

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ : ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΙΣ ΜΜΑ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΖΕΡΒΟΣ ΦΩΤΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΧΑΤΖΗΦΩΤΙΟΥ ΘΩΜΑΣ

ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ

2012

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ : ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΙΣ MMA

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΖΕΡΒΟΣ ΦΩΤΙΟΣ

ΑΜ : 4242

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ :

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το θέμα της πτυχιακής εργασίας είναι οι συγκολλήσεις μετάλλων MMA(Manual Metal Arc) ή αλλιώς συγκολλήσεις ηλεκτρικού τόξου.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναφερόμαστε στις θέσεις που πρέπει να έχει ένας συγκολλητής για να φέρει εις πέρας μια τέτοια εργασία καθώς και στις τυποποιήσεις κατά ISO που απαιτούνται για τις εργασίες αυτές. Κάνουμε αναφορά στην προετοιμασία των μετάλλων και συγκεκριμένα την προετοιμασία των άκρων τους (λοξοτομές γρέζια κλπ), και παρουσιάζουμε τους τρόπους κοπής των προς συγκόλληση άκρων για την καλύτερη συγκόλλησή τους και την αποφυγή των φαινομένων που παρουσιάζονται.

Στο δεύτερο κεφάλαιο κάνουμε αναφορά σε κάποιες βασικές αρχές των συγκολλήσεων τόξου όπως στην και στην εισαγωγή συγκόλλησης στα διάφορα σημεία που χρειάζεται να αναπληρωθεί επιπλέον υλικό

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται λόγος για τα είδη του ηλεκτρικού ρεύματος που χρησιμοποιούνται σε τέτοιες εργασίες καθώς και για τις μηχανές ηλεκτροσυγκόλλησης που χρειάζονται. Γίνεται επίσης λόγος για τα ηλεκτρόδια που είναι απαραίτητα σε εργασίες τέτοιες αλλά και τρόποι συντήρησής τους

Το τέταρτο κεφάλαιο αναφέρεται στον ποιοτικό έλεγχο των ηλεκτροσυγκολλήσεων που είναι απαραίτητες μετά από κάθε συγκόλληση, τις οπτικές επιθεωρήσεις που πρέπει να γίνονται καθώς και οι καταστρεπτικές και μη καταστρεπτικές δοκιμές για την διαπίστωση της αντοχής της συγκόλλησης, καθώς και μια αναφορά στις ρηγματώσεις που υπάρχουν σε κάθε συγκόλληση

Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο μελετούνται οι κίνδυνοι και τα μέτρα προστασίας που πρέπει να λαμβάνονται κατά την ηλεκτροσυγκόλληση, οι απαραίτητες μάσκες που χρησιμοποιούνται καθώς και κάποια είδη μασκών ποιο εξειδικευμένα

Abstract

The theme of the thesis is the welding of metals MMA (Manual Metal Arc) welding or arc otherwise.

In the first chapter, the positions should have a welder to carry out such work as well as presentations by ISO required for such work. We report the preparation of metals, namely the preparation of their limbs (bevel cuts burr, etc.), and present ways of cutting edges to be welded to improve adhesion and prevent the phenomena presented.

In the second chapter we mention some basic principles of welding arc welding as in the introduction to the various points needed. The cracks and the role of hydrogen are also an important piece touched on in this chapter

The third chapter talks about the types of electricity used in such work and welding machines they need. Also refers to the electrodes needed in such operations and maintenance methods

The fourth chapter deals with quality control of welding needed after each weld, the visual inspections should be made as well as destructive and non destructive testing to determine the strength of the weld

In the fifth and final chapter we study the risks and protective measures should be taken when welding, the necessary masks and used a more sophisticated types of masks

Πρόλογος

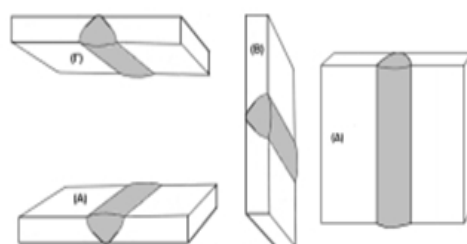
Στην παρούσα πτυχιακή εργασία μελετάται ο τύπος συγκολλήσεων ηλεκτρικού τόξου ή τύπος MMA(Manual Metal Arc) που χρησιμοποιείται για την συγκόλληση διαφόρων τύπων μετάλλων στην ναυτιλία αλλά και στην ξηρά γενικότερα. Μελετούνται οι σωστοί τρόποι συγκολλήσεων και όλα τα απαραίτητα σύνεργα για την σωστή και ασφαλή περαίωση μιας τέτοιας εργασίας. Αναφέρονται τα διάφορα είδη ηλεκτροδίων που χρησιμοποιούνται κατά την εργασία αυτή όπως και τα διάφορα μέταλλα που συγκολλούνται με την συγκεκριμένη μέθοδο. Οι ρηγματώσεις που δημιουργούνται μετά το πέρας της συγκόλλησης είναι επίσης ένας σημαντικός παράγοντας που επισημάνεται καθώς επίσης και τα διάφορα είδη ηλεκτρικού ρεύματος που χρησιμοποιούνται. Επισημάνονται οι σωστοί τρόποι κοπής των μετάλλων και τα σύνεργα που χρειάζονται για την εκτέλεση τους για να έχουμε μια επιτυχή συγκόλληση.

Οι καταστρεπτικές και μη καταστρεπτικές δοκιμές είναι μια σημαντική εργασία που επισημάνεται για να μπορούμε να ελέγξουμε πόση αντοχή έχει η συγκόλληση μας, αναφέρονται επίσης οι κίνδυνοι και τα μέσα προστασίας τόσο για τον ίδιο τον συγκολλητή (όραση, σωματικές βλάβες) όσο και για το περιβάλλον γύρω του (ηλεκτροπληξίες, πυρκαγιές κ.α.)

Κεφάλαιο 1

1.1 Οι θέσεις ηλεκτροσυγκόλλησης

Στο κεφάλαιο αυτό αναφέρονται γενικά οι θέσεις συγκόλλησης και οι συναρμογές των άκρων των προς συγκόλληση τεμαχίων. Στην παράγραφο αυτή θα οριστούν ορισμένες βασικές έννοιες και θα αναφερθούμε λεπτομερέστερα σε ορισμένα σημεία που έχουν ιδιαίτερη σημασία για τις ηλεκτροσυγκολλήσεις. Οι βασικές θέσεις συγκόλλησης είναι τέσσερις και στην πιο απλή μορφή τους φαίνονται στο σχήμα(1.1). Έχουμε την επίπεδη θέση, την οριζόντια, τον ουρανό και την κατακόρυφη.

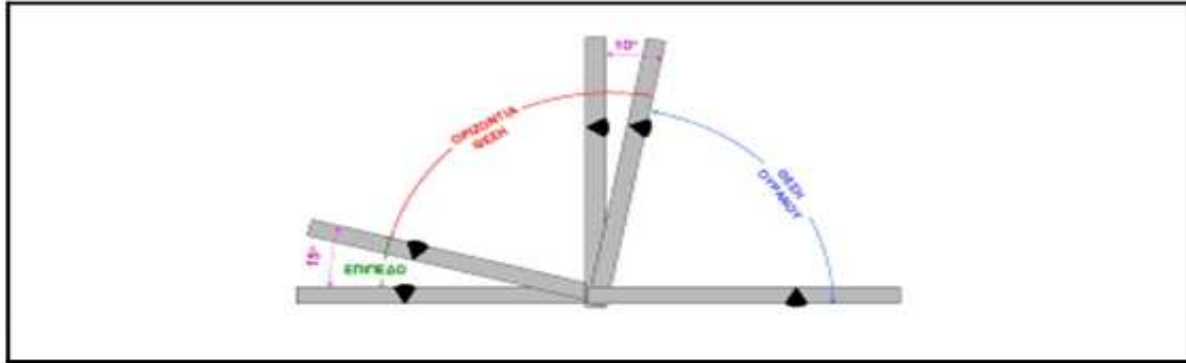


Σχήμα (1.1)

Η κατακόρυφη θέση διακρίνεται σε ανεβατή, όταν μετακινούμε το ηλεκτρόδιο προς τα άνω και κατεβατή, όταν το μετακινούμε προς τα κάτω. Έτσι οι θέσεις ηλεκτροσυγκόλλησης ανέρχονται συνολικά σε πέντε. Οι πλέον δύσκολες είναι του ουρανού και η κατεβατή και για την εκτέλεσή τους ορισμένοι μόνο τύποι ηλεκτροδίων μπορούν να χρησιμοποιηθούν.

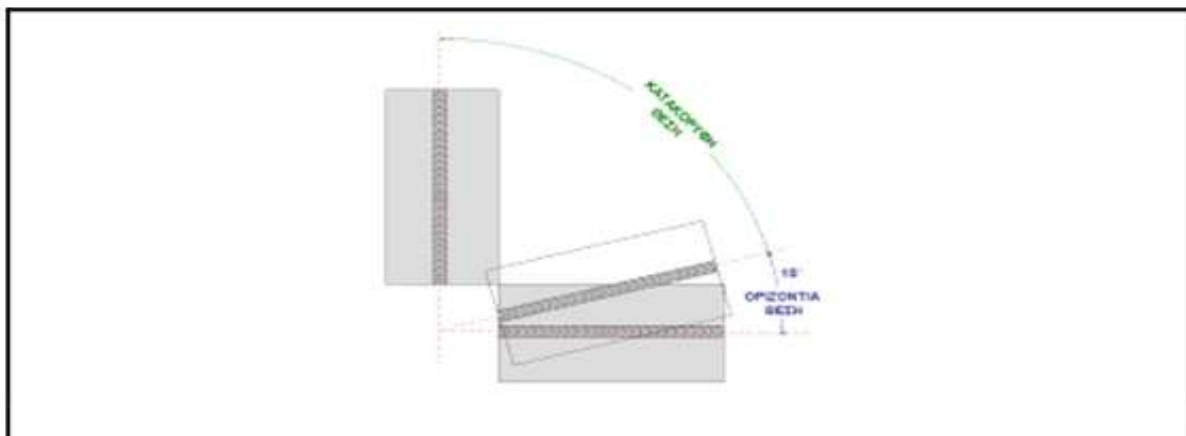
Παρατήρηση: Στην τυποποίηση κατά ISO-6947, καθορίζονται ακόμη δύο θέσεις που είναι η γωνιακή επίπεδη και η γωνιακή ουρανού, δηλαδή οι εξωραφές. Έτσι οι θέσεις ηλεκτροσυγκόλλησης, σύμφωνα με το ISO-6947, ανέρχονται συνολικά σε επτά (7). Η διάκριση αυτή όμως, στην πράξη, δε διαφοροποιεί τίποτε. Ο ίδιος τύπος ηλεκτροδίου χρησιμοποιείται τόσο στην επίπεδη όσο και στη γωνιακή επίπεδη. Αντίστοιχα, με το ίδιο ηλεκτρόδιο αντιμετωπίζονται οι περιπτώσεις ουρανού και γωνιακής ουρανού, οι θέσεις του σχήματος είναι τυπικές. Αν όμως τα προς συγκόλληση ελάσματα έχουν άλλη γωνία, π.χ. 25° , τότε ποια είναι η θέση συγκόλλησης; Να σημειωθεί ότι: Η αναγνώριση της θέσης συγκόλλησης είναι βασική, για να γίνει η επιλογή του κατάλληλου ηλεκτροδίου.

Υποθέτουμε τα δύο ελάσματα πάνω σε μία επίπεδη επιφάνεια, π.χ. σε μια κόλλα χαρτί που στο μέσο της έχουμε χαράξει μία ευθεία που συμβολίζει τη ραφή συγκόλλησης. Περιστρέφουμε την επιφάνεια με άξονα τη ραφή. Άρα



Σχήμα (1.2)

- Επίπεδη θέση: Μέχρι και τις 15° , τα ελάσματα θεωρούνται ότι εξακολουθούν να βρίσκονται στην επίπεδη θέση.
- Οριζόντια θέση: Συνεχίζουμε να περιστρέφουμε την επιφάνεια. Όταν τα ελάσματα είναι σε επιφάνεια που αποκλίνει από την οριζόντια περισσότερο από 15° και δεν περνάει την κατακόρυφο περισσότερο από 10° , τότε βρίσκονται σε οριζόντια θέση.
- Ουρανός: Όταν η απόκλιση από την οριζόντια θέση υπερβεί τις 100° τότε έχουμε συγκόλληση ουρανού. Τίθεται, επίσης, το ερώτημα μέχρι ποια γωνία κλίσης η ραφή θεωρείται ότι είναι σε οριζόντια θέση. Φέρνουμε την υποτιθέμενη ραφή στην τυπική οριζόντια θέση. Αρχίζουμε να την περιστρέφουμε, διατηρώντας την κατακόρυφη. Όπως βλέπουμε στα σχήματα (1.2) και (1.3) έχουμε:
- Οριζόντια θέση: Όταν η ραφή συγκόλλησης αποκλίνει από την πραγματική οριζόντια μέχρι και 15°
- Κατακόρυφη θέση: Όταν η ραφή συγκόλλησης αποκλίνει από την οριζόντια περισσότερο από 15° .



Σχήμα (1.3)

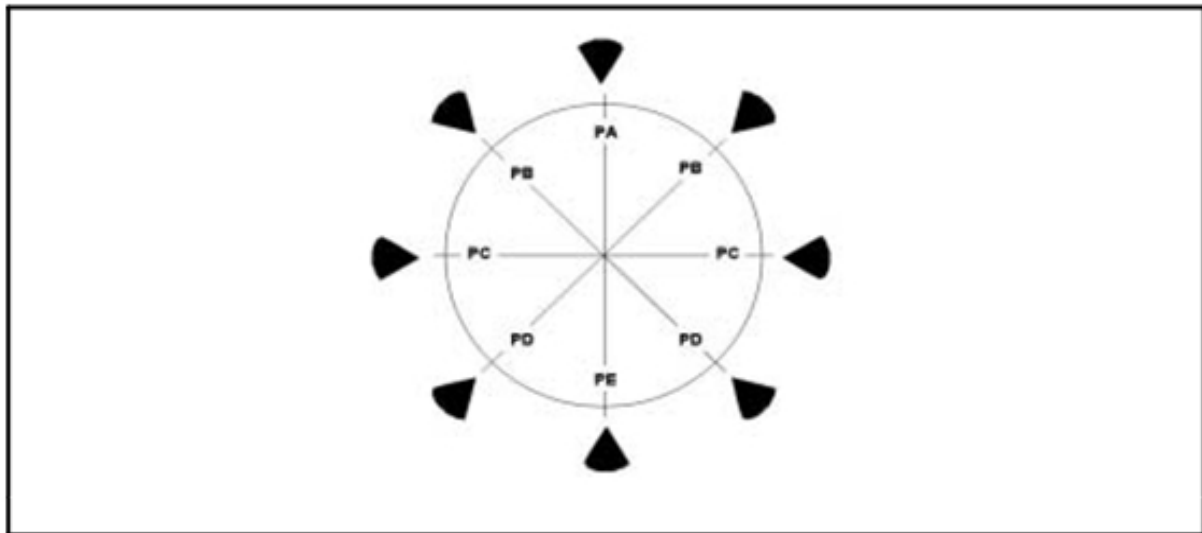
1.2 Συμβολισμοί κατά ISO

Από εδώ και πέρα στο βιβλίο, για το συμβολισμό της θέσης συγκόλλησης, θα χρησιμοποιούμε μόνο τους συμβολισμούς κατά ISO-6947. Όπως ήδη γνωρίζουμε, η κάθε θέση ηλεκτροσυγκόλλησης έχει ένα συμβολισμό με δύο γράμματα. Το πρώτο γράμμα είναι το P² και μετά ακολουθεί ένα από τα A, B, C, D, E, F, G. Ισχύουν οι εξής συμβολισμοί:

- PA: Επίπεδη
- PC: Οριζόντια
- PE: Ουρανός
- PF: Κατακόρυφη ανεβατή
- PG: Κατακόρυφη κατεβατή

Η θέση ανάμεσα στο PA και PC χαρακτηρίζεται ως PB (γωνιακή επίπεδη), ενώ μεταξύ του PE και του PF ως PD (γωνιακή ουρανού). Υπενθυμίζουμε, επίσης, ότι οι γωνιακές ραφές ονομάζονται και εξωραφές, ενώ οι άλλες ονομάζονται εσωραφές.

