

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>**

### **ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΑΚΡΩΝ**

- Γενικά για την προετοιμασία των άκρων που θα συγκολληθούν
- Οι εσωραφές ή βυθισμένες ραφές
- Οι εξωραφές ή γωνιακές ραφές
- Μετωπικές συναρμογές άκρων
- Συναρμογές με επικάλυψη των άκρων
- Συναρμογές μορφής
- Συναρμογές ειδικών περιπτώσεων
- Κριτήρια επιλογής του είδους συγκόλλησης
- Ο συμβολισμός των συγκολλήσεων

### 3. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΑΚΡΩΝ

#### Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να αναγνωρίζουν οι μαθητές τους τρόπους διαμόρφωσης των άκρων μεταλλικών τεμαχίων, που πρόκειται να συγκολληθούν.
- Να είναι σε θέση να επιλέγουν το είδος της διαμόρφωσης των άκρων που απαιτεί η κάθε περίπτωση συγκόλλησης.
- Να μπορούν να κατανοούν τα συνήθη σύμβολα συγκολλήσεων που συναντούν στα σχέδια.

#### 3-1. Γενικά για την προετοιμασία των άκρων που θα συγκολληθούν

Πριν αρχίσουμε οποιαδήποτε εργασία συγκόλλησης μεταλλικών τεμαχίων, θα πρέπει πρώτα να κάνουμε **αναγνώριση** του είδους του μετάλλου, από το οποίο είναι κατασκευασμένα τα μεταλλικά τεμάχια (χάλυβας, μπρούντζος, αλουμίνιο κτλ.), σύμφωνα, βέβαια, με όσα έχουν αναφερθεί στο κεφάλαιο (1) αυτού του βιβλίου. Κατόπιν, μετρούμε με ένα παχύμετρο **το πάχος** των τεμαχίων που θα συγκολληθούν, για να αποφασίσουμε **το είδος της συναρμογής** (ραφής) και την απαραίτητη προετοιμασία των άκρων τους. Τέλος, αποφασίζουμε για τη μέθοδο και το είδος της συγκόλλησης που θα εφαρμόσουμε (οξυγονοκόλληση, ηλεκτροσυγκόλληση).

Αφού γίνουν τα παραπάνω, θα πρέπει να προετοιμαστούν τα άκρα των μεταλλικών τεμαχίων που θα συγκολληθούν. Βέβαια, όπως θα δούμε στη συνέχεια αυτού του κεφαλαίου, υπάρχουν και περιπτώσεις συναρμογών (ραφών), που δεν απαιτούν κανένα είδος προετοιμασίας.

Οι συναρμογές άκρων μεταλλικών τεμαχίων, που συνήθως συναντούμε στις μεταλλικές εφαρμογές, χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες:

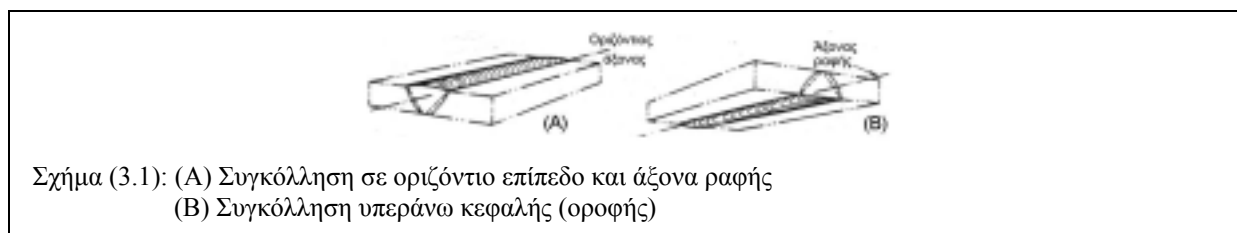
- Στις **εσωραφές** ή βυθισμένες ραφές
- Στις **εξωραφές** ή γωνιακές ραφές
- Στις **μετωπικές** ή παράλληλες
- Στις **συναρμογές μορφής**
- Στις συναρμογές με **επάλληλη ένωση** των άκρων (με επικάλυψη)
- Στις ραφές **ειδικών περιπτώσεων** (σχισμών κτλ.).

Καθεμία από τις παραπάνω ραφές έχει τα δικά της χαρακτηριστικά και τη δική της τεχνική, που θα αναπτυχθεί στις επόμενες παραγράφους. Ανάλογα με τη θέση των άκρων των τεμαχίων που θα συγκολληθούν και τον άξονα ραφής τους, οι συγκολλήσεις διακρίνονται σε:

- Συγκολλήσεις σε **οριζόντιο επίπεδο** και **οριζόντιο άξονα**
- Συγκολλήσεις **υπεράνω κεφαλής** (οροφής ή «ουρανού»)
- Συγκολλήσεις σε **κατακόρυφο επίπεδο** και **οριζόντιο άξονα**
- Συγκολλήσεις σε **κατακόρυφο επίπεδο** και **κατακόρυφο άξονα**

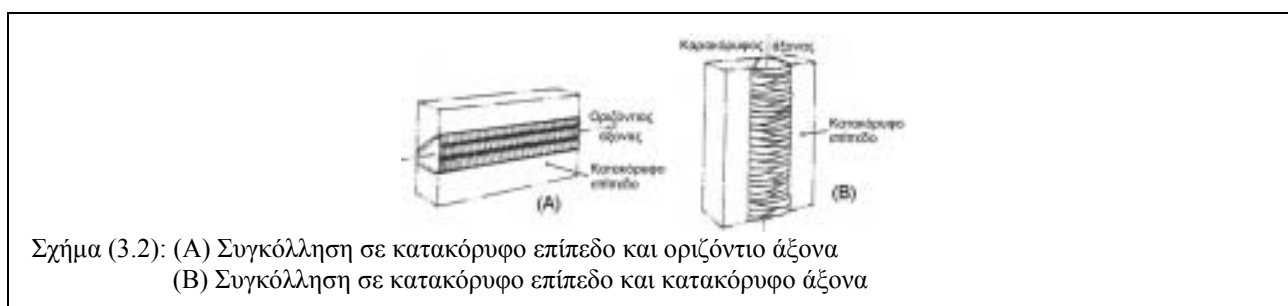
Από τις παραπάνω συγκολλήσεις η ευκολότερη και, επομένως, η μικρότερου κόστους είναι η συγκόλληση **οριζόντιου** επιπέδου, όπως φαίνεται στην εικόνα (Α) του σχήματος (3.1). Γι' αυτό, όταν το είδος της κατασκευής μας το επιτρέπει, πραγματοποιούμε τις συγκολλήσεις σε οριζόντιο επίπεδο. Οι συγκολλήσεις που γίνονται **υπεράνω κεφαλής** απαιτούν μεγάλη εμπειρία και ηλεκτρόδια κατάλληλα για εργασίες αυτού του είδους. Το ηλεκτρόδιο πρέπει να κολλά εύ-

κολα και γρήγορα στα προς συγκόλληση τεμάχια, ώστε να υπερνικάται η δύναμη της βαρύτητας, που τείνει να απομακρύνει την κόλληση από τη θέση της.



Σχήμα (3.1): (Α) Συγκόλληση σε οριζόντιο επίπεδο και άξονα ραφής  
(Β) Συγκόλληση υπεράνω κεφαλής (οροφής)

Στο σχήμα (3.2) φαίνονται άλλες δύο κατηγορίες συγκολλήσεων. Η συγκόλληση σε **κατακόρυφο επίπεδο** και οριζόντιο άξονα ραφής, όπως φαίνεται εικόνα (Α) του σχήματος (3.2) και η συγκόλληση σε κατακόρυφο επίπεδο και κατακόρυφο άξονα ραφής (ανεβατή ή κατεβατή συγκόλληση). Βέβαια, σε ειδικές περιπτώσεις αναγκάζομαστε να συγκολλήσουμε άκρα και σε διαφορετικές θέσεις από αυτές που αναφέρονται πιο πάνω (ραφές υπό γωνία ως προς το επίπεδο των μεταλλικών τεμαχίων).



