνονται οι τρεις περιπτώσεις φλόγας, ανθρακωτική, οξειδωτική και ουδέτερη.



2.1.2 Οξυγονοκοπή

Η φλόγα της οξυγονοασετυλίνης χρησιμοποιείται και για κοπή ελασμάτων. Ο καυστήρας που χρησιμοποιείται σε αυτή την περίπτωση είναι ειδικός και ονομάζεται οξυγονοκόφτης. Ο οξυγονοκόφτης, που φαίνεται στο σχήμα 2.5, περιλαμβάνει ένα ακόμα αγωγό για παροχή καθαρού οξυγόνου που χρησιμοποιείται για τη στιγμιαία οξείδωση του σιδήρου, που θα προκαλέσει την κοπή (η οξυγονοκοπή χρησιμοποιείται μόνο στα σιδηρούχα υλικά). Στην πράξη θερμαίνεται το έλασμα μέσω της φλόγας της οξυγονοασετυλίνης και καθώς πυρώνεται τροφοδοτείται καθαρό οξυγόνο. Το οξυγόνο αυτό οξειδώνει το σίδηρο που περιέχεται στο έλασμα και παράγει την κοπή. Η θερμότητα από την κοπή είναι ικανή να διατηρεί την ερυθροπύρωση του ελάσματος, ώστε να μη χρειάζεται στη συνέχεια θέρμανση μέσω της οξυγονοασετυλίνης. Η φλόγα δηλαδή της οξυγονοασετυλίνης χρησιμοποιείται μόνο για να ξεκινήσει η κοπή.

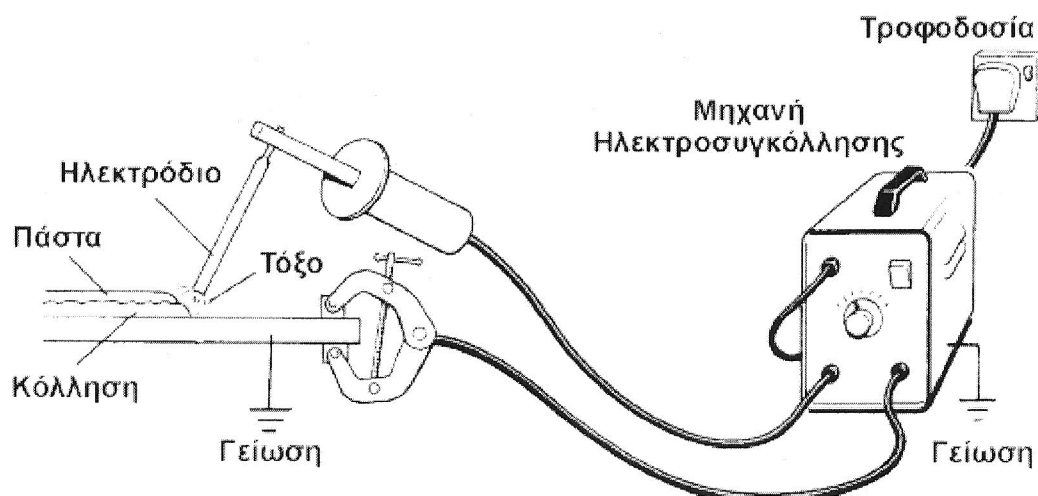


Σχήμα 2.5 : Οξυγονοκόφτης

Η κοπή με οξυγόνο μπορεί να γίνεται είτε με το χέρι είτε μηχανικά. Υπάρχουν ειδικές εργαλειομηχανές κοπής ελασμάτων που πραγματοποιούν κοπή με οξυγόνο και μάλιστα οι πιο σύγχρονες από αυτές καθοδηγούνται από ηλεκτρονικό υπολογιστή.

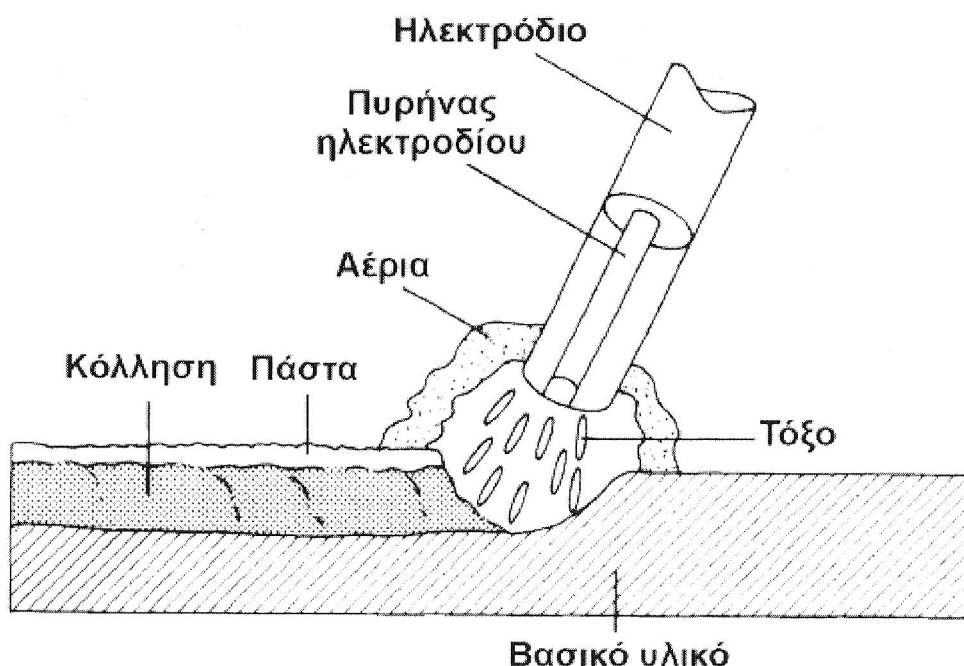
2.2 Συγκόλληση τόξου

Η συγκόλληση τόξου ή ηλεκτροσυγκόλληση στηρίζεται στη δημιουργία ηλεκτρικού τόξου ανάμεσα στο κομμάτι, που θέλουμε να κολληθεί, και σε ένα ηλεκτρόδιο, που είναι ταυτόχρονα και συγκολλητικό μέσο. Για να γίνει αυτό, το ηλεκτρόδιο και το κομμάτι συνδέονται με τους ακροδέκτες γεννήτριας ηλεκτρικού ρεύματος. Στην πράξη, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.6, χρησιμοποιούνται ειδικές μηχανές που λέγονται μηχανές ηλεκτροσυγκόλλησης, οι οποίες χρησιμοποιούν συνεχές ή εναλλασσόμενο ρεύμα και παράγουν το ηλεκτρικό τόξο.



Σχήμα 2.6 : Διάταξη ηλεκτροσυγκόλλησης

Η διαδικασία της συγκόλλησης φαίνεται στο σχήμα 2.7. Λόγω του ηλεκτρικού τόξου, αναπτύσσεται μεγάλη θερμοκρασία στη θέση κόλλησης, γύρω στους 4000 °C. Στη θερμοκρασία αυτή το μέταλλο που συγκολλάται λιώνει, ενώ από πάνω του δημιουργείται ένα στρώμα αερίων, που προέρχονται από την επένδυση του ηλεκτροδίου. Ταυτόχρονα με τη δημιουργία των αερίων, δημιουργείται πάνω από τη ραφή μία πάστα, επίσης από την επένδυση του ηλεκτροδίου. Η πάστα αυτή βοηθά στην τήξη του μετάλλου και εμποδίζει τη γρήγορη απόψυξη, που θα είχε συνέπεια να βαφεί η ραφή. Η ραφή συγκόλλησης προκύπτει από το λιωμένο μέταλλο που συγκολλάται και από λιωμένο μέταλλο του πυρήνα του ηλεκτροδίου. Ο συγκολλητής, για να ξεκινήσει τη διαδικασία συγκόλλησης, χτυπά ή τρίβει το ηλεκτρόδιο πάνω στο προς συγκόλληση τεμάχιο και στη συνέχεια το σηκώνει, διατηρώντας από κει και πέρα μία σταθερή απόσταση.



Σχήμα 2.7 : Διαδικασία ηλεκτροσυγκόλλησης

2.2.1 Συσκευές – όργανα

Οι μηχανές ηλεκτροσυγκόλλησης χρησιμοποιούν εναλλασσόμενο ή συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα και χαρακτηρίζονται από την ένταση του ρεύματος, που μπορούν να δώσουν, και την τάση του ρεύματος για το ξεκίνημα του τόξου (τάση εν κενώ). Η ένταση της συγκόλλησης ρυθμίζεται από ροοστάτες που βρίσκονται πάνω στις μηχανές ηλεκτροσυγκόλλησης, ενώ για κάθε ένταση ρεύματος προτείνεται και αντίστοιχο ηλεκτρόδιο. Επισημαίνεται ότι, με τη χρήση του ίδιου ηλεκτροδίου, η ένταση του ρεύματος πρέπει να αυξάνεται, όσο το πάχος των ελασμάτων που θα κολληθούν είναι μεγαλύτερο. Τα συνήθη ηλεκτρόδια έχουν επένδυση που είναι κράμα διαφόρων οργανικών και ορυκτών συστατικών, ενώ ο πυρήνας τους είναι από μαλακό χάλυβα. Υπάρχουν και άλλα ηλεκτρόδια με πυρήνες από χαλυβοκράματα, χυτοσίδηρο κ.λπ., αλλά δε χρησιμοποιούνται συχνά και μόνο για ειδικές περιπτώσεις. Τα ηλεκτρόδια κυκλοφορούν σε πολλά μεγέθη με

διαφορετικό μήκος και διάμετρο, όπως και με διαφορετικό πάχος επένδυσης.

Στον Πίνακα Π.2.1 φαίνονται διάφορα μεγέθη ηλεκτροδίων και η ένταση του ρεύματος που πρέπει να χρησιμοποιείται σε κάθε περίπτωση.

Διάμετρος ηλεκτροδίου [mm]	Μήκος ηλεκτροδίου [mm]	Ένταση ρεύματος [A]
1.6	250	25
2.0	350	45
2.5	350	65
3.5	450	115
4.0	450	145
5.0	450	215
6.0	450	265
6.3	450	285
7.0	450	320
8.0	450	360

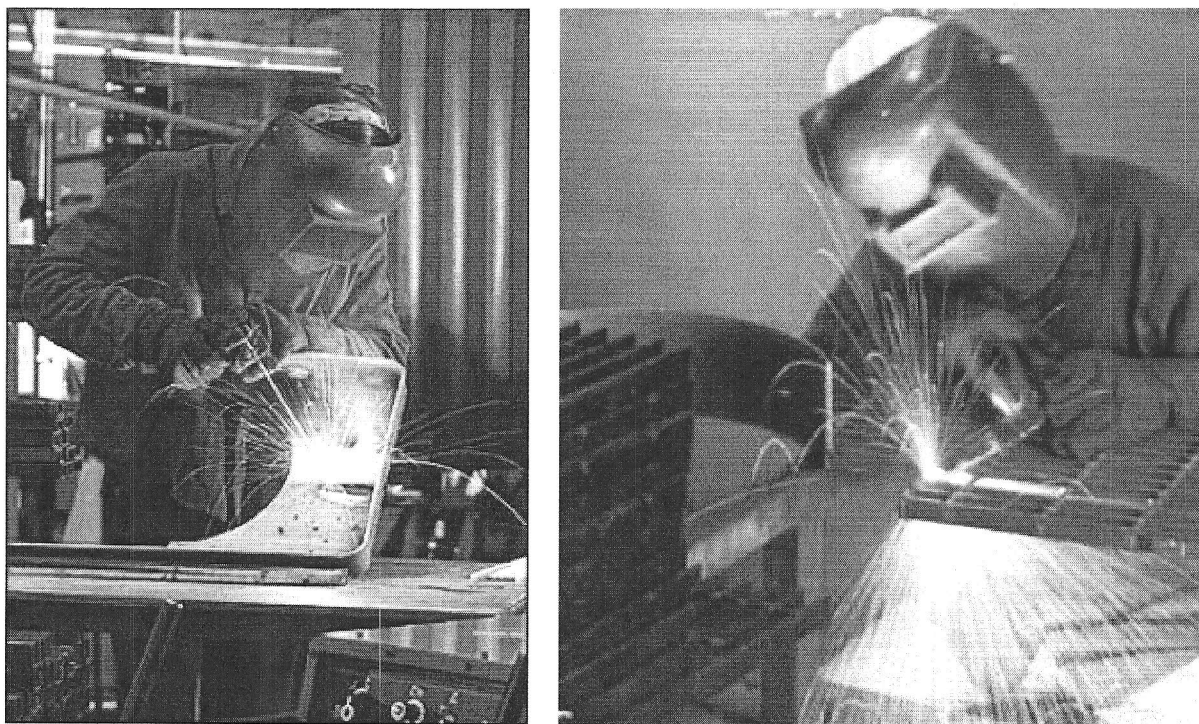
Πίνακας Π.2.1 : Στοιχεία ηλεκτροδίων

Τα ηλεκτρόδια έχουν τυποποιηθεί ως προς τα χαρακτηριστικά τους σύμφωνα με Ευρωπαϊκά και άλλα διεθνή πρότυπα. Στην ετικέτα του κουτιού, στα οποία είναι συσκευασμένα τα ηλεκτρόδια, γράφονται με τη σειρά σύμβολα που χαρακτηρίζουν συγκεκριμένες ιδιότητες του ηλεκτροδίου.

2.2.2 Τεχνική της Ηλεκτροσυγκόλλησης

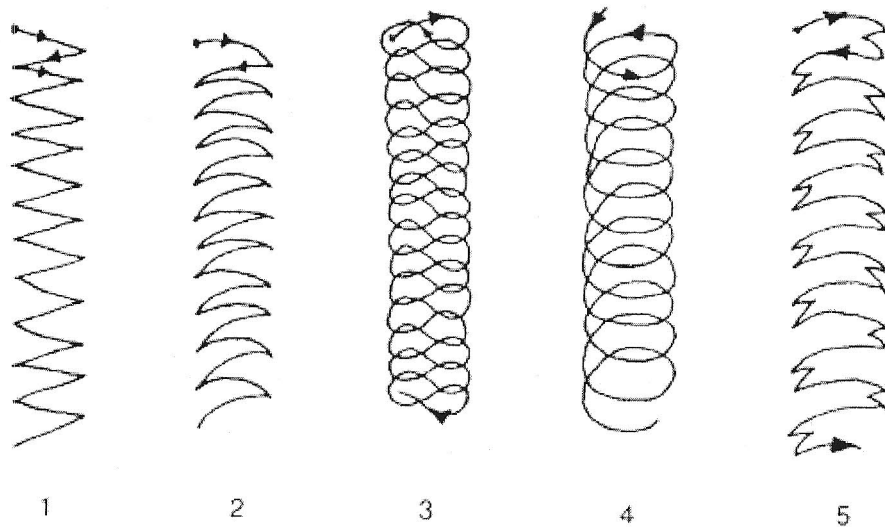
Η ηλεκτροσυγκόλληση πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας ορισμένα βασικά εξαρτήματα προστασίας. Αυτά είναι η μάσκα, που προστατεύει τα μάτια από τη λάμψη του ηλεκτρικού τόξου (δηλαδή από τις υπέρυθρες και υπεριώδεις ακτίνες που καταστρέφουν τον αμφιβληστροειδή του ματιού), τα γάντια, που προστατεύουν τα χέρια

από πιθανά εγκαύματα και την ακτινοβολία, και η ποδιά που προστατεύει αντίστοιχα το υπόλοιπο σώμα. Στο σχήμα 2.8 φαίνονται δύο συγκολλητές να πραγματοποιούν αντίστοιχες συγκολλήσεις, φορώντας τον απαιτούμενο εξοπλισμό.



Σχήμα 2.8 : Εξοπλισμός ηλεκτροσυγκόλλησης

Εκτός από τον παραπάνω βασικό εξοπλισμό, στην ηλεκτροσυγκόλληση χρησιμοποιούνται περικνημίδες για τα πόδια και μανσέτες για τα χέρια. Επίσης, ιδιαίτερα σημαντικός είναι ο αερισμός που πρέπει να υπάρχει στο χώρο εργασίας, ώστε να μην εισπνέονται από το συγκολλητή τα διάφορα αέρια που προκύπτουν από την συγκόλληση. Κατά τη διάρκεια της ηλεκτροσυγκόλλησης και ανάλογα με το είδος της ραφής που επιθυμούμε, πρέπει να μετακινείται το ηλεκτρόδιο πραγματοποιώντας συγκεκριμένες κινήσεις. Στο σχήμα 2.9 φαίνονται μερικά είδη τέτοιων συνηθισμένων κινήσεων. Από τις κινήσεις αυτές, η κίνηση 2 είναι η πιο συνηθισμένη, ενώ γενικά ισχύει ότι κάθε συγκολλητής έχει τη δικιά του κίνηση που προτιμά.

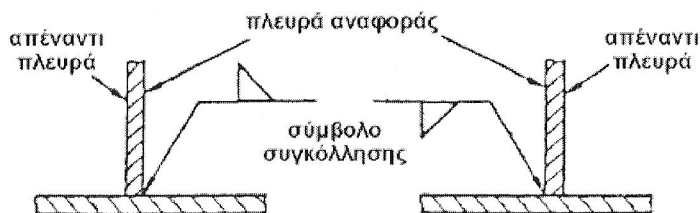
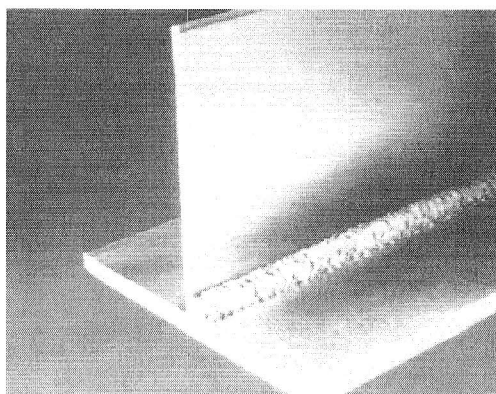


Σχήμα 2.9 : Κινήσεις στην ηλεκτροσυγκόλληση

Οι συνηθισμένες συγκολλήσεις, που γίνονται με ηλεκτροσυγκόλληση, είναι οι μετωπικές ραφές και οι εξωραφές.

Η προετοιμασία που πρέπει να γίνει στα ελάσματα πριν την ηλεκτροσυγκόλληση διαφέρει ανάμεσα στα δύο είδη, ενώ εξαρτάται και από τα πάχη των ελασμάτων. Οι εξωραφές είναι συγκολλήσεις ελασμάτων καθέτως μεταξύ τους σε αντίθεση με τις μετωπικές ραφές, που, όπως το λέει και η λέξη, είναι συγκολλήσεις κατά πρόσωπο. Στο σχήμα 2.10 φαίνεται μία εξωραφή, καθώς και ο τρόπος συμβολισμού της στο Μηχανολογικό σχέδιο. Όπως φαίνεται στο σχήμα, το σύμβολο της συγκόλλησης τοποθετείται με το βέλος να δείχνει τη θέση

συγκόλλησης. Σε περίπτωση που η συγκόλληση είναι από την απέναντι πλευρά, από αυτή που δείχνει το βέλος, το σύμβολο του είδους της συγκόλλησης τοποθετείται αντεστραμμένο, όπως φαίνεται στη δεύτερη περίπτωση εξωραφής του σχήματος.



Σχήμα 2.10 : Εξωραφή

2.3 Ηλεκτροσυγκόλληση σε αδρανή ατμόσφαιρα

Οι συγκολλήσεις με αδρανή ατμόσφαιρα εξασφαλίζουν τη μόνωση της θέσης συγκόλλησης από τον αέρα, δηλαδή ουσιαστικά από το Οξυγόνο και το άζωτο που επηρεάζουν τη συγκόλληση. Για τη μόνωση αυτή χρησιμοποιούνται τα αέρια Αργό (Ar) και Ήλιο (He). Από τα δύο αυτά αέρια χρησιμοποιείται περισσότερο το αργό, γιατί η παραγωγή του έχει μικρότερο κόστος.

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου ηλεκτροσυγκόλλησης σε αδρανή ατμόσφαιρα σε σχέση με την απλή ηλεκτροσυγκόλληση είναι :

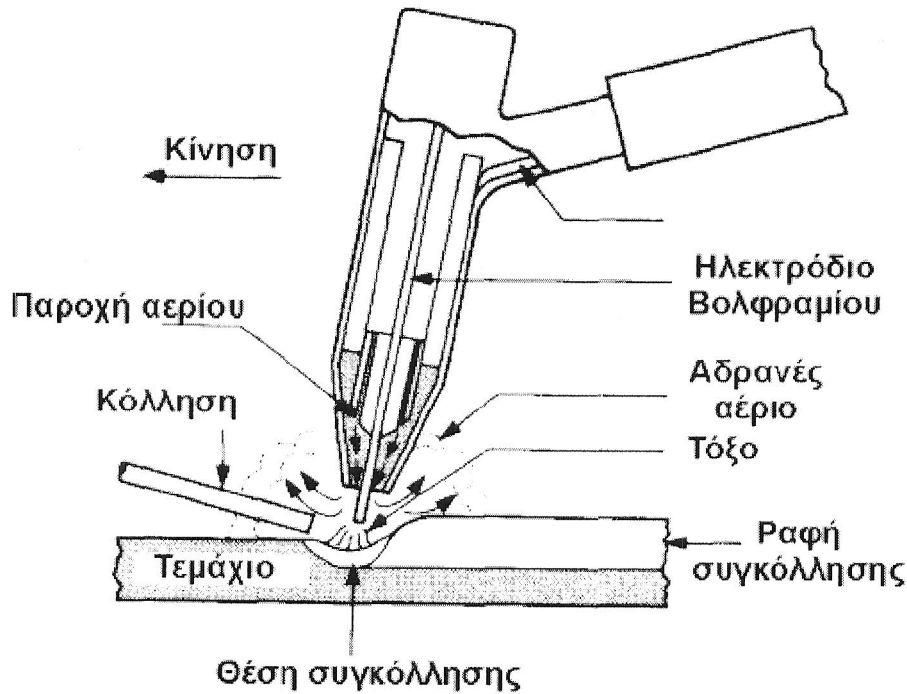
- Σταθερό ηλεκτρικό τόξο και εύκολη συγκόλληση,
- Ραφές συγκόλλησης με υψηλή μηχανική αντοχή.
- Μικρές παραμορφώσεις λόγω θέρμανσης,
- Απουσία επιβλαβών αναθυμιάσεων.