Στο σχήμα (1.4) βλέπουμε το χαρακτηρισμό των θέσεων. Είναι φανερό ότι οι θέσεις έχουν ονομαστεί με μία λογική σειρά και για αυτό δεν είναι δύσκολη η απομνημόνευσή τους

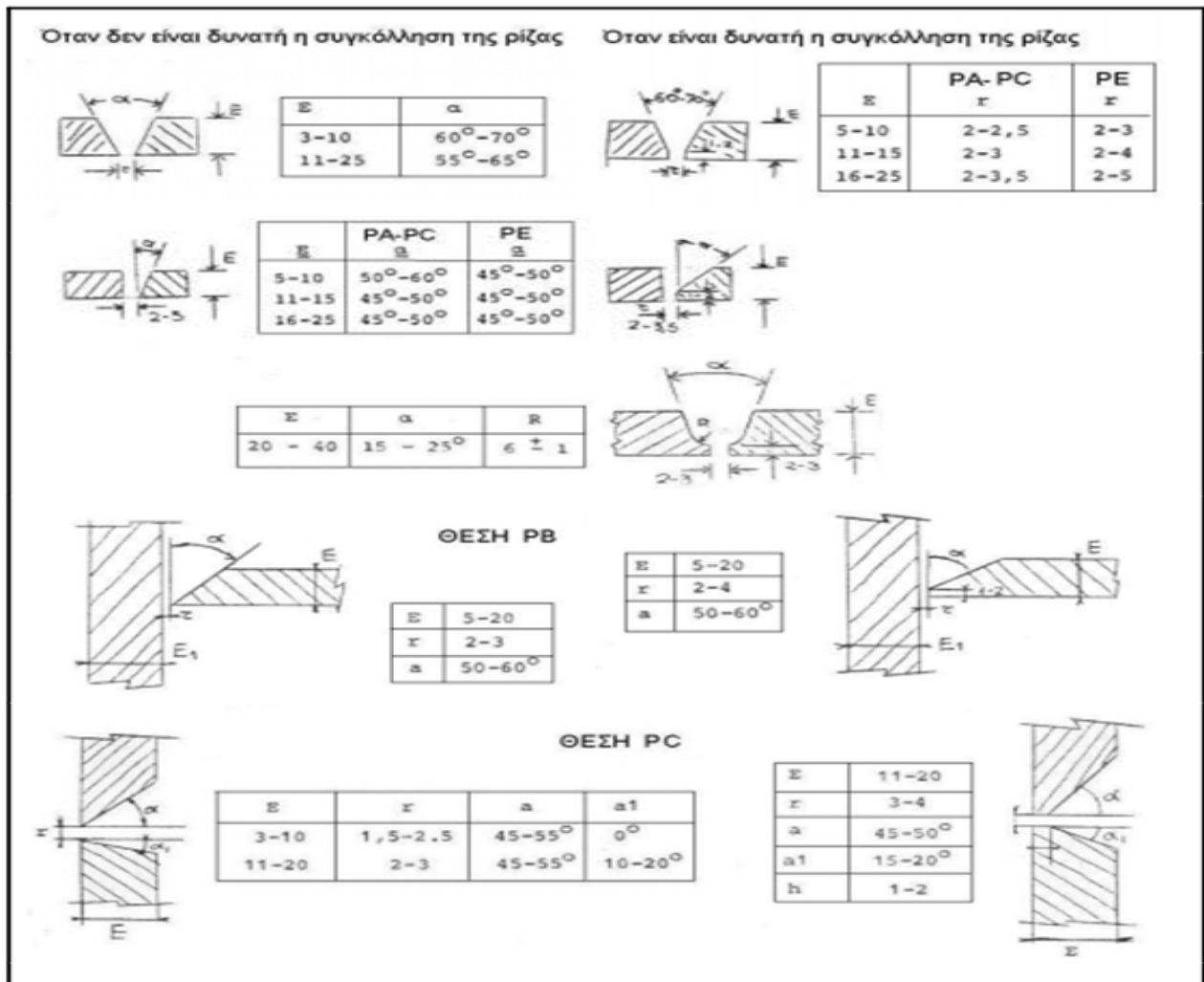


Σχήμα (1.4)

1.3 Προετοιμασία των άκρων

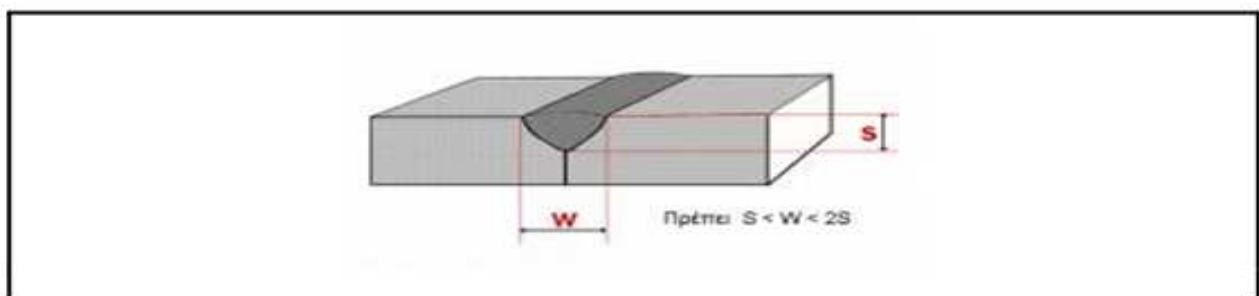
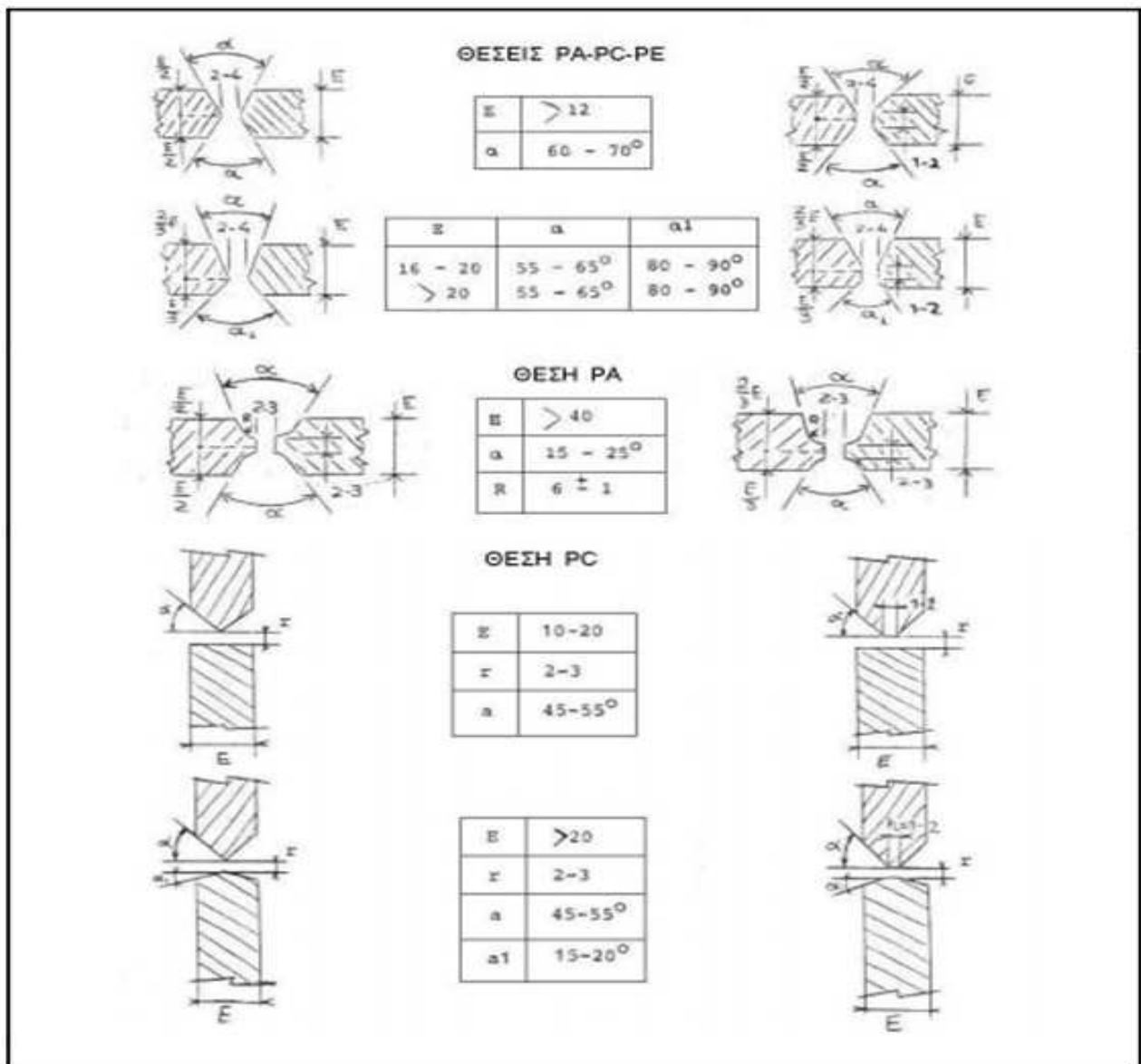
Όταν τα ελάσματα είναι μεγάλου πάχους, γίνεται προετοιμασία των άκρων τους, με σκοπό να εξασφαλιστεί η καλή συγκόλληση μέχρι τη ρίζα. Όταν η συγκόλληση γίνεται μόνο από τη μια πλευρά, η προετοιμασία γίνεται με τους τρόπους που φαίνονται στον πίνακα (1.5), ενώ, όταν γίνεται και από τις δύο πλευρές, με τους τρόπους που επίσης αναφέρονται

Οι λοξοτομές των ελασμάτων, που φαίνονται στα σχήματα μπορούν, να γίνουν με μηχανουργικά μέσα (στη φρέζα) ή με οξυγονοκοπή ή με πλάσμα. Ο πλέον συνήθης τρόπος για τους ανθρακούχους χάλυβες είναι η οξυγονοκοπή και στις άλλες περιπτώσεις το πλάσμα. Σε πολύ μικρά μήκη συγκόλλησης, π.χ. για τη συγκόλληση δύο τεμαχίων μορφοσιδήρου, η λοξοτομή μπορεί να γίνει και με τροχό



Πίνακας (1.5)

Όλοι οι τρόποι προετοιμασίας των άκρων θα πρέπει να εξασφαλίζουν ότι το πλάτος της ηλεκτροσυγκόλλησης θα είναι μεγαλύτερο από το βάθος διείσδυσης, που για μονόπλευρη συγκόλληση, συνήθως είναι όσο και το πάχος του ελάσματος, ενώ για αμφίπλευρη, ίσο με το ήμισυ του πάχους. Αυτό φαίνεται στον πίνακα (1.6). Αν δεν εφαρμοστεί αυτός ο κανόνας, υπάρχει κίνδυνος ρηγμάτωσης κατά μήκος της συγκόλλησης. Για το λόγο αυτό, η γωνία των προηγούμενων σχημάτων πρέπει να είναι τουλάχιστον 45°.



Πίνακας (1.6)

1.4 Οι τρόποι κοπής των προς συγκόλληση άκρων

(α) Με μηχανουργικά μέσα

Η προετοιμασία των άκρων με μηχανουργικά μέσα γίνεται σχετικά σπάνια. Τα άκρα των κυλινδρικών τεμαχίων προετοιμάζονται στον τόρνο και των επίπεδων στη φρέζα. Η φρέζα προσφέρεται ως μέσο διαμόρφωσης, ιδίως όταν τα άκρα πρέπει να προετοιμαστούν σε μορφή U.

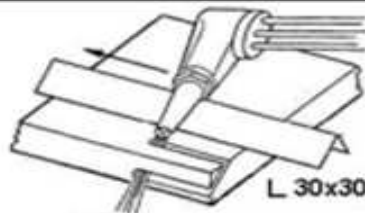
(β) Με οξυγονοκοπή

Η οξυγονοκοπή γίνεται με οξειδωτική φλόγα οξυγόνου-ασετιλίνης και κόβει το μέταλλο με την οξείδωση (κάψιμο). Για το λόγο αυτό δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ανοξειδωτους χάλυβες ή σε κράματα αλουμίνιου ή χαλκού, επειδή αυτά δεν οξειδώνονται. Η προετοιμασία των άκρων, για την επίτευξη της επιθυμητής γωνίας και του σχήματος της κοπής, γίνεται και με τη χρήση ειδικών συσκευών. Όπως στο σχήμα (1.7) παρακάτω



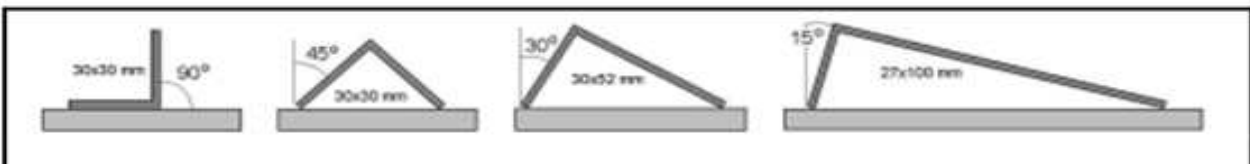
Σχήμα (1.7)

Ένας τρόπος που, επίσης, χρησιμοποιείται πολύ, όταν πρόκειται να κάνουμε φρέζα 45° , σε ευθεία γραμμή (που είναι και το πλέον συνηθισμένο), είναι με τη χρήση μιας ισοσκελούς γωνίας από προφίλ μορφοσιδήρου ως οδηγού. Σχήμα (1.8)



Σχήμα (1.8)

Αν επιθυμούμε διαμόρφωση των άκρων σε άλλη γωνία εκτός των 45° , μπορεί να διαμορφωθεί η κατάλληλη ανισοσκελής γωνία (Σχήμα 1.9), κόβοντας κατά μήκος το ένα σκέλος.

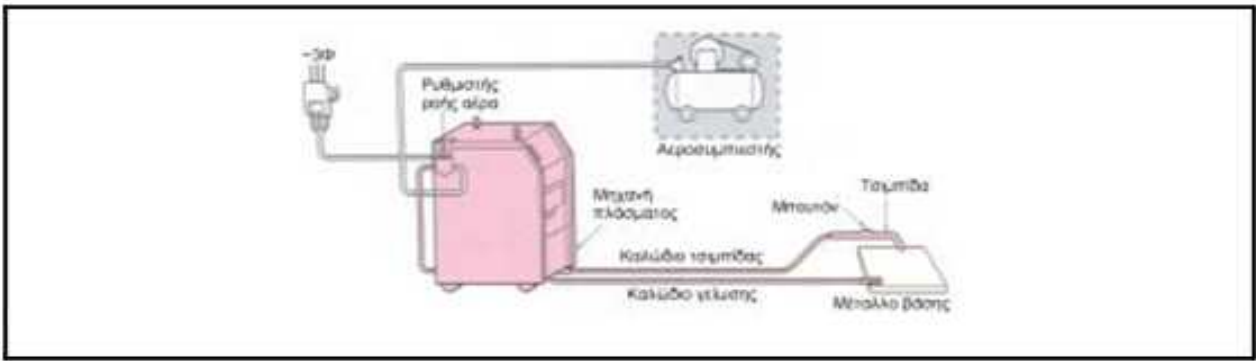


Σχήμα (1.9)

(γ) Με συσκευή πλάσματος

Με το πλάσμα γίνονται κοπές και λοξοτομές σε όλα τα μέταλλα, επειδή κόβει, λιώνοντας το μέταλλο και το απομακρύνει με αέριο υπό πίεση. Όμως οι συσκευές πλάσματος κοστίζουν πολύ. Κατά τα λοιπά, ο τρόπος κοπής με το πλάσμα δε διαφέρει πολύ από του οξυγόνου.

Η διάταξη κοπής φαίνεται παρακάτω, δεν χρησιμοποιείται κάποιο ειδικό αέριο όπως συμβαίνει κατά τη συγκόλληση πλάσματος, αλλά ο ατμοσφαιρικός αέρας υπό πίεση. Στο σχήμα (1.10) φαίνεται η διαδικασία της κοπής και η τελική επιφάνεια μιας τομής.