Σχήμα (3.2): (Α) Συγκόλληση σε κατακόρυφο επίπεδο και οριζόντιο άξονα  
(Β) Συγκόλληση σε κατακόρυφο επίπεδο και κατακόρυφο άξονα

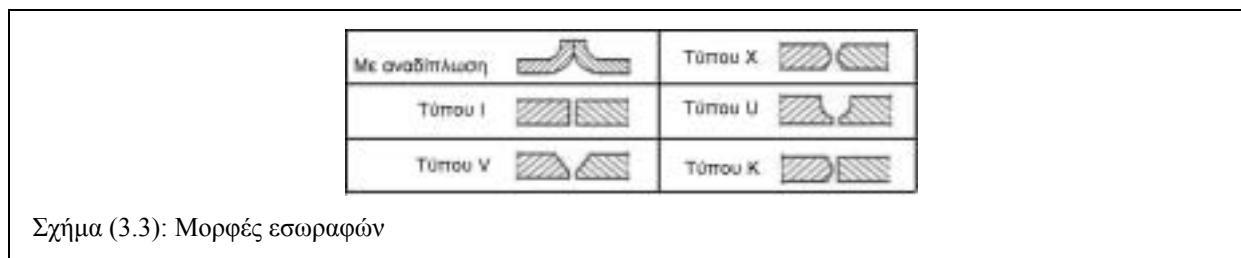
### 3-2. Οι εσωραφές ή βυθισμένες ραφές

**Οι εσωραφές** μεταλλικών τεμαχίων λέγονται και **βυθισμένες ραφές**, γιατί το συγκολλητικό υλικό εισχωρεί (βυθίζεται) στα ειδικά διαμορφωμένα άκρα των τεμαχίων, για να πραγματοποιηθεί η συγκόλλησή τους. Επίσης, αναφέρονται και ως **συναρμογές κατ' άκρα**, επειδή η συγκόλληση πραγματοποιείται στα άκρα δύο μεταλλικών τεμαχίων, ώστε να δημιουργηθεί μια επέκταση της μεταλλοκατασκευής.

Η συναρμογή τεμαχίων με εσωραφή μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε με οξυγονοκόλληση, είτε με ηλεκτροσυγκόλληση. Η επιλογή της μεθόδου θα γίνει από τον ειδικό τεχνικό, αφού εκτιμηθούν όλα τα στοιχεία (τεχνικά, οικονομικά κτλ.) κάθε περίπτωσης συναρμογής.

Όπως βλέπουμε και στο σχήμα (3.3), ανάλογα με τη μορφή που δίνεται στα άκρα των τεμαχίων που πρόκειται να συγκολληθούν, οι εσωραφές διακρίνονται σε:

- Ραφές με αναδίπλωση των άκρων ή ραχωτές ραφές
- Ραφές τύπου **I**
- Ραφές τύπου **V**
- Ραφές τύπου **X**
- Ραφές τύπου **K**
- Ραφές τύπου **U**

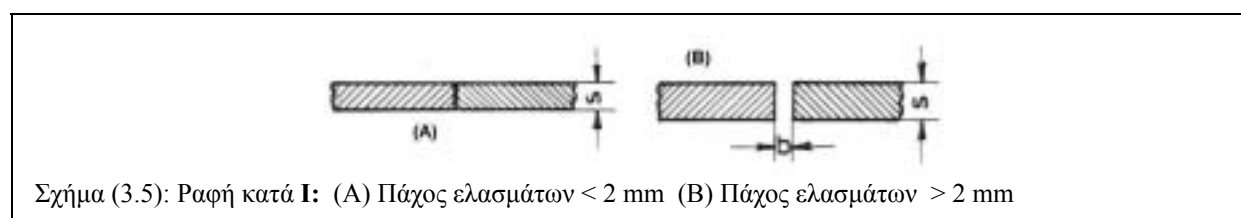


Η επιλογή του είδους της εσωραφής **εξαρτάται βασικά από το πάχος των τεμαχίων** που θα συγκολληθούν. Έτσι, όταν έχουμε ελάσματα πάχους μέχρι **1,5 mm**, μπορεί να χρησιμοποιηθεί **η ραφή με αναδίπλωση** των άκρων των ελασμάτων. Το είδος αυτό της συναρμογής απαιτεί προσεκτική και ίσου ύψους αναδίπλωση των δύο άκρων που θα συγκολληθούν. Η αναδίπλωση των άκρων γίνεται σε καμπτική μηχανή (στράντζα) και τοποθετούνται έτσι, ώστε τα άκρα να εφάπτονται καθ' όλο το μήκος τους. Στερεώνονται καλά σ' αυτή τη θέση με σφικτήρες και αρχίζει η συγκόλλησή τους μόνο από τη μια πλευρά.

**Η ραφή τύπου (Ι)** είναι από τις συνηθέστερες στην καθημερινή πρακτική των τεχνιτών, γιατί δεν απαιτεί σχεδόν καμιά προετοιμασία. Όπως φαίνεται και στον πίνακα (3-1) η εξωραφή τύπου (Ι) μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πάχος ελασμάτων από 1 έως και 10 mm.



Όταν στη ραφή τύπου (Ι), τα προς συγκόλληση τεμάχια έχουν πάχος **μέχρι 2 mm**, τοποθετούνται έτσι, ώστε τα άκρα τους να εφάπτονται καθ' όλο το μήκος τους (δε χρειάζεται κάποια απόσταση μεταξύ τους). Από **2 έως 5 mm πάχους**, η απόσταση μεταξύ των ελασμάτων θα πρέπει να είναι **1 έως 2 mm** και από **5 έως 10 mm** η απόσταση θα πρέπει να είναι περίπου **4 mm**. Στις παραπάνω περιπτώσεις ραφής τύπου (Ι), πάχους μέχρι 5 mm, η συγκόλληση γίνεται μόνο από τη μια πλευρά. Όταν όμως το πάχος των ελασμάτων ξεπερνά **τα 5 mm**, απαιτείται συγκόλληση και από τις δύο πλευρές.

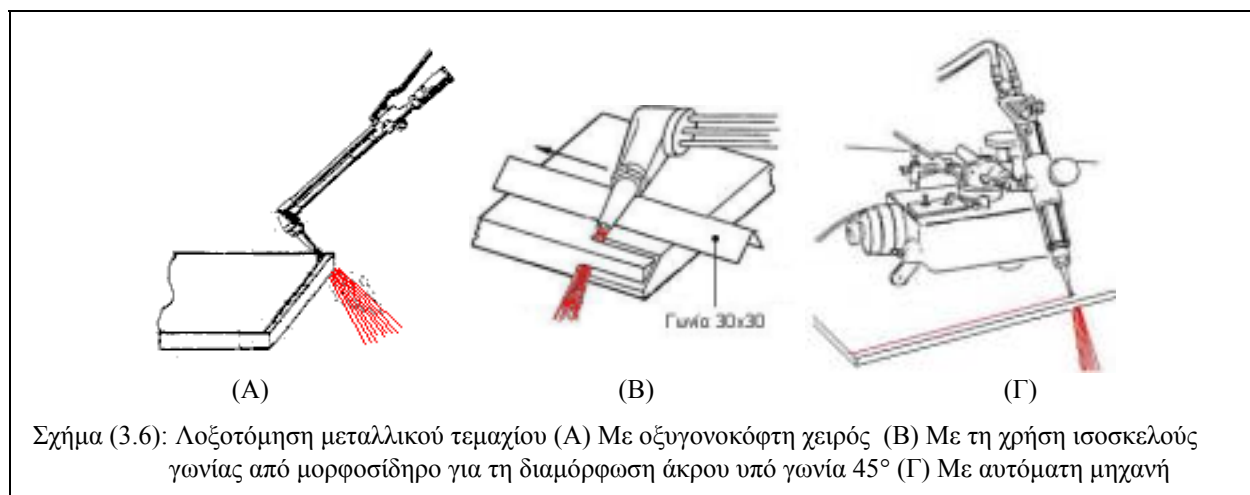


**Η εσωραφή τύπου (V)** ενδείκνυται για περιπτώσεις συγκόλλησης ελασμάτων μεσαίου πάχους από **3 έως 12 mm**. Βλέπουμε ότι σε περιοχές πάχους ελασμάτων από 3 έως και 10 mm, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και τα δύο είδη ραφής, δηλαδή και τον τύπο (Ι) και τον τύπο (V). Η επιλογή του ενός ή του άλλου τύπου ραφής θα εξαρτηθεί από τις συνθήκες εργασίας, τον εξοπλισμό που διατίθεται για τη διαμόρφωση των άκρων, τα οικονομικά στοιχεία της συγκόλλησης και από την πείρα του συγκολλητή.

