

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ : Συγκολλήσεις MIG/MAG - TIG

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : Καπλανίδης Νικόλαος

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : Θωμάς Φ. Χατζηφωτίου**

**ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ
2012**

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ : Συγκολλήσεις MIG/MAG - TIG

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : Καπλανίδης Νικόλαος

ΑΜ : 3981

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ :29/6/2012

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

Περίληψη

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται το θέμα των συγκολλήσεων, το οποίο είναι κεφαλαιώδες για πολλούς τομείς της σύγχρονης μηχανικής και τεχνολογίας.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται λόγος για τις συγκολλήσεις γενικά, τα είδη τους, η τεχνολογία κάθε είδους, τα μηχανήματα/συσκευές συγκόλλησης, καθώς και τα απαιτούμενα υλικά.

Στο δεύτερο κεφάλαιο εστιάζεται η εργασία στις συγκολλήσεις TIG, MIG και MAG και παρουσιάζονται οι διάφορες τεχνοτροπίες, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του κάθε είδους, καθώς και ο απαραίτητος εξοπλισμός συγκόλλησης.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται μια αναφορά στα μέτρα ασφαλείας για τις συγκολλήσεις και στην πρόληψη των ατυχημάτων.

Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο, ακολουθούν τα συμπεράσματα και αμέσως μετά η σχετική βιβλιογραφία.

Abstract

This paper addresses the issue of welds, which are essential for many fields of modern engineering and technology.

The first chapter speaks of the welds in general, their species, technology of all kinds, machinery / welding equipment and materials required.

The second chapter focuses on the work welding TIG, MIG and MAG and presents the various techniques, advantages and disadvantages of each kind, and the necessary welding equipment.

The third chapter is about the security precautions for welding and accident prevention.

Finally, the fifth chapter, followed by conclusions and immediately after the relevant bibliography.

Πρόλογος

Συγκόλληση είναι η διαδικασία της μόνιμης τοπικής ένωσης μεταλλικών μερών σε ημιτετηγμένη μορφή με εφαρμογή πίεσης ή την ένωση των μερών σε κατάσταση τήξης. Η συγκόλληση είναι ο φθηνότερος και ο πλατύτερα χρησιμοποιούμενος τρόπος σύνδεσης στις κατασκευές.

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 κασιτεροκόλληση, 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.

Η εξέλιξη της συγκόλλησης με τη χρήση βολταϊκού τόξου ξεκινά στις αρχές του 19ου αιώνα με την ανακάλυψη του βολταϊκού (ηλεκτρικού) τόξου από τον Humphry Davy το 1800, οπότε και άρχισε να χρησιμοποιείται για τη συγκόλληση μετάλλων με τη βοήθεια ηλεκτροδίων άνθρακα. Στα τέλη του 19ου αιώνα εφευρέθηκαν τα μεταλλικά ηλεκτρόδια για αυτή τη χρήση από τους N. G. Slavianoff και C. L. Coffin, ενώ γύρω στα 1900 ο A.P. Strohmenger παρουσίασε στη Μ. Βρετανία το πρώτο επενδεδυμένο ηλεκτρόδιο προσφέροντας έτσι μεγαλύτερη σταθερότητα στο τόξο. Η ανάπτυξη πάνω στις επενδύσεις των ηλεκτροδίων συνεχίστηκε. Αργότερα οι επενδύσεις προσέφεραν

πέρα από τη σταθερότητα του τόξου και προστασία από διάφορα ελαττώματα και ατέλειες στο βασικό μέταλλο που προέκυπταν από τη διαδικασία.

Κατά τη διάρκεια του Α' Παγκοσμίου Πολέμου η ηλεκτροσυγκόλληση διαδόθηκε ακόμα περισσότερο με αποκορύφωμα την κατασκευή στη Μ. Βρετανία του Fulagar, του πρώτου πλοίου με εξ' ολοκλήρου συγκολλητή γάστρα, ενώ στις Η.Π.Α. χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος αυτή κυρίως για τις επισκευές πολεμικών σκαφών. Το 1920 ο P. O. Nobel εφηύρε μια μέθοδο κατά την οποία χρησιμοποιούταν γυμνό ηλεκτρόδιο, συνεχές ρεύμα και ρύθμιζε την τροφοδοσία του σύρματος μέσω της τάσης του τόξου. Δε προστατευόταν από κάποιο αέριο γιατί τα αέρια προστασίας δεν είχαν εξελιχθεί παρά μόνο αργότερα τη δεκαετία αυτή, οπότε και προτάθηκαν λύσεις για τις επιπτώσεις του οξυγόνου και του αζώτου της ατμόσφαιρας. Τα αέρια που χρησιμοποιήθηκαν και χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο και σήμερα ήταν το αργό, το ήλιο και το υδρογόνο. Η πατέντα του Alexander το 1926 θα μπορούσαμε να πούμε ότι αποτελεί τον πρόγονο των μεθόδων που σήμερα είναι γνωστές ως ημιαυτόματες συγκολλήσεις MIG/MAG. Περαιτέρω έρευνα έδωσε τη δυνατότητα για ηλεκτροσυγκόλληση μετάλλων όπως το αλουμίνιο και το μαγνήσιο. Όλα τα παραπάνω μαζί με τη συνεχή έρευνα και ανάπτυξη των μεθόδων ηλεκτροσυγκόλλησης οδήγησαν στη σημαντική διάδοσή τους μέχρι και το Β' Παγκόσμιο Πόλεμο.

Η ημιαυτόματη μέθοδος ηλεκτροσυγκόλλησης με προστατευτικό αέριο όπως είναι γνωστή σήμερα τελικά ανακαλύφθηκε το 1948 από τους Hobart και Devers στο Battelle Memorial Institute. Χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρόδιο μικρότερης διαμέτρου από αυτά των υπόλοιπων μεθόδων από αλουμίνιο, πηγή συνεχούς ρεύματος και αργό σαν αέριο προστασίας. Το μεγάλο πλεονέκτημα της μεθόδου ήταν ο υψηλός ρυθμός απόθεσης, αλλά το μεγάλο κόστος των αερίων προστασίας περιόριζε τη χρήση της σε μη σιδηρούχα υλικά. Η χρήση της μεθόδου και για τη συγκόλληση χαλύβων διαδόθηκε όταν το 1953 προτάθηκε η χρήση CO₂ (ενεργό αέριο) σε συνδυασμό με χαλύβδινα ηλεκτρόδια μεγαλύτερης διαμέτρου.

Σήμερα αποτελεί την πλέον διαδεδομένη μέθοδο ηλεκτροσυγκόλλησης με εφαρμογές στην αυτοκινητοβιομηχανία, τη ναυπηγική βιομηχανία και στις μεταλλικές κατασκευές γενικά, ενώ είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται κατά τη συγκόλληση με ρομπότ στη συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων.

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει τα είδη και τους τρόπους συγκολλήσεων και εστιάζει στις συγκολλήσεις τύπου TIG, MIG και MAG.

Εισαγωγή

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.

Κεφάλαιο 1^ο: Συγκολλήσεις

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

Πίνακας 1.1: Συγκολλητικότητα κραμάτων σιδήρου – άνθρακα

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

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 X 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

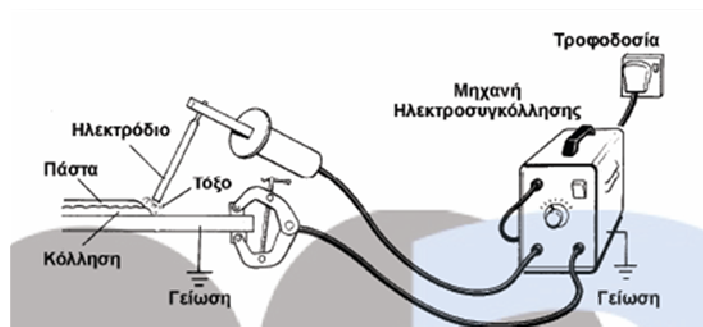
Οι καταστροφικές δοκιμές έχουν αποτέλεσμα την καταστροφή του συγκολλητού αντικειμένου. Έτσι, για παράδειγμα, ο έλεγχος της αντοχής ενός συγκολλητού δοχείου πίεσης γίνεται με υδραυλική πίεση μέχρι την καταστροφή του δοχείου. Αν η καταστροφή προέλθει από θραύση των τοιχωμάτων του, εκτός της περιοχής της 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.

1.3. Συγκόλληση με οξυγονοασετυλίνη

Η συγκόλληση με οξυγονοασετυλίνη (οξυγονοσυγκόλληση ή οξυγονοκόλληση) πρωτοεμφανίστηκε στις αρχές του 20^{ου} 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.

1.4. Συγκόλληση τόξου

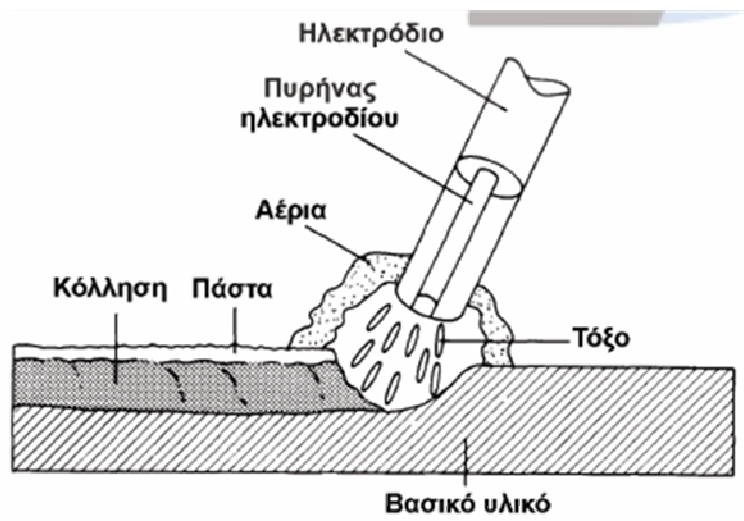
Η συγκόλληση τόξου ή ηλεκτροσυγκόλληση στηρίζεται στη δημιουργία ηλεκτρικού τόξου ανάμεσα στο κομμάτι, που θέλουμε να κολληθεί, και σε ένα ηλεκτρόδιο, που είναι ταυτόχρονα και συγκολλητικό μέσο. Για να γίνει αυτό, το ηλεκτρόδιο και το κομμάτι συνδέονται με τους ακροδέκτες γεννήτριας ηλεκτρικού ρεύματος. Στην πράξη, όπως φαίνεται στο σχήμα 6, χρησιμοποιούνται ειδικές μηχανές που λέγονται μηχανές ηλεκτροσυγκόλλησης, οι οποίες χρησιμοποιούν συνεχές ή εναλλασσόμενο ρεύμα και παράγουν το ηλεκτρικό τόξο.



Σχήμα 1.1: Διάταξη ηλεκτροσυγκόλλησης

Η διαδικασία της συγκόλλησης φαίνεται στο σχήμα 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 1.2: Διαδικασία ηλεκτροσυγκόλλησης

1.5. 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).¹

1.6. 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 13 φαίνεται η διάταξη μίας φορητής μηχανής συγκόλλησης με αντίσταση.



Σχήμα 1.3: 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 13. Στο σχήμα 14 φαίνεται μια σταθερή ποδοκίνητη ηλεκτροπόντα και η διαδικασία συγκόλλησης.

¹ Οι μέθοδοι TIG, MIG, MAG αναπτύσσονται σε ιδιαίτερο κεφάλαιο παρακάτω.