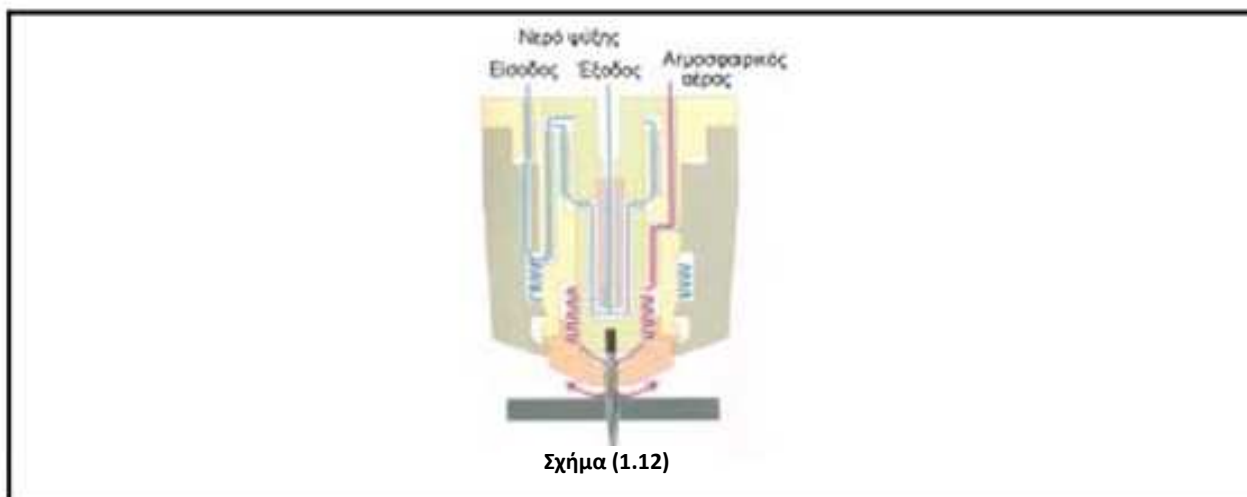


Σχήμα (1.10)

Στο σχήμα (1.11 A) βλέπουμε τη μορφή μιας τσιμπιδας κοπής με πλάσμα. Τσιμπίδες υπάρχουν αερόψυκτες και υδρόψυκτες. Ανάλογα με τον κατασκευαστή τους και το είδος τους, αποτελούνται από διάφορα εξαρτήματα, όπως φαίνεται στο(1.11 B). Το ηλεκτρόδιο είναι εντελώς διαφορετικό από όσα είδαμε μέχρι τώρα και είναι αναλώσιμο. Ο αποστάτης εξασφαλίζει σταθερή απόσταση της τσιμπιδας από το μέταλλο βάσης.



Σχήμα (1.11)

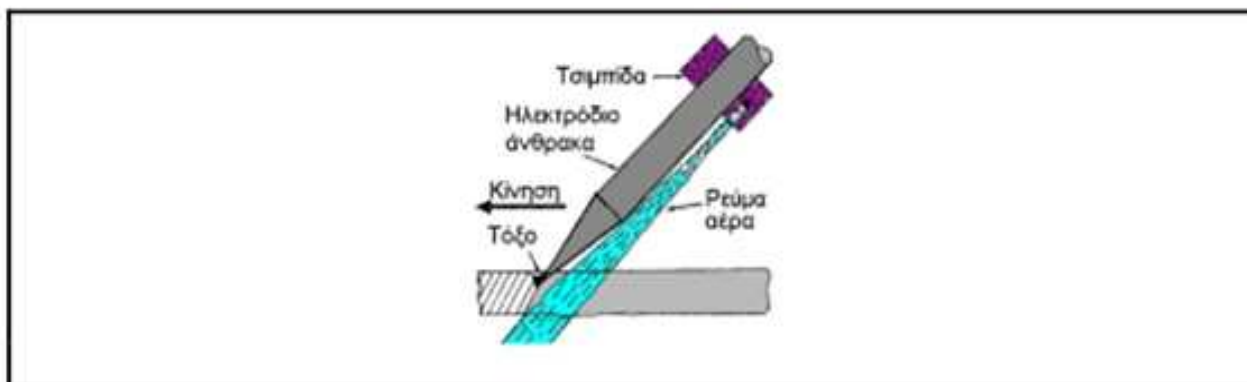


Μηχανές κοπής πλάσματος υπάρχουν μικρές φορητές, καθώς και μεγάλες για βαριές εργασίες. Στα σχήματα (1.12,1.13) βλέπουμε τέτοιες μηχανές.



δ) Με ηλεκτρόδιο άνθρακα (γραφίτη)

Η τεχνική φαίνεται στο αμέσως επόμενο σχήμα. Το μέταλλο λιώνει κάτω από τη θερμότητα του τόξου και απομακρύνεται με ρεύμα ατμοσφαιρικού αέρα υπό πίεση. Η τσιμπίδα χρησιμοποιείται για τις συγκολλήσεις MMA, αλλά, όπως βλέπουμε και στο σχήμα (1.14), έχει επιπλέον αναμονή σύνδεσης με τον αεροσυμπιεστή. Διαθέτει μπέκ εξόδου του αέρα και μπουτόν ανοίγματος της βαλβίδας του αέρα. Το άκρο του ηλεκτροδίου του άνθρακα πρέπει να είναι αιχμηρό.

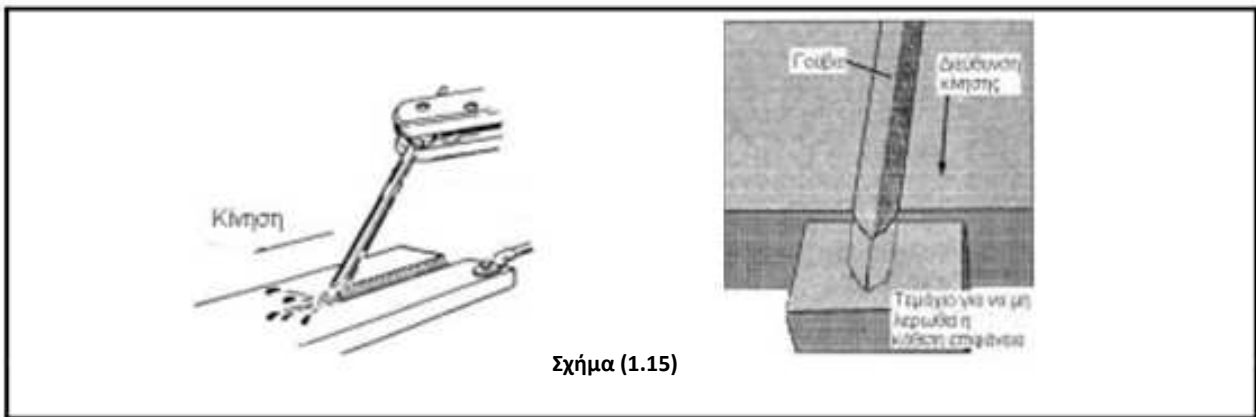


Η κοπή με ηλεκτρόδιο άνθρακα (γραφίτη) γίνεται με μηχανές MMA, αλλά υπάρχει ένα σημείο που χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή. Συγκεκριμένα, το ηλεκτρόδιο του άνθρακα είναι ελάχιστα αναλώσιμο, οπότε η λειτουργία της μηχανής

δε διακόπτεται καθόλου και μπορεί να υπερθερμανθεί. Οι μηχανές MMA είναι κατασκευασμένες με την πρόβλεψη ότι γίνονται συνεχώς διακοπές (για αλλαγή του ηλεκτροδίου, εκ νέου έναυση του τόξου, αφαίρεση της πάστας κτλ.), οπότε δίνεται ο χρόνος στη μηχανή να κρυώσει. Δηλαδή, η κάθε μηχανή MMA, έχει ένα συντελεστή χρήσης (duty cycle) που εκφράζεται ως ποσοστό επί του ολικού χρόνου λειτουργίας. Αν η πινακίδα μιας μηχανής MMA αναφέρει ότι είναι κατάλληλη για ρεύμα 400 A, με συντελεστή χρήσης 50%, τότε το μέγιστο ρεύμα που μπορεί αυτή η μηχανή να φορτωθεί σε συνεχή λειτουργία είναι $0,5 \times 400 = 200$ A. Δηλαδή για κοπή με ηλεκτρόδιο του άνθρακα, δεν επιτρέπεται αυτή η μηχανή να ρυθμιστεί για ρεύμα πάνω από 200 A. Γενικότερα, οι μηχανές MMA, ικανότητας μικρότερη από 400 A, δεν είναι κατάλληλες για κοπή με ηλεκτρόδιο άνθρακα.

Για να αποφευχθεί η μεγάλη υπερθέρμανση του ηλεκτροδίου και η πρόωρη καταστροφή του, το άκρο του ηλεκτροδίου δεν πρέπει να προεξέχει περισσότερο από 15 cm από την τσιμπίδα. Μεγαλύτερη αντοχή στη φθορά έχουν τα ηλεκτρόδια άνθρακα που είναι επενδυμένα με χαλκό. Στα γυμνά ηλεκτρόδια το ρεύμα πρέπει να είναι DCEN (DC-), ενώ στα ηλεκτρόδια με επένδυση χαλκού πρέπει να είναι AC.

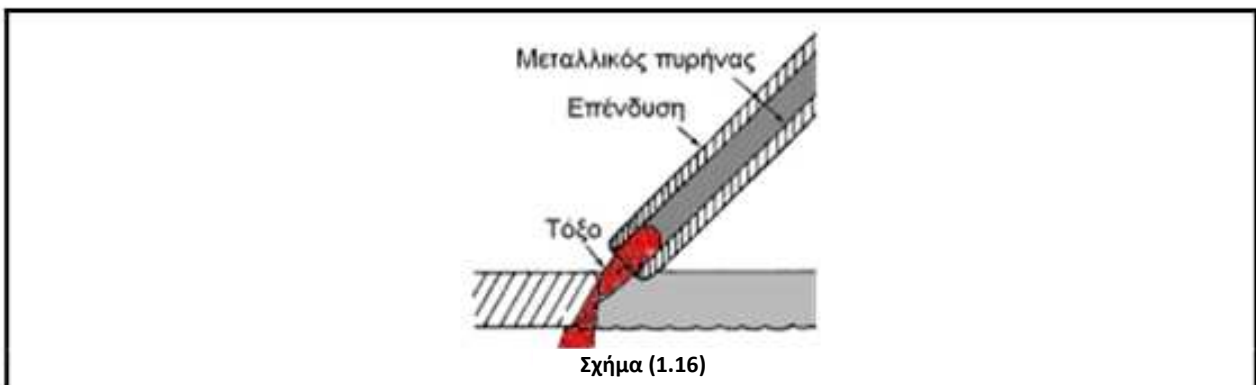
Τα ηλεκτρόδια άνθρακα υπάρχουν σε διάμετρο από 4 mm μέχρι 25,4 mm, αλλά τα πλέον χρήσιμα είναι με διάμετρο 4, 5, 6,4 και 8 mm. Με διάμετρο 4 mm χρησιμοποιούνται κυρίως για κοπή (σπάνια για γουβώματα). Στα ηλεκτρόδια με επένδυση χαλκού επιτρέπονται εντάσεις κατά 10% μεγαλύτερες



Σχήμα (1.15)

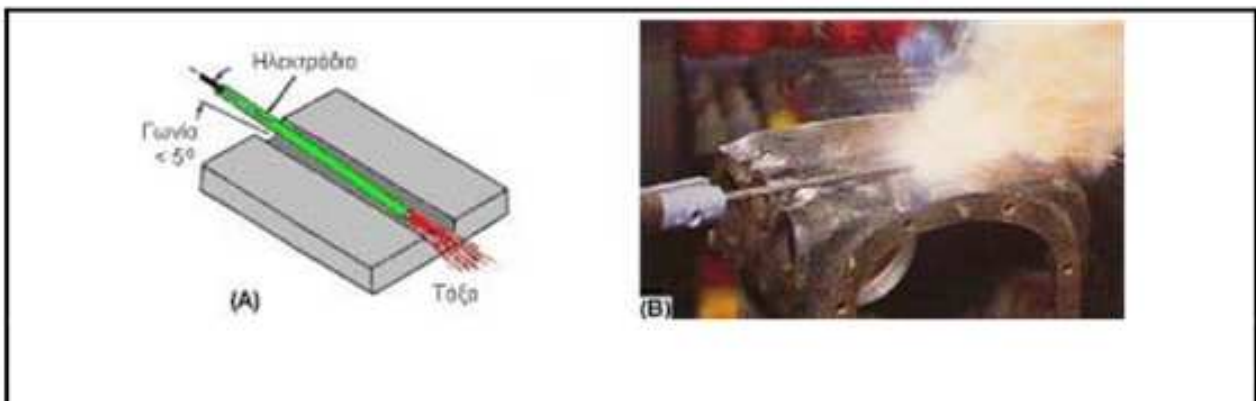
(ε) Με επενδυμένο ηλεκτρόδιο κοπής

Όλα τα επενδυμένα ηλεκτρόδια εκτελούν κοπή, αν αυξηθεί η ένταση του ρεύματος πάνω από ένα όριο. Ιδιαίτερα κατάλληλα είναι τα ηλεκτρόδια με επένδυση κυτταρίνης, που θα δούμε παρακάτω, επειδή παράγουν μεγάλη ποσότητα αερίων που απομακρύνουν το λιωμένο μέταλλο. Η κοπή με τα συνηθισμένα επενδυμένα ηλεκτρόδια είναι λύση ανάγκης. Υπάρχουν τα ειδικά ηλεκτρόδια κοπής. Η διαφορά τους είναι ότι έχουν παχιά πάστα, ειδικού τύπου, η οποία καταναλώνεται πιο αργά από το μεταλλικό πυρήνα του ηλεκτροδίου και, έτσι, δημιουργείται μία κοιλότητα, όπως φαίνεται στο σχήμα (1.15). Στο εσωτερικό της κοιλότητας παράγονται αέρια υπό πίεση που διώχνουν το λιωμένο μέταλλο.



Σχήμα (1.16)

Με τα ειδικά ηλεκτρόδια κοπής μπορεί να γίνει γούβωμα, όπως φαίνεται παραπάνω (σχήμα 1.16). Το λιωμένο μέταλλο που πετάγεται από κάθε μία από τις δύο πλευρές του γουβώματος, όταν θα στερεοποιηθεί, θα παρουσιάζει πολύ χαλαρή πρόσφυση με το υπόλοιπο μέταλλο, λόγω της πάστας με την οποία έχει αναμιχτεί. Για αυτό απομακρύνεται με ματσακόνι.



Σχήμα (1.17)

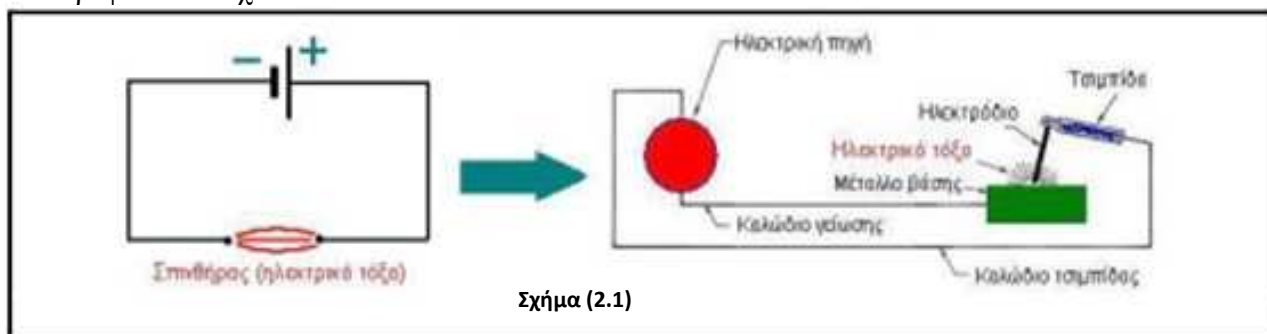
Κεφάλαιο 2

2.1 Βασικές αρχές της συγκόλλησης τόξου

Για να γίνει συγκόλληση δύο μεταλλικών τεμαχίων, πρέπει να προκληθεί τήξη στα σημεία συγκόλλησης. Στη συγκόλληση ηλεκτρικού τόξου ή ηλεκτροσυγκόλληση, η θερμοκρασία για την τήξη παράγεται με τη δημιουργία ηλεκτρικού τόξου.

Στο σχήμα (2.1), φαίνεται ο τρόπος που δημιουργείται το ηλεκτρικό τόξο. Έχουμε μία πηγή ηλεκτρικού ρεύματος και το ηλεκτρικό τόξο δημιουργείται στο κενό που υπάρχει μεταξύ δύο μεταλλικών τεμαχίων. Το ένα ονομάζεται ηλεκτρόδιο και δημιουργεί το σπινθήρα και το άλλο ονομάζεται μέταλλο βάσης και αποτελείται από τα δύο προς συγκόλληση τεμάχια.

Το τεμάχιο στο οποίο συνδέεται ο αρνητικός πόλος ονομάζεται κάθοδος και συμβολίζεται με το (-) ενώ το τεμάχιο στο οποίο συνδέεται ο θετικός πόλος ονομάζεται άνοδος και συμβολίζεται με το (+). Όταν χρησιμοποιείται εναλλασσόμενο ρεύμα, τότε ο ρόλος της καθόδου και της ανόδου αντιστρέφεται συνέχεια.