Όπου μπορεί να εφαρμοστεί η ραφή τύπου (I), θα πρέπει να προτιμάται έναντι της (V), γιατί η ραφή τύπου (I) δεν απαιτεί ιδιαίτερη προετοιμασία των άκρων και, επομένως, κοστίζει λιγότερο. **Γενικά, θα λέγαμε ότι η εσωραφή τύπου (V) θα πρέπει να χρησιμοποιείται σε πάχη ελασμάτων από 5 έως 12 mm.** Τα άκρα των δύο τεμαχίων που πρόκειται να συγκολληθούν, λοξοτομούνται (φρεζάρονται) υπό γωνία 25-30° το καθένα, ώστε, όταν τελικά τοποθετηθούν στη θέση της συγκόλλησης, να δημιουργηθεί μεταξύ τους μια γωνία 50-60° (το λεγόμενο αυλάκι).

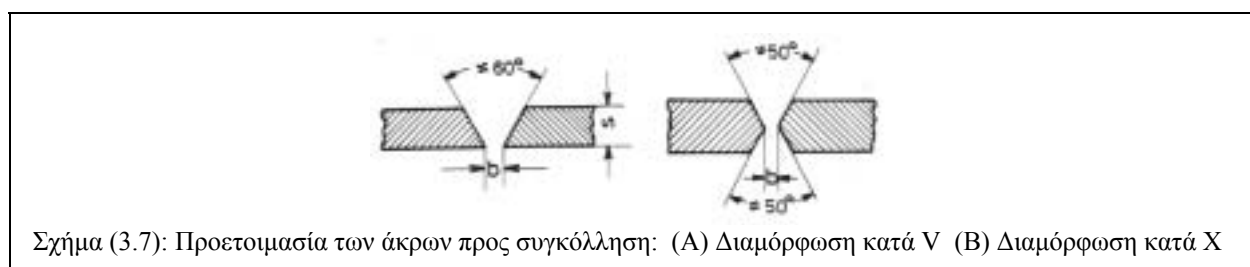
Πάχος ελασμάτων S (mm)	Τρόπος συγκόλλησης	Είδος ραφής	Τρόπος διαμόρφωσης των άκρων	Διάκενο b (mm)
≤ 1,5	Από μία πλευρά	Ραφή με αναδιπλώση		-
≤ 2	Από μία πλευρά	Ραφή I		-
2 - 6	Από μία πλευρά			1 - 2
5 - 10	Από μία πλευρά			< 4
3 - 12	Από μία πλευρά	Ραφή V		2 - 4
> 12	Από δύο πλευρές			< 4

Η λοξοτόμηση γίνεται με τροχό ή με οξυγονοκόφτη. Στο σχήμα (3.6) φαίνεται η διαδικασία λοξοτόμησης, μεταλλικού τεμαχίου με οξυγονοκόφτη.



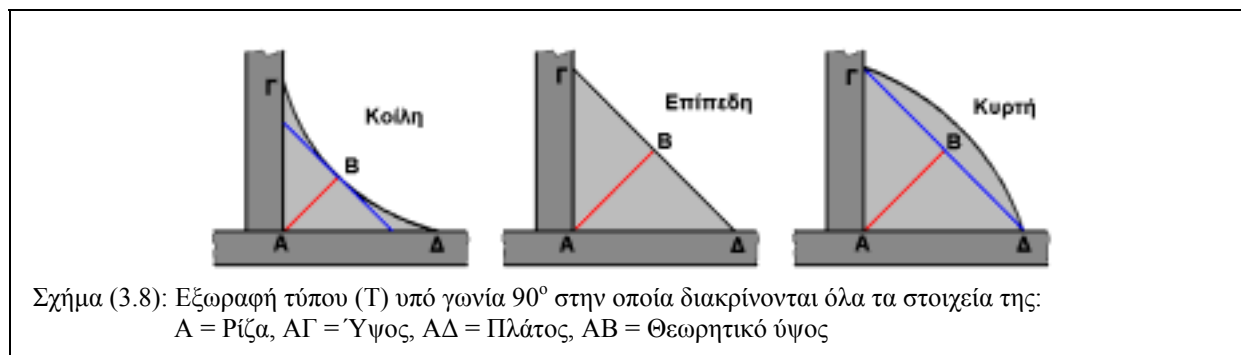
Η απόσταση μεταξύ των δύο τεμαχίων στη βάση τους ονομάζεται **ρίζα**. Το μέγεθος της ρίζας εξαρτάται από το πάχος των τεμαχίων και μπορεί να διαμορφώνεται από 1,5 έως 2 mm.

**Η ραφή τύπου (X)** χρησιμοποιείται συνήθως σε συναρμογή ελασμάτων πάχους πάνω από 12 mm και μέχρι 25 mm. Η προετοιμασία των άκρων που θα συγκολληθούν απαιτεί μεγάλη προσοχή και σχετική εμπειρία, ώστε να σχηματιστούν ομοιόμορφα οι λοξές (φρεζάτες) υποδοχές της συγκόλλησης και από τις δύο πλευρές των ελασμάτων. Έτσι θα σχηματιστούν γωνίες 50-60° και από τις δύο πλευρές. Εννοείται βέβαια ότι η ραφή τύπου (X) απαιτεί συγκόλληση και από τις δύο πλευρές.



### 3-3. Οι εξωραφές ή γωνιακές ραφές

Οι εξωραφές λέγονται και γωνιακές ραφές, γιατί εφαρμόζονται βασικά σε συναρμογές μεταλλικών τεμαχίων υπό γωνία. Στις εξωραφές το συγκολλητικό υλικό, που χρησιμοποιείται για τη συγκόλληση των δύο τεμαχίων, δεν εισχωρεί στο εσωτερικό των άκρων της συναρμογής των μεταλλικών τεμαχίων, όπως συμβαίνει στην περίπτωση των εσωραφών, αλλά δημιουργεί μια ραφή κατά μήκος της γωνίας που σχηματίζουν τα προς συγκόλληση μεταλλικά κομμάτια. Στο σχήμα (3.8) φαίνονται τα στοιχεία μιας εξωραφής σε μεταλλικά κομμάτια υπό γωνία  $90^\circ$ .

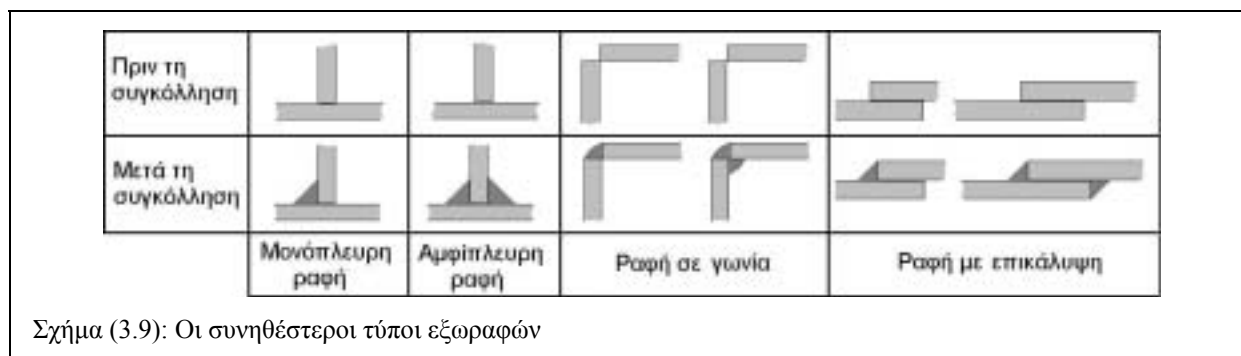


**Παρατήρηση επί του σχήματος (3.8):** Ονομάζουμε ρίζα μιας συγκόλλησης το μέρος που η κόλληση έχει διεισδύσει στα μεταλλικά τεμάχια, όταν έχουν συγκολληθεί. **Ύψος ραφής** λέμε την απόσταση από την επιφάνεια του οριζοντίου τεμαχίου έως το σημείο που τελειώνει η ραφή στο κατακόρυφο τεμάχιο, όπως στο σχήμα (3.8). Το **πλάτος της ραφής** είναι η απόσταση από τη ρίζα της συγκόλλησης μέχρι το σημείο που τελειώνει επί που οριζοντίου τεμαχίου.