Σχήμα 1.4 και 1.4α: Συγκόλληση σε ηλεκτροπόντα

1.7. Άλλες μέθοδοι συγκολλήσεων

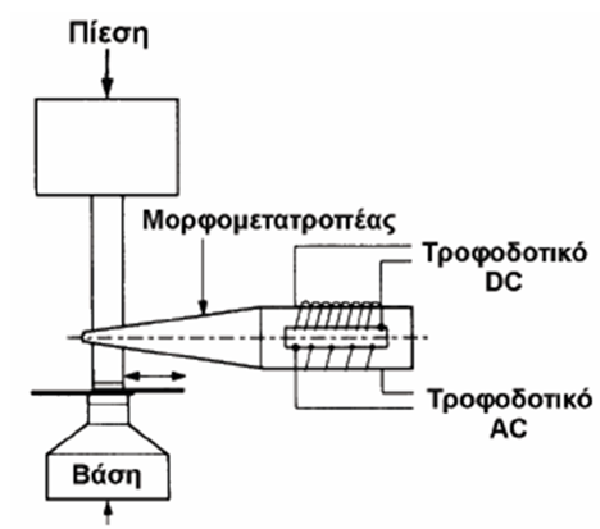
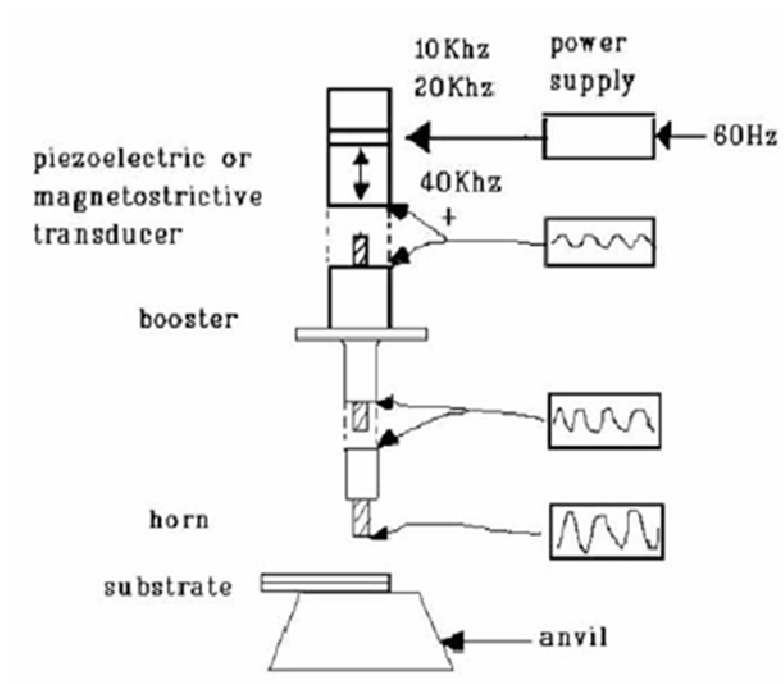
1.7.1. Υπερήχοι

Η συγκόλληση με υπερήχους πρωτοεμφανίστηκε στα μέσα του 20^{ου} 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.

Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιεί τις μηχανικές δονήσεις για να διαμορφώσει την ένωση. Οι δονήσεις είναι υψηλής συχνότητας. Τα μέρη έρχονται σε επαφή υπό πίεση μεταξύ του ταλαντωμένου κέρασ και μιας ακίνητης βάσης, και υποβάλλονται στις υπερηχητικές δονήσεις της συχνότητας 20 έως 40 KHz κάθετα στην περιοχή επαφής.

Η εναλλασσόμενη υψηλή συχνότητα παράγει τη θερμότητα στο σημείο επαφής για να παραγάγει μια συγκόλληση καλής ποιότητας. Τα εργαλεία για αυτήν την διαδικασία είναι αρκετά ακριβά γι' αυτό προτιμάται σε μεγάλες ποσότητες παραγωγής.

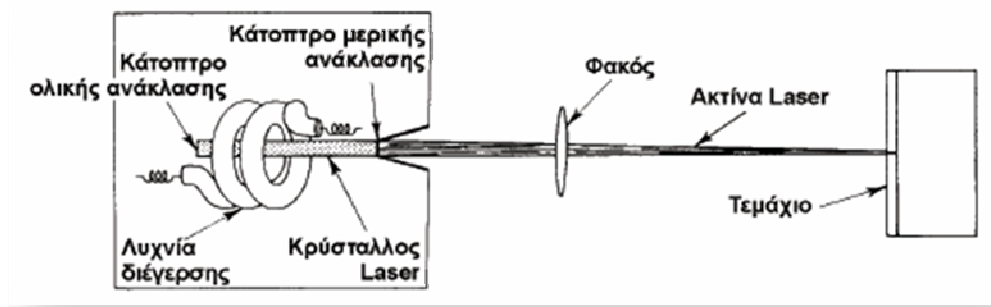
Η συγκόλληση περιορίζεται στα μικρά συστατικά με τα μήκη συγκόλλησης που δεν υπερβαίνουν λίγα εκατοστόμετρα. Οι εφαρμογές κυμαίνονται από τις βαλβίδες και τα φίλτρα που χρησιμοποιούνται στον ιατρικό εξοπλισμό, στις κασέτες, στα εξαρτήματα των αυτοκινήτων και τα σώματα των ηλεκτρικών σκουπών που ενώνονται στις πολύ-επικεφαλής μηχανές. Στο σχήμα 15 φαίνεται η διαδικασία συγκόλλησης με υπερήχους.



Σχήμα 1.5 και 1.5α: Συγκόλληση με υπερήχους

1.7.2. Laser

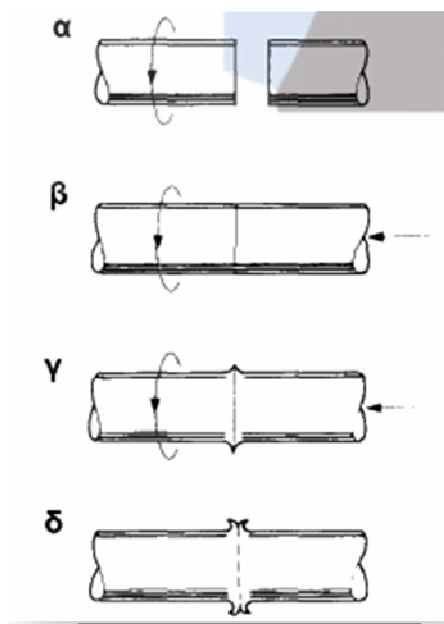
Η συγκόλληση με Laser πρωτοεμφανίστηκε γύρω στο 1950. Η συγκόλληση αυτή επιτυγχάνεται μέσω της θερμοκρασίας που αναπτύσσεται, όταν μία δέσμη ακτίνων Laser προσπίπτει πάνω στα τεμάχια που πρόκειται να συγκολληθούν. Στο σχήμα 16 φαίνεται η διαδικασία παραγωγής της ακτίνας Laser και η συγκόλληση.



Σχήμα 1.6: Συγκόλληση με Laser

1.7.3. 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 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 στην περιστρεφόμενη, γ) επίτευξη της θερμοκρασίας συγκόλλησης και δ) προκύπτει η συγκόλληση των ράβδων.



Σχήμα 1.7: Συγκόλληση με τριβή

1.7.4. 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.

1.8. 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.

1.9. Ετερογενείς Συγκολλήσεις

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.

Κεφάλαιο 2^ο: Συγκολλήσεις TIG, MIG και MAG

2.1. Μέθοδος T.I.G



Εικόνα 2.1: Συσκευή συγκόλλησης TIG

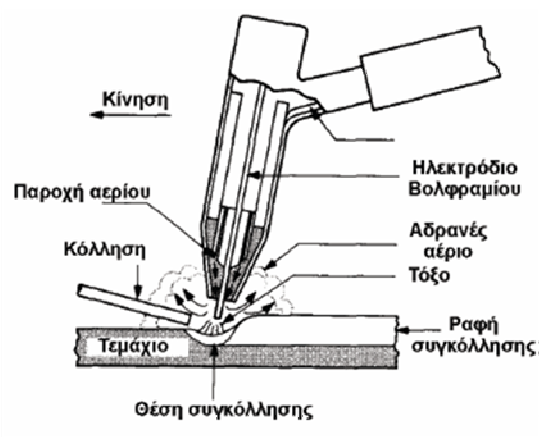
T.I.G. (Tungsten Inert Gas - Συγκόλληση τόξου με Βολφράμιο και Προστατευτικό Αέριο). Χρησιμοποιείται κυρίως στη βιομηχανία πετροχημικών για τη συγκόλληση ανοξείδωτου χάλυβα, αλουμινίου και σωλήνων όπου η ποιότητα και η αντοχή έχουν σημασία. Το αδρανές αέριο χρησιμοποιείται στη συγκόλληση T.I.G για την προστασία του ηλεκτροδίου και της ζώνης τήξης από την οξείδωση.

Στην ηλεκτροσυγκόλληση T.I.G. 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 2.3 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.



Εικόνα 2.2: Τσιμπίδα TIG

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 2.3: Συγκόλληση T.I.G.

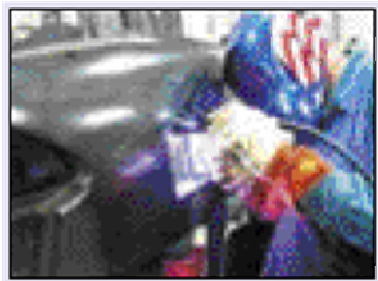
2.1.1. Πλεονεκτήματα μεθόδου συγκόλλησης TIG;

1.Κολλάει περισσότερα είδη μετάλλων και κραμάτων, από οποιαδήποτε άλλη μέθοδο συγκόλλησης.

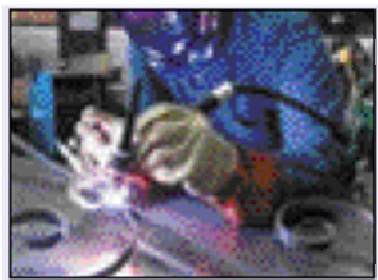
Οι μηχανές συγκόλλησης TIG μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη συγκόλληση χάλυβα, ανοξείδωτου χάλυβα, χρωμιωμένου χάλυβα, αλουμινίου, κράματα νικελίου, μαγνησίου, χαλκού, μπρούντζου, ορείχαλκου, ακόμη και χρυσού. Η μέθοδος TIG χρησιμοποιείται στη συγκόλληση αμαξωμάτων, σκελετών ποδηλάτων, γκλοσκοπτικών, χερουλιών πόρτας, προφυλακτών, και πολλών άλλων.



Εικόνα 2.4: Κατασκευές και επισκευές



Εικόνα 2.5: Φανοποιία



Εικόνα 2.6: Δημιουργικές τέχνες

2.Δημιουργεί, υψηλής ποιότητας καθαρές συγκολλήσεις.

Με εξαιρετικής ακρίβειας έλεγχο σταθερότητας τόξου και ‘λουτρού’ συγκόλλησης, η μέθοδος TIG σας επιτρέπει να δημιουργήσετε καθαρές συγκολλήσεις εκεί όπου η εμφάνιση μετράει. Επειδή υπάρχει η πιθανότητα ελέγχου της εισαγόμενης θερμοκρασίας μέσω τηλεχειριστηρίου πεντάλ, παρόμοια με την οδήγηση αυτοκινήτου, η μέθοδος TIG σας επιτρέπει να θερμαίνετε ή να κρυώνετε το ‘λουτρό’ συγκόλλησης και να επιτυγχάνετε έτσι τέλειο έλεγχο του γαζιού. Έτσι η μέθοδος TIG είναι ικανή να εκτελέσει ραφές υψηλής αισθητικής όπως σε γλυπτά ή σε συγκολλήσεις φανοποιίας.

Όχι σπινθήρες ή πιτσιλιές

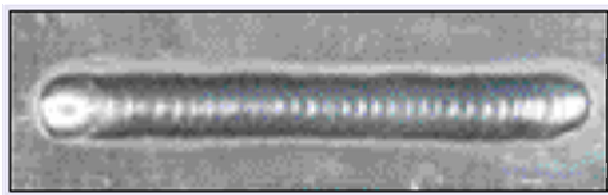
Προσθέτοντας στο “λουτρό” τήξεως μόνο την ποσότητα του υλικού συγκολλητικού που χρειάζεται, δεν δημιουργούνται σπινθήρες και πιτσιλιές (Εφόσον το μέταλλο που κολλάτε είναι καθαρό).