Σχήμα (2.1)

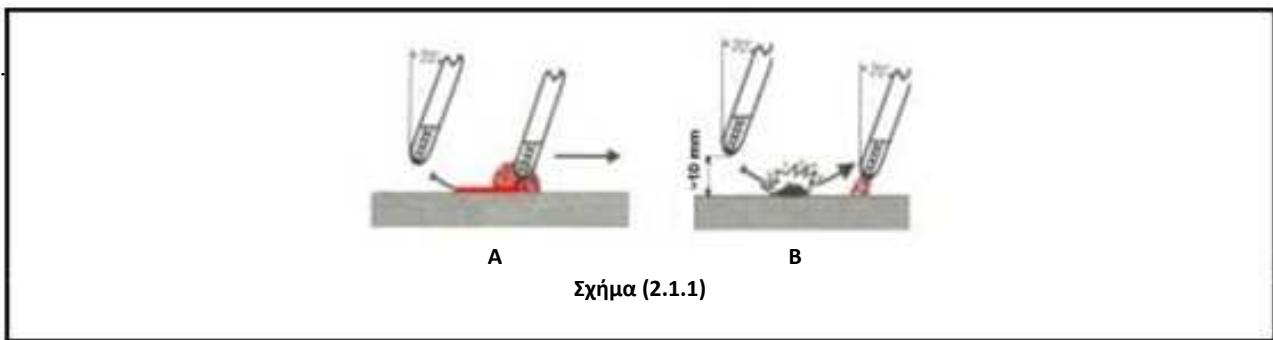
Στο μικρό διάκενο μεταξύ ηλεκτροδίου και μετάλλου βάσης, δημιουργείται μία ισχυρά ιονισμένη ατμόσφαιρα αερίου. Το αέριο το οποίο βρίσκεται σε αυτή την κατάσταση ονομάζεται πλάσμα. Μέσω της στήλης του πλάσματος διατηρείται το τόξο. Η θερμοκρασία που αναπτύσσεται στο σημείο επαφής του ηλεκτρικού τόξου με το σημείο βάσης υπερβαίνει τους 2400°C. Εκεί δημιουργείται το λουτρό συγκόλλησης, δηλαδή μία περιοχή από τηγμένο μέταλλο, η οποία, όταν στερεοποιηθεί, προκαλεί τη συγκόλληση των δύο τεμαχίων. Μετακινώντας το ηλεκτρόδιο κατά μήκος της γραμμής επαφής των τεμαχίων, επιτυγχάνεται η συγκόλλησή τους. Το ηλεκτρικό τόξο συντηρείται από μόνο του, αρκεί να μην απομακρυνθεί πολύ το ηλεκτρόδιο από το μέταλλο βάσης. Για την έναρξή του όμως, εφαρμόζονται διάφορες τεχνικές. Οι πλέον διαδεδομένες είναι οι εξής:

- Με τη στιγμιαία επαφή και απομάκρυνση του ηλεκτροδίου με το μέταλλο βάσης
- Με μία στιγμιαία υψηλή τάση μεταξύ ηλεκτροδίου και μετάλλου βάσης.

Οι τεχνικές έναυσης και διατήρησης του τόξου

Η περιοχή που θα χρησιμοποιηθεί για την έναυση, πρέπει να είναι επιμελώς καθαρισμένη με τροχό ή συρματοβουρτσα και, ενδεχομένως, και με το κατάλληλο καθαριστικό. Αν η έναυση δε γίνει σωστά, ενδέχεται να κολλήσει το ηλεκτρόδιο πάνω στο μέταλλο βάσης. Υπάρχουν δύο τρόποι για την έναυση του τόξου:

- Με το τρίψιμο του ηλεκτροδίου πάνω στο μέταλλο βάσης. Θυμίζει τον τρόπο που ανάβει ένα σπύρτο και φαίνεται στην περίπτωση (Α) του σχήματος (2.1.1). Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται κυρίως, όταν η συγκόλληση γίνεται με ρεύμα AC ή όταν έχουμε βασικά ηλεκτρόδια. Σε ρεύμα DC χρησιμοποιείται από τους αρχάριους ηλεκτροσυγκολλητές, επειδή είναι λιγότερο πιθανό να κολλήσει το ηλεκτρόδιο.
- Με το άγγιγμα του ηλεκτροδίου πάνω στο μέταλλο βάσης και το απότομο σήκωμα. Η διαδικασία αυτή φαίνεται στην περίπτωση (Β) του σχήματος (2.1.1).

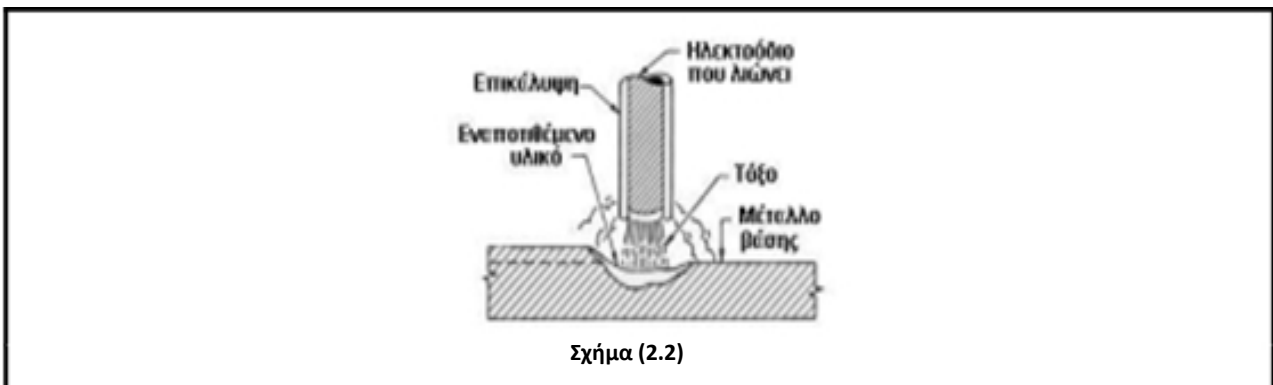


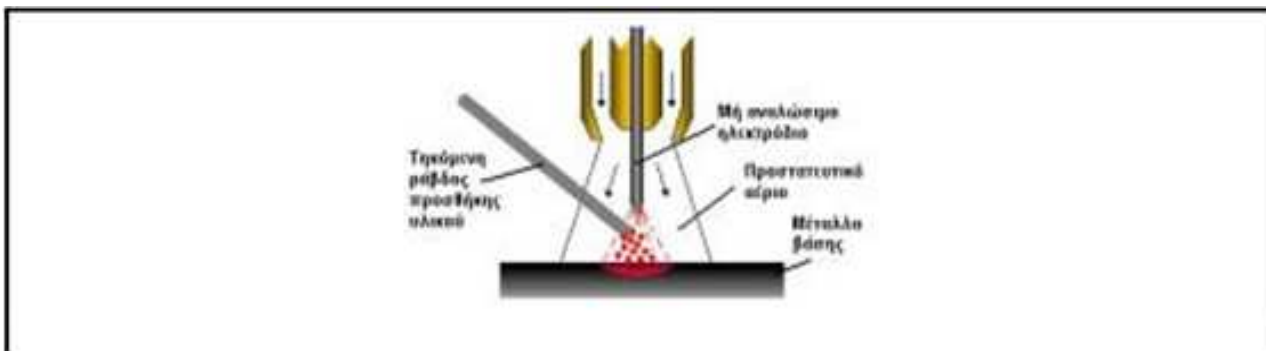
2.2 Η προσθήκη υλικού στο σημείο συγκόλλησης

Για να επιτευχθεί καλή συγκόλληση, προσθέτουμε μέταλλο στο λουτρό συγκόλλησης. Το μέταλλο που προστίθεται, συνήθως είναι παρόμοιας χημικής σύστασης με το μέταλλο βάσης. Η ανάμειξη του μετάλλου βάσης με το κατάλληλο προστιθέμενο μέταλλο, δημιουργεί τις προϋποθέσεις, ώστε, μετά την πήξη, να προκύψει η κρυσταλλική δομή, με τις απαιτούμενες μηχανικές ιδιότητες. Η προσθήκη μετάλλου στο σημείο συγκόλλησης γίνεται με τους εξής τρόπους:

(α) Χρησιμοποιώντας ένα ηλεκτρόδιο που λιώνει

Το ηλεκτρόδιο σν αυτή την περίπτωση είναι αναλώσιμο. Χρησιμοποιείται υπό τη μορφή ράβδων επικαλυμμένων με ειδική πάστα, ή υπό τη μορφή συρμάτων. Ο τρόπος αυτός φαίνεται στο σχήμα (2.2)





(β) Χρησιμοποιώντας ένα υλικό πλήρωσης

Η διαδικασία φαίνεται στο σχήμα (2.3) και θυμίζει τον τρόπο που προστίθεται το υλικό στην οξυγονοκόλληση. Το υλικό πλήρωσης αποτελείται από μία ράβδο που την κρατάει με το ένα χέρι ο ηλεκτροσυγκολλητής, ενώ με το άλλο κρατάει την τσιμπίδα

Για την εκτέλεση καλής προσθήκης, ο ηλεκτροσυγκολλητής οφείλει, κατά διαστήματα, να αφαιρεί την πάστα και να ελέγχει τη μορφή της ραφής. Αν χρειάζεται, εκτελεί τις τυχόν απαιτούμενες διορθώσεις στις παραμέτρους που προαναφέρθηκαν: διάμετρος ηλεκτροδίου + ένταση ρεύματος + μήκος τόξου + κίνηση ηλεκτροδίου.

Το πρόβλημα σε κάθε περίπτωση μπορεί να διορθωθεί με έναν από τους εξής δύο τρόπους:

- Με την απευθείας διόρθωση της παραμέτρου που παρουσιάζει το πρόβλημα.
- Με την επέμβαση σε μία από τις άλλες παραμέτρους.

Αν π.χ. η εμφάνιση της ραφής υποδηλώνει υψηλή ένταση ρεύματος, η προφανής λύση είναι η μείωση του ηλεκτρικού ρεύματος. Αν όμως θέλουμε να έχουμε υψηλό βαθμό παραγωγικότητας, μπορούμε να δοκιμάσουμε να διορθώσουμε την κατάσταση με επέμβαση σε μία από τις άλλες παραμέτρους, π.χ. με την ταχύτερη κίνηση του ηλεκτροδίου.

Το λιωμένο μέταλλο στο λουτρό συγκόλλησης αντιδρά με τον ατμοσφαιρικό αέρα και δημιουργούνται χημικές ενώσεις του οξυγόνου (οξειδία) και του αζώτου (νιτρίδια). Το πλέον όμως, επικίνδυνο είναι η εισροή υδρογόνου στο μέταλλο που προέρχεται από τη διάσπαση του νερού που υπάρχει σε μορφή υγρασίας στην ατμόσφαιρα. Οι χημικές ενώσεις και η παρουσία του υδρογόνου μειώνουν πολύ την ποιότητα του μετάλλου στην ένωση.

Κεφάλαιο 3

3.1 Οι χρησιμοποιούμενες μορφές του ηλεκτρικού ρεύματος

Σε κάθε μηχανή ηλεκτροσυγκόλλησης υπάρχουν δύο ηλεκτρικές τάσεις:

- Η τάση του δικτύου της ΔΕΗ ή πρωτεύουσα τάση και είναι εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα (AC).

Σε μονοφασική μηχανή είναι 230 V και σε τριφασική 400 V.

- Η τάση εξόδου από τη μηχανή ή δευτερεύουσα τάση, με την οποία εκτελείται η ηλεκτροσυγκόλληση. Όταν δεν εκτελείται ηλεκτροσυγκόλληση, είναι συνήθως 50-90 V.

Η δευτερεύουσα τάση μπορεί να είναι:

- Συνεχές ρεύμα (DC). Στην περίπτωση αυτή έχει πολύ μεγάλη σημασία αν το ηλεκτρόδιο θα είναι στο (+) ή στο (-).

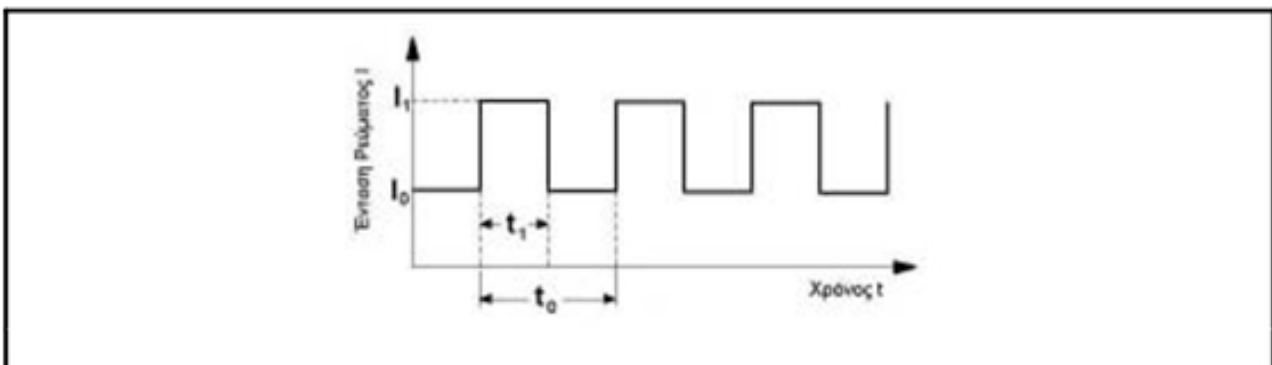
- Εναλλασσόμενο ρεύμα (AC)

- Παλμικό ρεύμα

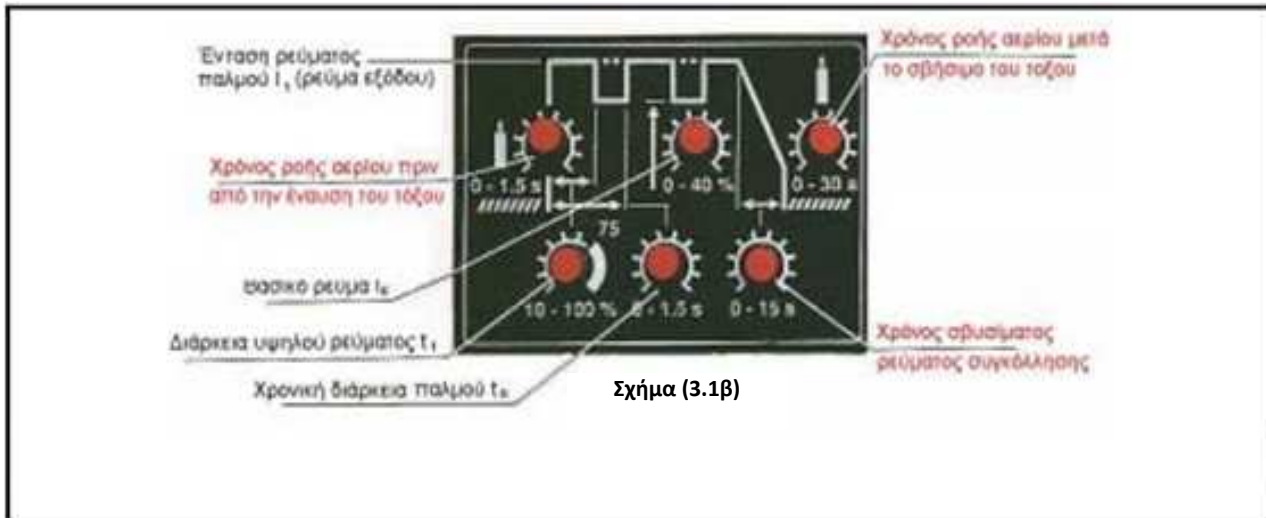
Τα ρεύματα DC και AC είναι γνωστά από το μάθημα της ηλεκτρολογίας. Θα περιγράψουμε εδώ μόνο το παλμικό ρεύμα. Τα χαρακτηριστικά του φαίνονται στο σχήμα (3.1α),(3.1β):

- I_1 : Ένταση ρεύματος παλμού (η ρύθμιση του ρεύματος εξόδου της μηχανής)
- I_0 : Βασικό ρεύμα, που συνήθως ρυθμίζεται ως % του I_1
- t_0 : Χρονική διάρκεια παλμού
- t_1 : Χρονική διάρκεια της υψηλής έντασης του ρεύματος, συνήθως % του t_0

Στο σχήμα φαίνονται τα παραπάνω στον πίνακα ελέγχου μιας μηχανής TIG



Σχήμα (3.1α)



Το κάθε είδος ηλεκτροσυγκόλλησης, καθώς και το κάθε ηλεκτρόδιο, απαιτεί το κατάλληλο είδος ηλεκτρικής παροχής. Οι κατασκευαστές αναλωσίμων υλικών ηλεκτροσυγκόλλησης (ηλεκτροδίων, συρμάτων κτλ.) αναφέρουν στη συσκευασία τις μορφές του ρεύματος που μπορούν να εφαρμοστούν. Ενδέχεται όμως ένα ηλεκτρόδιο να μπορεί να χρησιμοποιηθεί με περισσότερα από ένα είδη ηλεκτρικού ρεύματος και ο ηλεκτροσυγκολλητής πρέπει να έχει την απαραίτητη τεχνογνωσία για να κάνει τη σωστή επιλογή. Σε βασικές γραμμές ισχύουν τα εξής:

(α) Επιλογή της κατάλληλης παροχής ηλεκτρικού ρεύματος

- Το συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα είναι κατάλληλο για όλες σχεδόν τις περιπτώσεις.
- Το εναλλασσόμενο ρεύμα χρησιμοποιείται κατά τη MMA, όταν επιδιώκουμε μεγάλη εναπόθεση μετάλλου ή όταν η επένδυση των ηλεκτροδίων περιέχει σιδηρόσκονη.
- Εναλλασσόμενο ρεύμα χρησιμοποιείται και στην περίπτωση που παρουσιαστεί μαγνητικό φύσημα
- Παλμικό ρεύμα χρησιμοποιείται στην TIG αλλά το συναντάμε και στη MIG/MAG.

