

ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΡΑΒΔΩΝ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΔΕΛΗΔΗΜΟΥ ΟΥΡΑΝΙΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι να παρουσιάσει το κομμάτι των επισκευών και ενισχύσεων που αφορά στην ηλεκτροσυγκόλληση νέου σε ήδη υπάρχον οπλισμό. Γίνεται μια πρώτη παρουσίαση της έννοιας της ‘‘ηλεκτροσυγκόλλησης’’ και ακολουθεί αναλυτική αναφορά στις μεθόδους και τεχνικές ‘‘ηλεκτροσυγκόλλησης’’, σχολιασμός και κριτική τους, στους παράγοντες που την επηρεάζουν, στα πεδία εφαρμογής της, στα πιο συνηθισμένα σφάλματα και σε μέτρα προστασίας κατά τη διαδικασία της ηλεκτροσυγκόλλησης.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η ανάγκη για επισκευή και ενίσχυση των κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα στην Ελλάδα είναι μεγάλη. Αυτό οφείλεται, σε ένα μεγάλο βαθμό στην έντονη σεισμική δραστηριότητα που υπάρχει στη χώρα μας που έχει ως αποτέλεσμα την έντονη καταπόνηση των κατασκευών, με συνέπεια την πρόωρη γήρανσή τους σε σχέση για παράδειγμα με τις κατασκευές στη βόρεια Ευρώπη. Από την άλλη μεριά η ύπαρξη κακοτεχνιών, που επιβάλλεται να επισκευαστούν, οφείλεται στη μη ικανοποιητική εφαρμογή των υπαρχόντων κανονισμών και στην απουσία συστηματικού ελέγχου, ώστε αυτοί να εφαρμόζονται στην πράξη. Επομένως η γνώση τεχνικών επισκευής και ενίσχυσης είναι ένα χρήσιμο εργαλείο στην επιστήμη του Πολιτικού Μηχανικού.

1.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΝΝΟΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ

Με τον όρο συγκόλληση εννοούμε τη μόνιμη σύνδεση δύο ή περισσότερων μετάλλων μεταξύ τους με προσθήκη ή όχι συγκολλητικού υλικού. Διακρίνουμε τις :

- Αυτογενείς συγκολλήσεις, δηλαδή τήξη των άκρων των μετάλλων με συγκολλητικό υλικό της ίδιας δομής με τα συγκολλούμενα μέταλλα
- Ετερογενείς συγκολλήσεις, δηλαδή προσθήκη συγκολλητικού υλικού διαφορετικού από τα συγκολλούμενα μέταλλα. Η θερμοκρασία στα άκρα δεν ξεπερνά το βαθμό πλαστικότητας.
Στις αυτογενείς συγκολλήσεις ανήκουν οι :
 - Θέρμανση τεμαχίων στο καμίνι και σφυρηλάτηση
 - Τήξη των άκρων με ειδικό καυστήρα συγκόλλησης θερμαντικής ικανότητας 3000 C με βοήθεια αερίων οξυγόνου και ασετιλίνης
 - Τήξη των άκρων με ηλεκτρικό τόξο (ηλεκτροσυγκόλληση) [8]

1.3 ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ

Η συγκόλληση με ηλεκτρικό τόξο επιτυγχάνεται με την υψηλή θερμοκρασία, η οποία παράγεται από το ηλεκτρικό ρεύμα. Τα είδη των ρευμάτων είναι το συνεχές (έχει μία μόνο ορισμένη φορά) και το εναλλασσόμενο (αλλάζει φορά μέσα στον αγωγό μερικές φορές το δευτερόλεπτο). Τρία χαρακτηριστικά μεγέθη της ηλεκτροσυγκόλλησης είναι :

- Η τάση έναρξης του τόξου. Βοηθά στο ξεκίνημα του τόξου και κυμαίνεται από 45-100V, δηλαδή η μηχανή ηλεκτροσυγκόλλησης είναι εν κινήσει, αλλά δεν πραγματοποιείται συγκόλληση.
- Η τάση συγκόλλησης. Είναι η τάση κατά τη διάρκεια της συγκόλλησης και κυμαίνεται από 25-40V. Η τάση αυτή μεταβάλλεται ανάλογα με τη διάμετρο του συγκολλητικού υλικού (ηλεκτρόδιο).
- Η ένταση. Είναι η ποσότητα του ηλεκτρισμού που διέρχεται ανά δευτερόλεπτο από μια τομή ενός αγωγού. [8]

1.4 ΕΙΔΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΟΠΟΥ ΓΙΝΕΤΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Η μέθοδος της ηλεκτροσυγκόλλησης τυχαίνει να βρίσκει μεγάλη εφαρμογή στις επισκευές και ενισχύσεις κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα. Παρακάτω θα αναφέρω παραδείγματα προκειμένου να γίνει καλύτερα αντιληπτό το εύρος εφαρμογής της. [1]

α. Επισκευές υποστυλωμάτων

Επεμβάσεις με καθαίρεση και αποκατάσταση ίσης διατομής εφαρμόζονται όταν οι βλάβες είναι σοβαρές. Μεταξύ των ενεργειών που απαιτούνται είναι, το κόψιμο των τμημάτων των διαμηκών ράβδων που έχουν λυγίσει και η ηλεκτροσυγκόλληση νέων τμημάτων.

