

Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ

ΖΟΥΡΟΥΔΗ ΥΠΑΠΑΝΤΗ

ΘΗΒΑΙΟΥ ΜΑΡΙΝΑ

ΤΣΙΟΛΗ ΘΕΟΔΩΡΑ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ: ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

ΕΠΙΚ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΠΑΤΡΑ 2008

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΣΥΓΚΟΛΛΗΤΟΤΗΤΑ ΣΥΝΗΘΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΚΑΙ ΚΡΑΜΑΤΩΝ	
1.1. Γενικά.....	3
1.2. Ανθρακούχοι χάλυβες και χαλυβοκράματα.....	3
1.3. Φαιός χυτοσίδηρος	3
1.4. Χαλκός και κράματα του	4
1.5. Αργίλιο και τα κράματα του	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	
2.1. Γενικά	5
2.2. Συγκολλήσεις τήξεως	7
2.3. Συγκολλήσεις πίεσεως	7
2.4. Εργασίες συναφείς με τις συγκολλήσεις	7
2.5. Νεώτερες μέθοδοι συγκόλλησης	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ ΤΗΞΕΩΣ	
3.1. Γενικά	8
3.2. Ηλεκτροσυγκολλήσεις τόξου με επενδεδυμένα ηλεκτρόδια	8
3.2.1. Το ηλεκτρόδιο τόξο (βολταϊκό τόξο).....	9
3.2.2. Μηχανές ηλεκτροσυγκόλλησης τόξου.....	11
3.2.3. Εργαλεία του ηλεκτροσυγκολλητή	13
3.2.4. Είδη συγκολλητικών ραφών	14
3.2.5. Προετοιμασία των άκρων	17
3.2.6. Κατηγορίες επενδεδυμένων ηλεκτροδίων	19
3.2.7. Τυποποίηση επενδεδυμένων ηλεκτροδίων. Τυποποίηση ηλεκτροδίων κατά A.W.S./A5 1-69 για ανθρακούχους χάλυβες	21

3.2.8. Τυποποίηση ηλεκτροδίων κατά (ISO) για ανθρακούχους και ελαφρά κραματωμένους χάλυβες.....	24
3.2.9. Τυποποίηση ηλεκτροδίων κατά DIN/1913-B1.1 για ανθρακούχους χάλυβες	26
3.2.10. Επιλογή διαμέτρου ηλεκτροδίου και έντασης ρεύματος συγκόλλησης	29
3.2.11. Ελαττώματα ηλεκτροσυγκολλήσεων τόξου.....	32
3.2.12. Ηλεκτροσυγκόλληση τόξου με προστατευτικά αέρια.....	33
3.2.13. Μέτρα ασφάλειας και μέσα ατομικής προστασίας κατά τις ηλεκτροσυγκολλήσεις τόξου.....	37
3.3. Οξυγονοσυγκολλήσεις.....	37
3.3.1. Γενικά.....	37
3.3.2. Παραγωγή και αποθήκευση των αερίων.....	38
3.3.3. Εξαρτήματα της συσκευής οξυγονοσυγκόλλησης.....	39
3.3.4. Εργαλεία και βοηθητικά εξαρτήματα του οξυγονοσυγκολλητή.....	44
3.3.5. Εκλογή ακροφυσίου και κόλλησης.....	45
3.3.6. Φλόγα οξυγόνου ασετυλίνης	45
3.3.7. Μέθοδοι οξυγονοσυγκολλήσεων.....	47
3.3.8. Μεθοδολογία εργασίας	47
3.3.9. Ελαττώματα οξυγονοσυγκολλήσεων.....	49
3.3.10. Κόστος οξυγονοσυγκολλήσεων.....	50
3.3.11. Μέτρα ασφάλειας και μέσα ατομικής προστασίας	51

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΜΕ ΠΙΕΣΗ

4.1. Χαρακτηρισμός των μεθόδων συγκόλλησης με πίεση.....	53
4.2. Μηχανές συγκόλλησης με πίεση.....	54
4.3. Συγκολλητότητα των μετάλλων.....	58
4.4. Συγκόλληση με ηλεκτρική αντίσταση.....	59
4.4.1. Μετωπική συγκόλληση.....	60
4.4.2. Σημειακή συγκόλληση.....	66
4.4.3. Γραμμική συγκόλληση.....	76
4.4.4. Συγκολλήσεις με προεξοχές.....	81
4.5. Συγκόλληση με πυκνωτές (δυναμικής πίεσης)	84
4.5.1. Περιοχή χρησιμοποίησης συγκόλλησης με πυκνωτές.....	89
4.5.2. Παράμετροι συγκόλλησης με πυκνωτές.....	89
4.6. Συγκόλληση με τριβή.....	90

4.6.1. Αρχές	90
4.6.2. Περιοχή χρησιμοποίησης συγκόλλησης με τριβή.....	91
4.6.3. Παράμετροι συγκόλλησης με τριβή.....	92
4.7. Συγκόλληση με έκρηξη.....	94
4.7.1. Γενικά	94
4.7.2. Η διαδικασία της συγκόλλησης με έκρηξη.....	95
4.7.3. Γεωμετρικές σχέσεις των συγκρουόμενων πλακών.....	96
4.7.4. Συνθήκες επίτευξης της σύνδεσης–παράθυρο συγκόλλησης.....	97
4.7.5. Η μορφή και ιδιότητες συνδέσεων.....	100
4.7.6. Εφαρμογές της συγκόλλησης με έκρηξη.....	100
4.8. Συγκόλληση με υπέρηχους	101
4.8.1. Παράμετροι συγκόλλησης με υπέρηχους.....	102
4.8.2. Περιοχή συγκόλλησης	104
4.9. Συγκόλληση θερμοχημική	105
4.9.1. Αρχές.....	105
4.9.2. Θερμιτοσυγκόλληση με τήξη.....	106
4.9.3. Θερμιτοσυγκόλληση με πίεση.....	107
4.9.4. Συγκόλληση σιδηρογραμμών με συνδυαστική μέθοδο.....	107
4.10. Επαγωγική μέθοδος συγκόλλησης	109

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΕΤΕΡΟΓΕΝΕΙΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ

5.1. Γενικά.....	110
5.2. Μαλακές ετερογενείς συγκολλήσεις.....	111
5.2.1. Κασσιτεροκολλήσεις.....	111
5.3. Σκληρές ετερογενείς συγκολλήσεις.....	111
5.3.1. Μπρουντζοκολλήσεις – Ασημοκολλήσεις.....	111
5.3.2. Υλικά καθαρισμού σκληρών ετερογενών συγκολλήσεων.....	111

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΜΑΛΑΚΕΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ

6.1. Μαλακές συγκολλήσεις – κασσιτεροσυγκόλληση.....	112
6.2. Κολλητήρι (συγκολλητήρας).....	113
6.3. Υλικά καθαρισμού.....	114
6.4. Τεχνική της κασσιτεροσυγκόλλησης.....	115

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ

7.1. Γενικά.....	117
7.2. Έλεγχος με καταστροφή της ραφής συγκόλλησης	117
7.3. Έλεγχος χωρίς καταστροφή της ραφής συγκόλλησης.....	119
7.4 .Συστηματοποίηση των ελαττωμάτων συγκολλήσεων.....	121
7.5.Αίτια των σφαλμάτων ή των ελαττωμάτων συγκολλήσεων.....	125

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΚΗ ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ

8.1. Γενικά.....	128
8.2. Μικροσκοπική δομή για διάφορες καμπύλες απόψυξης κατά μήκος της ραφής κατά την αυτογενή συγκόλληση ευτηκτοειδούς χάλυβα.....	132

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία εγράφη ως "Πτυχιακή Εργασία" κατά την διάρκεια των σπουδών μας στο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πάτρας(Τ. Ε. Ι) και αναφέρεται στην καλύτερη κατανόηση των συγκολλήσεων μετάλλων. Οι εφαρμογές των συγκολλήσεων είναι πολλές και ποικίλες. Αρχίζουν από την κατασκευή απλών και μικρών αντικειμένων και φτάνουν σήμερα σε τεράστιες μεταλλικές κατασκευές(π.χ. γέφυρες και πλοία). Οι συγκολλήσεις στις μεταλλικές κατασκευές εφαρμόζονται διεθνώς όλο και περισσότερο. Σ' αυτό βοήθησε η ραγδαία εξέλιξη στην παραγωγή και χρήση εξαιρετικών ποιοτήτων χάλυβα. Αποτελούν έναν από τους σημαντικότερους τομείς της επιστήμης του Μηχανολόγου Μηχανικού.

Είναι γνωστό ότι πολλά μηχανολογικά έργα όπως η κατασκευή βάσεων για τη στήριξη των μελών διάφορων μηχανών ή και του συνόλου αυτών, η κατασκευή και στήριξη δεξαμενών, η στήριξη σωληνώσεων κ.λ.π. κατασκευάζονται από διάφορα μέταλλα ή άλλα τεμάχια τα οποία συναρμολογούμενα δια συγκολλήσεων αποτελούν το όλο έργο.

Επομένως είναι φανερό ότι η γνώση και εφαρμογή των μεθόδων συγκολλήσεων είναι χρήσιμη στο αντικείμενο του Μηχανολόγου Μηχανικού.

Ευχαριστούμε τον καθηγητή μας κ. Ανδρέα Χ ρ. Γιαννόπουλο για τη συμβολή και καθοδήγησή του στην τελειοποίηση της εργασίας μας.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στη μηχανουργική τεχνολογία παρουσιάζεται αρκετές φορές η ανάγκη σύνδεσης διαφόρων τεμαχίων με σκοπό τη δημιουργία ενός σύνθετου αντικειμένου. Οι βασικότεροι τρόποι σύνδεσης των κομματιών είναι τρεις: η ήλωση, η κοχλιοσύνδεση και η συγκόλληση. Εκτός από αυτούς υπάρχουν και άλλοι δευτερεύουσας σημασίας όπως η σφηνοσύνδεση, η σύνδεση με πείρους, η θηλειαστή σύνδεση κ.ά. Τις συνδέσεις μπορούμε να τις κατατάξουμε σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- I. Στις λυόμενες συνδέσεις, όπου τα συνδεόμενα κομμάτια ενώνονται έτσι ώστε η σύνδεση να μπορεί να λυθεί χωρίς φθορά ή καταστροφή των συνδεόμενων κομματιών ή του στοιχείου σύνδεσης. Τέτοιες συνδέσεις είναι οι κοχλιοσυνδέσεις και οι σφηνοσυνδέσεις.
- II. Στις μόνιμες συνδέσεις, οι οποίες για να λυθούν είναι αναγκαία η καταστροφή του στοιχείου σύνδεσης και τότε μπορεί να προξηνηθεί φθορά ή ακόμα και καταστροφή στα συνδεόμενα κομμάτια. Τέτοιες συνδέσεις είναι οι ηλώσεις και οι συγκολλήσεις.

Λέγοντας συγκόλληση εννοούμε την ένωση δύο ή και περισσότερων κομματιών από πολυκρυσταλλικά μέταλλα ή κράματα με θέρμανση ή με συμπίεση ή και με τα δύο έτσι, ώστε να δημιουργείται ανάμεσά τους κρυσταλλική σύνδεση. Αν δηλαδή ξεκινήσουμε από το ένα οποιοδήποτε κομμάτι προς το άλλο, διατρέχοντας και τη ζώνη συγκόλλησης (η οποία είναι το συγκόλλημα (ραφή) μαζί με τις γειτονικές του περιοχές των συνδεόμενων κομματιών), συναντάμε συνεχή κρυσταλλική δομή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΣΥΓΚΟΛΛΗΤΟΤΗΤΑ ΣΥΝΗΘΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΚΑΙ ΚΡΑΜΑΤΩΝ

1.1. ΓΕΝΙΚΑ

Γενικά, όλα τα μέταλλα και κράματα δεν είναι επιδεκτά συγκόλλησης. Άλλα συγκολλούνται ευκολότερα και άλλα δυσκολότερα. Ωστόσο, με εφαρμογή των κατάλληλων τεχνικών, πολλά από τα εν χρήσει μέταλλα και κράματα είναι δυνατό να συγκολληθούν με κάποιες από τις βασικές μεθόδους συγκόλλησης που διατίθενται.

1.2. ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΙ ΧΑΛΥΒΕΣ ΚΑΙ ΧΑΛΥΒΟΚΡΑΜΑΤΑ

Οι ανθρακούχοι χάλυβες έχουν γενικά καλή συγκολλητότητα. Η συγκόλλησή τους με αυτογενή συγκόλληση (ηλεκτροσυγκόλληση ή οξυγονοσυγκόλληση) είναι τόσο ευκολότερη όσο λιγότερο άνθρακα περιέχουν. Έτσι, οι μαλακοί ανθρακούχοι χάλυβες κατασκευών συγκολλούνται πολύ καλά.

Οι χάλυβες με υψηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα συγκολλούνται δύσκολα, διότι με την απανθράκωση που γίνεται σχηματίζονται πόροι στο συγκόλλημα από τα αέρια προϊόντα της οξειδωσης του άνθρακα του χάλυβα. Επιπλέον, αν η απόψυξη της ζώνης συγκόλλησης γίνει με ταχύ ρυθμό, βάφεται το συγκόλλημα και γίνεται σκληρό και εύθραυστο. Αυτό μπορούμε να το αποφύγουμε με προθέρμανση των κομματιών προς συγκόλληση.

Τα χαλυβοκράματα γενικά μπορούν να συγκολληθούν ικανοποιητικά, αν χρησιμοποιηθεί το κατάλληλο ηλεκτρόδιο ή κόλληση.

1.3. ΦΑΙΟΣ ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΟΣ

Παρουσιάζει δυσκολίες στη συγκόλλησή του, γι' αυτό χρησιμοποιούνται οι γνωστές μέθοδοι συγκόλλησης με ορισμένες ειδικές παραλλαγές. Η οξυγονοσυγκόλληση του

χυτοσιδήρου γίνεται πάντοτε με προθέρμανσή του, ενώ η ηλεκτροσυγκόλληση μπορεί να γίνει με προθέρμανση των κομματιών ή και χωρίς.

1.4. ΧΑΛΚΟΣ ΚΑΙ ΚΡΑΜΑΤΑ ΤΟΥ

Ο χαλκός συγκολλάται δύσκολα με αυτογενή συγκόλληση. Η μεγάλη θερμική του αγωγιμότητα δυσχεραίνει τη θέρμανσή του στη θέση συγκόλλησης.

Ο ορείχαλκος συγκολλάται ικανοποιητικά με οξειδωτική φλόγα και με κόλληση από το ίδιο υλικό, που περιέχει λίγο αργίλιο ως αποξειδωτικό.

Ο μπρούντζος οξυγονοσυγκολλάται καλά με ουδέτερη φλόγα και με κόλληση από το ίδιο υλικό. Επίσης, ηλεκτροσυγκολλάται με μεταλλικό ηλεκτρόδιο.

1.5. ΑΡΓΙΛΙΟ ΚΑΙ ΤΑ ΚΡΑΜΑΤΑ ΤΟΥ

Το αργίλιο και τα κράματά του είναι επιδεκτά συγκόλλησης με ειδικές μεθόδους: Η ηλεκτροσυγκόλλησή τους γίνεται με ηλεκτρόδιο από το ίδιο υλικό και σε ατμόσφαιρα αδρανούς αερίου (αργού) και μόνο με συνεχές ρεύμα. Η μεγάλη θερμική αγωγιμότητά τους δυσχεραίνει τη θέρμανση των κομματιών στη θέση συγκόλλησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ

2.1.ΓΕΝΙΚΑ

Οι συγκολλήσεις μπορούν γενικά να ταξινομηθούν σε δύο κατηγορίες:

1. Στις συγκολλήσεις τήξης, που πραγματοποιούνται με πλήρωση της περιοχής σύνδεσης με τηγμένο συγκολλητικό υλικό (κόλληση)
2. Στις συγκολλήσεις στερεάς φάσης ή πίεσης, που πραγματοποιούνται με διάχυση του υλικού μέσω μιας ενδιάμεσης επιφάνειας σύνδεσης ή μέσω αυτόματης σύνδεσης των επιφανειών που έρχονται σε επαφή.

Οι συγκολλήσεις πίεσης γίνονται με θέρμανση των κομματιών στη θέση συγκόλλησης σε θερμοκρασία χαμηλότερη του σημείου τήξης του υλικού τους και με άσκηση επάνω τους ισχυρής πίεσης. Είναι δυνατή, όμως, με πίεση και η συγκόλληση ψυχρών κομματιών.

Οι συγκολλήσεις τήξης γίνονται:

1. Με τήξη στη θέση συγκόλλησης και των δύο κομματιών που πρόκειται να ενωθούν. Τα κομμάτια πρέπει να είναι από το ίδιο μέταλλο ή από κράμα της ίδιας ή παρόμοιας χημικής σύνθεσης.
2. Με τήξη και των δύο κομματιών όπως στο 1), αλλά με σύγχρονη τήξη και τρίτου πρόσθετου συγκολλητικού υλικού, το οποίο ονομάζεται κόλληση. Η κόλληση έχει την ίδια ή παρόμοια χημική σύνθεση με τα συγκολλούμενα υλικά.
3. Με τήξη μόνο της κόλλησης. Η κόλληση είναι από υλικό εντελώς διαφορετικό από το υλικό των κομματιών προς συγκόλληση και έχει οπωσδήποτε χαμηλότερο σημείο τήξης από αυτά. Τα κομμάτια είναι δυνατό να είναι από το ίδιο ή και από διαφορετικό υλικό.

Οι συγκολλήσεις τήξης, ανάλογα με την φύση του συγκολλητικού υλικού, διακρίνονται σε:

1. Αυτογενείς, όπου η κόλληση και τα συγκολλούμενα τεμάχια είναι από το αυτό ή παρόμοιο υλικό.
2. Ετερογενείς, όπου το υλικό κόλλησης των δύο τεμαχίων είναι διαφορετικό.

Κατά τις αυτογενείς συγκολλήσεις το τήγμα αποψυχόμενο στερεοποιείται και πραγματοποιείται η κρυσταλλική σύνδεση των κομματιών οπότε κόλληση και μέταλλο κομματιών γίνονται ένα «σώμα». Για να γίνει το πύρωμα των κομματιών και της κόλλησης σε τόσο υψηλές θερμοκρασίες τήξης χρειάζεται να προσδώσουμε σημαντική ποσότητα θερμότητας στη θέση της συγκόλλησης. Η θερμότητα αυτή προσδίδεται βασικά είτε με καύση κατάλληλου αερίου είτε προέρχεται από ηλεκτρική ενέργεια.

Στις ετερογενείς συγκολλήσεις τα κομμάτια προς συγκόλληση θερμαίνονται σε θερμοκρασία χαμηλότερη από το σημείο τήξης τους, οπωσδήποτε όμως υψηλότερη από το σημείο τήξης της κόλλησης. Στη θερμοκρασία αυτή η κόλληση λιώνει και λεπτόρρευση όπως είναι απλώνεται στις επιφάνειες που θα συγκολληθούν. Η κρυσταλλική σύνδεση επιτυγχάνεται με τη στερεοποίηση ενός κράματος που σχηματίζεται από τα στοιχεία της κόλλησης και των κομματιών σε περιορισμένη περιοχή των επιφανειών συγκόλλησης. Η σύνδεση ενισχύεται ακόμα με μηχανικό δεσμό, που προέρχεται από τη διείδυση της ρευστής κόλλησης μέσα στους πόρους των επιφανειών συγκόλλησης. Βασική προϋπόθεση για την εκτέλεση μίας ετερογενούς συγκόλλησης είναι η απόλυτη καθαρότητα των επιφανειών συγκόλλησης των κομματιών. Αν δε συμβαίνει αυτό τότε το λεπτό στρώμα οξειδίου που σχηματίζεται πάντα πάνω σε μεταλλικές επιφάνειες και μάλιστα όταν αυτές πυρώνονται, εμποδίζει την πραγματοποίηση του μηχανισμού της ετερογενούς συγκόλλησης.

Κατά τις συγκολλήσεις πίεσης τα κομμάτια πυρώνονται στη θέση συγκόλλησης σε θερμοκρασία κατώτερη από το σημείο τήξης του μετάλλου και πιέζονται ισχυρά οι επιφάνειες συγκόλλησης των κομματιών, χωρίς να προστίθεται συγκολλητικό υλικό. Στην υψηλή αυτή θερμοκρασία και με την πίεση που μπορεί ανάλογα με την περίπτωση να ασκηθεί είτε με σφυροκόπημα είτε να εφαρμοστεί σταθερά με κατάλληλο είδος πρέσας, καταστρέφονται και εκδιώκονται τα οξείδια των επιφανειών συγκόλλησης. Κατ' αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται κρυσταλλική σύνδεση των κομματιών.

Εκτός από τις βασικές αυτές μεθόδους συγκόλλησης έχουν επινοηθεί και εφαρμόζονται και πολλές άλλες ειδικότερες μέθοδοι, για να καλύψουν τις ανάγκες της βιομηχανίας. Οι συγκολλήσεις, συνεπώς, μπορούν να καταταγούν ως εξής:

2.2. ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ ΤΗΞΕΩΣ

1) Αυτογενείς συγκολλήσεις

- Οξυγονοσυγκολλήσεις (συγκολλήσεις αερίου)
- Ηλεκτροσυγκολλήσεις τόξου

2) Ετερογενείς συγκολλήσεις

- Μαλακές (κασσιτεροσυγκολλήσεις)
- Σκληρές (μπρουντζοσυγκολλήσεις, ασημοσυγκολλήσεις)
- Συγκολλήσεις με χύτευση (θερμιτοσυγκολλήσεις)

2.3. ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ ΠΙΕΣΕΩΣ

Ηλεκτροσυγκολλήσεις αντίστασης (κατά σημεία, ραφής, με προεκβολές, κατά άκρα)

1. Καμινοσυγκολλήσεις
2. Συγκολλήσεις τριβής
3. Ψυχρές συγκολλήσεις

2.4. ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΜΕ ΤΙΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ

1. Αποκοπή (κόψιμο) με φλόγα οξυγόνου - ασετυλίνης (οξυγονοκοπή)
2. Ηλεκτρική οξυγονοκοπή

2.5. ΝΕΩΤΕΡΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ

1. Συγκολλήσεις με δέσμη ηλεκτρονίων
2. Συγκολλήσεις με laser
3. Εκρηκτικές συγκολλήσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ ΤΗΞΕΩΣ

3.1.ΓΕΝΙΚΑ

Στις συγκολλήσεις που πραγματοποιούνται με τήξη τα βασικά υλικά θερμαίνονται στη βάση συγκόλλησης έως τη θερμοκρασία τήξης. Στη ρευστή κατάσταση προκαλείται ανάμειξη των βασικών υλικών. Για την πλήρωση του αρμού συγκόλλησης συντήκεται και ένα όμοιο πρόσθετο υλικό (συγκολλητικό μέσο). Το συγκολλητικό μέσο (κόλληση) είναι το τρίτο σώμα που χρησιμοποιείται στη συγκόλληση τήξεως. Όταν λειώνει συμπληρώνει τα διάκενα μεταξύ του ενός και του άλλου τεμαχίου και βοηθά στην ανάμειξη των μορίων.

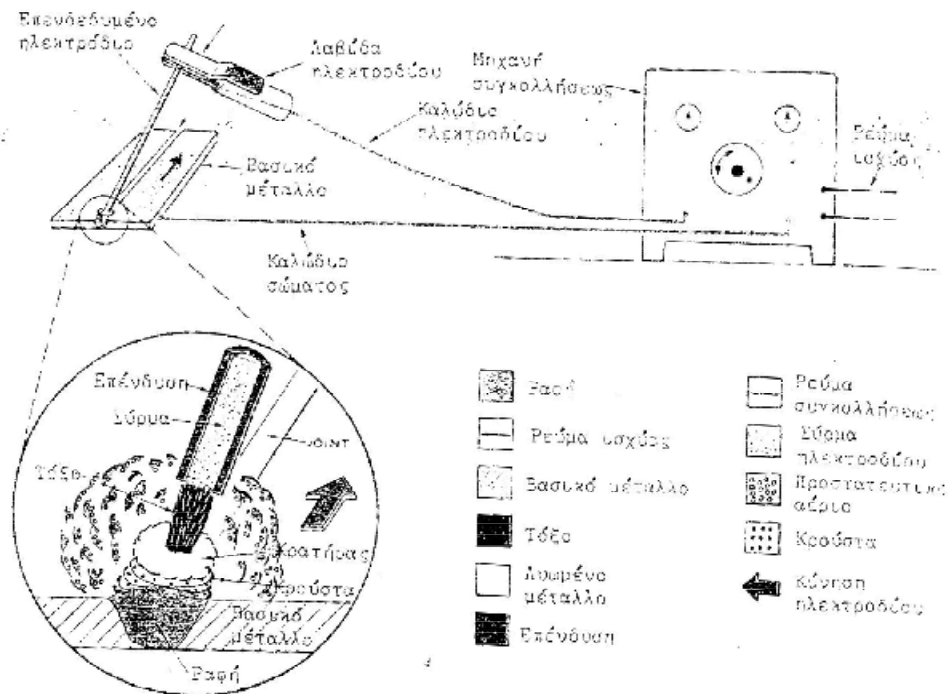
Οι συγκολλήσεις αυτές υποδιαιρούνται στις εξής κατηγορίες:

- Ηλεκτροσυγκολλήσεις τόξου με επενδεδυμένα ηλεκτρόδια.
- Ηλεκτροσυγκολλήσεις τόξου με προστατευτικά αέρια. (μέθοδος M.I.G., μέθοδος M.A.G. κτλ.)
- Ηλεκτροσυγκολλήσεις τόξου κάτω από προστατευτική σκόνη.
- Συγκολλήσεις με ακτίνες Laser.
- Συγκολλήσεις πλάσματος.
- Συγκολλήσεις με συσκευές αερίων (οξυγονοσυγκολλήσεις).
- Συγκολλήσεις με κολλητήρια κυρίως ηλεκτρικά.
- Σκληρές συγκολλήσεις: είναι εκείνες κατά τις οποίες η κόλληση τήκεται σε θερμοκρασία από 500° - 1100° C. (μπρουτζοκόλληση – ασημοκόλληση – αλουμινοκόλληση – χαλκοκόλληση).

3.2. ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ ΤΟΞΟΥ ΜΕ ΕΠΕΝΔΕΔΥΜΕΝΑ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΑ

Η πιο διαδεδομένη μέθοδος συγκολλήσεως με χρήση ηλεκτρικού ρεύματος είναι η ηλεκτροσυγκόλληση τόξου με επενδεδυμένο ηλεκτρόδιο (Σχ.3.1). Κατά τις ηλεκτροσυγκολλήσεις τόξου με επενδεδυμένα ηλεκτρόδια χρησιμοποιούμε τη θερμότητα που εκλύεται από το ηλεκτρικό τόξο. Με αυτή τη θερμότητα τα τεμάχια που πρόκειται να συνδεθούν τήκονται επιφανειακά στην περιοχή της συγκόλλησης και αναμειγνύονται με τη λειωμένη κόλληση.

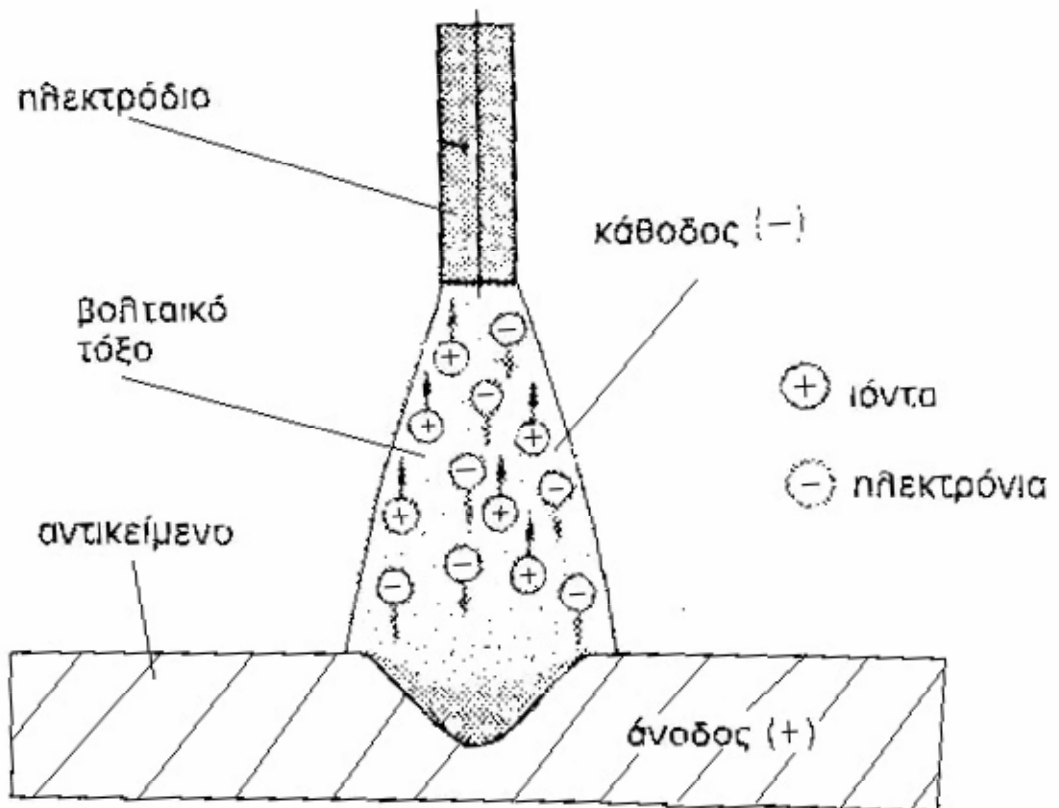
Επειδή τα τεμάχια τήκονται στην περιοχή συγκόλλησης, η συγκόλληση είναι συγκόλληση τήξεως. Ταυτόχρονα, η συγκόλληση είναι και αυτογενής, επειδή η κόλληση που χρησιμοποιείται έχει την ίδια σύσταση με το υλικό των συγκολλούμενων τεμαχίων.



Σχ.3.1 Διάγραμμα λειτουργίας της μεθόδου ηλεκτροσυγκόλλησης

3.2.1. ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΤΟΞΟ (ΒΟΛΤΑΪΚΟ ΤΟΞΟ)

Στους μεταλλικούς αγωγούς, το ηλεκτρικό ρεύμα παράγεται από τα ελεύθερα ηλεκτρόνια. Ο αέρας κανονικά δεν είναι αγώγιμο υλικό, διότι στα αέρια υπάρχουν λίγα ελεύθερα ηλεκτρόνια. Κατά την αφή του βολταϊκού τόξου, θερμαίνεται ο αέρας πολύ από ένα βραχυκύκλωμα, έτσι ώστε τα μόρια του να διασπαστούν σε ιόντα και ηλεκτρόνια. Τα ιόντα με θετικό φορτίο έλκονται από τον αρνητικό πόλο, την κάθοδο, ενώ τα ηλεκτρόνια με το αρνητικό φορτίο έλκονται προς τη θετική άνοδο (Σχ.3.2). Η κάθοδος έχει στην ηλεκτροσυγκόλληση τόξου θερμοκρασία περίπου 3.600° C και η άνοδος περίπου 4.200° C.



Σχ.3.2 Κίνηση ρεύματος στο βολταϊκό τόξο

Στους πόλους επικρατεί διαφορετική θερμοκρασία. Το βολταϊκό τόξο δημιουργείται με την απομάκρυνση του ηλεκτροδίου από το τεμάχιο. Ο ενδιάμεσος χώρος του αέρα ιονίζεται και άγει το ηλεκτρικό ρεύμα. Το έργο, το οποίο πρέπει να καταναλωθεί από το ρεύμα για την υπερνίκηση της αντιστάσεως, προκαλεί μια ισχυρή θέρμανση του ιονισμένου αέρα, πράγμα το οποίο φαίνεται από τη φωτεινή ακτινοβολία του αέρα. Το μήκος του τόξου πρέπει να διατηρείται σταθερό και ομαλό κατά τη διαδικασία της συγκόλλησης. Η σταθερότητα και ομαλότητα του τόξου εξαρτώνται από τη φύση του ρεύματος, την επένδυση του ηλεκτροδίου και την ικανότητα του χειριστή.

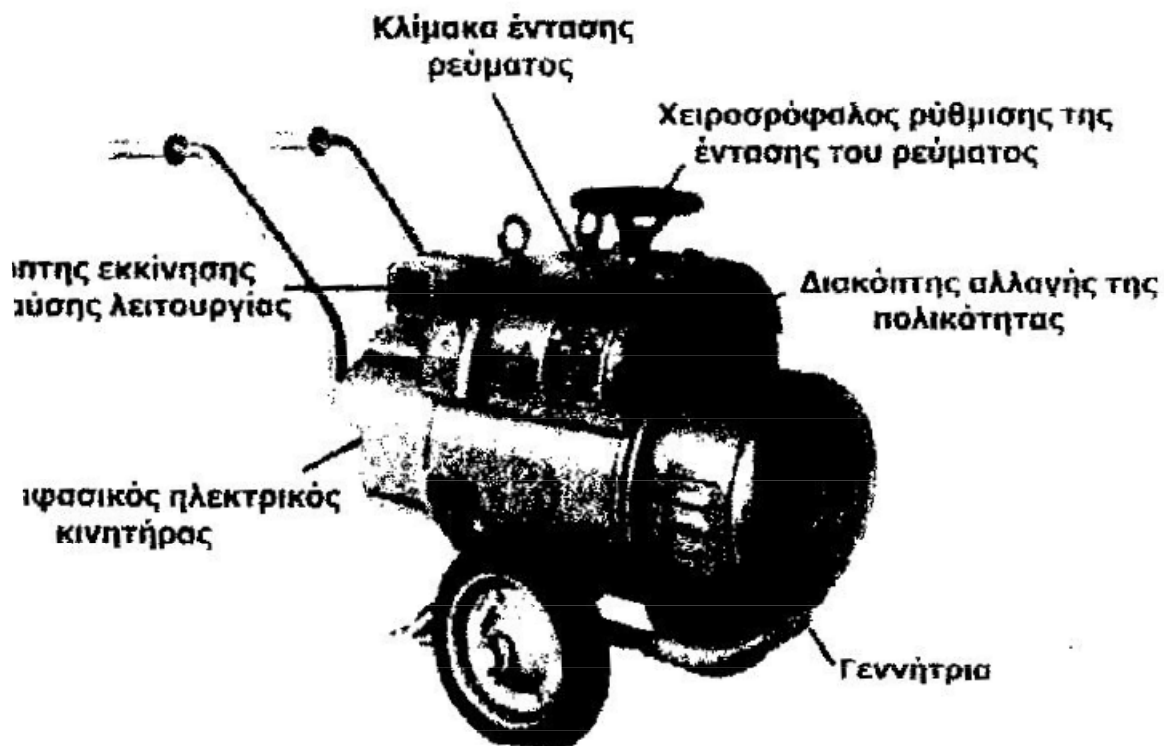
3.2.2. ΜΗΧΑΝΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΤΟΞΟΥ

Οι μηχανές αυτές είναι ηλεκτρικές πηγές που δίνουν ρεύμα χαμηλής τάσης (δεκάδων Volt) αλλά μεγάλης έντασης (πολλά Ampere). Ανάλογα με τη φύση του ρεύματος, διακρίνονται σε μηχανές συνεχούς και μηχανές εναλλασσόμενου ρεύματος.

Η συσκευή συνεχούς ρεύματος (Σχ.3.3) αποτελείται από:

1. Τον τριφασικό ηλεκτροκινητήρα που τροφοδοτείται από το δίκτυο της πόλης και κινεί την γεννήτρια συνεχούς ρεύματος που δίνει το ρεύμα της ηλεκτροσυγκόλλησης.
2. Τον διακόπτη εκκίνησης.
3. Το στροφέιο ρύθμισης του ρεύματος συγκόλλησης.
4. Τον δείκτη της έντασης του ρεύματος.
5. Τον διακόπτη αλλαγής πολικότητας (+, -).

Αντί για ηλεκτροκινητήρα που κινεί τη γεννήτρια, μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιαδήποτε άλλη κινητήρια μηχανή.

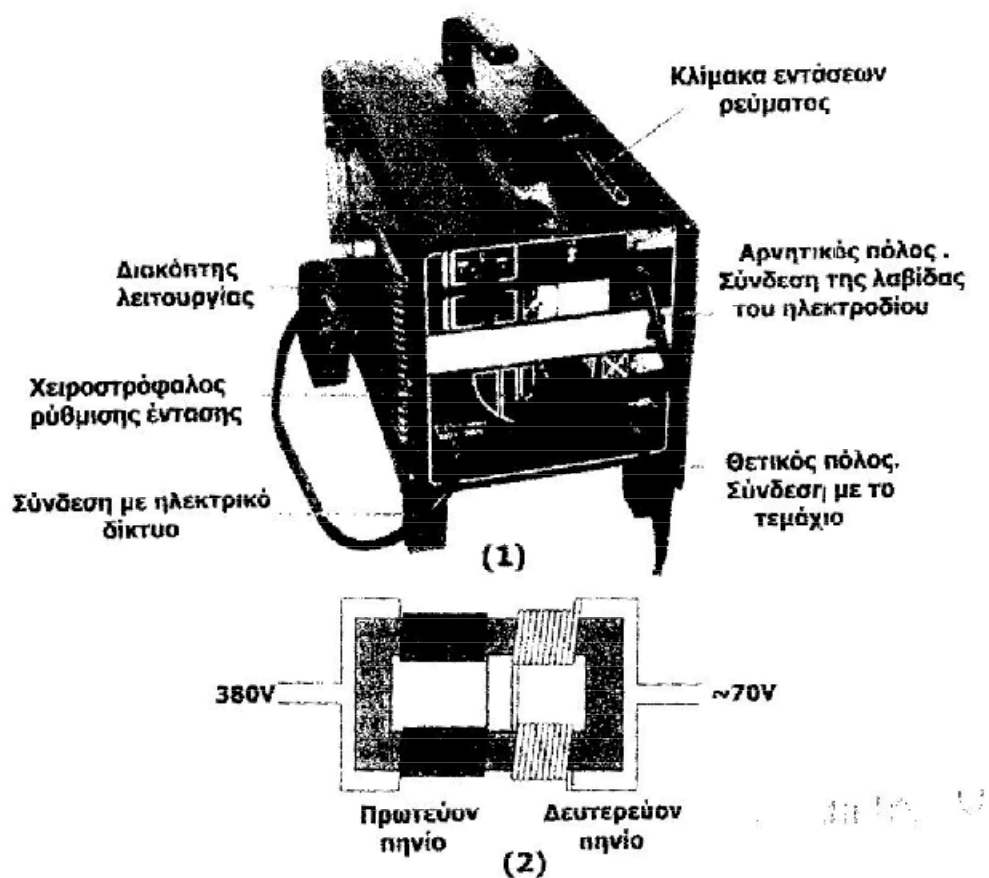


Σχ.3.3. Συσκευή συνεχούς ρεύματος

Η συσκευή εναλλασσόμενου ρεύματος (Σχ.3.4) είναι ένας μετασχηματιστής (μονοφασικός ή τριφασικός) με τον οποίο μετασχηματίζουμε την τάση άρα και την ένταση του ρεύματος τροφοδοσίας σε χαμηλή τάση και υψηλή ένταση για τη λειτουργία της ηλεκτροσυγκόλλησης. Αποτελείται από:

1. Τον διακόπτη του ρεύματος τροφοδοσίας.
2. Το στροφέιο ρύθμισης της τάσης του ρεύματος.
3. Το στροφέιο ρύθμισης της έντασης του ρεύματος συγκόλλησης.

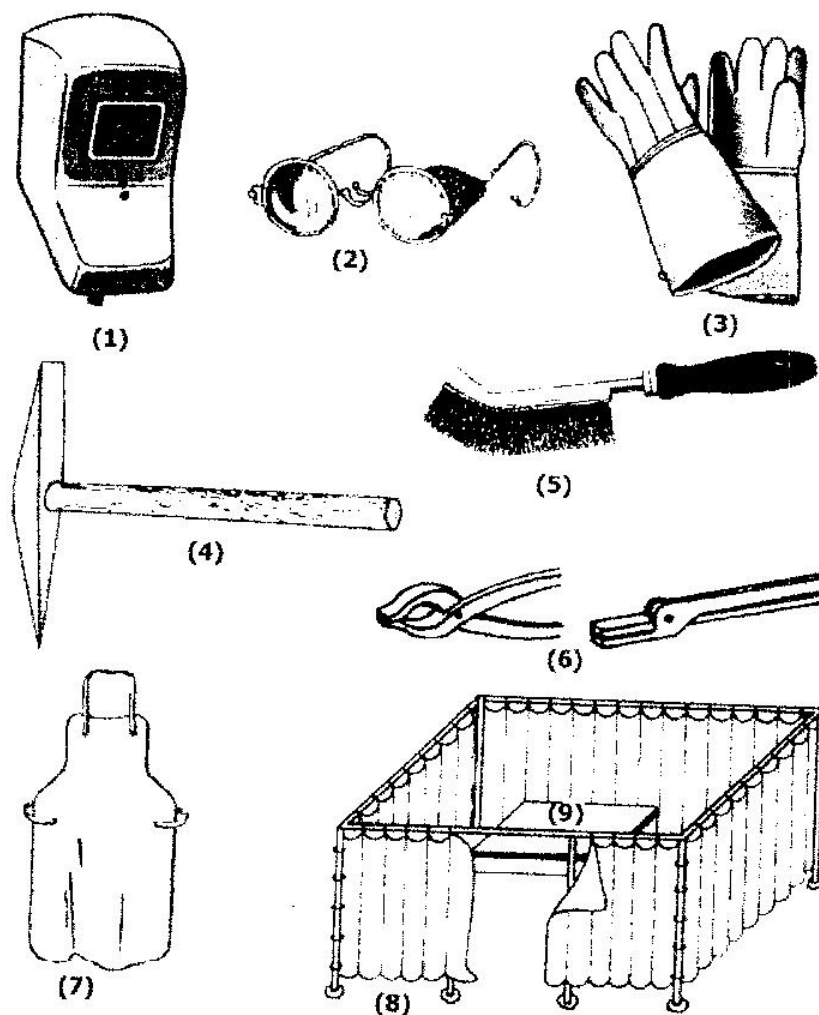
Κάθε συσκευή ηλεκτροσυγκόλλησης, εκτός από το καλώδιο τροφοδοσίας, φέρει και καλώδιο διοχέτευσης του ρεύματος ηλεκτροσυγκόλλησης στο ηλεκτρόδιο, μέσω λαβίδας, καθώς και το καλώδιο επιστροφής ή της γείωσης που συνδέεται με τα συγκολλημένα τεμάχια ή με τη μεταλλική τράπεζα εργασίας με τη βοήθεια του σφικτήρα, κλείνοντας έτσι το ηλεκτρικό κύκλωμα.



Σχ.3.4 Συσκευή εναλλασσόμενου ρεύματος

3.2.3. ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΓΚΟΛΛΗΤΗ

Εκτός από τη μηχανή είναι απαραίτητα για τον ηλεκτροσυγκολλητή και μερικά άλλα εξαρτήματα (Σχ.3.5):



Σχ.3.5 Εργαλεία ηλεκτροσυγκολλητή

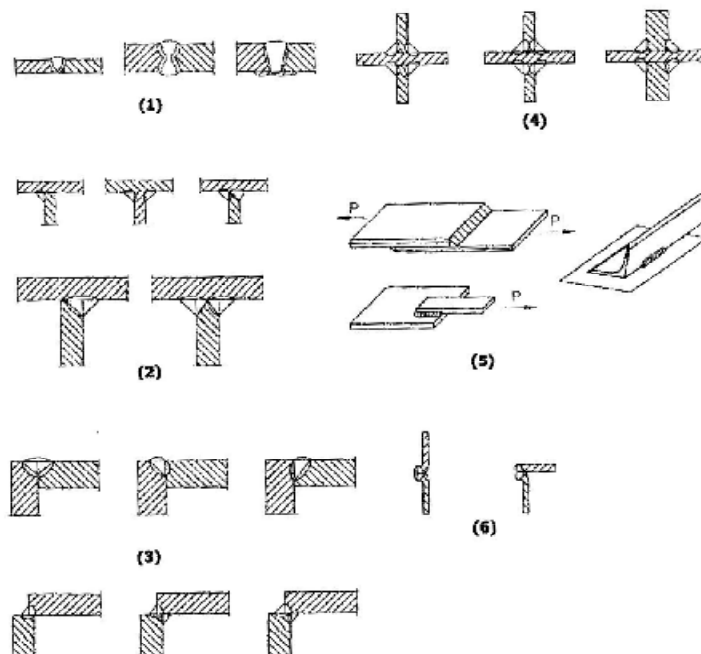
1. Απλά προστατευτικά γυαλιά.
2. Προστατευτικά γάντια.
3. Σφυρί καθαρισμού της συγκολλητικής ραφής από την κρούστα.