Η ηλεκτροσυγκόλληση σε αδρανή ατμόσφαιρα γίνεται με τρεις μεθόδους, 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).

2.3.1 Μέθοδος T.I.G

Στην ηλεκτροσυγκόλληση T.I.G. (**T**ungsten **I**nert **G**as) το ηλεκτρόδιο είναι από Βολφράμιο (W) και προκειμένου να αυξηθούν οι ηλεκτρικές του ιδιότητες προστίθενται Θόριο (Th) και Ζιρκόνιο (Zr). Το ηλεκτρόδιο δεν καταναλίσκεται, δηλαδή συμμετέχει στη συγκόλληση μόνο για να διατηρεί το ηλεκτρικό τόξο. Στο σχήμα 2.11 φαίνεται μία διάταξη συγκόλλησης με T.I.G.. 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 κομμάτια που θα συγκολληθούν να είναι καθαρά και απαλλαγμένα από ακαθαρσίες. Η κόλληση που φαίνεται στο σχήμα επιλέγεται από ενώσεις των υλικών που πρόκειται να συγκολληθούν. Σε πολλές περιπτώσεις όμως η συγκόλληση πραγματοποιείται χωρίς κόλληση και μόνο με την τήξη των υλικών που πρόκειται να συγκολληθούν. Η μέθοδος T.I.G. χρησιμοποιείται για συγκόλληση των περισσότερων μετάλλων. Ιδιαίτερη εφαρμογή είναι η συγκόλληση λεπτών αντικειμένων λόγω της εξαιρετικής ποιότητας συγκόλλησης και της ποιότητας της τελικής επιφάνειας.



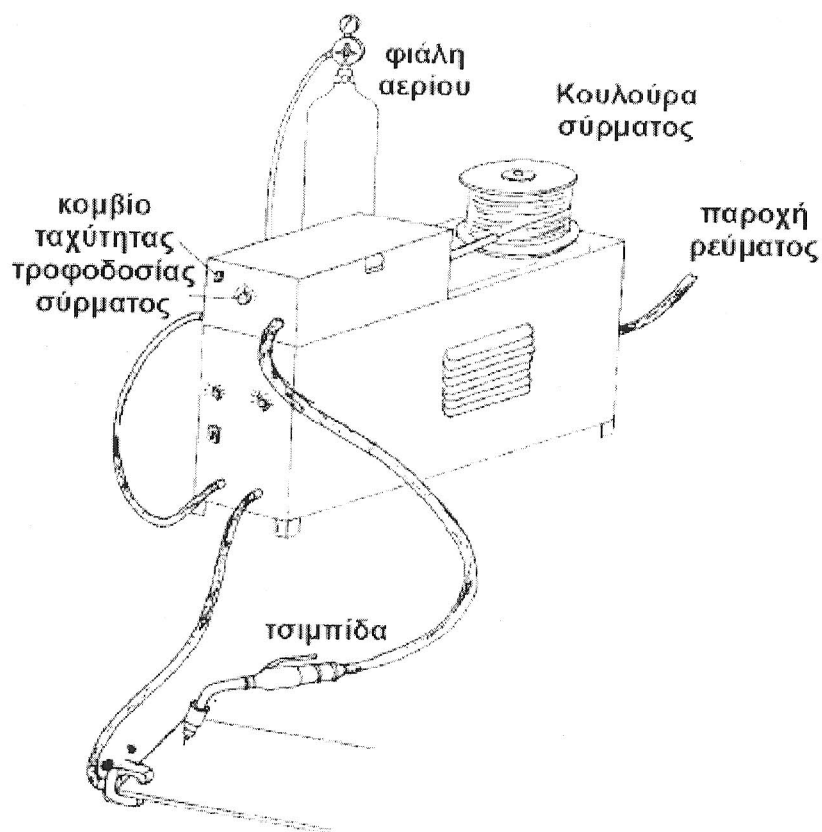
Σχήμα 2.11 : Συγκόλληση T.I.G.

2.3.2 Μέθοδος M.I.G.

Στην ηλεκτροσυγκόλληση M.I.G. (**M**etal **I**ner**G**as) το ηλεκτρόδιο αποτελεί και το συγκολλητικό υλικό. Το ηλεκτρόδιο δηλαδή καταναλίσκεται και τροφοδοτείται στη συγκόλληση από μία κουλούρα σύρματος. Το αέριο που χρησιμοποιείται είναι αργό ή μείγμα αργού με άλλα αδρανή αέρια. Το ηλεκτρόδιο στη συγκόλληση M.I.G. συνδέεται στο θετικό πόλο, σε αντίθεση με το ηλεκτρόδιο στη μέθοδο T.I.G., που συνδέεται στον αρνητικό πόλο και έτσι λιώνει ευκολότερα.

2.3.3 Μέθοδος M.A.G

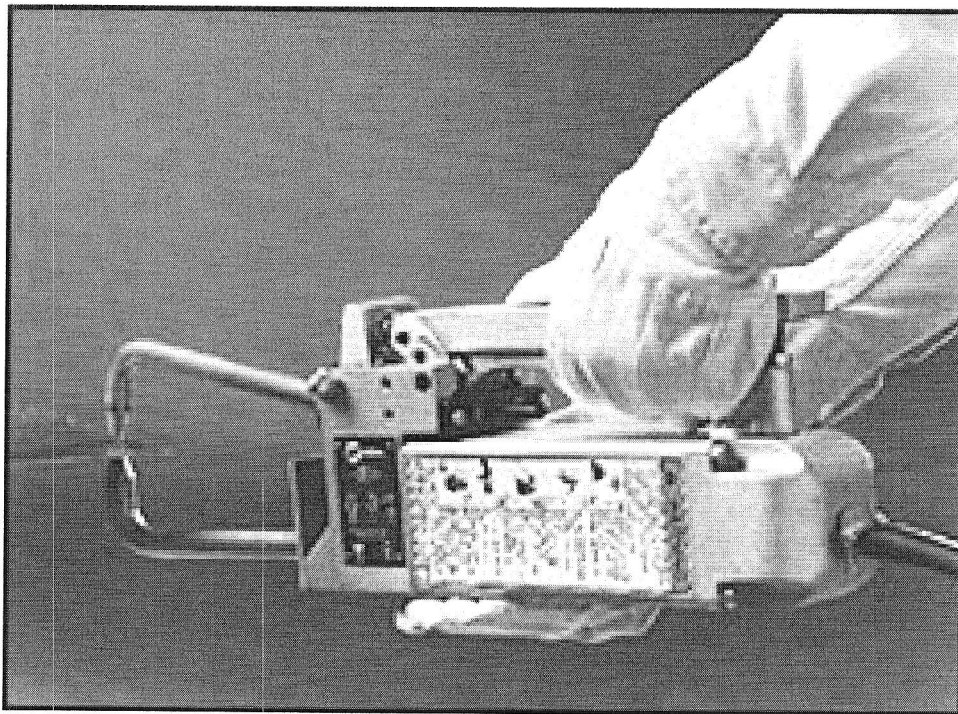
Στην ηλεκτροσυγκόλληση M.A.G. (**M**etal **A**ctif **G**as) χρησιμοποιούνται ανθρακικά αέρια (διοξείδιο του άνθρακος CO₂) ή μείγμα ανθρακικών αερίων και αργού. Το συγκολλητικό υλικό είναι σύρμα κυρίως από μαγγάνιο και πυρίτιο, ενώ περιέχει και πρόσθετα άλλων μετάλλων. Στο σχήμα 2.12 φαίνεται η διάταξη της συγκόλλησης M.A.G..



Σχήμα 2.12 : Διάταξη συγκόλλησης M.A.G.

2.4 Ηλεκτροσυγκόλληση με αντίσταση (ηλεκτροπόντα)

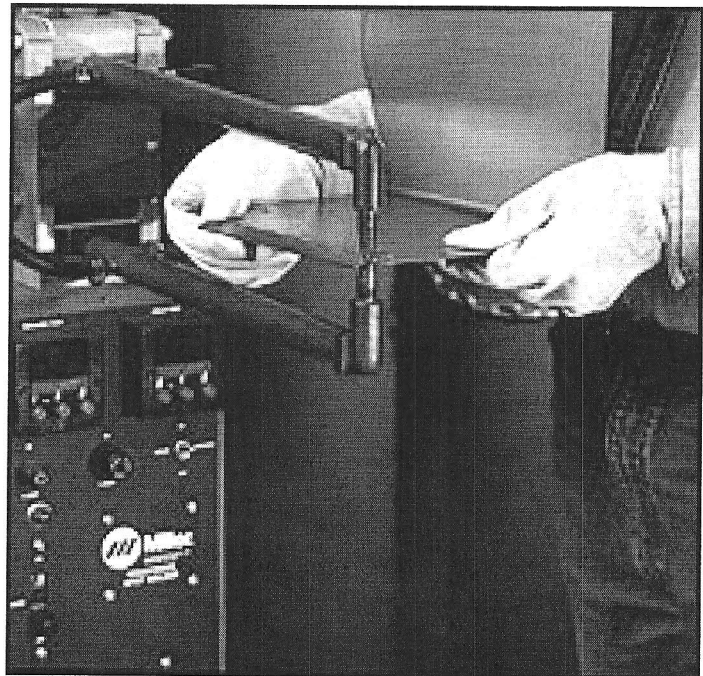
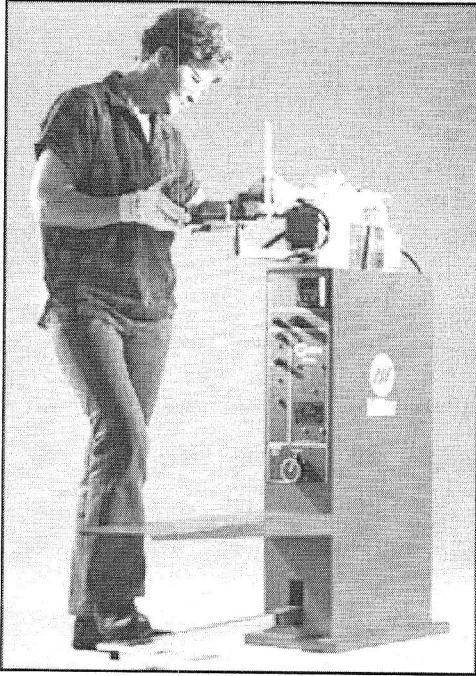
Η ηλεκτροσυγκόλληση με αντίσταση είναι αυτογενής συγκόλληση, η οποία δε χρησιμοποιεί συγκολλητικό υλικό. Τα τεμάχια που πρόκειται να συγκολληθούν θερμαίνονται συμπιεζόμενα μεταξύ δύο ηλεκτροδίων και συγκολλώνται. Στο σχήμα 2.13 φαίνεται η διάταξη μίας φορητής μηχανής συγκόλλησης με αντίσταση.



Σχήμα 2.13 : Φορητή συσκευή συγκόλλησης με αντίσταση

Για τη συγκόλληση με αντίσταση σημαντικό ρόλο παίζουν ο χρόνος συγκόλλησης και η πίεση που ασκείται από τα ηλεκτρόδια. Ανάλογα με τα υλικά που πρόκειται να συγκολληθούν και το πάχος τους, επιλέγονται και οι συνθήκες αυτές της συγκόλλησης.

Η πιο γνωστή και ευρέως χρησιμοποιούμενη μηχανή για ηλεκτροσυγκόλληση με αντίσταση είναι η **ηλεκτροπόντα**. Οι ηλεκτροπόντες που κυκλοφορούν είναι συνήθως σταθερές και ποδοκίνητες, ενώ υπάρχουν και φορητές, όπως στο σχήμα 2.13. Στο σχήμα 2.14 φαίνεται μια σταθερή ποδοκίνητη ηλεκτροπόντα και η διαδικασία συγκόλλησης.



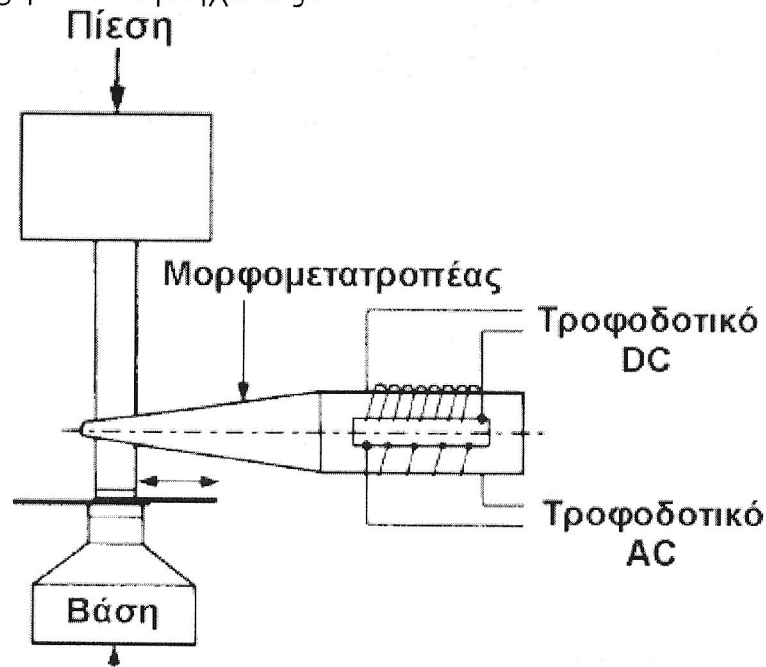
Σχήμα 2.14 : Συγκόλληση σε ηλεκτροπόντα

2.5 Άλλες μέθοδοι συγκολλήσεων

2.5.1 Υπέρηχοι

Η συγκόλληση με υπερήχους πρωτοεμφανίστηκε στα μέσα του 20ου αιώνα. Η συγκόλληση αυτή χρησιμοποιείται για τη σύνδεση μετάλλων, όπως είναι ο χαλκός, το νικέλιο, το αλουμίνιο κ.λπ.. Στη συγκόλληση

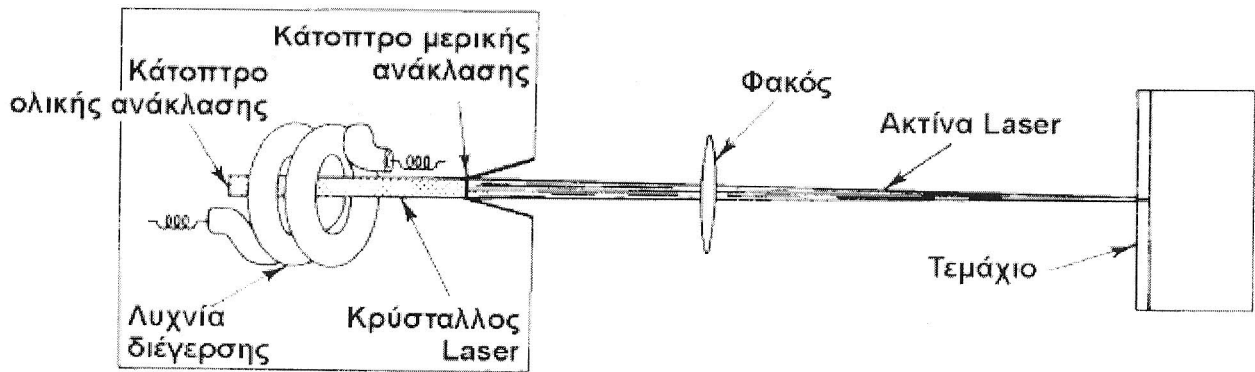
με υπερήχους τα τεμάχια συνδέονται μεταξύ τους μέσω πίεσης με ταυτόχρονη ταλάντωση υψηλής συχνότητας. Η ταλάντωση αυτή προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας στη θέση συγκόλλησης και η πίεση ανάμεσα στα κομμάτια δημιουργεί την τελική σύνδεση. Στο σχήμα 2.15 φαίνεται η διαδικασία συγκόλλησης με υπερήχους.



Σχήμα 2.15 : Συγκόλληση με υπερήχους

2.5.2 Laser

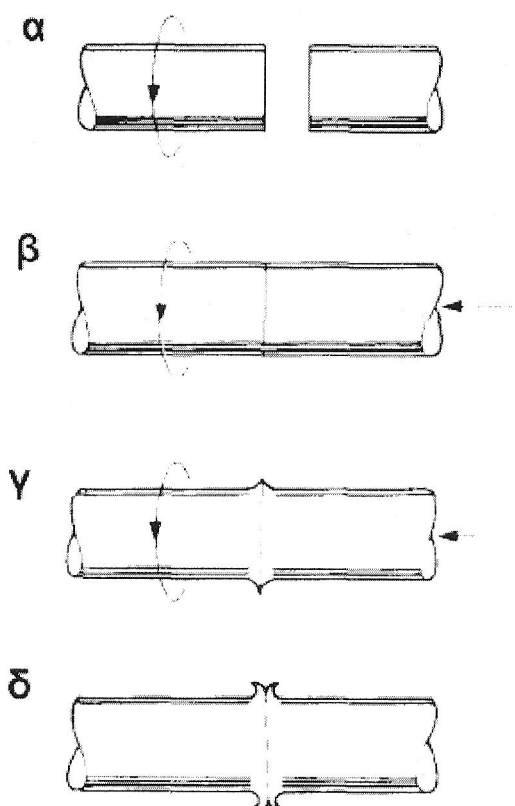
Η συγκόλληση με Laser πρωτοεμφανίστηκε γύρω στο 1950. Η συγκόλληση αυτή επιτυγχάνεται μέσω της θερμοκρασίας που αναπτύσσεται, όταν μία δέσμη ακτίνων Laser προσπίπτει πάνω στα τεμάχια που πρόκειται να συγκολληθούν. Στο σχήμα 2.16 φαίνεται η διαδικασία παραγωγής της ακτίνας Laser και η συγκόλληση.



Σχήμα 2.16 : Συγκόλληση με Laser

2.5.3 Τριβή

Στη συγκόλληση με τριβή δύο τεμάχια συγκολλώνται με τη βοήθεια της θερμότητας, που παράγεται από την τριβή του ενός πάνω στο άλλο. Στην πράξη, 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 σταματά. Με τη συνεχιζόμενη πίεση ανάμεσα στα δύο κομμάτια επιτυγχάνεται η συγκόλληση. Αυτή η μέθοδος έχει βρει εφαρμογές στη συγκόλληση των κοπτικών πλακιδίων σε μανέλες κοπτικών εργαλείων, συγκόλληση ράβδων κ.λπ.. Στο σχήμα 2.17 φαίνεται η διαδικασία συγκόλλησης ράβδων με τριβή. Η διαδικασία που φαίνεται στο σχήμα περιλαμβάνει : α) περιστροφή της μίας ράβδου, β) περιστροφή της πρώτης ράβδου και ταυτόχρονη συμπίεση της δεύτερης ράβδου πάνω στη περιστρεφόμενη, γ) επίτευξη της θερμοκρασίας συγκόλλησης και δ) προκύπτει η συγκόλληση των ράβδων.



Σχήμα 2.17 : Συγκόλληση με τριβή

2.5.4 Πλάσμα

Η συγκόλληση με πλάσμα, που χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά γύρω στο 1960, μοιάζει πολύ με την συγκόλληση TIG. Σε αυτού του τύπου τη συγκόλληση σχηματίζεται τόξο πλάσματος, μεταξύ ενός ηλεκτροδίου, το οποίο δεν καταναλίσκεται, και του μετάλλου που θα συγκολληθεί. Η μέθοδος αυτή, επειδή το τόξο πλάσματος αναπτύσσει μεγάλες θερμοκρασίες, δημιουργεί βαθύτερες ραφές από τις αντίστοιχες της συγκόλλησης TIG.

2.6 Συγκόλληση πλαστικών

Η συγκόλληση των πλαστικών μοιάζει αρκετά με τη συγκόλληση των μετάλλων. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στηρίζονται στην πίεση των δύο συγκολλώμενων πλαστικών τεμαχίων με παράλληλη

θέρμανση των άκρων τους. Στην περίπτωση της συγκόλλησης πλαστικών, τα υλικά δε λιώνουν, ενώ χρησιμοποιείται σε μερικές περιπτώσεις και συγκολλητικό υλικό σε μορφή ράβδου μικρής διατομής. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται είναι η συγκόλληση με τριβή, που εφαρμόζεται κυρίως σε ράβδους πλαστικών, η συγκόλληση με θέρμανση και πίεση, με ταυτόχρονη εφαρμογή συγκολλητικού υλικού, και άλλες.

3. ΕΤΕΡΟΓΕΝΕΙΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ

Οι ετερογενείς συγκολλήσεις διακρίνονται σε μαλακές και σκληρές. Στις μαλακές συγκολλήσεις η θερμοκρασία συγκόλλησης είναι πολύ χαμηλότερη από την αντίστοιχη θερμοκρασία που χρησιμοποιείται στις σκληρές συγκολλήσεις. Οι ετερογενείς συγκολλήσεις χρησιμοποιούνται συνήθως για τη συγκόλληση τεμαχίων από διαφορετικά υλικά.