β. Ενισχύσεις υποστυλωμάτων

Στη περίπτωση που η ενίσχυση επιτυγχάνεται με αύξηση της διατομής του υποστυλώματος με νέες στρώσεις σκυροδέματος και νέους οπλισμούς, δηλαδή κατασκευάζοντας ένα μανδύα γύρω από το αρχικό στοιχείο, προβλέπεται η τοποθέτηση και η συγκόλληση χαλύβδινων παρεμβλημάτων σύνδεσης των παλαιών και νέων οπλισμών (αναρτήρες). Επίσης στην περίπτωση που επιβάλλεται μικρό πάχος μανδύα πρέπει τα άκρα των συνδετήρων να συγκολλούνται σε εναλλασσόμενες πλευρές του υποστυλώματος.

γ. Επισκευές- Ενισχύσεις τοιχωμάτων

Οι τεχνικές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για επισκευές και ενισχύσεις τοιχωμάτων είναι αντίστοιχες αυτών που αναφέρθηκαν για τα υποστυλώματα. Και στη περίπτωση αυτή συγκολλούνται οι αναρτήρες και οι συνδετήρες όπου αυτό κρίνεται σκόπιμο.

δ. Επισκευές- Ενισχύσεις δοκών και πλακών

Για τις επισκευές δοκών ή πλακών σε περίπτωση σοβαρών βλαβών χρησιμοποιείται η τεχνική της αποκατάστασης ίσης διατομής, όπως και στη περίπτωση των υποστυλωμάτων.

1.5 ΧΑΛΥΒΕΣ ΠΟΥ ΚΥΚΛΟΦΟΡΟΥΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Οι χρησιμοποιούμενοι χάλυβες στην Ελλάδα διακρίνονται στις εξής κατηγορίες (κατά Ε.Λ.Ο.Τ. 959, Ε.Λ.Ο.Τ. 971) [6]:

- Στους συγκολλησίσιμους S400s και S500s
- Στους συγκολλησίσιμους υπό προϋποθέσεις S220, S400 και S500

Με βάση τον Ε.Λ.Ο.Τ.971 για τους συγκολλησίσιμους χάλυβες ισχύει ο παρακάτω πίνακας:

Μέθοδοι συγκόλλησης Τύποι σύνδεσης	Σημειακή με ηλεκτρική αντίσταση	Ημιαυτόματη σε προστατευτική ατμόσφαιρα CO ₂ /Ar	Με επενδεδυμένα ηλεκτρόδια	Αυτογενής συγκόλληση
Σταυρωτά	+	+	+	
Με επικάλυψη		+	+	
Άκρη με άκρη (μετωπική)		+	+	+

Παρατήρηση [7]

Με βάση το κείμενο που περιέχεται στις Προσωρινές Εθνικές Προδιαγραφές θα ισχύουν τα εξής: Η ηλεκτροσυγκόλληση με παράθεση καθ' υπερκάλυψη θα γίνεται από τη μία μόνο πλευρά, σύμφωνα με τις επιταγές του Κ.Τ.Χ. 8.3.2 και του προτύπου Ε.Λ.Ο.Τ. 959-Άρθρο 7 και Σχήμα 1, με τοποθέτηση των ράβδων στην απόσταση που επιτρέπουν οι νευρώσεις (σχεδόν εν επαφή) και εφαρμογή δύο ραφών μήκους 5Φ εκάστης, με ενδιάμεσο διάκενο 20 mm περίπου. Μετωπική ηλεκτροσυγκόλληση είναι δυνατόν να εφαρμοσθεί μόνο για συγκολλησίσιμους χάλυβες και ράβδους με διάμετρο ίση ή μεγαλύτερη των 20 mm, ύστερα από διαμόρφωση του άκρου τους σε σχήμα άκρης κατσαβιδιού, με τοπική διεύρυνση της διαμέτρου μέχρι 1.20Φ, κατά τον Κ.Τ.Χ. και το πρότυπο Ε.Λ.Ο.Τ. 971-Σχήμα 2. Τα ηλεκτρόδια που θα χρησιμοποιηθούν θα έχουν τα χαρακτηριστικά που καθορίζονται στον Κ.Τ.Χ. και στο πρότυπο Ε.Λ.Ο.Τ. 959-Άρθρο 7. Οι ηλεκτροσυγκολλήσεις θα εκτελούνται από ανθρώπους έμπειρους και ικανούς, με πλήρη τήρηση των κανόνων ασφαλείας.

2. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ

2.1. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΜΕ ΕΠΕΝΔΕΔΥΜΕΝΑ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΑ

Η συγκόλληση με ηλεκτρικό τόξο με επενδεδυμένο ηλεκτρόδιο είναι μία μέθοδος που χρησιμοποιείται στη συνένωση των άκρων των τεμαχίων. Το ηλεκτρικό τόξο διεγείρεται μεταξύ του ηλεκτροδίου και του τεμαχίου για συγκόλληση. Οι συσκευές συγκόλλησης που χρησιμοποιούνται διακρίνονται σε:

α. Συσκευές εναλλασσόμενου ρεύματος

Μετασχηματιστές (στατικές συσκευές)

Περιστροφικές, σταθερής τάσης αυτορρυθμιζόμενες με μαγνητική ροή

β. Συσκευές συνεχούς ρεύματος

Ανορθωτές (στατικές συσκευές)

Γεννήτριες (περιστροφικές συσκευές)

Σε ότι αφορά το ηλεκτρόδιο, αυτό αποτελείται από ένα μεταλλικό πυρήνα γενικά κυλινδρικής μεταβλητής διαμέτρου, ο οποίος είναι καλυμμένος στην περιφέρειά του με μία επένδυση της οποίας το πάχος είναι λίγο ή πολύ σημαντικό. Λέμε ότι έχουμε :

- Λεπτή επένδυση όταν η εξωτερική διάμετρος του ηλεκτροδίου είναι έως 1,2 D (D = διάμετρος μεταλλικού πυρήνα)
 - Μέσου πάχους επένδυση όταν η εξωτερική διάμετρος του ηλεκτροδίου είναι μεταξύ 1,2 και 1,5 D
 - Επένδυση όταν η εξωτερική διάμετρος του ηλεκτροδίου είναι μεγαλύτερη από 1,5 D
- Η σημασία της επένδυσης είναι καθοριστική για τη συγκόλληση με ηλεκτρόδιο καθώς επιτελεί τρεις διαφορετικούς ρόλους:

α. Ηλεκτρικός ρόλος

Η επένδυση περιέχει διάφορα στοιχεία όπως ανθρακικά, πυριτικά και κυρίως μεταλλικά οξειδία στοιχεία τα οποία ιονίζοντας τον αέρα μεταξύ του τεμαχίου και της άκρης του ηλεκτροδίου, ευνοούν το ξεκίνημα και τη σταθεροποίηση του τόξου.

β. Φυσικός και μηχανικός ρόλος

Είναι η καθυστερημένη τήξη της επένδυσης σε σχέση με την τήξη του μεταλλικού πυρήνα, που δημιουργεί έναν κρατήρα στο άκρο του ηλεκτροδίου και που επιτρέπει την οδήγηση του τόξου.

γ. Μεταλλουργικός ρόλος

Ο μεταλλουργικός ρόλος της επένδυσης είναι να προστατεύει το κορδόνι της συγκολλήσεως από τον περιβάλλοντα αέρα και από την οξείδωση.

Ανάλογα με το είδος του χάλυβα που πρόκειται να συγκολληθεί χρησιμοποιούμε και το αντίστοιχο ηλεκτρόδιο. Διακρίνουμε ηλεκτρόδια για συγκολλήσεις σε:

- ανθρακοχαλύβων
- χαλυβδοκραμμάτων
- ανοξείδωτων χαλύβων
- σε ελαφρά κραμματικούς χάλυβες

Λεπτομέρειες σχετικά με την τυποποίηση των ηλεκτροδίων μας δίνουν οι γερμανικοί (DIN), αμερικάνικοι (A.W.S.) και γαλλικοί (C.F.P.E.) κανονισμοί. [8]

Απαιτήσεις με βάση τον ελληνικό κανονισμό : [6]

- Τα χρησιμοποιούμενα ηλεκτρόδια πρέπει να είναι ανάλογα της διαμέτρου Φ του χάλυβα. (Ε.Λ.Ο.Τ. 959)
- Θα έχουν επένδυση αναλόγων χαρακτηριστικών εκείνων του βασικού μετάλλου (βασική επένδυση ή όξινη διοξειδίου του τιτανίου (ρουτίλιου)).
- Χαμηλό βολτάζ, για λόγους αποφυγής υπερθέρμανσης.

2.2 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΜΕ ΑΔΡΑΝΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