4. Συρματόβουρτσα.
5. Λαβίδες συγκράτησης των συγκολλούμενων τεμαχίων.
6. Δερμάτινη προστατευτική ποδιά.
7. Προστατευτικό παραβάν.
8. Μεταλλικό τραπέζι εργασίας.

3.2.4. ΕΙΔΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΤΙΚΩΝ ΡΑΦΩΝ

Ανάλογα με τη μορφή προετοιμασίας και το είδος της σύνδεσης, υπάρχουν έξι είδη ραφών (Σχ.3.6).

- 1.Ραφές εσωτερικές ή βυθισμένες.
- 2.Ραφές τύπου ταυ.
- 3.Ραφές γωνιακές.
- 4.Ραφές σταυρωτές.
- 5.Ραφές επικάλυψης.
- 6.Ραφές ραχωτές.



Σχ.3.6 Είδη συγκολλητικών ραφών

Ανάλογα με τη θέση των συγκολλούμενων τεμαχίων υπάρχουν πέντε είδη ραφών (βλέπε Σχ.3.7 , 3.8 , 3.9 , 3.10):

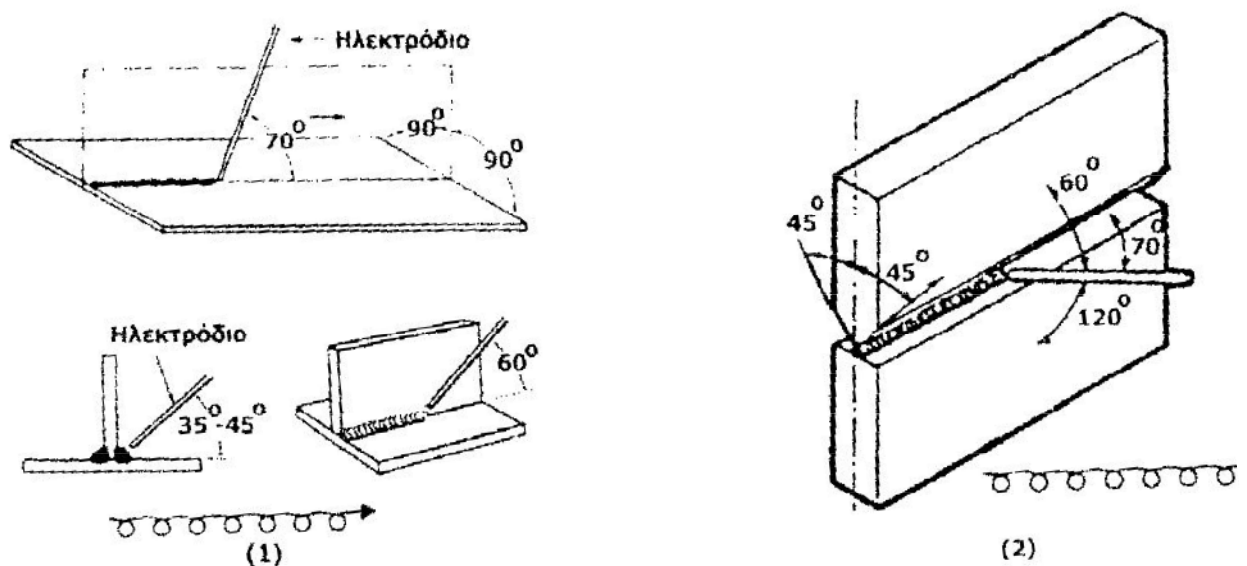
1. Ραφές σε οριζόντιο επίπεδο.
2. Ραφές σε κατακόρυφο επίπεδο.
3. Ραφές σε κατακόρυφο επίπεδο και άξονα ραφής οριζόντιο.
4. Ραφές υπεράνω κεφαλής.
5. Ραφές σε κεκλιμένο επίπεδο.

Ανάλογα με τη διαδοχή των θέσεων συγκόλλησης διακρίνουμε τρία είδη ραφών:

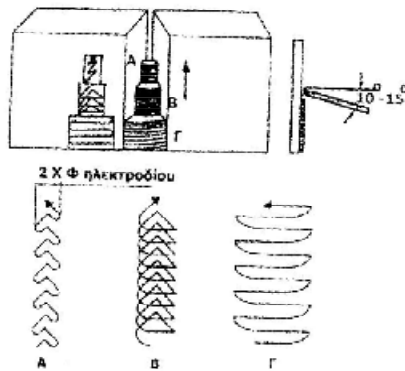
1. Ραφή συνεχής.
2. Ραφή βηματική.
3. Ραφή με άλματα.

Ανάλογα με την κίνηση του ηλεκτροδίου διακρίνουμε δύο είδη κορδονιών:

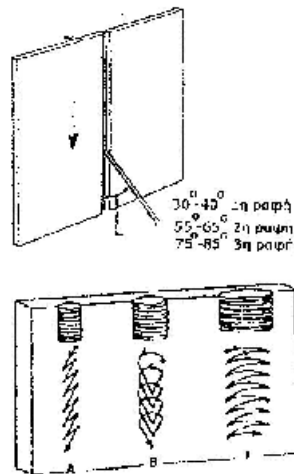
1. Κορδόνι τραβηχτό (ευθύγραμμη κίνηση ηλεκτροδίου).
2. Κορδόνι «μπαλανσέ» (ταλαντωτή κίνηση ηλεκτροδίου)



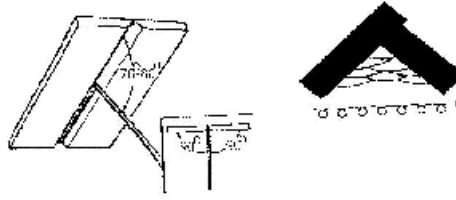
Σχ.3.7 Ραφές συγκόλλησης με ευθύγραμμη κίνηση του ηλεκτροδίου.
(1) Οριζόντιο επίπεδο. (2) Κατακόρυφο επίπεδο με οριζόντιο άξονα ραφής.



Σχ.3.8 Ραφές συγκόλλησης σε κατακόρυφο επίπεδο από κάτω προς τα πάνω. (Α) Κίνηση ηλεκτροδίου ανοικτού τριγώνου για συγκόλληση ριζών. (Β) Κίνηση κλειστού τριγώνου για συγκόλληση ριζών. (Γ) Ταλαντωτή κίνηση για συγκόλληση επιφανειών.



Σχ.3.9 Ραφές συγκόλλησης σε κατακόρυφο επίπεδο από πάνω προς τα κάτω. (Α) Κίνηση ηλεκτροδίου ανοικτού τριγώνου. (Β) Κίνηση κλειστού τριγώνου. (Γ) Ταλαντωτή κίνηση.



Σχ.3.10 Ευθύγραμμες ραφές συγκόλλησης υπεράνω κεφαλής με κυκλικές κινήσεις.

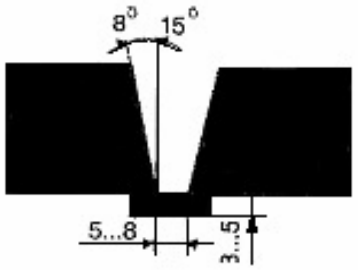
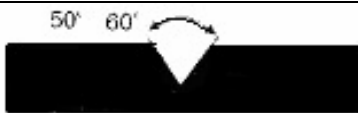
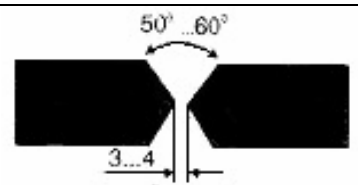
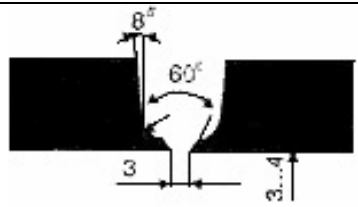
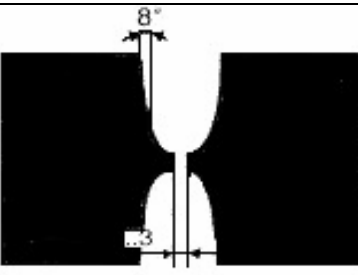
Μία συγκολλητική ραφή μπορεί να αποτελείται από μία μόνο στρώση συγκολλητικού υλικού ή από περισσότερες. Στη δεύτερη περίπτωση η πρώτη στρώση λέγεται στρώση ρίζας και η τελευταία στρώση επικάλυψης. Οι ενδιάμεσες στρώσεις λέγονται κορδόνια. Ανάλογα με το πάχος των ελασμάτων που πρόκειται να συγκολληθούν, ο αριθμός των ραφών ή κορδονιών που απαιτούνται, είναι:

- Για ελάσματα πάχους μέχρι 8 mm, μία ραφή.
- Για ελάσματα πάχους από 8 – 12 mm, τρεις ραφές.
- Για ελάσματα πάχους από 12 – 16 mm, τέσσερις ραφές.
- Για ελάσματα πάχους από 16 – 25 mm, εννιά ή δέκα ραφές.

3.2.5. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΑΚΡΩΝ

Έτσι ονομάζεται η διαμόρφωση των ακραίων τμημάτων των τεμαχίων που πρόκειται να συγκολληθούν. Το είδος της προετοιμασίας των άκρων εξαρτάται κυρίως από το πάχος των συγκολλούμενων τεμαχίων

Είδος ραφής	Ονομασία ραφής	Τρόποι διαμόρφωσης των άκρων
Εσωραφές	Ραφή Ι	
	Ραφή V	

Ραφή V με απότομες κόψεις	
Ραφή Y	
Ραφή X	
Ραφή U	
Ραφή διπλού U	

Σχ.3.11 Τρόποι διαμόρφωσης άκρων συγκολλούμενων τεμαχίων.

- Για ελάσματα μικρού πάχους έως 5 mm δεν απαιτείται ιδιαίτερη προετοιμασία.
- Για ελάσματα πάχους μέχρι 15 mm χρησιμοποιείται η διαμόρφωση τύπου V.
- Για ελάσματα πάχους από 15 – 25 mm χρησιμοποιείται η διαμόρφωση τύπου X.
- Για ελάσματα πάχους πάνω από 25 mm χρησιμοποιείται η διαμόρφωση τύπου U.

Η προετοιμασία των άκρων μπορεί να χρησιμοποιηθεί με τους ακόλουθους τρόπους:
 Με πυροκόφτη οξυγόνου ασετυλίνης: αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται σε αναγκαστικές περιπτώσεις (η τομή γίνεται μόνο ευθύγραμμη).

Με ηλεκτρόδιο ARCAIR: Χρησιμοποιείται απλή ηλεκτροσυγκόλληση τόξου, με δυνατότητα υψηλής έντασης και πεπιεσμένος αέρας με χρήση αεροσυμπιεστή.

Με εργαλειομηχανή: ιδανική λύση είναι η προετοιμασία με μια φρεζομηχανή, όπου δίνεται η δυνατότητα πρόσδεσης της επιθυμητής μορφής και επιτυγχάνεται καθαρή επιφάνεια.

3.2.6. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΠΕΝΔΕΔΥΜΕΝΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΩΝ

Τα επενδεδυμένα ηλεκτρόδια αποτελούνται από δύο βασικά στοιχεία. Το μεταλλικό πυρήνα και την επένδυση που τον περιβάλλει.

Ο μεταλλικός πυρήνας επιτρέπει τη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος και δημιουργεί το ηλεκτρικό τόξο. Ταυτόχρονα προσφέρει το απαιτούμενο μέταλλο για τη συγκόλληση σε διάφορες αναλογίες.

Η επένδυση του ηλεκτροδίου:

- Διευκολύνει το λιωμένο μέταλλο να επικάθεται στο αντικείμενο.
- Προκαλεί ιονισμό της ατμόσφαιρας μεταξύ του ηλεκτροδίου κι έτσι διευκολύνει το άναμμα και τη διατήρηση σταθερού τόξου. Αυτή η ιδιότητα επέτρεψε τη χρησιμοποίηση εναλλασσόμενου ρεύματος στις ηλεκτροσυγκολλήσεις.
- Δημιουργεί νέφος αερίων τη στιγμή της συγκολλήσεως και καλύπτει με μορφή κρούστας την επιφάνεια της συγκολλητικής ραφής. Προφυλάσσεται έτσι η ρευστή κόλληση από την οξειδωση και στην συνέχεια από την απότομη ψύξη.
- Αφαιρεί από το λιωμένο μέταλλο τυχόν ακαθαρσίες ή οξειδία. Έτσι αποφεύγεται η δημιουργία φουσαλίδων που μειώνουν την αντοχή της ραφής.

A) ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΕΠΕΝΔΥΣΗ

Τύπος Ηλεκτροδίου	Συμβολισμός	Εφαρμογές - Παρατηρήσεις
Όξινη	Es	Με παχιά επένδυση λεπτόρρευστη. Ισχυρό πύρωμα σε οριζόντιες ραφές. Κατακόρυφες ραφές μόνο από κάτω προς τα πάνω. Για συνεχές και εναλλασσόμενο ρεύμα. Καλές μηχανικές ιδιότητες της ραφής. Μεγαλύτερες εσωτερικές τάσεις στην ραφή σε σχέση με τους άλλους τύπους ηλεκτροδίων.
Βασική Ασβεστούχα	Kb	Ρευστότητα παχεία-μέση. Μειωμένη ταχύτητα αποψύξεως. Συγκόλληση αντοχής. Για συνεχές ρεύμα με το ηλεκτρόδιο στο θετικό πόλο. Εν ανάγκη σε κατακόρυφες και υπέρ κεφαλή ραφές. Το ηλεκτρόδιο πρέπει να είναι πολύ ξηρό. Για χοντρά ελάσματα ενδείκνυται προθέρμανση.
Κυτταρινούχα	Ze	Επενδύσεις μικρού και μέσου πάχους. Μέση ρευστότητα. Μεγάλη ταχύτητα αποψύξεως. Λίγη κρούστα. Μηχανικές ιδιότητες ραφής σχεδόν καλές. Καλό πύρωμα αντικειμένου. Σχετικά μεγάλη απώλεια από εκτοξεύσεις. Για όλες τις θέσεις. Για χάλυβες αντοχής μέχρι $70 \text{ Kg} / \text{mm}^2$
Οξειδίο του Σιδήρου	Ox	Συνήθως χοντρή επένδυση. Στρώσεις. Λεία ραφή. Πύρωμα αντικειμένου σχεδόν καλό. Μειωμένη μηχανική αντοχή. Ραφή ευαίσθητη σε ρωγμές. Ρεύμα συνεχές και εναλλασσόμενο συνήθως μόνο σε οριζόντιες ραφές.
Οξειδίο του Τιτανίου	Ti	Συνήθως μέσης και χοντρής επένδυσης και σπάνια λεπτής. Αναλόγως η ρευστότητα μεταβάλλεται από εύρευστη σε δύσρευστη. Μεγάλη ταχύτητα αποψύξεως, Μηχανικές ιδιότητες ραφής καλές έως πολύ καλές. Ρεύμα συνεχές ή εναλλασσόμενο. Ηλεκτρόδιο γενικής χρήσεως. Κατάλληλο και για χοντρά ελάσματα.
Ειδικού τύπου	So	Ηλεκτρόδια μη περιλαμβανόμενα στους παραπάνω τύπους π.χ. ηλεκτρόδια για ηλεκτροσυγκόλληση κάτω από το νερό για κοπή μετάλλων με ή χωρίς οξυγόνο.

B) ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟ ΤΟΥΣ

Τα ηλεκτρόδια κατασκευάζονται σε διάφορες διαμέτρους. Κατά τους γερμανικούς κανονισμούς (DIN) τα ηλεκτρόδια με επένδυση κατασκευάζονται:

- Με λεπτή επένδυση. Διάμετρος επενδύσεως έως 120% της διαμέτρου του σύρματος. Χαρακτηρίζονται με το γράμμα (d).
- Με μέσου πάχους επένδυση. Διάμετρος επενδύσεως 120 έως 140% της διαμέτρου του σύρματος. Χαρακτηρίζονται με το γράμμα (m).
- Με μεγάλου πάχους επένδυση. Διάμετρος επενδύσεως πάνω από 140% της διαμέτρου του σύρματος. Χαρακτηρίζονται με το γράμμα (s).

3.2.7. ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΕΝΔΕΔΥΜΕΝΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΩΝ. ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΩΝ ΚΑΤΑ A.W.S./A5 1-69 ΓΙΑ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΥΣ ΧΑΛΥΒΕΣ.

Παρακάτω δίνεται ένας πίνακας με την ερμηνεία των κωδικών τυποποίησης επενδεδυμένων ηλεκτροδίων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1

ΜΟΡΦΗ ΚΩΔΙΚΟΥ ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗΣ			
Θέση 1	Θέση 2	Θέση 3	Θέση 4
E	XX	X	X

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Να δοθούν τα στοιχεία του ηλεκτροδίου με κωδικό (E7018)

- ΘΕΣΗ 1: Ο κωδικός της θέσης 1 μας δείχνει ότι το ηλεκτρόδιο έχει επένδυση.
- ΘΕΣΗ 2: Στη θέση 2 ο διψήφιος αριθμός (Πιν.3.2) μας δίνει στοιχεία για την ελάχιστη αντοχή σε θραύση (70000 PSI). Από τον (Πιν.3.3) σε συνδυασμό και με τους αριθμούς στη θέση 3 και 4, παίρνουμε στοιχεία για το όριο ελαστικότητας και την επιμήκυνση % (60000 P.S.I – 22%).
- ΘΕΣΗ 3: Στη θέση 3 ο κωδικός 1 σύμφωνα με τον (Πιν.3.4) μας δίνει τη θέση συγκόλλησης (συγκόλληση για όλες τις θέσεις).

- ΘΕΣΗ 4: Ο τέταρτος αριθμός μετά το Ε σε συνδυασμό με τον προηγούμενο, δίνει τα στοιχεία του ρεύματος και της επένδυσης (εναλ/νο ή συνεχές με (\pm) στη λαβίδα χαμηλού H_2 με 25% σιδηρόσκονη). (Πιν.3.5)

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2

Κωδικός	Όριο θραύσης
60	60.000 P.S.I. ή 42kg/mm ²
70	70.000 P.S.I. ή 49kg/mm ²

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3

Κωδικός		Όριο θραύσης (P.S.I.)	Όριο ελαστικότητας (P.S.I.)	Επιμήκυνση %
E6010	ΣΕΙΡΑ E60	62000	50000	22
E6011		62000	50000	22
E6012		62000	50000	17
E6013		62000	50000	17
E6020		62000	50000	25
E6027		62000	50000	25
E7014	ΣΕΙΡΑ E70	72000	60000	17
E7015		72000	60000	22
E7016		72000	60000	22
E7018		72000	60000	22
E7024		72000	60000	17
E7028		72000	60000	22

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4

Κωδικός	Θέση συγκόλλησης
1	Συγκόλληση για όλες τις θέσεις
2	Συγκόλληση μόνο οριζ. πλάκα

ΠΙΝΑΚΑΣ.3.5

Κωδικός	Ρεύμα	Επένδυση
ΕΧΧ10	Μόνο συνεχές με (+) στη λαβίδα	Κυτταρίνης
ΕΧΧ11	Εναλλασσόμενο ή συνεχές (+) στη λαβίδα	Κυτταρίνης
ΕΧΧ12	Εναλλασσόμενο ή συνεχές (+) στη λαβίδα	Ρουτιλίου
ΕΧΧ13	Εναλλασσόμενο ή συνεχές (±) στη λαβίδα	Ρουτιλίου
ΕΧΧ14	Εναλλασσόμενο ή συνεχές (±) στη λαβίδα	Ρουτιλίου με 30% σίδηρο
ΕΧΧ15	Εναλλασσόμενο ή συνεχές (±) στη λαβίδα	Χαμηλού H_2 βασική
ΕΧΧ16	Εναλλασσόμενο ή συνεχές (±) στη λαβίδα	Χαμηλού H_2 βασική
ΕΧΧ18	Εναλλασσόμενο ή συνεχές (±) στη λαβίδα	Χαμηλού H_2 με 25% σιδηρόσκονη
ΕΧΧ20	Εναλλασσόμενο ή συνεχές (±) στη λαβίδα	Οξειδία Fe αυξημένα
ΕΧΧ24	Εναλλασσόμενο ή συνεχές (±) στη λαβίδα	Ρουτιλίου με 50% σιδηρόσκονη
ΕΧΧ27	Εναλλασσόμενο ή συνεχές (±) στη λαβίδα	Ορυκτά με 50% σιδηρίνη
ΕΧΧ28	Εναλλασσόμενο ή συνεχές (±) στη λαβίδα	Χαμηλού H_2 με 50% σιδηρίνη

3.2.8. ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΩΝ ΚΑΤΑ (I.S.O.) ΓΙΑ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΥΣ ΚΑΙ ΕΛΑΦΡΑ ΚΡΑΜΑΤΩΜΕΝΟΥΣ ΧΑΛΥΒΕΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ.3.6

ΜΟΡΦΗ		ΚΩΔΙΚΟ		ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ		
		Υ	Σ			
Θέση 1	Θέση 2	Θέση 3	Θέση 4	Θέση 5	Θέση 6	Θέση 7
E	XXX	X	XXX	X	X	X
Ηλεκτρόδιο με επένδυση	Όριο θραύσης και επιμήκυνση	Είδος επένδυσης	Βαθμός απόδοσης	Θέση συγκόλλησης	Είδος ρεύματος	Χαμηλό ή H ² ή όχι

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Έχουμε το ηλεκτρόδιο με κωδικό E-513-B-160-2-0-H.

- ΘΕΣΗ 1: Κωδικός = E → Το ηλεκτρόδιο φέρει επένδυση.
- ΘΕΣΗ 2: Κωδικός = 513 → Από τον (Πιν.3.7) βλέπουμε ότι το μέταλλο του ηλεκτροδίου έχει όριο θραύσης 51-61kg/mm², επιμήκυνση 20% σε -20° C και το έργο θραύσης τυποποιημένου δοκιμίου είναι 28 joules.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.7

Κωδικός	Όριο θραύσης Kg/mm ²	Επιμήκυνση %	Θερμοκρασία (° C) Ελάχιστο έργο θραύσης 28J
430	43 μέχρι 51	-	-
431	43 μέχρι 51	20	+ 20
432	43 μέχρι 51	22	0
433	43 μέχρι 51	24	-20
434	43 μέχρι 51	-	-30
435	43 μέχρι 51	-	-40
510	51 μέχρι 61	18	-
511	51 μέχρι 61	18	+20
512	51 μέχρι 61	20	0
513	51 μέχρι 61	20	-20

514	51 μέχρι 61	20	-30
515	51 μέχρι 61	-	-40

- ΘΕΣΗ 3: Κωδικός = B → Από τον (Πιν.3.8) βλέπουμε ότι το ηλεκτρόδιο έχει επένδυση βασικού τύπου.
- ΘΕΣΗ 4: Κωδικός = 160 → Βαθμός απόδοσης ηλεκτροδίου (160%).
- ΘΕΣΗ 5: Κωδικός = 2 → Από τον (Πιν.3.9) βλέπουμε ότι το ηλεκτρόδιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για όλες τις θέσεις εκτός κατεβατού.
- ΘΕΣΗ 6: Κωδικός = 0 → Από τον (Πιν.3.10) έχουμε ότι το ηλεκτρόδιο θέλει μόνο συνεχές ρεύμα με το (+) στην τσιμπίδα.
- ΘΕΣΗ 7: Κωδικός = H → Σημαίνει ότι το ηλεκτρόδιο είναι χαμηλού H_2

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.8

ΤΥΠΟΙ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ			
Κωδικός	Τύπος	Κωδικός	Τύπος
A	Όξινη	O	Οξειδωτική
Ar	Όξινη ρουτιλίου	R	Ρουτιλίου μέσου πάχους
B	Βασική	RR	Ρουτιλίου μεγάλου πάχους
C	Κυτταρίνης	S	Άλλοι τύποι

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.9

Κωδικός	Θέσεις συγκόλλησης
1	Για όλες τις θέσεις
2	Για όλες τις θέσεις εκτός κατεβατού
3	Σόκορα (οριζόντια πλάκα) και γωνιακές
4	Σόκορα και γωνιακές (πλάκα)
5	Όπως στο 3 συν κατεβατό

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.10

ΕΙΔΟΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΘΕΣΗ ΤΣΙΜΠΙΔΑΣ		
Κωδικός	Θέση τσιμπίδας	Τάση εν κενώ (Volt) Εναλλασσόμενο ρεύμα
0	(+)	-
1	(+) ή (-)	50
2	(-)	50
3	(+)	50
4	(+) ή (-)	70
5	(-)	70
6	(+)	70
7	(+) ή (-)	90
8	(-)	90
9	(+)	90

3.2.9. ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΩΝ ΚΑΤΑ DIN /1913-B1.1 ΓΙΑ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΥΣ ΧΑΛΥΒΕΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.11

ΜΟΡΦΗ ΚΩΔΙΚΟΥ ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗΣ				
Θέση 1	Θέση 2	Θέση 3	Θέση 4	Θέση 5
E	XX	X	X	XXX
Ηλεκτρόδιο με επένδυση	Όριο θραύσης και ελαστικότητας	Επιμήκυνση % 28J	Επιμήκυνση % 47J	Τύπος επένδυσης Θέση συγκόλλησης Ρεύμα συγκόλλησης

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Να δοθούν τα στοιχεία του ηλεκτροδίου με κωδικό (E-43-3-2-AR7).

- ΘΕΣΗ 1: Κωδικός = E → το ηλεκτρόδιο φέρει επένδυση.
- ΘΕΣΗ 2: Κωδικός = 43 → Από τον (Πιν.3.12) βλέπουμε ότι το μέταλλο του ηλεκτροδίου έχει όριο θραύσης 43-51 kg/mm² και όριο ελαστικότητας > = 36 kg/mm².
- ΘΕΣΗ 3: Κωδικός = 3 → Από τον (Πιν.3.13) βλέπουμε ότι το εναποτιθέμενο μέταλλο παρουσιάζει επιμήκυνση 24% σε θερμοκρασία -20% και το έργο θραύσης τυποποιημένου δοκιμίου είναι 28 joules.
- ΘΕΣΗ 4: Κωδικός 2 = → Από τον (Πιν.3.13) βλέπουμε ότι το εναποτιθέμενο μέταλλο παρουσιάζει επιμήκυνση 22% σε θερμοκρασία 0°C για έργο θραύσης τυποποιημένου δοκιμίου κατά 150 ίσο με 47 joules.
- ΘΕΣΗ 5: Κωδικός = AR7 → Από τον (Πιν.3.14) βλέπουμε ότι το ηλεκτρόδιο ανήκει στην κλάση 7 και φέρει όξινη και παχιά επένδυση ρουτιλίου. Από τον ίδιο πίνακα χρησιμοποιώντας τους κωδικούς 5 και 2 για το ρεύμα και τη θέση συγκόλλησης σε συνδυασμό με τον (Πιν.3.15 , 3.16) βλέπουμε ότι το ηλεκτρόδιο απαιτεί εναλλασσόμενο ρεύμα με τάση εν κενώ 70 V ή συνεχές με το ηλεκτρόδιο στο (-) και ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλες τις θέσεις εκτός του κατεβατού.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.12

Κωδικός	Όριο θραύσης kg/mm ²	Όριο ελαστικότητας kg/mm ²
43	43 μέχρι 51	≥36
51	51 μέχρι 65	≥38

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.13

Κωδικός	Επιμήκυνση % (Μήκος L=50)	Θερμοκρασία °C
0	Καμία απαίτηση	-
1	22	+20
2	22	0
3	24	-20
4	24	-30

5	24	-40
---	----	-----

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.14

Κωδικός	Θέση συγκόλλησης	Ρεύμα	Τύπος επένδυσης	Κλάση
N1	1	0+	Χωρίς επένδυσης	1
A1	1	5	Λεπτή, όξινη ή ουδέτερη	1
A2	1	5	Λεπτή, όξινη ή ουδέτερη	2
R2	1	5	Λεπτή ρουτιλίου	2
R3	2(1)	2	Μέσου πάχους ρουτιλίου	3
R(C)3	1	2	Μέσου πάχους Ρουτιλίου/κυτταρίνης	3
C4	1	0+(6)	Μέσου πάχους κυτταρίνης	4
A5	2	5	Παχιά όξινη ή ουδέτερη	5
RR6	2	2	Παχιά ρουτιλίου	6
RR(C)6	1	2	Παχιά ρουτιλίου / κυτταρίνης	6
AR7	2	5	Παχιά ρουτιλίου / όξινη	7
RR(B)7	2	5	Παχιά ρουτιλίου / βασική	7
PR8	2	2	Παχιά ρουτιλίου	8
BR(B)8	2	5	Παχιά ρουτιλίου / βασική	8
B9	1	0+(6)	Παχιά βασική	9
B(R)9	1	6	Παχιά ημιβασική	9
B10	2	0+(6)	Παχιά βασική	10
B(R)10	2	6	Παχιά ημιβασική	10
BR11	4(3)	5	Ρουτιλίου με απόδοση 105%	11
AR11	4(3)	5	Ρουτιλίου / όξινη, με απόδοση 105%	11
B12	4(3)	0+(6)	Βασική με απόδοση 120%	12
B(R)12	4(3)	0+(6)	Ημιβασική με απόδοση 120%	12

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.15

Κωδικός	
0	Μόνο συνεχές με (+) ή (-) στη τσιμπίδα
0	Μόνο συνεχές με (-) στη τσιμπίδα
0+	Μόνο συνεχές με (+) στη τσιμπίδα
1	Συνεχές με (+) ή (-) στη τσιμπίδα, ή εναλ/μενο με τάση εν κενώ 50V
2	Συνεχές με (-) στη τσιμπίδα, ή εναλ/μενο με τάση εν κενώ 50V
3	Συνεχές με (+) στη τσιμπίδα, ή εναλ/μενο με τάση εν κενώ 50V
4	Συνεχές με (+) ή (-) στη τσιμπίδα, ή εναλ/μενο με τάση εν κενώ 70V
5	Συνεχές με (-) στη τσιμπίδα, ή εναλ/μενο με τάση εν κενώ 70V
6	Συνεχές με (+) στη τσιμπίδα, ή εναλ/μενο με τάση εν κενώ 70V
7	Συνεχές με (+) ή (-) στη τσιμπίδα, ή εναλ/μενο με τάση εν κενώ 90V
8	Συνεχές με (-) στη τσιμπίδα, ή εναλ/μενο με τάση εν κενώ 90V
9	Συνεχές με (+) στη τσιμπίδα, ή εναλ/μενο με τάση εν κενώ 90V

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.16

Κωδικός	
1	Συγκόλληση σε όλες τις θέσεις
2	Συγκόλληση σε όλες τις θέσεις, εκτός κατεβατού
3	Συγκόλληση σόκορο, γείσο και γωνιακά σε οριζ. θέση
4	Συγκόλληση μόνο σόκορο και γείσο σε οριζόντια θέση

3.2.10. ΕΠΙΛΟΓΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΟΥ ΚΑΙ ΕΝΤΑΣΗΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ

Η διάμετρος του ηλεκτροδίου που θα χρησιμοποιηθεί για την ηλεκτροσυγκόλληση μεταλλικών αντικειμένων, εξαρτάται από:

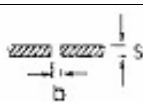
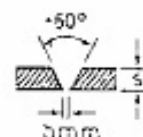
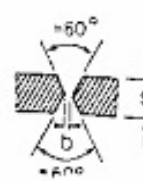
- Το υλικό κατασκευής των τεμαχίων που θα συγκολληθούν.

- Το πάχος τους.
- Το κατά πόσο πρόκειται για συγκόλληση τεμαχίων ή για αναγόμευση φθαρμένων επιφανειών.

Από τον (Πιν.3.17) επιλέγουμε τη διάμετρο του ηλεκτροδίου.

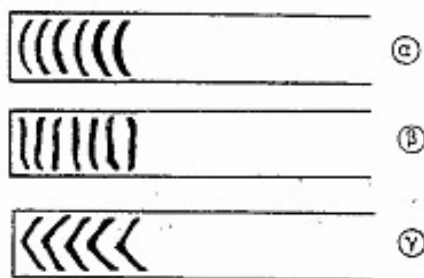
ΠΙΝΑΚΑΣ.3.17

Εκλογή διαμέτρου ηλεκτροδίου

Προετοιμασία των άκρων	Απόσταση d(mm)	Πάχος ελάσματος s(mm)	Διάμετρος ηλεκτροδίου (mm)
	=s	1	2
		1,5	2
		2	2,5
	=s/2	3	3
		4	4
		5	4
	1.5	5	4
		6	4 και 5
		8	4 και 5
		10	4 και 5
	2	12	4 και 5
		14	4,5 και 6
	1,5	16	1,5 και 6
		12	4 και 5
		14	4 και 5
		16	4 και 5
		18	4,5 και 6
		20	4,5 και 6
		25	4,5 και 6

Αφού επιλεγεί η διάμετρος του ηλεκτροδίου που θα χρησιμοποιηθεί, πρέπει να καθοριστεί η ένταση του ρεύματος στη μηχανή ηλεκτροσυγκόλλησης.

Κατά κανόνα είναι προτιμότερο να χρησιμοποιηθεί κανείς υψηλό ρεύμα παρά χαμηλό. Αν έχουμε κανονική ένταση ρεύματος, το λιωμένο μέταλλο ακολουθεί μια φυσική ροή (Σχ.3.12.α) και η σκουριά από το μέταλλο παραμένει έξω από τη συγκολλητική ραφή. Αν έχουμε χαμηλό ρεύμα, η τήξη του μετάλλου είναι ατελής. Η ραφή γίνεται ανομοιόμορφη (Σχ.3.12.β) και εμφανίζει πόρους. Επίσης η σκουριά ανακατεύεται πολύ εύκολα με την κόλληση. Αν το ρεύμα είναι πολύ υψηλό, τα πλευρά της συγκολλήσεως εμφανίζονται συνήθως καμμένα και οι κυματισμοί της ραφής μετατοπισμένοι (Σχ.3.12.γ).



Σχ.3.12 Επίδραση της εντάσεως του ρεύματος στην εμφάνιση της ραφής
 .(α)Ομοιόμορφη ραφή, κανονική εντατική, (β)ανομοιόμορφη ραφή, χαμηλή ένταση,
 (γ)Μετατοπισμένη ραφή, υψηλή ένταση

Η ένταση του ρεύματος αυξάνεται ανάλογα με τη διάμετρο του ηλεκτροδίου (Πιν.3.18)και εξαρτάται ακόμη από την ποιότητα του και το είδος ή τη θέση της ραφής συγκολλήσεως των μετάλλων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.18





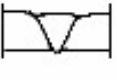
Ηλεκτρόδια γυμνά, διάτρητα και με λεπτή επένδυση		Ηλεκτρόδια με μέση και χονδρή επένδυση	
Διάμετρος Ηλεκτροδίου (mm)	Ένταση ρεύματος (A)	Διάμετρος ηλεκτροδίου (mm)	Ένταση ρεύματος (A)
2	50-70	2	50-80
3	90-130	2.5	60-110
4	140-190	3.25	90-160
5	190-250	4	130-200
6	240-330	5	180-260
		6	230-350

3.2.11. ΕΛΑΤΤΩΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΓΚΟΛΜΗΣΕΩΝ ΤΟΞΟΥ

Τα πιο συνηθισμένα σφάλματα ηλεκτροσυγκολλήσεως τόξου φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. (Πιν.3.19).

Σφάλματα συγκολλήσεως

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.19

	Ελλειπής Διείσδυση	Οφείλεται σε πολύ μικρή απόσταση των άκρων σε πολύ μικρή ένταση.
	Εγκλωβισμός σκουριάς	Οφείλεται σε κακό καθαρισμό των προηγούμενων κορδονιών.
	Μη ευθυγραμμισμένα άκρα	Οφείλονται σε κακή κατάσταση των άκρων ή σε παραμόρφωση κατά τη συγκόλληση.
	Ελλειπής εναπόθεση συγκολλητικού υλικού	Οφείλεται σε υπερβολική ένταση ή σε μεγάλη ταχύτητα του ηλεκτροδίου.
	Φυσαλίδες	Οφείλονται στην κακή ποιότητα του συγκολλούμενου μετάλλου ή σε υγρά ηλεκτρόδια.
	Υπερβολική διείσδυση	Οφείλεται στη μεγάλη ένταση του ρεύματος ή σε μεγάλη απόσταση των ακρων.
	Σκάψιμο των πλευρών της συγκολλητικής ραφής.	Οφείλεται σε κακό χειρισμό του ηλεκτροδίου ή σε μεγάλη ένταση του ρεύματος.

3.2.12. ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ ΤΟΞΟΥ ΜΕ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΑ ΑΕΡΙΑ

Οι μέθοδοι ηλεκτροσυγκόλλησης τόξου με προστατευτικά αέρια:

1. Μέθοδος M.I.G.
2. Μέθοδος M.A.G.
3. Μέθοδος T.I.G.
4. Μέθοδος πλάσματος W.P.

Κατά τη διαδικασία των μεθόδων αυτών χρησιμοποιούνται προστατευτικά αέρια αδρανή ή ενεργά: Τα αέρια αυτά είναι:

- Το αργό (Ar)
- Το ήλιο (He)
- Το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2)
- Το άζωτο (N_2)
- Το οξυγόνο (O_2)
- Το υδρογόνο (H_2)
- Μείγματα των παραπάνω

Ο σκοπός των αερίων αυτών είναι να σχηματίζουν μια προστατευτική ομπρέλα κατά τη διάρκεια της συγκόλλησης γύρω από το ηλεκτρικό τόξο και να εμποδίζουν το οξυγόνο του ατμοσφαιρικού αέρα να εισέλθει στη συγκολλητική ραφή και να την οξειδώσει.

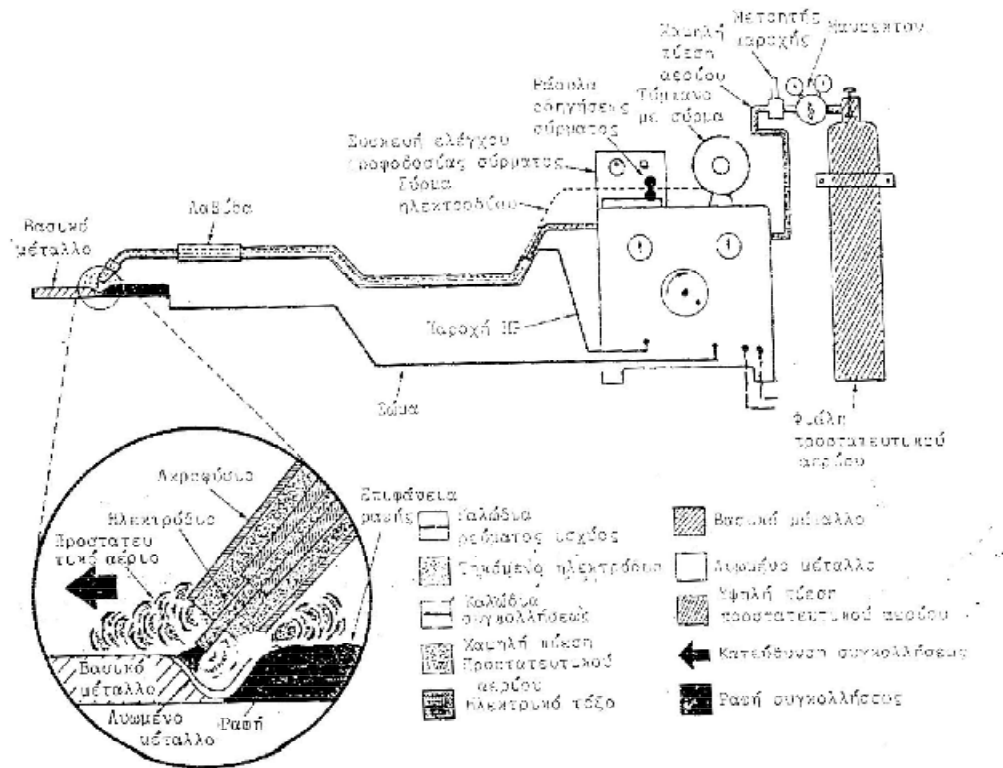
- ΜΕΘΟΔΟΣ M.I.G. (Metal Inert Gas)

Κατά τη μέθοδο αυτή το ηλεκτρόδιο με μορφή σύρματος ξεκινάει από ένα τύμπανο όπου είναι τυλιγμένο σε κουλούρα, περνάει μέσα από τη συσκευή ελέγχου τροφοδοσίας του σύρματος που συνήθως βρίσκεται πάνω από τη μηχανή συγκολλήσεως και καταλήγει μέσω της βαλβίδας στο ακροφύσιο. Στην επαφή του με το μέταλλο βάσεως δημιουργεί τόξο, λιώνει και δημιουργεί τη ραφή.

Παράλληλα, στο ακροφύσιο φτάνει προστατευτικό αέριο που κρατάει μακριά από το τόξο, τον ατμοσφαιρικό αέρα ενώ παράλληλα ψύχει ομαλά τη ραφή (Σχ.3.13).

Σαν προστατευτικά αέρια χρησιμοποιούνται αδρανή αέρια, συνήθως καθαρό αργό ή μείγμα αερίων σε αναλογία 75% αργό και 25% διοξείδιο του άνθρακα. Η μέθοδος

αυτή προτιμάται για τη συγκόλληση χαλύβων, αλουμινίου και άλλων μη σιδηρούχων μετάλλων.



Σχ.3.13 Λειτουργία της μεθόδου M.I.G.

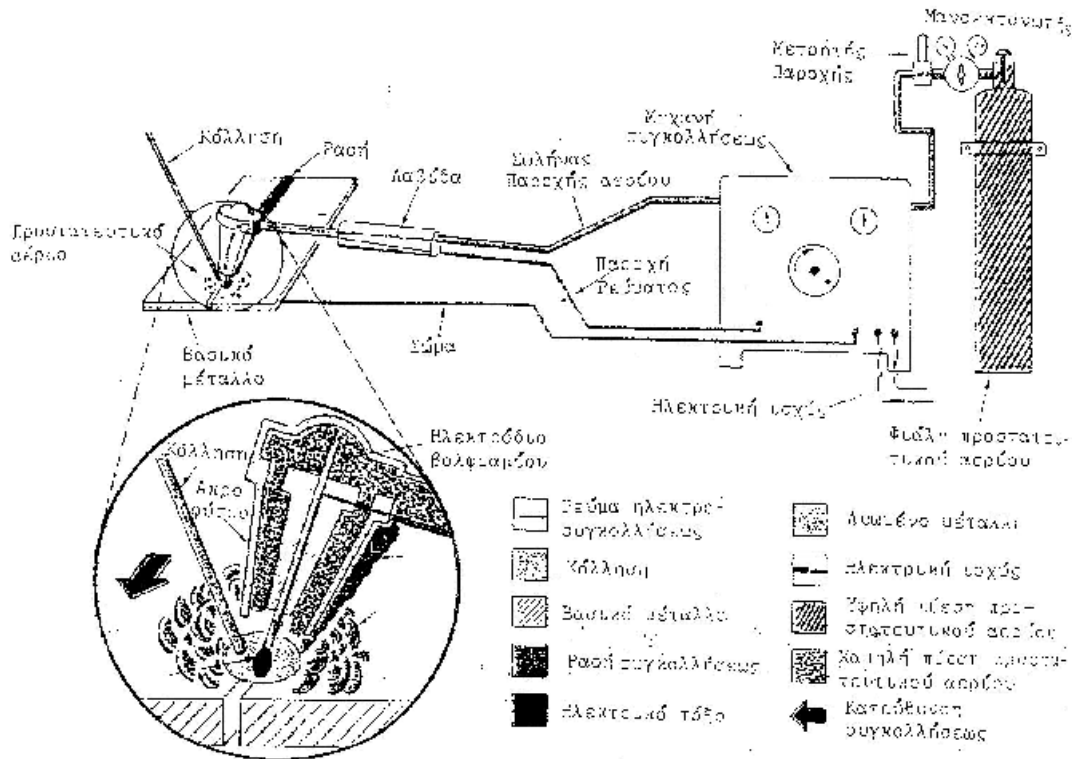
- ΜΕΘΟΔΟΣ M.A.G. (Metal Active Gas)

Η μόνη διαφορά από την προηγούμενη μέθοδο είναι ότι τα προστατευτικά αέρια που χρησιμοποιούνται γύρω από το σημείο συγκόλλησης είναι ενεργά αέρια, όπως:

- Διοξείδιο του άνθρακα
- Μείγμα αερίων αργού – διοξειδίου του άνθρακα
- Μείγμα αερίων αργού με οξυγόνο

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται στη συγκόλληση κραμάτων χάλυβα με χαμηλά ποσοστά κραματοποίησης.

- ΜΕΘΟΔΟΣ T.I.G. (Tungsten Inert Gas)



Σχ.3.14 Λειτουργία της μεθόδου T.I.G.

Η μέθοδος αυτή από πλευράς χειρισμών συγκολλήσεως μοιάζει λίγο με τη μέθοδο οξυγονοσυγκολλήσεως.