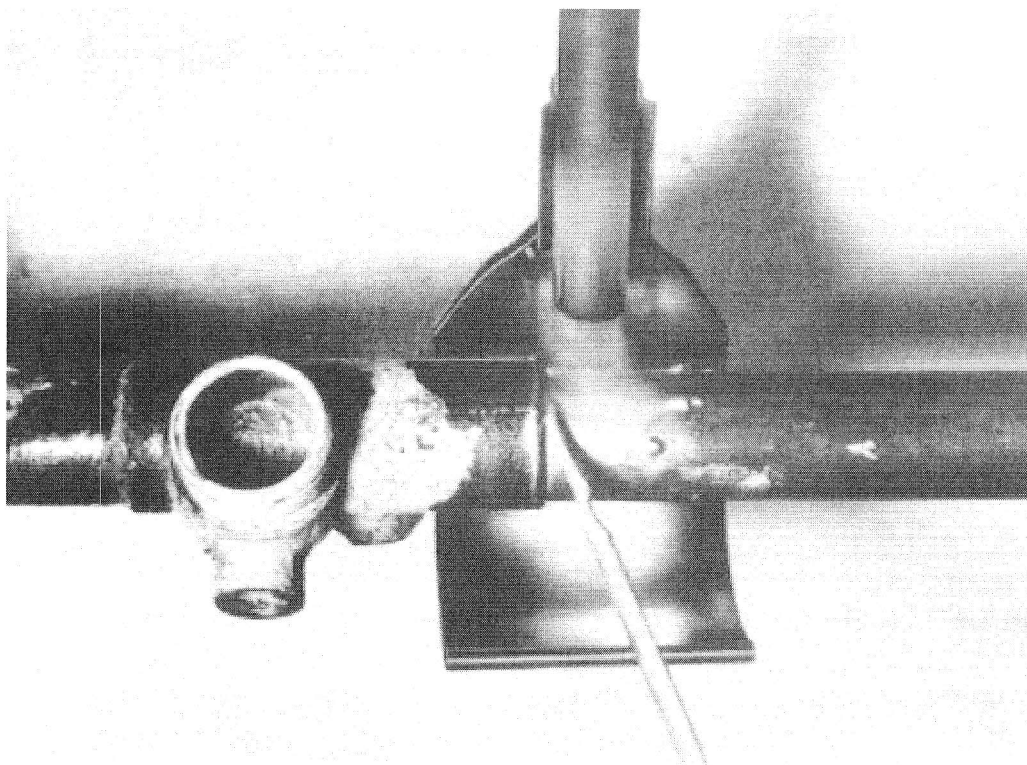
3.1 Μαλακές συγκολλήσεις

Οι μαλακές συγκολλήσεις διακρίνονται για τη χαμηλή θερμοκρασία συγκόλλησης. Για να γίνει μία τέτοια συγκόλληση, χρησιμοποιείται ως συγκολλητικό υλικό κράμα κασσίτερου και μόλυβδου. Η θερμότητα, που χρειάζεται για να λιώσει το συγκολλητικό υλικό, παρέχεται από καμινέτο ή κολλητήρι ή άλλες πηγές.

Μαλακές συγκολλήσεις είναι η κασσιτεροκόλληση, η μολυβδοκόλληση και άλλες, αλλά σημαντικότερη είναι η κασσιτεροκόλληση.

3.1.1 Κασσιτεροκόλληση

Η κασσιτεροκόλληση χρησιμοποιεί ως συγκολλητικό υλικό ένα κράμα κασσιτέρου (Sn) και μολύβδου (Pb). Ανάλογα με την περιεκτικότητα καθενός από τα δύο συστατικά, κυκλοφορούν στο εμπόριο διάφορα είδη κολλήσεων. Για τα είδη της κόλλησης ισχύει ο κανόνας ότι, όσο πιο μεγάλη είναι η περιεκτικότητα σε κασσίτερο στην κόλληση, τόσο πιο πολύ αυξάνει η ρευστότητα της κόλλησης και μειώνεται η θερμοκρασία τήξης της. Η κασσιτεροκόλληση χρησιμοποιείται ευρέως από τους λευκοσιδηρουργούς και τους υδραυλικούς για την συγκόλληση σωλήνων κ.λπ.. Στο σχήμα 3.1 φαίνεται μια κασσιτεροκόλληση μολυβδοσωλήνων.



Σχήμα 3.1 : Κασσιτεροκόλληση

Στην κασσιτεροκόλληση η θέρμανση των τεμαχίων που πρόκειται να συγκολληθούν γίνεται μέσω καμινέτου, φλόγας οξυγονοασετυλίνης ή χρησιμοποιούνται ειδικά κολλητήρια, τα οποία μπορεί να είναι ηλεκτρικά ή να θερμαίνονται με τη βοήθεια φωταερίου, καμινέτου κ.λπ.. Προκειμένου να συγκολληθούν δύο τεμάχια με κασσιτεροκόλληση, πρέπει να είναι απαλλαγμένα από τυχόν σκουριές ή ακαθαρσίες. Ο καθαρισμός των επιφανειών γίνεται με μηχανικό τρόπο, χρησιμοποιώντας βούρτσα, λίμα, τρόχισμα, κ.λπ., και με χημικό τρόπο, χρησιμοποιώντας ειδικά για το σκοπό αυτό χημικά, σε μορφή αλοιφής ή σκόνης. Τέτοια χημικά είναι το υδροχλωρικό οξύ (χρησιμοποιείται σε επιψευδαργυρωμένες επιφάνειες), ο χλωριούχος ψευδάργυρος, που χρησιμοποιείται στις περισσότερες εφαρμογές, και το κολοφώνιο (κυρίως σε ηλεκτρικές εφαρμογές και εκεί που υπάρχει κίνδυνος διάβρωσης).

3.1.2 Μολυβδοκόλληση

Η μολυβδοκόλληση γίνεται συνήθως χωρίς συγκολλητικό υλικό, επειδή χρησιμοποιείται κυρίως για συγκόλληση μολύβδινων τεμαχίων. Ως συγκολλητικό υλικό χρησιμοποιείται το ίδιο το υλικό των κομματιών που θα συγκολληθούν. Προκειμένου τα μολύβδινα κομμάτια να συγκολληθούν, θερμαίνονται με φλόγα υδρογόνου ή προπανίου σε θερμοκρασία πάνω από τη θερμοκρασία τήξης του μολύβδου (327°C).

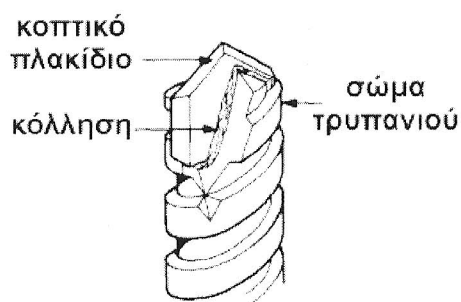
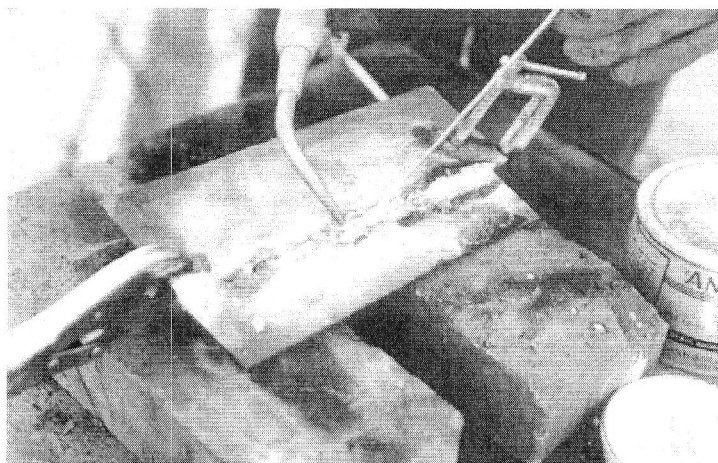
3.2 Σκληρές συγκολλήσεις

Οι σκληρές συγκολλήσεις, σε αντίθεση με τις μαλακές, πραγματοποιούνται σε μεγάλες θερμοκρασίες (600 έως 900 °C). Χρησιμοποιούνται για τη συγκόλληση όλων των συνηθισμένων μετάλλων πλην του αλουμινίου. Μεγάλη εφαρμογή έχουν σε συγκολλήσεις χάλκινων εξαρτημάτων ή εξαρτημάτων από κράματα του χαλκού. Οι σημαντικότερες σκληρές συγκολλήσεις είναι η μπρουντζοκόλληση και η ασημοκόλληση.

3.2.1 Μπρουντζοκόλληση

Η μπρουντζοκόλληση χρησιμοποιεί ως κόλληση κράμα χαλκού (Cu) και ψευδαργύρου (Zn), παρά το γεγονός ότι ο μπρούντζος είναι κράμα χαλκού και κασσιτέρου. Το συγκολλητικό υλικό λιώνει μέσω θέρμανσης σε χαμηλότερη θερμοκρασία από τη θερμοκρασία τήξης των προς συγκόλληση τεμαχίων και απλώνει στις επιφάνειες που θα συγκολληθούν. Για να υπάρξει μεγαλύτερη πρόσφυση του συγκολλητικού υλικού χρησιμοποιείται βόρακας

($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$). Η θέρμανση των κομματιών και του συγκολλητικού υλικού εξασφαλίζεται με καμινέτα, φλόγα οξυγονοασετυλίνης, φωταερίου κ.λπ.. Στο σχήμα 3.2 φαίνεται μια διαδικασία μπρουντζοκόλλησης, καθώς και η μπρουντζοκόλληση ενός κοπτικού πλακιδίου πάνω σε τρυπάνι.



Σχήμα 3.2 : Μπρουντζοκόλληση

3.2.2 Ασημοκόλληση

Στην ασημοκόλληση χρησιμοποιείται συγκολλητικό υλικό που περιέχει άργυρο (Ag), χαλκό (Cu), ψευδάργυρο (Zn), κασσίτερο (Sn) και κάδμιο (Cd). Όσο πιο πολύ άργυρο περιέχει η κόλληση, τόσο μικρότερη είναι η θερμοκρασία τήξης της κόλλησης. Οι κολλήσεις της ασημοκόλλησης περιέχουν τουλάχιστον 8% άργυρο και κυκλοφορούν στο εμπόριο σε μορφή σύρματος, ελάσματος ή σε μορφή σκόνης.

Όπως και στις άλλες ετερογενείς συγκολλήσεις, έτσι και στην ασημοκόλληση, χρησιμοποιούνται ως θερμαντικά μέσα καμινέτα ή φλόγα της οξυγονοασετυλίνης, του φωταερίου κ.λπ.. Η ασημοκόλληση έχει πολλές εφαρμογές στην

κοσμηματοποιία και στα ηλεκτρονικά παρά το κόστος της που είναι μεγάλο λόγω της παρουσίας του αργύρου.

Η ΜΗΧΑΝΗ ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ

Μια μηχανή ηλεκτροσυγκόλλησης λειτουργεί με την ακόλουθη αρχή:

Λαμβάνει από το δίκτυο της Δ.Ε.Η. μια παροχή εναλλασσομένου ρεύματος με τάση λειτουργίας 220V ή 380V και μέσα από ηλεκτρικές διατάξεις παρέχει εναλλασσόμενο ή συνεχές ρεύμα συγκόλλησης

χαμηλής τάσης 15V-45V και υψηλής έντασης που χαρακτηρίζεται ως συνεχές ρεύμα συγκόλλησης.

Οι στατές μηχανές έχουν διάταξη μετασχηματιστή, εάν πρόκειται για εναλλασσόμενο ρεύμα συγκόλλησης ή σύστημα μετασχηματιστή-ανορθωτή προκειμένου για συνεχές ρεύμα συγκόλλησης.

Αντίθετα, οι περιστροφικές μηχανές χρησιμοποιούν σύστημα ηλεκτρικού κινητήρα γεννήτριας.

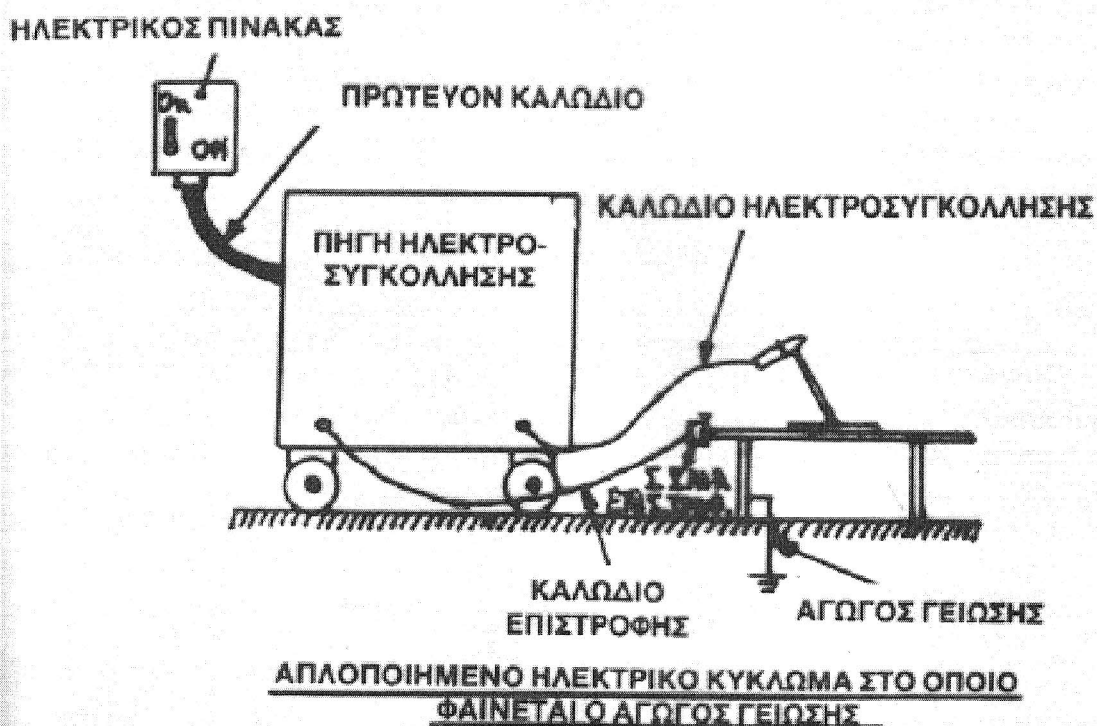
Όταν η μηχανή είναι συνδεδεμένη στο δίκτυο αλλά δεν συγκολλά, τότε στην έξοδό της, δηλ. μεταξύ της τσιμπίδας του ηλεκτροδίου και της γείωσης έχουμε μια τάση που καλούμε «τάση εν κενώ» ή ακόμα «τάση ανοιχτού κυκλώματος» που μπορεί να κυμανθεί από 50V έως 100V ανάλογα με το είδος της μηχανής και το ρεύμα συγκόλλησης που παρέχει.

Οι επιτρεπόμενες «τάσεις εν κενώ» είναι:

- I. Ημιαυτόματες μηχανές συγκόλλησης
 - Εναλλασσόμενο ρεύμα 80V
 - Συνεχές ρεύμα 80V-100V (ανάλογα με την διακύμανση)
- II. Αυτόματες μηχανές συγκόλλησης
 - Εναλλασσόμενο ρεύμα 100V
 - Συνεχές ρεύμα 100V

Η σχετικά υψηλή αυτή τάση είναι αναγκαία για τη δημιουργία ιονισμού (δηλ. να μετατρέψουμε τον αέρα από κακό αγωγό του ηλεκτρισμού σε αγωγίμο μέσο για την κυκλοφορία ηλεκτρικού ρεύματος) στον μεταξύ του ηλεκτροδίου και του

προς συγκόλληση σώματος αέρα και στη συνέχεια την τήξη του ηλεκτροδίου, ώστε να αρχίσει το τόξο να λειτουργεί. Οι μηχανές των ηλεκτροσυγκολλήσεων περιλαμβάνουν δύο ηλεκτρικά κυκλώματα: το **πρωτεύον ή εισόδου** και το **δευτερεύον ή εξόδου**. Το πρωτεύον βρίσκεται στην τάση του δικτύου διανομής, κάθε επαφή με το οποίο προκαλεί κίνδυνο ηλεκτροπληξίας. Το ίδιο θα συμβεί και στην περίπτωση επαφής με μη γειωμένο μεταλλικό μέρος της μηχανής που βρέθηκε σε τυχαία επαφή με το πρωτεύον.



Ηλεκτρόδια συγκολλήσεων

Τα ηλεκτρόδια είναι το θυσιαζόμενο υλικό που εξασφαλίζει την βέλτιστη σύνδεση μεταξύ των συγκολλούμενων επιφανειών στις συγκολλήσεις τόξου. Η συγκόλληση είναι μια τεχνική σύνδεσης μεταλλικών τεμαχίων εξαιρετικά σημαντική για τις κατασκευές. Οι τρεις βασικές μέθοδοι συγκολλήσεων είναι η συγκόλληση τόξου, η συγκόλληση αερίου και η συγκόλληση αντίστασης. Από τις τρεις μεθόδους η συγκόλληση τόξου καλύπτει τη συντριπτική πλειοψηφία των εφαρμογών.

Αρχή της μεθόδου

Στις συγκολλήσεις τόξου το υλικό σύνδεσης των δύο στοιχείων προσφέρεται από θυσιαζόμενα ηλεκτρόδια, σύρματα και επενδεδυμένα ηλεκτρόδια. Στη συγκόλληση τόξου το ηλεκτρόδιο που έχει τοποθετηθεί κοντά στην περιοχή σύνδεσης των τεμαχίων τροφοδοτείται με εναλλασσόμενο ρεύμα από μια γεννήτρια. Πεδία υψηλών τάσεων αναπτύσσονται σε διάφορα σημεία του τόξου με συνέπεια την μεταφορά ιόντων στον ατμοσφαιρικό αέρα στην περιοχή του διακένου μεταξύ του ηλεκτροδίου και των πλευρών των τεμαχίων που θα συγκολληθούν. Τα ηλεκτρόδια μπορούν να είναι είτε αρνητικά φορτισμένα (ευθεία πολικότητα), είτε θετικά (ανάστροφη πολικότητα) και η πολικότητα κατά την εναλλασσόμενη λειτουργία μπορεί να αλλάξει μέχρι 60 φορές το δευτερόλεπτο. Τα ιόντα και τα ηλεκτρόνια που απελευθερώνονται αποκτούν κινητική ενέργεια και προσκρούουν είτε στις

προς συγκόλληση επιφάνειες, είτε στο ηλεκτρόδιο. Με την αναπτυσσόμενη θερμότητα το ηλεκτρόδιο και το βασικό μέταλλο λιώνουν μέσα στην περιοχή στην οποία θα γίνει η συγκόλληση.

Το υλικό των ηλεκτροδίων εναποτίθεται στη περιοχή της συγκόλλησης ανάμεσα σε δύο επιφάνειες από συγκεκριμένο μέταλλο. (Είναι σπάνιες και εντελώς ιδιαίτερης αντιμετώπισης οι περιπτώσεις που κάνουμε συγκόλληση μεταξύ διαφορετικών μετάλλων). Για το λόγο αυτό ενδείκνυται το υλικό των ηλεκτροδίων να είναι ίδιο ή συναφές από χημική και μεταλλουργική σκοπιά με το υλικό των προς συγκόλληση τεμαχίων. Σημειώνεται πως αν τα ηλεκτρόδια έχουν ευθεία πολικότητα τότε επιτυγχάνεται μεγαλύτερη διείσδυση στην περιοχή της ραφής, ενώ αν έχουν ανάστροφη πολικότητα τοποθετείται περισσότερο υλικό πλήρωσης στη ραφή. Πάντως οι χημικές και μηχανικές ιδιότητες μιας ηλεκτροσυγκόλλησης τόξου επηρεάζονται από πολλές παραμέτρους, όπως τη διάμετρο του ηλεκτροδίου και την ένταση του ρεύματος που χρησιμοποιήθηκε, το μέγεθος των πάσων, το συγκολλούμενο πάχος μετάλλου, τη γεωμετρία της φρέζας, την προθέρμανση του μετάλλου, τη ακριβή χημική σύσταση του μετάλλου, την κατάσταση της επιφάνειας του μετάλλου και τη μεταξύ των πάσων ενέργεια.

Τεχνικές ηλεκτροσυγκόλλησης τόξου

Οι τεχνικές των συγκολλήσεων έχουν αναπτυχθεί ραγδαία από τα μέσα του προηγούμενου αιώνα, όταν είτε σε περίοδο πολέμων είτε σε περίοδο έντονης οικονομικής και βιομηχανικής ανάπτυξης υπήρξε ανάγκη για επιτάχυνση των βιομηχανικών

κατασκευών. Οι βασικές τεχνικές ηλεκτροσυγκόλλησης τόξου είναι η ηλεκτροσυγκόλληση τόξου σε ατμόσφαιρα αδρανούς αερίου (MIG) και η ηλεκτροσυγκόλληση επενδεδυμένου ηλεκτροδίου σε ατμόσφαιρα CO₂. Αυτές οι μέθοδοι περιορίζονται πρακτικά σε ρεύματα 300 A, ενώ η τεχνική της ηλεκτροσυγκόλλησης με προστασία μεταλλικής σκόνης λειτουργεί με ρεύμα μέχρι 1000 A. Μια άλλη τεχνική με ιδιαίτερες εφαρμογές είναι η ηλεκτροσυγκόλληση τόξου με ηλεκτρόδιο βολφραμίου και αδρανές αέριο (TIG). Το βολφράμιο έχει ως γνωστόν πολύ υψηλό σημείο τήξης και έτσι το ηλεκτρόδιο κατά τη διάρκεια της συγκόλλησης δεν λιώνει, συνεπώς δεν είναι αναλώσιμο όπως τα σύρματα που χρησιμοποιούνται στη μέθοδο MIG. Το συγκολλητικό υλικό τοποθετείται εξωτερικά στη ραφή συγκόλλησης. Μια άλλη ενδιαφέρουσα τεχνική είναι η μέθοδος πλάσματος-τόξου που μοιάζει με τη μέθοδο TIG, στην οποία όμως το τόξο παρέχει μεγάλη ποσότητα θερμότητας κι έτσι δίνεται η δυνατότητα για συγκολλήσεις σε μεγάλο βάθος.