Η ηλεκτρόλυση τόξου με προστατευτικό αέριο και ηλεκτρόδιο βολφραμίου είναι γνωστή και σαν μέθοδος T.I.G. (Tungstene=βολφράμιο, Inert=αδρανές, Gaz=αέριο). Πρόκειται για μια μέθοδο συγκολλήσεως στην οποία η θερμότητα παράγεται από το ηλεκτρικό τόξο που δημιουργείται σε περιβάλλον αδρανούς ατμόσφαιρας μεταξύ του τεμαχίου για συγκόλληση και ενός πυρίμαχου μη αναλώσιμου ηλεκτροδίου (ηλεκτρόδιο βολφραμίου). Μια υψηλή τάση, μεταξύ 2000-5000V, επιτρέπει τη δημιουργία ενός σπινθήρα που ξεσπά όταν το ηλεκτρόδιο πλησιάσει το τεμάχιο. Ο ιονισμός που δημιουργείται από τον σπινθήρα επιτρέπει την εκκίνηση του τόξου. Κατά τη δημιουργία του τόξου λιώνει εύκολα το συγκολλούμενο βασικό μέταλλο (ο χάλυβας που λιώνει γύρω στους 1400 C και το πρόσθετο συγκολλητικό υλικό) χωρίς το ηλεκτρόδιο του βολφραμίου να φθείρεται, καθώς το βολφράμιο λιώνει στους 3400 C. Γύρω από το ηλεκτρικό τόξο ρέει το προστατευτικό αέριο, το οποίο κρατάει μακριά τον ατμοσφαιρικό αέρα και παράλληλα ψύχει ομαλά τη συγκολλητική ραφή. Σαν προστατευτικό αέριο χρησιμοποιούμε το αργό, το διοξείδιο του άνθρακα ή το ήλιο. Η παροχή του αερίου γίνεται σε lit/min σύμφωνα με την εσωτερική διάμετρο του κεραμικού μπεκ π.χ. εσωτερική διάμετρος μπεκ 12-παροχή 12L Το αέριο κυκλοφορεί στο εμπόριο σε φιάλες. [8]

Προετοιμασία των επιφανειών.

Κατά τη συγκόλληση T.I.G. η προετοιμασία των άκρων πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεγμένη. Δεν πρέπει να υπάρχει ίχνος λιπαρών σωμάτων ή λεπτών επικαλύψεων οξειδίων στις προς συγκόλληση επιφάνειες.

Προετοιμασία του ηλεκτροδίου

Διακρίνουμε δύο τύπους ηλεκτροδίων :

- Ένα από ακίδα καθαρού βολφραμίου με χρώμα πράσινο. Δε χρειάζεται να τροχιστεί διότι σχηματίζει από μόνο του ένα σχήμα σφαιροειδή. Αρμόζει στη συγκόλληση ελαφρών μετάλλων και χρησιμοποιείται με εναλλασσόμενο ρεύμα.
- Ένα από ακίδα θοριομένου βολφραμίου (1-3 % οξείδιο του θορίου) με χρώμα κόκκινο. Χρειάζεται να τροχιστεί μπροστά σε κωνική μορφή. Αρμόζει στη συγκόλληση του ανοξειδώτου χάλυβα και των βαρέων μετάλλων και χρησιμοποιείται με συνεχές ρεύμα.

2.3 Η ΗΜΙΑΥΤΟΜΑΤΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΣΕ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΚΑΙ ΑΡΓΟΥ (MIG-MAG)

MIG = (Metal=Μέταλλο, Inert=Αδρανές, Gaz=Αέριο)

MAG = (Metal=Μέταλλο, Active=Ενεργό, Gaz=Αέριο)

Είναι μία μέθοδος συγκόλλησης με τη χρησιμοποίηση του ηλεκτρικού τόξου μέσα σε προστατευτική ατμόσφαιρα (αδρανή ή ενεργό), μονώνοντας έτσι το λουτρό τήξεως και τον περίγυρό του από την οξειδωτική δράση του ατμοσφαιρικού αέρα. Λαμβάνει χώρα πάντοτε με συνεχές ρεύμα και εύτηκτο ηλεκτρόδιο ή σύρμα, με ρυθμιζόμενη ένταση. Το ηλεκτρικό τόξο ανάβει ανάμεσα στο μέταλλο βάσης και ένα σύρμα ή ηλεκτρόδιο που αποτελεί το μέταλλο προσθήκης. Κύριο χαρακτηριστικό της μεθόδου είναι η μεγάλη πυκνότητα ρεύματος μέσα στο μέταλλο προσθήκης ($\geq 100\text{A/mm}^2$).

Για ηλεκτροσυγκολλήσεις με σύρμα μέσα σε προστατευτική ατμόσφαιρα, χρησιμοποιούμε κυρίως μηχανές σταθερής τάσης. Η σχεδόν σταθερή τάση είναι αναγκαία για την αυτορύθμιση του μήκους του ηλεκτρικού τόξου, ενώ η ταχύτητα ροής του σύρματος είναι σταθερή για ορισμένη θέση του μοχλού επιλογής της τάσης της μηχανής.