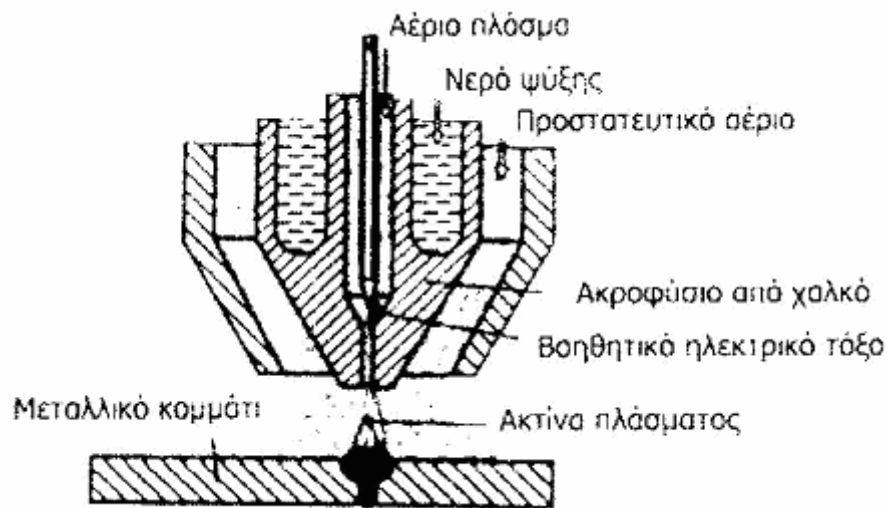
Για τη δημιουργία ηλεκτρικού τόξου χρησιμοποιούμε μη καταναλώσιμο ηλεκτρόδιο Βολφραμίου (W) και προκειμένου να αυξηθούν οι ηλεκτρικές του ιδιότητες προστίθενται Θόριο (Th) και Ζιρκόνιο (Zr)

Το Βολφράμιο λιώνει στους 3.400°C. Γι'αυτό και κατά τη δημιουργία του τόξου λιώνει εύκολα το συγκολλούμενο βασικό μέταλλο, χωρίς το ηλεκτρόδιο του Βολφραμίου να φθείρεται.

Γύρω από το ηλεκτρικό τόξο ρέει το προστατευτικό αέριο το οποίο κρατάει μακριά τον ατμοσφαιρικό αέρα και παράλληλα ψύχει ομαλά τη συγκολλητική ραφή.

Σαν προστατευτικά αέρια χρησιμοποιούνται τα αδρανή αέρια Αργό και Ήλιο ή και μείγμα τους. Η μέθοδος αυτή προτιμάται για τη συγκόλληση ανοξειδωτού Χάλυβα, Αλουμινίου, Τιτανίου και άλλων μη σιδηρούχων μετάλλων. Στο (Σχ.3.14) φαίνεται η λειτουργία της μεθόδου T.I.G.

- ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΛΑΣΜΑΤΟΣ W.P.



Σχ.3.15 Μέθοδος πλάσματος W.P.

Σε αυτή τη μέθοδο για την παραγωγή της απαραίτητης θερμότητας συγκόλλησης χρησιμοποιείται ακτίνα πλάσματος μικρή και σταθερή απόσταση από το έλασμα. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι το πλάσμα του ηλεκτρικού τόξου διατηρείται σταθερό ακόμη και όταν η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος είναι πολύ χαμηλή (πιο χαμηλή από 1 A). Αυτό μας επιτρέπει τη χρησιμοποίησή της για συγκολλήσεις μεγάλης ακρίβειας με πάχος ελασμάτων έως και 0,01mm.

Η ηλεκτροσυγκόλληση πλάσματος W.P. εφαρμόζεται σε μηχανοποιημένες συγκολλήσεις στη μαζική παραγωγή συγκολλητών κατασκευών.

Στο (Σχ.3.15) βλέπουμε ηλεκτροσυγκόλληση με μη καταναλώσιμο ηλεκτρόδιο Βολφραμίου και πλάσμα (W.P.).

3.2.13.ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕΣΑ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΙΣ ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ ΤΟΞΟΥ

1. Κατά τη διάρκεια της συγκολλήσεως πρέπει να χρησιμοποιείται πλήρης προστατευτική ενδυμασία.
2. Για την προστασία των ματιών και του προσώπου από το τόξο και τα πιτσιλίσματα του ηλεκτροδίου πρέπει να χρησιμοποιείται μάσκα.
3. Κατά τον καθαρισμό της ραφής από την κρούστα πρέπει να γίνεται χρήση λευκών ματογυαλιών.
4. Για την προστασία του σώματος, πρέπει να γίνεται χρήση ολόσωμης ποδιάς από δέρμα ή αμίαντο.
5. Για την αποφυγή εγκαυμάτων στα χέρια και στις κνήμες πρέπει να χρησιμοποιούνται γάντια και προστατευτικές επενδύσεις αντίστοιχα.

3.3.ΟΞΥΓΟΝΟΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ

3.3.1.ΓΕΝΙΚΑ

Οξυγονοσυγκολλήσεις ονομάζονται οι συγκολλήσεις στις οποίες η θερμότητα που απαιτείται για τη συγκόλληση λαμβάνεται από την καύση μείγματος οξυγόνου και καυσίμου αερίου.

Συνήθως σαν καύσιμο αέριο χρησιμοποιείται η ασετυλίνη. Με τη θερμότητα της φλόγας του καυσίμου αερίου, τα τεμάχια που πρόκειται να συγκολληθούν λιώνουν και τα μόρια του ενός αναμειγνύονται με τα μόρια του άλλου. Στις περισσότερες περιπτώσεις προστίθεται και υλικό με την ίδια χημική σύσταση των συγκολλούμενων τεμαχίων έχοντας σαν αποτέλεσμα την αυτογενή συγκόλληση.

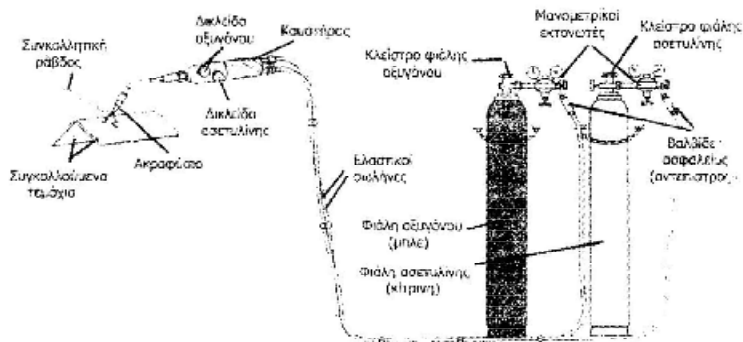
Ετερογενής συγκόλληση ονομάζεται αυτή κατά την οποία το πρόσθετο συγκολλητικό υλικό είναι διαφορετικό από το μέταλλο βάσης. Το μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ότι είναι ασύμφορη στην περίπτωση που το πάχος των τεμαχίων είναι μεγάλο. Είναι ασύμφορη οικονομικά λόγω μεγάλης κατανάλωσης αερίου αλλά και χρονικά επειδή απαιτείται μεγάλος χρόνος θέρμανσης.

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι:

Μπορούν να συγκολληθούν τεμάχια μικρού πάχους.

Η συσκευή μεταφέρεται εύκολα.

Παρέχει τη δυνατότητα κοπής ελασμάτων μεγάλου πάχους με τη χρήση πυροκόφτη.



Σχ.3.16 Τυπική συσκευή οξυγονοσυγκόλλησης.

3.3.2.ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

- ΤΟ ΟΞΥΓΟΝΟ

Το οξυγόνο είναι αέριο άχρωμο, άγευστο, άοσμο και όχι δηλητηριώδες. Το ίδιο δεν καίγεται αλλά συντελεί στην καύση.

Το απαιτούμενο οξυγόνο για οξυγονοσυγκόλληση μπορεί να χορηγηθεί με διάφορους τρόπους:

Ο ένας τρόπος είναι η χορήγηση του οξυγόνου δια μέσου ενός κεντρικού δικτύου σωληνώσεων, το οποίο διανέμει στους χώρους εργασίας το οξυγόνο, το οποίο είναι αποθηκευμένο σε υγρή μορφή (υγροποιημένο οξυγόνο) σε κεντρικές μεταλλικές δεξαμενές. Το υγρό οξυγόνο χρησιμοποιείται πάρα πολύ, επειδή εξοικονομούμε χρόνο και χώρο.

Ο δεύτερος τρόπος χορήγησης του οξυγόνου, είναι με ένα φορητό κύλινδρο πίεσης. Αυτός ο τρόπος χορήγησης οξυγόνου στο χώρο εργασίας, είναι ο πλέον εύκολος και αποδεκτός τρόπος.

Το οξυγόνο αποθηκεύεται μέσα σε κυλίνδρους διαφόρων μεγεθών, οι οποίοι δεν φέρουν ραφές, έχουν υποστεί θερμική κατεργασία και έχουν ελεγχθεί καλά πριν τοποθετηθεί το οξυγόνο μέσα σε αυτούς. Το οξυγόνο μέσα σε αυτούς τους κυλίνδρους βρίσκεται υπό κανονική πίεση 2.200 psi, όταν η θερμοκρασία του είναι

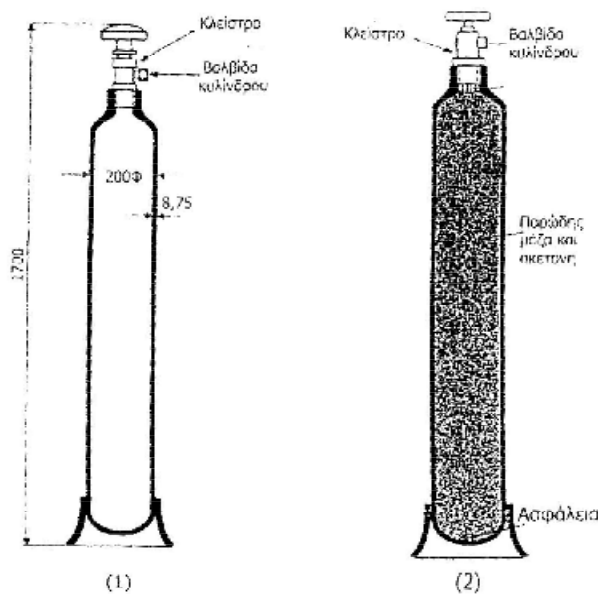
21°C. Η απότομη απελευθέρωση οξυγόνου με ανεξέλεγκτη πίεση, μπορεί να εκτινάξει έναν κύλινδρο σαν πύραυλο, με τέτοια δύναμη η οποία δίνει τη δυνατότητα στον κύλινδρο να διαπεράσει ακόμα και τοιχώματα από τσιμέντο.

- Η ΑΣΕΤΥΛΙΝΗ

Η ασετυλίνη είναι αέριο το οποίο αποτελείται από υδρογόνο και άνθρακα (C_2H_2) και παράγεται από την αντίδραση του ανθρακασβεστίου (CaC_2) με το νερό (H_2O).

Η ασετυλίνη δεν είναι δυνατό να αποθηκευτεί σε φιάλες με μεγάλη πίεση (μεγαλύτερη των 15atm) διότι εκρήγνυται. Για αποφυγή αυτού του κινδύνου, οι φιάλες μέσα στις οποίες αποθηκεύεται η ασετυλίνη περιέχουν ακετόνη και μια πορώδη μάζα αποτελούμενη από ελαφρόπετρα και ειδικά επεξεργασμένο ξυλάνθρακα.

Η ακετόνη έχει την ιδιότητα να διαλύει μεγάλες ποσότητες ασετυλίνης, περίπου 150 φορές μεγαλύτερη του όγκου της. Οι φιάλες γεμίζουν με ασετυλίνη υπό πίεση 15atm. μία φιάλη των 40lt περιέχει 6.000lt ή $6m^3$ ασετυλίνης, δηλαδή την ίδια ποσότητα που περιέχει μια φιάλη οξυγόνου, χωρητικότητας 40lt υπό πίεση 150atm.

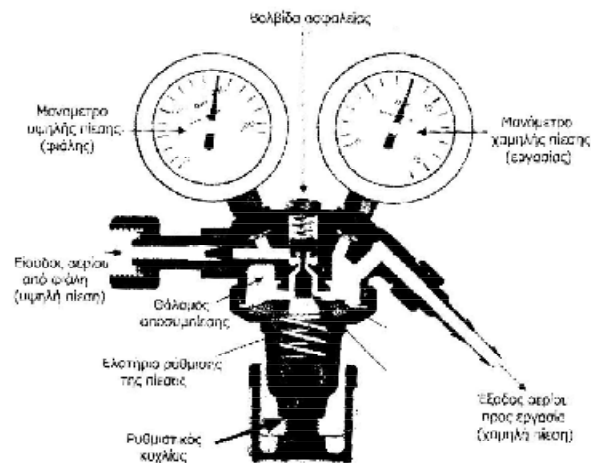


Σχ.3.17 (1)Φιάλη οξυγόνου (2) Φιάλη ασετυλίνης

3.3.3. ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ ΟΞΥΓΟΝΟΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ

- ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΕΚΤΟΝΩΤΕΣ

Κάθε φιάλη οξυγόνου ή ασετυλίνης συνοδεύεται από έναν κεντρικό διακόπτη. Σε αυτόν συνδέεται ο μανομετρικός εκτονωτής, που σκοπό έχει να μειώνει την πίεση του αερίου που βρίσκεται μέσα στη φιάλη, στη χαμηλή και σταθερή πίεση εργασίας (Σχ.3.18). Μετά τους εκτονωτές, συνδέονται οι ελαστικοί σωλήνες που οδηγούν τα αέρια στη συσκευή ανάμειξης και καύσης, την οποία ονομάζουμε καυστήρα ή σαλιμό.



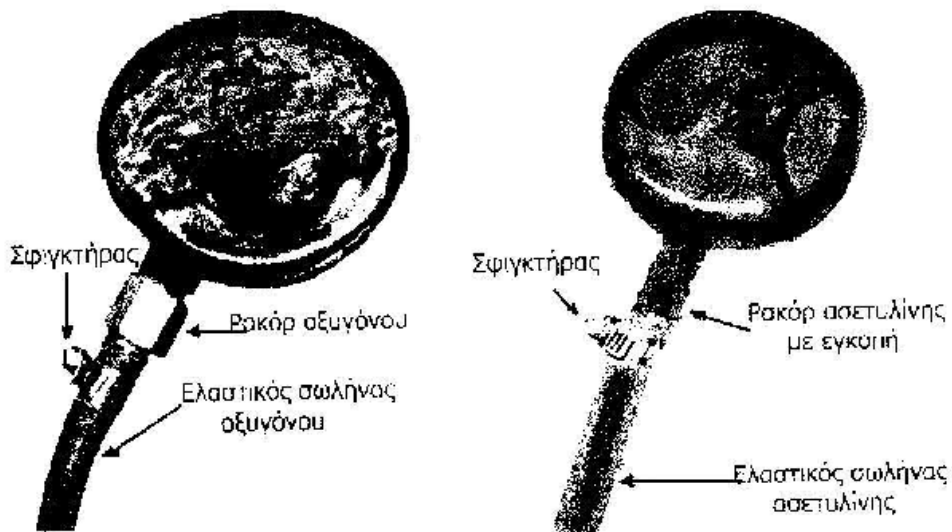
Σχ.3.18 Μανομετρικός εκτονωτής.

Ο μανομετρικός εκτονωτής φέρει δύο μανόμετρα. Το ένα δείχνει την πίεση του αερίου μέσα στη φιάλη και το άλλο την πίεση του αερίου που κατευθύνεται στον καυστήρα. Τα μανόμετρα του οξυγόνου είναι βαθμονομημένα από 0 έως 315 bar για την υψηλή πίεση και από 0 έως 16 bar για τη χαμηλή πίεση. Τα μανόμετρα της ασετυλίνης είναι βαθμονομημένα από 0 έως 25 bar για την υψηλή πίεση και από 0 έως 25 bar για τη χαμηλή πίεση.

Ο μανοεκτονωτής του οξυγόνου προσαρμόζεται στο κλείστρο της φιάλης με τη βοήθεια μαστού. Πριν προσαρμοσθεί καθαρίζεται καλά το στόμιο του κλείστρου από τυχόν ξένα αντικείμενα με ισχυρό ρεύμα οξυγόνου που εκτοξεύεται με απότομο και πολύ σύντομο, άνοιγμα – κλείσιμο του κλείστρου.

Ο μανοεκτονωτής της ασετυλίνης προσαρμόζεται στο κλείστρο της φιάλης με τη βοήθεια καβαλέτου και χρησιμοποιείται ειδικό κλειδί. Τα συνδεδεμένα μέρη του μανομετρικού εκτονωτή του οξυγόνου με τη φιάλη φέρουν δεξιόστροφο σπείρωμα, ενώ του μανομετρικού εκτονωτή της ασετυλίνης αριστερόστροφο σπείρωμα.

- ΕΛΑΣΤΙΚΟΙ ΣΩΛΗΝΕΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΤΩΝ ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΕΚΤΟΝΩΤΩΝ ΜΕ ΤΟΝ ΚΑΥΣΤΗΡΑ



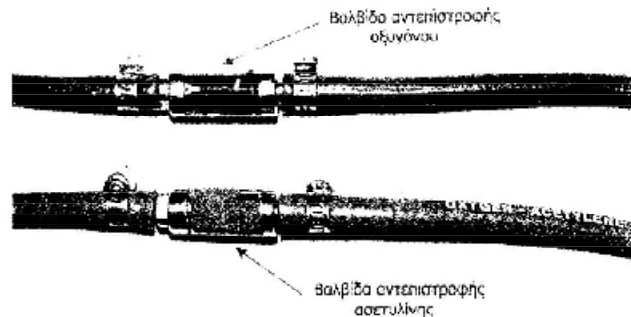
Σχ.3.19 Σύνδεση ελαστικών σωλήνων οξυγόνου και ασετυλίνης στους εκτονωτές με ρακόρ.

Για τη μεταφορά των αερίων από τους μανομετρικούς εκτονωτές στον καυστήρα χρησιμοποιούμε κατάλληλους ελαστικούς σωλήνες (αγωγούς). Οι αγωγοί αυτοί είναι εύκαμπτοι και ενισχυμένοι για να έχουν μεγαλύτερη αντοχή στις υψηλές πιέσεις και στη φθορά. Οι σωλήνες του οξυγόνου έχουν μικρότερη εσωτερική διάμετρο από τους σωλήνες της ασετυλίνης και έχουν μπλε χρώμα, ενώ οι σωλήνες της ασετυλίνης κόκκινο. Στα άκρα των αγωγών προσαρμόζονται συνδετήρες (ρακόρ) που στερεώνονται με κολλάρα συσφίξεως. Για να αποφευχθεί η λανθασμένη σύνδεση των σωλήνων οξυγόνου και ασετυλίνης, τα ρακόρ του οξυγόνου κατασκευάζονται με δεξιόστροφο σπείρωμα, ενώ της ασετυλίνης με αριστερόστροφο.

- ΒΑΛΒΙΔΕΣ ΑΝΤΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ (ΦΛΟΓΟΠΑΓΙΔΕΣ)

Έχουν σκοπό: α/ να αποτρέπουν το ενδεχόμενο επιστροφής της φλόγας προς τη συσκευή οξυγόνου – ασετυλίνης και β/ να εμποδίζουν την αντίστροφη ροή των

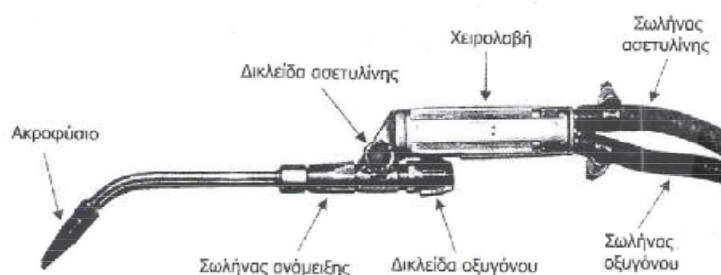
αερίων. Τοποθετούνται μετά τους μανομετρικούς εκτονωτές ή στους ελαστικούς σωλήνες κοντά στον καυστήρα.



Σχ.3.20 Βαλβίδες αντεπιστροφής συνδεδεμένες στους αντίστοιχους σωλήνες αερίων.

- ΚΑΥΣΤΗΡΑΣ (ΣΑΛΙΜΟ)

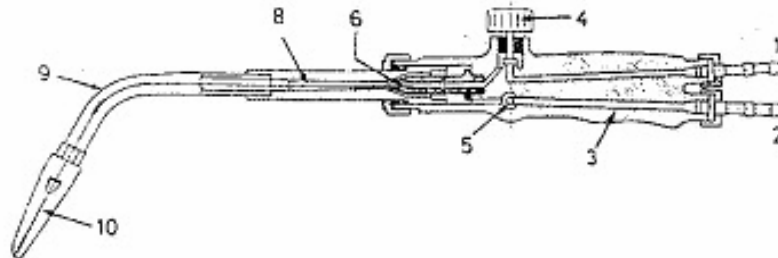
Ο καυστήρας είναι εργαλείο αναμείξεως οξυγόνου και ασετυλίνης που μας δίνει σταθερή και κανονική φλόγα συγκολλησεως. Η παροχή του καυστήρα αυξομειώνεται με την αλλαγή ακροφυσίου. Η ρύθμιση της παροχής γίνεται με τις βαλβίδες του καυστήρα. Οι καυστήρες κατασκευάζονται συνήθως από ορείχαλκο ή άλλα ελαφρά μέταλλα ώστε να είναι ελαφρείς. Διακρίνονται σε: καυστήρες χαμηλής πίεσης (αναρροφήσεως) και καυστήρες υψηλής πίεσης (ανάμειξης ή ισόθλιπτοι).



Σχ.3.21 Καυστήρας οξυγονοσυγκόλλησης.

- ΚΑΥΣΤΗΡΑΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Λειτουργεί με πίεση ασετυλίνης 0,2 ως 0,6 atm και με πίεση οξυγόνου 1 ως 2,5 atm. Τα αέρια φεύγουν με διαφορετικές πιέσεις από το άκρο του εγχυτήρα. Η κεντρική διαρροή του οξυγόνου με υψηλή πίεση παρασύρει την ασετυλίνη που βρίσκεται σε χαμηλή πίεση και επιταχύνει την παροχή της.

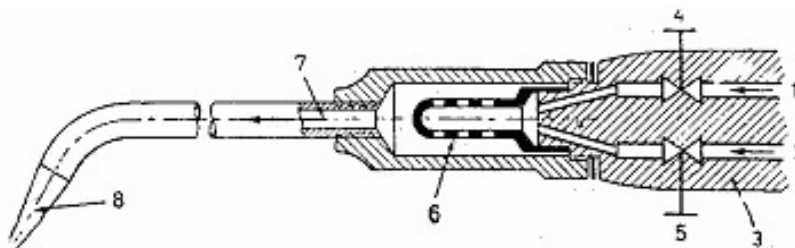


Σχ.3.22 Καυστήρας χαμηλής πίεσης.(1)Είσοδος οξυγόνου, (2)Είσοδος ασετυλίνης, (3)Χειρολαβή καυστήρα, (4)Βαλβίδα οξυγόνου, (5)Βαλβίδα παροχής ασετυλίνης, (6)κωνική διαμόρφωση, (7)Εγχυτήρας, (8)Θάλαμος αναμίξεως, (9)Αυλός, (10)Ακροφύσιο.

- ΚΑΥΣΤΗΡΑΣ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Ονομάζονται και ισόθλιπτοι γιατί λειτουργούν με ίση πίεση οξυγόνου και ασετυλίνης (0,2 έως 0,7 atm).

Τα αέρια με την ίδια πίεση περνούν από ένα προφύσιο που επιταχύνει τη ροή τους και την ένωσή τους στο θάλαμο αναμείξεως. Από το θάλαμο αναμείξεως κατευθύνονται προς την έξοδο του ακροφυσίου.

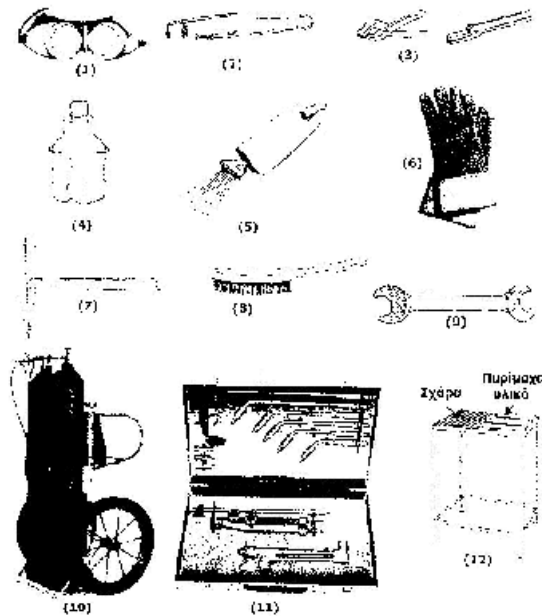


Σχ.3.23 Καυστήρας υψηλής πίεσεως.(1)Είσοδος οξυγόνου, (2)Είσοδος ασετυλίνης, (3)Χειρολαβή, (4)Βαλβίδα οξυγόνου, (5)Βαλβίδα ασετυλίνης, (6)Χώρος αναμίξεως, (7)Αυλός, (8)Ακροφύσιο.

Οι καυστήρες χαμηλής πίεσης χρησιμοποιούνται περισσότερο στις οξυγονοσυγκολλήσεις με καύσιμο αέριο την ασετυλίνη. Οι καυστήρες υψηλής πίεσης

χρησιμοποιούνται κυρίως όταν το καύσιμο αέριο είναι το υδρογόνο και σπανιότερα, όταν το καύσιμο αέριο είναι η ασετυλίνη.

3.3.4.ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΣΥΓΚΟΛΛΗΤΗ



Σχ.3.24 Εργαλεία και βοηθητικά εξαρτήματα του οξυγονοσυγκολλητή.

Τα εργαλεία αυτά, είναι:

1. Σκούρα προστατευτικά γυαλιά.
2. Αναπτήρας οξυγονοσυγκολλητή.
3. Λαβίδες συγκράτησης.
4. Δερμάτινη προστατευτική ποδιά.
5. Δέσμη συρμάτων.
6. Γάντια από δέρμα ή αμίαντο.
7. Ειδικό σφυρί (ματσακόνι).
8. Συρμάτινη βούρτσα.
9. Κλειδί γερμανικού τύπου.
10. Φορείο μεταφοράς φιαλών οξυγόνου – ασετυλίνης.
11. Θήκη εργαλείων οξυγονοσυγκολλητή.
12. Τραπέζι εργασίας οξυγονοσυγκολλητή.

3.3.5.ΕΚΛΟΓΗ ΑΚΡΟΦΥΣΙΟΥ ΚΑΙ ΚΟΛΛΗΣΗΣ

Ανάλογα με το πάχος του ελάσματος, διαλέγουμε και το μέγεθος του ακροφυσίου. Επίσης, ανάλογα με το πάχος του ελάσματος, επιλέγουμε τη διάμετρο της κόλλησης (βλέπε Πιν.3.19)

Μέγεθος ακροφυσίου και διάμετρος συγκόλλησης για διάφορα πάχη ελασμάτων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.19

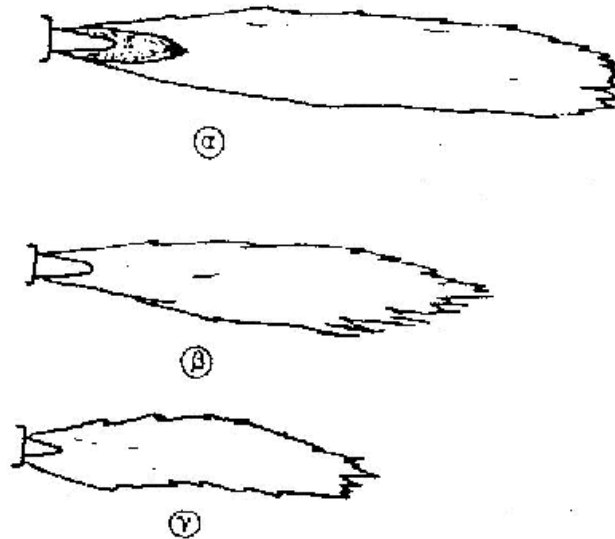
Πάχος ελάσματος (mm)	Μέγεθος ακροφυσίου Κατανάλωση ασετυλίνης (λίτρα/ώρα)	Διάμετρος κόλλησης (mm)
0.5	50	1.5
0.8	70	1.5
1	100	1.5
1.5	140	2
2	200	2
2.5	250	2
3	315	3
4	400	3
5	500	3
6	630	3
8	800	4
10	1000	5
12	1000	6
15	1500	6
18	2000	7

3.3.6.ΦΛΟΓΑ ΟΞΥΓΟΝΟΥ ΑΣΕΤΥΛΙΝΗΣ

Ανάλογα με το ποσοστό οξυγόνου ασετυλίνης στο καύσιμο μείγμα διακρίνουμε τρία είδη φλόγας στις οξυγονοσυγκολλήσεις:

- αναγωγική ή ανθρακωτική φλόγα

- ουδέτερη ή κανονική φλόγα
- οξειδωτική φλόγα

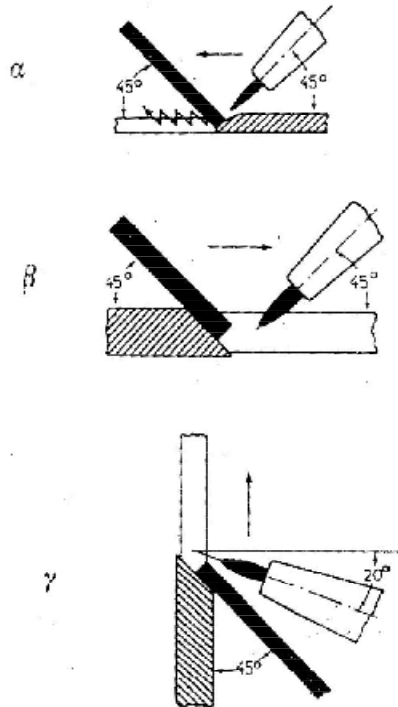


Σχ.3.25 Ρύθμιση φλόγας.

1. Αναγωγική φλόγα: Η φλόγα έχει περίσσεια ασετυλίνης. Η αναλογία όγκου οξυγόνου – ασετυλίνης είναι από 0,85:1 έως 0,95:1.
2. Ουδέτερη φλόγα: Δεν υπάρχει περίσσεια ούτε οξυγόνου, ούτε ασετυλίνης. Η αναλογία όγκου οξυγόνου – ασετυλίνης είναι 1:1.
3. Οξειδωτική φλόγα: Η φλόγα έχει περίσσεια οξυγόνου. Η αναλογία όγκου οξυγόνου – ασετυλίνης είναι από 1,1:1 έως 1,7:1.

Η οξυγονοσυγκόλληση των περισσοτέρων μετάλλων, όπως του μαλακού χάλυβα, του Χαλκού, του Νικελίου κτλ, γίνεται με ουδέτερη φλόγα, διότι η μέγιστη θερμοκρασία της φλόγας φτάνει στους 3.200°C.

3.3.7.ΜΕΘΟΔΟΙ ΟΞΥΓΟΝΟΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ



Σχ.3.2.6 Μέθοδοι οξυγονοσυγκολλήσεως.

Οι οξυγονοσυγκολλήσεις, ανάλογα με την κίνηση του καυστήρα, διακρίνονται σε: - οξυγονοσυγκολλήσεις προς τα αριστερά και σε -οξυγονοσυγκολλήσεις προς τα δεξιά.

Κατά τη μέθοδο προς τα αριστερά, ο καυστήρας κινείται από δεξιά προς τα αριστερά και το συγκολλητικό υλικό τοποθετείται πριν χρησιμοποιήσουμε τον καυστήρα. Κατά τη μέθοδο προς τα δεξιά ο καυστήρας χρησιμοποιείται πριν από την τοποθέτηση της κολλήσεως.

3.3.8. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

- 1.Ανάλογα με το πάχος των ελασμάτων που πρόκειται να συγκολληθούν επιλέγουμε το μέγεθος του ακροφυσίου και τη διάμετρο της συγκολλητικής ράβδου.
- 2.Αν χρειάζεται προετοιμάζουμε τα άκρα των μεταλλικών τεμαχίων.
- 3.Καθαρίζουμε τη θέση συγκόλλησης από λάδια κ.α.
- 4.Τοποθετούμε στο τραπέζι εργασίας τα ελάσματα έτοιμα προς οξυγονοσυγκόλληση.
- 5.Ελέγχουμε εάν οι δικλείδες οξυγόνου – ασετυλίνης στον καυστήρα είναι κλειστές.

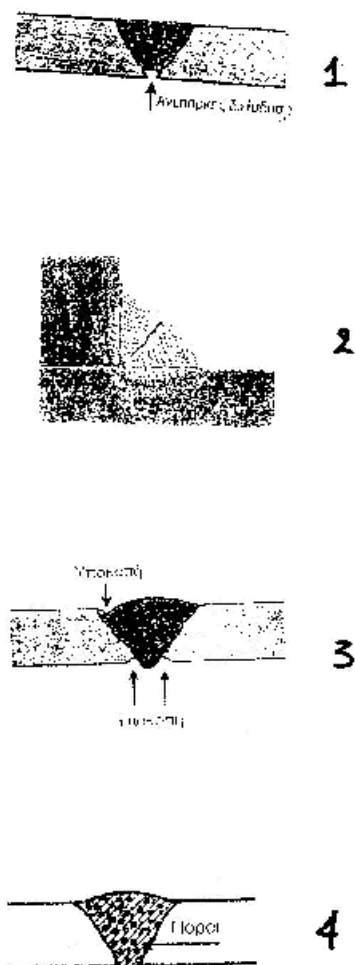
6. Ξεβιδώνουμε τους στροφείς ρύθμισης της πίεσης στους μανομετρικούς εκτονωτές οξυγόνου και ασετυλίνης προς τα αριστερά σε θέση όπου το ελατήριο του μειωτή να βρεθεί εκτός τάσης.
7. Ανοίγουμε το κλείστρο στη φιάλη οξυγόνου.
8. Ρυθμίζουμε την πίεση εργασίας του οξυγόνου (1 - 2,5 bar).
9. Ανοίγουμε το κλείστρο στη φιάλη ασετυλίνης.
10. Ρυθμίζουμε την πίεση εργασίας της ασετυλίνης (0,2 – 0,7 bar).
11. Ανοίγουμε τη δικλείδα ασετυλίνης στον καυστήρα κατά μισή περίπου στροφή.
12. Πλησιάζουμε από το πίσω μέρος του ακροφυσίου τον ειδικό αναπτήρα που βγάζει μόνο σπινθήρα και σπινθηρίζουμε. Η ασετυλίνη αρχίζει να καίγεται, βγάζοντας μαύρους καπνούς.
13. Ανοίγουμε τη δικλείδα ασετυλίνης σιγά-σιγά έως ότου σταματήσει να βγαίνει μαύρος καπνός.
14. Ανοίγουμε τη δικλείδα οξυγόνου έως ότου εξαφανιστεί το περίβλημα γύρω από το λευκό κώνο.
15. Επιλέγουμε τη μέθοδο οξυγονοσυγκόλλησης που θα χρησιμοποιήσουμε, κάνοντας πρώτα μερικές σημειακές κολλήσεις. Κατόπιν πραγματοποιούμε την οξυγονοσυγκολλητική ραφή. Τελειώνοντας την εργασία συγκόλλησης, προβαίνουμε στις παρακάτω ενέργειες:
16. Κλείνουμε τη δικλείδα της ασετυλίνης στον καυστήρα.
17. Κλείνουμε τη δικλείδα του οξυγόνου στον καυστήρα.
18. Ξανανοίγουμε τη δικλείδα οξυγόνου, ώστε αν κατά το σβήσιμο της φλόγας προηγήθηκε επιστροφή της φλόγας μέσα στο ακροφύσιο, το καθαρό οξυγόνο να παρασύρει τη φλόγα έξω από το ακροφύσιο και να τη σβήσει.
19. Κλείνουμε το κλείστρο της φιάλης ασετυλίνης.
20. Κλείνουμε το κλείστρο της φιάλης οξυγόνου.
21. Ανοίγουμε διαδοχικά τις δικλείδες ασετυλίνης και οξυγόνου στον καυστήρα, κι έτσι:
 - αδειάζουν οι μανοεκτονωτές από τα αέρια οξυγόνου – ασετυλίνης και μηδενίζονται τα μανόμετρα
 - αδειάζουν οι σωλήνες και ο καυστήρας από τα αέρια οξυγόνου – ασετυλίνης
22. Ξεβιδώνουμε τα στροφεία ρύθμισης της πίεσης στους μανομετρικούς εκτονωτές οξυγόνου και ασετυλίνης σε ελεύθερη θέση.
23. Κλείνουμε τη δικλείδα ασετυλίνης του καυστήρα.

24. Κλείνουμε τη δικλείδα οξυγόνου του καυστήρα.

3.3.9.ΕΛΑΤΤΩΜΑΤΑ ΟΞΥΓΟΝΟΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ

Τα κυριότερα ελαττώματα οξυγονοσυγκολλήσεων και τα αίτια που τα προκαλούν είναι:

1. Ανεπαρκής διείσδυση του συγκολλητικού υλικού στη ραφή συγκόλλησης.
 - Μη ικανοποιητικό διάκενο μεταξύ των κομματιών.
 - Χρήση μικρού μεγέθους ακροφυσίου.
 - Μεγάλη ταχύτητα πρόωσης του καυστήρα.
 - Χαμηλή πίεση αερίων.
2. Ρωγμές στη ραφή συγκόλλησης.
 - Απότομη ψύξη της κόλλησης.
 - Ακατάλληλο συγκολλητικό υλικό.
 - Λανθασμένος σχεδιασμός της ένωσης των κομματιών.
 - Εσωτερικές τάσεις μέσα στο βασικό μέταλλο.
3. Πόροι στη ραφή συγκόλλησης.
 - Ακαθαρσίες στις επιφάνειες συγκόλλησης.
 - Ακατάλληλο είδος φλόγας.
 - Απότομη ψύξη.
4. Υποκοπή του μετάλλου (καψίματα και κοιλότητες στη ραφή συγκόλλησης).
 - Λανθασμένη κλίση του ακροφυσίου και της ράβδου κόλλησης.
 - Επιλογή ακατάλληλου μεγέθους ακροφυσίου.
 - Λανθασμένη ένωση των κομματιών.



Σχ.3.27 Ελαττώματα οξυγονοσυγκολλήσεως.

3.3.10. ΚΟΣΤΟΣ ΟΞΥΓΟΝΟΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ

Το κόστος των οξυγονοσυγκολλήσεων εξαρτάται κυρίως από:

- Το κόστος της απαιτούμενης ποσότητας αερίων οξυγόνου και ασετυλίνης.
- Το κόστος της κόλλησης.
- Το κόστος της εργασίας του οξυγονοσυγκολλητή.

Ο (Πιν.3.20) μας δίνει στοιχεία για τις παραπάνω παραμέτρους που επηρεάζουν το κόστος των οξυγονοσυγκολλήσεων.

Παράμετροι κόστους οξυγονοσυγκολλήσεων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.20

Πάχος ελασμάτων (mm)	Κατανάλωση αερίου Ασετυλίνης και οξυγόνου (λίτρα / ώρα)	Ταχύτητα Οξυγονοσυγκόλλησης (μέτρα / ώρα)
0.2 ~ 0.5	50	8 ~10
0.5 ~ 1	100	7 ~ 9
1 ~ 2	200	5 ~ 7
2 ~ 3	315	4 ~ 6
3 ~ 5	500	3 ~ 5
5 ~ 8	800	2 ~ 4
8 ~ 11	1000	1.5 ~ 3
11 ~ 15	1500	1.5 ~ 2.5
15 ~ 20	2000	1 ~ 2

3.3.11.ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕΣΑ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Ι. ΓΕΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

1. Ελέγχουμε για πιθανή διαρροή αερίων τη συσκευή οξυγόνου – ασετυλίνης. Ο έλεγχος γίνεται με σαπουνόνερο.
2. Σε καμία κοχλιοσύνδεση της συσκευής δεν τοποθετούμε γράσο ή άλλα λιπαντικά.
3. Απομακρύνουμε από το χώρο εργασίας όλα τα εύφλεκτα υλικά.
4. Απαγορεύεται να πραγματοποιούνται εργασίες οξυγονοσυγκόλλησης ή οξυγονοκοπής σε δοχεία, βαρέλια, τα οποία περιείχαν εύφλεκτα υλικά, πριν καθαριστούν επιμελώς.
5. Επιβάλλεται η ύπαρξη του κατάλληλου πυροσβεστήρα.
6. Κατά τη συγκόλληση υλικών τα οποία είναι γαλβανισμένα ή χρωματισμένα, αναδύονται επικίνδυνα αέρια, γι' αυτό ο χώρος εργασίας πρέπει να αερίζεται επαρκώς.

II. ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΑΠΟ ΤΙΣ ΦΙΑΛΕΣ ΟΞΥΓΟΝΟΥ – ΑΣΕΤΥΛΙΝΗΣ

1. Για τη μεταφορά των φιαλών χρησιμοποιούμε ειδικό καροτσάκι (φορείο).
2. Δεν τοποθετούμε ποτέ τις φιάλες αερίων στον ήλιο ή κοντά σε θερμαντικά σώματα διότι αυξάνεται η πίεση τους και υπάρχει κίνδυνος έκρηξης.
3. Η βαλβίδα στο κλείστρο της φιάλης ασετυλίνης πρέπει να ανοίγεται μόνο κατά μισή στροφή.
4. Οι φιάλες πρέπει να τοποθετούνται όρθιες ή με μικρή κλίση.
5. Δεν πρέπει ποτέ να γίνεται η φορτοεκφόρτωση των φιαλών με γεραμούς που σηκώνουν τα φορτία με μαγνήτη.

III. ΑΤΟΜΙΚΑ ΜΕΣΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΟΞΥΓΟΝΟΣΥΓΚΟΛΛΗΤΗ

1. Σκούρα προστατευτικά γυαλιά.
2. Δερμάτινη ποδιά.
3. Φόρμα εργασίας.
4. Γάντια από δέρμα ή αμίαντο.
5. Παπούτσια δερμάτινα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΜΕ ΠΙΕΣΗ

4.1.ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΜΕ ΠΙΕΣΗ

Η συγκόλληση με πίεση είναι μια διαδικασία που επιτυγχάνεται με πίεση και θέρμανση. Στο σημείο που είναι η συγκόλληση, με την βοήθεια της θερμοκρασίας μεταβάλλουμε τις συνθήκες του υλικού και έτσι γίνεται πιο εύπλαστο. Αυξάνοντας την θερμοκρασία στο σημείο αυτό μειώνεται η πίεση που θα ασκήσουμε.

Η σύνδεση των μετάλλων με την διαδικασία της πίεσης εξαρτάται από τον τύπο του μετάλλου, την μορφή του κομματιού και το πάχος του. Γι αυτούς τους λόγους υπάρχουν οι παρακάτω μέθοδοι σύνδεσης:

1. Συγκόλληση με ηλεκτρική αντίσταση
2. Συγκόλληση με πυκνωτές
3. Συγκόλληση με τριβή
4. Συγκόλληση με έκρηξη
5. Συγκόλληση με υπέρηχους
6. Συγκόλληση με διάχυση
7. Συγκόλληση με επαγωγή
8. Συγκόλληση με συμπίεση εν ψυχρώ
9. Συγκόλληση με περιστρεφόμενο ηλεκτρικό τόξο
10. Συγκόλληση με φλόγα αερίων
11. Συγκόλληση θερμοχημική

Η μέθοδος με την μεγαλύτερη χρησιμότητα είναι με ηλεκτρική αντίσταση. Με αυτή την μέθοδο έχουμε την δυνατότητα να κάνουμε σύνδεση ίδιων ή διαφορετικών μετάλλων σε διάφορα πάχη.

Η μέθοδος συγκόλλησης με τριβή μας δίνει αυξημένες ιδιότητες αντοχής . Ενώ την μέθοδο της διάχυσης και των υπέρηχων τις χρησιμοποιούμε για πιο λεπτά εξαρτήματα .

Η μέθοδος συγκόλλησης με πυκνωτές χρησιμοποιείται όταν έχουμε σκληρές παραμέτρους συγκόλλησης και υπερφόρτωση δικτύου .

Η μέθοδος συγκόλλησης με έκρηξη χρησιμοποιείται για σύνδεση ανομοιογενών υλικών σε διάφορα πάχη και μας δίνει πολύ υψηλές ιδιότητες αντοχής .

Η επαγωγική μέθοδος συγκόλλησης χρησιμοποιείται στη διαδικασία θέρμανσης με ρεύματα υψηλής συχνότητας και ισχυρής συμπίεσης. Έχει όμως αυξημένο κόστος συσκευών και γι αυτό το λόγο δεν χρησιμοποιείται στη μαζική παραγωγή και για αντικείμενα μικρών διαστάσεων .