Γκάμα ηλεκτροδίων και συρμάτων

Η παραγωγή ηλεκτροδίων που καλύπτουν μια τεράστια γκάμα συγκολλούμενων μετάλλων έχει εξελιχθεί από δεκαετίες κι έχουν διαμορφωθεί αντίστοιχες προδιαγραφές συγκολλήσεων αλλά και των αντίστοιχων ηλεκτροδίων και συρμάτων. Για τις συγκολλήσεις η πιο σημαντική προδιαγραφή είναι ο αμερικάνικος κώδικας ASME IX "Welding Procedure Specification", ο οποίος χρησιμοποιείται επίσης και για την κατάταξη του πλήθους των ηλεκτροδίων και συρμάτων. Έχουμε λοιπόν τις παρακάτω περιπτώσεις ηλεκτροδίων και συρμάτων.

~ Επενδεδυμένα ηλεκτρόδια ηλεκτροσυγκόλλησης χρησιμοποιούνται για συγκολλήσεις των πιο σημαντικών για τη βιομηχανία μετάλλων και κραμάτων και συγκεκριμένα για συγκόλληση ανθρακοχαλύβων, νικελίου και κραμάτων νικελίου, χρωμονικελιούχων κραμάτων, αλλά ακόμα και χαμηλών κραμάτων χάλυβα, καθώς επίσης και χαλκού και κραμάτων χαλκού.

~ Για μια σειρά βασικών εφαρμογών όπως οι συγκολλήσεις ανθρακοχαλύβων, χαμηλών κραμάτων χάλυβα, χρωμιούχων και χρωμονικελιούχων κραμάτων χρησιμοποιούνται εναλλακτικά προς τα επενδεδυμένα ηλεκτρόδια κοίλα σύρματα με γόμωση βόρακα συγκόλλησης. Στις συγκολλήσεις χαλκού και κραμάτων χαλκού χρησιμοποιούνται εναλλακτικά σύρματα, ενώ στις πολύ βασικές συγκολλήσεις ανθρακοχαλύβων τα σύρματα συγκόλλησης χρησιμοποιούνται με κάλυψη αερίου.

~ Σύρματα και ηλεκτρόδια συγκόλλησης χρησιμοποιούνται στις συγκολλήσεις αλουμινίου και κραμάτων αλουμινίου, τιτανίου και κραμάτων τιτανίου, ζirkονίου και κραμάτων ζirkονίου, χυτοσιδήρου, στις επιμεταλώσεις, αλλά επίσης σαν εναλλακτική λύση στις συγκολλήσεις νικελίου και κραμάτων νικελίου.

~ Για τις οξυγονοκολλήσεις σιδήρου, χαλύβων, χαλκού και κραμάτων χαλκού χρησιμοποιούνται σύρματα.

Η παραπάνω τεράστια γκάμα ηλεκτροδίων και συρμάτων παραπέμπει σε ένα πολύ μεγάλο όγκο αντίστοιχων τεχνικών στοιχείων για τις διάφορες

περιπτώσεις ηλεκτροσυγκολλήσεων τόξου και την αντίστοιχη ποικιλία χρησιμοποιούμενων ηλεκτροδίων. Παρακάτω θα κάνουμε μια συνοπτική προσέγγιση ορισμένων από τις πιο ενδιαφέρουσες εφαρμογές συγκολλήσεων τόξου.

Επενδεδυμένα ηλεκτρόδια ανθρακοχαλύβων

Οι συγκολλήσεις ανθρακοχαλύβων με επενδεδυμένα ηλεκτρόδια παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον γιατί αφορούν ένα πολύ μεγάλο φάσμα βιομηχανικών και μη κατασκευών, αλλά και μηχανολογικών δικτύων. Η χρησιμοποίηση των επενδεδυμένων ηλεκτροδίων δίνει πολύ καλά αποτελέσματα στις κατασκευές μηχανών και βαρέος εξοπλισμού (π.χ λέβητες), αλλά και στις μεταλλικές κατασκευές, καθώς και σε κατασκευές ιδιαίτερων απαιτήσεων, όπως πλοίων, γεφυρών κ.λ.π.

Τα ηλεκτρόδια χάλυβος έχουν μια τυπική κωδικοποίηση κατά ASME IX: E R XX X X
 Όπου: E = το ηλεκτρόδιο, R = το σύρμα συγκόλλησης, XX = τα δύο πρώτα ψηφία δείχνουν την εφελκυστική αντοχή της συγκόλλησης που αποδίδει το ηλεκτρόδιο σε λίβρες X 1000 ανά τετραγωνική ίντσα.

X = το τρίτο ψηφίο δείχνει τη θέση στην οποία μπορεί να συγκολλήσει το ηλεκτρόδιο και η σχετική κωδικοποίηση έχει ως εξής:

1= για όλες τις θέσεις

2= μόνο για δάπεδο και κολλήσεις γωνιακές σε οριζόντια θέση

4= μόνο κατεβατό σε όλες τις θέσεις

XX = τα δύο τελευταία ψηφία μαζί δείχνουν τον τύπο του ρεύματος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μια συγκόλληση στην οποία χρησιμοποιούμε το

συγκεκριμένο ηλεκτρόδιο καθώς και τον τύπο του βόρακα με τον οποίο αυτό είναι επενδεδυμένο.

Επενδεδυμένα ηλεκτρόδια χρωμιούχων και χρωμονικελιούχων χαλύβων

Σε βιομηχανίες με ιδιαίτερες λειτουργικές συνθήκες (π.χ πετρελαιοειδή, χημικές βιομηχανίες) συχνά χρειάζεται να χρησιμοποιηθεί εξοπλισμός από κραματωμένους χάλυβες. Η σχετική γκάμα κραμάτων είναι επίσης αρκετά μεγάλη και από αυτήν ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχουν οι χρωμιούχοι και χρωμονικελιούχοι χάλυβες. Στα επενδεδυμένα ηλεκτρόδια για τις συγκολλήσεις των παραπάνω χαλύβων καθοριστικός είναι ο ρόλος του φερρίτη ως συστατικό τους. Η περιεκτικότητα του φερρίτη στη συγκόλληση ανοξειδωτων χαλύβων επηρεάζει την τάση ορισμένων κραμάτων να εμφανίσουν ρωγμές, ιδιαίτερα αν συγκολλούνται ελάσματα μεγάλου πάχους. Από την άλλη πλευρά δεν βοηθάει ιδιαίτερα στον περιορισμό της διάβρωσης στη συγκόλληση και σε ορισμένες εφαρμογές μειώνει την αντοχή του κατασκευασθέντος εξαρτήματος σε σχέση με την αντοχή των τεμαχίων που συγκολλήθηκαν.

Μια από τις πιο σημαντικές λειτουργικές παραμέτρους είναι η συνιστώμενη μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία μεταξύ των πάσων κατά τη συγκόλληση. Στις σειρές ηλεκτροδίων E 200, E 300, E 400, E 7 Cr κατά την κωδικοποίηση AWS η μέγιστη θερμοκρασία μεταξύ των πάσων πρέπει να είναι 150 βαθμοί Κελσίου και η ελάχιστη 15. Στις σειρές ηλεκτροδίων E 500, E 630, E 16-8-2 κατά την κωδικοποίηση AWS η μέγιστη θερμοκρασία μεταξύ

των πάσων πρέπει να είναι 260 βαθμοί Κελσίου και η ελάχιστη 150.

Πηγές κινδύνου

1 Ηλεκτρικός Κίνδυνος

Ηλεκτρικός κίνδυνος μπορεί να παρουσιαστεί από:

- Το κύκλωμα εισόδου των 220/380V
- Τα μεταλλικά μέρη της μηχανής
- Την τάση εν κενώ της μηχανής

Για την αντιμετώπιση των κινδύνων του κυκλώματος εισόδου πρέπει να:

- Εφαρμόζονται οι σωστοί μηχανισμοί κατασκευής
- Τηρούνται οι σωστές διατάξεις ασφαλείας που αποκλείουν επαφή με τάση εισόδου και

μεταλλικά μέρη

- Συντηρούνται τα μηχανήματα ανά 6μηνο
- Τηρείται αρχείο των μηχανών
- Προτιμούνται οι μηχανές με διατάξεις ασφαλείας για υπερθερμάνσεις και υπερφορτώσεις

2 Κίνδυνοι από ακτινοβολία

Για την πραγματοποίηση ηλεκτροσυγκολλήσεων απαιτείται ηλεκτρικό τόξο, το οποίο όμως παράγει μεγάλο φάσμα ακτινοβολίας βλαπτικό για τον ανθρώπινο οργανισμό. Πιο συγκεκριμένα αναπτύσσονται:

- Υπεριώδης ακτινοβολία (αόρατη)
- Ορατή ακτινοβολία
- Υπέρυθρη ακτινοβολία

2.1 Υπεριώδης Ακτινοβολία

Είναι η πιο επικίνδυνη γιατί προσβάλλει το βλεννογόνο υμένα του ματιού που ονομάζεται «επιπεφυκώς», προκαλώντας επιπεφυκίτιδα. Χαρακτηριστικό της πάθησης αυτής είναι ότι δυσκολεύει την όραση, δημιουργεί έναν τρομερό «βελονιστικό» πόνο και δημιουργεί δάκρυα, αλλά συγχρόνως

προειδοποιεί για τον κίνδυνο που υπάρχει. Επίσης προσβάλλει τους ιστούς του δέρματος, δηλαδή καίει το δέρμα όπως η ηλίαση, αλλά σε μεγαλύτερο βαθμό.

Η προστασία του συγκολλητή επιτυγχάνεται με χρήση Μ.Α.Π. (μάσκα και γάντια) ενώ συνιστάται και ποδιά εργασίας, ώστε να μη μένουν ακάλυπτα σημεία του κορμιού.

Σημειώνεται, ότι η προσβολή του δέρματος μπορεί να γίνει και έμμεσα από τις γύρω μεταλλικές επιφάνειες ιδιαίτερα αν πρόκειται για αλουμίνιο, ανοξείδωτο χάλυβα και άλλα γυαλιστερά μέταλλα.

Όσο μεγαλύτερη είναι η ένταση τόσο μεγαλύτερη μπορεί να γίνει η έμμεση προσβολή από υπεριώδη ακτινοβολία στο δέρμα.

Καλές πρακτικές

- διατήρηση σκοτεινών επιφανειών στον περιβάλλοντα χώρο
- επιλογή βαμμένων με απορροφητικές μπογιές επιφανειών
- διακοπή απασχόλησης σε περίπτωση παρακολούθησης θεραπευτικής αγωγής με υγρά φάρμακα

2.2 Ορατή Ακτινοβολία

Αυτή απλώς προκαλεί «θάμπωμα» στα μάτια, ειδικά σε υψηλές εντάσεις συγκολλήσεων και αποτελεί μόνο το 25% της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας. Μπορούμε να προστατευθούμε ικανοποιητικά με χρήση ειδικών γυαλιών.

2.3 Υπέρυθρη Ακτινοβολία

Εκπέμπεται κυρίως από το λουτρό του ρευστού μετάλλου της συγκόλλησης και περιέχει μεγάλη θερμική ενέργεια. Προσβάλλει κυρίως τον αμφιβληστροειδή χιτώνα και εκτεταμένη προσβολή μπορεί να δημιουργήσει καταρράκτη.

Οι μελέτες δείχνουν ότι τα επίπεδα που συναντάται στις συγκολλήσεις δεν είναι τόσο υψηλά, ώστε να

προκαλέσουν ανησυχία. Παρ'όλα αυτά στα βιομηχανικά γυαλιά προστασίας έχει ληφθεί σχετική μέριμνα.

Οι στατιστικές εμφανίζουν σημαντική επιβάρυνση και των εργαζομένων που απασχολούνται σε θέσεις εργασίας γειτονικές αυτής του συγκολλητή. Αυτοί πλήττονται κυρίως από τη μη ορατή ακτινοβολία και λόγω του γεγονότος ότι δεν παίρνουν κάποια μέσα προφύλαξης, όπως ο συγκολλητής, είναι περισσότερο ευάλωτοι.

Σαν καλή πρακτική για την αντιμετώπιση του φαινομένου συνιστάται η απομόνωση του εργασιακού χώρου του συγκολλητή με ένα διάφραγμα ή η γραπτή σύσταση για αποφυγής οπτικής επαφής με γυμνό μάτι με το ηλεκτρικό τόξο.

Στο παράρτημα παρουσιάζεται ο πίνακας επιλογής του σωστού επαγγελματικού γυαλιού σε σχέση με την ένταση του ρεύματος και τη μέθοδο συγκόλλησης.

3 Κίνδυνοι από εγκαύματα

Κίνδυνοι ανέχονται και από εγκαύματα. Η προστασία αυτή συνίσταται στην ποδιά και στα γάντια του συγκολλητή/χειριστή τα οποία συνήθως είναι κατασκευασμένα από συνδυασμό δέρματος και αμιάντου. Σε περιπτώσεις συγκόλλησης τύπου T.I.G., ο τύπος της ποδιάς που χρησιμοποιείται είναι πολύ πιο ελαφρύς από τους αντίστοιχους των ποδιών για συγκολλήσεις τύπου M.I.G. – M.A.G.

4 Κίνδυνοι από αναθυμιάσεις

Κατά τη διαδικασία της ηλεκτροσυγκόλλησης έχουμε δημιουργία αναθυμιάσεων οι οποίες υψώνονται με κωνική μορφή από το σημείο της ηλεκτροσυγκόλλησης προς το πρόσωπο (αναπνευστικό σύστημα) του ηλεκτροσυγκολλητή. Η ένταση και το περιεχόμενό τους εξαρτάται από:

α) Τεχνική ηλεκτροσυγκόλλησης

- b) Την ένταση & πυκνότητα του ηλεκτρικού ρεύματος
 c) Το είδος (προδιαγραφή) του μετάλλου βάσης, το προστατευτικό βάψιμο ή επιμετάλλωση που πιθανόν υπάρχει πάνω του ή ακόμα και τυχόν ακαθαρσίες
 d) Τη μέθοδο αερισμού του χώρου
 e) Τη διαμόρφωση της θέσης εργασίας

Στον παρακάτω πίνακα εμφανίζεται το ποσό των αναθυμιάσεων σε σχέση με την τεχνική συγκόλλησης που χρησιμοποιείται.

Μεγάλο ποσοστό αναθυμιάσεων Σωληνωτό σύρμα χωρίς αέριο

Ηλεκτρόδια υψηλής απόδοσης

Βασικά ηλεκτρόδια & σωληνωτό σύρμα με τη μέθοδο CO₂ (M.A.G)

Στερεό σύρμα με τη μέθοδο CO₂

Ηλεκτρόδια ρουτηλίου και στερεό σύρμα με προστασία ARGON (M.I.G.)

Μικρό ποσοστό αναθυμιάσεων T.I.G., βυθισμένο τόξο, Ηλεκτροσλάγκ

ΠΟΣΟ ΑΝΑΘΥΜΙΑΣΕΩΝ

Μεγάλο ποσοστό αναθυμιάσεων	Σωληνωτό σύρμα χωρίς αέριο
	Ηλεκτρόδια υψηλής απόδοσης
	Βασικά ηλεκτρόδια & σωληνωτό σύρμα με τη μέθοδο CO ₂ (M.A.G)
	Στερεό σύρμα με τη μέθοδο CO ₂
	Ηλεκτρόδια ρουτηλίου και στερεό σύρμα με προστασία ARGON (M.I.G.)
Μικρό ποσοστό αναθυμιάσεων	T.I.G., βυθισμένο τόξο, Ηλεκτροσλάγκ

Πίνακας 1.

Οι αναθυμιάσεις έχουν τη μορφή αερίων ή στερεών σωματιδίων

Αέρια: CO₂, Ar, He, SO₂, O₃, HF κτλ.

Στερεά: Pb, Cu, ZnO, Mn, Kd κτλ.

Τα προϊόντα των αναθυμιάσεων δύνανται να εισέλθουν στο εσωτερικό του οργανισμού μέσω της αναπνευστικής λειτουργίας. Με την προϋπόθεση ότι έχουν το κατάλληλο μέγεθος δηλ. 0,5-7 μικρά

(10-6 m) και ανάλογα με τη βλαπτικότητα τους προκαλούν προβλήματα στον οργανισμό. Στις συνήθεις περιπτώσεις οι αναθυμιάσεις δεν είναι σοβαρά βλαπτικές για τον άνθρωπο. Στο παράρτημα παρουσιάζεται πίνακας με τις πιθανές βιολογικές επιδράσεις των αναθυμιάσεων.

Για το έλεγχο της συγκέντρωσης των ουσιών στο περιβάλλον μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε:

Ενόργανους αναλυτές που αποτελούν δαπανηρή αλλά ακριβή μέθοδο

Τη μέθοδο του ενδεικτικού σωλήνα. Η μέθοδος αυτή είναι αρκετά πρακτική και παρέχει μια ένδειξη των συνθηκών. Χρησιμοποιείται κυρίως για προκαταρκτικές μετρήσεις και δεν διακρίνεται για τη συνέπειά της.

4.1 Αντιμετώπιση αναθυμιάσεων

Για την αντιμετώπιση των αναθυμιάσεων μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε συστήματα γενικού αερισμού καθώς και εξειδικευμένα συστήματα τοπικού αερισμού.

1. Αερισμός με πτερωτή

Η τοποθέτηση πτερωτής στην οροφή των εγκαταστάσεων χρησιμεύει στην ανάδευση των αερίων μαζών κάτι που οδηγεί στη μείωση της συγκέντρωσης των βλαβερών ουσιών στο χώρο της συγκόλλησης. Δε διακρίνεται για τη μεγάλη της αποτελεσματικότητα και είναι προτιμότερο να συνδυάζεται με άλλες μεθόδους

2. Ηλεκτροστατικός διαχωριστής

Με τη μέθοδο αυτή ιονίζουμε ρινίσματα μετάλλων. Χρησιμοποιείται σε περιβάλλον όπου έχουμε σημαντική έκκλιση στερεών ουσιών. Τα ηλεκτροστατικά φίλτρα του διαχωριστή έλκουν τα σωματίδια με αποτέλεσμα να καθαρίζουν το περιβάλλον. Οι ηλεκτροστατική διαχωριστές δε

μπορούν να αντιμετωπίσουν αέρια.

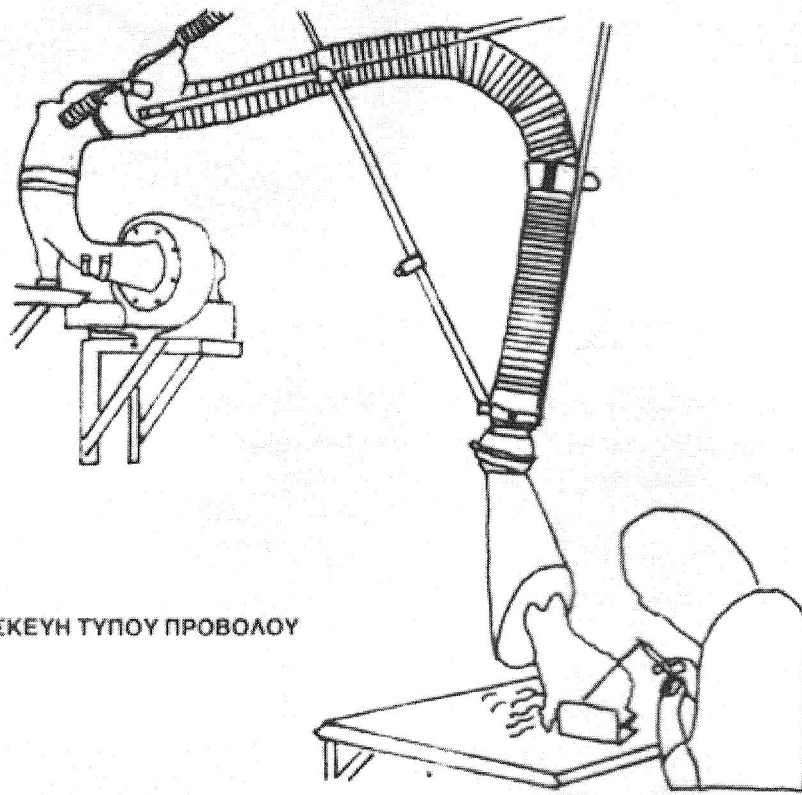
3. Φορητή συσκευή τύπου προβόλου

Οι συσκευές αυτές φέρουν φίλτρα τα οποία συγκρατούν και τα αέρια και τα στερεά

σωματίδια και επαναδίδουν στο περιβάλλον εργασίας καθαρό φιλτραρισμένο αέρα, είναι δε

συνήθως συνδεδεμένες με την πηγή της ηλεκτροσυγκόλλησης και λειτουργούν μόνο κατά τη

διάρκεια της συγκόλλησης. Σημαντικό μειονέκτημά τους είναι ότι καταλαμβάνουν χώρο.



ΜΟΝΙΜΗ ΣΥΣΚΕΥΗ ΤΥΠΟΥ ΠΡΟΒΟΛΟΥ

Σχέδιο 2.

4. Φορητές συσκευές

Παρόμοιες με τις παραπάνω αλλά μικρότερων διαστάσεων.

Φέρει μαγνήτες συγκράτησης του

ακροφυσίου κοντά στο σημείο κόλλησης. Ο σωλήνας

αναρρόφησης κατά τη μέθοδο αυτή

είναι ξαπλωμένος στο δάπεδο και γι' αυτό χρειάζεται προσοχή για να μην καταστραφεί.