Το κύκλωμα συνεχούς ρεύματος των μηχανών, συνήθως είναι εξοπλισμένο με κατάλληλο επαγωγικό πηνίο, που εξυπηρετεί τους εξής σκοπούς :

- Ελαττώνει τα πιτσιλίσματα, ελέγχοντας την αύξηση του ρεύματος βραχυκυκλώματος κάθε φορά που το σύρμα έρχεται σε επαφή με το μέταλλο βάσης.
- Επιτρέπει τον έλεγχο της εισερχόμενης στο μέταλλο βάσης θερμότητας. Αύξηση της επαγωγής (δηλαδή των τυλιγμάτων του πηνίου) συνεπάγεται λιγότερα βραχυκυκλώματα άρα αύξηση του χρόνου που το τόξο είναι αναμμένο άρα αύξηση της εισερχόμενης στο μέταλλο βάσης θερμότητας. Γι' αυτό όταν κολλάμε χοντρά ελάσματα βάζουμε στο κύκλωμα όλο το επαγωγικό πηνίο. Αντίθετα μείωση της επαγωγής συνεπάγεται ελάττωση του χρόνου που το τόξο είναι αναμμένο άρα μείωση της εισερχόμενης στο μέταλλο βάσης θερμότητας.
- Όταν η μεταφορά του μετάλλου μέσα στο τόξο γίνεται με μορφή μικρών σταγονιδίων (spray arc), το επαγωγικό πηνίο δεν έχει καμιά επίδραση εκτός από το ομαλό ξεκίνημα. Η μεταφορά του μετάλλου μέσα στο ηλεκτρικό τόξο εξαρτάται από τους εξής παράγοντες :
 - Ένταση του ρεύματος συγκόλλησης
 - Τάση στα άκρα του τόξου
 - Διάμετρος σύρματος
 - Είδος προστατευτικού αερίου

Υπάρχουν τέσσερις τρόποι μεταφοράς του μετάλλου: [2]

Η μέθοδος Dip Transfer

Με τη μέθοδο αυτή χρησιμοποιούμε μικρή ένταση ρεύματος. Η συχνότητα βραχυκυκλώματος του τόξου είναι κατάλληλη για συγκολλήσεις σε θέσεις. Η εισερχόμενη θερμότητα στο μέταλλο βάσης είναι ελάχιστη. Έτσι έχουμε μικρότερες παραμορφώσεις και μπορούμε να συγκολλήσουμε μικρότερα πάχη. Χρησιμοποιούμε σύρματα συμπαγή με διάμετρο $\Phi = 0,6-1,2$.

Η μέθοδος Spray Transfer

Η μεταφορά του μετάλλου μέσα στο τόξο γίνεται σε λεπτά σταγονίδια τύπου σπραίι. Χρησιμοποιούμε μεγαλύτερη ένταση ρεύματος και τάση στα άκρα του τόξου. Η διάμετρος των σταγονιδίων είναι περίπου ίδια με τη διάμετρο του σύρματος. Το τόξο είναι συνεχώς αναμμένο και η γραμμική ενέργεια μεγάλη. Έχουμε τη δυνατότητα μεγάλης ταχύτητας εναπόθεσης. Κανονικά η συγκόλληση σε θέση (H, V, O) είναι αδύνατη λόγω της μεγάλης γραμμικής ενέργειας (το μέταλλο είναι πολύ ρευστό). Αυτή η μέθοδος επιτυγχάνεται καλύτερα με προστατευτικά αέρια που έχουν βάση το αργό. Για παράδειγμα,

Αργό + 20% Διοξειδίο του Άνθρακα ή Αργό+ 5% Διοξειδίο του Άνθρακα

Χρησιμοποιούμε σύρματα συμπαγή με διάμετρο $\Phi = 0,8-1,6$.

Η μέθοδος Globular Transfer

Πρόκειται για ενδιάμεσο τρόπο μεταξύ Dip και Spray Transfer, όπου η μεταφορά γίνεται με ανομοιόμορφες χοντρές σταγόνες. Η πτώση των σταγόνων γίνεται πιο πολύ με τη βαρύτητα παρά με τη δύναμη του τόξου που υπερισχύει στο Spray Transfer. Με χρησιμοποίηση διοξειδίου του άνθρακα η μεταφορά του μετάλλου γίνεται Dip ή Globular. Αν και η συγκεκριμένη μέθοδος είναι ικανοποιητική για πολλές εφαρμογές, δημιουργεί πολλά πιτσιλίσματα και ακατάστατη όψη του κορδονιού σε σύγκριση με τη μεταφορά Spray. Χρησιμοποιούμε μικρότερη γραμμική ενέργεια σε σύγκριση με τη Spray Transfer και σύρματα οποιασδήποτε διαμέτρου.

Η μέθοδος Pulsed Transfer

Πρόκειται για μεταφορά με παλλόμενο ηλεκτρικό τόξο. Απαιτεί τη χρησιμοποίηση μηχανών ειδικής κατασκευής και επομένως μεγαλύτερου κόστους. Οι σταγόνες του μετάλλου πέφτουν με ομοιόμορφη συχνότητα. Με τον τρόπο αυτό ελέγχουμε καλύτερα την εισερχόμενη θερμότητα στο μέταλλο βάσης και την ταχύτητα εναπόθεσης.

2.3.1 Η ΣΗΜΕΙΑΚΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ MIG

Είναι μία μέθοδος σημειακής σύνδεσης ελασμάτων. Η εργασία γίνεται από τη μια πλευρά. Αν τα ελάσματα έχουν διαφορετικό πάχος, το λεπτότερο μπαίνει από την πλευρά που κολλάμε. Σημειακές συγκολλήσεις γίνονται σε οριζόντιο ή κατακόρυφο επίπεδο. Η μηχανή πρέπει να είναι εξοπλισμένη με τον ανάλογο χρονοδιακόπτη. [2]

2.4 Η ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΗΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΜΕ ΠΛΑΣΜΑ

Πλάσμα ή αλλιώς θερμικό πλάσμα λέγεται ένα αέριο που αποτελείται από ουδέτερα σωματίδια, ιόντα και ελεύθερα ηλεκτρόνια. Ένα τέτοιο πλάσμα μπορούμε να παράγουμε με όλα τα συνηθισμένα αέρια εφ' όσον προηγουμένως διοχετεύσουμε σε αυτά επαρκή ενέργεια, υπό μορφή θερμότητας ή ακτινοβολίας ή μέσω ηλεκτρικής εκκένωσης με ταυτόχρονα σημαντικό περιορισμό της διατομής του. Στη συγκόλληση εννοούμε πλάσμα (το οποίο αποτελεί και την πηγή θερμότητας), μόνο όταν το τόξο υποστεί κάποια συστολή (στένωση) της διατομής του, μέσω ενός ειδικά κατασκευασμένου ακροφυσίου. [3]

Η μέθοδος είναι όμοια με τη μέθοδο TIG και για αυτό το λόγο χαρακτηρίζεται και ως WP (Wolfram-plasma). Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας του τόξου, η μέθοδος αναλύεται σε :

α. Πλάσμα ακτινοβολίας χωρίς ηλεκτρική ενέργεια, (WPS)

Το πλάσμα ακτινοβολίας λειτουργεί μέσω του τόξου μεταξύ ενός ηλεκτροδίου βολφραμίου και ενός υδρόψυκτου ακροφυσίου. Το ψυχρό αέριο διέρχεται από το χώρο μεταξύ ηλεκτροδίου (βελόνας) και ακροφυσίου, καταλήγοντας στο χώρο που καταλαμβάνει το τόξο όπου και θερμαίνεται. Το πλάσμα που παράγεται μετατρέπεται σε μια λεπτή έντονα φωτεινή φλόγα η οποία προβάλλει από το ακροφύσιο, χωρίς να είναι φορέας ηλεκτρικής ενέργειας, παρά μόνο μια απλή φλόγα.

β. Πλάσμα τόξου με ηλεκτρική ενέργεια, (WPL)

Το τόξο λειτουργεί μεταξύ ηλεκτροδίου και βασικού μετάλλου, στο οποίο η συστολή επιτυγχάνεται μόνο μέσω του ακροφυσίου. Το τόξο αυτό γίνεται φορέας ηλεκτρικής ενέργειας, μόνο σε περίπτωση που το βασικό μέταλλο είναι αγωγίμο διότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σαν ηλεκτρόδιο.

γ. Σύνθετη μέθοδος πλάσματος, (WPSL)

Είναι συνδυασμός των δύο παραπάνω μεθόδων.

Όργανα εκτέλεσης της μεθόδου.

Ένα πλήρως εξοπλισμένο συγκρότημα πλάσματος περιλαμβάνει :

- Τη μηχανή του πρωτεύοντος τόξου. Είναι συνεχούς ρεύματος, με συνεχή ρύθμιση (χωρίς σκάλες), όμοια της μηχανής της μεθόδου TIG .
- Το δευτερεύον τόξο λειτουργεί είτε μέσω μιας ειδικής μηχανής που λειτουργεί με χαμηλή ένταση 2-10 A με τον αρνητικό πόλο στο ηλεκτρόδιο, είτε μέσω μιας αντίστασης η οποία συνδέεται στο ηλεκτρικό κύκλωμα του πρωτεύοντος τόξου.
- Τσιμπίδες (καυστήρες) πλάσματος. Κατασκευάζονται για χειροκίνητη και μηχανοποιημένη μέθοδο. Συνδέονται συνήθως στον αρνητικό πόλο και κατασκευάζονται έως και 400 A.
- Ηλεκτρόδιο βολφραμίου (βελόνα). Το ηλεκτρόδιο πρέπει να βρίσκεται ακριβώς στο κέντρο του ακροφυσίου. Η άκρη του, πρέπει να είναι μυτερή για σύνδεση της τσιμπίδας στον αρνητικό πόλο.
- Ακροφύσιο πλάσματος. Το μέγεθός του εξαρτάται από την ένταση του ρεύματος και από την ποσότητα του αερίου του πλάσματος. Για τσιμπίδες που συνδέονται στον αρνητικό πόλο η οπή εξόδου του ακροφυσίου είναι κωνική.
- Αέρια πλάσματος. Συνήθως χρησιμοποιείται το αργό λόγω της πολύ καλής του ιδιότητας στο άναμμα και στη σταθερή λειτουργία του τόξου.