Η συγκόλληση με πίεση εν ψυχρώ εφαρμόζεται σε υλικά με υψηλές πλαστικές ιδιότητες. Με ισχυρή στατική μία δυναμική συμπίεση επιτυγχάνεται σύνδεση όμοιων και ανόμοιων υλικών.

Η μέθοδος περιστρεφόμενου τόξου χρησιμοποιείται στις σωληνώσεις. Οι λόγοι είναι :

- 1) Υψηλή απόδοση της διαδικασίας,
- 2) Υψηλή ποιότητα των συνδέσεων,
- 3) Δυνατότητα αυτοματοποίησης,
- 4) Χαμηλό ενεργειακό κόστος,
- 5) Έλλειψη πρόσθετων συγκολλητικών υλικών.

Η μέθοδος της θερμοσυγκόλλησης έχει εγκαταλειφθεί, παλιότερα όμως την χρησιμοποιούσαν στην συγκόλληση σιδηροτροχιών.

4.2.ΜΗΧΑΝΕΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΜΕ ΠΙΕΣΗ

Οι μηχανές συγκόλλησης με πίεση και θερμότητα προερχόμενη από ηλεκτρική αντίσταση αποτελούνται από 3 συστήματα: 1 μηχανικό, 2 ενεργειακό, 3 καθοδήγησης . Τα τρία αυτά μαζί σε συνεργασία μας δίνουν το πρόγραμμα συγκόλλησης.

Το μηχανικό σύστημα είναι υπεύθυνο για την συγκράτηση των κομματιών και την εφαρμογή της πίεσης. Είναι κατασκευασμένο από ένα σύστημα μοχλών και ελατηρίων στις μικρές μηχανές, ενώ οι μεγάλες μηχανές έχουν ένα πιο προηγμένο σύστημα συγκράτησης.

Το ενεργειακό σύστημα χρησιμοποιείται για την μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας έτσι ώστε να είναι δυνατή η προσαγωγή της στα προς συγκόλληση κομμάτια. Αυτή η διαδικασία γίνεται με την βοήθεια ενός μετασχηματιστή ο οποίος μετασχηματίζει το ρεύμα του δικτύου από ρεύμα πολύ χαμηλής τάσης σε ρεύμα πολύ υψηλής έντασης. Ο μετασχηματιστής βασίζει την λειτουργία του στην αρχή της επαγωγής. Το διερχόμενο από το πρωτεύοντα κύκλωμα εναλλασσόμενο ρεύμα δημιουργεί στο πηνίο μαγνητική ροή που στο δεύτερο κύκλωμα δια της επαγωγής δημιουργεί

ηλεκτρεγερτική δύναμη. Οι μετασχηματιστές που χρησιμοποιούμε τροφοδοτούνται από το δίκτυο με τάση 220V, 380V και 500V.

Το πρωτεύων πηνίο ενός μετασχηματιστή αποτελείται από πολλές σπείρες ενώ το δευτερεύων από μια, δυο σπείρες όπου στα άκρα του συνδέουμε ηλεκτρόδια με επαγωγικούς αγωγούς .

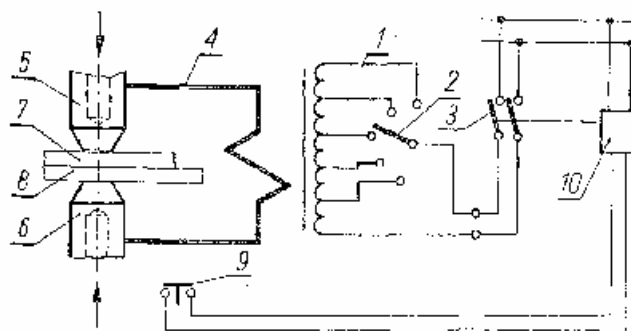
Στο πρωτεύων πηνίο είναι οι διακόπτες για το άνοιγμα και το κλείσιμο της παροχής ηλεκτρικού ρεύματος. Οι διακόπτες που χρησιμοποιούνται είναι από κατασκευαστικής μεριάς μηχανικοί, ηλεκτρομαγνητικοί και ηλεκτρονικοί (λυχνίας και θυρίστορ)

Οι μηχανικοί διακόπτες χρησιμοποιούνται μόνο στις μηχανικές συγκολλήσεις μικρής ισχύος.

Οι ηλεκτρονόμοι ζεύξης χρησιμοποιούνται για ρεύματα ως χιλιάδων αμπερ. Αυτές οι μηχανές χρησιμοποιούνται σε μηχανές μετωπικής και σημειακής συγκόλλησης, καθώς και σε μηχανές σημειακής συγκόλλησης με μικρό παλμό ρεύματος συγκόλλησης.

Οι διακόπτες λυχνίας και θυρίστορ έχουν μεγάλη συχνότητα ζεύξης και μικρό χρόνο σχηματισμού παλμού ρεύματος. Χρησιμοποιούνται σε σημειακές, μετωπικές και γραμμικές συγκολλήσεις.

Στο παρακάτω σχήμα (Σχ.4.1) βλέπουμε μια μηχανή σημειακής συγκόλλησης με ηλεκτρική ζεύξη.



Σχ.4.1 Ηλεκτρολογικό σχήμα μηχανής σημειακής συγκόλλησης

Πρωτεύων κύκλωμα

1. Διακόπτης
2. Ηλεκτρομαγνητικός διακόπτης

3. Ζεύξη με το δίο

Δευτερεύων κύκλωμα:

4. σύνδεση με τα ηλεκτρόδια
5. και 6. ηλεκτρόδια
7. και 8. συγκολλημένα εξαρτήματα
9. τίθεται σε λειτουργία ο διακόπτης 3 όπου ο χρόνος ζεύξης κρίνεται από το
10. σύστημα ελέγχου

Η ηλεκτρεγερτική δύναμη E_2 κυμαίνεται από 0,5-25 Volt για κάποιες μηχανές συγκόλλησης ενώ για μηχανές όπου οι μετασχηματιστές βρίσκονται μακριά από τα ηλεκτρόδια χρειάζεται μεγαλύτερη ηλεκτρεγερτική δύναμη. Για σταθερές μηχανές η τάση V του δευτερεύοντος κυκλώματος είναι 4-8 Volt ενώ για μεταφερόμενες μηχανές είναι 5-25 Volt. Επίσης η ισχύς των μηχανών συγκόλλησης δεν είναι σταθερό μέγεθος αλλά όσο μικρότερη είναι η περίοδος διέλευσης του ρεύματος και μεγαλύτεροι οι χρόνοι διαλειμμάτων ανάμεσα στις φάσεις συγκόλλησης τόσο ισχυρότερα μπορεί να φορτιστεί ένας μετασχηματιστής.

Η ονομαστική ισχύς της μηχανής συγκόλλησης που αντιστοιχεί στον ονομαστικό συντελεστή διάρκειας φόρτισης είναι :

$$P_n = \frac{t_z}{t_p - t_z} \cdot 100\%$$

t_z = ο χρόνος διέλευσης του ρεύματος σε s

t_p = ο χρόνος διαλείμματος σε s

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ : Μια μηχανή συγκόλλησης με χρόνο διέλευσης ρεύματος $t_z = 20s$ και χρόνο διαλείμματος $t_p = 100s$ θα έχει ονομαστικό συντελεστή διάρκειας φόρτισης :

$$P_n = \frac{20}{100 + 20} \cdot 100\% = 25\%$$

Η τιμή είναι αποδεκτή γιατί βρίσκεται ανάμεσα στα παρακάτω όρια:

Από 5 έως 20% για μηχανές συγκόλλησης κατά σημεία

Από 40 έως 50 % για μηχανές γραμμικής συγκόλλησης

Από 10 έως 30 % για μηχανές μετωπικής συγκόλλησης

Με το συμβολισμό N_n καλούμε την ονομαστική ισχύ της μηχανής συγκόλλησης. Για τον υπολογισμό της ισχύος της μηχανής συγκόλλησης N_x με άλλο συντελεστή διάρκειας φόρτισης P_x χρησιμοποιείται ο τύπος

$$N_x = N_n \sqrt{\frac{P_n}{P_x}}$$

Και αντίστροφα για τον υπολογισμό του συντελεστή διάρκειας φόρτισης P_x όπου αντιστοιχεί στη δεδομένη ισχύ N_x χρησιμοποιείται ο τύπος

$$P_x = N_n \left(\frac{N_n}{N_x} \right)^2$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Εάν μια μηχανή μετωπικής συγκόλλησης έχει ονομαστική ισχύ $N_n=50$ kVA είναι με ονομαστικό συντελεστή διάρκειας φόρτισης $P_n=25\%$ τότε με την υπερφόρτωση της μηχανής έως 60 kVA πρέπει να περιορισθεί ο συντελεστής διάρκειας φόρτισης ως την τιμή :

$$P_x = 25 \left(\frac{50}{60} \right)^2 = 17,25\%$$

Εάν η συγκόλληση διαρκεί $t_z=3,0s$ τότε χρόνο διαλείμματος t_p ισούται με

$$t_p = 3 \left(\frac{100 - 17,250}{17,250} \right) = 14,39s$$

Άρα ο συνολικός χρόνος του κύκλου της διαδικασίας συγκόλλησης είναι:

$$t_z + t_p = 3,0 + 14,39 = 17,39s$$

Ενώ ο αριθμός των φάσεων είναι:

$$n = \frac{3600}{17,39} = 207/h$$

4.3.ΣΥΓΚΟΛΛΗΤΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ

Δυνατότητες συγκόλλησης ανομοιογενών μετάλλων και κραμάτων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1

	Ανθρακοχάλυβας χαμηλού άνθρακα	Ανοξειδωτός χάλυβας	Οξείμαχος χάλυβας	Κοβαλτιούχος χάλυβας	Μικέλιο	Κράματα χρωμιο-νικελίου	Κράματα Μonel (70%Ni+30%Cu)	Νέο ασήμι	Ορείχαλκος	Μπρούντζος	Μαγνανούχος μπρούντζος	Φωσφορούχος μπρούντζος	Χαλκός	Αλουμίνιο	Μαγνήσιο	Μολυβδαίνιο	Μόλυβδος	Κασσίτερος	Κάδμιο	Ψευδάργυρος	Επιτασινκωμένος χάλυβας	Επικασσιτερωμένος χάλυβας	Επιχρωμιωμένος χάλυβας	Επιπικελιωμένος ορείχαλκος
Ανθρακοχάλυβας χαμηλού άνθρακα	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Ανοξειδωτός χάλυβας	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Οξείμαχος χάλυβας	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Κοβαλτιούχος χάλυβας	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Μικέλιο	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Κράματα χρωμιο-νικελίου	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Κράματα Μonel (70%Ni+30%Cu)	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Νέο ασήμι	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Ορείχαλκος	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Μπρούντζος	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Μαγνανούχος μπρούντζος	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Φωσφορούχος μπρούντζος	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Χαλκός	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Αλουμίνιο	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Μαγνήσιο	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Μολυβδαίνιο	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Μόλυβδος	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Κασσίτερος	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Κάδμιο	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Ψευδάργυρος	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Επιτασινκωμένος χάλυβας	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Επικασσιτερωμένος χάλυβας	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Επιχρωμιωμένος χάλυβας	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Επιπικελιωμένος ορείχαλκος	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕

- ⊕ Καλή συγκολλητικότητα ⊕ Καλή συγκολλητικότητα αλλά με ευθραυστοτητα
- ⊕ Δύσκολα-συγκολλούμενα ⊖ Μη συγκολλούμενα □ Δεν ερευνηθηκε η συγκολλητικότητα

Σήμερα κάτω από συγκεκριμένη τεχνολογία όλα σχεδόν τα μέταλλα μπορούν να συγκολληθούν .Κάποια από αυτά μετά την συγκόλληση μπορούν να έχουν υψηλή αντοχή και αυξημένη πλαστικότητα και αλλά πάλι όχι.

Με τον όρο συγκολλητότητα εννοούμε την ικανότητα των υλικών να δημιουργούν σταθερές σύνδεσης, χωρίς να αλλάζουν οι μηχανικές τους ιδιότητες. Καθώς επίσης με τον όρο αυτό εννοούμε και την σωστή μέθοδο συγκόλλησης. Καλύτερη

συγκολλητότητα έχουν τα υλικά που συγκολλούνται με διαφορετικούς τρόπους συγκόλλησης.

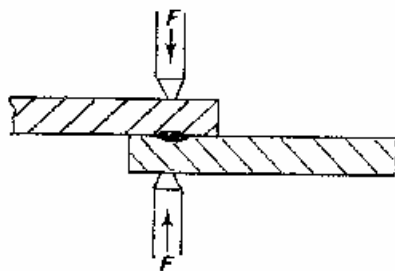
Κάποια από αυτά τα υλικά είναι οι ανθρακοχάλυβες με περιεκτικότητα άνθρακα κάτω από 0,2%, τα ελαφρά κράματα χάλυβα, τους ανοξείδωτους χάλυβες, τα κράματα αλουμινίου.

4.4.ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ

Η συγκόλληση με ηλεκτρική αντίσταση είναι η μέθοδος όπου επιτυγχάνεται σύνδεση των υλικών επωφελούμενοι την πίεση και την θερμότητα που εκλύεται λόγω της διέλευσης της ηλεκτρικού ρεύματος από την περιοχή της σύνδεσης.

Το ρεύμα που θα αφήσουμε να περάσει στιγμιαία από τα δύο κομμάτια από τις ακίδες που συγχρόνως πιέζουν τα κομμάτια με μια δύναμη F θα επιφέρει μια πλαστικοποίηση του υλικού ανάμεσα στα δύο κομμάτια και με την πίεση θα επέλθει η συγκόλληση.

Η συγκόλληση με ηλεκτρική αντίσταση έχει τη βάση της λειτουργίας της, στην διέγερση του ηλεκτρικού ρεύματος, και την δημιουργία ηλεκτρικού κυκλώματος στο σημείο συνδέσης του κομματιού, με αύξηση της ηλεκτρικής αντίστασης.



Σχ.4.2

Η ακριβής λειτουργία είναι η εξής: τα προς συγκόλληση κομμάτια συνδέονται με τα άκρα του δευτερογενούς πηνίου του μετασχηματιστή και με αυτό τον τρόπο δημιουργείται ένα κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα . Με αποτέλεσμα τα σημεία επαφής να αυξάνουν αρκετά τη θερμοκρασία τους λόγω της αντίστασης που προβάλλουν τα προς σύνδεση κομμάτια .

Σήμερα υπάρχουν τέσσερις διαφορετικοί τρόποι σύνδεσης με ηλεκτρική αντίσταση:

1. Μετωπική: I) Βραχυκύκλωση,
II) Σπινθηρισμού
2. Σημειακή: I) Μονόπλευρη: α)Μονοσημειακή β)Δισημειακή
II) Δίπλευρη: α) Μονοσημειακή, β) Δισημειακή,
γ) Πολυσημειακή
3. Με Προεξοχές
4. Γραμμική: I) Μετωπική ,
II) Με Επικάλυψη: α) Μονόπλευρη, β) Δίπλευρη

Οι παραπάνω τέσσερις κατηγορίες οφείλονται στις διάφορες συνδέσεις των κομματιών καθώς και σε άλλους παράγοντες διαφοροποίησης. Όπως:

1. Η χρησιμοποίηση του εναλλασσόμενου ρεύματος ή την αποθηκευμένη στον πυκνωτή ηλεκτρική ενέργεια από επαγωγή.
2. Η μορφή της συγκόλλησης
3. Η τεχνολογία συγκόλλησης

4.4.1.ΜΕΤΩΠΙΚΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ

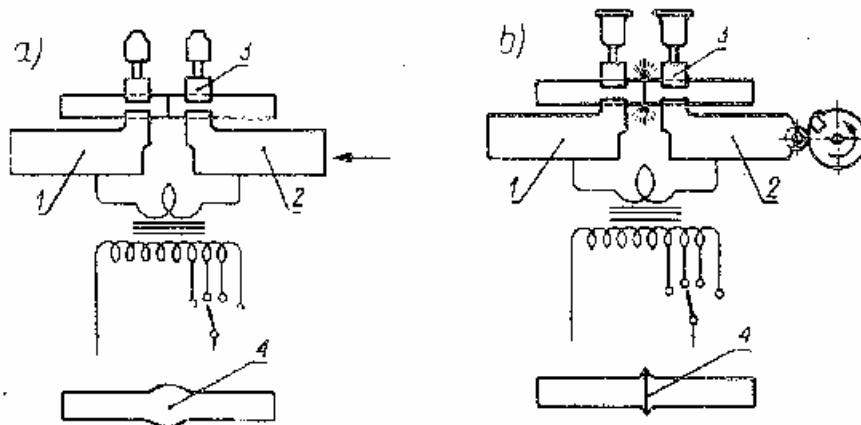
Ονομάζεται μετωπική συγκόλληση γιατί τα προς συγκόλληση κομμάτια συνδέονται σε όλη την επιφάνεια επαφής μετωπικά. Ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του μετάλλου και τις απαιτήσεις της σύνδεσης έχουμε τις μεθόδους βραχυκύκλωσης και σπινθηρισμού .

I) ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΣΗΣ

Τα προς συγκόλληση κομμάτια (Σχ.4.3.α) σε αυτό τον τρόπο συγκόλλησης συγκρατούνται στις σιαγόνες της μηχανής συγκολλήσεως και πιέζονται μετωπικά, προκαλώντας αύξηση της θερμοκρασίας του μετάλλου, με σκοπό να το φέρει στην λεγόμενη εύπλαστη κατάσταση, όπου εκεί σε συνδυασμό με την πίεση που ασκεί η μηχανή συγκόλλησης, θα προκληθεί μια χαρακτηριστική εξόγκωση στο σημείο σύνδεσης. Λίγο πριν την τελική φάση υπάρχει ένα σύστημα, όπου διακόπτει την παροχή ρεύματος ώστε να μην έχουμε περαιτέρω αύξηση της θερμοκρασίας.

Για να έχουμε πολύ καλή ποιότητα συγκόλλησης με αυτή την μέθοδο θα πρέπει να έχουμε κάνει πριν τη συγκόλληση μια πολύ καλή κατεργασία στην επιφάνεια εργασίας. Αν τυχόν έχουν μείνει ακαθαρσίες στο σημείο της συγκόλλησης προκαλούν ατελή καύση. Επίσης θα πρέπει να μας είναι γνωστό ποια είναι η σωστή

θερμοκρασία για να έχουμε ένα σωστό αποτέλεσμα. Γιατί μια ανομοιόμορφη θερμοκρασία έχει ως αποτέλεσμα οξείδωση του μέταλλου και πιο συγκεκριμένα στις μετωπικές επιφάνειες.



Σχ.4.3 Μετωπική συγκόλληση: α) συγκόλληση βραχυκύκλωσης, 1 συγκόλληση σπινθηρισμού 1 σταθερό ηλεκτρόδιο, 2 κινούμενο ηλεκτρόδιο, 3 σιαγόνες χάλκινες που συμπιέζουν το συγκολλούμενο αντικείμενο, 4 κόλληση.

Με την μέθοδο αυτή αποφεύγουμε να συγκολλούμε εξαρτήματα με μεγάλη διάμετρο, διατομή, γιατί παρουσιάζουν μειωμένη αντοχή στην συγκόλληση με την μέθοδο της βραχυκύκλωσης. Έτσι αυτή η μέθοδος ενδείκνυται μόνο για εξαρτήματα συμπαγή με μικρό πάχος έως 30mm.

Παράμετροι συγκόλλησης με τη μέθοδο βραχυκύκλωσης

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2

Συγκολλούμενο υλικό	Περιοχή διαμέτρων, mm	Μοναδιαία ισχύς, kVA/mm ²	Πυκνότητα ρεύματος συγκόλλησης, A/mm ²	Χρόνος διέγερσης ηλεκτρού ρεύματος, s	Μοναδιαία πίεση, kg/mm ²	Μήκος συγκροτήσεως, mm	Πλεόνασμα ανοχής για εξόγκωση, mm
Ανθρακοχάλυβας χαμηλού άνθρακα	0,5-35	0,12-1,5	20-900	0,1-15	0,5-5	(0,5-1,5)d	(0,15-0,7)d
Χαλκός	0,5-25	0,5-7,4	80-3300	0,1-15	0,5-6	(1,5-3)d	(0,15-0,7)d
Ορείχαλκος	2-25	0,23-2,2	60-650	0,1-60	0,5-3	(1-2)d	(0,15-0,7)d
Αλουμίνιο	1,5-25	0,13-1,6	30-220	0,1-60	0,5-3	(1-2)d	(0,3-1)d

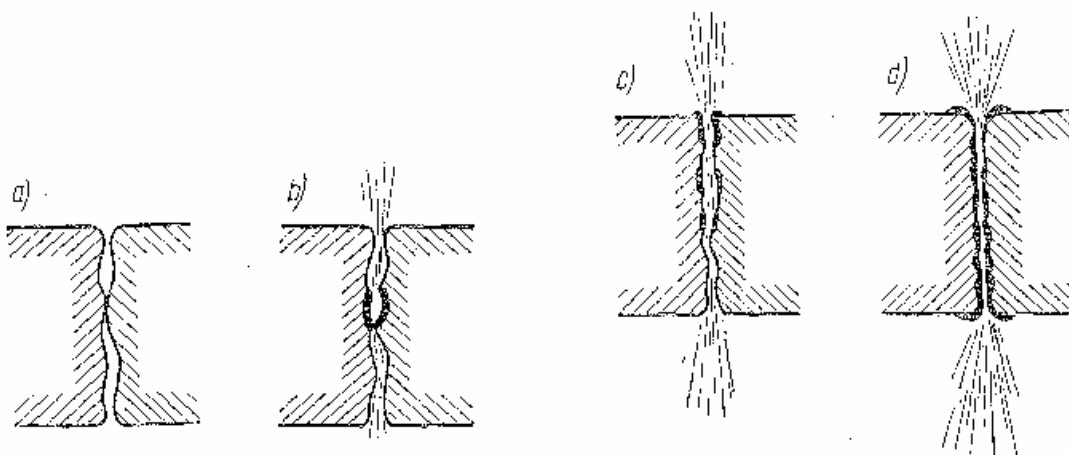
Βασικοί παράμετροι: μήκος συγκράτησης, μοναδιαία ισχύς, χρόνος διέλευσης του ηλεκτρικού ρεύματος, μοναδιαία πίεση και πλεόνασμα ανοχής για εξόγκωση. Οι παράμετροι επιλέγονται από τον πίνακα (Πιν.4.2)

II) ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΣΠΙΝΘΗΡΙΣΜΟΥ

Η συγκόλληση σπινθηρισμού επιτυγχάνεται σε δυο στάδια. Το πρώτο στάδιο είναι ο σπινθηρισμός και το δεύτερο στάδιο η εξόγκωση.

Τα κομμάτια συγκρατούνται από τις σιαγόνες (ηλεκτρόδια) της μηχανής συγκόλλησης σε μικρή απόσταση μεταξύ τους. Το ηλεκτρικό ρεύμα περνά από τα προς συγκόλληση σημεία και καθώς τα κομμάτια πλησιάζουν το ένα το άλλο, ακουμπώντας το ένα το άλλο μόνο στα τραχεία σημεία, όπου εκεί παρατηρείται γέφυρα του ρευστού μετάλλου λόγω της μεγάλης πυκνότητας του ηλεκτρικού ρεύματος. Σε αυτό το σημείο παρατηρείται μεγάλη αύξηση της θερμοκρασίας έως το σημείο βρασμού του μετάλλου. Η πίεση των ατμών του μετάλλου και η επίδραση του μαγνητικού πεδίου παρασύρουν τα καμένα και τα λιωμένα κομμάτια με την μορφή σπινθηρισμού. Οι ατμοί αποτρέπουν τον ατμοσφαιρικό αέρα να εισχωρήσει στο σημείο συγκόλλησης.

Παρακάτω φαίνεται η διαδικασία συγκόλλησης (Σχ.4.4)



Σχ.4.4 Πορεία σπινθηρισμού κατά τη μετωπική συγκόλληση: α, b, c,) διαδοχικές φάσεις δημιουργίας γεφυρών, d) τηκόμενες επιφάνειες συγκόλλησης.

Επίσης υπάρχει η μετωπική συγκόλληση σπινθηρισμού με προθέρμανση όπου διαφέρει από τη μετωπική συγκόλληση σπινθηρισμού. Πριν την έναρξη της

διαδικασίας προθερμαίνουμε τα κομμάτια με επαφή μεταξύ τους, με την διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος. Σε αυτό το διάστημα συμβαίνει η διακοπτόμενη διαδικασία σπινθηρισμού.

Τα πλεονεκτήματα της διαδικασίας σπινθηρισμού σε σύγκριση με την διαδικασία της συγκόλλησης βραχυκύκλωσης είναι τα παρακάτω: 1) Τα συγκολλούμενα κομμάτια έχουν φθηνότερη προετοιμασία, γιατί δεν απαιτούν κατεργασία ακριβείας επειδή το ίσιωμα της επιφάνειας συμβαίνει αυτενεργά, ενώ το τηκόμενο μέταλλο παίζει το ρόλο συλλιπάσματος καθαρίζοντας τα οξειδία από τη διατομή. 2) Λιγότερη κατανάλωση ρεύματος και μεγαλύτερη ταχύτητα συγκόλλησης. 3) Καλύτερη αντοχή στη σύνδεση.

Συγκόλληση σπινθηρισμού ανθρακοχαλύβων χαμηλού άνθρακα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3

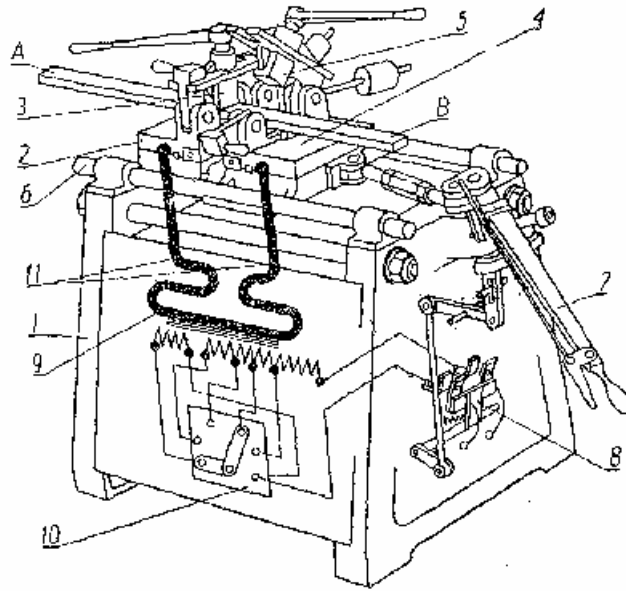
Δια- τομή, mm ²	Ισχύς συγκόλ- λησης, kVA	Χρό- νος, s	Δια- τομή, mm ²	Ισχύς συγκόλ- λησης, kVA	Χρό- νος, s	Δια- τομή, mm ²	Ισχύς συγκόλ- λησης, kVA	Χρό- νος, s
30	2	3,0	250	9	9	800	19	25
50	3	4,5	300	10	10	1000	25	30
70	4	6,0	350	11	12	1250	30	35
100	5	6,5	400	12	15	1350	40	37
125	6	7,0	450	12	17	1500	45	40
150	7	7,5	500	12	18	1800	50	45
200	8	8,0	550	16	20	2000	60	45

Παραπάνω δίνεται ένας πίνακας (Πιν.4.3) με τις κατά μέσο όρο συνθήκες συγκόλλησης σπινθηρισμού κοινών χαλύβων.

III) ΜΗΧΑΝΕΣ ΜΕΤΩΠΙΚΗΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ

Οι μηχανές μετωπικής συγκόλλησης αναφέρονται σε κομμάτια μεγάλης επιφάνειας που συγκρατούνται ισχυρά από τις σιαγόνες. Το ρεύμα περνά από τα κομμάτια και έτσι δημιουργείται η συγκόλληση η οποία έχει στην επιφάνεια ένα μικρό εξόγκωμα.

Παρακάτω (Σχ.4.5) βλέπουμε μια μηχανή μετωπικής συγκόλλησης με τα μέρη της

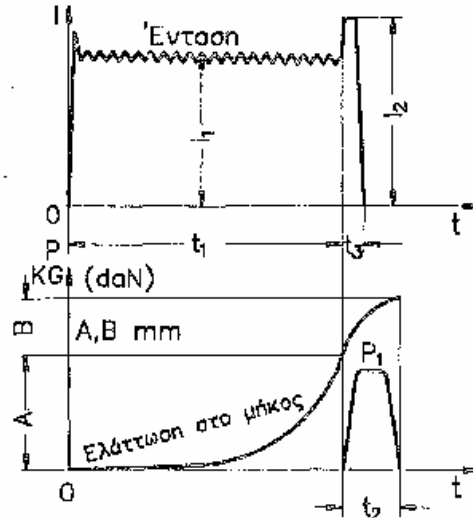


Σχ.4.5 Ηλεκτρο-κινηματικό σχήμα μηχανής μετωπικής συγκόλλησης με σπινθηρισμό

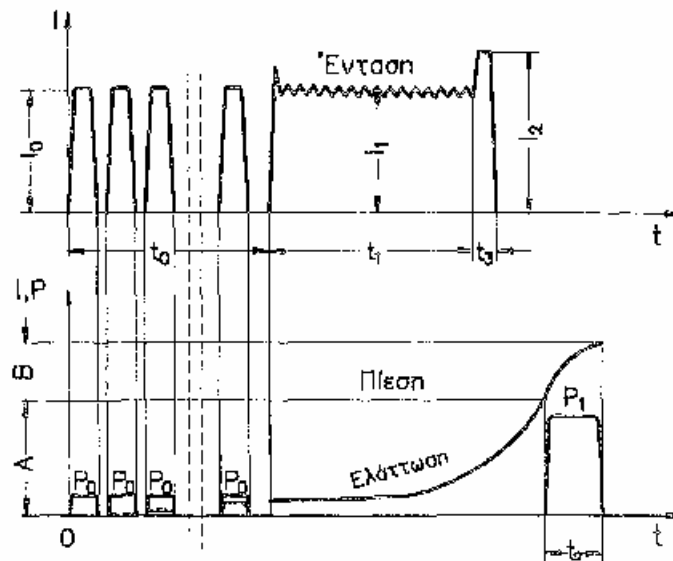
A και B είναι τα συγκολλούμενα αντικείμενα που συγκρατούνται από τις 2 και 4 πλάκες συγκράτησης και συμπιέζονται χειροκίνητα από τα 3 και 5 πιεστήρια. Η πλάκα 4 ολισθαίνει πάνω στον ολισθητήρα 6 που βρίσκονται πάνω στη βάση 1 της μηχανής. Η ολίσθηση της πλάκας 4 γίνεται με το μοχλό 7 που συνδέεται αρθρωτά με το διακόπτη 8 του μετασχηματιστή 9 όπου τροφοδοτεί με ηλεκτρικό ρεύμα τη μηχανή συγκόλλησης. Ο διακόπτης 11 ρυθμίζει την τάση που δίνεται από τη μηχανή συγκόλλησης από το δευτερεύων πηνίο του πυκνωτή.

Επίσης πρέπει να λάβουμε σοβαρά υπόψη κάποιες παραμέτρους μετωπικής συγκόλλησης όπως φαίνονται στα παρακάτω σχήματα (Σχ.4.6 και Σχ.4.7)

Κατά την πάροδο συγκόλλησης με σπινθηρισμό (t_1) όπου η ένταση είναι (I_1) ακολουθεί η περίοδος πίεσης (t_2) όπου η τιμή της έντασης αυξάνει σε (I_2) η διέλευση του ρεύματος διαρκεί λιγότερο από την πίεση $t_3 < t_2$, επειδή η στερεοποίηση του μετάλλου πρέπει να γίνεται με πίεση. Στο τέλος της συγκόλλησης τα συγκολλούμενα αντικείμενα είναι μικρότερα κατά μήκος A από το αρχικό τους και αυτό γιατί κατά τον σπινθηρισμό παρασύρονται και κομμάτια από το υλικό των κομματιών.



Σχ.4.6 Πρόγραμμα συγκόλλησης σπινθηρισμού χωρίς προθέρμανση



Σχ.4.7 Πρόγραμμα συγκόλλησης σπινθηρισμού με προθέρμανση: I-ένταση ρεύματος, P-πίεση, T-χρόνος, A-ελάττωση στο μήκος λόγω σπινθηρισμού, B-συνέπεια της πίεσης.

Η ταχύτητα μετατόπισης κατά την διαδικασία της συγκόλλησης με σπινθηρισμό είναι 0,5-2mm/s στην έναρξη της διαδικασίας και 105-4mm/s στο τέλος της διαδικασίας. Η πίεση P_1 είναι ανάλογη 6-10kg ανά 1mm της διατομής με ελάχιστο 3kg.

Σε περίπτωση που έχουμε μεγάλα κομμάτια, μεγάλων διατομών και μεγάλων επιφανειών τότε ακολουθείται η μέθοδος προθέρμανσης των κομματιών με ελαφρά χτυπήματα που ακολουθούνται με σπινθηρισμό.

Ο χρόνος προθέρμανσης και βραχυκύκλωσης επιλέγονται έτσι ώστε όταν αρχίσει η διαδικασία συγκόλλησης να έχουμε τις λιγότερες απώλειες υλικού. Η ένταση του ρεύματος I_1 και ο χρόνος t_1 επιλέγονται έτσι ώστε οι απώλειες στα μήκη A και B να έχουν τιμές σύμφωνα με τον πίνακα (Πιν.4.4).

Πλεόνασμα ανοχής στα μήκη κατά τη συγκόλληση σπινθηρισμού μαλακών χαλύβων με άνθρακα μέχρι 0,4%.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4

d (mm)	Διατομή(mm)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	S_{min} (mm)
5	19.6	2.5	1	9	10
10	78.6	5.0	2	17	10
15	177.0	7.5	3	26	12
20	314.0	10.0	4	34	15
30	707.0	15.0	5	50	20
40	1256.0	20.0	6	66	25
50	1964.0	25.0	7	82	30

όπου C η απόσταση των σιαγόνων ,

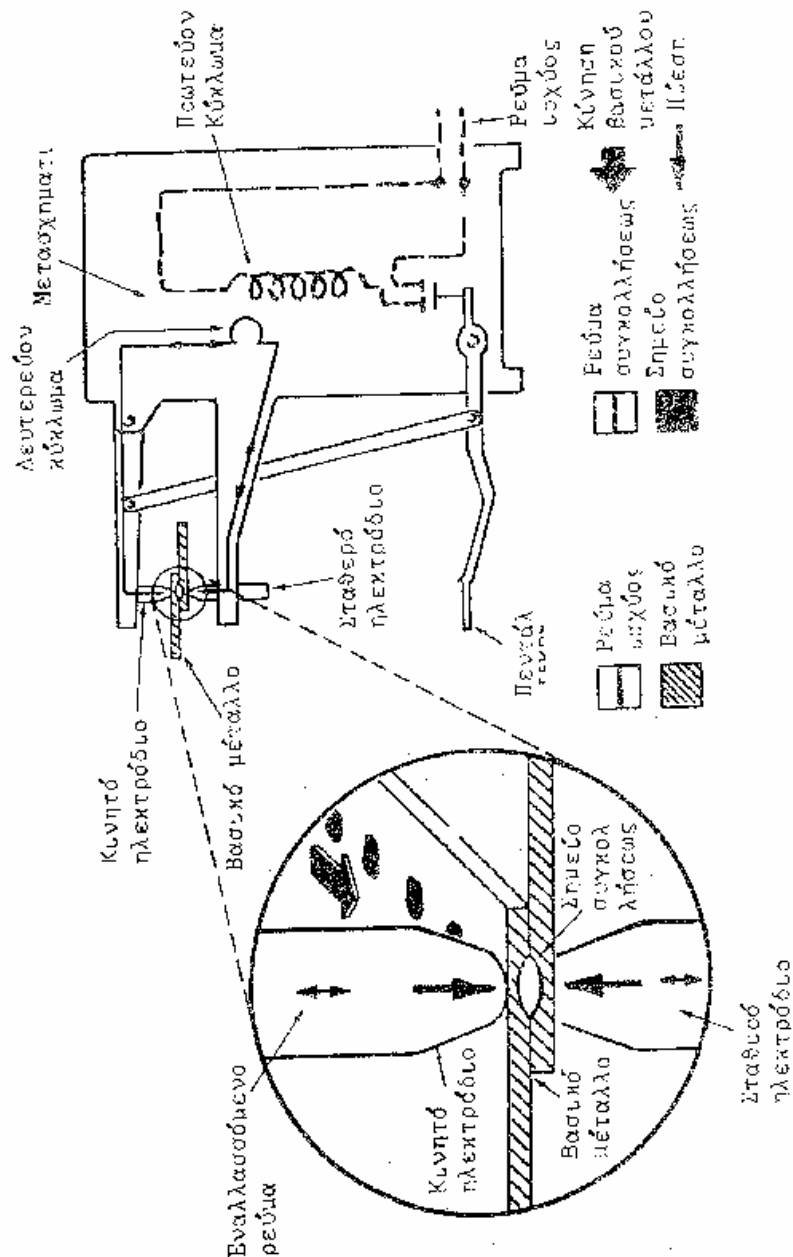
S_{min} το ελάχιστο μήκος σιαγόνων , ανάλογα με την διάμετρο των συγκολλούμενων κομματιών .

4.4.2.ΣΗΜΕΙΑΚΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ

1) ΑΡΧΕΣ ΣΗΜΕΙΑΚΗΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ

Η σημειακή συγκόλληση έχει τρία στάδια συγκόλλησης :

1. Συμπίεση μεταξύ των συνδεόμενων κομματιών σε ίση επιφάνεια όση είναι και η επιφάνεια των ηλεκτροδίων.
2. Θέρμανση των κομματιών έως το σημείο συγκόλλησης.
3. Ψύξη της συγκόλλησης σε συνθήκες συμπίεσης



Σχ.4.8 Διάγραμμα λειτουργίας της μεθόδου ηλεκτροσυγκολλήσεως αντιστάσεως κατά σημεία.

Η σημειακή συγκόλληση χωρίζεται σε:

1. Μονόπλευρη ή δίπλευρη ανάλογα με τον τρόπο που είναι συνδεδεμένα τα ηλεκτρόδια στα συγκολλούμενα εξαρτήματα.
2. Μονοπαλμική ή πολυπαλμική ανάλογα με το χαρακτήρα διέλευσης του ηλεκτρικού ρεύματος.
3. Μονοσημιακή, δισημιακή, πολυσημιακή ανάλογα με τις συγκολλήσεις που γίνονται σε ένα κύκλο

Στο παραπάνω σχήμα (Σχ.4.8) δίνεται η μέθοδος συγκόλλησης με ηλεκτρική αντίσταση κατά σημεία.

II) ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ

Οι παράμετροι σημειακής συγκόλλησης είναι:

- Ένταση I (A)
- Πυκνότητα του ρεύματος (A/mm^2)
- Χρόνος συγκόλλησης t^2 (s)
- Δύναμη πίεσης P (N)
- Μορφή και διάμετρος της κεφαλής των ηλεκτροδίων d_e (mm)

• ΕΝΤΑΣΗ ΚΑΙ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Η ένταση του ρεύματος πρέπει να αυξηθεί, με το μέτρο αύξησης του πάχους των συγκολλούμενων ελασμάτων. Για τα εξαρτήματα ανθρακοχάλυβα με χαμηλό άνθρακα πάχους 1-3mm η επιλογή της έντασης γίνεται από τον τύπο $I = 6500 \cdot g(A)$, (g =πάχος του λεπτότερου ελάσματος σε mm)

Η πυκνότητα του ρεύματος j κυμαίνεται $160-400 A/mm^2$ για μεγάλες εντάσεις ρεύματος ενώ $80-160 A/mm^2$ για μικρές εντάσεις. Με την αύξηση του πάχους των ελασμάτων η πυκνότητα του ρεύματος ελαττώνεται. Επίσης εάν το μέταλλο έχει αυξημένη ηλεκτρική αγωγιμότητα τότε η πυκνότητα αυξάνεται.

Στο κύκλωμα συγκόλλησης (Σχ.4.9) εισέρχονται οι περιελίξεις του δευτερεύοντος κυκλώματος του μετασχηματιστή της μηχανής 1 συνδεδεμένος με τις χάλκινες τροχιές 2 και τους βραχίονες 3 και 4 της μηχανής. Στους βραχίονες της μηχανής είναι τοποθετημένα τα ρυθμιζόμενα στελέχη των ηλεκτροδίων 5 και 6 και τα ηλεκτρόδια 7. Στη συνέχεια είναι συγκολλούμενα τα εξαρτήματα .

Το κύκλωμα συγκόλλησης αποτελείται από την αθροιστική αντίσταση η οποία χαρακτηρίζεται ως αθροιστική αντίσταση όλων των εισερχομένων σε αυτή επαφών και εξαρτημάτων. Επίσης υπάρχει η ονομαστική αντίσταση, η επαγωγική αντίσταση η οποία εξαρτάται από την μάζα του μετάλλου και από το μέγεθος του κυκλώματος .

Οι διάφορες μεταβολές που γίνονται στην επαγωγική αντίσταση οφείλονται στα μήκη των βραχιόνων της μηχανής. Για κάθε αύξηση που γίνεται στο μήκος των βραχιόνων τότε το ρεύμα συγκόλλησης ελαττώνεται σε σχέση με τις ονομαστικές τιμές.

$$I_{zx} = \frac{I_{zn}}{\sqrt[3]{\frac{S_x}{S_n}}}$$

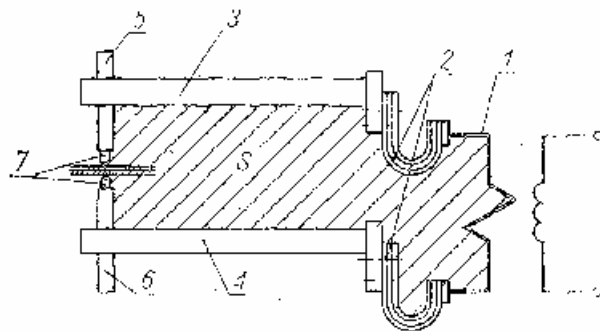
Όπου: I_{zx} = Ρεύμα συγκόλλησης με αυξημένη την επιφάνεια του δευτερεύοντος κυκλώματος .

I_{zn} = Ρεύμα συγκόλλησης με την ονομαστική επιφάνεια του δευτερεύοντος κυκλώματος.

S_x = επιφάνεια του αυξημένου του δευτερεύοντος κυκλώματος.

S_n = Ονομαστική επιφάνεια του δευτερεύοντος κυκλώματος.

Η εισχώρηση των συγκολλημένων εξαρτημάτων ανάμεσα στους βραχίονες έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της επαγωγικής αντίστασης. Ανάλογα με τις διαστάσεις των συγκολλημένων ελασμάτων η αύξηση είναι μεγάλη. Η αύξηση της επαγωγικής αντίστασης έχει ως αποτέλεσμα την πτώση της έντασης του ρεύματος συγκόλλησης και αυτό έχει στη συνέχεια σαν αποτέλεσμα τη μείωση της αντοχής των κολλήσεων.