(β) Επιλογή της πολικότητας, όταν έχουμε ρεύμα DC

Η κάθοδος (-) έχει θερμοκρασία περίπου 2500°C, ενώ η άνοδος (+) έχει θερμοκρασία περίπου 3500°C. Για το λόγο αυτό, έχει σημασία αν θα έχουμε το (+) ή το (-) στο ηλεκτρόδιο ή στο μέταλλο βάσης. Γενικά ισχύουν τα εξής:

- Αν επιδιώκουμε μεγάλη τήξη στο μέταλλο βάσης με σκοπό την καλή ανάμειξη, τότε έχουμε το (+) στο μέταλλο βάσης και το (-) στο ηλεκτρόδιο. Η σύνδεση αυτή ονομάζεται κανονική ή άμεση ή

αρνητική πολικότητα. Οι περισσότερες συγκολλήσεις ανθρακούχων χαλύβων ανήκουν σν αυτή την κατηγορία. Συμβολίζεται ως DCEN¹⁴ ή DC-.

- Αν θέλουμε να μην έχουμε έντονη ανάμειξη μετάλλου βάσης και μετάλλου ηλεκτροδίου, έχουμε το (-) στο μέταλλο βάσης και το (+) στο ηλεκτρόδιο. Η σύνδεση αυτή ονομάζεται αντίθετη ή θετική πολικότητα. Τέτοια περίπτωση π.χ. είναι η αναγόμευση χαλύβων. Εφαρμόζεται, επίσης, όταν δε θέλουμε να περιοριστεί η ΖΕΘ (π.χ. ειδικοί χάλυβες), ή όταν επιδιώκεται μεγάλη εναπόθεση μετάλλου. Συμβολίζεται ως DCEP¹⁵ ή DC+.

3.2 Οι μηχανές ηλεκτροσυγκόλλησης

Υπάρχουν τα εξής είδη μηχανών ηλεκτροσυγκόλλησης:

- Οι μηχανές CC που παρέχουν σταθερή ένταση ρεύματος τόξου. Διακρίνονται σε:

⇒μηχανές MMA

⇒μηχανές TIG

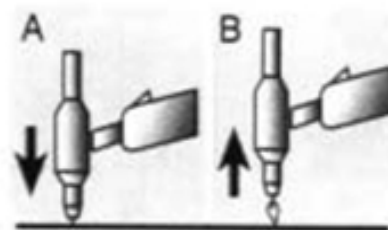
- Οι μηχανές CV που εξασφαλίζουν σταθερή τάση τόξου και χρησιμοποιούνται στη MIG/MAG και στην FCAW.

- Οι μηχανές CC/CV οι οποίες υποστηρίζουν και τις δύο περιπτώσεις.

Η τάση που μετριέται μεταξύ ηλεκτροδίου και μετάλλου βάσης όταν δεν εκτελείται συγκόλληση (όταν δεν υπάρχει τόξο) είναι η τάση εν κενώ που συνήθως κυμαίνεται από 50 μέχρι 90 V. Η τάση αυτή πέφτει, μόλις γίνει έναυση του τόξου ηλεκτροσυγκόλλησης.

(α) Μηχανές CC για MMA

Ο χειριστής επιλέγει αν το ηλεκτρικό ρεύμα που εξέρχεται θα είναι συνεχές (DC), η εναλλασσόμενο (AC). Συνήθως είναι σε θέση να εκτελέσουν και ηλεκτροσυγκολλήσεις TIG (η αλλαγή από MIG σε TIG γίνεται μέσω επιλογέα) αλλά με έναυση του τόξου με επαφή, όπως φαίνεται στο σχήμα (3.2) . Ο τρόπος αυτός έναυσης του τόξου δεν είναι ο ιδανικός. Η μέθοδος έναυσης του τόξου στην TIG έχει μεγάλη σημασία στην ποιότητα της ηλεκτροσυγκόλλησης.



Σχήμα (3.2)

3.3 Τα ηλεκτρόδια

Μας ενδιαφέρουν κυρίως τα υλικά κατασκευής τους, οι ιδιότητές τους και ο τρόπος ονομασίας τους. Αυτά έχουν οργανωθεί μέσα από τη διαδικασία της τυποποίησης των ηλεκτροδίων.

Καλός ηλεκτροσυγκολλητής δεν είναι αυτός που γνωρίζει μόνο να εκτελεί καλές συγκολλήσεις. Οφείλει να γνωρίζει και την τυποποίηση των ηλεκτροδίων και με βάση την τυποποίηση να προσδιορίζει το κατάλληλο ηλεκτρόδιο για την κάθε περίπτωση.

Τα ηλεκτρόδια έχουν χωριστεί σε κατηγορίες και για την καθεμιά από αυτές ισχύουν διαφορετικά πρότυπα. Οι κατηγορίες που θα μας απασχολήσουν είναι:

- Ανθρακούχων χαλύβων και ελαφρά κραματικών χαλύβων
- Ανοξειδωτων χαλύβων
- Αλουμινίου
- Χυτοσιδήρου

Λεπτομερώς θα αναπτυχθούν μόνο τα ηλεκτρόδια των ανθρακούχων χαλύβων και των ελαφρά κραματικών χαλύβων, τα οποία, κυρίως, μας ενδιαφέρουν και έχουν πολλές εφαρμογές. Όσον αφορά τα υπόλοιπα είδη ηλεκτροδίων, δηλαδή του αλουμινίου, των ανοξειδωτων χαλύβων και του χυτοσιδήρου, τα χρησιμοποιούμενα στην πράξη ηλεκτρόδια είναι ελάχιστα

Τα επενδυμένα ηλεκτρόδια ανθρακούχων χαλύβων και των ελαφρά κραματικών χαλύβων είχαν τυποποιηθεί με δύο διαφορετικούς τρόπους, που βρίσκονταν σε συνεχή αντιπαράθεση:

- Με τα πρότυπα AWS-A5.1 (ανθρακούχων χαλύβων) και AWS-A5.5 (ελαφρά κραματικών χαλύβων) της American Welding Society
- Με το ISO-2560, έκδοση του 1973, παρόμοιο με το οποίο είναι το Ευρωπαϊκό EN-499. Το τελευταίο έχει αποδοθεί στην ελληνική γλώσσα⁶ με την ονομασία ΕΛΟΤ-499, χωρίς καμία απολύτως τεχνική αλλαγή.

Η αντιπαράθεση μεταξύ των δύο συστημάτων φαίνεται να τελείωσε τον Νοέμβριο του 2002 με τη νέα έκδοση του ISO-2560, η οποία αναγνωρίζει και τους δύο τρόπους, ως εξής:

- Τον ISO-2560-A που είναι απολύτως όμοιος με την EN-499.
- Τον ISO-2560-B που ακολουθεί τη μέθοδο της AWS, αλλά με την αντικατάσταση του συστήματος μονάδων I-P με το SI και με ορισμένες ακόμη μικρές τροποποιήσεις.

Αν και το σύστημα κατά ISO-2560-A περιγράφει λεπτομερέστερα τις ιδιότητες των ηλεκτροδίων, είναι κάπως περίπλοκο και απαιτεί επιστημονική κατάρτιση. Το ISO-2560-B είναι πολύ απλό και προσφέρεται ιδιαίτερα για τους τεχνίτες. Αυτό που χρειάζεται ένας ηλεκτροσυγκολλητής είναι να κάνει εύκολα και γρήγορα τη σωστή επιλογή του κατάλληλου ηλεκτροδίου και σν αυτό το σημείο, το ISO-2560-B τον καλύπτει πλήρως

Στα βασικά ηλεκτρόδια ή ηλεκτρόδια χαμηλού υδρογόνου, το περιεχόμενο υδρογόνο πρέπει να είναι μέχρι 15 cm³ ανά 100 g εναποτιθέμενου μετάλλου. Για αυτό συχνά την ονομασία την ακολουθεί ένας συμβολισμός για το περιεχόμενο υδρογόνο π.χ. E4318H10. Το (H) σημαίνει υδρογόνο και

ακολουθείται από 5 ή 10 ή 15 που συμβολίζει τη μέγιστη δυνατή περιεκτικότητα υδρογόνου, σε cm³ αερίου ανά 100 g εναποτιθέμενου μετάλλου.

3.4 Η διατήρηση των ηλεκτροδίων

Το κουτί συσκευασίας των ηλεκτροδίων τα προστατεύει από την υγρασία. Μετά το άνοιγμα, αν τα ηλεκτρόδια δεν καταναλωθούν σε συγκεκριμένο χρόνο, πρέπει να λαμβάνονται μέτρα συντήρησής τους.

(α) Η συντήρηση και η ξήρανση των βασικών ηλεκτροδίων

Τα βασικά ηλεκτρόδια δίνουν συγκολλήσεις μεγάλης αντοχής, αλλά για να το επιτύχουν πρέπει να είναι απαλλαγμένα από υγρασία. Γιν αυτό διατίθενται σε στεγανά κουτιά. Όταν ανοιχτεί ένα κουτί, θα πρέπει να καταναλωθούν μέσα σε πολύ περιορισμένο χρονικό διάστημα, αλλιώς πρέπει να τοποθετηθούν σε ειδικό φούρνο συντήρησης ηλεκτροδίων (Σχήμα 3.3). Αν αυτή η βασικότητα προϋπόθεση δεν μπορεί να τηρηθεί, είναι καλύτερα να μη χρησιμοποιηθούν βασικά ηλεκτρόδια αλλά ηλεκτρόδια ενός άλλου τύπου, π.χ. ρουτιλίου. Αλλιώς η συγκόλληση που θα προκύψει θα είναι πολύ κατώτερης ποιότητας από ό,τι θα ήταν με μη βασικά ηλεκτρόδια. Ο κανόνας είναι:

Όταν δεν υπάρχουν τα μέσα για να διατηρηθούν ξηρά τα βασικά ηλεκτρόδια, τότε είναι καλύτερα να μη χρησιμοποιούνται.

Το χρονικό διάστημα που μπορούν να κρατηθούν τα ηλεκτρόδια εκτός φούρνου εξαρτάται από την αντοχή του ηλεκτροδίου. Για παράδειγμα, τα ηλεκτρόδια E4918 μπορούν να χρησιμοποιηθούν μέχρι και 4 ώρες μετά το άνοιγμα του κουτιού, ενώ τα ηλεκτρόδια υψηλής αντοχής E5718 μπορούν να κρατηθούν μόνο για 60 λεπτα



Μετά το χρονικό αυτό διάστημα, τα ηλεκτρόδια τοποθετούνται σε φούρνους συντήρησης, όπου η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή στους 110-150°C. Ο ηλεκτροσυγκολλητής τα παίρνει λίγα-λίγα και τα χρησιμοποιεί. Υπάρχουν σταθεροί φούρνοι, όπως στο σχήμα παραπάνω, που προορίζονται για σταθερές θέσεις εργασίας, καθώς, επίσης, και φορητοί που τους παίρνει μαζί του ο ηλεκτροσυγκολλητής, όπως αυτοί του επόμενου σχήματος. Οι φορητοί φούρνοι έχουν μικρή αντίσταση και συνήθως ο θερμοστάτης τους δεν υπερβαίνει τους 110°C (η ελάχιστη απαιτούμενη)



Σχήμα (3.4)

Όταν ανοιχτεί ένα κουτί ηλεκτροδίων (Σχήμα 3.4) και παραμείνει επί μακρό χρονικό διάστημα στην ατμόσφαιρα, δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιηθεί, αν προηγουμένως δεν ξηραθούν τα ηλεκτρόδια. Το ίδιο θα πρέπει να γίνει και όταν ένα κουτί βρεθεί να έχει κάποιο μικρό άνοιγμα από κτύπημα. Γιν αυτό, τα κουτιά των βασικών ηλεκτροδίων πρέπει να επιθεωρούνται πριν ανοιχτούν, για να διαπιστωθεί ότι η συσκευασία τους δεν έχει υποστεί κάποια βλάβη. Επίσης, δε θα πρέπει να υπάρχουν σημεία αποκόλλησης πάστας από τα ηλεκτρόδια (ένδειξη απορρόφησης υγρασίας).

Η ξήρανση ακολουθεί ορισμένη διαδικασία. Τα ηλεκτρόδια αραιώνονται για να καταστεί δυνατή η ξήρανσή τους (σε αντίθεση με τη συντήρηση που μπορούν να μπουν στο φούρνο ως έχουν). Η ξήρανση των ηλεκτροδίων επιτυγχάνεται σε θερμοκρασία της τάξεως των 250-400°C. Η θερμοκρασία αυτή ποικίλλει ανάλογα με το είδος των ηλεκτροδίων και θα πρέπει να τηρηθούν οι οδηγίες του κατασκευαστή. Η εφαρμογή της όμως δε θα πρέπει να είναι απότομη, για να μην υποστούν τα ηλεκτρόδια βλάβη, αλλά και ούτε να διαρκέσει περισσότερο από ό,τι χρειάζεται. Τυπική διαδικασία είναι να παραμένουν επί 30 λεπτά στο 50% της τελικής θερμοκρασίας και μετά επί 1-3 ώρες στην τελική θερμοκρασία ξήρανσης.

Κατά την ξήρανση ενδέχεται μερικά ηλεκτρόδια να υποστούν βλάβη. Αυτή μπορεί να είναι απευθείας ορατή πάνω στη πάστα τους (σπασίματα), ή να γίνεται αντιληπτή κατά την ηλεκτροσυγκόλληση από την ανώμαλη λειτουργία του τόξου. Αυτά τα ηλεκτρόδια πρέπει να απορρίπτονται ως άχρηστα.

Κεφάλαιο 4

4.1 Ο ποιοτικός έλεγχος της ηλεκτροσυγκόλλησης

Ο έλεγχος των ηλεκτροσυγκολλήσεων ολοκληρώνεται μετά από 48 ώρες τουλάχιστον από την εκτέλεσή τους, επειδή η διαπίστωση τυχόν ρηγμάτων, λόγω του υδρογόνου, απαιτεί, όπως αναφέρθηκε, να παρέλθει διάστημα 48 ωρών. Η πρώτη φάση του ποιοτικού ελέγχου είναι η οπτική επιθεώρηση. Μπορεί, μετά την απομάκρυνση της σκουριάς της πάστας, να εκτελεστεί πολύ εύκολα, ακόμη και από τον ίδιο τον ηλεκτροσυγκολλητή.

Το επόμενο στάδιο είναι οι δοκιμές. Για να εκτελεστούν απαιτείται ο κατάλληλος εξοπλισμός. Οι δοκιμές δε χρειάζονται πάντοτε. Αυτές εκτελούνται μόνον, όταν υπάρχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις αντοχής και διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- Τις μη καταστρεπτικές δοκιμές

- Τις καταστρεπτικές δοκιμές

Η μεγαλύτερη όμως εγγύηση για την ποιότητα των ηλεκτροσυγκολλήσεων είναι ο τεχνίτης. Γι αυτό, συχνά, αντί για ποιοτικό έλεγχο, προηγείται των εργασιών η πιστοποίηση των ηλεκτροσυγκολλητών, η οποία γίνεται με αυστηρά προδιαγεγραμμένη διαδικασία

Η αποδοχή της ηλεκτροσυγκόλλησης μετά από τον έλεγχο

Το να μην παρουσιάζει μία ραφή ηλεκτροσυγκόλλησης κάποια σφάλματα είναι δύσκολο, ακόμη και όταν πρόκειται για άριστους ηλεκτροσυγκολλητές. Το ερώτημα που τίθεται είναι αν, τελικά, γίνεται αποδεκτή ή όχι. Εδώ θα πρέπει να τονιστεί ότι: Το πιο εύκολο για κάποιον που εκτελεί ποιοτικό έλεγχο είναι να απορρίπτει τα πάντα για να είναι σίγουρος.