5. Ακροφύσιο προσαρμοσμένο στο πιστόλι συγκόλλησης MIG-MAG

Το ακροφύσιο βρίσκεται ακριβώς δίπλα στο σημείο συγκόλλησης με αποτέλεσμα να απορροφώνται οι αναθυμιάσεις στην πηγή τους, μειώνοντας τους κινδύνους για το αναπνευστικό σύστημα

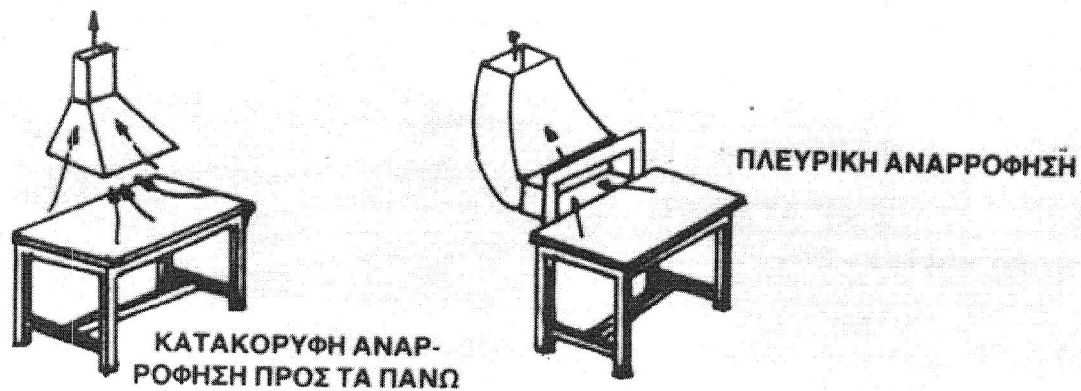
6. Μόνιμες συσκευές τύπου προβόλου

Η αρχή λειτουργίας των συσκευών αυτών ομοιάζει με τις αντίστοιχες φορητές συσκευές, αλλά υποστηρίζεται από κεντρικές μονάδες διακίνησης αναθυμιάσεων. Οι σύγχρονες εγκαταστάσεις του είδους φιλτράρουν τις αναθυμιάσεις πριν αποδώσουν τον αέρα στο περιβάλλον. Σε ορισμένα συστήματα που (για λόγους εξοικονόμησης ενέργειας-θέρμανση κατά τους χειμερινούς μήνες) επαναποδίδουν τον αέρα στο εσωτερικό των εγκαταστάσεων απαιτούνται πρόσθετα συστήματα φιλτραρίσματος.

7. Σχάρα κατακόρυφης αναρρόφησης προς τα πάνω

Η αποτελεσματικότητα της σχάρας εξαρτάται από την απόσταση της χοάνης απορρόφησης από το σημείο συγκόλλησης. Η επιθυμητή απόσταση είναι το δυνατόν εγγύτερα στην επιφάνεια συγκόλλησης και μάλιστα χαμηλότερα από το ύψος της κεφαλής του συγκολλητή.

Το γεγονός αυτό μειώνει την ορατότητα κατά την εργασία και κάνει τις σχάρες αυτού του τύπου λιγότερο πρακτικές.



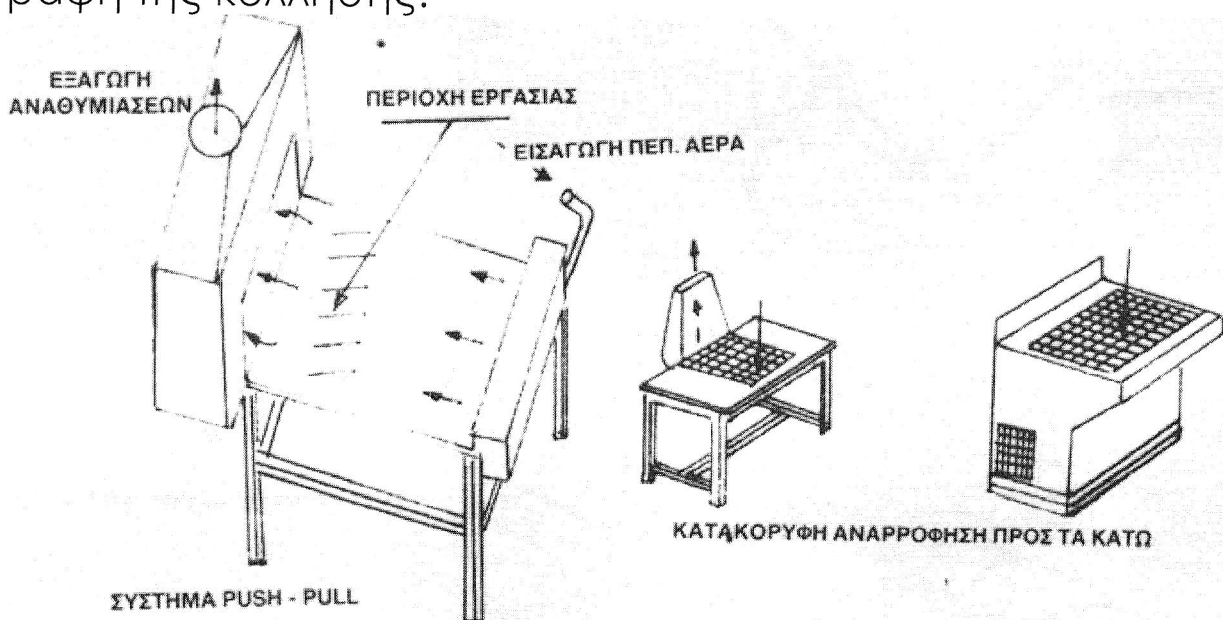
Σχέδιο 3.

8. Σχάρα πλευρικής αναρρόφησης

Η σχάρες αυτού του τύπου είναι καταλληλότερες για μόνιμες θέσεις εργασίας. Η χοάνη βρίσκεται χαμηλότερα από το ύψος της κεφαλής και δεν εμποδίζει τη διαδικασία της συγκόλλησης. Απαιτεί όμως μηχανική υποστήριξη της αναρρόφησης.

9. Σχάρα κατακόρυφης αναρρόφησης προς τα κάτω

Πολύ λειτουργική μέθοδος απορρόφησης των αναθυμιάσεων. Σε περίπτωση πολύ ισχυρής αναρρόφησης είναι δυνατόν να δημιουργηθούν πόροι στη ραφή της κόλλησης.



Σχέδιο 4.

10. Σύστημα Push-Pull

Όπως φαίνεται και στο παραπάνω σχήμα τέτοια συστήματα είναι κατάλληλα για κολλήσεις υλικών μικρών διαστάσεων. Από τη μια πλευρά γίνεται εισαγωγή πεπιεσμένου αέρα και απόδοσή του στη συνέχεια με πίεση προς την επιφάνεια συγκόλλησης. Στην άλλη πλευρά γίνεται απορρόφηση των αναθυμιάσεων και εξαγωγή τους.

11. Μέσα ατομικής προστασίας (Μ.Α.Π.)

Πέραν των συστημάτων που κεντρικά αντιμετωπίζουν τους κινδύνους αναθυμιάσεων χρησιμοποιούνται και μέσα ατομικής προστασίας με προεξέχοντα τις ειδικές προστατευτικές μάσκες. Η χρήση μασκών ενδείκνυται ειδικά σε συγκολλήσεις κραμάτων χαλκού, όταν αυτές πραγματοποιούνται σε ειδικούς χώρους. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στο σχετικό κεφάλαιο.

5 Κανόνες Ασφαλείας

1. Διατηρείστε τις μηχανές ηλεκτροσυγκόλλησης σε καλή κατάσταση
2. Προσοχή ιδιαίτερα σε τσιμπίδες και καλώδια, ειδικά σε ότι αφορά τη μόνωσή τους
3. Ο συγκολλητής να φέρει πάντοτε γάντια και ειδικά παπούτσια με λάστιχα
4. Να χρησιμοποιείτε συνεχές ρεύμα (όπου είναι εφικτό) ειδικά όταν εργάζεστε σε κλειστούς χώρους
5. Κάθε συγκόλληση έχει το δικό της σώμα επιστροφής. **Καλό σφίξιμο!**
6. Μην χρησιμοποιείτε για σώμα επιστροφής, σωληνώσεις ή μεταλλικά μέρη κτιρίων, αλλά τοποθετούμε σωστά την τσιμπίδα επιστροφής στο εξάρτημα που συγκολλούμε
7. Όταν διακόπτουμε την εργασία να μην αφήνουμε τη λαβίδα του ηλεκτροδίου πάνω σε

μεταλλική επιφάνεια (αποφυγή πιθανής ηλεκτροπληξίας ή πυρκαγιάς)

8. Να γειώνουμε το προς συγκόλληση αντικείμενο

9. Να ελέγχουμε την μόνωση των εργαλείων

10. Να ελέγχουμε για ύπαρξη υγρασίας πάνω στο εργαλείο (διαβρώσεις, νερό κτλ.)

6 Μέσα Ατομικής Προστασίας

Τα μέσα ατομικής προστασίας περιλαμβάνουν:

Μάσκες – Κατασκευασμένες από πολυεστερικό υλικό ενισχυμένο στη θερμότητα

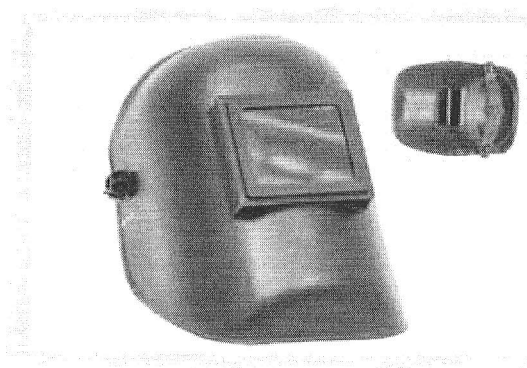
Γυαλιά με ελαστικό σκελετό

Γκέτες δερμάτινες

Γάντια δερμάτινα

Ποδιά δερμάτινη

**Μάσκα κεφαλής
ηλεκτροσυγκόλλησης
από συνθετικό υλικό**



166 169
167 175
168
EN


ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΣΗΜΑΝΣΗ	ΠΕΔΙΟ ΧΡΗΣΗΣ	ΑΚΑΤΑΛΛΗΛΑ ΓΙΑ
Μάσκα από συνθετικό υλικό με θερμική αντοχή και έγχρωμους οπτικούς δίσκους που φέρεται στο κεφάλι κατά την ηλεκτροσυγκόλληση	οπτικός δίσκος † Οπτική κλάση 12 ως 14 (βαθμός σκίασης) σκελετός CE Κατασκευαστής	<ul style="list-style-type: none"> • Προστασία προσώπου και όρασης από θερμότητα, ακτινοβολία, ηλεκτροσυγκολλήσεις και σωματίδια • Επιλογή οπτικού δίσκου από το χρήστη με βαθμό σκίασης ανάλογα με την ένταση του ρεύματος και το είδος της εργασίας 	<ul style="list-style-type: none"> • Χρήση χωρίς τα σωστά φίλτρα

**Ποδιά για
ηλεκτροσυγκολλητές
δερμάτινη**



470

EN

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΣΗΜΑΝΣΗ	ΠΕΔΙΟ ΧΡΗΣΗΣ	ΔΕΚΑΤΑΜΗΛΙΑ ΠΑ
Δερμάτινη ποδιά	CE  Καδικός προϊόντος	<ul style="list-style-type: none"> • Προστασία κατά τις ηλεκτροσυγκολλήσεις από θερμότητα και εκτοξευόμενα σωματίδια 	<ul style="list-style-type: none"> • Προστασία από χημικές ουσίες

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΓΥΑΛΙΑ ΗΛ/ΣΗΣ					
Μέθοδος Ηλ.σης και έντασης ρεύματος					
A/A	Βαθμός Σκίασης	Ηλεκτρόδιο	TIG	MIG-MAG	Αυτόματες μέθοδοι
1	8	<100	<15		
2	9	<100	15-75		
3	10	100-300	75-100	<200	
4	11	100-300	100-200	<200	
5	12	>300	200-250	>200	>300
6	13	>300	250-300	>200	>300
7	14	>300	250-300	>200	>300

A/A	ΕΙΔΟΣ ΑΝΑΘΥΜΙΑΣΕΩΣ	ΠΙΘΑΝΕΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ
ΣΤΕΡΕΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ		
1	Οξειδίο του Αλουμινίου (Al ₂ O ₃)	Μικρή ενόχληση
2	Βερύλλιο	Καρκίνος του πνεύμονα, πνευμονία
3	Οξειδίο του Καδμίου	Πνευμονικό οίδημα
4	Χρώμιο (Cr)	Καρκίνος Πνεύμονα
5	Χαλκός (Cu)	Ερεθισμός, πυρετός εξαιτίας των αναθυμιάσεων
6	Φθόριο (F)	Νεφρά, οστεολογικές ανωμαλίες
7	Οξειδίο του σιδήρου (Fe ₂ O ₂)	Μικρή ενόχληση
8	Μόλυβδος (Pb)	Συστηματική δηλητηρίαση
9	Οξειδίο του μαγνησίου (MgO)	Πυρετός εξαιτίας των αναθυμιάσεων
10	Μαγγάνιο (Mn)	Ανωμαλίες του νευρικού συστήματος
11	Μολυβδένιο (Mo)	Ερεθισμοί στο αναπνευστικό σύστημα
12	Νικέλιο (Ni)	Καρκίνος πνεύμονος και μύτης, επιδερμικά φαινόμενα
13	Οξειδίο του κασσιτέρου (SnO ₂)	Μικρή ενόχληση
14	Διοξειδίο του τιτανίου (TiO ₂)	Μικρή ενόχληση
15	Βανάδιο (V)	Οφθαλμικά, επιδερμικά και πνευμονικά φαινόμενα
16	Οξειδίο του κασσιτέρου (ZnO)	Μικρή ενόχληση
ΑΕΡΙΑ		
1	Διοξειδίο του άνθρακα (CO ₂)	Επίδραση στο αναπνευστικό σύστημα
2	Μονοξειδίο του άνθρακα (CO)	Ασφυξία
3	Φθοριούχες ενώσεις του υδρογόνου (HF)	Επιδερμικός, οφθαλμικός ερεθισμός
4	Διοξειδίο του αζώτου (NO ₂)	Επίδραση στο αναπνευστικό σύστημα
5	Μονοξειδίο του αζώτου (NO)	Επίδραση στο αίμα
6	Όζον (O ₃)	Πνευμονικό οίδημα

ΓΕΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Προσοχή στην ασφάλεια. Το ατύχημα παραμονεύει παντού, ακόμη και σε χώρους που εργάζονται έμπειροι τεχνικοί. Ο χώρος ενός εργαστηρίου είναι πρόσφορος για ατυχήματα, ιδίως μάλιστα αν λάβουμε υπ όψη και την έλλειψη πρακτικής πείρας από τη μεριά των μαθητών. Θα πρέπει ο καθηγητής και οι μαθητές να είναι πολύ προσεκτικοί και να μη διακινδυνεύουν καθόλου.

Προτιμείστε να εφοδιαστείτε με λιγότερο εξοπλισμό αλλά με περισσότερα μέτρα ασφαλείας. Επίσης, θα πρέπει να γίνεται βίωμα στους μαθητές ότι η ασφάλεια είναι πάνω από όλα. Κάθε υλική ζημιά αποκαθίσταται, η βλάβη όμως που θα γίνει σε άνθρωπο είναι επώδυνη και μπορεί να μην αποκαθίσταται.

Μερικά από τα στοιχειώδη μέτρα ασφαλείας που πρέπει να λαμβάνονται είναι:

- Να υπάρχουν προφυλακτικές στα κινούμενα μέρη των μηχανημάτων.
- Να φοράνε οι μαθητές γάντια προστασίας, όταν εκτελούνται εργασίες με λαμαρίνες ή με άλλα κοφτερά αντικείμενα.
- Να υπάρχουν τα ειδικά γυαλιά για προστασία των ματιών από γρέζια, σκόνες κτλ.
- Οι φιάλες αερίων (οξυγόνου, προπανίου, ασετιλίνης) να είναι εφοδιασμένες με βαλβίδες προστασίας έναντι φλογοεπιστροφής.
- Να γίνεται τακτικός καθαρισμός των δαπέδων από λάδια, γράσα κτλ., ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος να γλιστρήσει κάποιος.
- Να είναι στεγνά τα δάπεδα για τον περιορισμό του κινδύνου ηλεκτροπληξίας.
- Να υπάρχει ρελέ διαφυγής (αντιηλεκτροπληξιακός διακόπτης) στον ηλεκτρικό πίνακα του εργαστηρίου.
- Να υπάρχει καλή γείωση στον ηλεκτρικό πίνακα και όλες οι πρίζες να είναι σούκο με γείωση.
- Να ελέγχεται η αντίσταση της γείωσης τουλάχιστον μία φορά το χρόνο.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΟΣΤΟΥΣ ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ

α) Κόστος εργασίας

Χρόνος τήξεως t_T : χρόνος αναμμένου τόξου

Χρόνος εναπόθεσης υλικού συγκόλλησης

$$t_T = s * \epsilon / (I * a_T) \text{ σε h ανά m κόλλησης}$$

όπου : s = διατομή κόλλησης σε mm^2

ϵ = ειδικό βάρος πυρήνα ηλεκτροδίου σε Kgf/dm^3

I = ένταση ρεύματος σε A

A_T = συντελεστής εναπόθεσης υλικού εξαρτώμενος κυρίως

εκ του ηλεκτροδίου σε gr/Ah (7- 14)

Επιπλέον απαιτείται χρόνος για :

- Αλλαγή ηλεκτροδίων
- Συγκράτηση και αφαίρεση τεμαχίου
- Χειρισμό θέσης εργασίας
- Τοποθέτηση εργαλείων
- Σύνδεση αγωγών και ρύθμιση
- Διαλείμματα
- Καθαρισμούς
- Μετρήσεις
- Ενημέρωση

- Παραλαβή σχεδίων, υλικών και εργαλείων

Οι επιπλέον χρόνοι αυξάνουν τον απαιτούμενο χρόνο συγκόλλησης

$T = t_t * f$ όπου $f =$ συντελεστής προσαύξησης (1.7 – 3.2)
εξαρτώμενος από την θέση, το είδος και τον χώρο εργασίας.

β) Κόστος υλικού συγκόλλησης

$$B\sigma = S * L * \varepsilon * 10^{-6} \quad \text{όπου:}$$

$B\sigma =$ βάρος υλικού που έχει αποθεθεί (Kgf)

$S =$ διατομή συγκόλλησης (mm^2)

$L =$ μήκος ραφής (mm)

$\varepsilon =$ ειδικό βάρος πυρήνα ηλεκτροδίου (Kgf/dm^3)

Για τον υπολογισμό του απαιτούμενου βάρους ηλεκτροδίων (B) έχουμε προσαύξηση του $B\sigma$ κατά συντελεστή K (1.3 – 2)

$$B = K * B\sigma$$

Ο συντελεστής απωλειών K εξαρτάται από τον τύπο και το μέγεθος του ηλεκτροδίου, την θέση συγκόλλησης, το είδος και την ποσότητα του ρεύματος συγκόλλησης, τον τύπο της μηχανής συγκόλλησης και την εμπειρία και δεξιότητα του ηλεκτροσυγκολλητή.

Στην τιμή του K περιλαμβάνονται οι απώλειες του αποκόμματος (απορρίμματος) του ηλεκτροδίου δηλαδή του τελευταίου μέρους του μήκους του περίπου 5 cm που είναι στερεωμένο στην τσιμπίδα και δεν μπορεί πλέον να χρησιμοποιηθεί, οι απώλειες εκτόξευσης και διασκορπισμού σταγόνων μετάλλου και η προσαύξηση του βάρους της επένδυσης (επικάλυψη – πάστα) του ηλεκτροδίου.

Μετά τον υπολογισμό του απαιτούμενου βάρους B για το συγκεκριμένο ηλεκτρόδιο μπορούμε εύκολα να υπολογίσουμε πόσα κουτιά ηλεκτρόδια θα χρησιμοποιηθούν και πόσο κοστίζουν.

γ) Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας

$$E = \frac{\lambda}{\eta} * B\sigma \quad \text{όπου:}$$

E = η απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια για την ηλεκτροσυγκόλληση (KWh).

Bσ = Βάρος υλικού που έχει αποτεθεί (Kgf) .

λ = Η ενέργεια που απαιτείται για την απόθεση 1 Kgf υλικού

ηλεκτροδίου , εξαρτάται από το χρησιμοποιούμενο ηλεκτρόδιο (KWh/Kgf) (2.5-3.0).

η = Βαθμός απόδοσης χρησιμοποιούμενης μηχανής συγκόλλησης.

δ) Κόστος εργασίας και υλικών

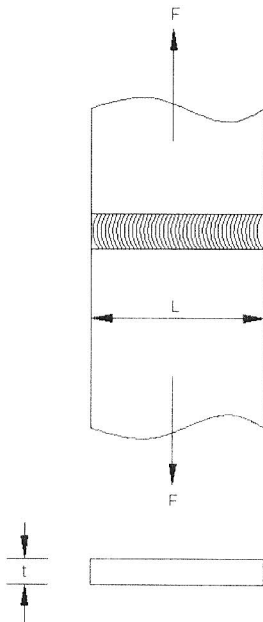
Με τον ανάλογο τρόπο υπολογίζεται το κόστος εργασίας και υλικών

(οξυγόνο , ασετυλίνη , αδρανές αέριο , σύρμα ηλεκτροσυγκόλλησης , συλλίπασμα) και για τα άλλα είδη συγκολλήσεων και κοπών.

Στο συνολικό κόστος θα πρέπει να συμπεριληφθούν και οι αποσβέσεις μηχανών και εγκαταστάσεων , τα γενικά έξοδα και το κέρδος της επιχείρησης.