Όχι βόρακας

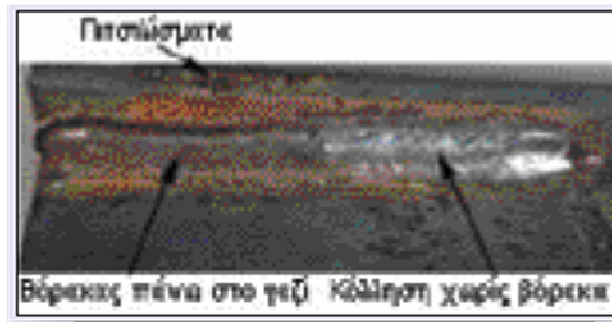
Επειδή χρησιμοποιείται Argon σαν αέριο προστασίας, η χρήση βόρακα σε μορφή σκόνης είναι περιττή, και έτσι δεν σας περιορίζει τίποτα στην οπτική παρακολούθηση του ‘λουτρού’ συγκόλλησης. Επίσης μετά το τέλος της συγκόλλησης, δεν υπάρχει ίχνος βόρακας για να απομακρύνετε από το ραφή σας.

Όχι καπνοί και αναθυμιάσεις

Η μέθοδος συγκόλλησης TIG δεν δημιουργεί καπνό ή αναθυμιάσεις, εκτός αν το μέταλλο το οποίο κολλάτε περιέχει βρωμιές ή υλικά όπως, λάδι, γράσο, χρώμα, μόλυβδο ή τσίγκο. Το μέταλλο θα πρέπει να καθαρίζεται πριν τη συγκόλληση.



Εικόνα 2.7: Ραφή TIG



Εικόνα 2.8: Ραφή ηλεκτροδίου

3.Χρήση ενός αερίου προστασίας (Argon) για όλες τις εφαρμογές

Επειδή με τη μέθοδο TIG μπορείτε να χρησιμοποιήσετε μόνο Argon για να κολλήσετε όλα τα μέταλλα και όλα τα πάχη, χρειάζεστε μόνο ένα αέριο για τις συγκολλήσεις σας. Το Argon χρησιμοποιείται σε σχεδόν όλες τις εφαρμογές συγκόλλησης TIG.

4.Συγκόλληση σε όλες τις θέσεις

Η μέθοδος TIG μπορεί να διεξαχθεί σε όλες τις θέσεις - επίπεδα, οριζόντια, κάθετα ή ουρανό. Τέλεια εφαρμογή για συγκολλήσεις σε περιορισμένους χώρους.



Εικόνα 2.9: Επίπεδα



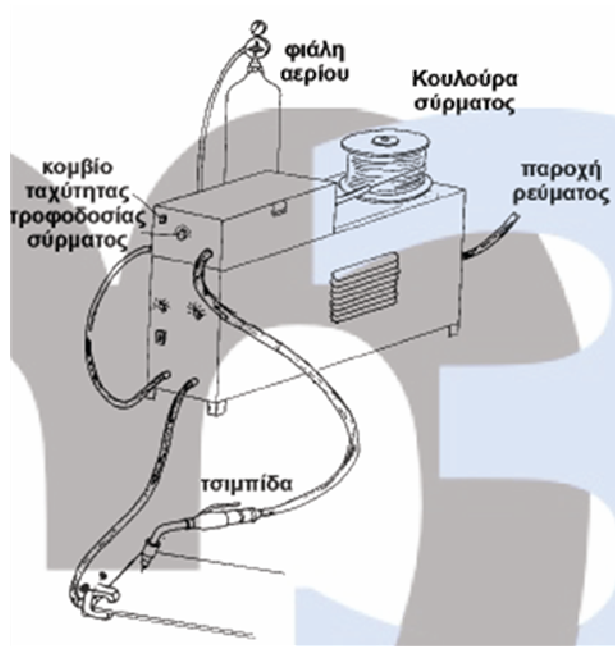
Εικόνα 2.10: Κάθετα

2.3. Μέθοδος M.A.G

Στην ηλεκτροσυγκόλληση M.A.G. (Metal Actif Gas) 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 12 φαίνεται η διάταξη της συγκόλλησης M.A.G.

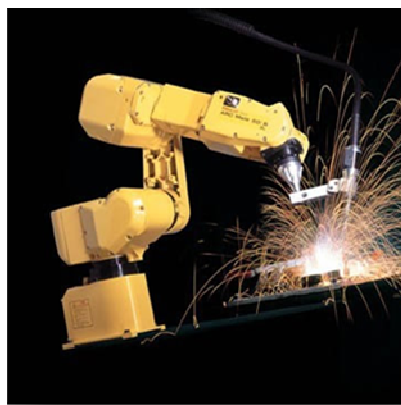


Εικόνα 2.14: Μηχανή συγκόλλησης MAG



Σχήμα 2.15: Διάταξη συγκόλλησης M.A.G.

2.4. Συγκολλήσεις MIG-MAG (ARGON)



Εικόνα 2.16: Ρομποτική συγκόλληση

Η βασική διεργασία, που λαμβάνει χώρα στη μέθοδο MIG MAG, είναι η δημιουργία ηλεκτρικού τόξου και η τήξη του ηλεκτροδίου λόγω των αναπτυσσόμενων θερμοκρασιών. Το τηκόμενο ηλεκτρόδιο αποτελεί το ένα άκρο ανοικτού ηλεκτρικού κυκλώματος. Το άλλο άκρο του κυκλώματος αποτελούν τα προς συγκόλληση σώματα. Κατά την αρχική επαφή του ηλεκτροδίου με τα προς συγκόλληση σώματα

αναπτύσσεται υψηλό ρεύμα, που υπερθερμαίνει το άκρο του. Η μικρή απομάκρυνση τώρα του ηλεκτροδίου προκαλεί τον σχηματισμό τόξου μεταξύ του ηλεκτροδίου και των συγκολλούμενων σωμάτων.

Η απαιτούμενη τάση για την διατήρηση του τόξου εξαρτάται κυρίως από το μήκος του και την ένταση του ρεύματος. Όσο αυξάνεται η ένταση του ρεύματος τόσο αυξάνεται και η θερμοκρασία του τόξου αλλά και οι θερμικές απώλειες.

Κατά την μελέτη των συγκολλήσεων συνηθίζεται ο υπολογισμός της έντασης του ρεύματος ανά μονάδα επιφάνειας του ηλεκτροδίου (πυκνότητα ρεύματος συγκόλλησης).

$$i = I/0,785xD^2$$

όπου:

i: Πυκνότητα ρεύματος συγκόλλησης [A/mm²]

I: Ρεύμα συγκόλλησης [A]

D: Διάμετρος ηλεκτροδίου [mm]

Παράδειγμα: Μηχανή ARGON παράγει ρεύμα 150Ampere. Ποια είναι η πυκνότητα ρεύματος συγκόλλησης [i] αν χρησιμοποιήσουμε σύρμα 1mm?;

$$i = 150/0,785 \times 1^2 = 191,1 \text{ A/mm}$$

Συνεχίζοντας, η τάση του τόξου είναι ευθέως ανάλογη του μήκους του. Μεγάλο μήκος τόξου συνεπάγεται με μεγάλη τάση συγκόλλησης και το αντίστροφο. Αν πάρουμε σαν δεδομένο, ότι η ισχύ μιας συγκολλητικής μηχανής είναι σταθερή, όσο μεγαλώνουμε την απόσταση του ηλεκτροδίου από την επιφάνεια συγκόλλησης τόσο το ρεύμα μειώνεται κάτι το όχι επιθυμητό. Γενικά η ελαχιστοποίηση του μήκους του τόξου μέχρι ενός κρίσιμου σημείου μειώνει τις θερμικές απώλειες και βελτιώνει την ποιότητα της κόλλησης.

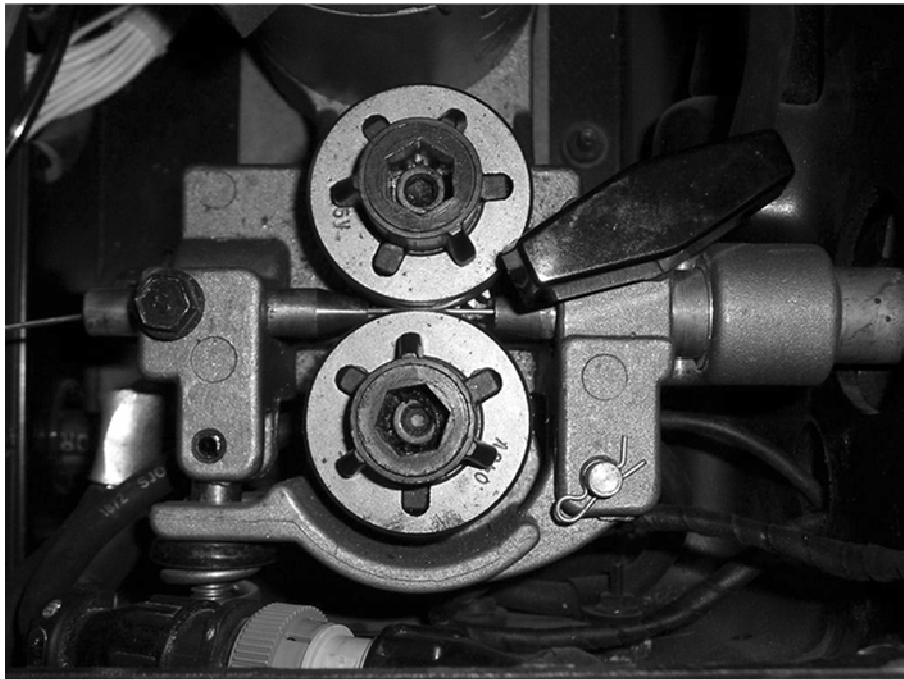
Κατά τη συγκόλληση τόξου τρία είναι τα κύρια σημεία, που πρέπει να εξετάζονται καθώς επιδρούν σημαντικά στην ποιότητα της εργασίας:

1. Το τόξο και οι φυσικοχημικές διεργασίες, που λαμβάνουν χώρα μέσα σε αυτό
2. Το λουτρό τήξης και οι διεργασίες, που λαμβάνουν χώρα μεταξύ αυτού και της ατμόσφαιρας

3. Η περιοχή του συγκολλούμενου υλικού γύρω από την περιοχή τήξης, όπου και επηρεάζεται θερμικά

Η ποσότητα και η ταχύτητα του μετάλλου, που μεταφέρεται από το ηλεκτρόδιο προς τις συγκολλούμενες επιφάνειες εξαρτάται από την πολικότητα και την ένταση του ρεύματος. Όσο η ένταση του ρεύματος αυξάνει τόσο τα μεταφερόμενα σταγονίδια της κόλλησης μικραίνουν. Όσο μικρότερα είναι τα σταγονίδια της κόλλησης τόσο καλύτερο είναι το τελικό αποτέλεσμα. Τα αρνητικό σε αυτήν την περίπτωση είναι, ότι τα μικροσκοπικά σταγονίδια αντιδρούν ευκολότερα με τα αέρια του περιβάλλοντος. Υπ' αριθμόν ένα κίνδυνος είναι η ένωση των σταγονιδίων με το ατμοσφαιρικό οξυγόνο. Κάτι τέτοιο προκαλεί οξειδώσεις μέσα στην κόλληση μειώνοντας σημαντικά την αντοχή της.

Βάσει της παραπάνω θεωρίας μπορούμε να καταλάβουμε γιατί η πυκνότητα ρεύματος είναι πολύ χαμηλότερη κατά την κόλληση με απλή ηλεκτροκόλληση σε σχέση με μια μηχανή ARGON.