Οι συνηθέστεροι τύποι συναρμογών σε γωνία, φαίνονται στο σχήμα (3.9) και είναι:

- Η μονόπλευρη ραφή τύπου **L** (γωνίας)
- Η δίπλευρη ραφή τύπου **T** (τάφ)
- Η ραφή ελασμάτων σε γωνία (εξωτερική ή εσωτερική ή και τα δύο)
- Η ραφή με τα ελάσματα σε επικάλυψη (μονόπλευρη ή δίπλευρη)

Οι εξωραφές δεν απαιτούν συνήθως ιδιαίτερη προετοιμασία των σημείων συγκόλλησής τους, εκτός ειδικών περιπτώσεων, αρκεί τα προς συγκόλληση άκρα των μεταλλικών τεμαχίων να έχουν κοπεί ευθύγραμμα και οι επιφάνειες συγκόλλησης να έχουν καθαριστεί από σκουριές, λάδια, χρώματα κτλ. που θα μπορούσαν να επιδράσουν αρνητικά στην ποιότητα και στην αντοχή της συγκόλλησης. Τέλος, η προσεκτική στερέωση των τεμαχίων στη θέση που θα συγκολληθούν, αποτελεί προϋπόθεση για μια επιτυχημένη εργασία συγκόλλησης.

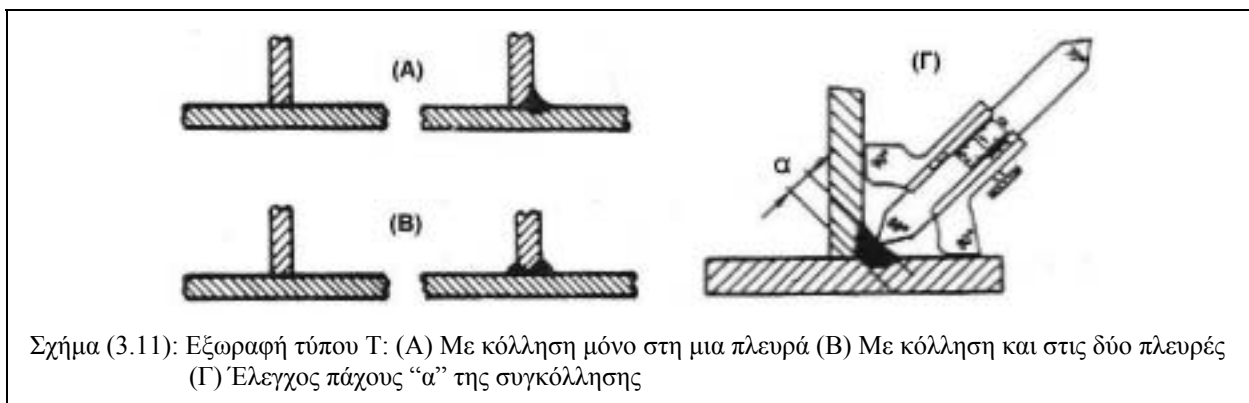


Ο έλεγχος της γωνίας των δύο τεμαχίων, καθώς και το πάχος της συγκόλλησης γίνεται με ειδικά όργανα, που ονομάζονται **ελεγκτήρες ραφής**, όπως φαίνεται στο σχήμα (3.10).



Σχήμα (3.10): Ρυθμιζόμενοι ελεγκτήρες που ελέγχουν το πάχος της ραφής και την κάθετη θέση των τεμαχίων

Η **μονόπλευρη** εξωραφή τύπου **T** είναι κατάλληλη για γρήγορες και φθηνές ραφές, όταν η καταπόνηση στα σημεία συγκόλλησης δεν είναι ιδιαίτερα έντονη. Αντίθετα, όταν οι απαιτήσεις σε αντοχή είναι μεγάλες, προτιμάται η **δίπλευρη** εξωραφή, της οποίας όμως το κόστος είναι σχεδόν διπλάσιο. Το ίδιο ισχύει και για εξωραφές που γίνονται μόνο σε εξωτερική γωνία δύο μεταλλικών τεμαχίων ή στην εξωτερική και εσωτερική γωνία (δίπλευρη).



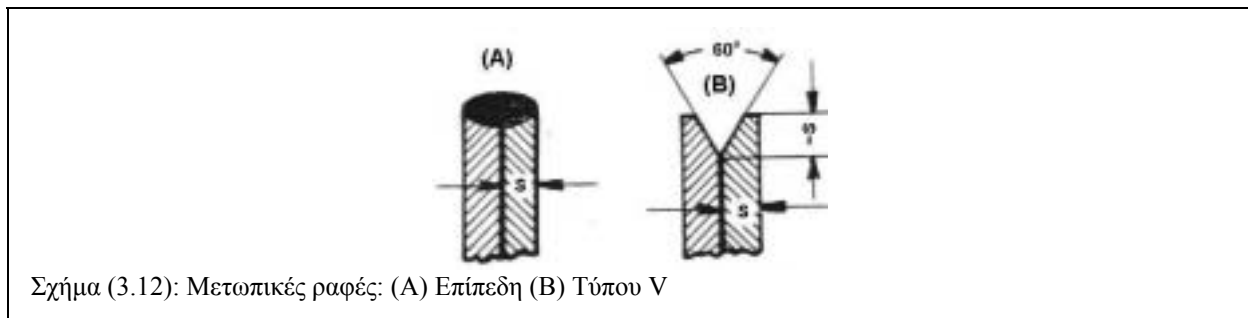
Σχήμα (3.11): Εξωραφή τύπου T: (Α) Με κόλληση μόνο στη μια πλευρά (Β) Με κόλληση και στις δύο πλευρές (Γ) Έλεγχος πάχους “α” της συγκόλλησης

Το πάχος της συγκόλλησης ( $\alpha$ ), όπως και η διάμετρος της κόλλησης ή του ηλεκτροδίου **εξαρτώνται από το πάχος** των ελασμάτων που πρόκειται να συγκολληθούν. Όσο μεγαλύτερο είναι το πάχος των υπό συγκόλληση τεμαχίων, τόσο πιο μεγάλο πρέπει να είναι και το πάχος της ραφής (συγκόλλησης). Γενικά, θα μπορούσαμε να πούμε ότι το πάχος ( $\alpha$ ) μιας εξωραφής βρίσκεται, αν πολλαπλασιάσουμε το πάχος των ελασμάτων ( $s$ ) με ένα συντελεστή που κυμαίνεται μεταξύ 0,5 και 0,7 mm, δηλαδή  $\alpha = (0,5 \dots 0,7) \times s$ . Έτσι, αν το πάχος κάθε τεμαχίου είναι 12 mm, το πάχος ( $\alpha$ ) της ραφής είναι:  $\alpha = 0,6 \times 12 = 7,2 \text{ mm}$  (πήραμε ένα μέσο συντελεστή 0,6).

**Σημείωση:** Όταν τα προς συγκόλληση μεταλλικά τεμάχια δεν είναι ίδιου πάχους, το πάχος της ραφής υπολογίζεται σύμφωνα με το πάχος του τεμαχίου με το μικρότερο πάχος ( $s$ ).

### 3-4. Μετωπικές ή παράλληλες συναρμογές άκρων

Μια άλλη κατηγορία ραφών μεταλλικών τεμαχίων είναι οι μετωπικές ραφές. **Οι μετωπικές ραφές** που λέγονται και **παράλληλες**, εφαρμόζονται σε περιπτώσεις συγκόλλησης ελασμάτων των οποίων τα άκρα πρέπει να τοποθετηθούν και να συγκολληθούν κατά παράλληλη διάταξη, ενώ τα ελάσματα σχηματίζουν γωνία μικρότερη των  $90^\circ$ , όπως φαίνεται στο σχήμα (3.12).