Σχ.4.9 Δευτερεύων κύκλωμα του ρεύματος συγκόλλησης : 1- περιέλιξη δευτερεύοντος κυκλώματος , 2- πλάκες σύνδεσης ,3,4- βραχίονες της μηχανής συγκόλλησης , 5,6- ρυθμιζόμενα στελέχη των ηλεκτροδίων ,7- ηλεκτρόδια

- ΧΡΟΝΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Ο χρόνος θέρμανσης αυξάνεται, όπως και η ένταση του ρεύματος, με την αύξηση του πάχους, των συνδεόμενων εξαρτημάτων. Για το χρόνο κομματιών ανθρακοχάλυβα χαμηλού άνθρακα έχουμε τον τύπο $t_z = (0.2 \div 0.4)g$. Ενώ για τους ανοξειδωτες χάλυβες $t_z = (0.1 \div 0.15)g$. Και για το αλουμίνιο $t_z = (0.15 \div 0.2)g$

- ΔΥΝΑΜΗ ΠΙΕΣΗΣ

Η δύναμη πίεσης αυξάνεται με την αύξηση του πάχους και την πυροαντοχή του μετάλλου των προς σύνδεση κομματιών. Η δύναμη πίεσης μπορεί να υπολογιστεί από τη μοναδιαία πίεση επαφής του ηλεκτροδίου με το συγκολλούμενο εξάρτημα. Για τους ανθρακοχάλυβες χαμηλού άνθρακα η μοναδιαία πίεση είναι: 49÷118 MPa, για τους ωστενιτικούς ανοξειδωτους χάλυβες και χάλυβες τιτανίου είναι: 88÷177 MPa. Για κράματα αλουμινίου δίνεται από τον τύπο:

$$P = A \cdot g^2 \cdot R_{0,2}(N)$$

A =συντελεστής 5÷9

και $R_{0.2}$ =ονομαστικό όριο πλαστικότητας 200÷300 MPa

g =πάχος εξαρτήματος σε mm

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ:Για πάχος εξαρτήματος $g=2\text{mm}$ και ονομαστικό όριο πλαστικότητας 250 MPa , η δύναμη πίεσης θα είναι (με $A=5$)

$$P = 5 \cdot 2^2 \cdot 250 = 5000\text{N}$$

- ΜΟΡΦΗ ΚΑΙ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΠΑΦΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΩΝ

Η επιφάνεια εργασίας των ηλεκτροδίων είναι επίπεδη ή σφαιρικής μορφής ανάλογα με το υλικό διαμόρφωσης και την κατασκευή της συγκόλλησης. Η διάμετρος υπολογίζεται $d_e = 5\sqrt{g} \text{ (mm)}$ Η ακτίνα στρογγύλευσης ηλεκτροδίων δίνεται από τον τύπο $r=25 \cdot g \text{ mm}$.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ : Η διάμετρος επαφής των ηλεκτροδίων d_e για $g = 4\text{mm}$ είναι:

$$d_e = 5\sqrt{4} = 10\text{mm}$$

- ΧΡΟΝΟΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ t_1 ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΣ “ΣΦΥΡΗΛΑΣΙΑΣ” t_2

Τυπικοί κύκλοι σημειακής συγκόλλησης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5

Αριθ. οχήματος	Χαρακτηριστικά της συγκόλλησης	Σχήματα κύκλων συγκόλλησης	Είδος συγκολλούμενων μετάλλων
α	Συγκόλληση μονοπαλμική, με σταθερή πίεση		Μαλακός χάλυβας πάχους μέχρι 5 mm
β	Συγκόλληση πολυπαλμική, με σταθερή πίεση		Χάλυβας θερμής έλασης με σημαντικό πάχος (πάνω από 5 mm)
γ	Συγκόλληση με σταθερή πίεση και αργότερη θερμική εργασία		Χάλυβας που βάρφεται
δ	Συγκόλληση με πίεση «σφυρηλασίας»		Χάλυβας με πάχος άνω των 6 mm
ε	Συγκόλληση παλμική, με μεταβαλλόμενη ένταση και με εφαρμοσμένη πίεση “σφυρηλασίας”		Κράματα αλουμινίου με πάχος άνω του 1,5 mm

Ο αρχικός χρόνος πίεσης (t_1) πρέπει να είναι μεγάλος ώστε ο μηχανισμός πίεσης να μπορεί να πλησιάσει τα ηλεκτρόδια ώστε να έχουμε μεγάλη πίεση και περίμετρο αύξησης διέλευσης ρεύματος. Επειδή η παράμετρος αυτή δεν έχει επίδραση στη θερμική διαδικασία, πρέπει να ελαττώνεται στο ελάχιστο.

Η διαδοχική θέρμανση και πίεση για μερικούς τυπικούς κύκλους σημειακής συγκόλλησης δίνονται στον πίνακα (Πιν.4.5)

Η πολυπαλμική συγκόλληση (Πιν.4.5.b) είναι σχετικά χαμηλής απόδοσης και χρησιμοποιείται για την σύνδεση εξαρτημάτων μεγάλου μεγέθους και πάχους. Και χαρακτηρίζεται από τρεις παραμέτρους:

1. Αριθμός παλμών
2. Χρόνος διάρκειας παλμών t_1
3. Χρόνος διάρκειας διαλειμμάτων t_p

Οι παράμετροι της δίνονται στο σχήμα (Πιν.4.7)

Στον πίνακα (Πιν.4.5.c) δίνεται η συγκόλληση χαλύβων που βάφονται. Ο επαναληπτικός παλμός θέρμανσης με ρεύμα χαμηλής τιμής εφαρμόζεται για την επαναφορά ή την εξομάλυνση του βαμμένου μετάλλου εξαιτίας της ψύξης του μετά τη συγκόλληση.

Για τη συγκόλληση χαλύβδινων εξαρτημάτων με πάχος μεγαλύτερο $g \geq 6$ mm, πρέπει προς το τέλος της διαδικασίας συγκόλλησης να αυξηθεί η πίεση των ηλεκτροδίων όπως φαίνεται και στον πίνακα (Πιν.4.5.d)

Τέλος το σχήμα του πίνακα (Πιν.4.5.f) είναι το πιο πολύπλοκο με μεταβαλλόμενη την ισχύ του παλμού και την δύναμη σφυρηλασίας που χρησιμοποιείται για τη συγκόλληση ελαφρών κραμάτων μέσου και μεγάλου πάχους όταν είναι απαραίτητη η βαθμιαία αύξηση και πτώση της θερμοκρασίας.

Παράμετροι σημειακής συγκόλλησης ανθρακοχαλύβων χαμηλού άνθρακα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.6.

Πάχος κάθε ελάσματος, mm	Διάμετρος επιφάνειας εργασίας ηλεκτροδίων mm	Δύναμη πίεσης ηλεκτροδίων, kN	Χρόνος εργασίας (διέλευση ρεύματος) s	Ένταση ρεύματος συγκόλλησης A
0,5	4	0,5 ÷ 1,0	0,10 ÷ 0,20	4.000 ÷ 5.000
1,0	5	1,0 ÷ 2,0	0,20 ÷ 0,40	6.000 ÷ 8.000
1,5	6	1,5 ÷ 3,5	0,24 ÷ 0,50	8.000 ÷ 12.000
2,0	8	2,5 ÷ 5,0	0,36 ÷ 0,60	9.000 ÷ 14.000
3,0	10	5,0 ÷ 8,0	0,60 ÷ 1,00	14.000 ÷ 18.000
4,0	11	6,0 ÷ 9,0	0,80 ÷ 1,20	15.000 ÷ 20.000
5,0	13	8,0 ÷ 10,0	0,90 ÷ 1,50	17.000 ÷ 24.000
6,0	15	10,0 ÷ 14,0	1,20 ÷ 2,00	20.000 ÷ 26.000

Παράμετροι πολυπαλμικής σημειακής συγκόλλησης ανθρακοχαλύβων χαμηλού άνθρακα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.7

Πάχος κάθε ελάσματος, mm	Λιμέτρος ηλεκτροδίου, mm	Ακτίνα του σφαιρικού άκρου του ηλεκτροδίου, mm	Δύναμη πίεσης των ηλεκτροδίων, kN	Αριθμός των παλμών	Χρόνος διάρκειας		Ένταση ρεύματος συγκόλλησης, A
					του παλμού, s	του διαλείμματος, s	
4	30	150	17	6	0,50	0,15	26.600
6	30	150	23	10	0,47	0,15	28.200
8	30	250	32	14	0,44	0,15	32.000
10	30	250	35	15	0,62	0,15	34.000

III) ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΑ

Τα ηλεκτρόδια αποτελούν στοιχεία του δευτερεύοντος της μηχανής συγκόλλησης είναι το μέσο που ασκεί πίεση στο κομμάτι. Η ποιότητά τους παίζει ρόλο στην απόδοση της συγκόλλησης.

- ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΟΥ ΑΝΑΦΕΡΟΝΤΑΙ ΣΤΑ ΥΛΙΚΑ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΩΝ

1. Δυνατότητα εύκολης εκτέλεσης ηλεκτροδίων με την απαιτούμενη μορφή και διάσταση.
2. Εγγύηση για τη σωστή πορεία της διαδικασίας συγκόλλησης.
3. Δυνατότητα εκτέλεσης των συνδέσεων με τις απαιτούμενες ιδιότητες εκμετάλλευσης.
4. Εγγύηση μεγάλης διάρκειας ζωής των ηλεκτροδίων.

Για την εκπλήρωση των παραπάνω απαιτήσεων τα υλικά και τα ηλεκτρόδια πρέπει να χαρακτηρίζονται από:

1. Υψηλή ηλεκτρική και θερμική αγωγιμότητα.
2. Μεγάλη σκληρότητα και αντοχή σε κανονικές και ανυψωμένες θερμοκρασίες.

Η βιομηχανική παραγωγή υλικών για τα ηλεκτρόδια με υψηλή σκληρότητα επιτυγχάνεται με:

1. Τη χρησιμοποίηση κραματικών προσθηκών (Cr, Zr, Co, Be, Cd, Ni, Si, κ.α) με βάση το χαλκό.
2. Τη θερμική κατεργασία (σκλήρυνση με γήρανση).
3. Τη σφυρηλασία, έλαση, όλκινση, συμπίεση κ.α

- ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΖΩΗΣ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΩΝ

Η διάρκεια ζωής των ηλεκτροδίων καθορίζεται από τον εκτελεσθέντα αριθμό συγκολλητών συνδέσεων με τη χρήση ηλεκτροδίων χωρίς την αναγέννησής τους.

Στην διάρκεια ζωής των ηλεκτροδίων επιδρούν παράγοντες όπως:

1. Οι ιδιότητες του υλικού των ηλεκτροδίων.
2. Οι συνθήκες συγκόλλησης.
3. Η εντατικότητα ψύξης ηλεκτροδίων.

Στη σημειακή συγκόλληση, η διάρκεια ζωής των ηλεκτροδίων καθορίζεται από τον αριθμό κολλήσεων σε έλασμα με πάχος 1+1mm μέχρι τη στιγμή αύξησης του τμήματος της επιφάνειας εργασίας.

Η σκληρότητα είναι ένας άλλος παράγοντας από τον οποίο εξαρτάται η διάρκεια ζωής των μετάλλων.

Τα ηλεκτρόδια με σκληρότητα $HV=110\div 160$ ο αριθμός των κολλήσεων έως την στιγμή αύξησης του τμήματος της επιφάνειας ηλεκτροδίων κατά 20%, είναι:

$$n = a(H - 100)^2$$

a =επιλεγμένος εμπειρικός συντελεστής, ανάλογα με την κατάσταση επιφάνειας ελάσματος

$a = 8$ για καθαρές μεταλλικές επιφάνειες

$a = 4$ για μεταλλικές επιφάνειες επικαλυπτόμενες με λίπη

$a = 2$ για επιφάνειες επικαλυπτόμενες με οξειδία σε ελάσματα ψυχρής έλασης

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ :Ο αριθμός κολλήσεων n ενός ηλεκτρόδιου με σκληρότητα 150 και επιλεγμένο εμπειρικό συντελεστή $a=4$ είναι :

$$n = 4(150 - 100)^2 = 10000 \text{ κόλλησης}$$

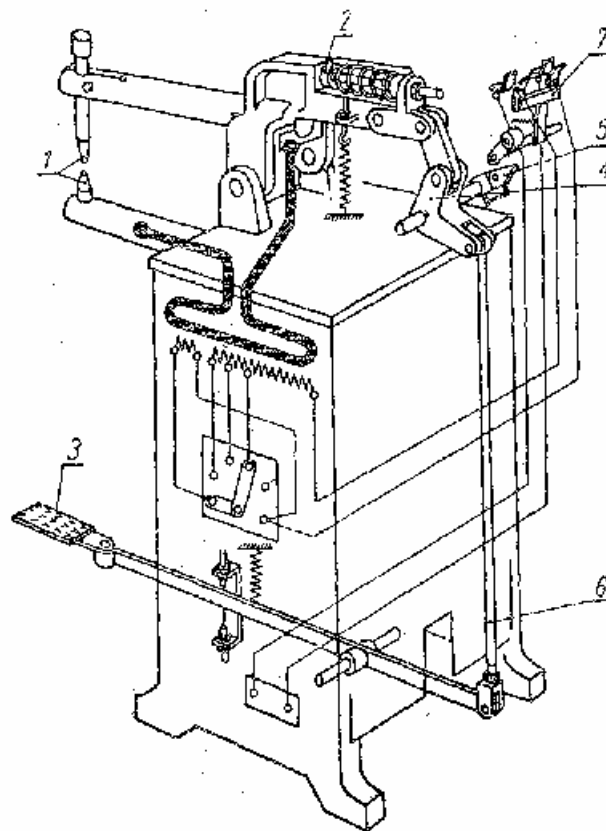
IV) ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΗΧΑΝΗΣ ΣΗΜΕΙΑΚΗΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ (ΗΛΕΚΤΡΟΠΟΝΤΑ)

Οι μηχανές σημειακής συγκόλλησης (Σχ.4.10) χρησιμεύουν για την εκτέλεση συνδέσεων με επικάλυψη για σημειακές κολλήσεις σε σειρά κατά μήκος συνδεόμενων άκρων.

Το συγκολλούμενο αντικείμενο τοποθετείται ανάμεσα στα ηλεκτρόδια (1), το κάτω τοποθετείται στο μη κινούμενο βραχίονα ενώ το άλλο στον κινούμενο βραχίονα. Ο κινούμενος βραχίονας κινείται με το μοχλό (4) και το μοχλό σύνδεσης (6) με το πηδάλιο (3). Στον περιστροφικό πείρο του μοχλού (4) υπάρχει ο κνώδακας (5) του διακόπτη (7) παροχής ρεύματος συγκόλλησης. Η δύναμη πίεσης του ηλεκτροδίου ρυθμίζεται από το περικόχλιο (2).

Οι μηχανές σημειακής συγκόλλησης χρησιμοποιούνται στην αυτοκινητοβιομηχανία και στην αεροναυπηγική και παραγωγή οικιακών συσκευών.

Η πίεση των ηλεκτροδίων στις σύγχρονες μηχανές γίνεται με πεπιεσμένο αέρα.



Σχ.4.10 Ηλεκτρο κινηματικό σχήμα σημειακής μηχανής συγκόλλησης (παλαιού τύπου).

4.4.3.ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ

1) ΑΡΧΕΣ

Με την γραμμική συγκόλληση συνδέουμε εξαρτήματα κατά μήκος γραμμής. Τα τμήματα εργασίας των ηλεκτροδίων που εφάπτονται των συγκολλούμενων εξαρτημάτων σχηματίζουν στιγμιαίες θέσεις συγκέντρωσης με αποτέλεσμα τη δημιουργία των κολλήσεων. Η σχετική κίνηση ηλεκτροδίων και συγκολλούμενων εξαρτημάτων πραγματοποιείται με μηχανική μετάδοση ηλεκτροδίων. Στο σχήμα (Σχ.4.11) βλέπουμε το τρόπο λειτουργίας μιας μηχανής γραμμικής συγκόλλησης.

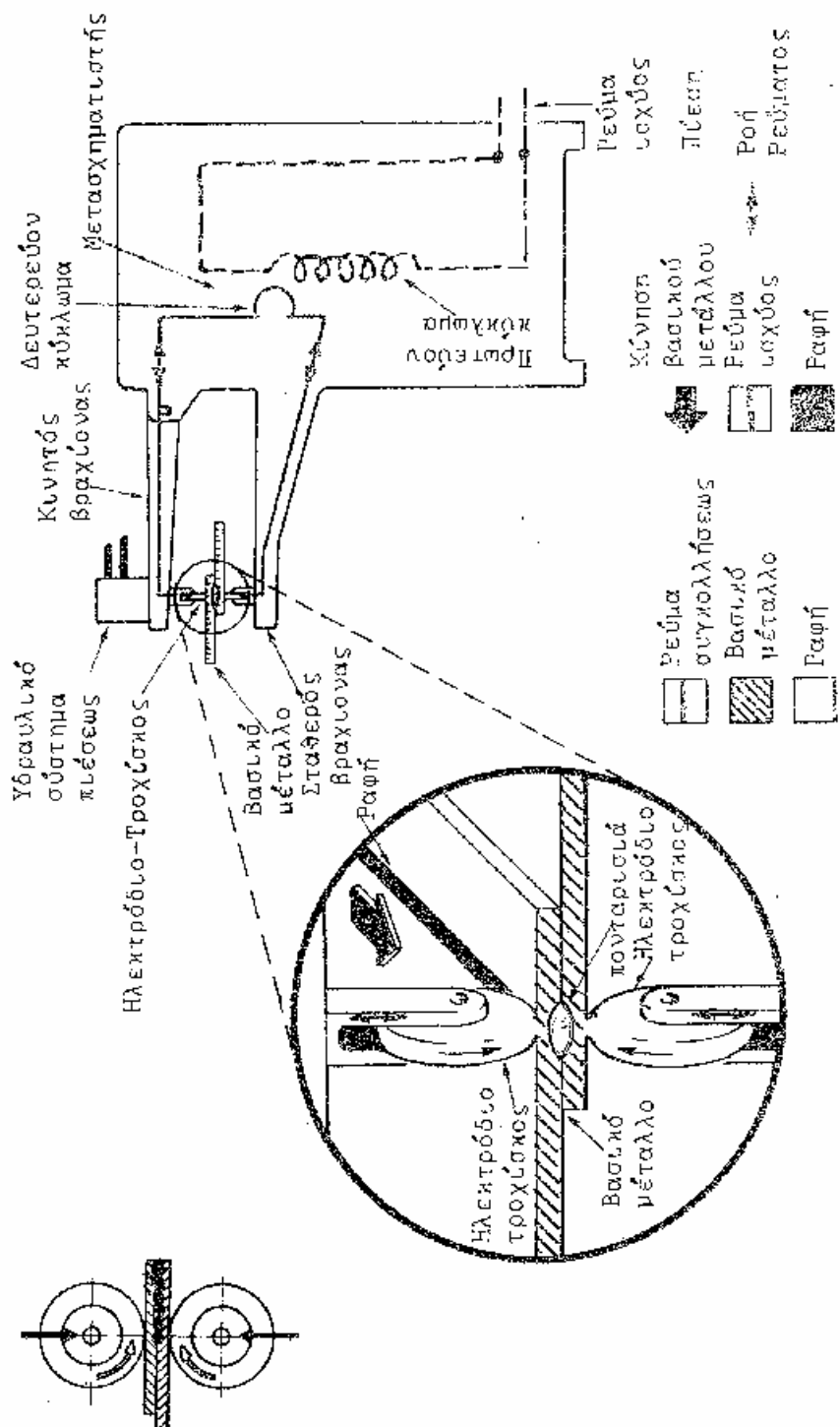
Ανάλογα με τον τρόπο τροφοδοσίας έχουμε την :

1. Μονόπλευρη: α) Μονοσημειακή β) δισημειακή
2. Δίπλευρη: α) Μονοσημειακή β) δισημειακή γ) πολυσημειακή

Επίσης υπάρχει ο διαχωρισμός ανάλογα με το χαρακτήρα πορείας των παλμών του ρεύματος και το χρόνο διάρκειάς τους καθώς και τον τρόπο μετατόπισης των συγκολλούμενων εξαρτημάτων ως προς τα ηλεκτρόδια:

1. Γραμμική βηματική συγκόλληση κατά την οποία η διέλευση του ρεύματος επιτυγχάνεται με ρυθμικά διαλείμματα, ενώ η μετατόπιση των εξαρτημάτων συγκρατείται κατά την περίοδο διέλευσης του ρεύματος.
2. Γραμμική διακοπτόμενη συγκόλληση κατά την οποία η διέλευση του ρεύματος επιτυγχάνεται με ρυθμικά διαλείμματα, ενώ η μετατόπιση των εξαρτημάτων δε συγκρατείται κατά τη διάρκεια διέλευσης του ρεύματος.

Στη γραμμική συγκόλληση χρησιμοποιούμε επικαλυμμένα ηλεκτρόδια, ενώ τα θερμικά κατά την διαδικασία της συγκόλλησης είναι παρόμοια με αυτά που συμβαίνουν στην σημειακή συγκόλληση με μη κινούμενου στοιχείου. Η αύξηση της αντίστασης προξενεί την αύξηση της εκλυόμενης ποσότητας θερμότητας στην επαφή ηλεκτροδίου-εξαρτήματος, που κατά τη συνεχή γραμμική συγκόλληση ιδιαίτερα ελασμάτων μεταλλικής επίστρωσης, οδηγεί στην υπέρτηξη των επιφανειών και την προσκόλληση μετάλλων στην επιφάνεια εργασίας των ηλεκτροδίων κατά την συγκόλληση η οποία είναι διακοπτόμενη και τα ηλεκτρόδια ψύχονται πιο εύκολα. Άρα καλύτερα αποτελέσματα έχουμε κατά τη βηματική συγκόλληση.



Σχ.4.11 Διάγραμμα λειτουργίας της μεθόδου ηλεκτροσυγκόλλησης αντίστασης ραφής

Στη βιομηχανία χρησιμοποιείται περισσότερο η διακοπτόμενη γραμμική συγκόλληση. Ο κύκλος συγκόλλησης t_c κατά τη διάρκεια της συγκόλλησης αποτελείται από το χρόνο διέλευσης του ρεύματος συγκόλλησης t_z και από το χρόνο διαλείμματος t_p .

$$t_c = t_z + t_p$$

Ο κύκλος συγκόλλησης καθορίζεται από το βήμα της ραφής a (mm) και από την ταχύτητα συγκόλλησης V (m/min).

Ο αριθμός σημείων συγκόλλησης που αντιστοιχεί ανά 1cm της τρέχουσας συγκολλημένης ραφής για δεδομένη ταχύτητα συγκόλλησης V (m/min) καθώς και τον κύκλο συγκόλλησης t_c είναι:

$$n = \frac{30}{t_c \cdot V} \text{ σημείων / cm}$$

$$t_c = \frac{0,06 \cdot a}{V} (s)$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ :Το βήμα της ραφής μιας μηχανής γραμμικής συγκόλλησης είναι $a=0,5\text{mm}$ και η ταχύτητα συγκόλλησης είναι $V=1\text{m/min}$. Τότε ο κύκλος συγκόλλησης είναι :

$$t_c = \frac{0,06 \cdot 0,5}{1} = 0,03\text{s}$$

Ο αριθμός σημείων είναι:

$$n = \frac{30}{0,03 \cdot 1} = 1000 \text{ σημεία / cm}$$

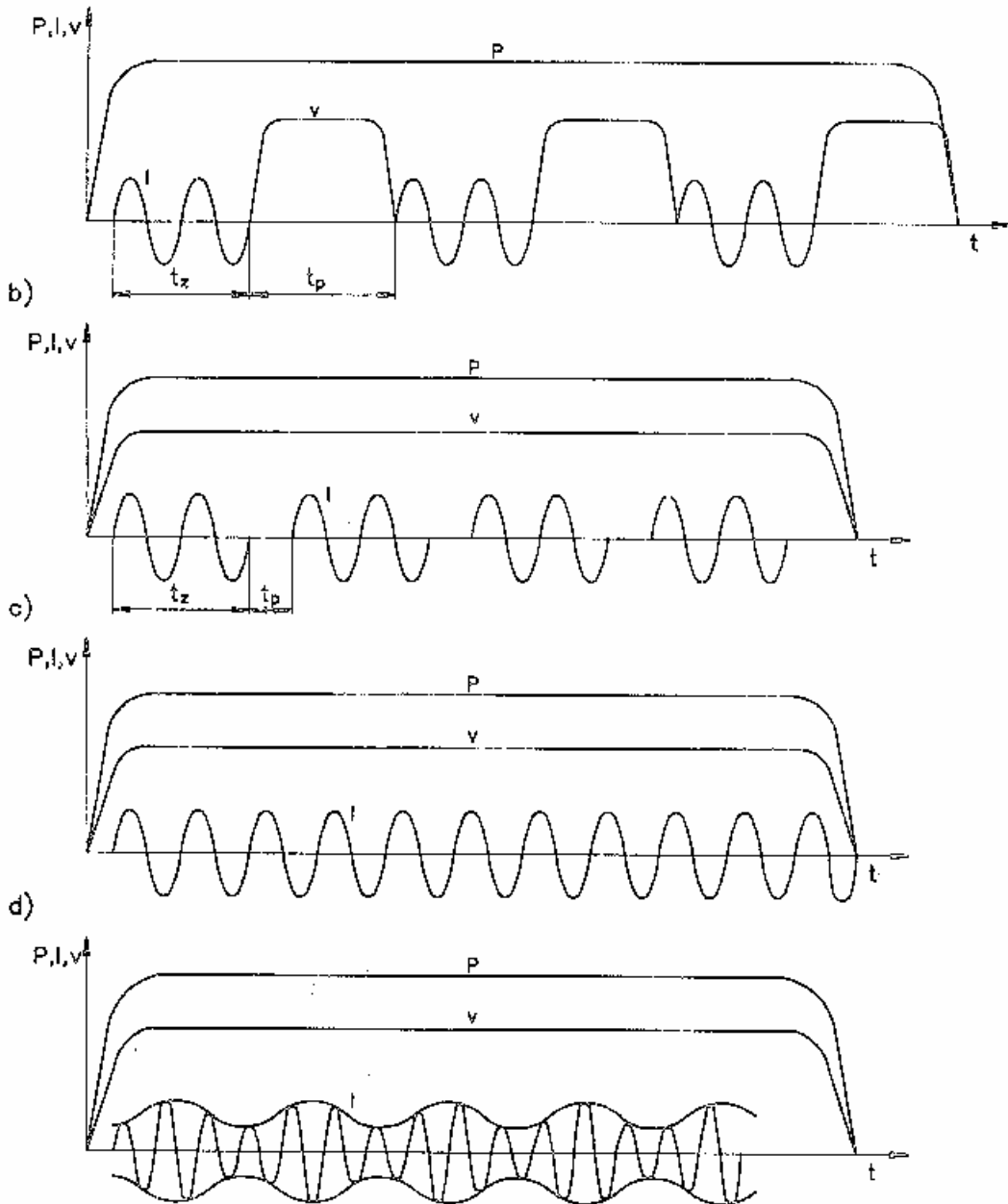
II) ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΑ

Το υλικό της συγκόλλησης επιλέγεται κάθε φορά ανάλογα με τα υλικά που είναι προς συγκόλληση, ενώ η μορφή και οι διαστάσεις της επιφάνειας εργασίας επιλέγονται ανάλογα το πάχος των συγκολλούμενων εξαρτημάτων και τον τρόπο συγκόλλησης.

. Οι διαστάσεις των ηλεκτροδίων είναι οι παρακάτω:

- στα επίπεδα ηλεκτρόδια $s = 2^g + 2 \text{ mm}$, $S_{\min} = 3 \text{ mm}$ αυτού του τύπου τα ηλεκτρόδια πρέπει να αποφεύγονται
- τραπεζοειδή μονόπλευρα ηλεκτρόδια $s = 2^g + 2\text{mm}$, $e = 4^g + 6\text{mm}$
- τραπεζοειδή δίπλευρα ηλεκτρόδια $s = 2^g + 2\text{mm}$, $e = 4^g + 6\text{mm}$

κανονικά σφαιροειδή ηλεκτρόδια για συγκόλληση ελαφρών κραμάτων



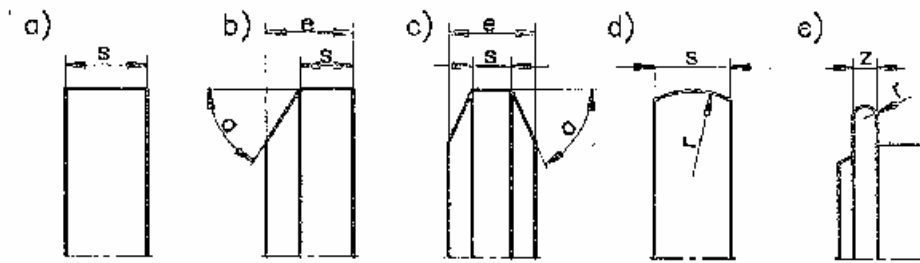
Σχ.4.12 Πρόγραμμα σημειακής συγκόλλησης: a) βηματική, b) διακοπτόμενη, c) συνεχής με σταθερή τιμή του ρεύματος, d) συνεχής με μεταβαλλόμενη τιμή του ρεύματος.

•
 $r = 50 \text{ mm}$ για $g = 0.5 / 1.5 \text{ mm}$

$r = 75 \text{ mm}$ για $g = 1.5 / 2 \text{ mm}$

- λεπτά σφαιροειδή ηλεκτρόδια $r = 2z$ για $z = 4 / 6 \text{ mm}$

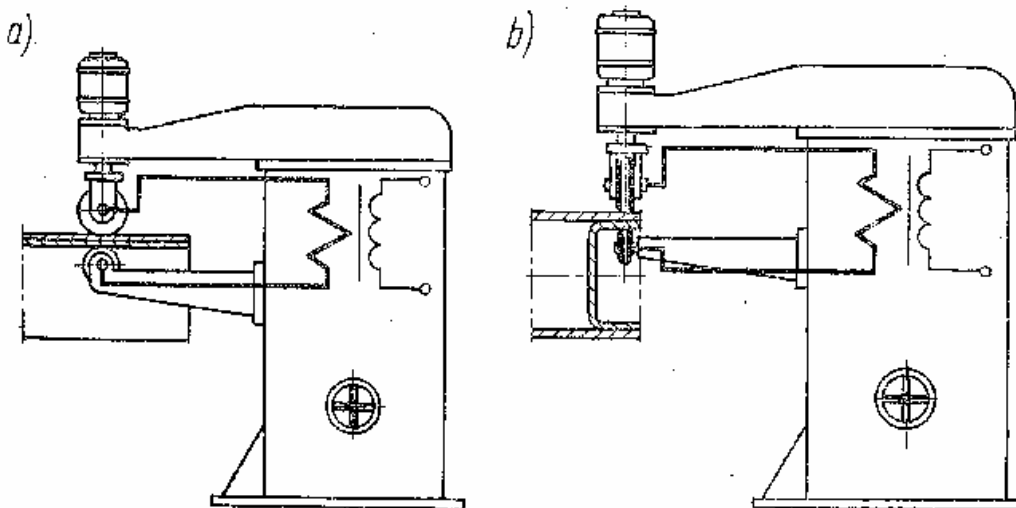
Η γωνία α λοξότμησης των ηλεκτροδίων ισούται με $30 \div 60$.



Σχ.4.13 Μορφή και βασικές διαστάσεις των ηλεκτροδίων με δισκοειδή μορφή.

III) ΜΗΧΑΝΕΣ ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ

Οι μηχανές γραμμικής συγκόλλησης(Σχ.4.14) μοιάζουν με αυτές της σημειακής συγκόλλησης, με την μόνη διαφορά ότι στη γραμμική συγκόλληση χρησιμοποιούμε ηλεκτρόδια που έχουν την μορφή ράουλων. Στις συγκολλήσεις χάλυβα έχουμε κίνηση στο άνω ράουλο ενώ στα ελαφριά μέταλλα έχουμε κίνηση και στα 2 ράουλα. Στις μηχανές συγκόλλησης πρέπει να ρυθμίζουμε και την πίεση.



Σχ.4.14 Χρησιμοποίηση μηχανής γραμμικής συγκόλλησης: a) για διαμήκειες ραφές ,
b) για εγκάρσιες ραφές .

Επίσης καθοριστικό είναι ότι η γραμμική συγκόλληση έχει ευρεία χρησιμοποίηση και γι'αυτό υπάρχουν και πολλοί τύποι μηχανών .

Κατά την συγκόλληση σωλήνα με μικρή διάμετρο, το κάτω ηλεκτρόδιο είναι ο εμβολέας ο οποίος μαζί με το αντικείμενο μετατοπίζεται κάτω από το άνω ηλεκτρόδιο ή παραμένει μη κινούμενος όταν κινείται το άνω ηλεκτρόδιο.

4.4.4.ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ ΜΕ ΠΡΟΕΞΟΧΕΣ

1) Αρχές

Η συγκόλληση με προεξοχές (Σχ.4.15) χρησιμοποιείται για την σύνθεση εξαρτημάτων σε 1 ή μερικά σημεία συγχρόνως. Ο τρόπος είναι παρόμοιος με αυτόν της σημειακής συγκόλλησης.

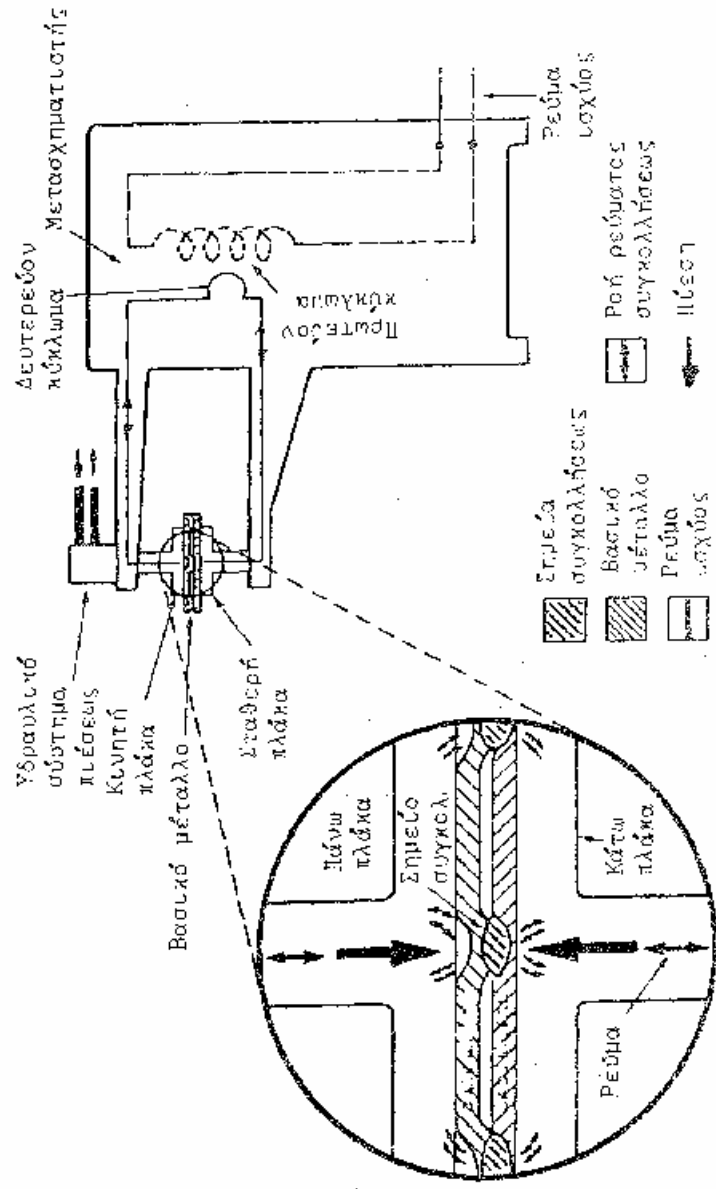
Κατά την συγκόλληση με προεξοχές το ηλεκτρικό ρεύμα τροφοδοτείται μέσω των συνδεδεμένων ηλεκτροδίων στο σημείο της συγκόλλησης και θερμαίνει τις προεξοχές του ενός εξαρτήματος και την επίπεδη επιφάνεια του άλλου και έτσι σχηματίζεται ο πυρήνας κόλλησης. Το υπόλοιπο μέρος της προεξοχής είναι εύπλαστο. Αν η διεργασία είναι σωστή εξαρτάται από την λεπτότητα της διεργασίας κοίλανσης των προεξοχών.

Οι προεξοχές επιβάλλεται να έχουν ίδιες διαστάσεις και να είναι αρκετά στιβαρές για να αντέξουν την πίεση για να μην καταστραφούν από τον τηκόμενο πυρήνα.

Συγκολλήσεις προεξοχής έχουμε κατά την συγκόλληση μεγάλων σειρών από ανθρακοχάλυβα με χαμηλό άνθρακα και ψυχρή έλαση.

Η συγκόλληση με προεξοχές έχει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

1. Σε μια φάση μπορούν να γίνουν μέχρι 10 κολλήσεις
2. Λόγο μικρής πίεσης και μικρής πυκνότητας ρεύματος έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής
3. Οι κολλήσεις μπορούν να μπουν στα άκρα των εξαρτημάτων
4. Οι κολλήσεις γίνονται σε ακριβώς καθορισμένες θέσεις
5. Υπάρχει μεγαλύτερη δυνατότητα μηχανοποίησης



Σχ.4.15 Διάγραμμα λειτουργίας της μεθόδου ηλεκτροσυγκόλλησης αντιστάσεως με προεξοχές

II) ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Στις συγκολλήσεις με προεξοχές χρησιμοποιούμε εξαρτήματα από ανθρακοχάλυβες περιεκτικότητας σε άνθρακα κάτω από 0,15%.

Καλής συγκολλητότητας χαρακτηρίζονται οι χάλυβες με περιεκτικότητα c $0,15 < c < 0,25$. Στους χάλυβες αυτούς εφαρμόζουμε παραμέτρους μαλακής συγκόλλησης. Μετά την συγκόλληση δεν απαιτείται θερμική κατεργασία.

Οι ανθρακοχάλυβες με περιεκτικότητα σε άνθρακα από 0,25/0,38% καθώς και οι ελαφρά κραματωμένοι χάλυβες με ισοδύναμο άνθρακα

$$C_e = C + \frac{Mn}{4} + \frac{Cr}{5} + \frac{V}{5} + \frac{Mo}{15} + \frac{Cu}{15} + \frac{P}{2} \leq 0.38$$

συγκολλούνται δυσκολότερα. Καλά αποτελέσματα επιτυγχάνονται με πρόγραμμα κύκλου συγκόλλησης.

Η συγκόλληση ανθρακοχάλυβων με περιεκτικότητα σε άνθρακα από 0,4÷0,6% είναι αρκετά δύσκολη. Η σχηματιζόμενη μαρτενσιτική δομή κατά τη συγκόλληση είναι η αιτία των χαμηλών πλαστικών ιδιοτήτων της σύνδεσης. Για την αποφυγή της καθώς και ενδεχόμενων θραύσεων τα εξαρτήματα μπαίνουν σε κλίβανο ώστε να αποψύχονται πιο αργά και να αποκτούν ανοπτημένη δομή. Στη συνέχεια γίνεται θερμική και μηχανική κατεργασία. Μεταξύ των ανοξειδωτων χαλύβων συνήθως συγκολλούνται εξαρτήματα μη μαγνητικών χαλύβων με ωστενιτική δομή με, κραματικές προσθήκες χρωμίου και νικελίου. Η συγκολλητότητα αυτή είναι καλή αλλά οι κραματωμένοι χάλυβες και οι ανοξειδωτοι χάλυβες είναι ευαίσθητοι στην υπερθέρμανση.

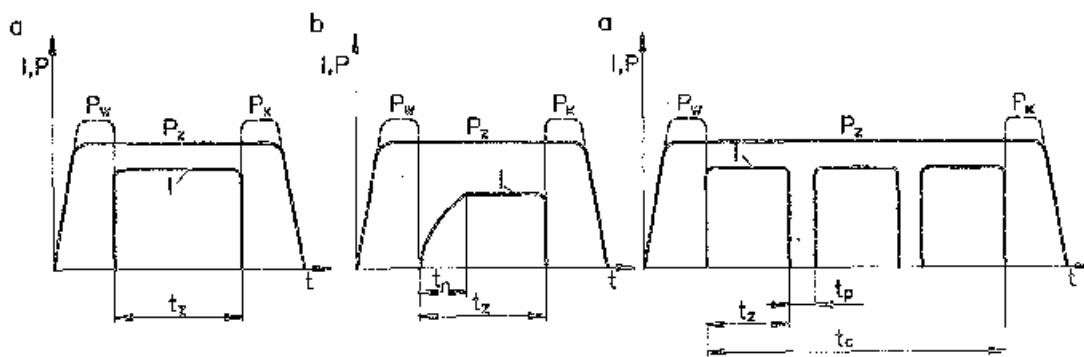
Στους μη σταθεροποιημένους χάλυβες η θερμοκρασία συγκόλλησης προξενεί το σχηματισμό καρβιδίων χρωμίου. Για την αποφυγή τους χρησιμοποιούμε μικρούς χρόνους συγκόλλησης. Οι μη μαγνητικοί χάλυβες σπάνια συγκολλούνται με τη μέθοδο προεξοχών.

Τα μη σιδηρούχα μέταλλα καθώς και οι συνδέσεις ελασμάτων με μεταλλικές επιστρώσεις νικελίου, ψευδαργύρου, αλουμινίου, κασσιτέρου, χαλκού, καδμίου, κ.ά. μπορούν να συγκολληθούν με προεξοχές. Από την άποψη των διάφορων θερμοφυσικών ιδιοτήτων των επιστρώσεων και του υπόβαθρου συγκόλλησης, υπάρχει δυσχέρεια, ιδιαίτερα όταν η επίστρωση είναι μεγάλη (άνω των 20 μm) και ανομοιόμορφη. Κατά τη συγκόλληση συμβαίνει η μετακίνηση της μεταλλικής

επίστρωσης, όμως είναι μικρότερη απ'ό,τι κατά τη σημειακή ή τη γραμμική συγκόλληση.

Η συγκόλληση με προεξοχές χρησιμοποιείται για τη σύνδεση εξαρτημάτων με μεγάλες διαστάσεις. Οι προεξοχές δημιουργούνται με κοίλανση στα εξαρτήματα με μεγαλύτερο πάχος. Ενώ στα εξαρτήματα με μικρότερο πάχος οι προεξοχές δημιουργούνται με ηλεκτρική αγωγιμότητα. Πρέπει να υπάρχει μεγάλη ακρίβεια, όχι μεγαλύτερη από 0,03mm.

Υπάρχουν διάφορα προγράμματα συγκόλλησης (Σχ.4.16) ανάλογα με την υπευθυνότητα και τον τύπο σύνδεσης. Για συγκόλληση εξαρτημάτων απλών και με μικρή υπευθυνότητα χρησιμοποιούμε μονόπλευρη συγκόλληση. Τα καλύτερα αποτελέσματα επιτυγχάνονται κατά τη συγκόλληση σύμφωνα με το πρόγραμμα «b», με μεγαλύτερη ένταση, ενώ κατά την συγκόλληση μεγάλων εξαρτημάτων επιβάλλεται να χρησιμοποιείται η παλμική συγκόλληση.



Σχ.4.16 Προγράμματα συγκόλλησης με προεξοχές: P_w -αρχική πίεση, P_z -πίεση συγκόλλησης, P_k -πίεση σφυρηλασίας, I -ρεύμα συγκόλλησης, t_n -χρόνος αύξησης ρεύματος, t_z -χρόνος διέλευσης ρεύματος συγκόλλησης

4.5.ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΜΕ ΠΥΚΝΩΤΕΣ (ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ)

Η συγκόλληση με πυκνωτές και με δυναμική πίεση είναι η μέθοδος σύνδεσης υλικών που επιτυγχάνεται με χρησιμοποίηση της θερμότητας-ελκυσμένης στο διάκενο μεταξύ των εξαρτημάτων, από το αποτέλεσμα της παλμικής εκκένωσης των πυκνωτών όπως και της δυναμικά εφαρμοσμένης πίεσης.

Όπως αναφέραμε και στις συγκολλήσεις με ηλεκτρική αντίσταση κατά τη διάρκεια της συγκόλλησης παρατηρείται το φαινόμενο φόρτισης ηλεκτρικού δικτύου. Αυτό συμβαίνει γιατί κατά τη διάρκεια της συγκόλλησης μέσα σε ένα μικρό χρονικό

διάστημα παίρνουμε μεγάλες ποσότητες ενέργειας και το φαινόμενο αυτό λύσης. Η χρησιμοποίηση πυκνωτών μας δίνει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε συσσωρευμένη ενέργεια χωρίς υπερφόρτωση του δικτύου.

Η διαδικασία συγκόλλησης με πυκνωτές συνιστάται στην συσσώρευση ενέργειας στην συστοιχία πυκνωτών ορισμένης χωρητικότητας C και φόρτισης έως την τάση U . Στη συνέχεια με απότομη εκκένωση της συσσωρευμένης ενέργειας επιτυγχάνεται πολύ μεγάλη ένταση ρεύματος σε πάρα πολύ μικρό χρόνο.