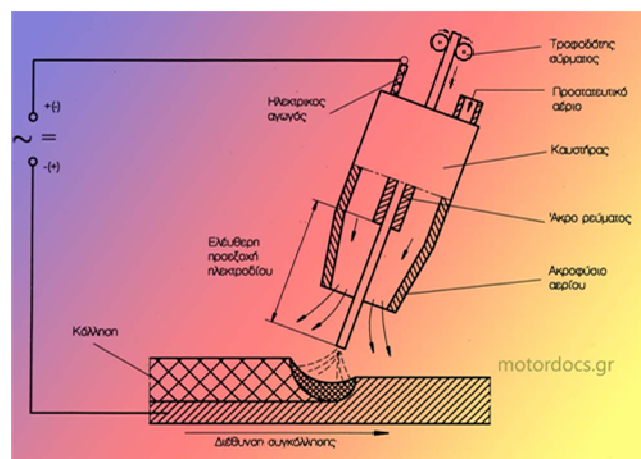
Εικόνα 2.17: Παροχή σύρματος συγκόλλησης

Πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό των μηχανών MIG MAG είναι η αυτόματη τροφοδότηση του ηλεκτροδίου συγκόλλησης. Μια ηλεκτρονικά ελεγχόμενη μονάδα παρέχει την απαραίτητη ποσότητα σύρματος ανάλογα με τις απαιτήσεις της

συγκόλλησης. Μέσω αυτής της μονάδας είναι δυνατός ακόμη ο έλεγχος του αερίου και η παροχή του ρεύματος προς την τσιμπίδα. Αυτά τα χαρακτηριστικά μας επιτρέπουν πολύ καλό έλεγχο της κόλλησης, κάτι πολύ χρήσιμο στην συγκόλληση λεπτών ελασμάτων, όπως αυτά που συναντάμε στη φανοποιεία. Ακόμη καθιστούν τις μηχανές MIG MAG κατάλληλες για αυτοματοποιημένη χρήση, όπως σε βιομηχανικά ρομπότ, όπου σε αυτήν την περίπτωση οι μονάδες ελέγχου τροφοδότησης διαχειρίζονται από ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Μια μηχανή MIG MAG αποτελείται από:

1) Την μονάδα ηλεκτρικής τροφοδοσίας

Κατά την πλειοψηφία των περιπτώσεων για τις συγκολλήσεις MIG MAG γίνεται χρήση συνεχούς ρεύματος με θετική πολικότητα στο ηλεκτρόδιο. Η μετατροπή του εναλλασσόμενου ρεύματος του δικτύου πόλεως σε συνεχές γίνεται συνήθως με τους ανορθωτές συγκόλλησης. Αυτοί αποτελούνται από ένα μετασχηματιστή τάσης, που υποβιβάζει την εναλλασσόμενη τάση του δικτύου (220 ή 380V) σε εναλλασσόμενη χαμηλή τάση (15-50V). Στην επόμενη βαθμίδα η τάση μετατρέπεται σε συνεχή μέσω ανορθωτικών διατάξεων.



Εικόνα 2.18: Σχηματική παράσταση συγκόλλησης αερίου

2) Την μονάδα ελέγχου τροφοδότησης σύρματος, ρεύματος και προστατευτικού αερίου

Η μονάδα ελέγχου τροφοδότησης περιλαμβάνει:

- ο Τον ηλεκτρονικό εκτυλικτήρα και την ανέμη του σύρματος (Σχ.2). Πρόκειται για ένα ζεύγος από αντικριστά ράουλα ανάμεσα

στα οποία στηρίζεται το σύρμα. Τα ράουλα περιστρέφονται μέσω ηλεκτροκινητήρα σε ταχύτητα, που ορίζεται από την κεντρική μονάδα ελέγχου έλκοντας και εκτυλίσσοντας το σύρμα από την ανέμη.

○ Την ηλεκτροβαλβίδα ελέγχου του προστατευτικού αερίου. Η τροφοδοσία του προστατευτικού αερίου ελέγχεται από ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα βάση των εντολών της κεντρικής μονάδας ελέγχου.

○ Το ρελέ ελέγχου παροχής ρεύματος. Η παροχή ρεύματος προς την τσιμπίδα συγκολλήσεως ελέγχεται από ρελέ υψηλής ισχύος. Στην ουσία πρόκειται για ηλεκτρομαγνητικό διακόπτη, που ελέγχεται από την κεντρική μονάδα ελέγχου.

○ Την κεντρική μονάδα ελέγχου (ΚΜΕ). Αναλαμβάνει τον έλεγχο όλων των υποσυστημάτων της μονάδας ελέγχου τροφοδότησης. Περιλαμβάνει εξωτερικούς ρυθμιστές ταχύτητας τροφοδοσίας σύρματος καθώς και όργανα μέτρησης τάσης και έντασης ρεύματος. Σε ειδικές περιπτώσεις προσφέρεται η δυνατότητα επιλογής προγράμματος συγκόλλησης. Σε αυτοματοποιημένες εγκαταστάσεις συγκόλλησης η μονάδα αυτή αντικαθιστάται με υλικό (hardware) ελεγχόμενο από ηλεκτρονικό υπολογιστή.

3) Τη φιάλη του προστατευτικού αερίου

Πρόκειται για φιάλη μέσης χωρητικότητας συνήθως, μέσα στην οποία αποθηκεύεται το προστατευτικό αέριο. Αυτό μπορεί να είναι:

Πίνακας 2.1: Χρωματικές διακρίσεις φιαλών

A/A	ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΟ ΑΕΡΙΟ	ΧΡΩΜΑ ΦΙΑΛΗΣ
1	Αργο [Ar]	Κίτρινο ή καφέ
2	Ήλιο [He]	Καφέ
3	Άζωτο [N ₂]	Μαύρο
4	Διοξείδιο του άνθρακα [CO ₂]	Γκρι
5	Υδρογόνο [H ₂]	Κόκκινο
6	Οξυγόνο [O ₂]	Λευκό
7	Μίγματα των παραπάνω	-

4) Την ειδική τσιμπίδα συγκόλλησης

Στις μηχανές MIG MAG η τσιμπίδα συγκόλλησης αποτελεί ένα αρκετά σύνθετο σύστημα. Σε αυτή καταλήγουν τρία σημαντικά δίκτυα της μηχανής δηλαδή το κύκλωμα τροφοδοσίας σύρματος, το κύκλωμα τροφοδοσίας αερίου και το κύκλωμα επιλογής λειτουργίας. Στο Σχ.3 βλέπουμε την τομή του κάτω άκρου της τσιμπίδας MIG MAG. Το άκρο έχει μορφή ακροφυσίου και μέσα από αυτό διέρχεται το προστατευτικό αέριο. Στο κέντρο περνά το τροφοδοτούμενο σύρμα με ταχύτητα, που όπως είπαμε καθορίζεται από την κεντρική μονάδα ελέγχου.

Σε αυτή την εισήγηση είχαμε μια αρχική επαφή με την τεχνολογία MIG MAG με σκοπό να καταστεί σαφής η σημαντικότητα χρήσης, καθώς και να επισημανθούν τα σημεία, που πρέπει να δίνεται προσοχή, διότι αποτελούν κριτήρια για την ορθότητα της μεθόδου. Για την επίτευξη του βέλτιστου αποτελέσματος στοιχεία, όπως τάση, ένταση, είδος και παροχή αερίου, πρέπει να επιλέγονται αναλόγως συνθηκών συγκόλλησης και σύστασης των υλικών.

Κεφάλαιο 3^ο: Μέτρα ασφαλείας και πρόληψη ατυχημάτων

3.1. Στατιστικά ατυχημάτων

Σύμφωνα με στοιχεία του ΙΚΑ για το έτος 2006, τα οποία είναι και τα πιο πρόσφατα που διατίθενται μέσω του Δελτίου Εργατικών Ατυχημάτων, καταγράφηκαν 12.845 εργατικά ατυχήματα (6,3 εργατικά ατυχήματα ανά 1000 εργαζόμενους) από τα οποία τα 103 ήταν θανατηφόρα. Σε σχέση με το προηγούμενο έτος τα εργατικά ατυχήματα ήταν μειωμένα κατά 6,6% σε απόλυτο αριθμό (13.755 εργατικά ατυχήματα το 2005) και ο αριθμός εργατικών ατυχημάτων ανά 1000 εργαζόμενους κατά 9,7% (7 εργατικά ατυχήματα ανά 1000 εργαζόμενους το 2005). Τα ατυχήματα τις κατηγορίας στην οποία συγκαταλέγονται και οι ηλεκτροσυγκολλητές αποτελούν το 10,21% του συνόλου και αποτελούν την 5η πιο επικίνδυνη κατηγορία με πρώτη αυτήν των μεταλλωρύχων, λατόμων κ.λ.π. Τα ατυχήματα αυτά αφορούν κυρίως τα άνω και κάτω άκρα (656 και 392 ατυχήματα επί συνόλου 1.311) και το κεφάλι (125 ατυχήματα).

Η διαδικασία εκτίμησης του επαγγελματικού κινδύνου περιλαμβάνει το σύνολο των ενεργειών πληροφόρησης, καταγραφής και τεκμηρίωσης των συνθηκών εργασίας με σκοπό την ουσιαστική παρέμβαση στο εργασιακό περιβάλλον για τη διαφύλαξη και την προαγωγή της υγείας και της ασφάλειας των εργαζομένων. Για να είναι αποτελεσματική η διαδικασία αυτή πρέπει να εξασφαλίζει τη συμμετοχή και την ενεργό παρέμβαση των εργαζομένων. Σημαντικό στοιχείο για τον προσδιορισμό και την ανάλυση των επαγγελματικών κινδύνων είναι η εξειδίκευση ανάλογα με τον κάθε εργαζόμενο, τον εργασιακό χώρο και τις γενικότερες συνθήκες που επικρατούν.

Παρακάτω θα αναπτυχθούν ορισμένοι από τους κινδύνους που προκύπτουν κατά τη διαδικασία της ηλεκτροσυγκόλλησης MIG/MAG και αυτό διότι όπως προαναφέρθηκε ένας εργαζόμενος εκτίθεται σε μια σειρά από κινδύνους, οι οποίοι μπορεί να μη σχετίζονται καν με την εργασία την οποία εκτελεί ή να μην προκύπτουν άμεσα από την παραγωγική διαδικασία. Κατά την εκτίμηση επαγγελματικού κινδύνου, όμως είναι απαραίτητο να λαμβάνονται υπ' όψιν και να σχεδιάζονται αντίστοιχα μέτρα. Οι κίνδυνοι στους οποίους ενδέχεται να εκτεθεί ένας ηλεκτροσυγκολλητής ταξινομούνται σε τρεις μεγάλες ομάδες (Δρίβας, Ζορμπά, Κουκουλάκη, 2000).

3.2. Κίνδυνοι για την ασφάλεια ή κίνδυνοι ατυχήματος

Αυτοί οι κίνδυνοι περιλαμβάνουν την πιθανότητα να προκληθεί τραυματισμός ή βλάβη στους εργαζόμενους λόγω παρουσίας τους σε μια επικίνδυνη κατάσταση. Η φύση της κατάστασης αυτής καθορίζει και το είδος του τραυματισμού ή της σωματικής βλάβης η οποία μπορεί να είναι μηχανική, ηλεκτρική, χημική, θερμική κ.λ.π.