Σχήμα (3.12): Μετωπικές ραφές: (Α) Επίπεδη (Β) Τύπου V

Οι μετωπικές ραφές διακρίνονται σε **επίπεδες** και σε **τύπου V**. Οι μετωπικές επίπεδες ραφές εφαρμόζονται σε ελάσματα **μέχρι 5mm** πάχους (s), ενώ οι μετωπικές ραφές **τύπου V**, εφαρμόζονται σε περιπτώσεις ελασμάτων με πάχος **άνω των 3 mm**. Δηλαδή σε πάχη από 3 mm έως 5mm μπορούν να εφαρμοστούν και τα δύο είδη ραφών.

Ανάλογα με το είδος της μετωπικής ραφής διαμορφώνονται και τα άκρα των ελασμάτων. Στις **επίπεδες** μετωπικές ραφές απαιτείται μόνο η απαραίτητη κάμψη των άκρων των ελασμάτων, ώστε να πραγματοποιηθεί η **παράλληλη τοποθέτησή** τους και να σχηματιστεί η επιθυμητή εσωτερική γωνία μεταξύ των ελασμάτων.

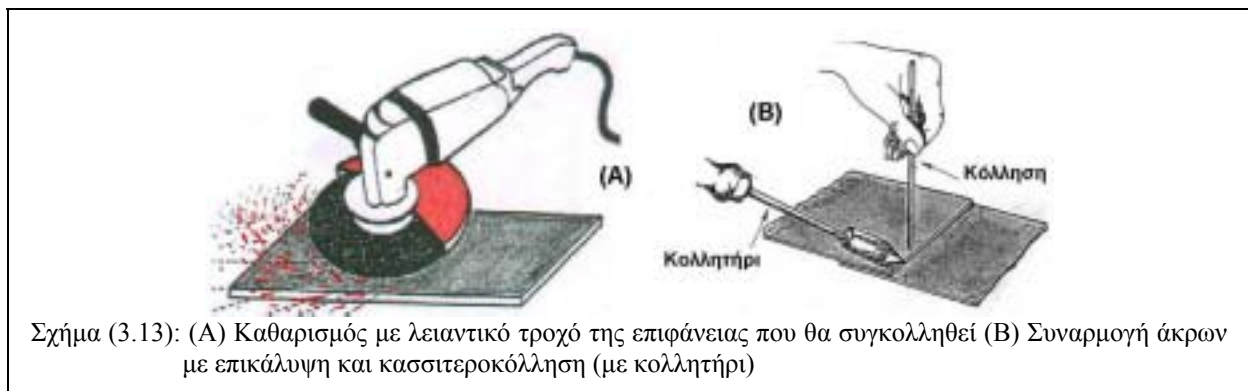
Στις περιπτώσεις μετωπικών ραφών **τύπου V**, τα άκρα των ελασμάτων πρώτα λοξοτομούνται (φρεζάρονται) και μετά κάμπτονται σε καμπτική μηχανή (στράντζα), έτσι ώστε τα προς συγκόλληση άκρα να σχηματίσουν γωνία 60° περίπου.

Οι μετωπικές ραφές μπορούν να πραγματοποιηθούν με οξυγονοκόλληση αλλά και με ηλεκτροσυγκόλληση. Η επιλογή της μεθόδου θα αποφασιστεί από τον ειδικό τεχνικό, αφού λάβει υπόψη του όλους τους παράγοντες που συμβάλλουν σε μια οικονομική συγκόλληση.

### 3-5. Συναρμογές με επικάλυψη των άκρων

Οι συναρμογές με **επάλλληλη ένωση** των άκρων ή **με επικάλυψη**, όπως συνηθίζουν να την ονομάζουν οι τεχνίτες συγκολλητές, είναι ένα είδος εξωραφής. Σ' αυτές τις συναρμογές το άκρο του ενός από τα προς συγκόλληση τεμάχια τοποθετείται πάνω στο άκρο του άλλου, όπως φαίνεται στο σχήμα (3.13).

Ανάλογα με το σκοπό που θα εξυπηρετήσει η συναρμογή με επικάλυψη και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των μεταλλικών τεμαχίων που θα συγκολληθούν, επιλέγεται και η μέθοδος συναρμογής τους. Άλλοτε χρησιμοποιούνται **μαλακές συγκολλήσεις** (κυρίως κασιτεροκολλήσεις) και άλλοτε **σκληρές συγκολλήσεις** (μπρουντζοκολλήσεις ή χαλκοκολλήσεις).

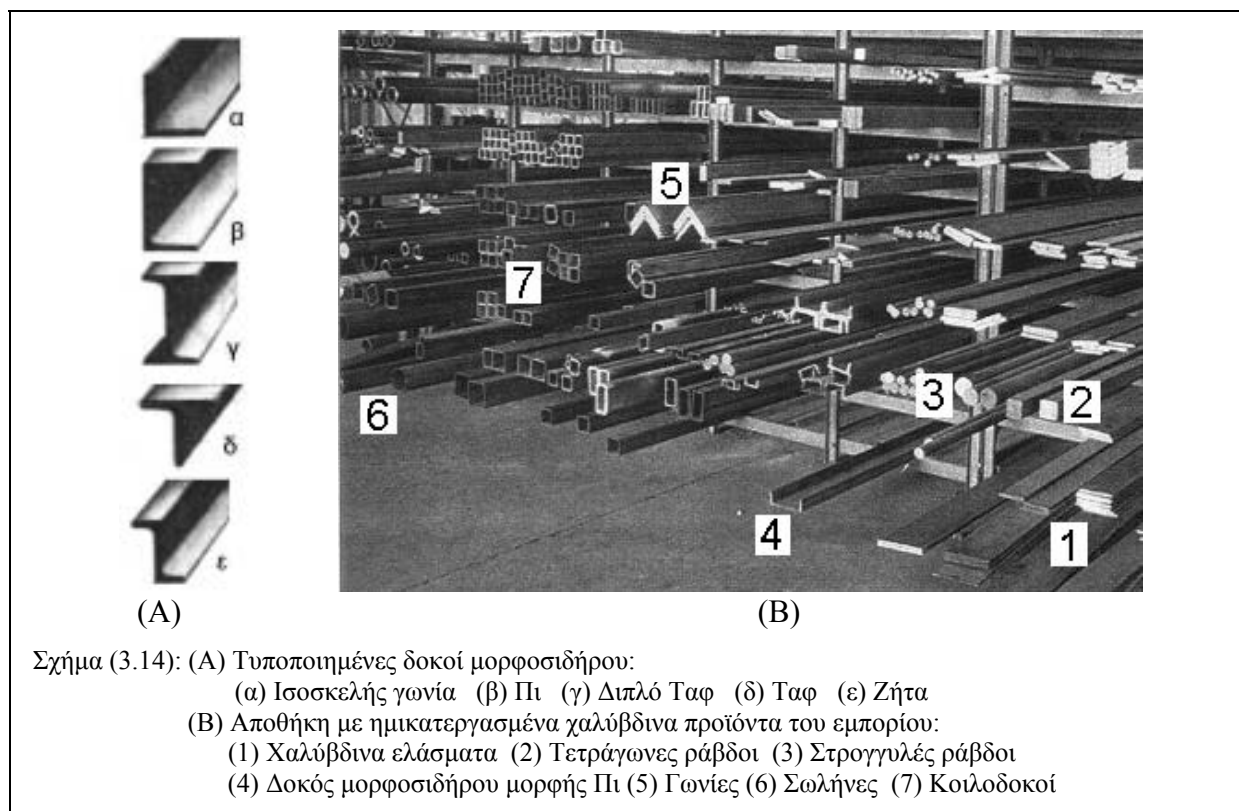


Σχήμα (3.13): (Α) Καθαρισμός με λειαντικό τροχό της επιφάνειας που θα συγκολληθεί (Β) Συναρμογή άκρων με επικάλυψη και κασιτεροκόλληση (με κολλητήρι)



### 3-6. Συναρμογές μορφής

Οι συναρμογές μορφής αναφέρονται σε συγκολλήσεις μεταλλικών τεμαχίων από **μορφοδοκούς**. Οι μορφοδοκοί ή **δοκοί μορφοσιδήρου** ή προφίλ μορφοσιδήρου είναι χαλύβδινες δοκοί μήκους 4 ή 5 m και υπάρχουν στο εμπόριο σε διατομές που φαίνονται στο σχήμα (3.14).