Δυστυχώς υπάρχουν ελεγκτές που εκτελούν ποιοτικό έλεγχο με στόχο την απόρριψη. Τίποτε γιν αυτούς δε μοιάζει να είναι σωστό. Και φυσικά, η επιχείρηση που έχει τέτοιους ελεγκτές, μάλλον δεν έχει και πολύ μέλλον. Ο ελεγκτής θα πρέπει να εξετάζει τα πράγματα πάντοτε σε σχέση με τη λειτουργία που θα εκτελέσει το αντικείμενο και έχοντας υπόψη του την καταπόνηση στην οποία θα υποβληθεί η ηλεκτροσυγκόλληση. Επίσης, σε περίπτωση απόρριψης, θα πρέπει να εξετάσει μήπως το τεμάχιο είναι επισκευάσιμο.

Όταν όμως ο ελεγκτής αμφιβάλει για την ποιότητα μίας ραφής, αυτή πρέπει να απορρίπτεται. Η αποδοχή μιας ελαττωματικής συγκόλλησης μπορεί να έχει ολέθριες συνέπειες. Αν π.χ. πρόκειται για το σασί ενός οχήματος, μπορεί να χαθούν ανθρώπινες ζωές

4.2 Η οπτική επιθεώρηση

Ο ηλεκτροσυγκολλητής εξετάζει κατά διαστήματα τη ραφή που εκτελεί και προβαίνει σε διορθωτικές κινήσεις. Τέτοιες είναι:

- Η αλλαγή της έντασης ή της τάσης του ρεύματος
- Το μήκος του τόξου
- Η ταχύτητα με την οποία μετακινεί το ηλεκτρόδιο
- Η αλλαγή του ηλεκτροδίου (ποιότητας ή διαμέτρου)

Μετά την ολοκλήρωση της ηλεκτροσυγκόλλησης, το τεμάχιο ελέγχεται και για τυχόν άλλες ατέλειες οι οποίες δεν είναι εύκολα ορατές κατά τη φάση της ηλεκτροσυγκόλλησης. Προηγείται καθαρισμός με συρματόβουρτσα και από τις δύο πλευρές της ραφής και σε πλάτος τουλάχιστον 10 mm. Στη συνέχεια γίνεται οπτική επιθεώρηση, για να διαπιστωθεί αν τυχόν υπάρχουν οι παρακάτω ατέλειες:

- Αν τα κορδόνια της συγκόλλησης έχουν τις σωστές διαστάσεις και τη σωστή μορφή.
- Αν παρουσιάζονται επιφανειακοί πόροι. Αποτελούν ένδειξη για πολύ περισσότερους πόρους στο εσωτερικό.
- Αν υπάρχουν κρατήρες ή προεξοχές.
- Αν έχει γίνει διείσδυση ως τη ρίζα.

- Μήπως κάπου δεν υπάρχει επαρκής συγκόλληση.
- Αν παρουσιάζονται καψίματα
- Αν υπάρχουν παραμορφώσεις στα τεμάχια.
- Αν τα τεμάχια έχουν τις σωστές διαστάσεις.
- Αν υπάρχουν ρωγμές (με τη χρήση ενός μεγεθυντικού φακού).

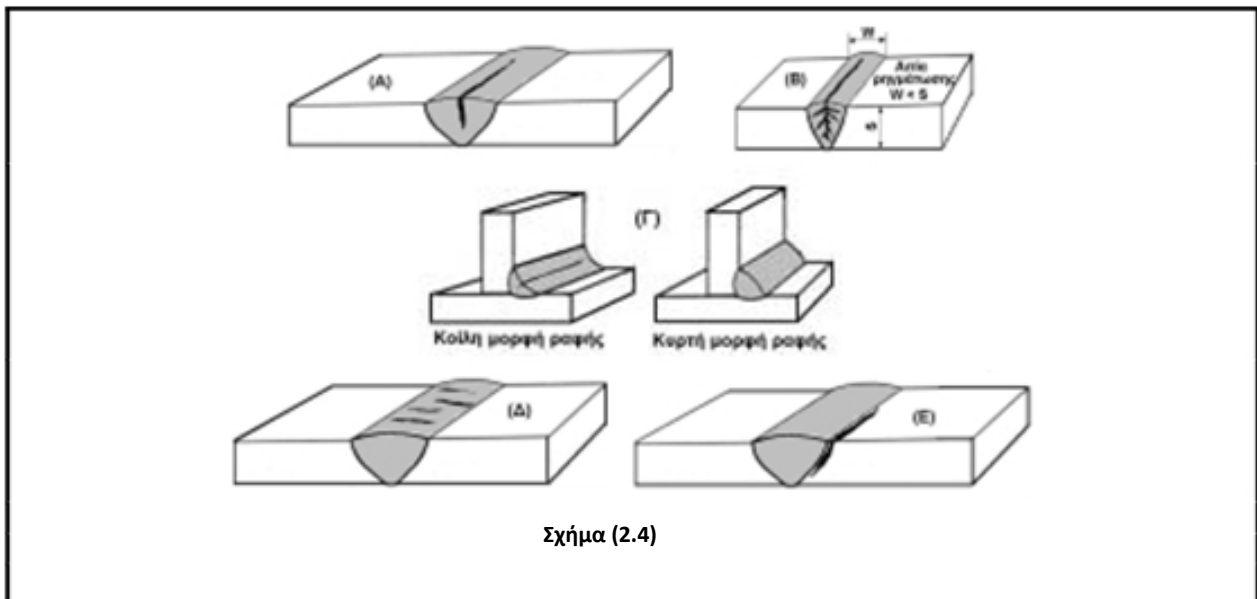
4.3 Οι ρηγματώσεις

Οι ρηγματώσεις αποτελούν έναν από τους μεγαλύτερους κινδύνους της ηλεκτροσυγκόλλησης και συχνά ανιχνεύονται δύσκολα. Διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

(α) Διαμήκης ρηγματώση πάνω στη συγκόλληση

Έχουν τη μορφή του παρακάτω σχήματος (2.4), περιπτώσεις (Α), (Β), (Γ). Προκαλείται από διάφορες αιτίες και συγκεκριμένα:

- Από τις ακαθαρσίες που υπάρχουν στο μέταλλο βάσης και στο εναποτιθέμενο μέταλλο. Η μορφή τους είναι όπως στην περίπτωση (Α). Ο λόγος που η ρηγματώση παρουσιάζεται στο κέντρο της ραφής είναι επειδή αυτή η περιοχή στερεοποιείται τελευταία, με αποτέλεσμα να συγκεντρώνονται εκεί όλες οι ακαθαρσίες του μετάλλου.
- Από μεγάλη διείσδυση του προστιθέμενου μετάλλου, που φαίνεται στην περίπτωση (Β), με αποτέλεσμα να υπάρχει μεγάλο ύψος ραφής. Το ύψος της ραφής δεν πρέπει να υπερβαίνει το πλάτος.
- Από την ταχεία ψύξη της ραφής, όταν η επιφάνειά της είναι κοίλη, όπως στην περίπτωση (Γ).
- Από συνδυασμό όλων των παραπάνω



(β) Κάθετη ρηγματώση πάνω στην ηλεκτροσυγκόλληση

Η μορφή είναι όπως η περίπτωση (Δ) του σχήματος. Προκαλείται από ασυμφωνία μετάλλου βάσης και ηλεκτροδίου. Συγκεκριμένα, όταν το εναποτιθέμενο μέταλλο παρουσιάζει πολύ διαφορετικές μηχανικές ιδιότητες από το μέταλλο βάσης, καθώς συστέλλεται, δημιουργούνται τάσεις που μπορεί να το ρηγματώσουν. Καμιά φορά, μπορεί στο φαινόμενο αυτό να συμβάλει και η παρουσία υδρογόνου.

(γ) Διαμήκης ρηγματώση δίπλα στη συγκόλληση

Αυτή είναι η πλέον συνηθισμένη περίπτωση ρηγματώσης και φαίνεται στην περίπτωση (Ε) του σχήματος. Προκαλείται από την παρουσία υδρογόνου που είναι και η μοναδική αιτία της. Η θραύση επέρχεται, συνήθως, μετά από πολλές ώρες και γιν αυτό μόνο μετά 48 ώρες από τη συγκόλληση μπορούμε να είμαστε σίγουροι.

4.4 Ο ρόλος του υδρογόνου στις ρηγματώσεις

Ο μεγαλύτερος κίνδυνος ρηγματώσης προέρχεται από το υδρογόνο. Αυτό διεισδύει στο υγρό μέταλλο και από εκεί στον ωστενίτη ο οποίος μπορεί να διαλύσει μεγάλη ποσότητα υδρογόνου. Όταν ο ωστενίτης αρχίζει να μετατρέπεται σε φερρίτη, που δεν έχει την ίδια ικανότητα διάλυσης υδρογόνου, τότε απελευθερώνεται το υδρογόνο και προκαλεί εσωτερικές τάσεις. Αυτές, αν το υδρογόνο είναι σε μεγάλη ποσότητα, οδηγούν στη ρηγματώση. Τα πράγματα είναι ακόμη χειρότερα, αν, κατά το μετασχηματισμό του ωστενίτη, έχουμε και δημιουργία μαρτενσίτη, επειδή αυτός δεν έχει καμία δυνατότητα διάλυσης του υδρογόνου. Η αποφυγή της δημιουργίας μαρτενσίτη γίνεται με την εφαρμογή αργού ρυθμού ψύξης.

Το υδρογόνο προέρχεται κυρίως από την ατμόσφαιρα, όπου υπάρχει υπό μορφή υγρασίας (διασπάται σε υδρογόνο και οξυγόνο από τη θερμοκρασία του τόξου). Τυχόν υδρογονάνθρακες πάνω στο μέταλλο (λάδια κτλ.) που δεν έχουν καθαριστεί, αποτελούν σοβαρή πηγή υδρογόνου. Άλλες πηγές είναι το ίδιο το ηλεκτρόδιο που περιέχει υδρογόνο καθώς και η πάστα του.

Η πρόληψη των ρηγματώσεων εξ αιτίας του υδρογόνου

Το φαινόμενο ρηγματώσης εξ αιτίας του υδρογόνου αντιμετωπίζεται από τον ηλεκτροσυγκολλητή με τους εξής τρόπους:

- Με τη χρήση ηλεκτροδίων χαμηλού υδρογόνου. Τα επενδυμένα ηλεκτρόδια χαμηλού υδρογόνου ονομάζονται βασικά ηλεκτρόδια. Πρέπει όμως να χρησιμοποιούνται μόνο, όταν, πράγματι, είναι απαραίτητα, επειδή έχουν αρκετές δυσκολίες στη χρήση τους.
- Με τη συγκόλληση σε αδρανή ατμόσφαιρα χωρίς υδρογόνο.
- Με την προθέρμανση, επειδή μετά από αυτή η ψύξη του μετάλλου διαρκεί περισσότερο. Αυτό δίνει χρόνο στο υδρογόνο να απομακρυνθεί, επειδή ο μετασχηματισμός του ωστενίτη σε φερρίτη γίνεται πιο αργά και συγχρόνως δε σχηματίζεται μαρτενσίτης. Το ερώτημα είναι πότε θα χρειαστεί να

καταφύγουμε σε συγκόλληση χαμηλού υδρογόνου. Η απάντηση βρίσκεται στην κρισιμότητα της αντοχής της συγκόλλησης. Αν π.χ. πρόκειται να συγκολληθεί το φτερό ενός αυτοκινήτου, δεν υπάρχει θέμα ισχυρής συγκόλλησης. Αν όμως πρόκειται για το σασί ενός βαρέως οχήματος, τότε καλό είναι να σκεφτούμε να εκτελέσουμε συγκόλληση χαμηλού υδρογόνου, για να είμαστε σίγουροι. Ο κανόνας είναι:

Όταν πρόκειται για εξάρτημα που θα υποβληθεί σε ισχυρές καταπονήσεις, πρέπει να γίνεται συγκόλληση χαμηλού υδρογόνου.

Οι χάλυβες ωστενιτικής δομής δεν αντιμετωπίζουν πρόβλημα ρηγματώσης εξ αιτίας του υδρογόνου. Έχουν όμως πρόβλημα ρηγματώσης από άλλες αιτίες. Π.χ. οι ανοξείδωτοι χάλυβες παρουσιάζουν το πρόβλημα της κατακρήμνισης των καρβιδίων του χρωμίου.

4.5 Οι μη καταστρεπτικές δοκιμές

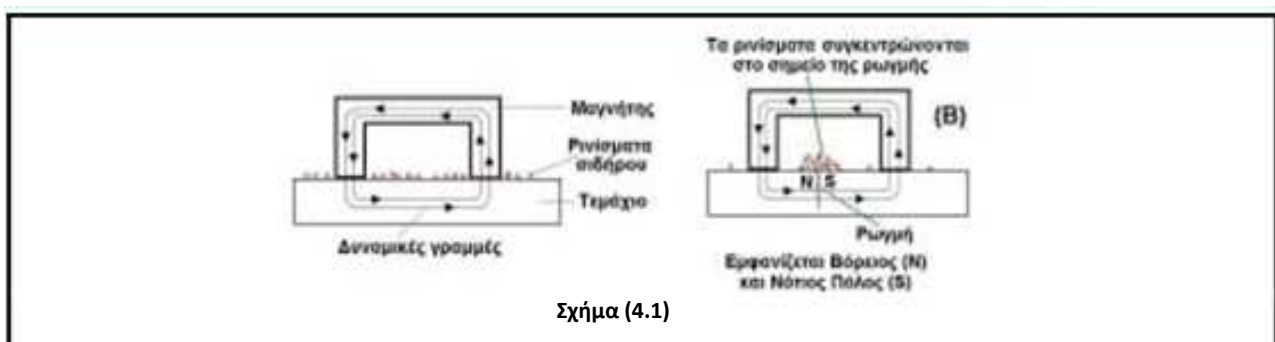
Οι μη καταστρεπτικές δοκιμές ανιχνεύουν ελαττώματα, αλλά δεν εγγυώνται τίποτε για την αντοχή και, γενικά, για τις μηχανικές ιδιότητες της ηλεκτροσυγκόλλησης. Αυτές είναι οι εξής:

(α) Ο έλεγχος για ρωγμές με τη βοήθεια διεισδυτικών υγρών.

Τα διεισδυτικά υγρά διεισδύουν μέσα στην τυχόν υπάρχουσα ρωγμή και τη χρωματίζουν, κάνοντάς την ορατή. Η επιφάνεια πρώτα καθαρίζεται με ένα κατάλληλο διαλυτικό και μετά εφαρμόζεται το διεισδυτικό υγρό (συνήθως σε σπρέι). Ο χρόνος που απαιτείται για τη διείσδυση προδιαγράφεται από τον κατασκευαστή και μπορεί να είναι από λίγα λεπτά μέχρι και μία ώρα. Μετά, το τεμάχιο πλένεται για να αφαιρεθεί το πλεονάζον διεισδυτικό υγρό. Για άλλα υγρά αρκεί ο ψεκασμός με νερό, ενώ για άλλα απαιτείται ειδικό διαλυτικό. Αν τυχόν υπάρχουν ρωγμές, εμφανίζονται χρωματισμένες.