1 Παραδείγματα υπολογισμού αντοχής συγκολλήσεων

1. Εφελκυσμός



Το “ ενεργό “ μήκος της συγκόλλησης που περιλαμβάνει φορτία είναι :

$$L-2t$$

Η αντίστοιχη διατομή είναι :

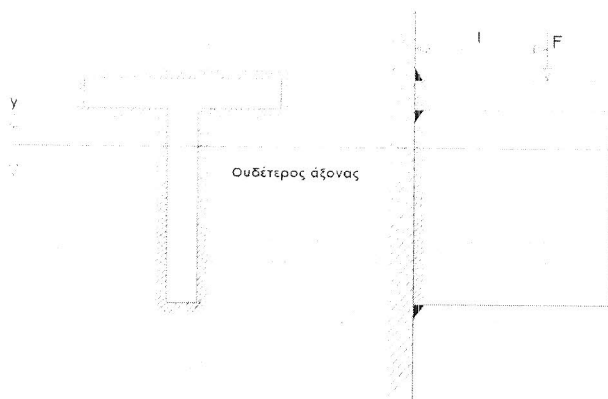
$$A=t(L-2t)$$

Η (ορθή) τάση εφελκυσμού σ είναι :

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{F}{t(L-2t)}$$

Το σ συγκρίνεται με το αντίστοιχο επιτρεπόμενο λαμβάνοντας υπ' όψιν είδος ηλεκτροδίου , ποιότητα εργασίας και ασφάλειας κατασκευής

2. Διάτμηση



Θεωρούμε ικανοποιητική την ομοιόμορφη προσέγγιση για τον υπολογισμό της

διατμητικής τάσης $\tau = \frac{F}{A}$

όπου

Α η διατομή της συγκόλλησης και όχι της δοκού.

Το T συγκρίνεται με το $\tau_{επ}$.

3. Κάμψη (αναφερόμαστε στο σχήμα της διάτμησης)

Ροπή κάμψης $M = F \cdot l$

Ορθή τάση κάμψης $\sigma = \frac{M}{I} \cdot y$

Μέγιστη τάση κάμψης $\sigma_{max} = \frac{F \cdot l}{I} \cdot y_{max}$

I η ροπή αδράνειας της διατομής της συγκόλλησης

Το σ_{max} συγκρίνεται με το $\sigma_{επ}$

4. Στρέψη

Λεπτότοιχος ($D \gg t$) κύλινδρος με εγκάρσια ραφή υπό την επενέργεια στρεπτικής ροπής T (torque)

Επειδή $D \gg t$ η (διατμητική) τάση στρέψης προσεγγίζεται από τον τύπο:

$$\tau_t = \frac{2T}{\pi D^2 t}$$

5. Λεπτότοιχο πιεστικό δοχείο με διαμήκη και εγκάρσια ραφή, με εσωτερική πίεση p άνω της ατμοσφαιρικής.

Η (ορθή) τάση στην εγκάρσια ραφή : $\sigma_x = \frac{D p}{4 t}$

Στην διαμήκη ραφή : $\sigma_y = \frac{D p}{2 t} = 2\sigma_x$

Έλεγχοι Συγκολλήσεων

Παλαιότερα η δυσκολία και το υψηλό κόστος ελέγχου των συγκολλήσεων αποτελούσαν τροχοπέδη για την εφαρμογή τους έναντι άλλων μεθόδων σύνδεσης (ηλώσεις, κοχλιώσεις, χυτεύσεις).

Σήμερα ο ποιοτικός έλεγχος των συγκολλήσεων είναι εφικτός, συνήθως γρήγορος και οικονομικός και εγγυάται :

α. την ασφάλεια των κατασκευών ακόμα και όπου υπάρχουν πολύ υψηλές απαιτήσεις (π.χ. αυλοί λεβήτων)

β. την ποιότητα και εμφάνιση

γ. την οικονομική ανταγωνιστικότητα των κατασκευών και την αποφυγή απωλειών χρήματος, φήμης και πελατών.

Γενικά στην σημερινή προηγμένη τεχνολογία είναι κεφαλαιώδης η σημασία του ποιοτικού ελέγχου ο οποίος καλείται να αντιμετωπίσει απαιτήσεις αξιοπιστίας κατασκευών και κατεργασιών που αγγίζουν το εξωπραγματικό για άλλες εποχές 100%. Ανάλογος πρέπει να είναι ο εξοπλισμός, η εμπειρία και η εκπαίδευση των διενεργούντων τους ελέγχους.

Μη καταστρεπτικοί έλεγχοι

(Non – destructive tests, NDT)

1. Οπτική επιθεώρηση (*visual inspection*)
2. Έλεγχος στεγανότητας
3. Χρήση διεισδυτικού διαλύματος (*penetrant fluid*)
4. Με μαγνητικό πεδίο
5. Με ακτίνες X (*Röntgen, X-rays*)
6. Με ακτίνες γάμμα (*Gamma – rays*)
7. Με συσκευή υπερήχων (*Ultrasonic*)

Καταστρεπτικοί έλεγχοι

1. Μεταλλουργικοί έλεγχοι
2. Δοκιμή εφελκυσμού (*Tensile test*)
3. Δοκιμή κάμψης (*Bending test*)
4. Δοκιμή κρούσης (*Impact test*)
5. Δοκιμή θραύσης (*Cracking test*).

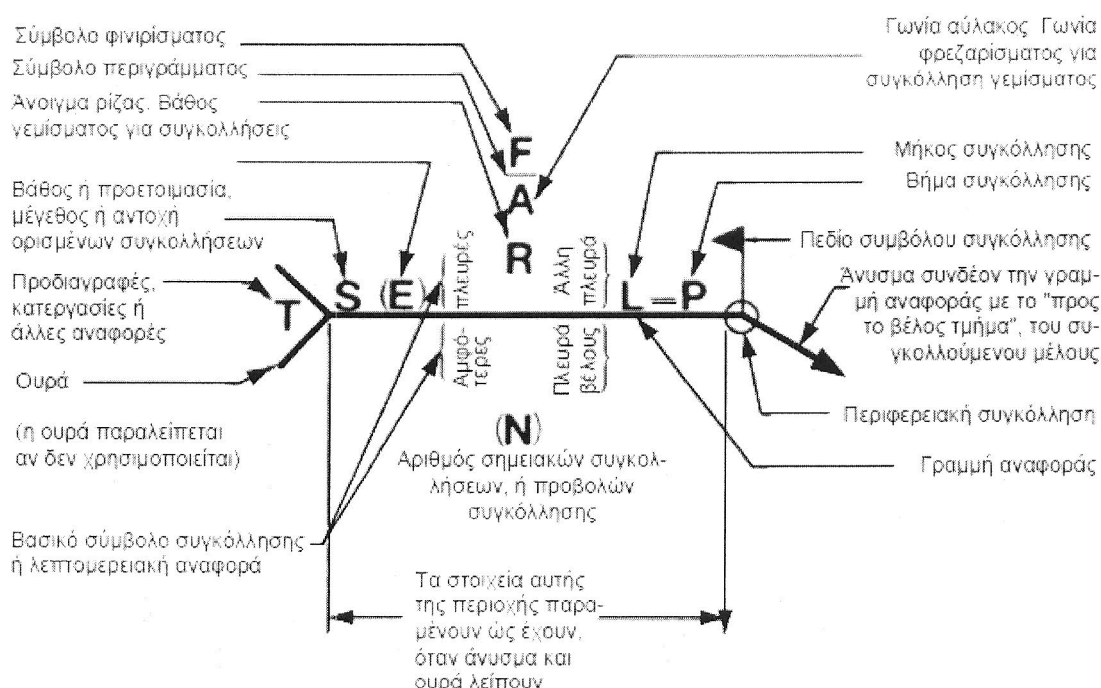
8.1 Συμβολισμοί συγκολλήσεων

Η τυποποίηση στο συμβολισμό των συγκολλήσεων στο μηχανολογικό σχέδιο, βοηθά στην σαφέστερη επικοινωνία μεταξύ του σχεδιαστή και κατασκευαστή μηχανικού. Στο Σχήμα 8-1, φαίνεται η τυποποίηση της AWS (American Welding Society) στο συμβολισμό των συγκολλήσεων, η οποία χρησιμοποιείται και στην Ευρώπη με ελάχιστες διαφορές.

Η γραμμή αναφοράς του συμβολισμού συγκολλήσεων περιγράφει τον τύπο της συγκόλλησης, τη θέση της, τις διαστάσεις της, το περίγραμμά της και άλλες συμπληρωματικές πληροφορίες. Κάθε συγκόλληση όπως υποδεικνύεται από τον συμβολισμό της, έχει πάντα μια πλευρά "προς το βέλος" και μια προς την "άλλη της πλευρά". Ως εκ τούτου, οι όροι πλευρά βέλους, άλλη πλευρά και αμφοτέρες πλευρές (βλ. Σχήμα 8-1)

χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό της συγκόλλησης σε σχέση με την σύνδεση. Η ουρά του συμβόλου χρησιμοποιείται για την υπόδειξη των διαδικασιών συγκόλλησης και κοπής καθώς επίσης και των προδιαγραφών, του πρωτοκόλλου ή των συμπληρωματικών πληροφοριών που θα χρειαστούν κατά τη συγκόλληση. Οι πληροφορίες αυτές αναγράφονται στην ουρά του συμβόλου και λαμβάνονται υπόψη από το συγκολλητή.

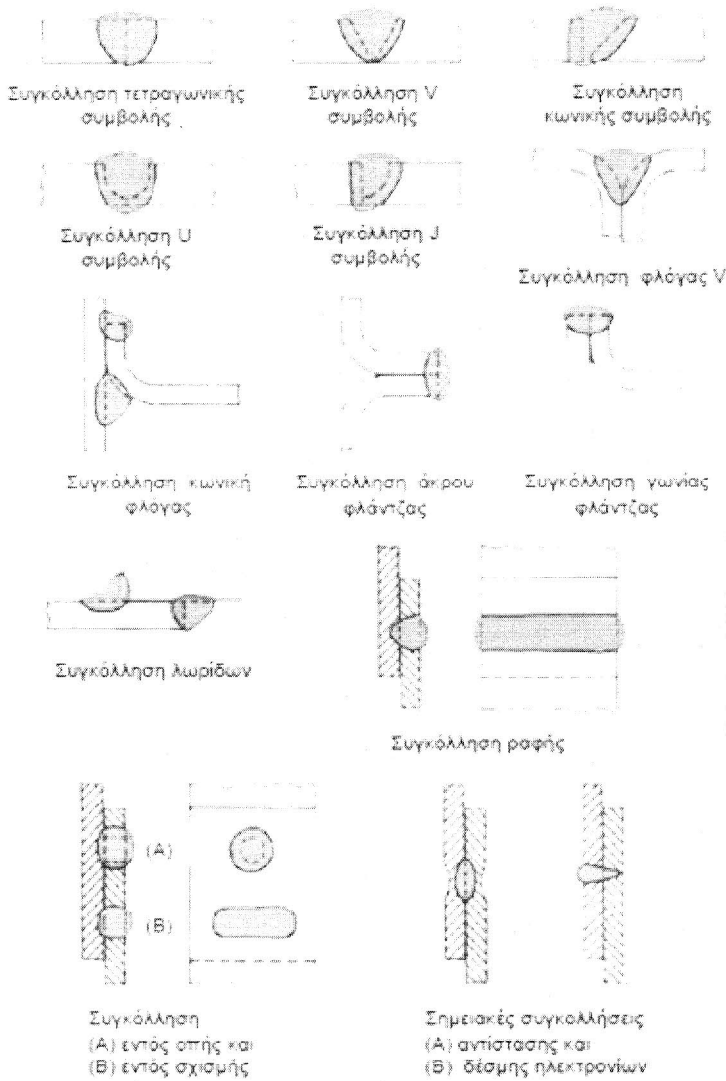
Ο συμβολισμός των συγκολλήσεων αποτελείται από τα ακόλουθα οκτώ μέρη: 1) τη γραμμή αναφοράς, 2) το βέλος, 3) τα βασικά σύμβολα των συγκολλήσεων, 4) τις διαστάσεις και άλλα στοιχεία, 5) τα συμπληρωματικά στοιχεία, 6) τα σύμβολα φινιρίσματος, 7) την ουρά, και 8) τις προδιαγραφές, κατεργασίες ή άλλες αναφορές.



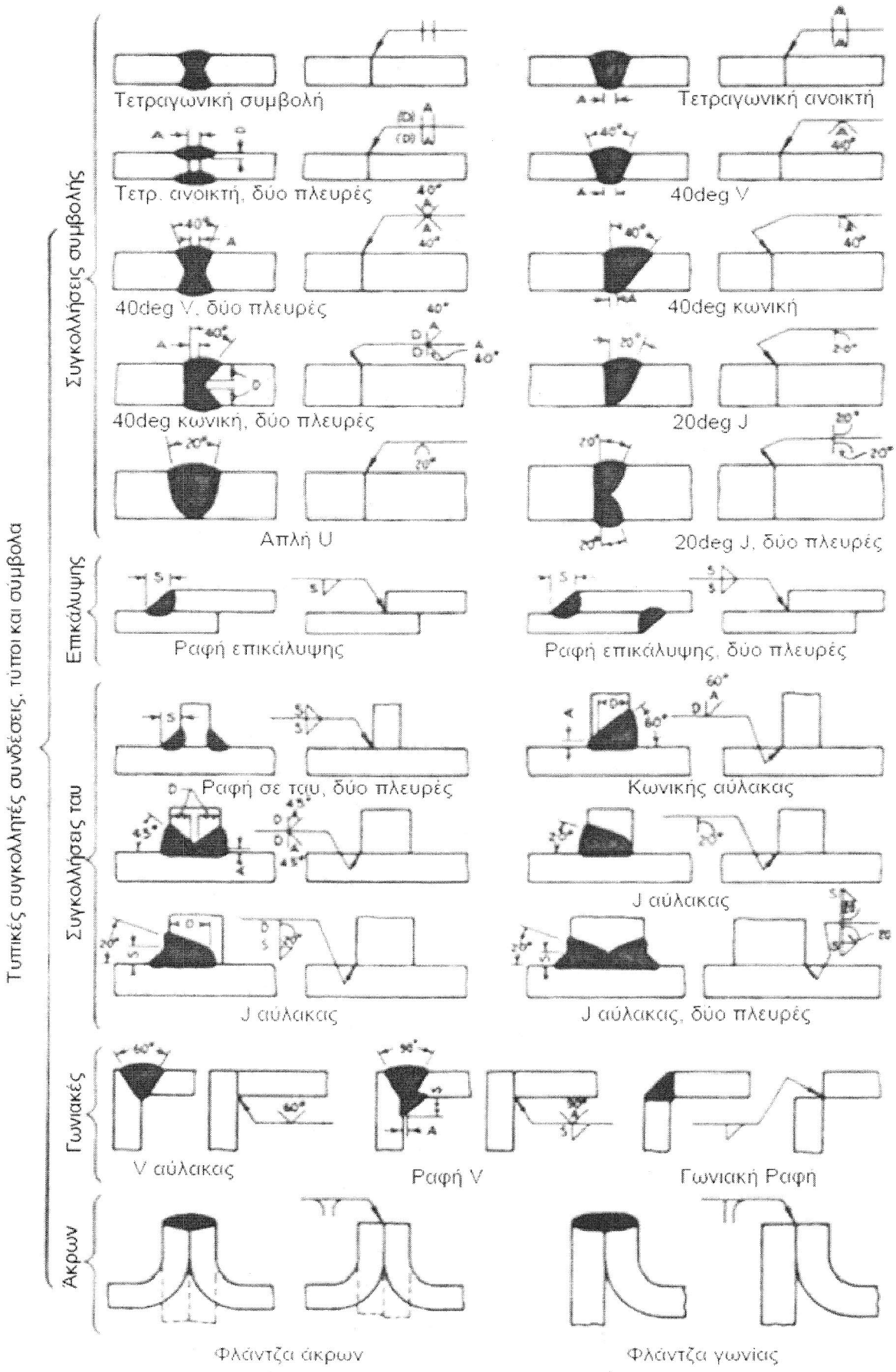
Σχήμα 8-1: Συμβολισμός συγκολλήσεων (AWS)

Γωνιακή συγκόλληση	Επικάλυψης ή εισδοχής	Σημειακή συγκόλληση	Συγκόλληση Συρραφής	Συγκόλληση ράχης	Τήξη σε όλο το πλάτος	Συγκόλληση επιφανειακή	Φλάντζας	
							Άκρο	Γωνίας
Συγκόλληση συμβολής ή αύλακας								
Τετράγωνη	Συγκ. V	Κωνική	Συγκ. U	Συγκ. J	Φλόγα V	Φλόγα κωνική		
Βασικοί συμβολισμοί συγκολλήσεων τόξου ή αερίων								
Περιφερειακή συγκόλληση	Σημεία προς την ουρά, πεδίο συγκόλλησης	Περίγραμμα						
		Επίπεδο	Κυρτό	Κοίλο				

Σχήμα 8-2: Βασικά και συμπληρωματικά σύμβολα συγκολλήσεων τόξου ή αερίων

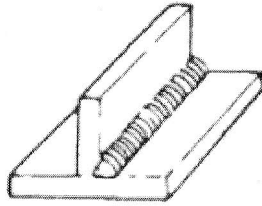


Σχήμα 8-3: Είδη συγκολλήσεων

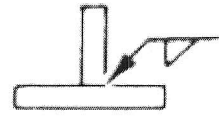


Σχήμα 8-4: Ταξινόμηση τύπων συγκολλήσεων και αντίστοιχων συμβόλων

Παραδείγματα συμβολισμών συγκολλήσεων:

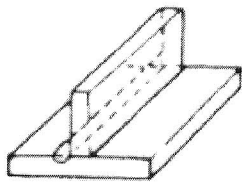


Επιθυμητή συγκόλληση

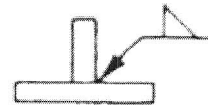


Συμβολισμός

Σχήμα 8-5: Επιθυμητή συγκόλληση και συμβολισμός της σε σύνδεση ταυ.

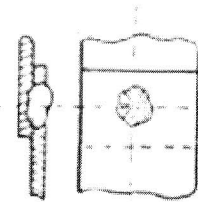


Επιθυμητή συγκόλληση

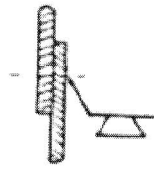


Συμβολισμός

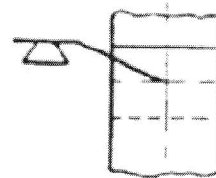
Σχήμα 8-6: Καθορισμός πλευράς συγκόλλησης



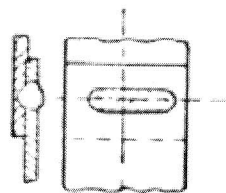
Επιθυμητή συγκόλληση



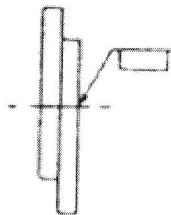
Συμβολισμός πλάγια όψη και κάτοψη



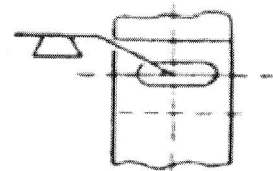
Σχήμα 8-7: Σημειακή συγκόλληση



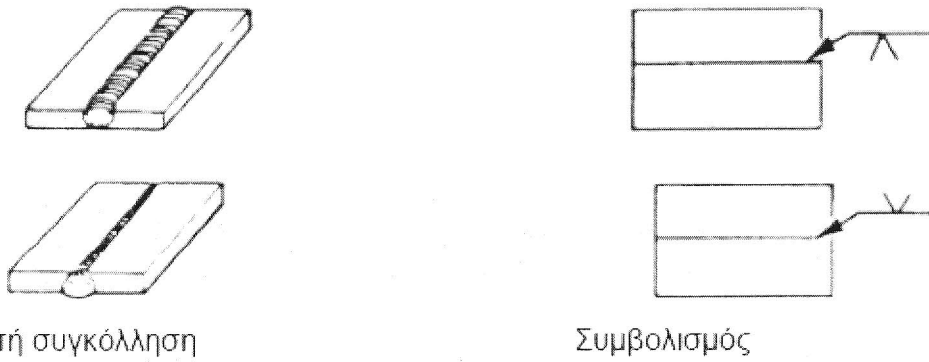
Επιθυμητή συγκόλληση



Συμβολισμός πλάγια όψη και κάτοψη

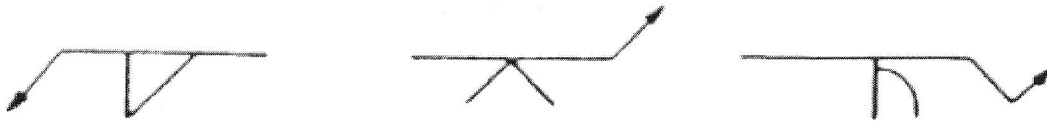


Σχήμα 8-8: Συγκόλληση εντός σχισμής και συμβολισμός της



Σχήμα 8-9: Συγκολήσεις συμβολής σχήματος V (πλευράς βέλους και άλλης πλευράς)

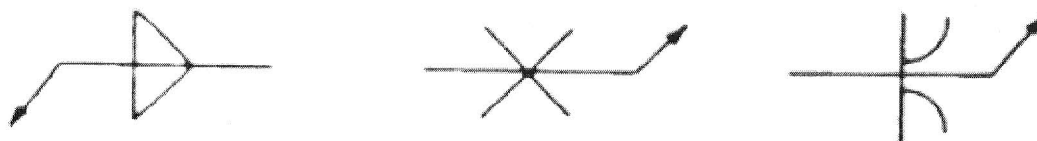
Α. Πλευρά ανύσματος: Το σύμβολο κάτω από τη γραμμή αναφοράς δείχνει τη μορφή της συγκόλλησης και ότι θα τοποθετηθεί στη πλευρά του βέλους.