Οι μορφοδοκοί παραγγέλλονται στο εμπόριο με τυποποιημένο τρόπο δίνοντας τα ακόλουθα στοιχεία:

- Το **σύμβολο** της μορφής (L, T, κτλ.)
- Τις **διαστάσεις** της μορφοδοκού (ύψος, πλάτος, μήκος) σε mm
- Τον αριθμό του **προτύπου**, με το οποίο έγινε η **τυποποίηση**<sup>1</sup>
- Το **είδος του χάλυβα** κατασκευής της μορφοδοκού

Έτσι, σύμφωνα με τα παραπάνω, όταν θέλουμε μια μορφοδοκό διπλού Ταφ, ύψους 300 mm και μήκους 4000 mm κατά DIN-1025 από χάλυβα, με όριο θραύσης  $370 \text{ N/mm}^2$ , γράφουμε:

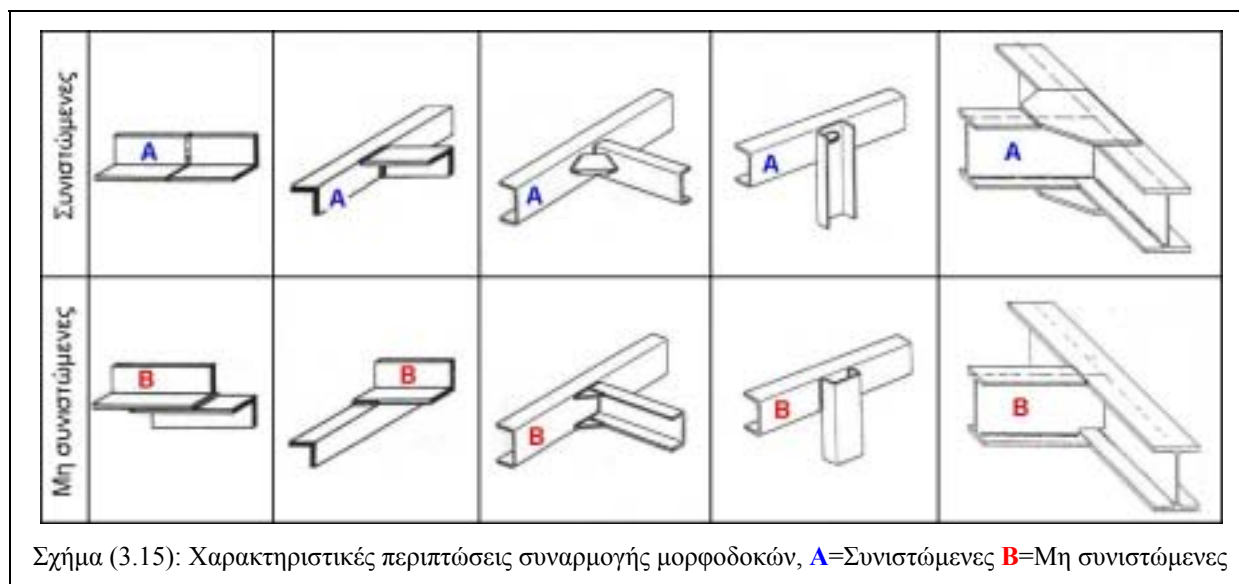
**I 300 x 4000 DIN 1025 St 37-2**

Με τον παραπάνω συμβολισμό έχουμε καταγράψει όλα τα στοιχεία για τη μορφοδοκό που επιθυμούμε (βλέπε και παράγραφο 1-19). Οι συναρμογές μορφοδοκών απαιτούν συγκεκριμένη **προετοιμασία των άκρων**, προσοχή στη **σωστή τοποθέτηση και συγκράτηση** των επιφανειών που θα συγκολληθούν και αρκετή **εμπειρία** στη χρήση των συσκευών συγκόλλησης<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Τα υποχρεωτικά πρότυπα για τη χώρα μας είναι ISO ή EN ή ΕΛΟΤ. Όταν δεν υπάρχει όμως τέτοιο πρότυπο που να καλύπτει το θέμα, χρησιμοποιούνται και άλλα πρότυπα όπως στο παράδειγμα, που χρησιμοποιείται το DIN.

<sup>2</sup> Η ποικιλία των συναρμογών μορφής είναι πολύ μεγάλη και η ανάπτυξη της τεχνικής κάθε περίπτωσης ξεφεύγει από το σκοπό αυτού του βιβλίου που προορίζεται κυρίως για τεχνίτες επισκευής αμαξωμάτων.

Στο σχήμα (3.15) δίνονται μερικές χαρακτηριστικές περιπτώσεις συναρμογών μορφοδοκών για την κατασκευή σιδηρών κατασκευών.

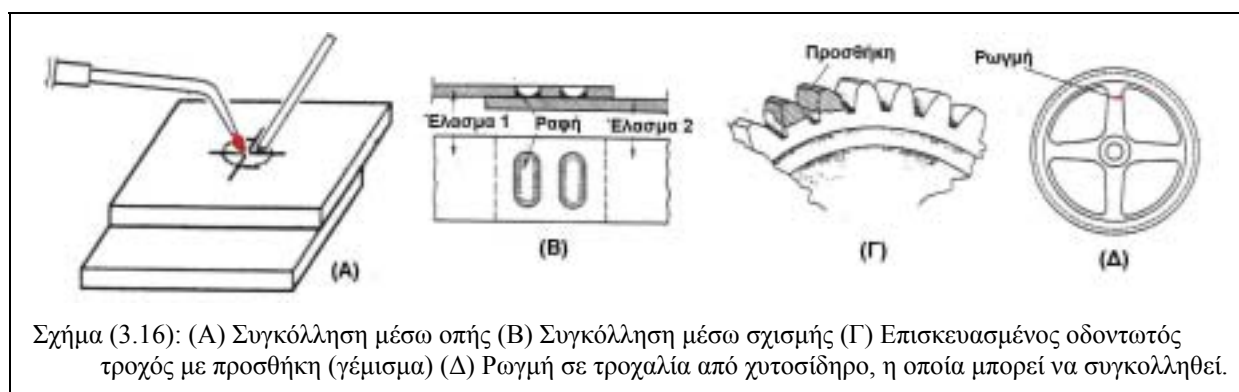


Σε σοβαρές κατασκευές προηγείται μελέτη από ειδικευμένους τεχνικούς, στην οποία προσδιορίζεται, εκτός των άλλων, και η διαμόρφωση των άκρων των προς συγκόλληση μεταλλικών τεμαχίων, το είδος της ραφής και η μέθοδος συγκόλλησής τους, ώστε η κατασκευή να έχει την απαιτούμενη αντοχή στις μηχανικές καταπονήσεις.

### 3-7. Συναρμογές ειδικών περιπτώσεων

Στις ειδικές περιπτώσεις συγκολλήσεων περιλαμβάνονται όλα τα είδη συγκόλλησης που ξεφεύγουν από τις διαδικασίες της καθημερινής πρακτικής (ρουτίνας) ή απαιτούν πιο εξειδικευμένη γνώση. Τέτοιες συγκολλήσεις μπορεί να είναι:

- Οι συγκολλήσεις μέσω οπής
- Οι συγκολλήσεις μέσω σχισμής
- Το γέμισμα ή συμπλήρωση φθαρμένων τμημάτων μιας μεταλλικής επιφάνειας
- Οι επισκευές ρωγμών σε χυτοσιδηρά εξαρτήματα (τροχαλίες, λέβητες κτλ.)