- Αέρια προστασίας. Διοχετεύονται περιφερειακά γύρω από το πλάσμα. Εξαιτίας τους το πλάσμα μπορεί να υποστεί νέα συστολή (στένωση) ή διαστολή διαπλάτυνσης. Το αργό διαπλάτνυει το πλάσμα ενώ μίγμα αργού και υδρογόνου το στενεύουν. Στη συγκόλληση κοινών και ελαφρά κραματωμένων χαλύβων χρησιμοποιείται και μίγμα αργού με διοξείδιο του άνθρακα. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ήλιο, όμως συνήθως αποφεύγεται διότι αυξάνει σημαντικά το κόστος.

2.5 ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ

Από όλες τις παραπάνω μεθόδους, η συγκόλληση MIG/MAG (ημιαυτόματη) έχει εδραιωθεί παγκόσμια τα τελευταία δέκα χρόνια. Αυτό οφείλεται στο ότι μπορεί να προσφέρει συγκολλήσεις άριστης ποιότητας, εφάμιλλες της συγκόλλησης με ηλεκτρόδια και επιπλέον πιο παραγωγικές, λιγότερο επίπονες και λιγότερο επιβλαβείς για την υγεία των ηλεκτροσυγκολλητών.[9]

3. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΤΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ

Σφάλματα στη συγκόλληση προκύπτουν κυρίως όπως είναι γνωστό κατά τη διάρκεια ή και μετά τη συγκόλληση. Για την εμφάνιση ενός σφάλματος μεσολαβούν διάφορες παράμετροι και μηχανισμοί, οι οποίοι οφείλονται: στον ανθρώπινο παράγοντα, στη διαδικασία συγκόλλησης, στο μέταλλο βάσης, στο υλικό εναπόθεσης και στις συνθήκες εργασίας.

Τα πιο συνηθισμένα σφάλματα που παρατηρούνται κατά τη συγκόλληση είναι: ατελής διείσδυση, σημειακή ατελής τήξη μεταξύ βασικού μετάλλου και μετάλλου προσθήκης, εγκλωβισμός κρούστας, πόροι (οφείλονται σε πολύ χαμηλή θερμοκρασία του λουτρού συγκόλλησης, σε υπερβολικό ρεύμα συγκόλλησης και στην υγρασία), εγκλείσματα σκουριάς και υποκοπή. Επίσης παρατηρούνται υπερβολικά υπερυψωμένη συγκόλληση, ελλιπές γέμισμα της ραφής, καψίματα στα άκρα της συγκόλλησης, πλευρικά καψίματα (αιχμές), ατέλειες στην εξωτερική εμφάνιση της συγκόλλησης (ανομοιομορφία κυματισμού, πιτσιλίσματα), υπερθέρμανση (κάψιμο της συγκόλλησης) και ρήγματα στη συγκόλληση (ρήγματα εν θερμώ και εν ψυχρώ). [4]

4. ΜΕΤΡΑ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Η σωστή ενημέρωση του ηλεκτροσυγκολλητή πάνω σε θέματα υγιεινής και ασφάλειας πρέπει να θεωρείται το ίδιο σημαντική όσο οι τεχνικές του γνώσεις και η τεχνική του κατάρτιση καθώς όλα μαζί συντελούν στη βελτίωση της απόδοσής του και συνεπώς στην αύξηση της παραγωγικότητάς του. Κλείνοντας αυτή τη σύντομη εισαγωγή, θα αναφέραμε τα εξής: [5].[8]

1. Ο εργαζόμενος πρέπει να είναι σωστά ενημερωμένος πάνω στα θέματα ασφάλειας που τον αφορούν.
2. Να είναι αποφασισμένος να εφαρμόσει πιστά τα μέτρα που του ορίζουν έστω κι αν εκ πρώτης όψεως του φαίνονται υπερβολικά και να υιοθετήσει την αρχή ότι: ο πρώτος βασικός κανόνας ασφαλείας είναι η πιστή εφαρμογή των μέτρων ασφαλείας.
3. Ο εργοδότης πρέπει να κάνει υπόθεσή του την ασφάλεια των εργαζομένων στην επιχείρησή του, αποδεχόμενος ότι το μικρότερο κόστος της προστασίας, τον προφυλάσσει από εμφανείς ή αφανείς δαπάνες πολύ μεγαλύτερες.

Παρακάτω αναφέρονται επιγραμματικά οι κίνδυνοι από τη συγκόλληση με ηλεκτρικό τόξο.

- a. Κίνδυνοι οφειλόμενοι στις ακτινοβολίες που εκπέμπονται από το ίδιο το τόξο.
 - Υπεριώδεις ακτινοβολίες : Είναι αυτές που προκαλούν την ηλίαση και που προκαλούν οφθαλμικές διαταραχές (επιπεφυκίτιδα).