Η συσσωρευμένη ποσότητα ενέργειας δίνεται από τον τύπο

$$Ak = \frac{CU^2}{2} \cdot 10^{-6} (j)$$

Όπου: Ak = συσσωρευμένη ενέργεια σε (j)

C = χωρητικότητα της συστοιχίας σε μF

U = τάση φόρτισης σε V

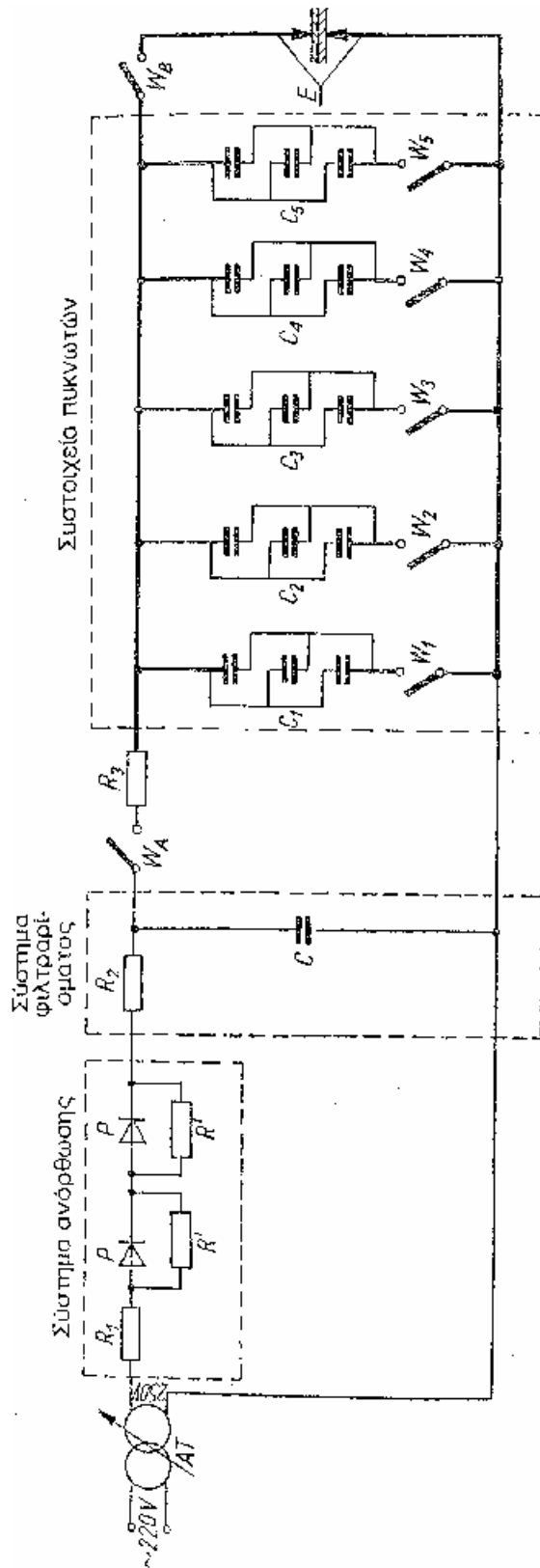
Όπως φαίνεται από τον τύπο η συσσωρευμένη ενέργεια ενός πυκνωτή είναι ανάλογη της χωρητικότητας και της σταθερής τάσης και μάλιστα με το μισό γινόμενό τους.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ : Σε μια μηχανή συγκόλλησης με πυκνωτές με χωρητικότητα $C = 17,7$ μF και τάση φορτίσεως $U = 100$ V, η συσσωρευμένη ποσότητα ενέργειας θα είναι:

$$Ak = \frac{17,7 \cdot 100^2}{2} \cdot 10^{-6} = 88500 \cdot 10^{-6} j$$

Οι πυκνωτές συγκόλλησης ανάλογα με τον τρόπο εκκένωσης χωρίζονται με μετασχηματιστές και χωρίς μετασχηματιστές. Οι πυκνωτές με μετασχηματιστή χρησιμοποιούνται για μεγάλη ισχύ ενώ οι πυκνωτές χωρίς μετασχηματιστή χρησιμοποιούνται για μικρής ισχύος μηχανές.

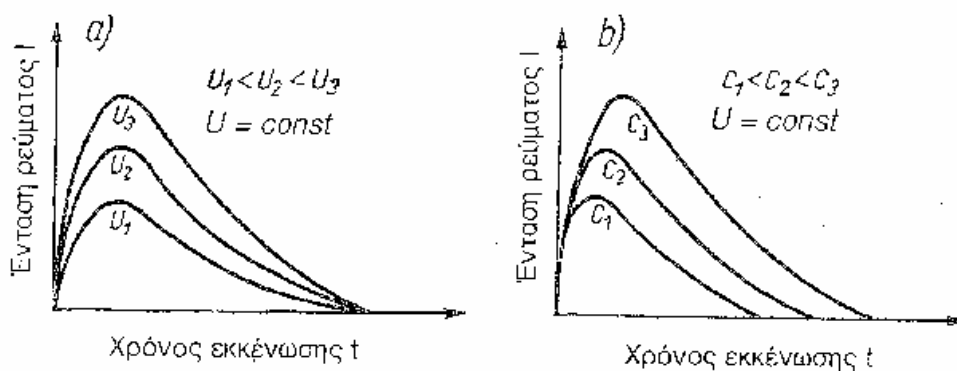
Στο παρακάτω σχήμα(Σχ.4.17) βλέπουμε μια μηχανή συγκόλλησης με πυκνωτή μικρής ισχύος. Η συσκευή αυτή τροφοδοτείται από το δίκτυο με τάση 220V. Η τάση φόρτισης μπορεί να ρυθμιστεί με τη βοήθεια του αυτομετασχηματιστή ΑΤ. Το ρεύμα φόρτισης από τον αυτομετασχηματιστή διέρχεται από το σύστημα ανόρθωσης και φιλτραρίσματος και με κλειστό διακόπτη W_A φορτώνει την συστοιχία των πυκνωτών. Ανάλογα με τη θέση που έχουν οι διακόπτες μπορεί η φόρτιση να γίνει σε όλη τη συστοιχία ή μόνο σε ένα μέρος της. Από τη στιγμή που φορτώθηκαν οι πυκνωτές ανοίγουμε το διακόπτη και η μηχανή συγκόλλησης είναι προετοιμασμένη για εργασία.



Σχ.4.17 Ηλεκτρικό σχήμα μηχανής συγκόλλησης με πυκνωτές: AT - αυτομετασχηματιστής με περιοχή από 0 ÷ 250 V, R₁ - αντίσταση 68 Ω × 12 W, R₂ - αντίσταση 620 Ω × 6 W, R₃ - αντίσταση 620 Ω × 6 W, R' - αντίσταση 1kΩ × 1 W, P-

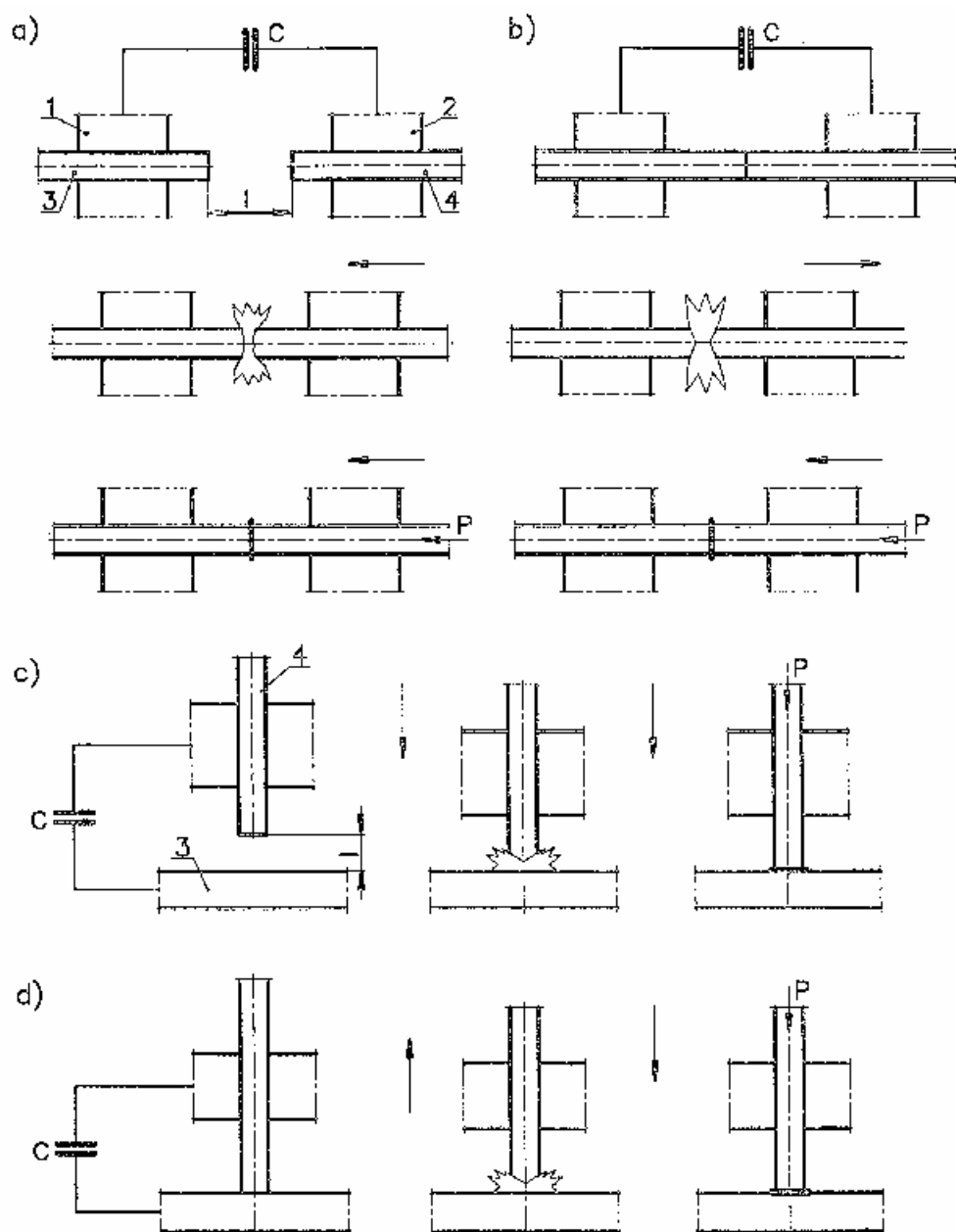
ανορθωτική δίοδος 52 E, $C_1 + C_5$ - πυκνωτές χωρητικότητας $600 \mu\text{F} \times 350 \text{V}$, $C = 3000 \mu\text{F}$ – διακόπτες, C – πυκνωτές φίλτραρίσματος $2 \times 32 \mu\text{F} \times 350 \text{V}$

Αν κλείσουμε το διακόπτη W_B τότε θα συμβεί η εκκένωση της συστοιχίας ανάμεσα από τα ηλεκτρόδια και κατ' επέκταση των κομματιών προς συγκόλληση, θα διέλθει το ηλεκτρικό ρεύμα και η θερμότητα θα έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία της κόλλησης. Ο χρόνος εκκένωσης των πυκνωτών είναι $0,0008 \div 0,002\text{s}$ ανάλογα με την αντίσταση των προς συγκόλληση κομματιών και την ένταση του ρεύματος που είναι πολύ μεγάλη. Η τιμή του εξαρτάται από την αντίσταση των προς συγκόλληση κομματιών, την χωρητικότητα και την τάση φόρτισης τους. Στο σχήμα 4.18 παρουσιάζεται σχέση ρεύματος I και χρόνου t χωρητικότητας της συστοιχίας πυκνωτών.



Σχ.4.18. Ένταση ρεύματος και χρόνος εκκένωσης κατά τη συγκόλληση με πυκνωτές, για σταθερή αντίσταση R, συγκολλούμενων εξαρτημάτων: α) καμπύλες έντασης για διαφορετικές τάσεις φόρτισης της συστοιχίας και με σταθερή χωρητικότητα, β) καμπύλες έντασης με διαφορετικές χωρητικότητες της συστοιχίας και σταθερή τάση φόρτισης.

Παρουσιάζονται διάφοροι τρόποι συγκόλλησης με πυκνωτές. Στην περίπτωση του σχήματος(Σχ.4.19) α,β, τα ηλεκτρόδια της μηχανής 1 και 2 συνδέονται άμεσα με το κύκλωμα της συστοιχίας των πυκνωτών C, ενώ τα εξαρτήματα 3 και 4 τοποθετούνται σε ορισμένη απόσταση 1. Από τη στιγμή της λειτουργίας του συστήματος συμπίεσης το εξάρτημα 4 μετατοπίζεται προς τη διεύθυνση του εξαρτήματος 3. Πριν την κρούση τους, δημιουργείται παλμική σ.



Σχ.4.19 Σχήματα τυπικών εναλλαγών της διαδικασίας συγκόλλησης με πυκνωτές με μετωπική δυναμική πίεση: 1, 2 - ηλεκτρόδια της μηχανής συγκόλλησης, 3, 4 συγκολλούμενα εξαρτήματα, 1 - αρχική απόσταση ανάμεσα στα συγκολλούμενα εξαρτήματα, C - συστοιχία πυκνωτών, P - αξονική δύναμη.

Στην περίπτωση b,d, η παλμική εκκένωση των πυκνωτών δημιουργείται τη στιγμή της απομάκρυνσης των εξαρτημάτων 3 και 4, που βρίσκονται σε μετωπική επαφή μεταξύ τους.

4.5.1.ΠΕΡΙΟΧΗ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΜΕ ΠΥΚΝΩΤΕΣ

Η χρήση συγκολλήσεων με πυκνωτές εφαρμόζεται κυρίως στη μετωπική σύνδεση από αλουμίνιο, χαλκό, ορείχαλκο, νικέλιο, πλατίνη, ασήμι, βολφράμιο και ωστενιτικούς χάλυβες τύπου 18.8.

Μεγάλη εφαρμογή έχει στην αυτοκινητοβιομηχανία, βιομηχανία μηχανών, βαγονιών, χημική βιομηχανία, ηλεκτροτεχνική καθώς και κατασκευή οικιακών συσκευών. Συγκόλληση πείρων και κοχλιών με διάμετρο 1,5 ÷ 6 mm από αλουμίνιο, ορείχαλκο, ανθρακοχάλυβες και ανοξείδωτους χάλυβες.

4.5.2.ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΜΕ ΠΥΚΝΩΤΕΣ

- το μήκος του προεξέχοντος τμήματος υλικού από τα ηλεκτρόδια της μηχανής συγκόλλησης ($l = 1 \div 2 d^d$)
- η χωρητικότητα των πυκνωτών και η τάση φόρτισής τους
- η ταχύτητα με την οποία πλησιάζουν τα συνδεόμενα εξαρτήματα μεταξύ τους (0,5 ÷ 2,5 m/h)
- η πίεση εξόγκωσης

Παράμετροι συγκόλλησης με πυκνωτές για μετωπική συγκόλληση συρμάτων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.8

Συγκολλώμενο υλικό	Διάμετρος σύρματος mm	Μήκος προεξέχοντος του σπέρματος από τα ηλεκτρόδια	Απόσταση μεταξύ των συγκολληόμενων επιφανειών, mm	Χωρητικότητα των πυκνωτών, μF	Τάση φόρτισης των πυκνωτών, V	Πίεση διόγκωσης, daN
Αλουμίνιο	2,8	3,5	9	250	1.400	160
	3,5	3,0	14	550	1.500	170
Χαλκός	1,6	3,5	14	256	900	140
	2,0	3,0	15	380	1.000	140
	3,0	3,5	16	440	1.500	160
Χαλκός + αλουμίνιο	2,5	3,5	14	256	1.100	150
	3,5	4,0	12	550	1.500	160
	5,0	4,0	14	1.000	1.500	175

4.6.ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΜΕ ΤΡΙΒΗ

4.6.1.ΑΡΧΕΣ

Η συγκόλληση με τριβή είναι μια διαδικασία σύνδεσης μετάλλων, όπου οι προς συγκόλληση επιφάνειες κομματιών, θερμαίνονται μέχρι τη δημιουργία εύπλαστης κατάστασης με την δράση των δυνάμεων τριβής και στη συνέχεια, εφαρμόζεται πίεση για να επιτευχθεί η συγκόλληση.

Η μετατόπιση των επιφανειών μεταξύ τους πραγματοποιείται με :

- Περιστροφική κίνηση, η συνδεόμενη επιφάνεια του εξαρτήματος περιστρέφεται αξονικά προς την άλλη συνδεόμενη επιφάνεια.
- Γωνιακή ταλάντωση, η συνδεόμενη επιφάνεια του ενός εξαρτήματος μετακινείται με γωνιακή ταλάντωση ως προς τη συνδεόμενη επιφάνεια του άλλου εξαρτήματος γύρω από κοινό άξονα.
- Κυκλική τροχιά, η συνδεόμενη επιφάνεια του ενός εξαρτήματος μετακινείται με κυκλική κίνηση ως προς την επιφάνεια του άλλου εξαρτήματος ή και οι δύο συνδεόμενες επιφάνειες περιστρέφονται με την ίδια ταχύτητα και φορά διεύθυνσης γύρω από τους μετατοπισμένους άξονες μεταξύ τους.
- Γραμμική ταλάντωση, η συνδεόμενη επιφάνεια του ενός εξαρτήματος μετακινείται με γραμμική ταλάντωση ως προς τη συνδεόμενη επιφάνεια του άλλου εξαρτήματος.

Στην πρακτική βιομηχανία χρησιμοποιείται περισσότερο η περιστροφική κίνηση παρ' όλο που περιορίζει τη συγκόλληση με τριβή εξαρτημάτων από τα οποία το ένα πρέπει να έχει κυκλική διατομή.

Η περιστροφική κίνηση διακρίνεται στις εξής συγκολλήσεις λαμβάνοντας ως σημείο αναφοράς την απαραίτητη ενέργεια:

- Συμβατική συγκόλληση τριβής, εφαρμόζεται στην Ευρώπη και Ιαπωνία στην οποία η περιστροφική κίνηση του εξαρτήματος, στην απαιτούμενη χρονική περίοδο, υλοποιείται από ηλεκτρικό ή υδραυλικό κινητήρα.
- Συγκόλληση τριβής αδράνειας, εφαρμόζεται στις Η.Π.Α., στην οποία η περιστροφική κίνηση του εξαρτήματος υλοποιείται από σφόνδυλο με αποθηκευμένη σ' αυτόν κινητή ενέργεια.

Η συγκόλληση με τριβή μπορεί να θεωρηθεί ως αποτέλεσμα επαφής καθαρών επιφανειών, όπου τα άτομα αντίστοιχων μετάλλων ή κραμάτων διατάσσονται σε χωροκεντρωμένο πλέγμα.

Οι ξένες ακαθαρσίες και τα οξειδία, που καλύπτουν τις εφαιπτόμενες επιφάνειες της σύνδεσης, εμποδίζουν την προσκόλληση και απομάκρυνση από τη θέση σύνδεσης ενώ η στεγανή επαφή μεταξύ αυτών των επιφανειών, ως αποτέλεσμα της δρώσας πίεσης τριβής και της μετέπειτα εξόγκωσης αποτρέπει την εκ νέου οξείδωση. Το συμπιεσμένο υλικό εκτός του επιπέδου σύνδεσης σχηματίζει τη χαρακτηριστική εξογκωμένη ράχη της σύνδεσης, τη λεγόμενη εκροή του μετάλλου.

4.6.2.ΠΕΡΙΟΧΗ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΜΕ ΤΡΙΒΗ

Η συγκόλληση με τριβή χρησιμοποιείται για σύνδεση ανθρακοχαλύβων, κραματωμένων χαλύβων, πολλών άλλων κατηγοριών χαλύβων, εργαλείων ανοξειδωτων, οξύμαχων και πυρίμαχων, χαλκού, αλουμινίου, τιτανίου, ζirkονίου και νιοβίου.

Η μέθοδος αυτή προσφέρεται για σύνδεση υλικών με πάρα πολλές διαφορετικές ιδιότητες, όπως το αλουμίνιο με ανθρακοχάλυβα χαμηλού άνθρακα, χάλυβα οξύμαχο, τιτανίου, νιοβίου, μαγνησίου, χαλκού, κ ά.

Η συγκόλληση με τριβή δεν χρησιμοποιείται στους αυτόματους χάλυβες και ιδιαίτερα αυτών που περιέχουν 0,13% Pb, εξαιτίας της εμφάνισης στη ζώνη σύνδεσης χαρακτηριστικών ανισοτροπιών.

Η συγκόλληση με τριβή χρησιμοποιείται στη βιομηχανία, χαρακτηρίζεται ως μέθοδο ασφαλής και αξίας , για τη σύνδεση μετάλλων και κραμάτων. Οι υψηλές και ωφέλιμες οικονομοτεχνικές παράμετροι της συγκόλλησης με τριβή που επηρεάζουν την:

1. αντικατάσταση πολύπλοκων σφυρήλατων, κοιλωμάτων και χυτών-συγκολλούμενα ημιπροϊόντα- με δύο ή περισσότερα εξαρτήματα με εξαιρετικά απλοποιημένη μορφή.
2. αντικατάσταση κατασκευαστικών εξαρτημάτων, εκτελούμενων στην ολότητά τους από ένα κομμάτι μετάλλου, με τη μέθοδο αφαίρεσης υλικού-συγκολλούμενα εξαρτήματα από ράβδους με διαστάσεις που να πλησιάζουν τις ονομαστικές διαστάσεις.

3. αντικατάσταση κατασκευαστικών εξαρτημάτων, εκτελούμενων στην ολότητά τους από ακριβά μέταλλα- διμεταλλικά ή πολυμεταλλικά- κατασκευασμένα από εξαρτήματα με μέταλλα αρκετά φθηνότερα.
4. εξάλειψη μερικών λιγότερο αποδοτικών και μη εύχρηστων μεθόδων στην παραγωγή συγκολλητών κατασκευών.
5. χρησιμοποίηση νέων κατασκευαστικών λύσεων στην παραγωγή προϊόντων, οι οποίες δεν ήταν δυνατόν να υλοποιηθούν με τη βοήθεια των γνωστών μέχρι σήμερα τεχνολογιών συγκόλλησης.

Η συγκόλληση με τριβή, μεταξύ άλλων, χρησιμοποιείται στην παραγωγή σειράς κατασκευαστικών εξαρτημάτων φορτηγών και επιβατικών αυτοκινήτων, ελκυστήρων, πλατφόρμων, ποδηλάτων, μοτοσικλετών, γεωργικών μηχανημάτων κ.ά.

4.6.3.ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΜΕ ΤΡΙΒΗ

Βασικές παράμετροι συγκόλλησης (Πιν.4.9) με τριβή είναι:

1. Η περιστροφική ταχύτητα (ή γραμμική) και η πίεση τριβής διαμορφώνουν τις θερμικές συνθήκες στην περιοχή σύνδεσης. Με μεγάλη περιστροφική ταχύτητα και μικρή πίεση τριβής, η θέρμανση του υλικού στη θερμοκρασία συγκόλλησης έχει αρκετά αργή πορεία, πράγμα που αυξάνει το χρόνο τριβής, με συνέπεια να αυξάνεται και η ζώνη επηρεαζόμενη θερμικά. Η ταχεία θέρμανση της περιοχής της σύνδεσης επιτυγχάνεται με μικρότερη περιστροφική ταχύτητα και μεγάλη πίεση τριβής.

Η πίεση εξόγκωσης, σκοπός της οποίας είναι το πλησίασμα των θερμαινόμενων επιφανειών σε απόσταση που να διευκολύνεται ο σχηματισμός του μεταλλικού δεσμού, εξαρτάται από τις ιδιότητες αντοχής του υλικού στην περιοχή των θερμοκρασιών, τέτοιων που συνήθως χρησιμοποιούνται στην πλαστική κατεργασία εν θερμώ. Αρκετά μεγάλη πίεση προξενεί τεράστιες παραμορφώσεις στη ζώνη σύνδεσης, επιζήμιες όσον αφορά την αντοχή.

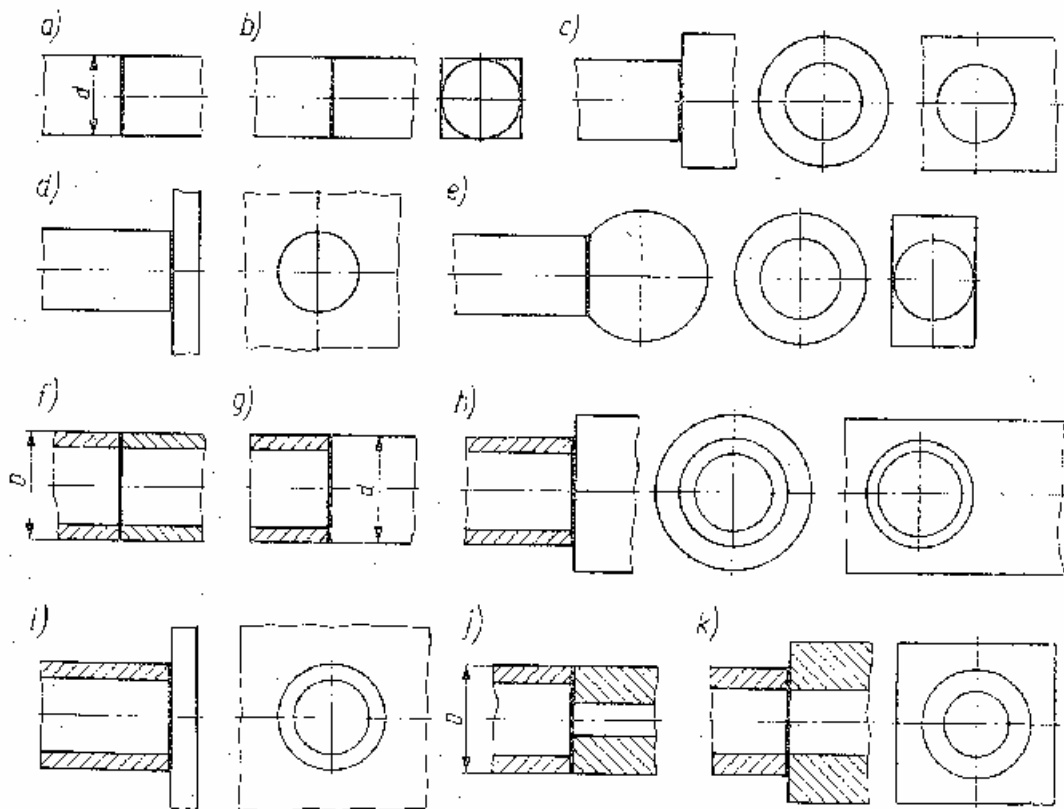
Η συγκόλληση με τριβή εξασφαλίζει σύνδεση χωρίς τυπικά σφάλματα σε σύγκριση με άλλες μεθόδους. Λόγο των μηχανικών ιδιοτήτων οι δημιουργούμενες δομές στη ζώνη επηρεαζόμενη θερμικά πρέπει όπου είναι απαραίτητο να διενεργούνται σ' αυτές θερμικές κατεργασίες για κάθε υλικό.

Παράμετροι συγκόλλησης με τριβή μερικών μετάλλων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.9

Συνδεόμενο υλικό	Διάμετρος αντικειμένου mm	Αριθμός στροφών στρ/μίν	Πίεση κατά την τριβή kG/mm ²	Πίεση κατά τη διόγκωση kG/mm ²	Διαδρομή διόγκωσης mm	Χρόνος συγκόλλησης s
Si3S - Si3S	20	3000	3,2	6,4	5	10
Χυτοσίδηρος - Χυτοσίδηρος	20	3000	6,4	6,4	4	25
Al - Al	20	3000	0,8	0,8	3	4
Ορείχαλκος - ορείχαλκος	20	3000	1,1	1,5	4	5
Μπρούντζος - χάλυβας	20	1500	2,5	2,5	6 - 8	8 - 9
Χαλκός - χαλκός	40	920	3,5	15	20	30
Cu - Al	8	1350	2 - 3	10 - 20	—	10 - 20

Τα κατασκευαστικά εξαρτήματα συγκολλούμενα με τριβή χαρακτηρίζονται από την ίδια διάρκεια ζωής με τα εξαρτήματα εκτελούμενα π.χ από ένα τμήμα υλικού ή ως σφυρήλατα.



Σχ.4.20 Βασικές συνδέσεις εκτελούμενες με τη βοήθεια της συγκόλλησης με τριβή.

4.7.ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΜΕ ΕΚΡΗΞΗ

4.7.1.ΓΕΝΙΚΑ

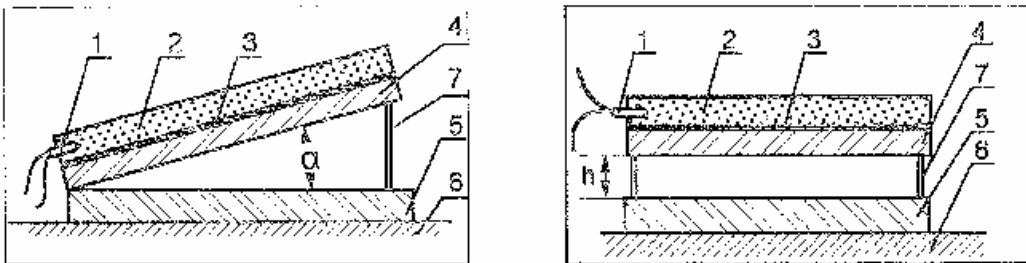
Η διαδικασία συγκόλλησης με έκρηξη χαρακτηρίζεται από:

- τη δυνατότητα ευρείας χρησιμοποίησης της σύνδεσης διαφόρων μετάλλων και κραμάτων
- τη δυνατότητα σύνδεσης μετάλλων τόσο με πολύ μεγάλες επιφάνειες όσο και με μικρές
- τις ικανοποιητικές μηχανικές και τεχνολογικές ιδιότητες των συνδέσεων καθώς και από την ανθεκτικότητα στη διάβρωση και στην επίδραση των υψηλών θερμοκρασιών και,
- το χαμηλό κόστος.

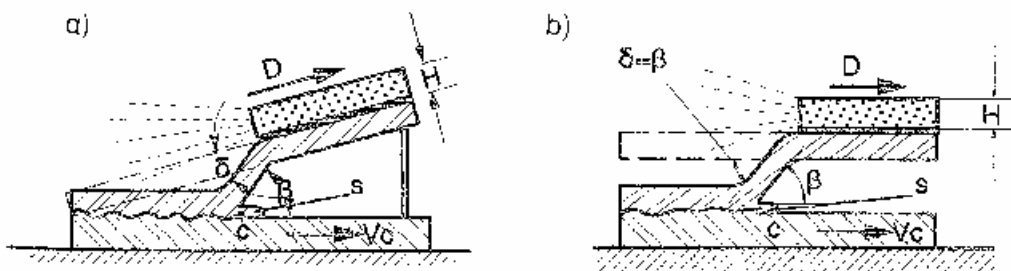
Αυτή η μέθοδος συγκόλλησης χρησιμοποιείται από τις πλέον εκβιομηχανισμένες χώρες του κόσμου. Παρόλα αυτά δεν χρησιμοποιείται ευρέως.

4.7.2. Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΜΕ ΕΚΡΗΞΗ

Οι συγκολλούμενες πλάκες 4 και 5 είναι τοποθετημένες υπό γωνία α ή παράλληλα πάνω στη βάση 6. Το εκρηκτικό υλικό 2 βρίσκεται πάνω στην πλάκα 4, που πυροδοτείται διαμέσου του προστατευτικού καλύμματος 3. Ο πυροκροτητής προξενεί την έκρηξη του εκρηκτικού υλικού της οποίας το μέτωπο μετακινείται με ταχύτητα D κατά μήκος της πλάκας 4. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η πλάκα να καμφθεί κατά μια γωνία δ ως προς την διεύθυνση της πλάκας 5 που προξενεί τη σύγκρουση των πλακών με γωνία $\beta = \alpha + \delta$, για το σύστημα με αρχική γωνία α ή $\beta = \delta$ για το συνηθέστερα χρησιμοποιημένο παράλληλο σύστημα. Η γωνία β ονομάζεται γωνία κρούσης και η γωνία δ ονομαστική γωνία ώθησης ή επιστροφής.



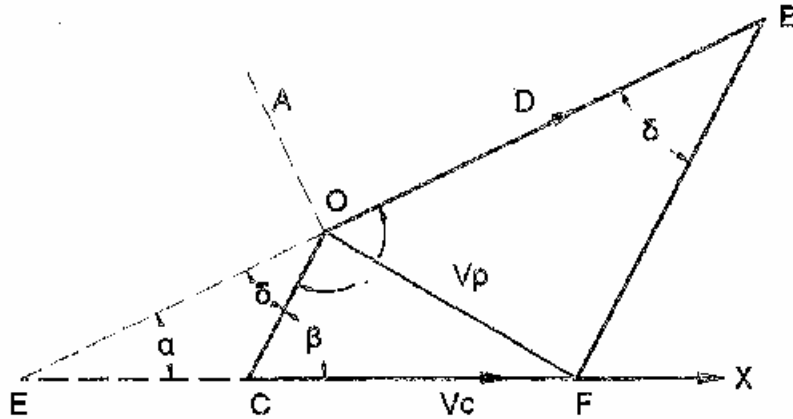
Σχ.4.21. Σχήματα βασικών συστημάτων συγκόλλησης με έκρηξη. 1 = πυροκροτητής, 2 = εκρηκτικό υλικό, 3 = προστατευτικό επικάλυμμα, 4 = πυροδοτούμενη πλάκα, 5 = βασική πλάκα, 6 = υπόβαθρο, 7 = πείρος αποστάσεως, h = αρχική απόσταση μεταξύ των πλακών, α = αρχική γωνία τοποθέτησης.



Σχ.4.22. Σχήματα πορείας της κρούσεως και συγκόλληση με έκρηξη: β – γωνία κρούσεως, δ - γωνία ώθησης, D -ταχύτητα πυροκρότησης του εκρηκτικού υλικού. V_c - ταχύτητα του σημείου κρούσεως, H - ύψος του στρώματος του εκρηκτικού υλικού, s - ροή καθαρισμού (επιστροφής).

4.7.3.ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ ΤΩΝ ΣΥΓΚΡΟΥΟΜΕΝΩΝ ΠΛΑΚΩΝ

Σύμφωνα με το γεωμετρικό σχήμα (Σχ.4.23) καθορίζονται οι τρεις σχέσεις μεταξύ των συγκρούμενων πλακών :



Σχ.4.23. Γεωμετρικό σχήμα της κίνησης και κρούσης των συγκολλούμενων πλακών σε τυχαίο χρόνο

$$V_p = D \frac{hm(b-a)}{sw\left(\frac{b-a}{2}\right)} = 2Dhm\left(\frac{b-a}{2}\right) = 2Dhm\frac{d}{2} \quad (1)$$

$$V_c = V_p \frac{sw(b/2)}{hmb} = D \frac{hmd}{hmb} \quad (2)$$

$$V_1 = V_c \frac{sw\left(\frac{b+a}{2}\right)}{sw\left(\frac{b-a}{2}\right)} = D \frac{hmd}{hmb} \cdot \frac{sw\left(\frac{b+a}{2}\right)}{sw\left(\frac{d}{2}\right)} \quad (3)$$

Εάν έχουμε παράλληλη τοποθέτηση τότε έχουμε $a=0$ και $V_1=V_c=D$.

Τα σχήματα μας επιτρέπουν να καθορίσουμε τη διεύθυνση της ταχύτητας κρούσης V_p . Υπάρχει μια σειρά σχέσεων που ξεκινάει από τον τύπο Qurneja που επεξεργάσθηκε. Μια από αυτές είναι η σχέση stern.

$$V_p = \sqrt{2E_k} \left(\frac{5/3R}{R^2 + 5R + \frac{5}{4}} \right)^{1/2} \quad (4)$$

$$V_p = D \cdot \frac{612R}{2+R} \quad (5)$$

$$\text{Όπου } R = \frac{1/pm}{g \cdot p} \quad (6)$$

Και E_k = κινητική ενέργεια έκρηξης

H = ύψος εκρηκτικού στρώματος υλικού

ρm = πυκνότητα του εκρηκτικού υλικού

g, p = πάχος και πυκνότητα της πυροδοτούμενης πλάκας.

Ο Dieribas (5) προτείνει τη σχέση :

$$V_p = 1,2D \frac{\left(1 + \frac{32}{27}R\right)^{1/2} - 1}{\left(1 + \frac{32}{27}R\right)^{1/2} + 1} \quad (7)$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ : Μια μηχανή συγκόλλησης με $R = 0,55$ και ταχύτητα $D = 0,5$ Km/h , θα έχει ταχύτητα κρούσης :

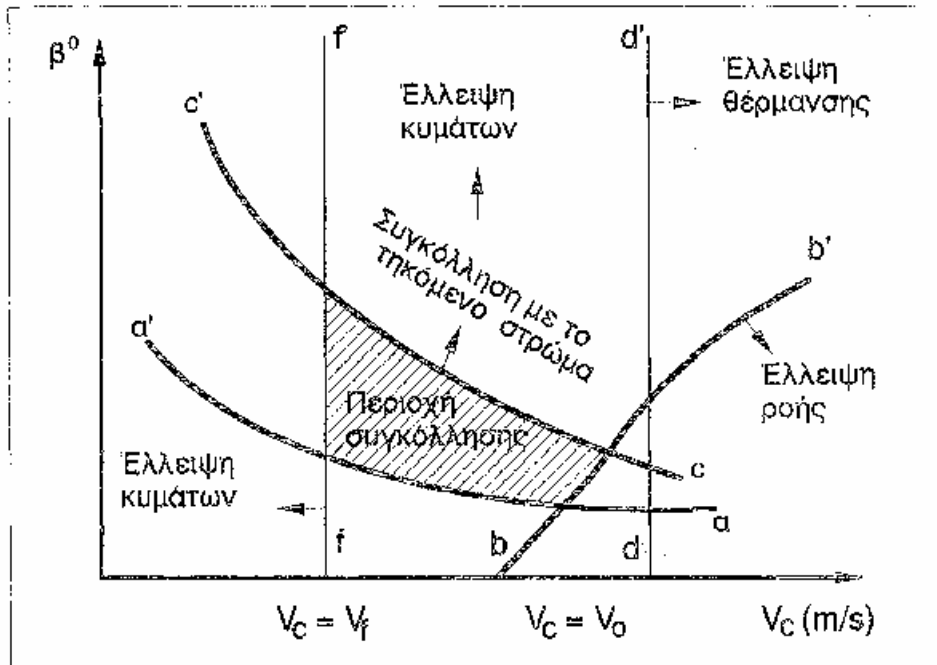
$$V_p = 0,5 \frac{612 \cdot 0,55}{0,25 + 1000} = 66 \text{ Km/h}$$

4.7.4. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΠΙΤΕΥΞΗΣ ΤΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ–ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ

Στην προηγούμενη παράγραφο αναφέραμε ότι για να έχουμε συγκόλληση των πλακών θα πρέπει αυτές να βρίσκονται κάτω από κάποιες ορισμένες προϋποθέσεις. Είναι γενικά αποδεκτό ότι με την αναπτυσσόμενη υψηλή πίεση κατά την κρούση της τάξεως εκατοντάδων χιλιάδων ατμοσφαιρών η αντοχή του υλικού είναι πολύ μικρή ενώ η κίνηση στην περιοχή της κρούσης μπορεί να θεωρηθεί ως ροή συμπιεσμένων μη ιξωδών υγρών. Στην περίπτωση αυτή γίνεται αποδεκτό το υδροδυναμικό μοντέλο.

Οι Christensen, Dieribas και Zacharienkos πρότειναν την κατασκευή ενός διαγράμματος στις συντεταγμένες $\beta-V_k$, στις οποίες οι ελάχιστες και μέγιστες τιμές

των παραμέτρων για κάθε κρούση καθορίζουν την περιοχή των παραμέτρων στην οποία μπορεί να επιτευχθεί η σύνδεση.



Σχ.4.24. Περιοχή των παραμέτρων που επιτρέπουν τη συγκόλληση δύο ίδιων μετάλλων ή κραμάτων «παράθυρο, συγκόλλησης».

Η καμπύλη bb' και η ευθεία dd' αντιπροσωπεύουν την συνθήκη όπου η ταχύτητα V_c πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα διάδοσης του πλαστικού κύματος C_p ή του ήχου C_o στα συγκολλημένα μέταλλα. Η ευθεία bb' προκύπτει όταν $V_c=V_o$.

Η ευθεία ff', μια από τις κατασκευές συγκόλλησης με έκρηξη χαρακτηρίζεται από την επιφάνεια σύνδεσης με μορφή ομαλών κυμάτων.

Η ευθεία ff' αντιπροσωπεύει την ταχύτητα V_c που μετά την υπέρβασή της διαμορφώνει κυματοειδή επιφάνεια σύνδεσης. Η ταχύτητα με βάση την εργασία του Conan μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση

$$V_c^2 = \frac{2(HV_1 + HV_2)}{p_1 + p_2} Re$$

όπου : p_1, p_2 = πυκνότητες

HV_1, HV_2 = σκληρότητες των συγκολλούμενων πλακών

Re = αριθμός Reynolds (Re = 10,6)

Η καμπύλη αα' ονομάζεται συνήθως κάτω όριο συγκόλλησης. Αντιπροσωπεύει την συνθήκη ότι για να μπορεί να προκύψει συγκόλληση, η ταχύτητα V_p πρέπει να είναι τόσο μεγάλη, ώστε στην περιοχή κρούσης να δημιουργηθεί πλαστική κατάσταση.

Για την επίτευξη αυτής της σύνδεσης πριν από το σημείο κρούσης πρέπει να αναπτυχθεί αντίστροφη ροή που να καθορίζει την επιφάνεια των συγκολλημένων πλακών.

Ο Wittman προτείνει την σχέση

$$V_p = \frac{5(HEL)}{p \cdot C_o}$$

όπου: HEL = το όριο ελαστικότητας Hugoniot

p = πυκνότητα του υλικού

C_o = ταχύτητα μετάδοσης του ήχου στο υλικό.

Ο Dieribas και Zacharienko προτείνουν τον καθορισμό αυτής της καμπύλης από την σχέση

$$b \text{ min} = 1,14 \left(\frac{HV}{p \cdot U_c^2} \right)^{1/2}$$

όπου :HV = σκληρότητα του υλικού

p = πυκνότητα του υλικού

Η καμπύλη CC' ονομάζεται συνήθως άνω όριο συγκόλλησης. Ο Sobky αναφέρει ότι η καμπύλη αυτή αντιπροσωπεύει την ταχύτητα κρούσης V_p , η οποία αν ξεπεραστεί δημιουργείται υπέρηξη των συγκολλούμενων επιφανειών, που επιδρούν ανώφελα στην ποιότητα της επιφάνειας. Ο συγγραφέας αυτός μαζί με το Wittman δίνουν τη σχέση που επιτρέπει τον καθορισμό της οριακής ταχύτητας V_p :

$$V_p = \frac{1}{N} \cdot \frac{(T_t \cdot C_o)^{1/2}}{V_c} \cdot \left(\frac{I \cdot C_o \cdot C_p}{p \cdot u_1} \right)^{1/4}$$

όπου :N = σταθερά

T_t = θερμοκρασία τήξης του μετάλλου

λ = συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας

C_p = ειδική θερμότητα

p = πυκνότητα

g_1 = πάχος της πυροδοτούμενης πλάκας

Στην διαγραμμισμένη περιοχή βρίσκεται η κανονική συγκόλληση με έκρηξη, στο μονομεταλλικό σύστημα. Στην περίπτωση του διμεταλλικού συστήματος καθορίζεται

πρώτα το άνοιγμα (παράθυρο) συγκόλλησης για κάθε μέταλλο και στη συνέχεια συγκρίνονται τα επιτευχθέντα διαγράμματα.

Η συγκεκριμένη μέθοδος απαιτεί τον καθορισμό των βασικών παραμέτρων συγκόλλησης β , V_c , U_p . Επίσης απαραίτητος είναι ο καθορισμός της αρχικής απόστασης h ανάμεσα στις συγκολλούμενες πλάκες καθώς και η ανάλογη προετοιμασία.

Η αρχική απόσταση h γίνεται αποδεκτή $h=(0,5\div 1,0) g_1$, όπου g_1 το πάχος της εκपुरσοκροτημένης πλάκας.

Οι επιφάνειες που συγκολλούνται πρέπει να προετοιμαστούν κατάλληλα.

Ενώ τα εκρηκτικά υλικά είναι μίγματα αραιά που έχουν ως βάση TNT ή δυναμίτη ή νιτρικό αμμώνιο μαζί με άλλες αναμίξεις. Τα υλικά αυτά έχουν ταχύτητες εκρήξεων $D=1800\div 3500\text{m/s}$ και με πυκνότητες $\Gamma_M = (0,8 \div 12) \text{g/cm}^3$.

4.7.5. Η ΜΟΡΦΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ

Οι συγκολλήσεις με έκρηξη μπορούν να έχουν τις παρακάτω μορφές. Επίπεδη με ενδιάμεσο στρώμα που επιτυγχάνεται όταν οι παράμετροι βρίσκονται κοντά στην τομή των καμπυλών aa' ή bb' . Επίπεδη με προσανατολισμένη υφή που επιτυγχάνεται με παραμέτρους κοντά στην τομή της καμπύλης ff'' ή cc' ή αριστερά της καμπύλης ff' . Ομαλά κύματα χωρίς ενδιάμεσα στρώματα χαρακτηρίζει την κυματοειδή μορφή που επιτυγχάνεται λίγο πάνω από την καμπύλη aa' .

4.7.6. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΜΕ ΕΚΡΗΞΗ

Η συγκόλληση με έκρηξη χρησιμοποιείται ιδιαίτερα για την επίτευξη σύνθετων μεταλλικών φύλλων στρωματικής διάταξης. Η διαδικασία αυτή δεν είναι ανταγωνιστική για τις άλλες μεθόδους. Απλά διευρύνει κατά ωφέλιμο τρόπο την περιοχή των δυνατοτήτων επίτευξης σύνθετων φύλλων που με άλλες μεθόδους είναι αδύνατο να επιτευχθεί.

Επίσης είναι ωφέλιμη η δημιουργία πλινθωμάτων τα οποία κατά την συγκόλληση με έκρηξη και στην συνέχεια με έλαση επιτυγχάνουν μεγάλα σύνθετα φύλλα με μεγάλη αντοχή.