Οι δύο πρώτες περιπτώσεις του σχήματος (3.16) αναφέρονται, συνήθως, σε **συγκολλήσεις με επικάλυψη**. Τα προς συγκόλληση τεμάχια θα πρέπει να προετοιμαστούν με την απαιτούμενη διαμόρφωση των επιφανειών που θα επικαλυφθούν, ώστε να δημιουργηθεί μια ισχυρή συγκόλ-

ληση με τα επιθυμητά τεχνικά χαρακτηριστικά. Οι ειδικές συγκολλήσεις αυτού του είδους δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερη δυσκολία, εκτός, βέβαια, από τον έλεγχο της ποιότητας που απαιτεί εμπειρία και συσκευές ελέγχου.

Οι **συγκολλήσεις ρωγμών** (ή επισκευών) χυτοσιδηρών εξαρτημάτων είναι εργασίες πολύ δύσκολες. Απαιτούν μεγάλη εμπειρία, γνώση της συμπεριφοράς του χυτοσιδήρου στη θέρμανση και στην ψύξη του και συγκεκριμένη διαδικασία, που πρέπει να ακολουθήσει ο τεχνίτης. Οι εργασίες συγκόλλησης ρωγμών ή προσθήκης υλικού σε φθαρμένα χυτοσιδηρά αντικείμενα μπορούν να γίνουν με οξυγονοκόλληση ή ηλεκτροσυγκόλληση. Η επιλογή είναι θέμα του τεχνικού που θα αποφασίσει το είδος της συγκόλλησης, αφού πρώτα εξετάσει αν συμφέρει οικονομικά να επισκευαστεί το υπόψη εξάρτημα ή να αντικατασταθεί με καινούργιο.

### 3-8. Κριτήρια επιλογής του είδους της συγκόλλησης

Όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενες παραγράφους αυτού του κεφαλαίου, οι εφαρμογές των συγκολλήσεων στην καθημερινή πρακτική είναι απεριόριστες. Σε μερικές περιπτώσεις εφαρμογών τα τεμάχια μπορούν να συγκολληθούν εύκολα με **πολλές μεθόδους** και η προετοιμασία των άκρων τους να απαιτεί διαφορετική διαμόρφωση.

Σε ειδικές περιπτώσεις η επιλογή μας περιορίζεται σε μια μόνο μέθοδο συγκόλλησης, επειδή τα προς συγκόλληση μέταλλα δεν επιδέχονται συγκόλληση άλλης μορφής ή άλλες μέθοδοι δεν έχουν την αξιοπιστία που απαιτεί η συγκεκριμένη κατασκευή.

Βέβαια, παρά το γεγονός ότι στα αμαξώματα των σύγχρονων αυτοκινήτων συναντά κανείς σχεδόν όλα τα είδη των συγκολλήσεων, οι επισκευαστές αμαξωμάτων περιορίζονται σε συγκεκριμένους τρόπους οξυγονοκόλλησεων και ηλεκτροσυγκολλήσεων.

Κατά την επιλογή της μεθόδου συγκόλλησης, εκεί που μπορούν να εφαρμοστούν εναλλακτικές μέθοδοι, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη κάποια **κριτήρια**, τα οποία σε ορισμένες περιπτώσεις πρέπει να τηρούνται αυστηρά. Τα κριτήρια αυτά έχουν σχέση με:

- **Την ασφάλεια** της συναρμογής
- **Το κόστος** (οικονομικά στοιχεία)
- Τη δυνατότητα **επιλογής άλλης μεθόδου** εξίσου ασφαλούς
- Τη δυνατότητα **αξιόπιστου ελέγχου** της συγκόλλησης
- Τις πιθανές **παραμορφώσεις** κατά τη συγκόλληση
- Την **ασφάλεια των εργαζομένων** στο χώρο που θα εργαστούν.

Με τον όρο «**ασφάλεια**» μιας συναρμογής με συγκόλληση, εννοούμε τη δυνατότητα της συγκόλλησης να αντέχει σε συγκεκριμένα όρια καταπονήσεων (σε κάμψη, εφελκυσμό, στρέψη κτλ.), που προσδιορίζονται από τις προδιαγραφές της μελέτης, ώστε να εξασφαλίζεται ασφαλής και αξιόπιστη συμπεριφορά της μεταλλικής κατασκευής.

Όταν η ραφή συγκόλλησης μεταφέρει δυνάμεις από το ένα μεταλλικό τεμάχιο στο άλλο, όπως για παράδειγμα σε μια μεταλλική γέφυρα ή στο σκελετό ενός αυτοκινήτου, **το κρίσιμο στοιχείο** της συγκόλλησης είναι η αντοχή της **σε μηχανικές καταπονήσεις** (κάμψη, εφελκυσμό, κρούση κτλ.). Στις περισσότερες περιπτώσεις κινούμενων κατασκευών οι καταπονήσεις των συγκολλήσεων είναι σύνθετες. Γι' αυτό στις μελέτες των σιδηροκατασκευών, εκτός των άλλων στοιχείων, θα πρέπει να περιλαμβάνεται και ο τρόπος ελέγχου της προβλεπόμενης συγκόλλησης, ώστε να εξασφαλίζονται τα όρια ασφάλειας της ευρύτερης μεταλλικής κατασκευής.

Σε άλλες περιπτώσεις συναρμογών, εκτός από τη μηχανική αντοχή, κυρίαρχο στοιχείο της κατασκευής είναι η **στεγανότητα**. Τέτοιες περιπτώσεις είναι οι κατασκευές δεξαμενής νερού ή πετρελαίου κτλ. Μια διαρροή καυσίμου από μια δεξαμενή (μικρή ή μεγάλη) λόγω μιας προβληματικής συγκόλλησης, μπορεί να έχει απρόβλεπτες συνέπειες στην ασφάλεια των ανθρώπων που ζουν ή εργάζονται στην περιοχή. Οι συνέπειες μπορεί να είναι **οικονομικές** (καταστροφές περιουσιών κτλ.), **οικολογικές** (πυρκαγιές ως αποτέλεσμα της διαρροής), αλλά και να χαθούν **ανθρώπινες ζωές**. Ακόμη σοβαρότερες μπορεί να είναι οι επιπτώσεις στην περίπτωση διαρροής καυσίμου από την κολλητή δεξαμενή καυσίμου (ρεζερβουάρ) ενός αυτοκινήτου.

Όπως σε όλες τις περιπτώσεις κατασκευών, έτσι και στην περίπτωση των συναρμογών με συγκόλληση, **το κόστος** είναι ένα κριτήριο το οποίο θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη από τους τεχνικούς. Αν οι συγκολλήσεις μιας κατασκευής μπορούν να γίνουν και με οξυγονοασετιλίνη και με ηλεκτροσυγκόλληση, ο ειδικός τεχνικός θα πρέπει να εκτιμήσει το κόστος και με τις δύο μεθόδους και να προτιμήσει το είδος της συγκόλλησης που κοστίζει λιγότερο, χωρίς, βέβαια, να αγνοηθεί ο παράγων «**ασφάλεια**» της κατασκευής.

Για την εκτίμηση του **κόστους** των συγκολλήσεων θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα στοιχεία:

#### A. Στις οξυγονοσυγκολλήσεις

- Το κόστος των **αερίων** (οξυγόνου και ασετιλίνης)
- Το κόστος **εργασίας** του ειδικευμένου τεχνίτη συγκολλητή
- Το κόστος του **συγκολλητικού υλικού** (κόλλησης)
- Το κόστος των **υλικών καθαρισμού**
- Άλλα **μικροέξοδα συντήρησης** των συσκευών συγκόλλησης και των εξαρτημάτων τους (ακροφύσια, λαστιχένιοι σωλήνες κτλ.)
- Το κόστος της χρήσης **ιδιοσυσκευών** και **εξαερισμού**.

#### B. Στις ηλεκτροσυγκολλήσεις

- Το κόστος της **ηλεκτρικής ενέργειας** που καταναλώνει η συσκευή για την παραγωγή συγκεκριμένου έργου
- Το κόστος **εργασίας** του τεχνίτη ηλεκτροσυγκολλητή
- Το κόστος των **ηλεκτροδίων** που απαιτεί η συγκόλληση
- Το κόστος **αερίου** που τυχόν χρησιμοποιείται σε μερικές περιπτώσεις ηλεκτροσυγκολλήσεων (MIG, TIG κτλ.)
- Έξοδα **συντήρησης** και **απόσβεσης** του κόστους των συσκευών, όταν πρόκειται για μέσες και μεγάλες εγκαταστάσεις παραγωγής με ηλεκτροσυγκόλληση
- Το κόστος της χρήσης **ιδιοσυσκευών** και **εξαερισμού**.