- Ορατές ακτινοβολίες : Δεν προκαλούν ασθένειες παρά μόνο όταν η φωτεινή πηγή είναι μεγάλης έντασης. Σ' αυτή την περίπτωση μπορούν να προκαλέσουν μόνιμη βλάβη του αμφιβληστροειδούς.
- Υπέρυθρες ακτινοβολίες : Μπορεί να προκαλέσουν πονοκεφάλους και μία δακρύρροια. Όμως έχουν μια επίδραση αργή και προσθετική η οποία με τον καιρό τείνει να προκαλέσει θόλωμα του κρυσταλλοειδούς φακού.
- β. Κίνδυνοι ηλεκτρικού ρεύματος : Ηλεκτροπληξία
- γ. Καπνοί-αναθυμιάσεις. Μια αποτελεσματική προστασία εναντίον του κινδύνου των καπνών είναι με έναν καλό εξαερισμό του χώρου εργασίας.

Ο ηλεκτροσυγκολλητής προκειμένου να προστατευθεί από τους παραπάνω κινδύνους εκτός από την τήρηση των κανόνων ασφαλείας πρέπει να είναι εφοδιασμένος και με τον κατάλληλο εξοπλισμό που περιλαμβάνει :

- Μάσκα και κράνος : Προορίζονται για την προστασία του προσώπου.
- Γάντια : Εξασφαλίζουν προστασία ενάντια στις εκπεμπόμενες από το τόξο ακτινοβολίες, από τη θερμοκρασία και τις επιπτώσεις του ηλεκτρικού ρεύματος.
- Ενδύματα : Πρέπει να είναι χονδρά, χωρίς αναδιπλώσεις και να μην αφήνουν ακάλυπτο κανένα σημείο του σώματος. Συμπληρώνονται με τη χρήση μιας ποδιάς από δέρμα.
- Υποδήματα : Πρέπει να είναι υψηλά και να καλύπτονται από το κάτω τμήμα του παντελονιού.
- Γυαλιά : Η επιλογή του γυαλιού από το συγκολλητή εξαρτάται από την όρασή του, τον τύπο του χρησιμοποιούμενου ηλεκτροδίου, τον τρόπο εργασίας και τον τόπο

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από όλα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω συμπεραίνουμε πόσο χρήσιμη είναι η ηλεκτροσυγκόλληση στις επισκευές και ενισχύσεις κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα καθώς είναι μια μέθοδος αρκετά ευέλικτη και πολύ αποτελεσματική. Είδαμε ότι υπάρχουν διάφορες τεχνικές με βάση τις οποίες εφαρμόζεται στην πράξη. Σημαντικό είναι να επιλέγεται σε κάθε περίπτωση η πιο κατάλληλη έτσι ώστε να εξοικονομούμε και χρόνο και χρήμα. Επίσης χρειάζεται να είμαστε πολύ προσεκτικοί κατά την εφαρμογή της καθώς είναι μια μέθοδος που εξαρτάται από πολλούς παράγοντες και γι' αυτό το λόγο είναι πολύ εύκολο να πραγματοποιήσουμε κάποιο σφάλμα επηρεάζοντας την ποιότητα της συγκόλλησης και το τελικό αποτέλεσμα. Ταυτόχρονα επειδή πρόκειται για μια μέθοδο με σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία του συγκολλητή αλλά και στο γύρω περιβάλλον εργασίας, πρέπει να φροντίζουμε να λαμβάνονται όλα τα απαραίτητα μέτρα προστασίας και ασφάλειας που ορίζονται από τους κανονισμούς.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1]: << Συστάσεις για προσεισμικές και μετασεισμικές επεμβάσεις στα κτίρια >>, Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ., Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού Και Προστασίας, Ο.Α.Σ.Π.
- [2]: Γιώργος Καπέλλας, << Η ηλεκτροσυγκόλληση τόξου με σύρματα συμπαγή ή διατρητά με προστατευτικά αέρια >> (1991), Ο Συγκολλητής.
- [3]: Αναστάσιος Γουδανάκης, << Συγκόλληση και Κοπή με Πλάσμα >> (2001), Τεχνολογία και Συγκόλληση.
- [4]: Αναστάσιος Γουδανάκης, << Σφάλματα στη Συγκόλληση >> (2000), Τεχνολογία και Συγκόλληση.
- [5]: Παπαθανασίου Α.Ε. (Τεχνολογική συγκολλήσεως και κοπής μετάλλων) << Μέτρα ασφάλειας για τις συγκολλήσεις και τις κοπές μετάλλων >>.
- [6]: Σ. Μουγιάκος, Γ. Αγναντιάρη, Β. Θεοφανόπουλος, << Σημειώσεις διάλεξης στα πλαίσια σεμιναρίου για μηχανικούς >>, Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. - Γ.Γ.Δ.Ε.
- [7]: << Προσωρινές Εθνικές Προδιαγραφές >>, Π.Ε.Τ.Ε.Π.
- [8]: << Τεχνολογία της συγκόλλησης >>, Πρακτικά 14^{ου} Συνεδρίου.
- [9]: Ανδρέας Τζογιός, << Η αποφυγή της δημιουργίας πόρων κατά τη συγκόλληση MIG/MAG (ημιαυτόματη) >> (2000), Τεχνολογία και Συγκόλληση