Αναφέρεται πως στις Η.Π.Α. έχουν κατασκευαστεί νομίσματα επικαλυμμένα και από τις δύο πλευρές με έκρηξη, για την επικάλυψη των πτερύγιων των υδροστρόβιλων στο σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Στην Ιαπωνία έχουν είδη αρχίσει οι

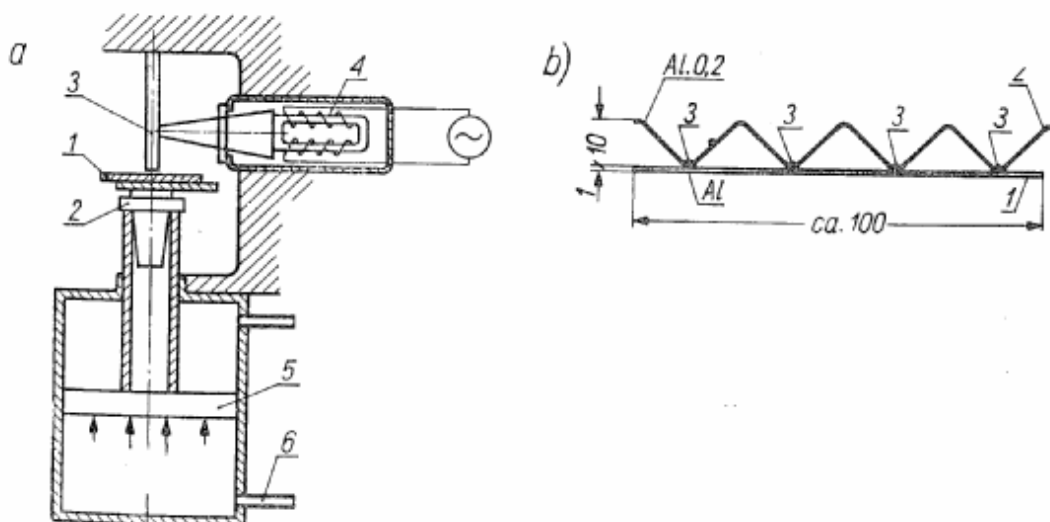
δοκιμές για την επικάλυψη των κοχλιών μετάδοσης κίνησης. Στην Πολωνία χρησιμοποιείται η μέθοδος της συγκόλλησης με έκρηξη για την κατασκευή σύνθετων διάτρητων φύλλων επικαλυμμένων με ορείχαλκο . Επίσης η μέθοδος αυτή βρήκε εφαρμογή στην παραγωγή εξαρτημάτων που είχαν σαν αποτέλεσμα την κατασκευή μονάδων, στις οποίες οι κατασκευές κραμάτων αλουμινίου συνδέονται με χαλύβδινο υπόβαθρο .

4.8.ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΜΕ ΥΠΕΡΗΧΟΥΣ

Με την μέθοδο της συγκόλλησης με υπέρηχους μπορούμε να συνδέσουμε όμοια ή διαφορετικά υλικά σε στερεή κατάσταση με προσαγωγή υπερηχητικών μηχανικών ταλαντώσεων στην περιοχή συγκόλλησης .

Κατά την συγκόλληση χρησιμοποιείται συνήθως συχνότητα των μηχανικών ταλαντώσεων της τάξεως των 18 έως 20 KHz και επομένως είναι ταλαντώσεις στην περιοχή των υπερηχητικών ταλαντώσεων απ' όπου προκύπτει και η ονομασία .

Στο παρακάτω σχήμα (Σχ.4.25) φαίνεται η συσκευή συγκόλλησης με υπέρηχους. Ο πιεζοηλεκτρικός μεταλλάκτης 4 τροφοδοτείται με ρεύμα υψηλής συχνότητας από τη γεννήτρια . Το εναλλασσόμενο μαγνητικό πεδίο προξενεί μεταβολή στις διαστάσεις του πυρήνα του μεταλλάκτη 4 και θέτει σε ταλάντωση με συχνότητα ταλαντώσεων του ρεύματος και με σχετικά μικρό εύρος. Αρκεί να σημειωθεί ότι υπάρχει η δυνατότητα συγκόλλησης γραμμικής και σημειακής .



Σχ.4.25 Συγκόλληση με υπέρηχους: α) συσκευή συγκόλλησης, β) παράδειγμα συγκόλλησης ελάσματος αλουμινίου πάχους 0,2 mm με έλασμα πάχους 0,1 mm

4.8.1.ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΜΕ ΥΠΕΡΗΧΟΥΣ

Η συγκόλληση με υπέρηχους έχει χρησιμότητα για την σύνδεση εξαρτημάτων με επίπεδες επιφάνειες, καθώς επίσης και στην σύνδεση συρμάτων με επίπεδα εξαρτήματα. Η ποιότητα της συνδέσεως εξαρτάται από τις παραμέτρους της σύνδεσης όπως τη συχνότητα, το εύρος, το χρόνο δράσης ταλάντωσης, όπως επίσης και το μέγεθος της πίεσης. Στον παρακάτω τύπο δίνεται το εύρος των ταλαντώσεων.

$$Am = kn \frac{ne \cdot Ne}{2p \cdot F \cdot ps}$$

Όπου :

K_n = το σύνολο των συντελεστών που συσχετίζουν τις ιδιότητες του συστήματος ταλαντώσεων, τις απώλειες του, το χαρακτήρα αντίστασης της φορτίσεως κ. α.

ne = ηλεκτρική ισχύς του μεταλλάκτη ταλαντώσεων

Ne = ηλεκτροακουστικής συντελεστής απόδοσης του συστήματος ταλαντώσεων

F = συχνότητα ταλαντώσεων

ps = πίεση

Το εύρος είναι ο κύριος παράγοντας για την αφαίρεση ακαθαρσιών οξειδίων από την επιφάνεια των συγκολλούμενων υλικών, για την ποσότητα ελκυόμενης θερμότητας και την κατανομή της θερμοκρασίας στο σημείο της σύνδεσης. Παρόλα αυτά μια αύξηση του εύρους έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση των ιδιοτήτων που μπορεί να φτάσει έως και την καταστροφή της κόλλησης. Ενώ από την άλλη η μείωση του εύρους θα έχει σαν αποτέλεσμα την ελάττωση της αντοχής κόλλησης ενώ αν φτάσει κάτω από κάποια τιμή η κόλληση δεν σχηματίζεται καθόλου, ανεξάρτητα από το χρόνο θέρμανσης. Το εύρος είναι αποδεκτό από 5-25 μm

Η πίεση εξασφαλίζει την επαφή των συνδεόμενων επιφανειών καθώς και την προσαγωγή της μηχανικής ενέργειας σε αυτή τη θέση. Η τιμή της πίεσης εξαρτάται από το κάθε υλικό. Με την αύξηση της σκληρότητας του πάχους των συνδεόμενων υλικών και του ορίου πλαστικότητας, η πίεση αυξάνεται. Η τιμή της υπολογίζεται προσεγγιστικά από τον παρακάτω τύπο :

$$Ps = Re \cdot S$$

όπου Re = το όριο πλαστικότητας συγκολλούμενου υλικού S = επιφάνεια εργασίας

Ο χρόνος συγκόλλησης t είναι συνάρτηση του εύρους των ταλαντώσεων και της πίεσης. Ο απαραίτητος χρόνος για το σχηματισμό της σύνδεσης μειώνεται με το μέτρο αύξησης του εύρους των ταλαντώσεων, της πίεσης και τη μείωση του πάχους των συγκολλούμενων υλικών.

Η συχνότητα των ταλαντώσεων f καθορίζεται από την συχνότητα του συστήματος ταλαντώσεων και είναι σταθερά, εάν εργάζεται συντονισμένη με την συχνότητα της γεννήτριας. Η επιλογή της συχνότητας των ταλαντώσεων εξαρτάται από το πάχος και τις ιδιότητες του συγκολλούμενου μετάλλου .

Για την συγκόλληση χοντρών υλικών με μικρή σκληρότητα, έχουμε συχνότητα στις συσκευές 18-22 kHz. Ενώ κατά τη συγκόλληση πολύ λεπτών μετάλλων χρησιμοποιούμε συχνότητα ταλαντώσεων 40-160 kHz. Στον παραπάνω πίνακα (Πιν.4.10) δίνονται οι παράμετροι συγκόλλησης με υπέρηχους.

Παράμετροι συγκόλλησης με υπέρηχους μερικών μη σιδηρούχων μετάλλων.

ΠΙΝΑΚΑΣ4.10.

Συγκολλούμενο υλικό	Πάχος υλικού, mm	πίεση kG	Χρόνος συγκόλλησης, s	Εύρος (amplitude) ταλαντώσεων μm
AlMnI ανοιπημένο	0,5 + 0,5	100	1,80	17
	1 + 1	150	2,40	15
	1,5 + 1,5	160	3,80	17
AlMg5	0,5 + 0,5	140	2,20	14
	1 + 1	160	3,35	14
Cu 99,9 ανοιπημένος	0,1 + 0,1	30	0,70	14
	0,3 + 0,3	70	1,25	16
	0,5 + 0,5	180	3,25	17
	1 + 1	320	5,35	17
Ζιρκόνιο	0,5 + 0,5	90	0,25	24
Ορείχαλκος	0,2 + 0,2	100	0,75	7 - 10

4.8.2.ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ

Δυνατότητες συγκόλλησης διαφόρων υλικών με υπέρηχους.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.11

Al	Be	Pb	Ge	Χαλκός	Au	Cu	Cu-Ni	Mg	Mn	Mo	Ni	Nb	Pd	Pt	Ag	Si	St	Ανοξ. κάλ.	Ta	Ti	V	W	Zn	Sn	Zr		
⊗	⊗		⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗						⊗	⊗							Αλουμίνιο	
	⊗																			⊗							Βηρύλλιο
				⊗																							Μόλυβδος
			⊗	⊗																							Γερμάνιο
			⊗	⊗	⊗																						Υαλος
				⊗	⊗	⊗		⊗	⊗	⊗	⊗												⊗				Χρυσός
					⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗				⊗	⊗	⊗	⊗								⊗	Χαλκός
						⊗	⊗																				Χαλκός - Νικέλιο
							⊗															⊗					Μαγνήσιο
								⊗	⊗	⊗	⊗																Ορειχαλκος
									⊗	⊗	⊗												⊗				Μολυβδαίνιο
										⊗	⊗																Νικέλιο
											⊗																Νιόβιο
												⊗															Παλλάδιο
													⊗														Πλατίνα
														⊗								⊗					Ασήμι
															⊗												Πυρίτιο
																⊗						⊗					Χάλυβας
																	⊗										Ανοξειδ. κάλυβας
																		⊗				⊗					Ταντάλιο
																			⊗								Τιτάνιο
																				⊗							Βανάδιο
																					⊗						Βολφράμιο
																						⊗					Ψευδάργυρος
																							⊗				Κασσίτερος
																								⊗			Ζιρκόνιο

Η συγκόλληση με υπέρηχους συνήθως χρησιμοποιείται για μέταλλα με καλή πλαστικότητα και μικρή ηλεκτρική αντίσταση όπως το αλουμίνιο, ο ηλεκτρολυτικός

χαλκός, άργυρος, ο χρυσός, ο λευκόχρυσος, κ.α. Τα μέγιστο πάχος των συνδεόμενων εξαρτημάτων πρακτικά δεν ξεπερνάει τα 2.1mm στην περίπτωση του αλουμινίου και 2,1 στην περίπτωση του χαλκού.

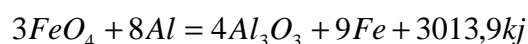
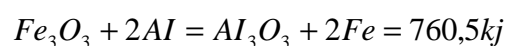
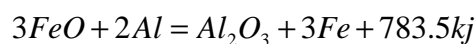
Τα πλεονεκτήματα της σύνδεσης με υπέρηχους:

1. Παρέχουν πολύ υψηλές ιδιότητες αντοχής της σύνδεσης από την άποψη των ελάχιστων φυσικοχημικών μεταβολών του υλικού στην περιοχή της σύνδεσης.
2. Υπάρχει δυνατότητα εύκολης σύνδεσης του χαλκού, του αλουμινίου και πολλών άλλων μετάλλων.
3. Χρειάζεται μικρή απαιτούμενη ισχύς περίπου 5% της ισχύος που χρειάζεται για τη συγκόλληση με ηλεκτρική αντίσταση.

4.9.ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΘΕΡΜΟΧΗΜΙΚΗ

4.9.1.ΑΡΧΕΣ

Ο θερμίτης είναι ένα μίγμα κονιάματος οξειδίων σιδήρου , με κονίαμα αλουμινίου , σε αναλογία βάρους 3.1 : 1 . Η αλουμινοθερμική αντίδραση συνίσταται για την αναγωγή των οξειδίων σιδήρου με το αλουμίνιο. Η πορεία της αντίδρασης είναι η παρακάτω :



Κατά την διαδικασία της αντίδρασης εκλύεται μεγάλη θερμότητα, ο θερμίτης τοποθετείται σε κάδο κατασκευασμένο από πυρίμαχο υλικό και με την βοήθεια ενός καυστήρα αναφλέγεται. Η αντίδραση ξεκινάει από την επιφάνεια μέχρι να τελειώσει ο θερμίτης οποίος έχει τοποθετηθεί μέσο στον κάδο. Η θερμοκρασία της αντίδρασης είναι 2400 ÷ 2600. °C Ο ρευστός σίδηρος μένει στον πυθμένα, ως βαρύτερος, ενώ ως ελαφρά σκουριά ανεβαίνει στην επιφάνεια το οξείδιο του αλουμινίου. Ο σίδηρος και η σκουριά αποτελούν την πηγή θερμότητας κατά την συγκόλληση με τήξη

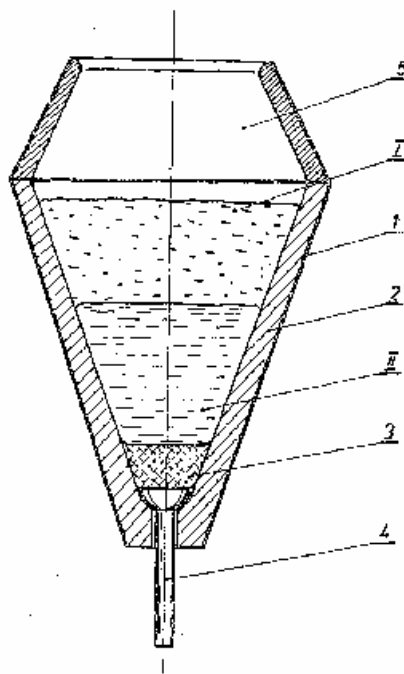
4.9.2.ΘΕΡΜΟΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΜΕ ΤΗΞΗ

Με την διαδικασία της θερμοσυγκόλλησης, δηλαδή τη χρησιμοποίηση ενός μετάλλου ως μέσο θερμότητας για την συγκόλληση με τήξη, τα κομμάτια που είναι προς συγκόλληση τοποθετούνται σε ένα καλούπι από πυρίμαχο υλικό το οποίο θα δώσει την επιθυμητή μορφή της κόλλησης .

Σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα (Σχ.4.26) ο θερμίτης τοποθετείται σε κάδο ο οποίος αποτελείται από χαλύβδινο περίβλημα, κατασκευασμένος από πυρίμαχο υλικό. Καθώς επίσης έχει και προφυλακτικό κάλυμμα για να προστατεύει από τα πιτσιλίσματα. Εφόσον γίνει η θερμοχημική αντίδραση ο χάλυβας χύνεται με την ανύψωση του κλείστρου 4.

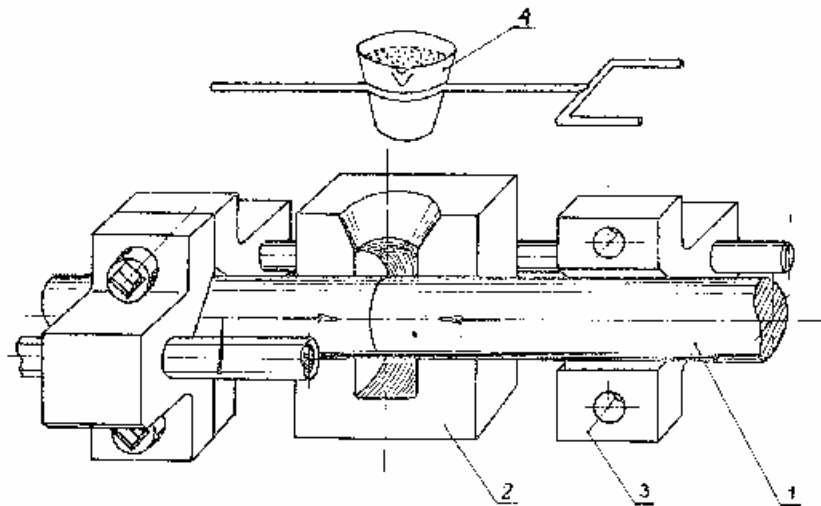
Στη συνέχεια για να πραγματοποιηθεί η διαδικασία της συγκόλλησης τα προς συγκόλληση αντικείμενα προθερμαίνονται με καυστήρα ασετυλίνης και οξυγόνου σε θερμοκρασίες από 800-1000°C.

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται περισσότερο σε μεγάλα χαλύβδινα εξαρτήματα όπως είναι η επισκευή σιδηροτροχιών τρένων. Για μια σύνδεση κανονικής σιδηροτροχιάς χρειάζονται 11 λεπτά και 25 δευτερόλεπτα .



Σχ.4.26 Χρησιμοποιούμενος κάδος κατά τη θερμοσυγκόλληση: 1 - χαλύβδινο περίβλημα, 2 - πυρίμαχο υλικό, 3 - πώμα αμιάντου, 4 - κλείστρο, 5 - προφυλακτικό κάλυμμα.

4.9.3.ΘΕΡΜΙΤΟΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΜΕ ΠΙΕΣΗ



Σχ.4.27 Προετοιμασία αντικειμένου για τη θερμοσυγκόλληση με πίεση: 1 – αντικείμενο, 2 – καλούπι, 3 – πρέσα κοχλία, 4 – κάδος

Κατά την διαδικασία αυτή τα συνδεόμενα άκρα συμπιέζονται με πρέσα κοχλία ή με υδραυλική πρέσα. Το σημείο της επαφής περιβάλλεται από καλούπι με μάζα μορφοποίησης. Ο χρησιμοποιούμενος κάδος δεν έχει οπή στον πυθμένα. Με την κλήση του κάδου πρώτα χύνεται η σκουριά και έπειτα ο σίδηρος .

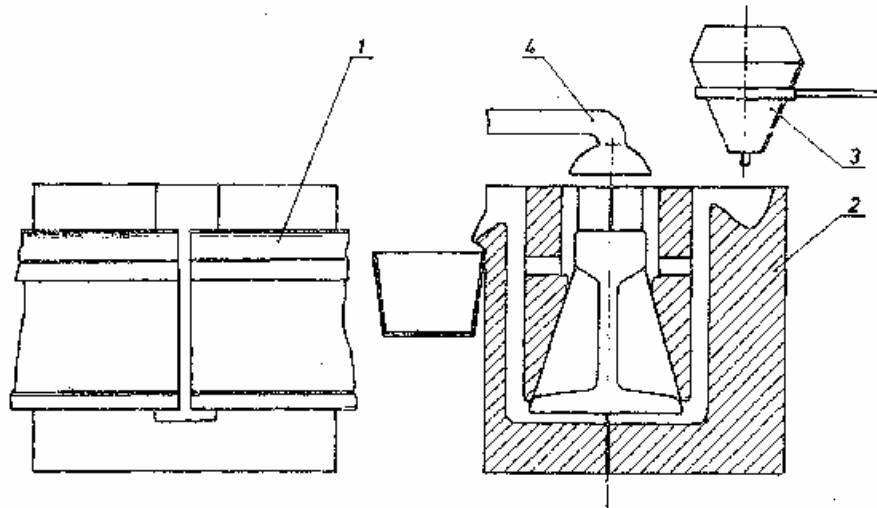
Η σκουριά περιβάλλει τα τοιχώματα του αντικειμένου και στερεοποιείται σε αυτά με λεπτό στρώμα το οποίο στη συνέχεια διαχωρίζεται από το σίδηρο και τα τοιχώματα του αντικειμένου. Οι συνδεόμενες διατομές των αντικειμένων που είναι προς σύνδεση γρήγορα θερμαίνονται ώστε έρχονται σε μια εύπλαστη κατάσταση και λόγω της πίεσης που ασκείται συνδέονται. Μετά την αφαίρεση του καλουπιού ο λαιμός που έχει δημιουργηθεί αφαιρείται με κρούση ή με οξυγονοκοπή .

Αυτή η διαδικασία συγκόλλησης χρησιμοποιείται σε μεγάλες διατομές που δεν είναι δυνατή η χρήση μηχανών συγκόλλησης .

4.9.4.ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΣΙΔΗΡΟΓΡΑΜΜΩΝ ΜΕ ΣΥΝΔΥΑΣΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟ

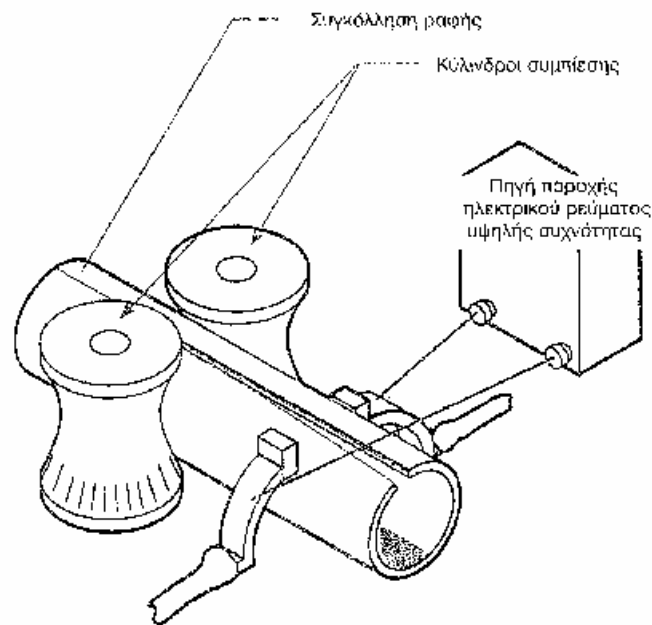
Η συνδυαστική μέθοδος (Σχ.4.28) στη μία φάση της, χρησιμοποιεί τη συγκόλληση με πίεση και στην άλλη φάση της τη συγκόλληση με τήξη. Στην αρχή έχουμε τη συγκόλληση των κεφαλών με πίεση και στη συνέχεια συγκολλούνται οι κορμοί και τα κάτω πέλματα με τήξη .Ανάμεσα στις κεφαλές τοποθετούνται τα παρεμβάσματα από

ανθρακοχάλυβα με χαμηλό σίδηρο πάχους 6-10 mm. Ανάμεσα στους καδμούς και τα πέλματα παραμένει το 4 διάκενο το οποίο γεμίζει με σίδηρο που επιτεύχθηκε από το θερμίτη . Στον κάδο καίγεται μόνος του ο θερμίτης ώστε ο σίδηρος που απομένει να γεμίσει το διάκενο μέχρι την κεφαλή και περιβάλλεται μόνο από σκουριά με μοναδικό στόχο τη θέρμανση του μετάλλου της κεφαλής και του χαλύβδινου παρεμβάσματος . Τέλος η συγκόλληση των κεφαλών επιτυγχάνεται με την εφαρμογή πίεσης με πρέσα.



Σχ.4.28 Συγκόλληση σιδηροτροχιών με τη συνδυαστική μέθοδο: 1 – σιδηροτροχιά, 2 – καλούπι, 3 – κάδος.

4.10.ΕΠΑΓΩΓΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ



Σχ.4.29 Διαδικασία συγκόλλησης ραφής με επαγωγή.

Η διαδικασία συγκόλλησης με επαγωγή (Σχ.4.29) έχει την αρχή της στο φαινόμενο της επαγωγής. Όταν ένας αγωγός βρεθεί σε μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο τότε δημιουργείται σε αυτόν τάση. Αν ο αγωγός σχηματίζει κλειστό κύκλωμα ,δημιουργείται ηλεκτρικό ρεύμα που διαρρέει τον αγωγό. Η τάση που αναπτύσσεται είναι ανάλογη της συχνότητας μεταβολής του μαγνητικού πεδίου.

Κατά την επαγωγική μέθοδο συγκόλλησης το ρεύμα υψηλής συχνότητας περνάει μαγνητικά από μια χάλκινη περιέλιξη χωρίς να έρχονται σε επαφή τα ηλεκτρόδια με τα προς συγκόλληση μέταλλα. Το υψηλής συχνότητας ηλεκτρικό ρεύμα το οποίο χρησιμοποιείται σε αυτήν τη μέθοδο συγκόλλησης, οριοθετεί την περιοχή της θερμικά επηρεαζόμενης ζώνης, με αποτέλεσμα να έχουμε ισχυρότερες συνδέσεις σε μια ποικιλία μετάλλων .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΤΕΡΟΓΕΝΕΙΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ

5.1. ΓΕΝΙΚΑ

Στις ετερογενείς συγκολλήσεις η κόλληση είναι διαφορετικής χημικής σύνθεσης από το υλικό των κομματιών προς συγκόλληση, έχει αρκετά χαμηλότερο σημείο τήξης από εκείνο του υλικού των κομματιών και οι επιφάνειες συγκόλλησης πρέπει να είναι όσο γίνεται καθαρότερες. Ακόμα, θα πρέπει να εμποδίζεται η δημιουργία οξειδίων πάνω σ' αυτές κατά τη θέρμανση των κομματιών.

Ο καθαρισμός των επιφανειών συγκόλλησης και η παρεμπόδιση της εισόδου αέρα μέχρι αυτές επιτυγχάνεται με τη χρήση κάποιου, κατάλληλου για κάθε περίπτωση ετερογενούς συγκόλλησης, υλικού καθαρισμού.

Οι ετερογενείς συγκολλήσεις διακρίνονται, ανάλογα με τη θερμοκρασία τήξης της κόλλησης, σε μαλακές και σκληρές. Μαλακές λέγονται οι συγκολλήσεις στις οποίες η κόλληση λιώνει σε θερμοκρασία μικρότερη των 500°C και σκληρές λέγονται οι συγκολλήσεις στις οποίες η κόλληση λιώνει σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των 500°C. Το συγκόλλημα στις μαλακές συγκολλήσεις είναι πιο μαλακό από αυτό που επιτυγχάνεται στις σκληρές.

Επίσης, τις ετερογενείς συγκολλήσεις τις χωρίζουμε σε συγκολλήσεις βαρέων μετάλλων (χάλυβες, κράματα χαλκού κ.λ.π., δηλαδή με ειδικό βάρος μεγαλύτερο των 5gr/cm³) και σε συγκολλήσεις ελαφρών μετάλλων (αργίλιο, μαγνήσιο και κράματά τους κ.λ.π., με ειδικό βάρος μικρότερο των 5gr/cm³).

Τυπικές εφαρμογές των ετερογενών συγκολλήσεων είναι όταν:

- Τα προς συγκόλληση μέταλλα είναι ανομοιογενή, οπότε είναι αδύνατη η αυτογενής συγκόλληση.
- Δεν επιτρέπεται υπερθέρμανση των κομματιών
- Ενδιαφερόμαστε για μαζική παραγωγή και η αντοχή της ετερογενούς συγκόλλησης μας είναι αρκετή
- Χρειάζεται να κάνουμε γεμίσματα, κυρίως για επισκευές.

5.2. ΜΑΛΑΚΕΣ ΕΤΕΡΟΓΕΝΕΙΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ

5.2.1. ΚΑΣΣΙΤΕΡΟΚΟΛΛΗΣΕΙΣ

Εδώ, ως κόλληση χρησιμοποιείται η κασσιτεροκόλληση, που είναι κράμα κασσιτέρου και μολύβδου. Για ανθεκτικότερο, αλλά σκληρότερο συγκόλλημα προστίθεται στην κασσιτεροκόλληση και αντιμόνιο. Ανάλογα με την εργασία που έχουμε να κάνουμε εκλέγουμε το είδος της κασσιτεροκόλλησης.

5.3. ΣΚΛΗΡΕΣ ΕΤΕΡΟΓΕΝΕΙΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ

5.3.1. ΜΠΡΟΥΝΤΖΟΚΟΛΛΗΣΕΙΣ – ΑΣΗΜΟΚΟΛΛΗΣΕΙΣ

Εδώ ως κόλληση χρησιμοποιούνται κυρίως κράματα χαλκού. Με αυτές συγκολλούμε συνήθως χάλυβες, χυτοσιδήρους, χαλκό και κράματά του. Τις κολλήσεις τις χωρίζουμε σε μπρουντζοκολλήσεις και ασημοκολλήσεις. Οι πρώτες είναι κράματα χαλκού και ψευδαργύρου με προσθήκη κασσιτέρου και αργύρου, σε μικρή περιεκτικότητα. Όταν η περιεκτικότητα σε άργυρο υπερβαίνει το 8%, τότε έχουμε τις ασημοκολλήσεις

5.3.2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΣΚΛΗΡΩΝ ΕΤΕΡΟΓΕΝΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ

Οι θερμοκρασίες στις οποίες φτάνουμε κατά την εκτέλεση των σκληρών συγκολλήσεων είναι κατά πολύ υψηλότερες από εκείνες που επικρατούν στις μαλακές συγκολλήσεις. Θα πρέπει συνεπώς τα υλικά καθαρισμού να είναι κατάλληλα στις υψηλές αυτές θερμοκρασίες. Τα κυριότερα υλικά καθαρισμού είναι ο βόρακας και το βορικό οξύ. Ο βόρακας είναι ένα σύμπλοκο λευκό άλας του βορίου και του νατρίου και βρίσκεται στο εμπόριο σε μορφή σκόνης ή πάστας. Χρησιμοποιείται για θερμοκρασίες συγκολλήσεων άνω των 750°C. Ο βόρακας διαλύει τα οξειδία σιδήρου, χαλκού, κασσιτέρου, ψευδαργύρου, αργύρου, νικελίου, πυριτίου και καδμίου. Δεν διαλύει, όμως, τα οξειδία του αργιλίου και του χρωμίου, γι' αυτό και είναι ακατάλληλος ως υλικό καθαρισμού για τα μέταλλα αυτά. Το βορικό οξύ χρησιμοποιείται για θερμοκρασίες υψηλότερες των 850°C. Για θερμοκρασίες μικρότερες των 800°C, κατάλληλα καθαριστικά είναι τα χλωρίδια και φθορίδια μαζί πολλές φορές με βόρακα ή βορικό οξύ, όπως επίσης και ενώσεις του φωσφόρου. Τα υλικά αυτά διαλύουν τα οξειδία του αργιλίου και του χρωμίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΜΑΛΑΚΕΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ

6.1.ΜΑΛΑΚΕΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ - ΚΑΣΣΙΤΕΡΟΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ

Στις κασσιτεροσυγκολλήσεις χρησιμοποιείται σαν συγκολλητικό υλικό η κασσιτεροκόλληση, η οποία είναι κράμα κασσιτέρου (Sn) και μολύβδου (Pb) . Για μεγαλύτερη αντοχή της συγκόλλησης, προστίθεται στην κασσιτεροκόλληση και μια ποσότητα αντιμονίου (Sb).Ανάλογα με την εργασία επιλέγεται και το είδος της κασσιτεροκόλλησης , δηλαδή η σύνθεση του συγκολλητικού κράματος. Στον (Πιν.6.1) σημειώνονται τα διάφορα είδη κασσιτεροκολλήσεων.

Μαλακές κολλήσεις – κασσιτεροκολλήσεις των βαρέων μετάλλων.

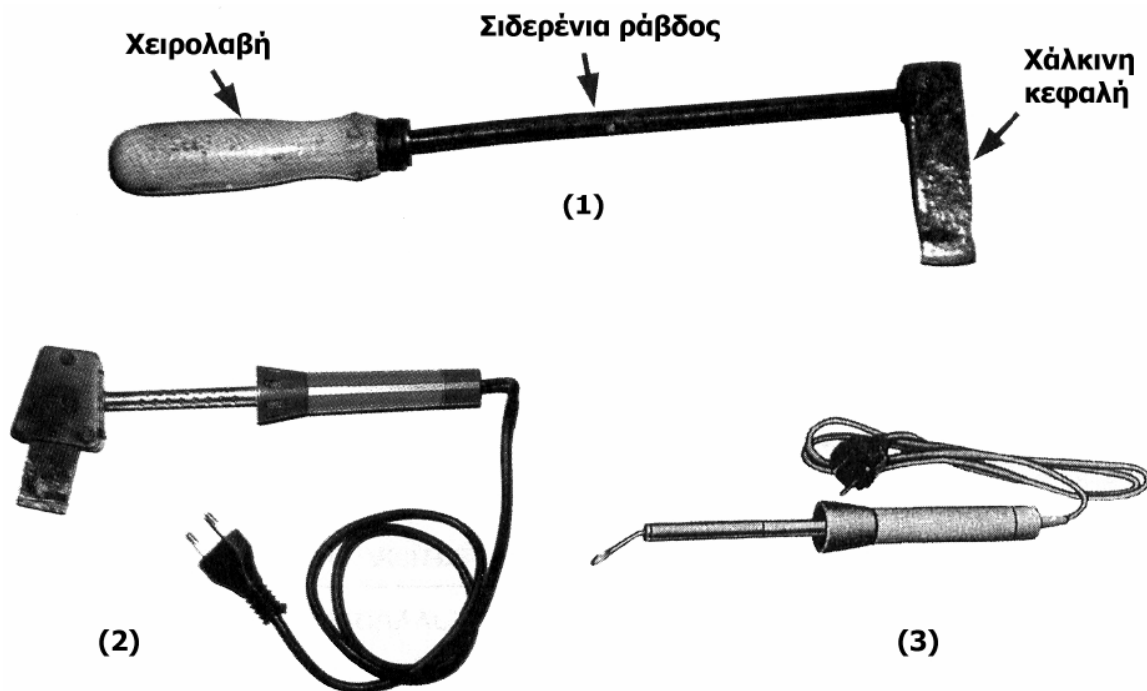
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1

Συμβολισμός και χημική σύνθεση (%)			Θερμοκρασία τήξης σε °C	Τυπικά παραδείγματα εφαρμογών
Sn	Pb	Sb		
90	8.7	1.3	219	Συγκόλληση ματαλλικών αντικειμένων που έρχονται σε επαφή με τροφές (κονσέρβες, σκεύη κουζίνας)
60	36.8	3.2	185	Συγκολλήσεις στη λευκοσιδηρουργία και στις κατασκευές ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών.
50	46.7	3.3	200	Συγκολλήσεις γενικής χρήσης (κολλήσεις χάλυβα, χαλκού, κραμάτων χαλκού,επικασσιτερώσεις)
40	57.3	2.7	223	Λεπτές συγκολλήσεις (μικροκατασκευές από χαλκό, λευκοσιδηρουργία,επικασσιτερώσεις)
30	68	2	249	Υδραυλικές συγκολλήσεις,συγκολλήσεις χαλκού και μολύβδου, κραμάτων ψευδαργύρου.
25	73.3	1.7	257	Συγκολλήσεις με χρήση φλόγας.Συγκολλήσεις χάλυβα, χαλκού, κραμάτων ψευδαργύρου.Συγκολλήσεις μολυβδοσωλήνων φρεατίων, διακλαδώσεις κ.τ.λ
8	91.5	0.5	305	Συγκολλήσεις με χρήση φλόγας.Συγκολλήσεις στην φανοποιία.
-	Άνω του 98.5	-	320	Ασθενείς συγκολλήσεις (χαλκού, χάλυβα, κραμάτων ψευδαργύρου κ.α)

Για να πραγματοποιηθεί η κασσιτεροσυγκόλληση δυο μεταλλικών κομματιών χρειάζονται εκτός από την κόλληση, το κολλητήρι (συγκολλητήρας) και το υλικό καθαρισμού.

6.2.ΚΟΛΛΗΤΗΡΙ (ΣΥΓΚΟΛΛΗΤΗΡΑΣ)

Είναι το εργαλείο που προσδίδει την απαραίτητη θερμότητα στη θέση συγκόλλησης για τη θέρμανση των μετάλλων και την τήξη της κόλλησης. Ένα απλό κολλητήρι αποτελείται από την κεφαλή και την λαβή, που είναι στερεωμένες πάνω σε σιδερένια ράβδο. Η κεφαλή είναι κατασκευασμένη από χαλκό, διότι όπως ξέρουμε, ο χαλκός έχει την ιδιότητα να αποθηκεύει μέσα του μεγάλη ποσότητα θερμότητας. Η λαβή κατασκευάζεται από υλικό που είναι κακός αγωγός της θερμότητας, συνήθως από ξύλο ή πλαστικό ώστε ο τεχνίτης να μην καίγεται, όταν το χρησιμοποιεί. Μερικά είδη κολλητηριών φαίνονται στο (Σχ.6.1)

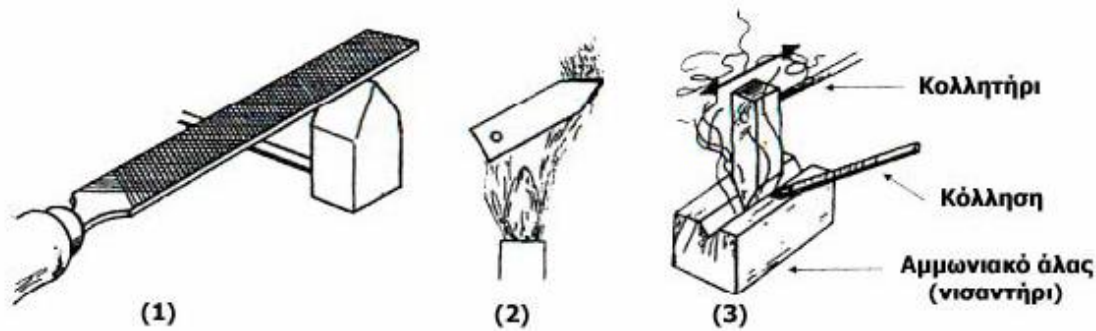


Σχ.6.1 Διάφορα είδη κολλητηριών 1)Απλό κολλητήρι 2)Ηλεκτρικό κολλητήρι 3)Ηλεκτρικό κολλητήρι με ανταλλακτικές κεφαλές.

Η θέρμανση του απλού κολλητηριού γίνεται συνήθως με φλόγα καυσίμου αερίου (προπάνιο, φωταέριο, βουτάνιο κ.λ.π.) ή σε καμίνι. Τα απλά κολλητήρια πυρώνονται σε θερμοκρασία από 500- 600ο C. Στα ηλεκτρικά κολλητήρια, που έχουν αντικαταστήσει τα απλά, η κεφαλή θερμαίνεται με ηλεκτρική αντίσταση.

Η κεφαλή του κολλητηριού πρέπει να είναι πάντα καθαρή, χωρίς οξειδία, γι' αυτό πρέπει να καθαρίζεται συχνά, ώστε να ρέει εύκολα η κόλληση στις θέσεις

συγκόλλησης. Ο καθαρισμός γίνεται με μηχανικά και χημικά μέσα (Σχ.6.2). Ο μηχανικός καθαρισμός περιλαμβάνει λιμάρισμα και θέρμανση της μύτης του κολλητηριού. Ο χημικός καθαρισμός γίνεται με τρίψιμο της κεφαλής πάνω σε πλάκα αμμωνιακού άλατος (νισαντήρι) με ταυτόχρονη εναπόθεση κασσιτεροκόλλησης (γάνωμα).



Σχ.6.2 Μηχανικός και χημικός καθαρισμός του κολλητηριού 1)Λιμάρισμα της μύτης 2)Πύρωμα (θέρμανση) της κεφαλής 3)Τρίψιμο της μύτης σε αμμωνιακό άλας και ταυτόχρονη επικασσιτέρωση (γάνωμα)

6.3 ΥΛΙΚΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ

Οι μεταλλικές επιφάνειες που θα συγκολληθούν πρέπει να είναι καθαρές και απαλλαγμένες από οξειδία. Όσο επιμελώς και να καθαριστούν με μηχανικά μέσα, πάντα θα υπάρχουν στην επιφάνεια οξειδία (αόρατα με γυμνό μάτι) τα οποία εμποδίζουν τη συγκόλληση. Για το λόγο αυτό καθαρίζουμε τις μεταλλικές επιφάνειες στα σημεία που θα συγκολληθούν με χημικά υλικά καθαρισμού (αντιοξειδωτικά).

Τα υλικά καθαρισμού χωρίζονται σε: όξινα που έχουν σαν βάση το υδροχλωρικό οξύ και τα άλατά του, και ουδέτερα που έχουν σαν βάση το κολοφώνιο. Από τα όξινα εκείνο που χρησιμοποιείται ευρέως στις μαλακές συγκολλήσεις είναι ο χλωριούχος ψευδάργυρος ($ZnCl_2$) διαλυμένος σε νερό (κοινώς ονομάζεται σβησμένο σπίρτο του άλατος).

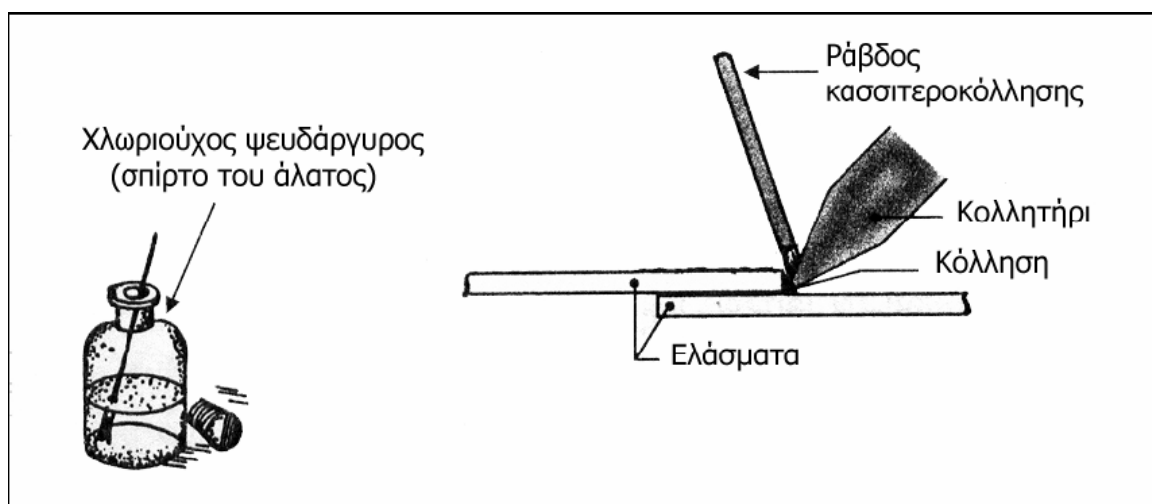
Τα ουδέτερα υλικά έχουν σαν κύριο συστατικό το κολοφώνιο, το οποίο παράγεται από το ρετσίνι, όταν αφαιρεθεί με απόσταξη το τερεβινθέλαιο (νέφτι). Η μικρή περιεκτικότητά του

σε οξύ είναι ικανή να καθαρίσει τη θέση συγκόλλησης. Χρησιμοποιείται κυρίως για μαλακές κολλήσεις σε ηλεκτρολογικές κατασκευές και διατίθεται σε μορφή σκόνης, διαλύματος ή αλοιφής.

6.4 ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΗΣ ΚΑΣΣΙΤΕΡΟΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ.

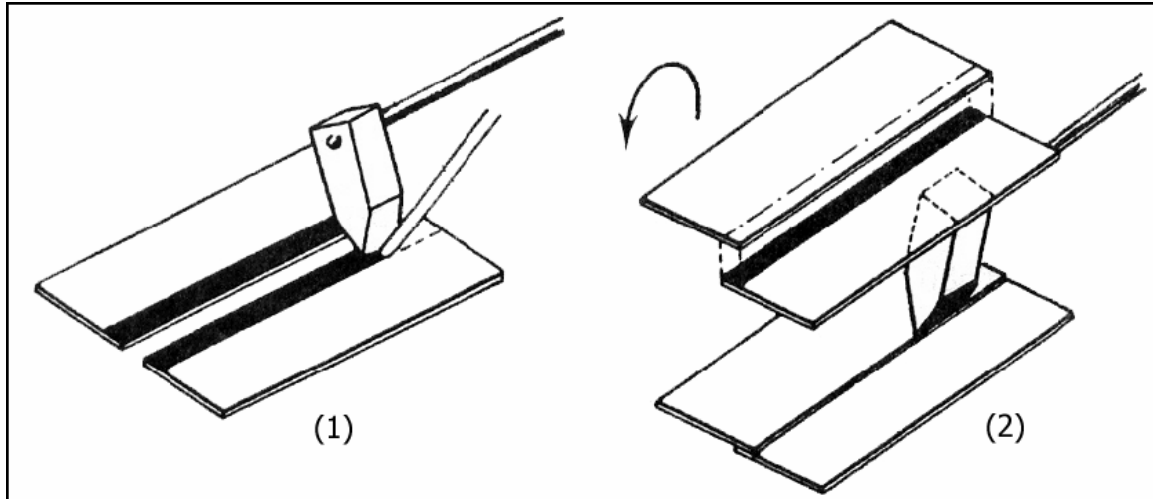
Για να πραγματοποιήσουμε κασσιτεροσυγκόλληση δύο ελασμάτων σε επάλληλη ένωση προβαίνουμε στις παρακάτω ενέργειες:

- Καθαρίζουμε τα ελάσματα μηχανικά.
- Καθαρίζουμε το κολλητήρι με μηχανικό τρόπο.
- Θερμαίνουμε την κεφαλή του κολλητηριού.
- Επιστρώνουμε το υλικό καθαρισμού (χλωριούχο ψευδάργυρο) στη θέση συγκόλλησης.
- Καθαρίζουμε το κολλητήρι με χημικό τρόπο.
- Φέρνουμε τα ελάσματα στην κατάλληλη θέση.
- Φέρνουμε σε επαφή την κεφαλή του κολλητηριού με τις προς συγκόλληση επιφάνειες και ταυτόχρονα τοποθετούμε τη ράβδο κασσιτέρου. Η κόλληση τήκεται και εισχωρεί στο διάκενο μεταξύ των επιφανειών συγκόλλησης.
- Προωθούμε το κολλητήρι κατά μήκος της ραφής επιτυγχάνοντας ομοιόμορφο στρώσιμο της κόλλησης.
- Μετά την στερεοποίηση της κόλλησης, καθαρίζουμε τη ραφή από τα υπολείματα του υλικού καθαρισμού με σαπουνάδα και νερό.