Οι κίνδυνοι της ομάδας αυτής μπορούν να οφείλονται σε:

- Ελλείψεις στις κτιριακές δομές του χώρου εργασίας
- Ελλείψεις στις ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις
- Ελλείψεις στις μηχανές και το μηχανολογικό εξοπλισμό γενικότερα
- Πυρκαγιές – εκρήξεις
- Επικίνδυνες ουσίες

Λόγω ελλείψεων στις κτιριακές δομές των χώρων εργασίας προκύπτουν διάφοροι κίνδυνοι όπως κίνδυνοι πτώσεων, εγκλωβισμού κ.α. οι οποίοι πιο αναλυτικά μπορούν να οφείλονται σε:

- Εργασίες σε χώρους με μεγάλο ύψος (ενδεικτικά πάνω από 2,7 m)
- Εργασίες σε σκαλωσιές που δεν διαθέτουν όλα τα μέτρα προστασίας.
- Εργασίες σε επισφαλή ανηρτημένα κριώματα.
- Άνοδο – κάθοδο από κάθε είδους σκάλες.
- Μη περιφραγμένα ανοίγματα δαπέδων.
- Εργασίες σε ύψος σε τσιμινιέρες – ιστούς.
- Εργασίες σε χώρους με ανεπαρκή φωτισμό (φυσικό, τεχνητό ή κινδύνου).
- Ολισθηρά ή ανώμαλα δάπεδα.
- Εργασίες σε χώρους με μικρό εμβαδό ή όγκο.
- Ελλιπή αριθμό εξόδων και θυρών σε σχέση με τον αριθμό των εργαζομένων και τους ενδεχόμενους κινδύνους
- Εμπόδια ή ελλιπής φωτισμός σε διαδρόμους

- Εργασίες σε κύπη και περιορισμένους χώρους γενικά (μέγεθος χώρων, ανανέωση αέρα, παρουσία επικίνδυνων ουσιών στους χώρους αυτούς)

Ελλείψεις σε ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις μπορεί να είναι:

- Ακαταλληλότητα εγκαταστάσεων γενικά
- Ακαταλληλότητα για τη συγκεκριμένη χρήση ή για τις συνθήκες που επικρατούν κατά την εργασία (π.χ. εκρηκτικές ατμόσφαιρες, εξωτερικοί χώροι)
- Ανεπαρκή μέτρα προστασίας, ασφαλιστικές διατάξεις και υιοθέτηση κακών πρακτικών εργασίας

Και μπορούν να αφορούν:

- Καλωδιώσεις τοπικού φωτισμού.
- Καλωδιώσεις του πλοίου.
- Ηλεκτρονικό εξοπλισμό του πλοίου.
- Ηλεκτρικά εργαλεία χειρός

Οι ελλείψεις μηχανολογικής φύσεως μπορεί να είναι για έναν ηλεκτροσυγκολλητή:

- Έλλειψη μέτρων προστασίας κατά τη χρήση αερίων υπό πίεση
- Έλλειψη μέτρων ασφαλείας κατά τη χρήση εργαλείων χειρός που συχνά χρησιμοποιούνται από έναν ηλεκτροσυγκολλητή (π.χ. τροχοί κ.λ.π.)
- Έλλειψη μέτρων προστασίας από κινδύνους κατά τη χρήση ανελκυστήρων, οχημάτων κ.α. είτε για την πρόσβαση στο χώρο εργασίας, είτε για τη μεταφορά υλικών και εξοπλισμού

Κίνδυνοι για πυρκαγιές ή εκρήξεις μπορεί να προέρχονται από:

- Παρουσία εύφλεκτων υλών όπως:
 - Αέρια ή υπολείμματα υδρογονανθράκων.
 - Εύφλεκτα αέρια.
 - Περίσσεια οξυγόνου.
 - Ατμούς διαλυτικών.
 - Βιομηχανικά αέρια
- Ακατάλληλη αποθήκευση εύφλεκτων υλών ή αερίων υπό πίεση

- Έλλειψη κατάλληλων συστημάτων πυρανίχνευσης και πυρασφάλειας
- Έλλειψη κατάλληλης σηματοδότησης

Κίνδυνοι προκύπτουν από τη μεταφορά, χρήση ή παρουσία στο χώρο εργασίας γενικά επικίνδυνων ουσιών όπως:

- Εύφλεκτες ουσίες
- Καυστικές ουσίες
- Διαβρωτικές ουσίες
- Ερεθιστικές ουσίες
- Οξειδωτικές ουσίες
- Τοξικές ουσίες
- Εκρηκτικές ουσίες

3.3. Κίνδυνοι για την υγεία

Οι κίνδυνοι αυτοί περικλείουν την πιθανότητα να προκληθεί αλλοίωση στη βιολογική ισορροπία των εργαζομένων (ασθένεια), λόγω της συμμετοχής τους σε παραγωγικές διαδικασίες που επιτρέπουν την έκθεση σε φυσικούς, χημικούς και βιολογικούς επικίνδυνους παράγοντες του εργασιακού περιβάλλοντος.

Οι κίνδυνοι αυτής της ομάδας μπορεί να οφείλονται σε:

- Χημικούς παράγοντες, όπως:
 - Σκόνη και σωματιδιακοί ρύποι
 - Αέρια
 - Καπνοί και αναθυμιάσεις
 - Ατμοί

Οι οποίοι μπορεί να προκύπτουν από:

- Την ίδια τη διαδικασία της συγκόλλησης
- Υπολείμματα φορτίων
- Βαφές ή μονώσεις
- Φυσικούς παράγοντες, όπως:
 - Θόρυβος
 - Φωτισμός
 - Μικροκλίμα εργασιακού χώρου (θερμοκρασία, υγρασία)

- Ιοντίζουσες ακτινοβολίες
- Μη ιοντίζουσες ακτινοβολίες
- Βιολογικούς παράγοντες, όπως:
 - Βακτηρίδια
 - Μύκητες
 - Ιοί
 - Πρωτόζωα
- Που μπορεί να προκύπτουν από:
 - Την ελλιπή καθαριότητα του χώρου εργασίας και των χώρων υγιεινής
 - Μεταδιδόμενες ασθένειες των υπόλοιπων εργαζομένων (π.χ. ναυτικοί)
 - Ζώα και έντομα που βρίσκονται στο πλοίο που τυχόν εργάζεται ο ηλεκτροσυγκολλητής
 - Ακάθαρτα εξαρτήματα και τεμάχια προς συγκόλληση (π.χ. σωλήνες αποχέτευσης)

3.4. ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΜΕΤΡΩΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΥ

- 1ο μοντέλο ασφαλείας- εξάλειψη πηγής κινδύνου
- 2ο μοντέλο ασφαλείας- απομάκρυνση εργαζομένου
- 3ο μοντέλο ασφαλείας- εφαρμογή μέτρων τεχνητής προστασίας
- 4ο μοντέλο ασφαλείας- εφαρμογή μέτρων ατομικής προστασίας
- 5ο μοντέλο ασφαλείας- σήμανση χώρων εργασίας
 - Μόνιμη σήμανση
 - Σήματα απαγόρευσης
 - Σήματα προειδοποίησης
 - Σήματα υποχρέωσης
 - Σήματα διάσωσης ή βοήθειας
 - Σήματα πυροσβεστικού υλικού ή εξοπλισμού
 - Σήμανση εμποδίων, επικίνδυνων σημείων και οδών κυκλοφορίας
 - Περιστασιακή σήμανση

- Φωτεινά σήματα
- Ηχητικά σήματα
- Σήματα με χειρονομίες
- 6ο μοντέλο ασφαλείας- εκπαίδευση και επίβλεψη εργαζομένων

3.5. ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ

3.5.1. Κίνδυνοι από το ηλεκτρικό ρεύμα

Ο κίνδυνος ηλεκτροπληξίας υφίσταται όπως είναι προφανές καθ' όλη τη διαδικασία της ηλεκτροσυγκόλλησης, αλλά όχι μόνο τότε και όχι μόνο εξ αιτίας αυτής. Οι σημαντικότερες πηγές κινδύνου κατά τις ναυπηγοεπισκευαστικές εργασίες είναι (Τσαρακλής, Κρασίτης, 1997):

- 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 ηλεκτροπληξία συμβαίνει όταν το ανθρώπινο σώμα διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, δηλαδή όταν το ανθρώπινο σώμα παρεμβάλλεται μεταξύ δύο σημείων με διαφορά δυναμικού. Πρέπει να διευκρινιστεί ότι αυτό και μόνο αρκεί και δεν είναι απαραίτητο να υπάρχει επαφή με τα σημεία αυτά. Για παράδειγμα αρκεί ένας άνθρωπος να πλησιάσει αρκετά κοντά σε ρευματοφόρους αγωγούς υψηλής τάσης ούτως ώστε να κεραυνοβοληθεί.

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 4m.

Τα ηλεκτρικά ατυχήματα 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.

Προκύπτει ότι οι κίνδυνοι για την ασφάλεια των εργαζομένων από το ηλεκτρικό ρεύμα ποικίλουν και επομένως πρέπει να υπάρχει ειδική μέριμνα για κάθε έναν από αυτούς. Η ηλεκτροπληξία μπορεί να προκληθεί με τους παρακάτω τρόπους (Χατζηιωάννου, 2007):

- Άμεση επαφή με ηλεκτροφόρο αγωγό, όπως:
 - ο εναέριες γραμμές μεταφοράς ρεύματος μέσα σε βιομηχανικούς χώρους
 - ο μονάδες μετασχηματιστών υψηλής τάσης
 - ο ηλεκτρικό σύστημα που έχει απομονωθεί για επισκευή ή συντήρηση και τίθεται σε λειτουργία κατά λάθος από μη αρμόδιο άτομο
 - ο 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 μονώσεων κόβοντας ή αδυνατίζοντάς τα.

- Επαφή με ηλεκτρική συσκευή που έχει βλάβη με αποτέλεσμα τη δημιουργία βραχυκυκλώματος.
- Εκφόρτιση στατικού ηλεκτρισμού.

3.5.2. Μέτρα προστασίας από το ηλεκτρικό ρεύμα

Σύμφωνα με τον Κανονισμό Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων (ΚΕΗΕ), μία εγκατάσταση θεωρείται ασφαλής για ανθρώπους, όταν η τάση λειτουργίας δεν υπερβαίνει τα 50 V συνεχούς ή εναλλασσόμενου ρεύματος (ενεργός τιμή).

Για τάση λειτουργίας πάνω από 50 V, πρέπει να αποκλείεται η τυχαία επαφή με τα υπό τάση μέρη και, επιπρόσθετα, να ικανοποιείται μία τουλάχιστον από τις πιο κάτω συνθήκες:

1. Το ρεύμα δια μέσου του ανθρώπινου σώματος στην περίπτωση ατυχήματος να μην υπερβαίνει τα 0,5 mA (ενεργός τιμή) όταν πρόκειται για συνεχές ή εναλλασσόμενο ρεύμα μέχρι 60 Hz.
2. Η τάση επαφής να μην υπερβαίνει τα 50 V.
3. Τάση επαφής πάνω από 50 V να μη μπορεί να διατηρηθεί για χρόνους μεγαλύτερους των 5 sec, π.χ. η τάση των 220V.

Τα μέτρα προστασίας που ικανοποιούν τις πιο πάνω συνθήκες είναι γενικά, κατά το άρθρο 10 των ΚΕΗΕ, τα παρακάτω:

- χαμηλή τάση λειτουργίας (<50 V), υποβιβασμένη τάση,
- διπλή μόνωση,
- περίφραξη ή περίβλημα στα κυκλώματα,
- εγκατάσταση σε μονωμένο δάπεδο,
- γαλβανική απομόνωση,
- ουδετέρωση,
- γείωση μέσω διακόπτη διαφυγής τάσης,
- χρήση διακόπτη διαφυγής ρεύματος.

Μπορεί να γίνει συνδυασμός των παραπάνω σε ορισμένες περιπτώσεις. Η επιλογή της μεθόδου προστασίας στις εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις γίνεται από το διανομέα ηλεκτρικής ενέργειας, τη ΔΕΗ, εκτός αν οι ΚΕΗΕ απαιτούν μία συγκεκριμένη μέθοδο.

Χαμηλή τάση λειτουργίας

Χαμηλή ή υποβιβασμένη ονομαστική τάση λειτουργίας χρησιμοποιείται σε τηλεφωνικές εγκαταστάσεις, κυκλώματα ελέγχου, μετασχηματιστές συγκολλήσεων και αλλού.

Σημαντικό σε εγκαταστάσεις με τάση που έχει υποβιβαστεί είναι, οι μετασχηματιστές που παρέχουν την πιο πάνω τάση να μην έχουν καμία σύνδεση μεταξύ πρωτεύοντος και δευτερεύοντος και να αποκλείεται διαρροή τάσης από το πρωτεύον στο δευτερεύον. Αυτό πρέπει να γίνει με ενίσχυση της μόνωσης. Η αντοχή της μόνωσης πρέπει να είναι διπλάσια της κανονικής.