Β. Άλλη πλευρά: Το σύμβολο πάνω από τη γραμμή αναφοράς δείχνει τη μορφή της συγκόλλησης και ότι θα τοποθετηθεί στη άλλη πλευρά από αυτή του βέλους.



Γ. Δύο πλευρές: Το σύμβολο πάνω και κάτω από τη γραμμή αναφοράς δείχνει τη μορφή της συγκόλλησης και ότι θα τοποθετηθεί και στις δυο πλευρές.



Σχήμα 8-10: Συμβολισμός συνδρασμένων συνεχών και διακοπτόμενων συγκολλήσεων

Πίνακας 8-1: Συνιστώμενες συγκολλητικές διεργασίες βάσει υλικού και τύπου σύνδεσης

		Τόξο επενδεδυμένου ηλεκτροδίου (SMAW)	Βυθίζομενου τόξου (SAW)	Ατομικό hydrogen	Τόξο αδρανούς αερίου μετάλλου (MIG)	Τόξο αέριου βολφραμίου (TIG)	Συγκόλ. Φλόγας	Σημειακή συγκόλληση	Διαμήκης συγκόλληση	Θερμική συγκόλληση	Οξυγονοκόλληση (οξυγόνο-ακετυλινη)	Χαλακόλληση (εστία)	Χαλακόλληση (φλόγα)	
Βασισμένες στο υλικό	C10, C20	R	R	S	S	S	R	R	R	S	R	R	S	
	C30, C50	"	"	"	"	"	"	"	S	"	"	"	"	
	Ni-Cr, Χαλυβοκράματα	"	"	"	"	"	"	"	"	"	S	S	"	
	Ανώτερα κράματα, Ανοξειδωτός χάλυβας,	AISI-309	"	"	R	R	R	"	"	R	"	"	"	S
		AISI-301												
		AISI-316												
	Ανοξειδωτός χάλυβας, AISI 405, 430	"	S	S	S	S	S	S	S	"	"	"	"	
	Κράματα υψηλών θερμοκρασιών	"	"	"	"	"	"	"	"	R	"	"	"	"
	Φαιός χυτοσίδηρος	S	"	"	"	"	"	"	"	"	R	"	R	"
	Κράματα αλουμινίου	"	"	S	R	R	S	R	S	"	S	R	"	"
Κράματα Νικελίου	R	S	"	"	"	"	"	"	"	"	S	"	"	
Κράματα χαλκού	"	"	"	"	"	"	S	"	"	"	"	"	"	
Κράματα Τιτανίου	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	S	"	
Βασισμένες στη σύνδεση	ΣΥΝΔΕΣΗ	ΠΛΑΤΟΣ ΠΛΑΚΑΣ												
	Συγκόλληση μετωπική	0.125 - 3mm	S	S	R	"	R	"	"	"	R	"	S	
		πάνω από 3mm	R	R	S	R	S	R	"	"	R	S	"	"
	Συγκόλληση επικάλυψης	0.125 - 3	"	S	"	"	R	"	R	R	"	R	R	R
		πάνω από 3mm	"	R	"	R	S	"	"	"	"	S	"	"
	Συγκόλληση ραφής	0.125 - 3	"	S	"	"	R	"	"	"	"	R	"	"
		πάνω από 3mm	"	R	R	R	S	"	"	"	"	S	"	"
Συγκόλληση άκρων	0.125 - 3	"	"	"	"	R	"	"	R	"	R	"	S	
	πάνω από 3mm	R	S	S	S	S	"	"	"	"	S	"	"	

R = Συνιστώμενη, S = Ικανοποιητική, " = ομοιωματικά (ότι και το από πάνω), κενό = δεν συνιστάται

ΕΝΕΡΓΧΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ

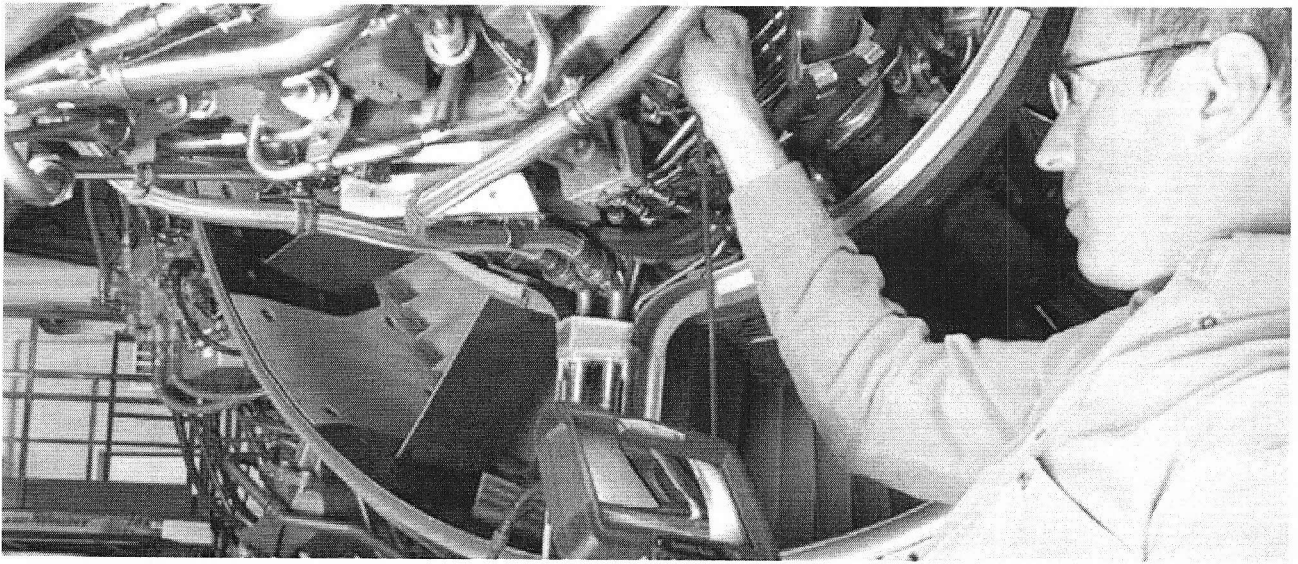
Οπτικός Έλεγχος

Η πιο βασική μέθοδος μη καταστρεπτικού ελέγχου, που προηγείται και συνοδεύει όλες τις άλλες μεθόδους είναι ο οπτικός έλεγχος.

Η οπτική επιθεώρηση εκτείνεται από έναν απλό οπτικό έλεγχο έως τη χρήση εξειδικευμένου εξοπλισμού για την προσέγγιση δυσπρόσιτων σημείων, για τη λήψη και ψηφιακή διαχείριση εικόνων.

Ο εξοπλισμός περιλαμβάνει ενδοσκόπια, καθρέπτες, όργανα διαστασιολόγησης συγκολλητών συνδέσεων, κλπ.



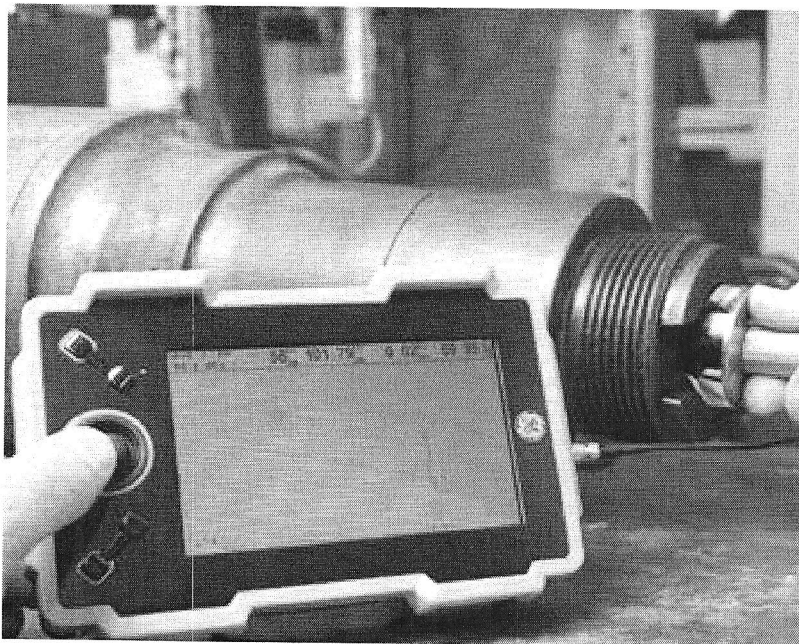


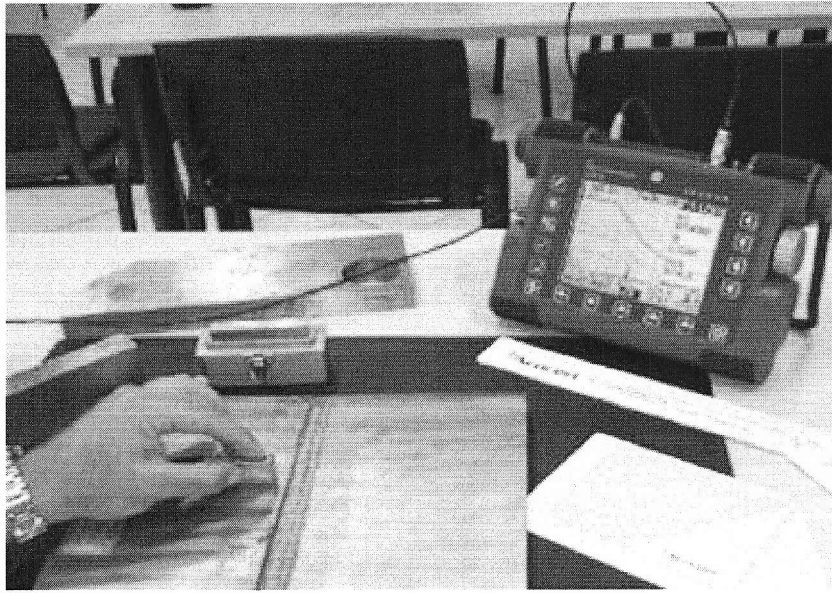
Έλεγχος Συγκολλήσεων ή Χυτών με Υπερήχους

Γενικές Πληροφορίες

Η αποτελεσματική χρήση των υπερήχων (UT) στον έλεγχο των βιομηχανικών κατασκευών καθιστά την μέθοδο ως ένα απαραίτητο εργαλείο στις μη καταστρεπτικές δοκιμές των υλικών. Η εφαρμογή της μεθόδου είναι βασισμένη στη μετάδοση κυμάτων ήχου υψηλής συχνότητας (πιο συχνά 1 MHz έως 6 MHz) στο υπό εξέταση δοκίμιο για τον εντοπισμό ασυνεχειών.

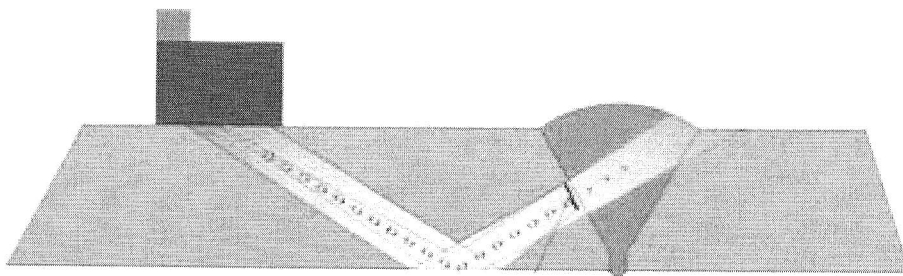
Η πλέον κοινή τεχνική είναι η τεχνική παλμού-ηχούς, όπου ανακλάσεις επιστρέφουν σε ένα δέκτη, είτε εξαιτίας ατελειών είτε λόγω της γεωμετρίας του υπό εξέταση αντικειμένου. Η εκπαίδευση απευθύνεται γενικά σε επιθεωρητές μη καταστρεπτικών ελέγχων για τον έλεγχο εσωτερικών ασυνεχειών σε ένα ευρύ πεδίο εφαρμογών.





Χειροκίνητοι έλεγχοι συγκολλήσεων με υπέρηχους

Ένας από τους πιο διαδεδομένους τρόπους σύνδεσης μεταλλικών μηχανικών μερών στους βιομηχανικούς εξοπλισμούς είναι οι συγκολλήσεις. Η ακεραιότητα αυτών των συνδέσεων κατά τη φάση της κατασκευής καθώς και στη φάση της λειτουργίας του μηχανολογικού εξοπλισμού είναι κρίσιμης σημασίας για την ασφάλεια της εγκατάστασης.



CRACK

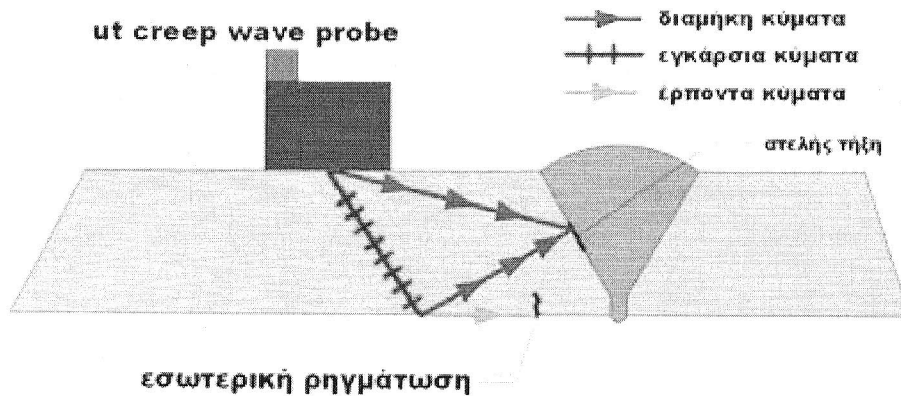
Η χρήση των υπερήχων για τον έλεγχο της ακεραιότητας των συγκολλήσεων είναι μια ευρέως διαδεδομένη πρακτική στη Βιομηχανία. Η τεχνική που εφαρμόζεται συνίσταται στις σαρώσεις της μάζας της συγκόλλησης και της Θερμικά Επηρεαζόμενης Ζώνης (ΘΕΖ) με δέσμες υπερήχων που εκπέμπονται υπό γωνία από κεφαλή που 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.

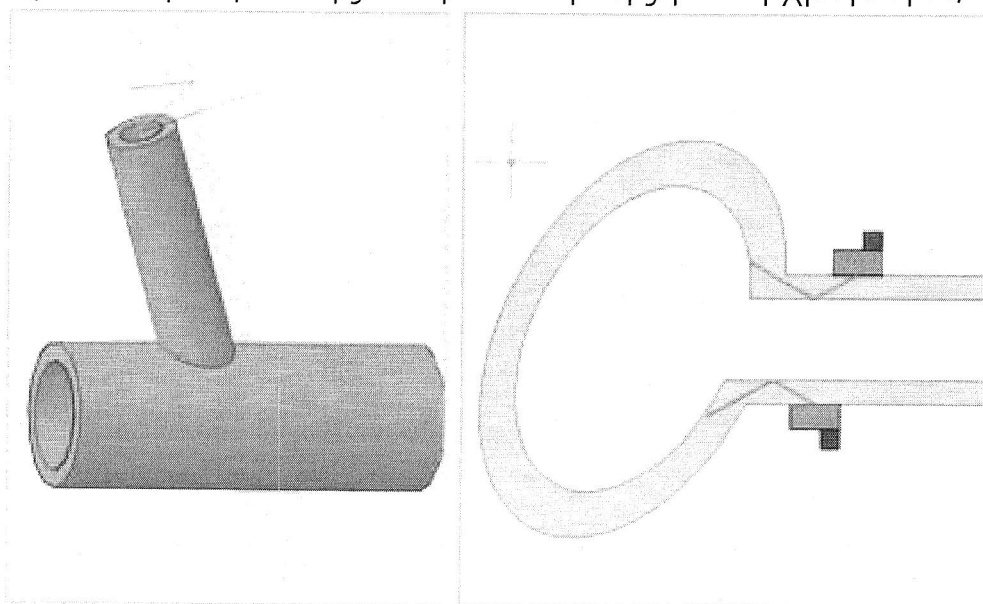
Χρησιμοποιούνται συνήθεις γωνιακές κεφαλές εγκάρσιων κυμάτων, ενώ ειδικές κεφαλές διπλού κρυστάλλου διαμηκών κυμάτων

χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο χονδρόκοκκων χαλύβων (ανοξείδωτοι χάλυβες).



Πλεονεκτήματα της μεθόδου:

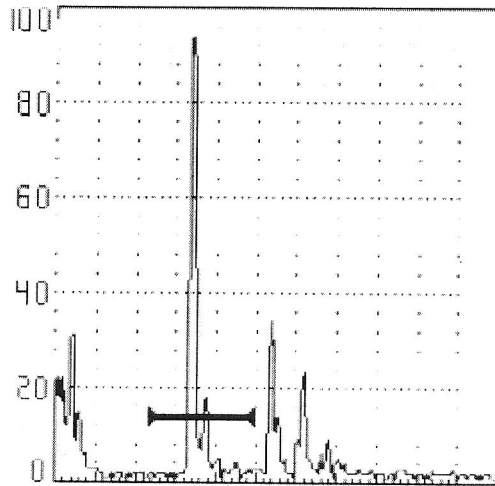
- Γρήγορα και άμεσα αποτελέσματα.
- Δεν απαιτείται λήψη μέτρων ακτινοπροστασίας.
- Έλεγχος χωρίς να διακόπτεται η λειτουργία του προς εξέταση αντικειμένου/κατασκευής.
- Δυνατότητα ελέγχου συγκολλήσεων σύνθετης γεωμετρίας με ανάλυση του προφίλ της συγκόλλησης με τη χρήση Η/Υ.



εξαγωγή προφίλ ακροστομίου υπό γωνία

- Εκτέλεση του ελέγχου σύμφωνα με διεθνείς προδιαγραφές ASME, EN κ.ά.
- Τελική έκθεση ελέγχου που περιέχει στοιχεία θέσης, βάθους και είδους ασυνέχειας.
- Δυνατότητα αποθήκευσης των σημάτων των ασυνεχειών μαζί με τις παραμέτρους του ελέγχου.

FILE: MWB-70 .ECL 18/10/04 :
ID>125MM PEAK 13.56mm



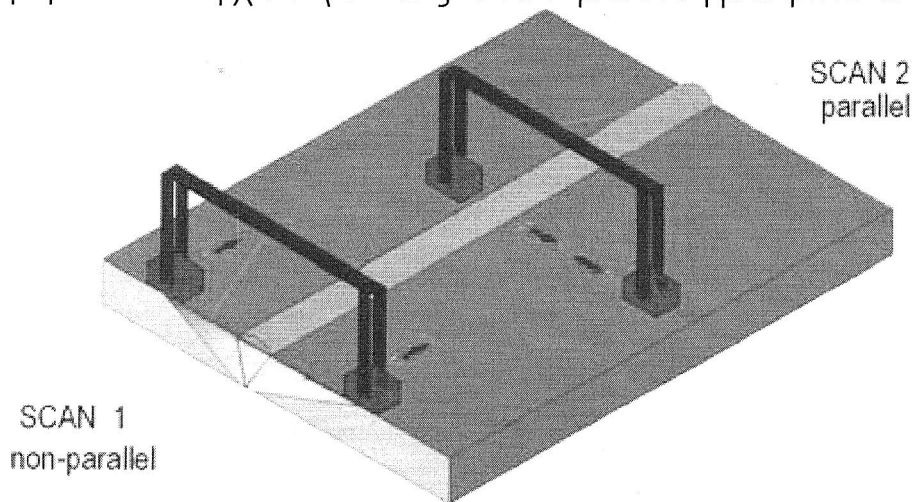
AMPLITUDE MAX 100% CURRENT 94%
 % 42.50 > 40.28 | 13.56 mm
 REF 44.4+ 0.0dB RANGE 125.0 mm
 RES 0 % DELAY 0.000 mm
 VEL 3226 m/s FULLWAVE RECTIFY
 ZERO 6.257 us PULSER HIGH
 ANGLE 71.4- DAMPING 400 !
 THICK 0.00 mm PULSE-ECHO MODE
 PRF AUTO

Gate	Start	Width	Level	Alarm
1	30.21	33.26	14 %	OFF
2	83.24	5.376	47 %	OFF

- Ευαισθησία στην ανίχνευση κρίσιμων ασυνεχειών (π.χ. ρηγματώσεις).

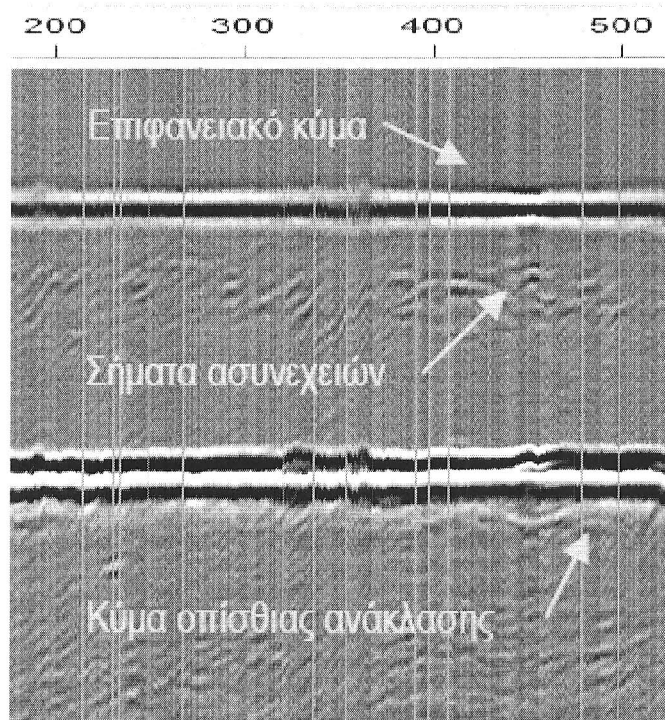
Έλεγχος συγκολλήσεων με τη μέθοδο TOFD (υπερήχων)

Η χρήση των υπερήχων για τον έλεγχο της ακεραιότητας των συγκολλήσεων σε μεταλλικές κατασκευές είναι γνωστή και εφαρμόζεται στη βιομηχανία εδώ και δεκαετίες. Στο σχετικά πρόσφατο παρελθόν έχει αρχίσει προσπάθεια εφαρμογής ημιαυτοματοποιημένου και αυτοματοποιημένου ελέγχου υπερήχων στις συγκολλήσεις με σκοπό τον ταχύτερο έλεγχο, την επαναληψιμότητα και τη μόνιμη καταγραφή του ελέγχου (όπως στον ραδιογραφικό έλεγχο).