(β) Ο έλεγχος για ρωγμές με τη βοήθεια μαγνήτη ή ηλεκτρομαγνήτη

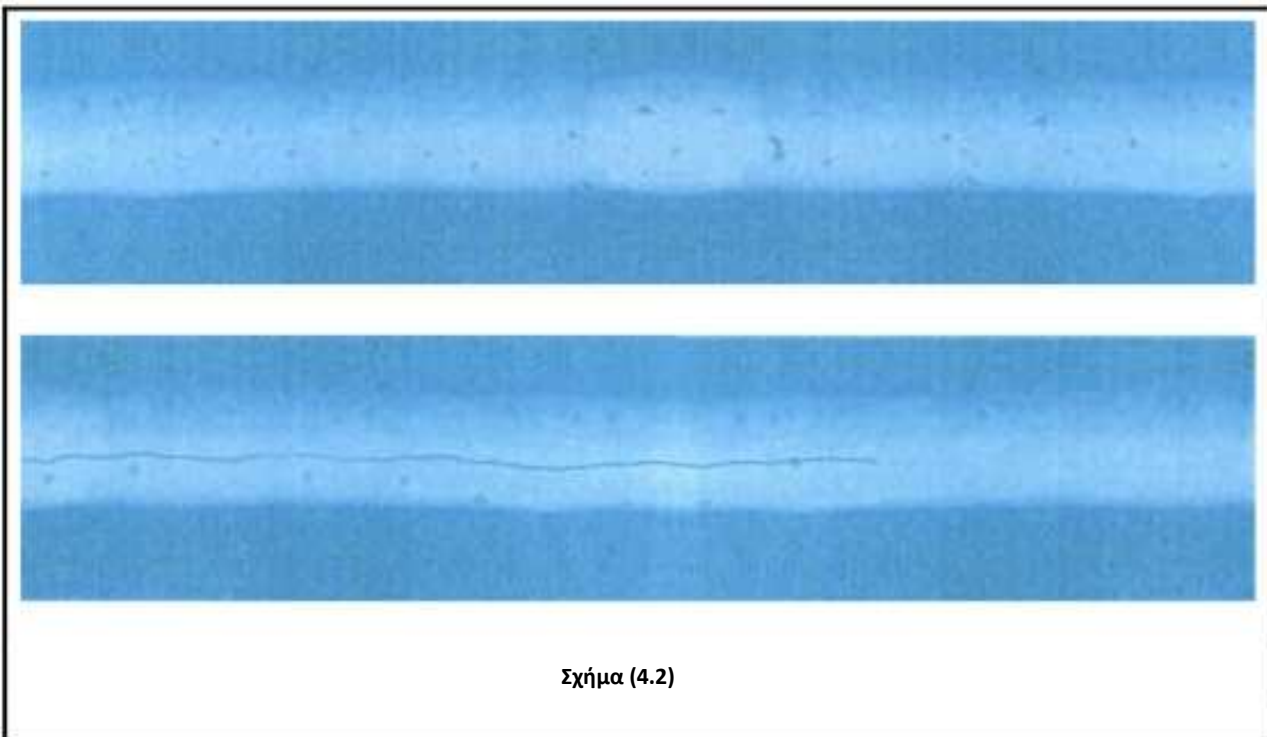
Ο έλεγχος αυτός μπορεί να γίνεται μόνο σε υλικά με ισχυρές μαγνητικές ιδιότητες. Η αρχή της λειτουργίας αυτής της μεθόδου φαίνεται στο σχήμα (4.1). Όταν εφαρμόζεται ένας μαγνήτης πάνω σε μία μεταλλική επιφάνεια, οι μαγνητικές γραμμές οδεύουν κανονικά, όπως φαίνεται στην περίπτωση (Α) του σχήματος. Όταν όμως υπάρχει μία ατέλεια, όπως στην περίπτωση (Β), οι μαγνητικές γραμμές διακόπτονται και εμφανίζονται Βόρειος και Νότιος πόλος, οι οποίοι έλκουν τα ρινίσματα σιδήρου που έχουμε σκορπίσει στην επιφάνεια που ελέγχουμε.



Ο ηλεκτρομαγνήτης, επειδή δεν είναι μόνιμα μαγνητισμένος, διευκολύνει τον έλεγχο. Συγκεκριμένα, μόλις εφαρμόσουμε το ρεύμα, αν η συγκόλληση είναι καλή, δε θα συμβεί κάτι παράξενο. Αν όμως υπάρχουν ρωγμές, τα ρινίσματα θα μετακινηθούν απότομα (πάνω στη ρωγμή).

(γ) Η ακτινογραφία

Με την ακτινογραφία ανιχνεύονται όλες σχεδόν οι βλάβες που μπορεί να έχει μία ηλεκτροσυγκόλληση και ιδίως οι πόροι. Απαιτείται εξειδικευμένο προσωπικό και ειδικός εξοπλισμός τον οποίο διαθέτουν μόνο οι πολύ καλά οργανωμένες εταιρείες που εκτελούν συγκολλήσεις υψηλών απαιτήσεων. Στο σχήμα (4.2), φαίνονται ακτινογραφίες συγκολλήσεων.



Σχήμα (4.2)

Ο έλεγχος με υπερήχους (ultrasonic)

Η αρχή λειτουργίας είναι ότι ο υπέρηχος αντανακλάται πάνω στο σημείο που παρουσιάζεται ελάττωμα. Έτσι καθίσταται δυνατή η ανίχνευση, ακόμη και πολύ μικρών ελαττωμάτων τα οποία φαίνονται σε μία οθόνη και αποτυπώνονται σε ένα γραφικό διάγραμμα. Ο χειρισμός του μηχανήματος, καθώς και η ανάγνωση του διαγράμματος, απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό

4.6 Οι καταστρεπτικές δοκιμές

Σε αυτές καταστρέφονται κάποια τεμάχια, προκειμένου να διαπιστωθεί η ποιότητα της ηλεκτροσυγκόλλησης. Βρίσκουν εφαρμογή σε βιομηχανική παραγωγή συγκολλητών τεμαχίων. Έτσι, π.χ. για κάθε 100 όμοια τεμάχια λαμβάνουμε το ένα και το καταστρέφουμε, για να ελέγξουμε τις μηχανικές ιδιότητες των ηλεκτροσυγκολλήσεων. Οι ιδιότητες που μας ενδιαφέρουν είναι κυρίως η σκληρότητα, η αντοχή σε εφελκυσμό και η αντοχή σε κρούση. Για την εκτέλεσή τους απαιτείται ειδικός εργαστηριακός εξοπλισμός.

Με τις καταστρεπτικές δοκιμές αισθανόμαστε πολύ πιο σίγουροι για το αποτέλεσμα, αλλά δεν μπορούμε να τις εφαρμόζουμε οποτεδήποτε. Αν π.χ. πρόκειται για επισκευή του σασί ενός οχήματος, δεν μπορούμε να κάνουμε καταστρεπτικό έλεγχο.

Κεφάλαιο 5

5.1 Οι κίνδυνοι και τα μέτρα προστασίας του ηλεκτροσυγκολλητή

Ο ηλεκτροσυγκολλητής, εκτός από την ποιότητα της ηλεκτροσυγκόλλησης, οφείλει να προσέχει και την ασφάλειά του. Τα βασικότερα σημεία που πρέπει να φροντίζει είναι τα εξής:

(α) Η προστασία της όρασης και του προσώπου

Το μέτρο προστασίας που πάντα λαμβάνεται είναι η μάσκα. Χωρίς αυτή είναι αδύνατη η οποιαδήποτε ηλεκτροσυγκόλληση. Λαμβάνεται όμως με το σωστό τρόπο; Συνήθως όχι! Η επιλογή της κατάλληλης μάσκας δεν είναι και τόσο απλή υπόθεση, όπως θα δούμε παρακάτω.

(β) Οι αναθυμιάσεις

Οι αναθυμιάσεις και ο καπνός είναι μικροσκοπικά αιωρούμενα σωματίδια. Κατά την ηλεκτροσυγκόλληση του σιδήρου, αποτελούνται κυρίως από οξειδία του σιδήρου, αλλά ενδέχεται να υπάρχουν και οξειδία άλλων μετάλλων. Η ποσότητα των αναθυμιάσεων κατά την ηλεκτροσυγκόλληση δεν είναι μεγάλη και ισχύει ο κανόνας:

Όταν οι ηλεκτροσυγκολλήσεις γίνονται σε ανοικτό χώρο, δεν είναι απαραίτητο να γίνεται η απομάκρυνση του καπνού.

Σε κλειστούς, όμως, χώρους, η προστασία από τον καπνό δεν πρέπει να αγνοείται και πρέπει να χρησιμοποιείται ειδικός απορροφητήρας. Υπάρχουν διαφόρων ειδών απορροφητήρες. Ιδιαίτερα αποτελεσματικοί είναι αυτοί που συνδέονται με ειδικές τσιμπίδες που αναρροφούν τις αναθυμιάσεις απευθείας από το σημείο παραγωγής τους.

γ) Ηλεκτροπληξία

Εκτός από την τάση της ΔΕΗ, δεν πρέπει να υποτιμάται και η δευτερεύουσα τάση, επειδή υπερβαίνει τα 50 V και, ως εκ τούτου, είναι επικίνδυνη. Ο κίνδυνος από αυτήν συχνά αγνοείται επειδή, για να κλείσει το ηλεκτρικό κύκλωμα, πρέπει να έρθει ο ηλεκτροσυγκολλητής σε επαφή, συγχρόνως με το ηλεκτρόδιο και με το μέταλλο βάσης. Αυτό φαίνεται δύσκολο, αλλά στην πραγματικότητα δεν είναι. Ως εκ τούτου, πριν από την έναρξη της εργασίας, ο ηλεκτροσυγκολλητής οφείλει να ελέγχει την κατάσταση του εξοπλισμού του και, κυρίως, τα εξής

- Τη μόνωση της τσιμπίδας του
- Τη μόνωση των καλωδίων
- Τα καπάκια της μηχανής να είναι κλειστά.
- Οι ταχυσύνδεσμοι και οι ακροδέκτες να είναι σε καλή κατάσταση.
- Να υπάρχει γείωση στην πρίζα.
- Η ένταση του ρεύματος ηλεκτροσυγκόλλησης να μην υπερβαίνει την αντοχή των καλωδίων

Επίσης, ο ηλεκτροσυγκολλητής πρέπει να είναι ηλεκτρικά μονωμένος. Δηλαδή πρέπει τα υποδήματά του να έχουν συνθετικές σόλες, να μην πατάει σε νερά, τα ρούχα να είναι στεγνά και να φοράει τα ειδικά γάντια.

(δ) Τα εγκαύματα από σπινθήρες

Οι σπινθήρες μπορούν να προκαλέσουν εγκαύματα. Γιν αυτό ο ηλεκτροσυγκολλητής είναι αυτός που κινδυνεύει περισσότερο. Δεν πρέπει να βάζει στα μαλλιά του εύφλεκτα υλικά, όπως π.χ. το ζελέ μαλλιών, ούτε να έχει στις τσέπες του αναπτήρα. Αν διατηρεί μακριά μαλλιά, πρέπει να τα μαζεύει πίσω ή μέσα σε καπέλο. Η προστασία από τους σπινθήρες επιτυγχάνεται με τη χρήση εξοπλισμού από δέρμα, δηλαδή με δερμάτινα γάντια, ποδιά ή πουκάμισο, μανίκια κτλ.

(ε) Τα εγκαύματα από την ακτινοβολία

Κατά την ηλεκτροσυγκόλληση δεν πρέπει να υπάρχουν γυμνά σημεία του σώματος εκτεθειμένα στην ακτινοβολία. Το πρόσωπο προστατεύεται από τη μάσκα και τα χέρια από τα γάντια, αλλά μέρος του υπόλοιπου σώματος, συχνά, μένει εκτεθειμένο, ιδίως το καλοκαίρι. Το ηλεκτρικό τόξο εκπέμπει υπεριώδη ακτινοβολία (UV), η οποία προκαλεί εγκαύματα, ανάλογα με αυτά που προκαλεί η μακρά παραμονή σε ισχυρή ηλιακή ακτινοβολία. Αυτά δεν εμφανίζονται αμέσως αλλά μετά πολλές ώρες ή την άλλη μέρα και μπορεί να είναι πολύ ισχυρά.

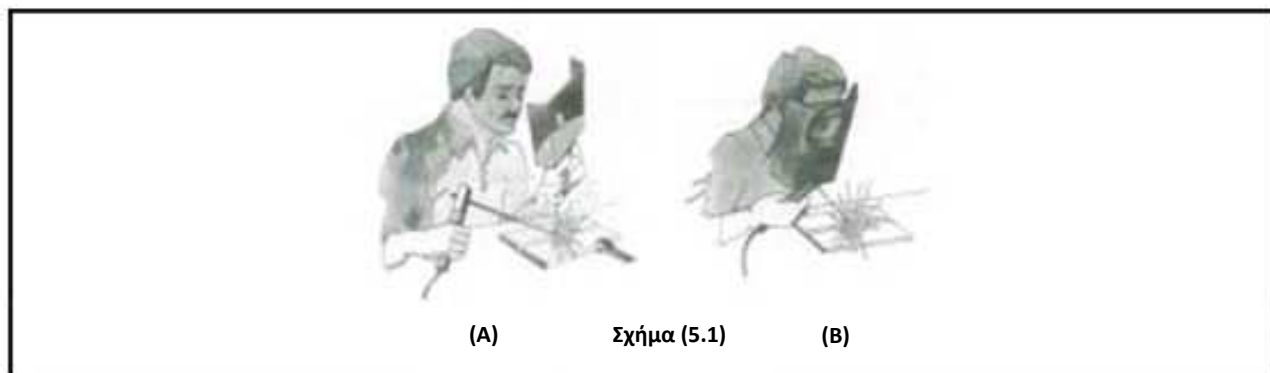
(στ) Κίνδυνοι πυρκαγιάς ή έκρηξης

Οι σπινθήρες που πετάγονται μπορούν να προκαλέσουν πυρκαγιά σε εύφλεκτες ύλες που βρίσκονται ακόμη και σε απόσταση 10 m. Δεν πρέπει να γίνεται ηλεκτροσυγκόλληση δεξαμενών πετρελαίου ή

άλλων εύφλεκτων υλών, ακόμη και όταν αυτές αδειάζουν, επειδή το πιθανότερο είναι ότι θα προκληθεί έκρηξη. Ομοίως, δεν πρέπει να γίνεται ηλεκτροσυγκόλληση κοντά σε σημεία με εύφλεκτες αναθυμιάσεις (όπως βενζίνη, καθαριστικά, χρώματα κτλ.). Στην ύπαιθρο και ιδίως κοντά σε ξηρά χόρτα, πρέπει να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα. Η παρουσία πυροσβεστήρα κοντά στη μηχανή ηλεκτροσυγκόλλησης είναι απαραίτητη

5.2 Η προστασία της όρασης και του προσώπου με τη μάσκα

Το πλέον πολύτιμο πράγμα στον άνθρωπο είναι η όραση και η μεγαλύτερη αναπηρία είναι η απώλειά της. Για αυτό, για τα μάτια πρέπει να χρησιμοποιούνται οι ειδικές μάσκες. Η εκτέλεση ηλεκτροσυγκόλλησης κατά τον τρόπο που φαίνεται στην περίπτωση (Α) του σχήματος (5.1) παρακάτω, ουδέποτε πρέπει να γίνεται, ούτε καν στιγμιαία. Η βλάβη προκαλείται σταδιακά και, όταν γίνουν αντιληπτά τα πρώτα δείγματά της, είναι πλέον αργά. Ο σωστός τρόπος εκτέλεσης της ηλεκτροσυγκόλλησης είναι αυτός που φαίνεται στην περίπτωση (Β) του σχήματος (5.1) επίσης



Γιατί όμως ο ηλεκτροσυγκολλητής αναγκάστηκε να καταφύγει, έστω και προς στιγμή, στη λύση (Α) του σχήματος; Προφανώς, δεν έβλεπε ικανοποιητικά, επειδή δεν είχε επιλέξει την κατάλληλη μάσκα. Υπάρχει η εντύπωση ότι όσο πιο σκούρο είναι το γυαλί μιας μάσκας, τόσο μεγαλύτερη προστασία προσφέρει. Αυτό είναι μεγάλο λάθος. Η βασική προστασία που προσφέρει τόσο το γυαλί όσο και η ίδια η μάσκα, είναι ότι αποκόπτουν πλήρως τις επικίνδυνες ακτινοβολίες που είναι οι υπεριώδεις (UV) και οι υπέρυθρες (IR), προστατεύοντας τόσο την όραση, όσο και το πρόσωπο από εγκαύματα. Και όλες οι μάσκες καλής ποιότητας έχουν αυτή τη δυνατότητα, ακόμη και όταν το γυαλί τους είναι εντελώς διαφανές, όπως συμβαίνει στις μάσκες που το γυαλί σκουραίνει απότομα, μόλις αρχίσει η έναυση του τόξου.

Όσον αφορά την περιοχή του ορατού φωτός, η εκπεμπόμενη ακτινοβολία είναι ακίνδυνη για την υγεία, αρκεί να μην είναι πολύ ισχυρή. Το γυαλί πρέπει να είναι σκούρο, για τον ίδιο λόγο που χρειάζονται τα γυαλιά ηλίου στην ισχυρή ηλιοφάνεια. Το ερώτημα που τίθεται είναι πόσο σκούρο και η απάντηση είναι τόσο σκούρο όσο χρειάζεται ο ηλεκτροσυγκολλητής, για να βλέπει πολύ καθαρά. Αν είναι περισσότερο σκούρο, θα δυσκολεύεται να δει και θα κουράζονται τα μάτια του, ενώ

παράλληλα θα είναι και κακή η ποιότητα της ηλεκτροσυγκόλλησης. Αν είναι λιγότερο σκούρο, επίσης, θα κουράζει τα μάτια του και θα θαμπώνεται.