3.6. Κίνδυνοι πυρκαγιάς

Σε οποιαδήποτε θερμή εργασία ο κίνδυνος πυρκαγιάς είναι αρκετά μεγάλος. Οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στο τόξο της ηλεκτροσυγκόλλησης είναι της τάξης των χιλιάδων οC διευκολύνοντας την ανάφλεξη τυχόν εύφλεκτων ουσιών ή καυσίμων που μπορεί να βρίσκονται στο χώρο εργασίας. Το ίδιο το τόξο, αλλά και υψηλής θερμοκρασίας σταγόνες τήγματος που διασκορπίζονται κατά τη διαδικασία αποτελούν μια πολύ σημαντική πηγή ανάφλεξης και μπορούν να προκαλέσουν καταστροφικές συνέπειες ανάλογα με τις υπόλοιπες συνθήκες.

Απαιτούνται ιδιαίτερα μέτρα προστασίας από πυρκαγιά κατά την εκτέλεση της ηλεκτροσυγκόλλησης, ειδικά να ληφθεί υπ' όψιν ότι αυτή μπορεί να πραγματοποιείται σε βιομηχανικούς χώρους που μπορεί να υπάρχουν καύσιμα και γενικά εύφλεκτες ουσίες (π.χ. δεξαμενές πλοίων).

3.6.1. Κίνδυνοι πυρκαγιάς κατά την ηλεκτροσυγκόλληση

Κατά την εργασία του ηλεκτροσυγκολλητή παράγονται αρκετές και σημαντικές πηγές ανάφλεξης, ενώ αυτή λαμβάνει χώρα σε αρκετές περιπτώσεις κοντά ή μέσα σε χώρους που προηγουμένως είχαν χρησιμοποιηθεί για την αποθήκευση καυσίμων και γενικά εύφλεκτων υλών (π.χ. κύτη πλοίων). Είναι επίσης σύνηθες να γίνονται εργασίες συγκολλήσεων σε βιομηχανικούς χώρους κοντά σε δεξαμενές καυσίμων ή σε σημεία αποθήκευσης εύφλεκτων ουσιών.

Η κύρια πηγή ανάφλεξης που δημιουργείται κατά την ηλεκτροσυγκόλληση είναι το βολταϊκό τόξο. Ανάλογα με την ένταση του ρεύματος που χρησιμοποιείται η

θερμοκρασία του μπορεί να είναι από 6000 έως 8000 οC, μια θερμοκρασία αρκετά υψηλή – σημαντικά υψηλότερη από το σημείο τήξης και από το σημείο ανάφλεξης αρκετών ουσιών. Το γεγονός αυτό μπορεί να μετριάζεται από την ύπαρξη προστατευτικού αερίου, αλλά σε αμελητέο βαθμό.

Σημαντική πηγή ανάφλεξης, ίσως σημαντικότερη και από το βολταϊκό τόξο είναι τα σταγονίδια τηγμένου μετάλλου που διασκορπίζονται κατά τη συγκόλληση. Αυτά έχουν θερμοκρασία αρκετών χιλιάδων οC και μπορούν να διασκορπιστούν σε απόσταση αρκετών μέτρων (ανάλογα με τις συνθήκες και τις παραμέτρους της ηλεκτροσυγκόλλησης μπορεί να φτάσουν και τα 10 μέτρα) (Αδαμάκης Ι., 2007). Το γεγονός αυτό κάνει τα σταγονίδια πολύ επικίνδυνα πηγή ανάφλεξης μιας και μπορεί να φτάσουν σε σημεία που δεν έχουν ληφθεί κατάλληλα μέτρα ή σε σημεία που δεν υπάρχει πρόβλεψη να ελέγχονται για την προστασία από πυρκαγιά. Επίσης είναι δυνατόν να φτάσουν σε σημεία που να μη φαίνεται με την πρώτη ματιά τυχόν ανάφλεξη.

Σπινθήρες και πυρακτωμένα σωματίδια παράγονται επίσης και κατά την εκτέλεση βοηθητικών εργασιών από τον ηλεκτροσυγκολλητή, όπως το τρόχισμα ή το ματσακόνισμα. Και εδώ τα σωματίδια αυτά μπορούν να διασκορπιστούν σε μεγάλη απόσταση και να αποτελέσουν σοβαρή πηγή κινδύνου για πυρκαγιά, όπως επίσης και σπινθήρες που μπορεί να δημιουργηθούν κατά το ματσακόνισμα.

Ο χώρος, επίσης, που γίνονται οι εργασίες ενδέχεται να έχει υπολείμματα εύφλεκτων, οξειδωτικών και άλλων επικίνδυνων ουσιών. Ιδιαίτερα σε κλειστούς και περιορισμένους χώρους το πρόβλημα γίνεται πιο έντονο, καθώς μπορεί αρκετά εύκολα να συσσωρευτούν αναθυμιάσεις των ουσιών αυτών σε επικίνδυνες συγκεντρώσεις (εντός των ορίων αναφλεξιμότητας ή δημιουργία εκρηκτικών ατμοσφαιρών). Εξίσου επικίνδυνη μπορεί να είναι και η υπερβολική συγκέντρωση οξυγόνου σε ένα χώρο, μιας και σε τέτοια περίπτωση διευκολύνεται σε πολύ μεγάλο βαθμό η ανάφλεξη και η διάδοση της φωτιάς (Τσιρώνης Ι., Παπαδάκης Α., Γεωργιάδου Ε., 2008).

Ο περιβάλλον χώρος μπορεί να περιέχει πηγές κινδύνου πυρκαγιάς. Ακόμα κι αν στο χώρο που εκτελούνται οι εργασίες έχουν απομακρυνθεί ή εξουδετερωθεί με κάποιον τρόπο ενδεχόμενες εστίες φωτιάς, σε κάποιο γειτονικό οίκημα, αποθήκη κ.λ.π. μπορεί να υπάρχουν εύφλεκτες ύλες και γενικά επικίνδυνα σημεία τα οποία να μην έχουν ληφθεί υπ' όψιν κατά τη λήψη μέτρων προστασίας. Ένας χώρος στάθμευσης οχημάτων,

μια δεξαμενή καυσίμου, χώροι αποθήκευσης χρωμάτων κ.α. υπάρχει σοβαρή πιθανότητα να αποτελέσουν εστίες πυρκαγιάς, ακόμα και αν οι εργασίες γίνονται σε απόσταση, αν δε ληφθούν κατάλληλα μέτρα.

Τέλος, ένας κίνδυνος που παραγνωρίζεται είναι το ίδιο το σώμα του εργαζομένου μιας και μπορεί να κρύβει πηγές κινδύνου. Τα ρούχα του, τα παπούτσια του και γενικά όλος ο εξοπλισμός που φέρει μπορεί να είναι ακάθαρτος, να έχει λερωθεί με χρώματα, διαλυτικά και γενικά εύφλεκτες ουσίες. Σε τέτοια περίπτωση ένας σπινθήρας ή ένα εκτοξευόμενο σταγονίδιο κατά την εργασία του μπορεί να έχει ολέθρια αποτελέσματα.

Προληπτικά μέτρα κατά την ηλεκτροσυγκόλληση

Η ηλεκτροσυγκόλληση είναι μια θερμή εργασία, επομένως όποτε εκτελείται πρέπει να εφαρμόζεται η Πυροσβεστική Διάταξη υπ' αριθ. 7.

Οι εργασίες σύμφωνα με την παραπάνω διάταξη επιτρέπονται μόνο αν εκδοθεί ειδική άδεια και ληφθούν τα προβλεπόμενα προληπτικά μέτρα. Η άδεια εκδίδεται από τον υπεύθυνο πυρασφαλείας του κτιρίου ή της επιχείρησης, όπως αυτός έχει οριστεί από τον νόμο. Η ισχύς της είναι 24ωρη κατά μέγιστο και διασφαλίζει ότι:

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

Τα προληπτικά μέτρα που πρέπει να τηρούνται είναι τα παρακάτω:

- Σε ακτίνα 10 μέτρων από το σημείο που θα εκτελεστεί η θερμή εργασία θα πρέπει να απομακρύνονται όλα τα εύφλεκτα αντικείμενα. Προσοχή πρέπει να δοθεί στα αντικείμενα που βρίσκονται σε διπλανούς χώρους αν υπάρχουν ανοίγματα σε τοίχους και δάπεδα. Η παραπάνω απόσταση μπορεί και να αυξηθεί ανάλογα με τις συνθήκες εργασίας.
- Τα δομικά στοιχεία, οι εγκαταστάσεις και τα εξαρτήματα που είναι εύφλεκτα θα πρέπει να καλύπτονται με πυρίμαχα καλύμματα, ούτως ώστε να μη φτάνουν σε αυτά φλόγες, σπινθήρες, καυτά αέρια και

θερμότητα γενικά. Επίσης θα πρέπει να καλύπτονται αντικείμενα που δεν είναι δυνατό να μετακινηθούν.

- Τα ανοίγματα σε οροφές, δάπεδα και τοίχους από όπου περνούν σωληνώσεις, καλώδια και παρόμοιες εγκαταστάσεις καθώς και διάφορες ρωγμές και σχισμές θα πρέπει να καλύπτονται με ασφαλή τρόπο ή να σφραγίζονται.
- Θα πρέπει οι εργασίες να επιτηρούνται από ειδικό προσωπικό πυρόσβεσης, στο οποίο να διατίθενται τα κατάλληλα πυροσβεστικά μέσα.
- Μετά το τέλος της εργασίας ο χώρος πρέπει να ελέγχεται για τυχόν μικροεστίες ή σημεία υπερθέρμανσης που μπορεί να υποβόσκουν και σε γειτονικούς χώρους και να επιτηρείται για τουλάχιστον μία ώρα.

Επίσης το προσωπικό που εκτελεί τις εργασίες ηλεκτροσυγκόλλησης πρέπει να έχει τα κατάλληλα προσόντα και τη σχετική άδεια.

3.7. Προστασία από χημικούς παράγοντες

Πρωταρχικό μέλημα για την προστασία από χημικούς παράγοντες είναι η απομάκρυνση ή η μείωση της ποσότητας των ίδιων των παραγόντων με τρόπους που αναφέρονται παραπάνω σε κάθε έναν ξεχωριστά (π.χ. χρήση αερίων που μειώνουν το ρυθμό σχηματισμού όζοντος, καλός καθαρισμός της επιφάνειας των ελασμάτων κ.λ.π.). Όλα τα μέτρα προστασίας πρέπει να ξεκινούν από εκεί και να στοχεύουν στην πλήρη εξάλειψη των επικίνδυνων παραγόντων όπου αυτό είναι δυνατό και εφικτό. Ήδη αναπτύσσονται νέα ηλεκτρόδια που προσφέρουν χαμηλές εκπομπές αναθυμιάσεων προσφέροντας την ίδια ποιότητα συγκόλλησης. Τα ηλεκτρόδια αυτά περιέχουν λιγότερα επικίνδυνα στοιχεία στη σύστασή τους διατηρώντας, όμως τα μεταλλουργικά τους χαρακτηριστικά.

Εφόσον εξαντληθούν οι τρόποι μείωσης ή εξάλειψης των κινδύνων, τότε θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα απομάκρυνσης των επικίνδυνων ουσιών (αέρια, καπνός) με διάφορα συστήματα εξαερισμού και τέλος σε έκτακτες περιπτώσεις και σαν προσωρινό μέτρο η χρήση αναπνευστικών συσκευών, φίλτρων, μασκών κ.λ.π.

3.7.1. Προστατευτικός εξοπλισμός

Η χρήση προστατευτικού εξοπλισμού, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω πρέπει να αποτελεί έκτακτο και προσωρινό μέτρο για την προστασία από επικίνδυνους παράγοντες. Ανάλογα με την περίπτωση θα πρέπει να επιλέγεται και ο κατάλληλος εξοπλισμός, ο οποίος πρέπει να διατηρείται σε καλή κατάσταση. Τα περισσότερο διαδεδομένα μέσα προστασίας της αναπνοής είναι:

1. Προστατευτική μάσκα μιας χρήσης

Προστατεύει από καπνούς, σκόνη, νέφη και άλλα λεπτά σωματίδια. Δεν παρέχει προστασία από επικίνδυνα αέρια ή έλλειψη οξυγόνου, αλλά κάποιοι τύποι προστατεύουν από το όζον.