Σχ.6.3. Κασσιτεροσυγκόλληση ελασμάτων με επάλληλη ένωση:

Άλλος τρόπος συγκόλλησης ελασμάτων με κασσιτεροκόλληση είναι με εκ των προτέρων επικασσιτέρωση (γάνωμα) των προς συγκόλληση επιφανειών. Η τεχνική αυτή φαίνεται στο (Σχ.6.4) και περιλαμβάνει τα εξής στάδια :



Σχ.6.4 1) Επικασσιτέρωση των συγκολλούμενων επιφανειών 2) Συγκόλληση των επικασσιτερωμένων επιφανειών.

- Επικασσιτερώνουμε τις επιφάνειες που θα συγκολληθούν λιώνοντας και απλώνοντας με το πυρωμένο κολλητήριο την κόλληση.
- Τοποθετούμε τις προς συγκόλληση επιφάνειες σε θέση επικάλυψης. Με θερμό το κολλητήριο πυρώνουμε κατά μήκος τις προς συγκόλληση επιφάνειες, ώστε να λιώσει η επίστρωση του συγκολλητικού υλικού και τα ελάσματα να ενωθούν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ

7.1 ΓΕΝΙΚΑ

Ο έλεγχος στη μέθοδο της συγκόλλησης είναι αναγκαίος γιατί η ραφή συγκόλλησης μεταφέρει τις περισσότερες φορές δυνάμεις από το ένα τεμάχιο στο άλλο.

Αυτή ακριβώς η ικανότητα της ραφής πρέπει να ελέγχεται. Με τον έλεγχο προσδιορίζουμε την ποιότητα της συγκόλλησης καθώς και τυχόν σφάλματα ώστε να μπορέσουμε να τα διορθώσουμε.

7.2.ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ ΤΗΣ ΡΑΦΗΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ

Διακρίνεται σε:

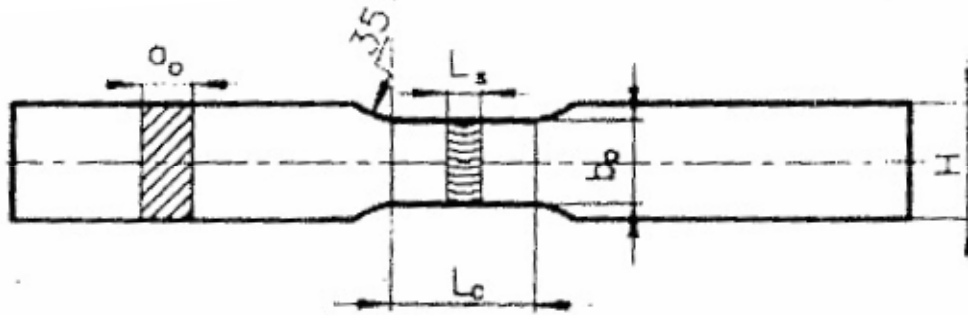
- Έλεγχο των μηχανικών ιδιοτήτων.
- Μεταλλογραφικό έλεγχο.
- Χημικό έλεγχο.
- Έλεγχο στη διάβρωση.

Ο έλεγχος των μηχανικών ιδιοτήτων, ο οποίος περιλαμβάνει τις εξής δοκιμασίες:

1. Δοκιμή εφελκυσμού

Κατά τη δοκιμή αυτή προσδιορίζεται η αντοχή της συγκόλλησης στον εφελκυσμό. Γι' αυτό κόβουμε δοκίμια τα οποία αφορούν στο μέσο τη ραφή συγκόλλησης.

Τα δοκίμια αυτά εφελκύνονται, ώσπου να θραυστούν σε μηχανή δοκιμής στον εφελκυσμό. Αφού θραυστούν, μετρούνται η τάση θραύσεως και οι σχετικές επιμηκύνσεις. Στο (Σχ.7.1) φαίνεται ένα δοκίμιο εφελκυσμού για έλεγχο της συγκόλλησης.



Σχ.7.1 Δοκίμιο εφελκυσμού για έλεγχο της συγκόλλησης.

Η αντοχή σε εφελκυσμό δίνεται από τη σχέση:

$$R_m = \frac{F_m}{S_o}$$

όπου: F_m = Μέγιστη δύναμη εφελκυσμού (Kp)

S_o = Αρχική διατομή συγκόλλησης (mm^2) που δίνεται από τη σχέση:

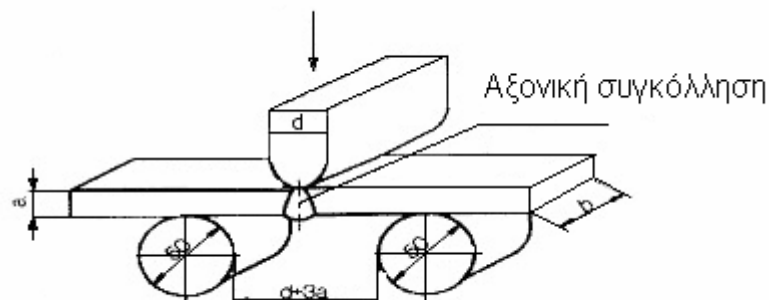
$$S_o = b_o \cdot a_o$$

όπου: b_o = πλάτος συγκόλλησης (mm)

$$a_o = \text{πάχος συγκόλλησης (mm)}$$

2. Δοκιμή κάμψης

Κατά τη δοκιμή αυτή προσδιορίζεται η αντοχή της συγκόλλησης σε κάμψη. Συνήθως στο εργαστήριο γίνεται η δοκιμή αναδίπλωσης κατά την οποία το δοκίμιο τοποθετείται σε δύο σταθερούς κυλίνδρους και παραμορφώνεται με έμβολο που κινείται, έως ότου η γωνία κάμψης γίνει 180° (Σχ.7.2).



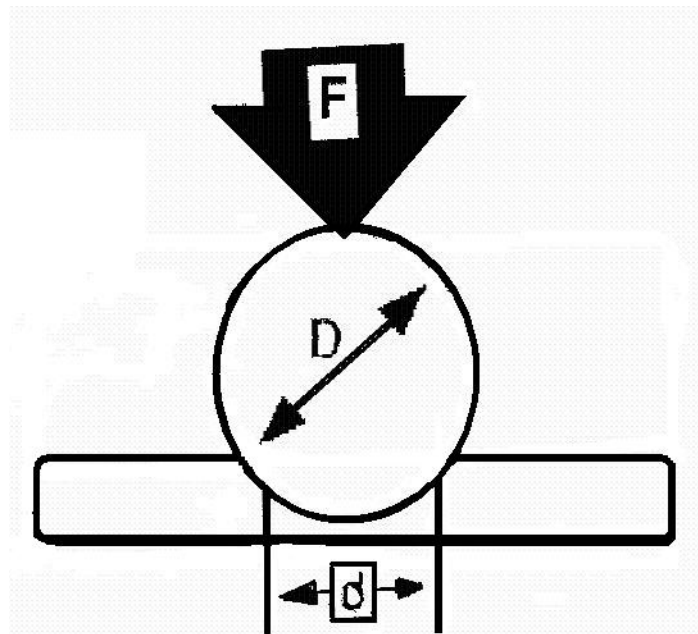
Σχ.7.2 Δοκιμή κάμψης για έλεγχο της συγκόλλησης.

3. Δοκιμή κρούσης

Δένουμε τα συγκολλημένα δοκίμια στη μέγγενη. Επιβάλλουμε κρουστική δύναμη με ένα βαρύ σφυρί και εκτιμούμε την αντίσταση του τεμαχίου σε κρούση.

4. Έλεγχος σκληρότητας

Η μέθοδος σκληρομέτρησης που εφαρμόζεται στο εργαστήριο είναι η μέθοδος Brinell (Σχ.7.3)



$$HB = \frac{2F}{p \cdot D \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

Σχ.7.3 Σκληρομέτρηση με τη μέθοδο Brinell.

7.3.ΕΛΕΓΧΟΣ ΧΩΡΙΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ ΤΗΣ ΡΑΦΗΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ

1. Οπτικός έλεγχος

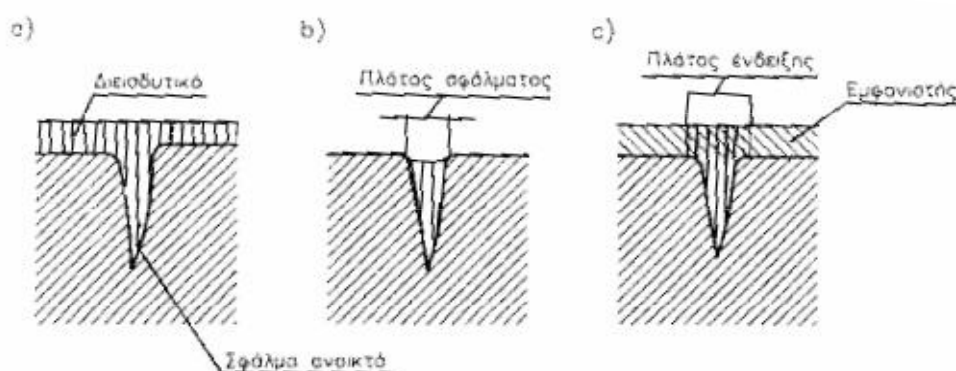
Με τον οπτικό έλεγχο είναι δυνατό να εξακριβωθούν οι ακόλουθες αστοχίες:

- Παραμορφώσεις της κατασκευής.
- Έλλειψη διείσδυσης του συγκολλητικού υλικού.
- Μεγάλο πλάτος ραφής.
- Ανεπαρκές γέμισμα της ραφής.
- Καψίματα του υλικού των συγκολλούμενων τεμαχίων.
- Ευδιάκριτοι πόροι και ρωγμές στο μέτωπο της ραφής.

2. Έλεγχος με διεισδυτικά υγρά.

Για την πραγματοποίηση αυτού του ελέγχου, χρειάζονται τρία διαφορετικά είδη διεισδυτικών υγρών: το υγρό καθαρισμού, ο διεισδυτής και ο εμφανιστής.

Η επιφάνεια της συγκολλητικής ραφής καθαρίζεται με τη βοήθεια του υγρού καθαρισμού. Ο διεισδυτής, εισχωρεί στα επιφανειακά διάκενα. Μετά την απομάκρυνση του πλεονάζοντος διεισδυτού απλώνεται επιφανειακά ο εμφανιστής, ο οποίος βοηθά τον διεισδυτή να βγει στην επιφάνεια και ταυτόχρονα αυξάνει την αντίθεση της εικόνας των εντοπισμένων ελαττωμάτων. Η διαδικασία αυτού του τρόπου ελέγχου φαίνεται στο (Σχ.8.4).



Σχ.7.4 Έλεγχος με διεισδυτικά υγρά.

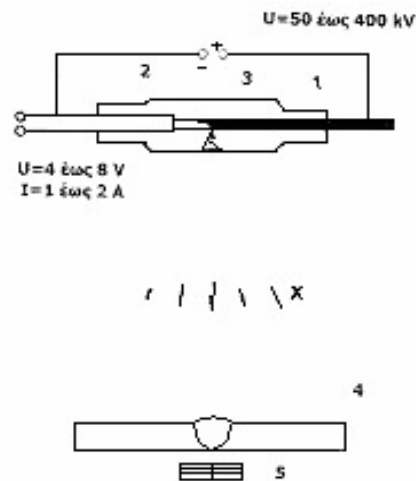
3. Ραδιογραφικός έλεγχος

Βασίζεται στην ιδιότητα που έχουν οι ακτίνες X (Roentgen) ή ακτίνες γ να διεισδύουν σε συμπαγή υλικά και να δημιουργούν είδωλο του αντικειμένου πάνω στην επιφάνεια ενός ευαίσθητου φιλμ ή στην επιφάνεια μιας φθορίζουσας οθόνης.

Οι ακτίνες X παράγονται στη λυχνία Roentgen. Όσο υψηλότερη είναι η εφαρμοζόμενη τάση τόσο μεγαλύτερη είναι η ενέργεια και κατά συνέπεια και η διεισδυτικότητα της ακτινοβολίας.

Οι ακτίνες γ είναι πολύ σκληρότερες από τις ακτίνες X και παράγονται με διέγερση των πυρήνων ατόμων, συνήθως κοβαλτίου, ιριδίου και καισίου.

Στο (Σχ.7.5) φαίνεται η αρχή λειτουργίας του ραδιογραφικού ελέγχου με ακτίνες X .



Σχ.7.5 Έλεγχος συγκολλητικής ραφής με ακτίνες X (λυχνία Roentgen).(1) Περίβλημα λυχνίας.(2) Πυρωμένη κάθοδος.(3) Άνοδος λυχνίας.(4) Ελεγχόμενη συγκολλητική σύνδεση.(5) Κασέτα με φιλμ και ενισχυτική πλάκα.

Άλλοι τρόποι ελέγχου των σφαλμάτων των συγκολλητικών ραφών είναι:

4. Έλεγχος με υπερήχους.
5. Ηλεκτρομαγνητικός έλεγχος.

7.4.ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΕΛΑΤΤΩΜΑΤΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ

Από την άποψη του τελικού ελέγχου ο πιο ουσιώδης διαχωρισμός είναι σε εξωτερικά και εσωτερικά, επειδή από αυτό εξαρτάται η κατάλληλη μέθοδος ελέγχου που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί. Ο (Πιν.7.1) μας δίνει τους γραμματικούς συμβολισμούς σύμφωνα με τις υποδείξεις του Διεθνούς Ινστιτούτου Συγκολλήσεων.

Στα εσωτερικά ελαττώματα ανήκουν:


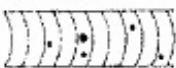



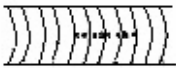

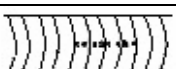
- A (πόροι)
- B (εγκλείσματα)

Στα εξωτερικά ελαττώματα ανήκουν:

- F (επιφανειακά και σχήματος)


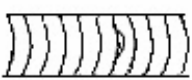
Συστηματοποίηση ελαττωμάτων συγκολλήσεων ανιχνευμένων με ραδιογραφικό έλεγχο σύμφωνα με πολωνικές προδιαγραφές και με το Διεθνές Ινστιτούτο Συγκολλήσεων (IIW – 340 -69)


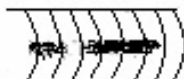

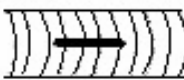
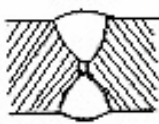

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.1


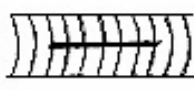
Όνομασία ελατ/τος	Συμβολισμός σύμφωνα με		Σχηματική όψη ελαττώματος		Περιγραφή ελαττώματος
	Πολωνικές προδιαγραφές	IIW-340-69	Στη διατομή της σύνδεσης	Στο ραδιογράφημα	
Πόρος	A	201	Εγκλεισμένα αέρια		Κλειστός χώρος γεμάτος αέρια.
Σφαιρικός πόρος	Aa	2011			Πόρος με μορφή που πλησιάζει την σφαίρα.
Σκωληκοειδείς πόροι	Ab	2016			Το μήκος είναι μεγαλύτερο από το τριπλάσιο μέγιστο πλάτος. Η κύρια διάσταση έχει διεύθυνση προς το βάθος της κόλλησης
Αλυσιδωτοί πόροι	Ac	2014			Το ελάχιστο 4 σφαιρικοί πόροι στη σειρά κατά μήκος της κόλλησης, σε απόσταση όχι μεγαλύτερη της τριπλάσιας διαμέτρου του μεγαλύτερου πόρου
Φωλιά πόρων	Ad	2013			Το ελάχιστο 4 σφαιρικοί πόροι ομαδοποιημένοι σε απόσταση όχι μεγαλύτερη της τριπλάσιας διαμέτρου του μεγαλύτερου πόρου.


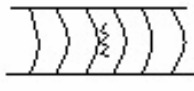


Διαμήκης πόρος	Ae	2015			Το μήκος μεγαλύτερο από το τριπλάσιο μέγιστο πλάτος, ενώ η κύρια διάσταση παράλληλη.
----------------	----	------	--	--	--

Όνομασία ελατ/τος	Συμβολισμός σύμφωνα με		Σχηματική όψη ελαττώματος		Περιγραφή ελαττώματος
	Πολωνικές προδιαγραφές	IIW-340-69	Στη διατομή της σύνδεσης	Στο ραδιογράφημα	
Εγκλείσματα	B	300	Εγκλείσματα στερεά		Σκουριά ή στοιχεία ξένου μέταλλου.
Σκουριά συμπαγής	Ba	3012 3022			Σκουριά ελεύθερης μορφής με εξαίρεση τη διαμήκη μορφή.
Σκουριά διαμήκης	Bb	3011 3021			Σκουριά με μήκος μεγαλύτερο από το τριπλάσιο του μέγιστου πλάτους.
Εγκλείσματα ξένου μέταλλου	Bc	304			Στοιχείο ξένου μέταλλου στην κόλληση (π.χ.) Βολφάμιο στις συγκολλήσεις TIG
Ατελής τήξη	C	401	Ατελής τήξη		Ατελής σύντηξη της κόλλησης με το βασικό μέταλλο ή ατελής σύντηξη μεταξύ στρωμάτων κόλλησης.
Ατελής τήξη τοιχώματ	Ca	4011			Ατελής σύντηξη στα όρια της κόλλησης και του βασικού μέταλλου.

ος					
Ατελής τήξη μεταξύ στρωμάτων	Cb	4012			Ατελής σύντηξη στα όρια των στρωμάτων (κορδονιών).

Ονομασία ελατ/τος	Συμβολισμός σύμφωνα με		Σχηματική όψη ελαττώματος		Περιγραφή ελαττώματος
	Πολωνικές προδιαγραφές	IIW-340-69	Στη διατομή της σύνδεσης	Στο ραδιογράφημα	
Ατελής διείσδυση	D	402	Ατελής διείσδυσεις		Ελλειπής γέμισμα της κόλλησης.
Κοιλότητα στη ρίζα	Da	515			Κοιλότητα στη ρίζα μονόπλευρης συγκόλλησης με πλήρη διείσδυση και των δυο άκρων του αύλακα.
Ατελής διείσδυση σε μονόπλευρη κόλληση	Db	402			Μη πλήρης διείσδυση στον αυχένα του αύλακα σε μονόπλευρη συγκόλληση.
Ατελής διείσδυση σε αμφίπλευρη κόλληση	Dc	402			Μη πλήρης διείσδυση στον αυχένα του αύλακα σε αμφίπλευρη συγκόλληση.
Ρωγμή	E	100	Ρωγμή		Ασυνέχεια στο μέταλλο της

				κόλλησης με μορφή διακένου που δημιουργείται από την επίδραση των τάσεων.	
Διαμήκης ρωγμή	Ea	101			Ρωγμή εντοπισμένη προς την διεύθυνση του διαμήκου άξονα της κόλλησης.

Ονομασία ελατ/τος	Συμβολισμός σύμφωνα με		Σχηματική όψη ελαττώματος		Περιγραφή ελαττώματος
	Πολωνικές προδιαγραφές	IIV-340-69	Στη διατομή της σύνδεσης	Στο ραδιογράφημα	
Εγκάρσια ρωγμή	Eb	102			Ρωγμή εντοπισμένη εγκάρσια προς τον διαμήκη άξονα της κόλλησης.
Αστεροειδής ρωγμή	Ec	103			Ρωγμή διακλαδωμένη προς διάφορες κατευθύνσεις.

7.5.ΑΙΤΙΑ ΤΩΝ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ Ή ΤΩΝ ΕΛΑΤΤΩΜΑΤΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ

1. Πόροι (A, Ab, Ac, Ad, Ae)

Επίδραση στο σχηματισμό των πόρων ασκούν:

- η υγρασία της επένδυσης
- το συλλίπασμα
- τα ενεργειακά ή προστατευτικά αέρια
- η οξειδωση
- τα χρώματα
- τα λίπη

- η υγρασία στο συγκολλητικό σύρμα
- η υγρασία στα συγκολλούμενα τεμάχια
- το αρκετά μικρό ή μεγάλο τόξο
- το μη σταθεροποιημένο τόξο
- η μεγάλη ταχύτητα συγκόλλησης
- η αρκετά μικρή ένταση ρεύματος
- η έλλειψη αρχικής προθέρμανσης

2. Σκουριές (Ba, Bb)

Επίδραση στο σχηματισμό των σκουριών, ασκούν:

- η δυσκολοτηκόμενη και δύσκολα αφαιρούμενη σκουριά
- ο μη επιμελής καθαρισμός των διαφόρων στρωμάτων από τις σκουριές
- η χαμηλή γραμμική ενέργεια συγκόλλησης
- η κακή προετοιμασία των άκρων

3. Εγκλείσματα ξένου μετάλλου (Bc)

Είναι τα εγκλείσματα βολφραμίου κατά τη συγκόλληση με τη μέθοδο T.I.G. σαν συνέπεια της μεγάλης έντασης ρεύματος.

4. Ατελής τήξη (Ca, Cb)

Επίδραση στη δημιουργία σημείων ατελούς τήξης, ασκούν:

- η αρκετά μικρή γραμμική ενέργεια
- η μονόπλευρη κλίση του καυστήρα ή του ηλεκτροδίου
- η μη επαρκής προθέρμανση των άκρων κατά την οξυγονοσυγκόλληση
- η παρουσία οξειδίων στις συνδεόμενες επιφάνειες

5. Κοιλότητες στη ρίζα (Da)

Εμφανίζονται κατά την περιφερειακή συγκόλληση σωλήνων σε θέση ουρανού σαν αποτέλεσμα της δράσης της δύναμης βαρύτητας στο ρευστό μέταλλο.

6. Ελλειπής διείσδυση (Db, Dc)

Επίδραση στη δημιουργία περιοχών ατελούς διείσδυσης, ασκούν:

- η κακή προετοιμασία των συγκολλούμενων τεμαχίων
- η αρκετά μικρή γραμμική ενέργεια συγκόλλησης
- η ακατάλληλη τεχνική συγκόλλησης

7. Ρωγματώσεις εν θερμώ (Ea, Ec)

Επίδραση στη δημιουργία θερμωγμών ασκούν:

- η μεγάλη περιεκτικότητα του άνθρακα

- η μεγάλη ταχύτητα συγκόλλησης
- η μικρή διατομή του πρώτου στρώματος
- η μεγάλη απόσταση του αυχένα της ρίζας

8. Ρωγματώσεις εν ψυχρώ (Ea, Eb)

Επίδραση στη δημιουργία ψυχρορωγμών ασκούν:

- η μεγάλη ταχύτητα στερεοποίησης της κόλλησης
- η αρκετά χαμηλή γραμμική ενέργεια
- η έλλειψη αρχικής προθέρμανσης
- η μεγάλη δυσκαμψία της κατασκευής

9. Κρέμασμα (Fa)

Εμφανίζεται σε επίπεδη θέση συγκόλλησης εξαιτίας της ανορθόδοξης συγκόλλησης, του μεγάλου διάκενου στη ρίζα και της μεγάλης γραμμικής ενέργειας της συγκόλλησης.

10. Ανωμαλίες προσώπου (Fb)

Εμφανίζονται σε εξαναγκασμένες θέσεις κυρίως λόγω της βαρύτητας αλλά και του κακού χειρισμού του συγκολλητή.

11. Υποκοπές (Fc, Fd)

Επίδραση στη δημιουργία υποκοπών, ασκούν:

- η μεγάλη ένταση του ρεύματος συγκόλλησης
- το μεγάλο μήκος του άκρου του καυστήρα
- ο αδέξιος χειρισμός του ηλεκτροδίου ή του καυστήρα
- η κακή κλίση του ηλεκτροδίου

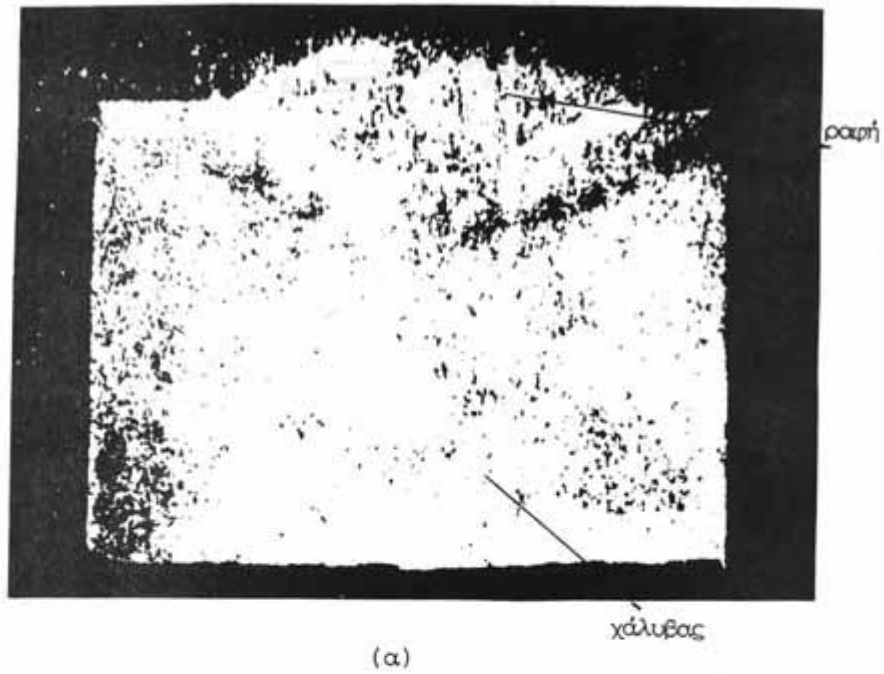
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΚΗ ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ

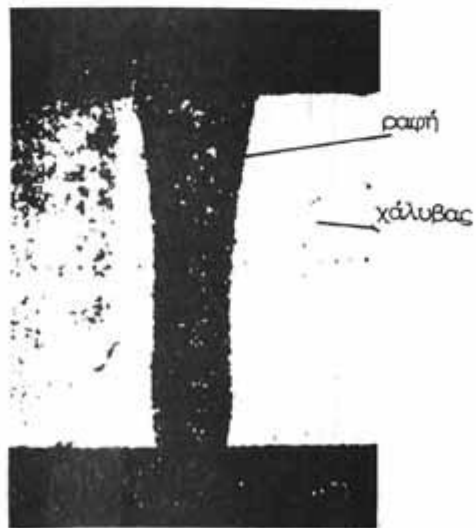
8.1.ΓΕΝΙΚΑ

Στο (Σχ8.1). που ακολουθεί φαίνεται η μικροσκοπική δομή των εγκάρσιων διατομών δυο συγκολλήσεων χάλυβα. Η μια είναι συγκόλληση τόξου μικρού βάθους διείσδυσης, ενώ η άλλη είναι συγκόλληση δέσμης ηλεκτρονίων μεγάλου βάθους διείσδυσης. Σε κάθε περίπτωση είναι εμφανείς 2 χαρακτηριστικές ζώνες: η ζώνη τήξης (FZ) και η ισχυρά θερμαινόμενη ζώνη (HAZ), που τμήμα του βασικού μετάλλου πολύ κοντά στην συγκόλληση υφίσταται θερμική κατεργασία. Η μοριακή δομή μιας συγκόλλησης καθορίζεται κυρίως από το θερμικό κύκλο της

Στις αναλύσεις που ακολουθούν θα ασχοληθούμε κυρίως με την περίπτωση του χάλυβα την οποία θα μελετήσουμε διεξοδικότερα.



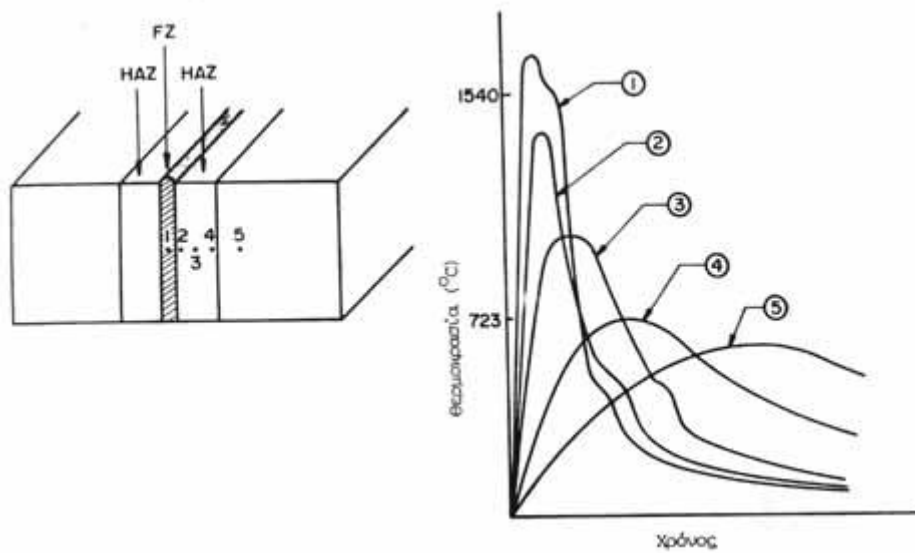
(α)



(β)

Σχ.8.1 Μικροσκοπική δομή εγκάρσιας διατομής συγκόλλησης χάλυβα. (α) Συγκόλληση τόξου μικρού βάθους διείσδυσης. (β) Συγκόλληση δέσμης ηλεκτρονίων μεγάλου βάθους διείσδυσης

Η διανομή της θερμοκρασίας στις θέσεις κοντά στον άξονα της ραφής φαίνεται σχηματικά στο (Σχ.8.2). μέσα στην ζώνη τήξης η θερμοκρασία ανέρχεται σε σημείο ελαφρά ανώτερο του σημείου τήξης (υπερθέρμανση) και στην συνέχεια μειώνεται εκθετικά, μέχρις ότου ψυχθεί (καμπύλη 1). Στο σημείο αυτό παρατηρείται κάποια διατήρηση της θερμοκρασίας, λόγω της θερμότητας τήξης. Η θερμοκρασία κατόπιν συνεχίζει να μειώνεται εκθετικά μέχρι την Fe_3C μετάπτωση ωστενίτη - φερρίτη όπου και πάλι επιβραδύνεται σε αντιστοιχία προς την θερμότητα μετασχηματισμού. Η διανομή της θερμοκρασίας σε μια θέση μόλις έξω από την ζώνη τήξης είναι παρόμοια εκτός, βέβαια, από την μέγιστη θερμοκρασία που δεν ξεπερνά το σημείο τήξης (καμπύλη 2).

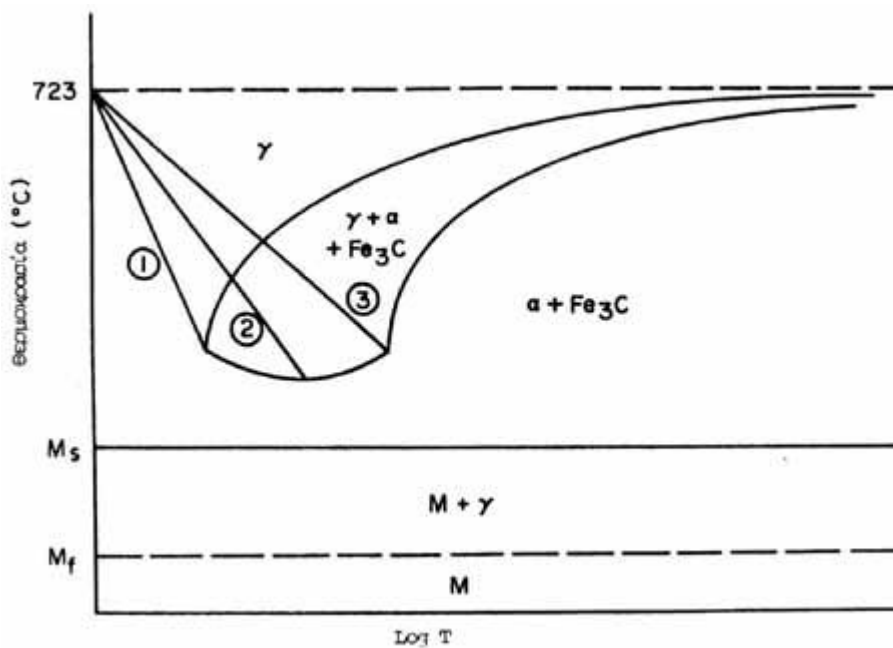


Σχ.8.2 Διανομή της θερμοκρασίας στην περιοχή της ραφής κατά την συγκόλληση χάλυβα.

Η έκταση της ισχυρά θερμαινόμενης ζώνης καθορίζεται από το γεγονός ότι το υλικό πρέπει να μετασχηματίζεται, πριν κατεργαστεί θερμικά. Η κρίσιμη θερμοκρασία μετασχηματισμού του χάλυβα είναι $723^{\circ}C$. Το άκρο της θερμαινόμενης ζώνης είναι το σημείο όπου η μέγιστη θερμοκρασία μόλις φτάνει τους $723^{\circ}C$. Πέρα από το σημείο αυτό δεν παρατηρείται μετασχηματισμός του υλικού, διότι η θερμοκρασία δεν ξεπερνά την κρίσιμη. Το υλικό σ' αυτήν την περιοχή απλώς θερμαίνεται και ψύχεται, χωρίς να αλλάζει αισθητά δομή, αν και κάποια ανακρυστάλλωση του ψυχρά

παραμορφώσιμου υλικού είναι πιθανή, καθώς επίσης και κάποια σφαιροποίηση των καρβιδίων, όπου στην συγκόλληση η προσφερόμενη θερμότητα είναι υψηλή.

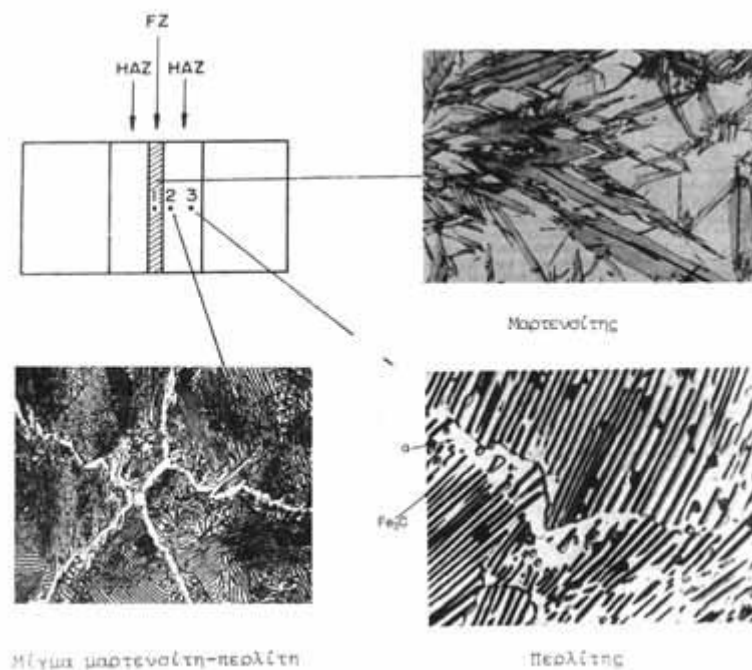
Τα είδη των κρυσταλλικών δομών που εμφανίζονται στις ζώνες FZ και HAZ μπορούν να προσδιοριστούν, εφαρμόζοντας τις καμπύλες απόψυξης στο διάγραμμα συνεχούς βαφής (CCT-διάγραμμα). Όμως το CCT-διάγραμμα εφαρμόζεται μόνο σε δείγματα που έχουν ωστενιτοποιηθεί μόλις πάνω από την κρίσιμη θερμοκρασία, δηλαδή μόλις μέσα στην περιοχή του ωστενίτη. Για τον λόγο αυτό οι καμπύλες απόψυξης της συγκόλλησης αποκόπτονται στους 723°C και εφαρμόζουν στο CCT-διάγραμμα μόνο τα τμήματα εκείνα που βρίσκονται κάτω από αυτή την θερμοκρασία. Σχηματικό CCT-διάγραμμα για ευτηκτοειδή χάλυβα φαίνεται στο Σχήμα 14. Τρεις καμπύλες απόψυξης (που αντιστοιχούν στα σημεία (1) -FZ, (2) -HAZ και (3) -HAZ του (Σχ.8.3) τοποθετούνται πάνω στο διάγραμμα.



Σχ.8.3 Καμπύλες απόψυξης στο διάγραμμα συνεχούς βαφής (CCT-διάγραμμα) ευτηκτοειδούς χάλυβα.

Για λόγους απλότητας θεωρείται ότι και οι δύο ζώνες FZ και HAZ είναι ευτηκτοειδή υλικά, δηλαδή γίνεται αυτογενής συγκόλληση. Τούτο είναι ασυνήθιστο στην πράξη,

όπου συχνά εναποτίθεται μαλακό υλικό συγκόλλησης στην περιοχή FZ. Η καμπύλη 1 δείχνει ότι εμφανίζεται μαρτενσίτης κατά μήκος του άξονα συγκόλλησης. Η καμπύλη 2 δείχνει ότι εμφανίζεται μείγμα μαρτενσίτη και περλίτη στην κεντρική περιοχή της ζώνης HAZ και τέλος η καμπύλη 3 δίνει περλίτη μόνο στις εξωτερικές περιοχές της HAZ. Οι μικροσκοπικές αυτές δομές παρουσιάζονται στο σχήμα που ακολουθεί.



Σχ.8.4 Μικροσκοπική δομή για διάφορες καμπύλες απόψυξης κατά μήκος της ραφής κατά την αυτογενή συγκόλληση ευθηκτοειδούς χάλυβα.

8.2. ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΔΟΜΗ ΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΑΠΟΨΥΞΗΣ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΗΣ ΡΑΦΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΓΕΝΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΕΥΤΗΚΤΟΕΙΔΟΥΣ ΧΑΛΥΒΑ.

Οι μηχανικές ιδιότητες μιας συγκόλλησης εξαρτώνται από την κρυσταλλική δομή της. Μετρήσεις της σκληρότητας χρησιμοποιούνται συχνά για τον χαρακτηρισμό των ιδιοτήτων μιας συγκόλλησης. Αν η σκληρότητα θεωρηθεί ότι είναι προσεγγιστικά μέτρο της αντοχής του υλικού, τότε οι εφελκυστηκές ιδιότητες φαίνονται ότι βελτιώνονται γύρω από την ραφή. Όμως η γνωστή ψαθυρή φύση του μαρτενσίτη υψηλής σκληρότητας, περιορίζει απόλυτα αυτό το είδος της δομής. Μια συγκόλληση

που περιέχει μαρτενσίτη υψηλής σκληρότητας είναι ακατάλληλη για χρήση και σπάνια αντέχει στις θερμικές παραμένουσες τάσεις που αναπτύσσονται. Εμφανίζονται μικρορωγμές, γιατί ο μαρτενσίτης έχει πολύ μικρή πλαστικότητα, ώστε να ανακουφίζει την κατασκευή από τις τάσεις αυτές.

Και στην περίπτωση ακόμη που η θραύση δεν είναι πρόβλημα, οι συγκολλήσεις υψηλής σκληρότητας είναι ανεπιθύμητες. Όταν οι περιοχές συγκόλλησης υπερφορτίζονται τοπικά πάνω από το όριο διαρροής, θα πρέπει απαραίτητα να υπάρχει κάποια πλαστικότητα μέσα στην ραφή. Αν δε η ραφή έχει μεγάλο όριο διαρροής, δημιουργεί παραμορφώσεις στις γειτονικές περιοχές, με συνέπεια την αστοχία και θραύση της ραφής. Μια ιδανική συγκόλληση έχει σκληρότητα ίση με την σκληρότητα του βασικού μετάλλου. Πρακτικά, όμως τούτο σπάνια συμβαίνει και η σκληρότητα είναι συνήθως λίγο μεγαλύτερη από την σκληρότητα του βασικού μετάλλου.

Ενώ η σκληρότητα της συγκόλλησης υπερβαίνει συνήθως την σκληρότητα του βασικού υλικού, σχεδόν πάντοτε περιορίζεται από τους κανονισμούς στα 325VPN περίπου, λόγω της δημιουργίας μικρορωγμών. Σε μερικές περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται τεχνικές συγκολλήσεων υψηλής ποιότητας (MIG, TIG, δέσμης ηλεκτρονίων), επιτρέπεται σκληρότητα μέχρι 400VPN. Οι τιμές σκληρότητας θεωρούνται ασφαλείς, γιατί οι παραπάνω τεχνικές παρέχουν συγκολλήσεις χαμηλής περιεκτικότητας σε υδρογόνο. Η ύπαρξη υδρογόνου επιδεινώνει πολύ την εμφάνιση μικρορωγμών στις συγκολλήσεις, με τη δημιουργία σκληρυμένων μικροσκοπικών δομών. Σε μερικές μεθόδους το υδρογόνο απορροφάται μέσα στην ραφή από την ατμόσφαιρα. Επίσης, υδρατμοί διασπώνται και προσφέρονται απευθείας στο τηγμένο υλικό και προκαλούνται προβλήματα ή στην ζώνη FZ ή στην ζώνη HAZ. Η ποσότητα υδρατμών στην περιοχή της συγκόλλησης είναι μικρότερη, όταν η ατμοσφαιρική προστασία είναι καλύτερη. Ο έλεγχος της μικροσκοπικής δομής γίνεται :1) Με αλλαγή των χημικών ιδιοτήτων της συγκόλλησης ,ώστε να μετατοπιστεί η καμπύλη CCT , ή2) Με μεταβολή των συνθηκών συγκόλλησης για να μεταβληθούν οι καμπύλες απόψυξης .

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Θ. Α. ΔΙΑΜΑΝΤΟΥΔΗΣ “Συγκολλήσεις μετάλλων”
- [2] Α. ΚΑΡΜΙΡΗΣ “Τεχνολογία συγκολλήσεων μετάλλων” Έκδοση Ιδρύματος Ευγενίδη
- [3] Δ. ΔΕΛΑΠΟΡΤΑΣ, Θ. ΜΑΝΙΚΑΣ, Ε. ΤΣΟΥΜΑΣ, “Τεχνολογία μηχανολογικών κατασκευών.” Εκδόσεις Παιδαγωγικού Ινστιτούτου
- [4] Π. ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ, “Συγκολλήσεις ΙΙ” Έκδοση ΙΒΕΠΕ
- [5] Π. ΠΕΤΡΟΠΟΥΛΟΥ, “Μηχανουργική τεχνολογία (εργαστήριο Ι) ” Έκδοση Ιδρύματος Ευγενίδη
- [6] ΤΕΜΚΑ Ε.Π.Ε.-Γ. ΠΑΠΑΘΑΝΑΣΙΟΥ, “Η τεχνική της συγκόλλησης ”
- [7] Γ.Ι. ΠΑΡΙΚΟΥ, “Η τέχνη του συγκολλητή”
- [8] MIKE GALLERMAN, “Η πρακτική των συγκολλήσεων”
- [9] Ι.Χ. ΒΑΛΑΩΡΑ, “Στοιχεία μηχανών”
- [10] ΒΛΑΣΗΣ Α. ΣΩΤΗΡΟΠΟΥΛΟΣ, “Συσκευές διεργασιών Δεξαμενές δοχεία πίεσης”
- [11] ΑΝΤΩΝΙΟΥ Ν.ΚΟΥΝΑΔΗ, “Μέσα συνδέσεως στις σιδηρές κατασκευές”
- [12] G. NIEMANN, “Στοιχεία μηχανών”
- [13] http://olympus.teilar.gr/mechcourses/mechlab/unit_5.pdf
- [14] dml.chania.teicrete.gr/mathimata/simeiwseis/kataskeuastikes/5-WELD.pdf