Στα πλαίσια αυτά αναπτύχθηκε η τεχνική ελέγχου συγκολλήσεων με τη μέθοδο TOFD. Η τεχνική είναι παραλλαγή της κλασικής μεθόδου ελέγχου συγκολλήσεων με υπερήχους και κατ' αυτήν χρησιμοποιούνται δυο ειδικές γωνιακές κεφαλές υπερήχων διαμηκών κυμάτων τοποθετημένοι εκατέρωθεν της συγκόλλησης. Η μία κεφαλή εκπέμπει μια ευρεία δέσμη υπερήχων η οποία σαρώνει τη μάζα της συγκόλλησης και της Θερμικά Επηρεαζόμενης Ζώνης (ΘΕΖ) και η δεύτερη κεφαλή λαμβάνει το τμήμα της δέσμης που ανακλάται από την πίσω πλευρά της

συγκόλλησης, καθώς και τα κύματα που λόγω περίθλασης εκπέμπονται από τα όρια όποιας ασυνεχειας βρίσκεται εντός της δέσμης των υπερήχων.



Απεικόνιση TOFD (D-scan)

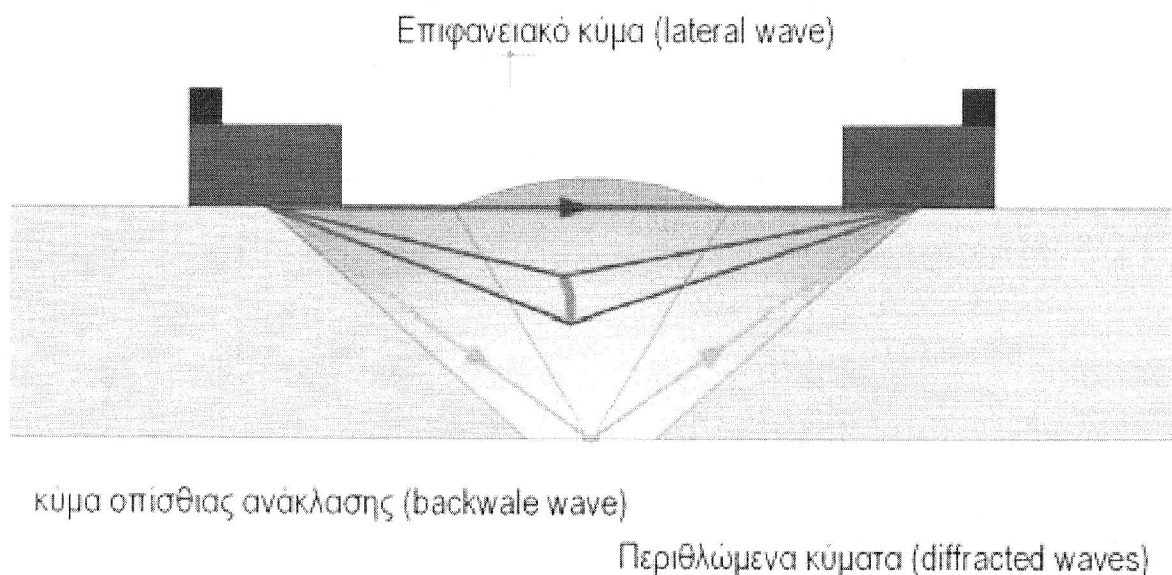
Συνεπώς η ανίχνευση ασυνεχειών γίνεται με βάση τον χρόνο άφιξης των κυμάτων στον δέκτη και όχι την ένταση των κυμάτων αυτών και είναι ανεξάρτητη του προσανατολισμού τους.

Η απεικόνιση ενός ελέγχου γίνεται σε μορφή «D-scan» (βλ. εικόνα) όπου τα όρια της συγκόλλησης ενδεικνύονται από το άμεσο επιφανειακό κύμα μεταξύ πομπού-δέκτη (άνω μέρος συγκόλλησης) και το επιστρεφόμενο από ανάκλαση στο κάτω μέρος της συγκόλλησης κύμα (backwall). Μεταξύ των δυο αυτών κυμάτων βρίσκονται τα σήματα από τις ασυνέχειες.

Πλεονεκτήματα της μεθόδου:

- Έλεγχος της συγκόλλησης με μία συνήθως σάρωση.
- Δεν απαιτείται διακοπή της λειτουργίας του προς εξέταση αντικειμένου/κατασκευής.

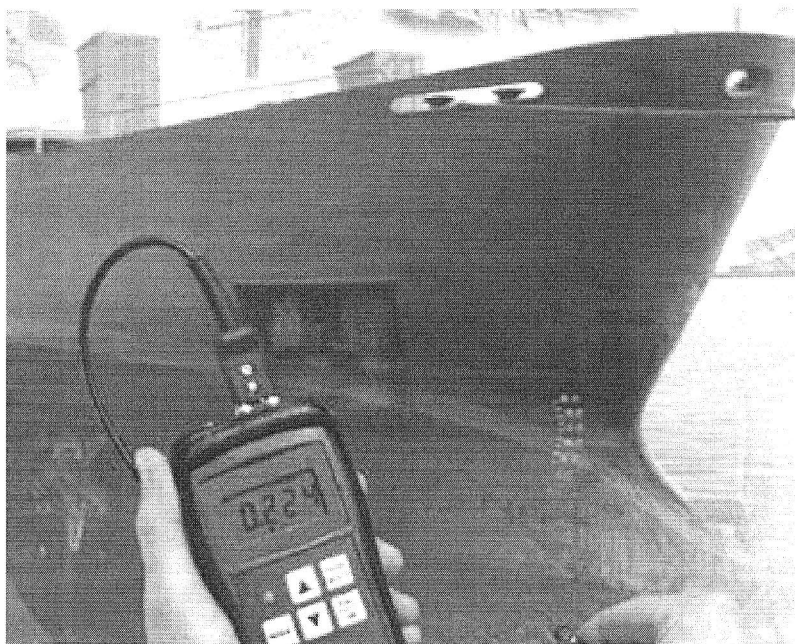
- Μόνιμη καταγραφή του ελέγχου.
- Επαναληψιμότητα του ελέγχου, συνεπώς κατάλληλη για παρακολούθηση της εξέλιξης μιας ασυνέχειας.
- Σε μια και μόνο σάρωση καταγράφεται το μήκος το βάθος και το ύψος μιας ασυνέχειας.
- Ιδανική για τον εντοπισμό ρηγμάτων στην διεπιφάνεια τοιχώματος δοχείου και εσωτερικού cladding.
- Δεν απαιτούνται μέτρα ακτινοπροστασίας, ούτε διακοπή εργασιών παρακείμενων συνεργείων.
- Συνεχής έλεγχος της καλής επαφής των κεφαλών ελέγχου στην επιφάνεια ελέγχου μέσω των σημάτων της οπίσθιας ανάκλασης και του διεπιφανειακού κύματος.



Η εκτέλεση του ελέγχου γίνεται σύμφωνα με τις διεθνείς προδιαγραφές ASTM 2373 και BS 7706.

Παχυμετρήσεις Ελασμάτων (ultrasonic)

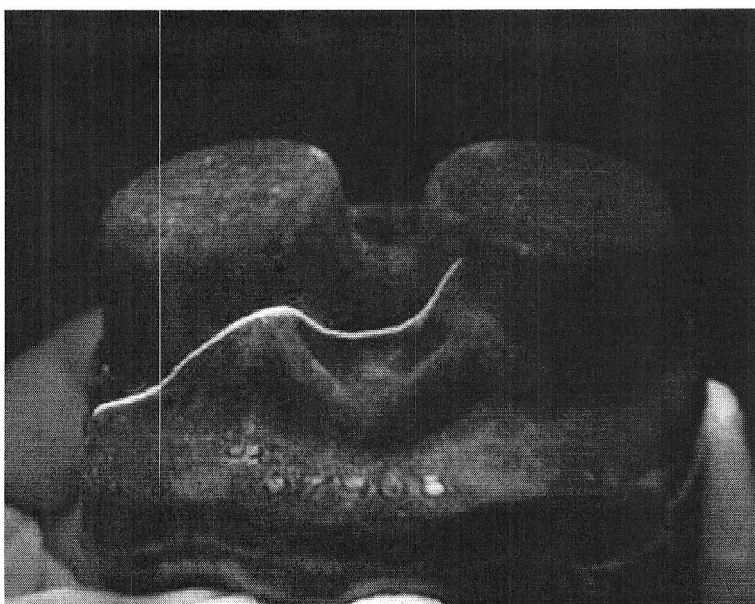
Ο έλεγχος αφορά μετρήσεις πάχους ελασμάτων, σωληνώσεων, εξαρτημάτων κτλ, καθώς και την ανίχνευση διαστρωματώσεων, τη χαρτογράφηση περιοχών ελασμάτων, πιεστικών δοχείων ή δεξαμενών για τον εντοπισμό διαβρωμένων περιοχών.



Διεισδυτικά Υγρά

Ο έλεγχος με διεισδυτικά υγρά είναι μια παραδοσιακή μέθοδος μη καταστρεπτικού ελέγχου για την ανίχνευση ασυνεχειών που ξεκινούν από την ελεύθερη επιφάνεια του δοκιμίου, όπως ρωγμές ή πόροι σε μη πορώδη υλικά.

Η διαδικασία απαιτεί τον προ καθαρισμό της υπό εξέταση επιφάνειας, την εφαρμογή του διεισδυτικού υγρού και την απομάκρυνση του πλεονάζοντος διεισδυτή, μετά την παρέλευση επαρκούς χρόνου. Ακολούθως εφαρμόζεται μια λευκή εμφανιστική σκόνη για την εξόλκωση του διεισδυτή και την εμφάνιση των ατελειών. Η τελική ενέργεια είναι ο μετά-καθαρισμός της επιφάνειας που εξετάσθηκε.

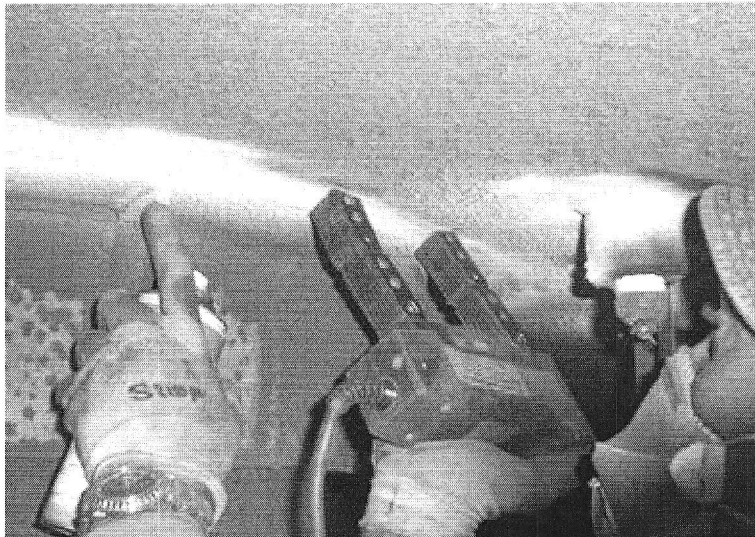


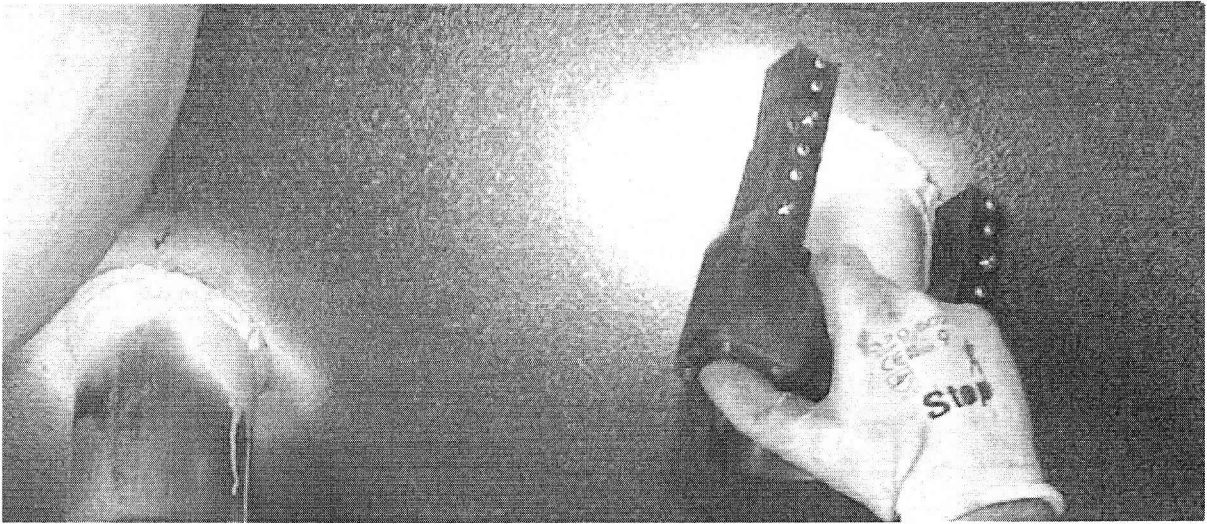
Μαγνητικά Σωματίδια

Ο έλεγχος με τη χρήση μαγνητικών σωματιδίων είναι μια διαδεδομένη μέθοδος μη καταστρεπτικού ελέγχου για τον εντοπισμό επιφανειακών και υποεπιφανειακών ασυνεχειών έως 2-3 mm κάτω από την επιφάνεια, σε σιδηρομαγνητικά υλικά.

Η διαδικασία απαιτεί την άσκηση μαγνητικού πεδίου στην υπό εξέταση επιφάνεια. Κατά την εφαρμογή των ορατών μαγνητικών σωματιδίων (λευκό υπόστρωμα - μαύρη μαγνητική μελάνη) η επιφάνεια χρωματίζεται με λευκό υπόβαθρο και εφαρμόζεται εναιώρημα υγρού σιδηρομαγνητικών σωματιδίων.

Οι ασυνέχειες στην περιοχή της δοκιμής οι οποίες τέμνουν κάθετα το μαγνητικό πεδίο - δημιουργούν πεδίο διαρροής και η πολικότητα που δημιουργείται έλκει τα σωματίδια και τις αποκαλύπτει.

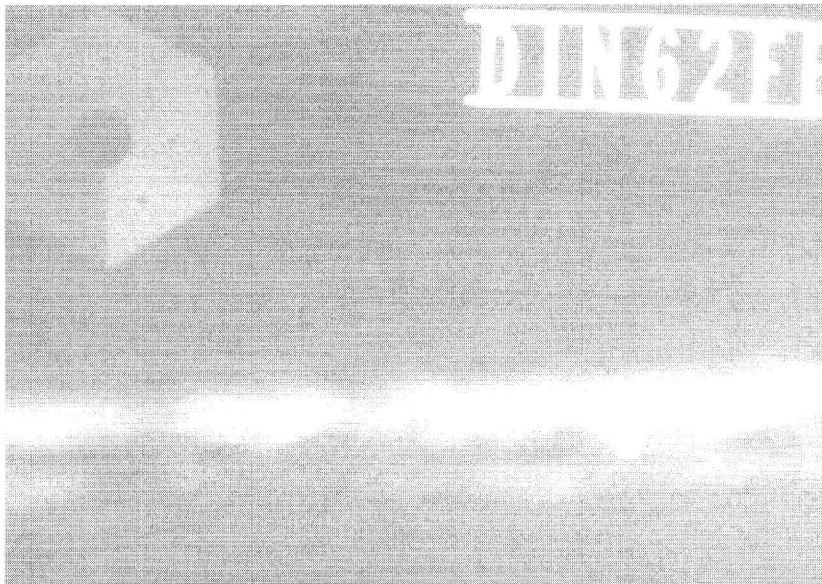




Ερμηνεία Ραδιογραφίας

Η αποτύπωση της λανθάνουσας εικόνας κατά τη βιομηχανική ραδιογραφία γίνεται σε κατάλληλο βιομηχανικό φιλμ, και σε συνέχεια της εμφάνισης ακολουθεί η ερμηνεία των ασυνεχειών με τη χρήση βιομηχανικού διαφανοσκοπίου.

Στην ερμηνεία ραδιογραφιών γίνεται ο αρχικός έλεγχος της επάρκειας της καταγεγραμμένης πληροφορίας επί του φιλμ, καθώς και ο εντοπισμός και η αξιολόγηση των ασυνεχειών που αποτυπώνονται κατά τον ραδιογραφικό έλεγχο συγκολλητών συνδέσεων.



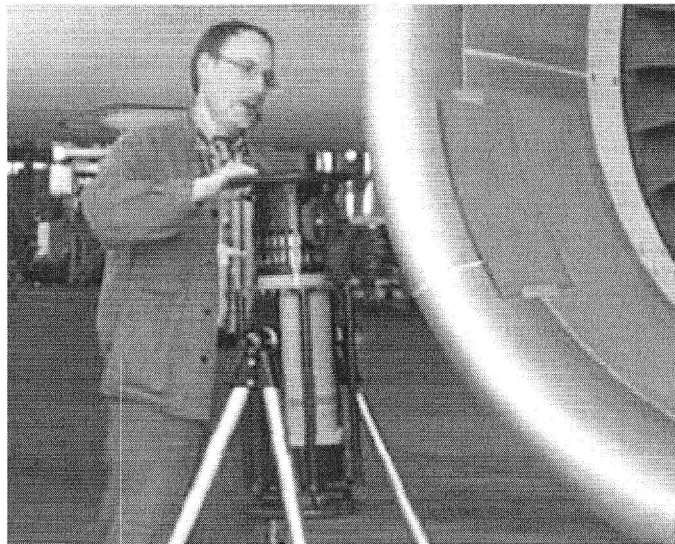


Βιομηχανική Ραδιογραφία

Η ραδιογραφία είναι η παλαιότερη και πιο διαδεδομένη μέθοδος μη καταστρεπτικών δοκιμών.

Η εφαρμογή της μεθόδου είναι βασισμένη στην διείσδυση ακτινοβολίας X ή γ για την προβολή και αποτύπωση ασυνεχειών του υλικού σε κατάλληλο βιομηχανικό φιλμ. Οι πηγές της ακτινοβολίας είναι συσκευές παραγωγής ακτινών X ή ραδιενεργά ισότοπα.

Μικρές διαφορές στο πάχος του υλικού ή στην πυκνότητά του επιδρούν σημαντικά στην ένταση της εξερχόμενης ακτινοβολίας και έχουν αποτέλεσμα διαφορετικής αμαύρωσης στο φιλμ.



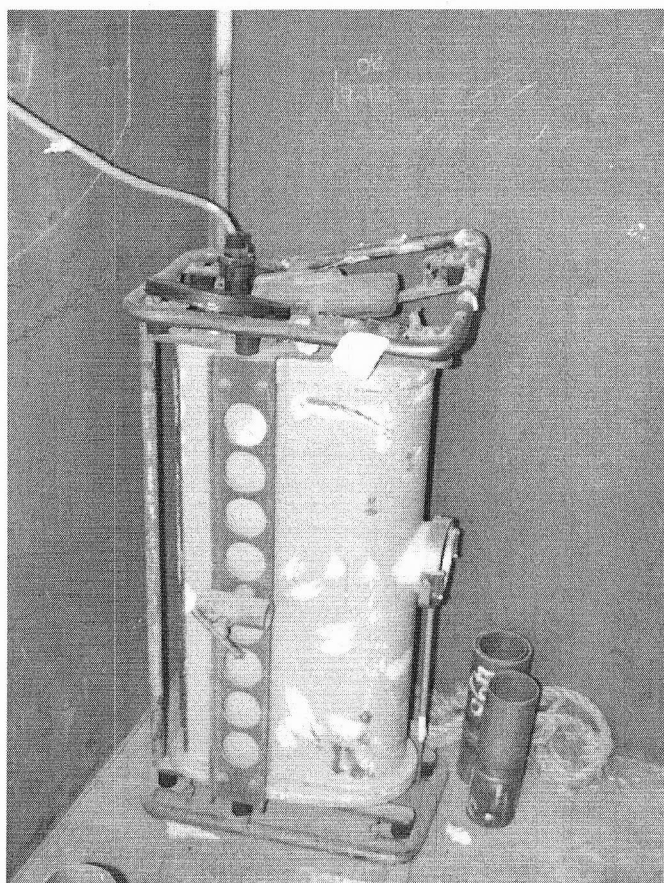
Εικ.1



Eik.2



Eik.3



Εικ.4

Στην **Εικ.1** φαίνεται με κόκκινο χρώμα το βιομηχανικό φιλμ το οποίο έχει συγκρατηθεί με αυτοκόλλητη ταινία στην άλλη πλευρά της προς εξέταση συγκόλλησης.

Στην **Εικ.2** η συσκευή παραγωγής ακτίνων Χ τοποθετείται εντός αγωγού.

Στην **Εικ.3** φαίνεται επισημασμένο με κιμωλία το σημείο ελέγχου της συγκόλλησης στα πλευρά ενός προς κατασκευή πλοίου.

Στην **Εικ.4** η συσκευή ακτίνων Χ των δικών μας Ναυπηγείων Ελευσίνας.