Εικόνα 3.1

2. Σύστημα προστασίας με μηχανική παροχή αέρα από το περιβάλλον

Το σύστημα αυτό παρέχει αέρα από το περιβάλλον με τη βοήθεια ανεμιστήρα, που βρίσκεται στη ζώνη του ηλεκτροσυγκολλητή. Ο αέρας φιλτράρεται από σωματίδια και από κάποια επικίνδυνα αέρια και οδηγείται στη μάσκα. Δεν παρέχει προστασία από έλλειψη οξυγόνου.



Εικόνα 3.2

3. Σύστημα προστασίας με παροχή πεπιεσμένου αέρα

Το σύστημα αυτό παρέχει αέρα στη μάσκα του ηλεκτροσυγκολλητή από εξωτερική πηγή. Με τη χρήση του παρέχεται προστασία από επικίνδυνα αέρια, σκόνη, ατμούς μετάλλων, αλλά δεν πρέπει να χρησιμοποιηθεί σε χώρους με έλλειψη οξυγόνου. Θα πρέπει να χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις που απαιτείται υψηλή προστασία (π.χ. σε περιορισμένους χώρους με ελάχιστο ή καθόλου εξαερισμό).



Εικόνα 3.3

3.8. ΕΡΓΟΝΟΜΙΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ

Αν και η ηλεκτροσυγκόλληση γενικά και η συγκεκριμένη μέθοδος ειδικότερα είναι αρκετά διαδεδομένες, η εφαρμογή μέτρων υγιεινής και ασφάλειας επικεντρώνεται σε ορισμένους μόνο επαγγελματικούς κινδύνους που προκύπτουν κατά τη διαδικασία αυτή. Συγκεκριμένα η προστασία από εργονομικούς κινδύνους υπολείπεται σε σχέση με άλλους αν και λόγω αυτών προκύπτουν αρκετοί τραυματισμοί και ατυχήματα. Τέτοιοι τραυματισμοί μυοσκελετικής φύσης εμφανίζονται αρκετά συχνά, παρουσιάζουν αρκετές φορές μεγάλη σοβαρότητα και χρειάζονται αρκετό χρόνο για να αποκατασταθούν, ενώ αρκετές φορές δεν αποκαθίστανται πλήρως.

Ως εργονομικοί κίνδυνοι θεωρούνται οι παράγοντες που προκαλούν σωματική καταπόνηση καθώς και οι συνθήκες του χώρου εργασίας που θέτουν σε κίνδυνο το μυοσκελετικό σύστημα του εργαζομένου μέσω τραυματισμού ή πάθησης. Συγκεκριμένα, εργονομικοί κίνδυνοι μπορεί να είναι μονότονα επαναλαμβανόμενες και βίαιες κινήσεις, ο αμετάβλητος φόρτος εργασίας και η καταπόνηση των μυών, οι κραδασμοί και οι ακραίες θερμοκρασίες, οι άβολες ή επίπονες και αφύσικες στάσεις εργασίας λόγω λανθασμένου σχεδιασμού του εξοπλισμού εργασίας και του εργασιακού χώρου.

Οι συγκολλητές κατά τη διάρκεια της εργασίας τους εκτελούν επαναλαμβανόμενες κινήσεις, σηκώνουν και μετακινούν μεγάλα φορτία, εργάζονται σε επίπονες,

κοπιαστικές στάσεις και θέσεις και γενικά εκτίθενται σε μεγάλο αριθμό εργονομικών κινδύνων. Η διαδικασία της συγκόλλησης περιλαμβάνει υψηλό φόρτο στους μύες κυρίως των χεριών, απαιτήσεις υψηλής ακρίβειας και μεγάλα στατικά φορτία σε αρκετές περιοχές του σώματος. Κατά συνέπεια θα πρέπει γενικά να δίνεται ιδιαίτερο βάρος στη σχεδίαση των διαφόρων σταθμών εργασίας, την εκπαίδευση των εργαζομένων για ορθές πρακτικές εργασίας (στάσεις, τεχνικές κ.α.), τη χρήση διατάξεων που διευκολύνουν την εργασία (πάγκοι εργασίας, ανυψωτικές διατάξεις, μηχανές συγκόλλησης ειδικά σχεδιασμένες) και γενικότερα τη μελέτη των εργονομικών κινδύνων.

3.8.1. Μυοσκελετικές παθήσεις κατά τη συγκόλληση MIG/ MAG.

Επιπλέον όλων των παραπάνω ένας ηλεκτροσυγκολλητής εκτίθεται ειδικότερα σε εργονομικούς κινδύνους που σχετίζονται άμεσα με την εργασία του. Οι κίνδυνοι που αναφέρθηκαν πιο πάνω εκφράζονται με ιδιαίτερο τρόπο στο περιβάλλον εργασίας ενός ηλεκτροσυγκολλητή και αλληλεπιδρούν διαφορετικά και με τους υπόλοιπους επικίνδυνους παράγοντες στους οποίους εκτίθεται.

Σημαντικός παράγοντας εργονομικών κινδύνων είναι τα στατικά φορτία που δέχεται ο ηλεκτροσυγκολλητής κατά τη διάρκεια της εργασίας του. Αυτά μπορεί να οφείλονται στον εξοπλισμό του, αλλά και στη στάση του σώματός του. Ο καυστήρας συγκόλλησης και η μάσκα προστασίας συνεισφέρουν σημαντικά στην καταπόνηση των μυών του ώμου, του χεριού και του αυχένα αντίστοιχα, ενώ οι μύες καταπονούνται σε μεγάλο βαθμό όταν η στάση του σώματος είναι ανορθόδοξη και επίπονη. Επίσης πρέπει να αναφερθεί ότι ακόμα και μια φυσιολογική στάση του σώματος μπορεί να προκαλέσει καταπόνηση σε διάφορους μύες όταν αυτή διατηρείται για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η φύση της εργασίας του αναγκάζει τον ηλεκτροσυγκολλητή να κρατά το σώμα του ακίνητο για μεγάλο χρονικό διάστημα, γεγονός που αυξάνει το στατικό φορτίο των μυών σε ολόκληρο το σώμα.

Γενικά κατά τη διαδικασία της συγκόλλησης αυτή καθ' αυτή, όταν εκτελείται σε φυσιολογική στάση, δεν απαιτείται μεγάλη μυϊκή δύναμη. Όμως ένας ηλεκτροσυγκολλητής κατά τη διάρκεια της εργασίας του εκτελεί και διάφορες άλλες εργασίες βοηθητικές ως προς αυτήν, όπως τη μεταφορά βαρέων φορτίων (μηχανές συγκόλλησης, φιάλες αερίων, έτοιμα τεμάχια κ.α.), ματσακόνισμα, πλανάρισμα, τρόχισμα και διάφορες άλλες. Σε αυτές τις περιπτώσεις δέχεται αρκετά επίπονα και

κοπιαστικά φορτία τα οποία οδηγούν σε τραυματισμούς αντίστοιχης φύσεως όπως διαστρέμματα, χτυπήματα από μετακινούμενα φορτία, κακώσεις των μυών κ.α.

3.8.2. Προστασία από εργονομικούς κινδύνους

Συμμετοχή των εργαζομένων

Κρίσιμο στοιχείο κατά την προστασία από εργονομικούς κινδύνους είναι ο ίδιος ο ρόλος των εργαζομένων. Οι παρατηρήσεις των εργαζομένων βοηθούν σε κάθε περίπτωση τον εργονομικό σχεδιασμό μιας θέσης εργασίας και τις εργονομικές παρεμβάσεις στον εργασιακό χώρο γενικά. Αυτοί γνωρίζουν καλύτερα από οποιονδήποτε τις διαδικασίες που ακολουθούν και τα προβλήματα που συναντούν. Είναι οι περισσότερο αρμόδιοι στο να εντοπίσουν τι τους κουράζει, τι τους προκαλεί δυσκολίες κατά την εργασία και να προτείνουν συγκεκριμένες λύσεις, όπως επίσης και να επιβεβαιώσουν και να εγκρίνουν το σωστό σχεδιασμό μιας θέσης εργασίας. Σε κάθε περίπτωση ισχύει ότι αν ένας εργαζόμενος δεν αισθάνεται άνετα με τη θέση εργασίας του, τότε το πρόβλημα έγκειται στο σχεδιασμό της και όχι στον εργαζόμενο.

Φυσιολογικοί ρυθμοί εργασίας, μειωμένη επαναληπτικότητα

Ένα άλλο κρίσιμο στοιχείο είναι η μη εντατικοποίηση της εργασίας. Ακόμα και η πιο ξεκούραστη στάση εργασίας, όταν αυτή υιοθετείται για μεγάλο χρονικό διάστημα, κουράζει και μπορεί να προκληθούν τραυματισμοί εξαιτίας της. Οι μύες του ανθρώπινου σώματος φέρουν φορτίο σε όποια στάση και αν βρίσκεται το σώμα, αρά και κουράζονται. Επίσης οι μονότονες κινήσεις προκαλούν καταπόνηση σε συγκεκριμένους μύες με σημαντικά αποτελέσματα.

Η επαναληπτικότητα της εργασίας που σχετίζεται άμεσα και με την εντατικοποίησή της αποτελεί σημαντικό παράγοντα εργονομικών κινδύνων. Μια μονότονη κίνηση που εκτελείται από έναν εργαζόμενο καθ' όλη τη διάρκεια της μέρας, κάθε μέρα εργασίας, σε ρυθμό που δεν καθορίζει ο ίδιος και συνήθως είναι αρκετά υψηλός (ειδικά όταν μιλάμε για γραμμή παραγωγής), μπορεί να προκαλέσει σοβαρές παθήσεις με την πάροδο των χρόνων εργασίας, αλλά και ατυχήματα ή τραυματισμούς. Ο ψυχολογικός παράγοντας παίζει μεγάλο ρόλο εδώ, όσον αφορά τον εφησυχασμό των εργαζομένων, αλλά και την αδυναμία αντίληψης της παραγωγικής διαδικασίας στο σύνολό της μιας

και συνήθως τέτοιου είδους εργασία αφορά στη συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων γραμμές παραγωγής.

Κεφάλαιο 5^ο: Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα που μπορούμε να εξάγουμε από όλα τα παραπάνω είναι πως, στη ουσία, κάθε μορφή συγκόλλησης υπάρχει και εφαρμόζεται σε ειδικές, κατά περίπτωση, συνθήκες.

Η χρήση μη ενδεδειγμένης μορφής συγκόλλησης θα έχει σαν αποτέλεσμα είτε τη μη σωστή συγκόλληση, είτε την καταστροφή των συγκολλούμενων μερών, ενώ, σε τελευταία ανάλυση, θέτει σε κίνδυνο τους χρήστες της κατασκευής.

Η χρήση των σωστών συσκευών και υλικών είναι απαραίτητη για ένα σωστό αποτέλεσμα. Η σωστή και προληπτική συντήρηση των μηχανημάτων μειώνει τους παράγοντες αστοχίας και προφυλάσσει τους συγκολλητές.

Η τήρηση των οδηγιών και η σημασία που πρέπει να δίνει ο συγκολλητής σ' αυτές είναι απαραίτητα για να έχουμε τα σωστά αποτελέσματα. Ας μην ξεχνάμε πως οι προδιαγραφές που υπάρχουν, εκπονήθηκαν για να διαφυλάσσουν τη ζωή και τη σωματική ακεραιότητα των συγκολλητών και των χρηστών της τελικής κατασκευής.

Οι επαγγελματικοί κίνδυνοι κατά τις συγκολλήσεις TIG και MIG/MAG οφείλονται σε ένα πλήθος παραγόντων. Κατά συνέπεια και η προστασία από αυτούς δεν μπορεί παρά να εξετάζει ένα μεγάλο εύρος πηγών κινδύνου, οι οποίες προκύπτουν από την ίδια τη διαδικασία, το χώρο εργασίας του ηλεκτροσυγκολλητή, αλλά και από το σύνολο της παραγωγικής διαδικασίας στην οποία είναι ενταγμένος ο ηλεκτροσυγκολλητής.