Προσοχή: Τα γυαλιά οξυγονοκόλλησης δεν προσφέρουν καμία απολύτως προστασία, όταν χρησιμοποιούνται στην ηλεκτροσυγκόλληση, επειδή δεν αποκόπτουν τις ακτίνες UV και IR.

Οι πλέον συνηθισμένες μάσκες φαίνονται σε παράρτημα εικόνων παρακάτω. Βασικά, υπάρχουν οι απλές μάσκες που προστατεύουν κυρίως το πρόσωπο. Μπορούν να χρησιμοποιούνται μόνο όταν το ένα χέρι είναι διαθέσιμο (MMA, MIG/MAG), οπότε μπορεί να το χρησιμοποιεί ο ηλεκτροσυγκολλητής, προκειμένου να κρατάει τη μάσκα του. Επίσης, υπάρχουν και οι μάσκες που στηρίζονται στο κεφάλι, που είναι κατάλληλες, όταν κατά την ηλεκτροσυγκόλληση χρειάζεται να χρησιμοποιούνται και τα δύο χέρια, όπως συμβαίνει στην TIG. Οι μάσκες κεφαλής προστατεύουν επαρκώς και το πάνω τμήμα της κεφαλής, οπότε ο ηλεκτροσυγκολλητής δεν είναι υποχρεωμένος να φοράει καπέλο. Όταν η χρήση κράνους είναι αναγκαία, μπορεί η μάσκα να έχει τη δυνατότητα προσαρμογής πάνω σε κράνος, όπως στο σχήμα (5.2)



Καλό είναι κατά τη διαδικασία ηλεκτροσυγκόλλησης, ο τεχνίτης να μη διαθέτει ελεύθερο χέρι, για να μην υπάρχει κίνδυνος να ακουμπήσει πάνω στο πυρακτωμένο μέταλλο. Έτσι, το να χρησιμοποιεί κάπου το δεύτερο χέρι, όπως το να κρατάει τη μάσκα, μειώνει τις πιθανότητες ενός ατυχήματος. Μία καλή συνήθεια του ηλεκτροσυγκολλητή, όταν φοράει μάσκα κεφαλής και εκτελεί συγκόλληση MMA ή MIG/MAG, είναι να κρατάει την τσιμπίδα και με τα δύο χέρια

5.3 Εξειδικευμένες μάσκες προσώπου

Εκτός από τις απλές μάσκες, υπάρχουν και μάσκες αυτόματης ρύθμισης (Σχήμα 5.3) του βαθμού προστασίας (της σκίασης). Σε αυτές ρυθμίζεται αυτόματα το πόσο σκούρο θα είναι το τζάμι. Στην αρχή της ηλεκτροσυγκόλλησης το τζάμι είναι διαφανές. Μόλις αρχίσει η ηλεκτροσυγκόλληση, σκουραίνει απότομα και, μάλιστα, σκουραίνει τόσο όσο ακριβώς χρειάζεται, για να υπάρχει ικανοποιητική ορατότητα. Αυτό επιτρέπει στον ηλεκτροσυγκολλητή να δει προς στιγμή πιο καθαρά και να αποφύγει την επικίνδυνη ενέργεια..

Ο ηλεκτροσυγκολλητής, πριν να χρησιμοποιήσει κάποια μάσκα ή πριν προσαρμόσει σε αυτήν ένα γυαλί προστασίας, πρέπει να ελέγξει τα εξής:

(α) Όταν πρόκειται για μάσκα αυτόματης ρύθμισης της σκίασης

- Αν ο βαθμός προστασίας (σκίαση) είναι μέσα στις απαιτήσεις των υπό εκτέλεση εργασιών. Στο σημείο αυτό μπορεί να συμβουλευτεί συγκεκριμένο πίνακα.
- Αν έχει δυνατότητα και χειροκίνητης ρύθμισης.
- Το χρόνο που χρειάζεται για να σκουρύνει το γυαλί της μάσκας, ο οποίος πρέπει να είναι μικρότερος από το ένα χιλιοστό του δευτερολέπτου. Η μέγιστη άνεση στο μάτι επιτυγχάνεται, όταν ο χρόνος αυτός είναι μέχρι 0,4 χιλιοστά του δευτερολέπτου.
- Αν η επαναφορά του γυαλιού από το σκούρο χρώμα στο διαφανές γίνεται σχετικά γρήγορα, π.χ. σε χρόνο μικρότερο από 0,5 δευτερόλεπτο.
- Αν η μάσκα δε διαθέτει ηλιακό φορτιστή, θα πρέπει να ελέγχει ο ηλεκτροσυγκολλητής μήπως η μπαταρία χρειάζεται αντικατάσταση.



(β) Όταν χρησιμοποιεί απλή μάσκα με γυαλί σταθερής σκίασης

- Πρέπει να επιλέξει ο ηλεκτροσυγκολλητής το γυαλί με το σωστό βαθμό προστασίας για να το τοποθετήσει στη μάσκα του. Η επιλογή μπορεί να γίνει βάση πινάκων
- Ένας πρακτικός τρόπος για τη σωστή επιλογή είναι να γίνονται δοκιμές, ξεκινώντας από ένα πιο σκούρο γυαλί και πηγαίνοντας προς τα ανοιχτότερα, μέχρι να βρεθεί αυτό που παρέχει καλή ορατότητα, χωρίς να θαμπώνει.
- Με ένα και μοναδικό γυαλί δεν μπορούν να γίνονται όλες οι εργασίες. Ως εκ τούτου ο ηλεκτροσυγκολλητής πρέπει να διαθέτει έτοιμες μάσκες με γυαλιά που να καλύπτουν όλους τους βαθμούς προστασίας, που είναι ενδεχόμενο να απαιτηθούν στις εργασίες του. Συνήθως, αρκούν 2-4 μάσκες με γυαλιά διαφορετικών βαθμών προστασίας

Να σημειωθεί ότι τα μάτια του κάθε ανθρώπου έχουν το δικό τους τρόπο συμπεριφοράς και δεν αισθάνονται όλοι άνετα με το ίδιο γυαλί στην ίδια μάσκα. Επίσης, ο κάθε τύπος ηλεκτροδίου παρουσιάζει τη δική του συμπεριφορά

Οι μάσκες πρέπει να είναι καλής ποιότητας και είναι προτιμότερο να είναι επώνυμες. Πριν αγοραστεί μία ακριβή μάσκα, πρέπει να εξεταστεί αν υπάρχει υποστήριξη και ανταλλακτικά. Αν είναι κεφαλής, πρέπει να ελεγχθεί το σύστημα στήριξης και οι ρυθμίσεις που προσφέρει



Επίλογος – Συμπεράσματα

Η πτυχιακή εργασία αποτελεί το τελικό στάδιο των σπουδών μου στην Ακαδημία Εμπορικού Ναυτικού. Η ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας ήταν ο τελευταίος στόχος για να ολοκληρώσω τις σπουδές μου και αποτελεί μια απόδειξη ότι η φοίτηση μου στη σχολή αυτή και οι γνώσεις που αποκόμισα, θα αποτελούν σημαντικά εφόδια για το μέλλον.

Η ενασχόληση μου με την πτυχιακή εργασία μου έδωσε τη δυνατότητα να ασχοληθώ με ένα θέμα που με ενδιαφέρει να αποκομίσω γνώσεις και εμπειρία που σίγουρα θα μου είναι χρήσιμες στις μελλοντικές μου αποφάσεις και στη μελλοντική μου σταδιοδρομία ως μηχανικός του εμπορικού ναυτικού

Η επιλογή του θέματος ήταν μια επιθυμία μου να ασχοληθώ εκτενέστερα με τις συγκολλήσεις MMA. Μετά από πολύ έρευνα που έγινε, διαπιστώθηκε ότι οι συγκολλήσεις λαμβάνουν πρωτεύοντα ρόλο στον τομέα των μηχανικών όχι μόνο για την πρόληψη αλλά και για την αποκατάσταση των διαφόρων βλαβών που μπορούν να επικρατήσουν στο πλοίο

Έτσι λοιπόν προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα:

- Η συγκόλληση είναι αναγκαία επάνω στο πλοίο και πρέπει να φροντίζουμε για την όσο το δυνατόν καλύτερη διατήρηση των μηχανημάτων
- Η αναβάθμιση των εξαρτημάτων και των μεθόδων συγκόλλησης παίζουν κύριο ρόλο στον τομέα αυτό
- Είναι σημαντικό τα άτομα που αποτελούν τον χώρο της μηχανής να είναι πληροφορημένοι σχετικά με τις συγκολλήσεις και τις μεθόδους τους
- Η συνεχής εκμάθηση νέων τρόπων συγκόλλησης με νέα μέσα και τεχνικές αποτελεί κύριο παράγοντα για την καλύτερη εξέλιξη του επαγγέλματος
- Η ασφάλεια των συγκολλητών είναι η πρώτη σκέψη όλων πριν εκτελέσουν μια τέτοια εργασία. Όλα αντικαθιστούνται εκτός από μια ανθρώπινη ζωή

Βιβλιογραφία

1. ΤΕΧΝΙΚΑ ΒΙΒΛΙΑ & ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΑ

- 1.1. Α. Καρμίρη, Τεχνολογία Συγκολλήσεων, Έκδοση Ιδρύματος Ευγενίδη
- 1.2. Δ. Δελαπόρτας, Θ. Μανίκας, Ε. Τσούμας, Τεχνολογία Μηχανολογικών κατασκευών, Εκδόσεις Παιδαγωγικού Ινστιτούτου
- 1.3. Κ. Κονοφάγου, Μεταλλογνωσία
- 1.4. MUREX, Τεχνικό Εγχειρίδιο συγκολλήσεων
- 1.5. Π. Παπαδοπούλου, Συγκολλήσεις ΙΙ, έκδοση ΙΒΕΠΕ
- 1.6. Π. Πετροπούλου, Μηχανουργική τεχνολογία (εργαστήριο Ι), Έκδοση Ιδρύματος Ευγενίδη
- 1.7. ΤΕΜΚΑ Ε.Π.Ε.- Γ. Παπαθανασίου, Η τεχνική της συγκολλήσεως
- 1.8. Dieter Brehme, Εργαστήριο συγκολλήσεων, εκδόσεις ΙΩΝ
- 1.9. Jay Storer, Welding Manual

2. ΤΕΧΝΙΚΑ ΑΡΘΡΑ

- 2.1 Intergrated Publishing (tpub), Σειρά τεχνικών άρθρων επί των συγκολλήσεων που διατίθενται στο Internet (<http://www.tpub.com/air>). Αναλυτικά, ο πίνακας των άρθρων αναφέρεται στο παράρτημα Α
- 2.2. Συνεργιακά παλμορεύματα στην ηλεκτροσυγκόλληση MIG/MAG, Περιοδικό Τεχνολογία και Συγκόλληση. Το άρθρο προέρχεται από το περιοδικό Welding Design and Fabrication και η απόδοση στα Ελληνικά έγινε από την εταιρεία ΠΑΠΑΘΑΝΑΣΙΟΥ Α.Ε.
- 2.3. Κ. Διακουμάκου, Το σύστημα τυποποίησης των ηλεκτροδίων και η αλλαγή του ISO 2560, ΔΕΛΤΙΟ Πανελληνίου Συλλόγου Διπλωματούχων Μηχανολόγων-Ηλεκτρολόγων

3 ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ INTERNET

- 3.1. <http://www.iso.org/iso/en>
- 3.2. <http://www.cenorm.be>
- 3.3. <http://www.lincolnelectric.com/knowledge>
- 3.4. <http://www.the-land-rover.com/Weldshop>
- 3.5. <http://www.tpub.com/air>
- 3.6. <http://www.tpub.com/steelworker1>
- 3.7. <http://www.fresnooxygen.com/products.mcic>
- 3.8. <http://www.key-to-steel.com>
- 3.9. <http://www.trinex.ca>

Παράρτημα

Πρότυπα ISO για ηλεκτροσυγκολλήσεις

<u>ISO 544:2003</u>	Welding consumables -- Technical delivery conditions for welding filler materials -- Type of product, dimensions, tolerances and markings
<u>ISO 636:1989</u>	Bare solid filler rods for oxy-acetylene and tungsten inert gas arc (TIG) welding, depositing an unalloyed or low alloyed steel -- Codification
<u>ISO 1071:2003</u>	Welding consumables - Covered electrodes, wires, rods and tubular cored electrodes for fusion welding of cast iron - Classification
<u>ISO 2401:1972</u>	Covered electrodes -- Determination of the efficiency, metal recovery and deposition coefficient
<u>ISO 2560:2002</u>	Welding consumables -- Covered electrodes for manual metal arc welding of non-alloy and fine grain steels -- Classification
<u>ISO 3580:1975</u>	Covered electrodes for manual arc welding of creep-resisting steels -- Code of symbols for identification
<u>ISO 3581:2003</u>	Welding consumables -- Covered electrodes for manual metal arc welding of stainless and heat-resisting steels -- Classification
<u>ISO 5182:1991</u>	Welding -- Materials for resistance welding electrodes and ancillary equipment
<u>ISO 5184:1979</u>	Straight resistance spot welding electrodes
<u>ISO 6847:2000</u>	Welding consumables -- Deposition of a weld metal pad for chemical analysis
<u>ISO 6848:1984</u>	Tungsten electrodes for inert gas shielded arc welding, and for plasma cutting and welding -- Codification
<u>ISO 14171:2002</u>	Welding consumables -- Wire electrodes and wire-flux combinations for submerged arc welding of non alloy and fine grain steels -- Classification
<u>ISO 14172:2003</u>	Welding consumables -- Covered electrodes for manual metal arc welding of nickel and nickel alloys -- Classification
<u>ISO 14175:1997</u>	Welding consumables -- Shielding gases for arc welding and cutting
<u>ISO 14341:2002</u>	Welding consumables -- Wire electrodes and deposits for gas shielded metal arc welding of non alloy and fine grain steels -- Classification
<u>ISO 14343:2002</u>	Welding consumables -- Wire electrodes, wires and rods for arc welding of stainless and heat resisting steels -- Classification
<u>ISO 14344:2002</u>	Welding and allied processes -- Flux and gas shielded electrical welding processes -- Procurement guidelines for consumables
<u>ISO 14372:2000</u>	Welding consumables -- Determination of moisture resistance of manual metal arc welding electrodes by measurement of diffusible hydrogen
<u>ISO 15792-1:2000</u>	Welding consumables -- Test methods -- Part 1: Test methods for all-weld metal test specimens in steel, nickel and nickel alloys
<u>ISO 15792-2:2000</u>	Welding consumables -- Test methods -- Part 2: Preparation of single-run and two-run technique test specimens in steel
<u>ISO 15792-3:2000</u>	Welding consumables -- Test methods -- Part 3: Classification testing of positional capacity and root penetration of welding consumables in a fillet weld

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	3
Abstract.....	4
Πρόλογος	5
Κεφάλαιο 1	6
1.1 Οι θέσεις ηλεκτροσυγκόλλησης	6
1.2 Συμβολισμοί κατά ISO	8
1.3 Η προετοιμασία των άκρων	9
1.4 Οι τρόποι κοπής των προς συγκόλληση άκρων.....	11
Κεφάλαιο 2	16
2.1 Βασικές αρχές της συγκόλλησης τόξου.....	16
2.2 Η προσθήκη υλικού στο σημείο συγκόλλησης	17
Κεφάλαιο 3	18
3.1 Οι χρησιμοποιούμενες μορφές του ηλεκτρικού ρεύματος	19
3.2 Οι μηχανές ηλεκτροσυγκόλλησης.....	21
3.3 Τα ηλεκτρόδια.....	21
3.4 Η διατήρηση των ηλεκτροδίων.....	24
Κεφάλαιο 4	24
4.1 Ο ποιοτικός έλεγχος ηλεκτροσυγκόλλησης.....	24
4.2 Η οπτική επιθεώρηση.....	25
4.3 Οι ρηγματώσεις.....	26
4.4 Ο ρόλος του υδρογόνου στις ρηγματώσεις.....	27
4.5 Οι μη καταστρεπτικές δοκιμές.....	28
4.6 Οι μη καταστρεπτικές δοκιμές.....	30
Κεφάλαιο 5	30
5.1 Οι κίνδυνοι και τα μέτρα προστασίας του ηλεκτροσυγκολλητή	30
5.2 Η προστασία της όρασης και του προσώπου με τη μάσκα.....	32
5.3 Εξειδικευμένες μάσκες προσώπου	33
Επίλογος – Συμπεράσματα	36
Βιβλιογραφία	37
Παράρτημα	38
Περιεχόμενα	39