Προφανώς και το σύνολο των επαγγελματικών κινδύνων στους οποίους ενδέχεται να εκτεθεί ένας εργαζόμενος, οποιασδήποτε ειδικότητας ή κλάδου, δεν μπορεί να αναλυθεί στα πλαίσια μιας διπλωματικής εργασίας, αλλά έγινε προσπάθεια να παρουσιαστούν οι κίνδυνοι που σχετίζονται άμεσα με τις συγκολλήσεις TIG και MIG/MAG καθώς και αυτοί που προκύπτουν στο σύνθετο περιβάλλον εργασίας.

Κατά την περιγραφή των μέτρων και τρόπων προστασίας για κάθε κίνδυνο, είναι φανερό ότι αυτοί εξαρτώνται άμεσα από το επίπεδο ανάπτυξης της τεχνολογίας κάθε χρονική στιγμή, το οποίο επιδρά και στις ίδιες τις παραμέτρους της μεθόδου, αλλά και στις δυνατότητες εφαρμογής και την ανάπτυξη μέτρων τεχνητής προστασίας.

Πέρα, όμως, από τα παραπάνω, κυρίαρχο ρόλο στην αποτελεσματική προστασία των εργαζομένων παίζει η διαπαιδαγώγησή τους στην υιοθέτηση των προτεινόμενων μέτρων προστασίας κάθε φορά, η απαίτησή τους για ασφαλείς συνθήκες εργασίας

απέναντι στην ολοένα και αυξανόμενη εντατικοποίηση της εργασίας. Οι εργοδότες οφείλουν να προστατεύουν την ανθρώπινη ζωή και υγεία στην επιχείρησή τους και το κράτος να μεριμνά για την εκπαίδευση και την επιμόρφωση εργαζομένων και εργοδοτών και να επιβλέπει τους όρους με τους οποίους οι εργαζόμενοι της χώρας στο σύνολό τους συμμετέχουν στην παραγωγική διαδικασία γενικά.

Βιβλιογραφία

- ❖ Αδαμάκης Ι., Εργασίες Συγκόλλησης και Κοπής Μετάλλων, από την έκδοση του ΕΛΙΝΥΑΕ: Θέματα Υγείας και Ασφάλειας της Εργασίας για επιχειρήσεις β' κατηγορίας (Π.Δ. 294/1988), Αθήνα, 2007
- ❖ Αλεξόπουλος Ευάγγελος, Κίνδυνοι για την Υγεία από την Ηλεκτροσυγκόλληση, εκδόσεις ΕΛΙΝΥΑΕ, Αθήνα, 2007
- ❖ Αμερικανική Εταιρία Κυβερνητικών Υγιεινολόγων Βιομηχανίας (ACGIH), Οριακές Τιμές Χημικών Ουσιών και Φυσικών Παραγόντων και Δείκτες Βιολογικής Έκθεσης (1996), εκδόσεις ΕΛΙΝΥΑΕ, Αθήνα, 1997
- ❖ Βαγιόκας Ν., Σήμανση Ασφάλειας και Υγείας στους Χώρους Εργασίας, από την έκδοση του ΕΛΙΝΥΑΕ: Θέματα Υγείας και Ασφάλειας της Εργασίας για επιχειρήσεις β' κατηγορίας (Π.Δ. 294/1988), Αθήνα, 2007
- ❖ Βαφειδου Ε., Γκινάλας Τ., Δρίβας Σ., Ο Θόρυβος στην Εργασία, εκδόσεις ΕΛΙΝΥΑΕ, Αθήνα, 2005
- ❖ Γεωργιάδου Ε., Κίνδυνοι Πυρκαγιάς και Πυροπροστασία, ΕΛΙΝΥΑΕ
- ❖ Γεωργιάδου Ε., Παπαδόπουλος Μ., Κίνδυνοι Πυρκαγιάς – Εκρήξεων/ Μέτρα Προστασίας, εκδόσεις ΕΛΙΝΥΑΕ, Αθήνα, 2008
- ❖ Δαλαμάγκας Β., Θόρυβος Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων, Σεμινάρια ΕΜΠ, Αθήνα, 1996
- ❖ Διαμαντούδης Θεοδόσιος, Συγκολλήσεις Μετάλλων, Θεσσαλονίκη, 2000
- ❖ Δρίβας Σ., Ζορμπά Κ., Κουκουλάκη Θ., Μεθοδολογικός οδηγός για την εκτίμηση και πρόληψη του επαγγελματικού κινδύνου, Β' έκδοση, εκδόσεις ΕΛΙΝΥΑΕ, Αθήνα, 2003
- ❖ ΕΛΙΝΥΑΕ, Θέματα Υγείας και Ασφάλειας της Εργασίας για επιχειρήσεις β' κατηγορίας (Π.Δ. 294/1988), Αθήνα, 2007
- ❖ Ζορμπά Κ., Μέσα Ατομικής Προστασίας, από την έκδοση του ΕΛΙΝΥΑΕ: Θέματα Υγείας και Ασφάλειας της Εργασίας για επιχειρήσεις β' κατηγορίας (Π.Δ. 294/1988), Αθήνα, 2007

- ❖ Λώμη Κ., Εργονομία - Γενικές Αρχές Εργονομικού Σχεδιασμού, από την έκδοση του ΕΛΙΝΥΑΕ: Θέματα Υγείας και Ασφάλειας της Εργασίας για επιχειρήσεις β' κατηγορίας (Π.Δ. 294/1988), Αθήνα, 2007
- ❖ Παπάζογλου Β. Ι., Τσαρακλής Ζ., Υγιεινή και Ασφάλεια στις Ναυπηγοεπισκευαστικές Εργασίες (Πανεπιστημιακές Σημειώσεις), εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα, 2001
- ❖ Ραντίν Λ., Πούλιος Κ., Ηλεκτρική Ασφάλεια, ΕΛΙΝΥΑΕ
- ❖ Σελλούντος Β., Χουσιανάκος Κ., Παπαϊωάννου Γ., Πέρδιος Σ., Πυρασφάλεια: Εφαρμοσμένη Πυροπροστασία και Στοιχεία Πυρόσβεσης, Φοίβος, Αθήνα, 1988
- ❖ Τσαρακλής Ζ., Κραψίτης Ι., Υγιεινή και Ασφάλεια των Εργαζομένων στη Ναυπηγοεπισκευαστική Βιομηχανία, Ε. Κ. Πειραιά, Πειραιάς, 1997
- ❖ Τσιρώνης Ι., Παπαδάκης Α., Γεωργιάδου Ε., Δουλεύοντας σε Περιορισμένους Χώρους/ Κίνδυνοι και Μέτρα Προστασίας, εκδόσεις ΕΛΙΝΥΑΕ, Αθήνα, 2008
- ❖ Χατζηγιωάννου Χ., Κίνδυνοι από το Ηλεκτρικό Ρεύμα, από την έκδοση του ΕΛΙΝΥΑΕ: Θέματα Υγείας και Ασφάλειας της Εργασίας για επιχειρήσεις β' κατηγορίας (Π.Δ. 294/1988), Αθήνα, 2007

Περιεχόμενα

Περίληψη	1
Abstract.....	4
Πρόλογος	5
Εισαγωγή	8
Κεφάλαιο 1 ^ο : Συγκολλήσεις	9
1.1. Συγκολλητικότητα των υλικών	9
1.1.1. Κράματα σιδήρου - άνθρακα.....	10
1.1.2. Μη σιδηρούχα κράματα μετάλλων.....	11
1.2. Έλεγχος συγκολλήσεων	11
1.2.2. Καταστροφικές δοκιμές.....	12
1.3. Συγκόλληση με οξυγονοασετυλίνη.....	13
1.4. Συγκόλληση τόξου	13
1.5. Ηλεκτροσυγκόλληση σε αδρανή ατμόσφαιρα.....	14
1.6. Ηλεκτροσυγκόλληση με αντίσταση (ηλεκτροπόντα)	15
1.7. Άλλες μέθοδοι συγκολλήσεων.....	17
1.7.1. Υπέρηχοι.....	17
1.7.2. Laser	18
1.7.3. Τριβή.....	19
1.7.4. Πλάσμα.....	20
1.8. Συγκόλληση πλαστικών.....	20
1.9. Ετερογενείς Συγκολλήσεις.....	21
Κεφάλαιο 2 ^ο : Συγκολλήσεις TIG, MIG και MAG	22
2.1. Μέθοδος T.I.G	22
2.1.1. Πλεονεκτήματα μεθόδου συγκόλλησης TIG;	24
2.3. Μέθοδος M.A.G.....	27
2.4. Συγκολλήσεις MIG-MAG (ARGON).....	28
Κεφάλαιο 3 ^ο : Μέτρα ασφαλείας και πρόληψη ατυχημάτων	34
3.1. Στατιστικά ατυχημάτων	34
3.2. Κίνδυνοι για την ασφάλεια ή κίνδυνοι ατυχήματος	35

3.3.	Κίνδυνοι για την υγεία.....	37
3.4.	ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΜΕΤΡΩΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΥ.....	38
3.5.	ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ	39
3.5.1.	Κίνδυνοι από το ηλεκτρικό ρεύμα.....	39
3.5.2.	Μέτρα προστασίας από το ηλεκτρικό ρεύμα	41
3.6.	Κίνδυνοι πυρκαγιάς	42
3.6.1.	Κίνδυνοι πυρκαγιάς κατά την ηλεκτροσυγκόλληση	42
3.7.	Προστασία από χημικούς παράγοντες.....	45
3.7.1.	Προστατευτικός εξοπλισμός	46
3.8.	ΕΡΓΟΝΟΜΙΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ	47
3.8.1.	Μυοσκελετικές παθήσεις κατά τη συγκόλληση MIG/ MAG.....	48
3.8.2.	Προστασία από εργονομικούς κινδύνους.....	49
	Κεφάλαιο 5 ^ο : Συμπεράσματα	51
	Βιβλιογραφία	53
	Περιεχόμενα	55
	Κατάλογος Εικόνων, Σχημάτων και Πινάκων.....	56

Κατάλογος Εικόνων, Σχημάτων και Πινάκων

Πίνακας 1.1:	Συγκολλητικότητα κραμάτων σιδήρου – άνθρακα	10
Σχήμα 1.1:	Διάταξη ηλεκτροσυγκόλλησης.....	13
Σχήμα 1.2:	Διαδικασία ηλεκτροσυγκόλλησης.....	14
Σχήμα 1.3:	Φορητή συσκευή συγκόλλησης με αντίσταση	15
Σχήμα 1.4 και 1.4α:	Συγκόλληση σε ηλεκτροπόντα.....	16
Σχήμα 1.5 και 1.5α:	Συγκόλληση με υπερήχους	18
Σχήμα 1.6:	Συγκόλληση με Laser	19
Σχήμα 1.7:	Συγκόλληση με τριβή	20
Εικόνα 2.1:	Συσκευή συγκόλλησης TIG	22
Εικόνα 2.2:	Τσιμπίδα TIG	23
Σχήμα 2.3:	Συγκόλληση T.I.G.	23
Εικόνα 2.4:	Κατασκευές και επισκευές	24
Εικόνα 2.5:	Φανοποιία	24

Εικόνα 2.6: Δημιουργικές τέχνες.....	25
Εικόνα 2.7: Ραφή TIG.....	25
Εικόνα 2.8: Ραφή ηλεκτροδίου.....	26
Εικόνα 2.9: Επίπεδα.....	26
Εικόνα 2.10: Κάθετα.....	26
Εικόνα 2.11: Ουρανό.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Σχήμα 2.12: Σύνδεση τσιμπίδας TIG.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Σχήμα 2.13: Μηχανή συγκόλλησης MIG ..	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Εικόνα 2.14: Μηχανή συγκόλλησης MAG	27
Σχήμα 2.15: Διάταξη συγκόλλησης M.A.G.....	28
Εικόνα 2.16: Ρομποτική συγκόλληση.....	28
Εικόνα 2.17: Παροχή σύρματος συγκόλλησης.....	30
Εικόνα 2.18: Σχηματική παράσταση συγκόλλησης αερίου.....	31
Πίνακας 2.1: Χρωματικές διακρίσεις φιαλών.....	33
Εικόνα 3.1	46
Εικόνα 3.2	46
Εικόνα 3.3	47