Ένα άλλο κριτήριο που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη είναι η δυνατότητα **αξιόπιστου ελέγχου της ποιότητας** της συγκόλλησης. Ιδιαίτερα στις περιπτώσεις συγκολλήσεων με μεγάλο συντελεστή ασφάλειας, ο έλεγχος της ραφής είναι απόλυτα αναγκαίος, αφού μέσω αυτής μεταφέρονται δυνάμεις από το ένα μεταλλικό τεμάχιο στο άλλο. Με τον έλεγχο της συγκόλλησης καταγράφεται η ποιότητά της και εντοπίζονται τυχόν σφάλματα που θα πρέπει να διορθωθούν.



Σχήμα (3.17): (Α) Εγκλωβισμός σκουριάς σε ραφή (Β) Πόροι στη ραφή συγκόλλησης

Η ποιότητα μιας ραφής εξαρτάται από τη σωστή επιλογή της μεθόδου συγκόλλησης, από την ικανότητα του συγκολλητή, αλλά και από την ποιότητα των υλικών που χρησιμοποιούνται. Μια συγκόλληση θεωρείται καλής ποιότητας, όταν:

- Η **εισχώρηση της κόλλησης** στο διάκενο των μεταλλικών τεμαχίων είναι πλήρης.
- Δεν παρουσιάζει **ρωγμές**.
- Δεν έχει **πόρους** αέρα ή φυσαλίδες.
- Δεν περιέχει **σκουριές** (οξειδία).
- Τα προς συγκόλληση τεμάχια δεν παρουσιάζουν **παραμορφώσεις**.
- Παρουσιάζει τις επιθυμητές **μηχανικές ιδιότητες** και τα υπόλοιπα τεχνικά χαρακτηριστικά, που απαιτεί η κατασκευή.

Οι μέθοδοι ελέγχου της ποιότητας κάθε είδους συγκόλλησης καθώς και οι αιτίες που δημιουργούν συγκολλήσεις με σφάλματα, αναπτύσσονται σε επόμενα κεφάλαια αυτού του βιβλίου.

### 3-9. Ο συμβολισμός των συγκολλήσεων

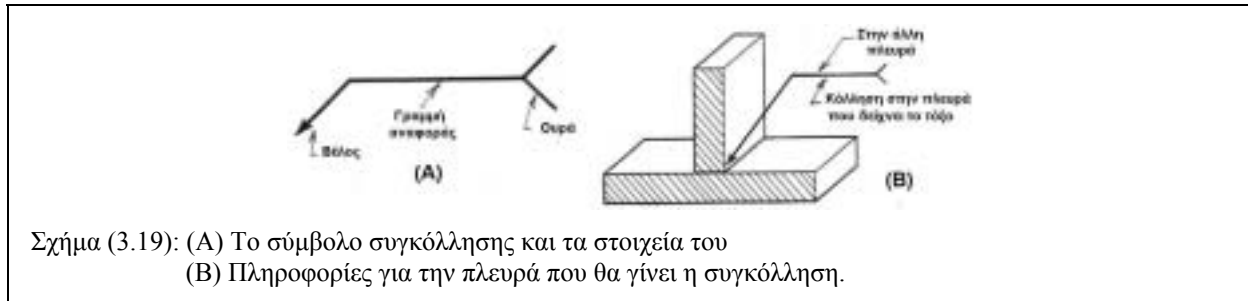
Όπως σε κάθε τεχνική εργασία κατασκευής προδιαγράφονται όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά της πάνω στο σχέδιο κατασκευής, ώστε να προκύψουν τα επιθυμητά αποτελέσματα, έτσι και στις συγκολλήσεις. Για να έχει μια συγκόλληση την απαιτούμενη αντοχή σε συγκεκριμένες μηχανικές καταπονήσεις, θα πρέπει να γίνει με τη μέθοδο, την τεχνική και τα υλικά εκείνα που απαιτεί η κάθε περίπτωση συγκόλλησης. Αν αφήσουμε τον τεχνίτη να επιλέξει το είδος της συγκόλλησης μιας συναρμογής ή δεν του παρασχεθούν οι απαιτούμενες πληροφορίες (οδηγίες) για την πραγματοποίησή της, το αποτέλεσμα μπορεί να μην έχει τα αναμενόμενα **χαρακτηριστικά ασφάλειας ή κόστους**. Για τον προσδιορισμό της απαιτούμενης σε κάθε περίπτωση συγκόλλησης, έχουν θεσπιστεί τα διάφορα **σύμβολα των συγκολλήσεων**, τα οποία τοποθετούνται πάνω στο κατασκευαστικό σχέδιο κάθε συναρμογής. Το σύμβολο της συγκόλλησης αποτελείται από το **βέλος κατεύθυνσης**, τη **γραμμή αναφοράς** και την **ουρά**, όπως φαίνεται στο σχήμα (3.18).



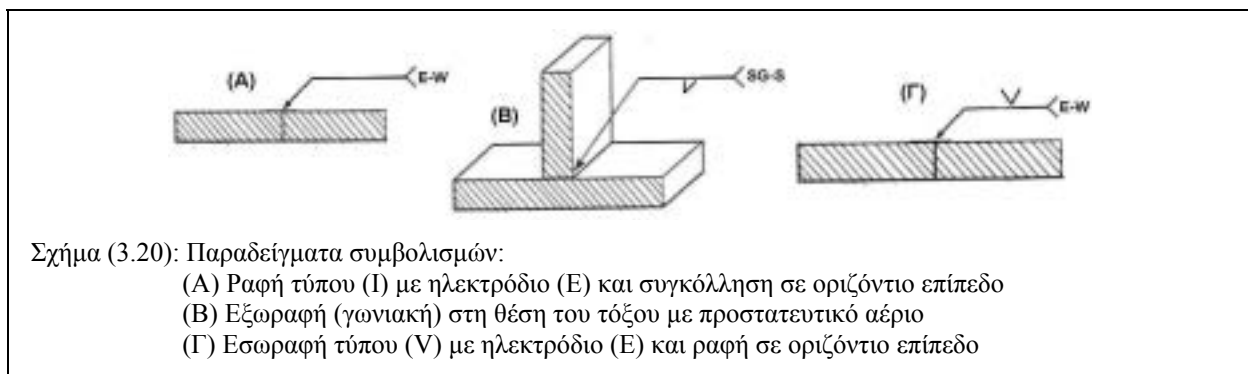
Σχήμα (3.18): Το σύμβολο της συγκόλλησης

**Το βέλος** δείχνει την ακριβή θέση της συγκόλλησης. Στη **γραμμή αναφοράς** αναγράφονται συμβολικά η μορφή των άκρων της συγκόλλησης (V, I, X κτλ.), η πλευρά που θα γίνει η συγκόλληση, η τελική διαμόρφωση της κόλλησης (επίπεδη, κοίλη ή κυρτή), ο τρόπος τελικής διαμόρφωσης (με τροχό), διάφορες χρήσιμες διαστάσεις κτλ. Οι πληροφορίες που γράφονται **κάτω** από τη γραμμή αναφοράς αναφέρονται στη συγκόλληση της πλευράς που δείχνει το τόξο, ενώ οι πληροφορίες που γράφονται **πάνω** από τη γραμμή αναφέρονται στην άλλη πλευρά. Στην

«ουρά» του συμβόλου αναγράφονται τυποποιημένες πληροφορίες σχετικές με το είδος της συγκόλλησης (ηλεκτροσυγκόλληση τόξου με προστατευτικό αέριο ή φλόγα αερίου). Μεταξύ των στοιχείων που περιλαμβάνονται στην ουρά του βέλους μπορεί να είναι και ο άξονας εργασίας (η θέση συγκόλλησης). Δηλαδή, αν ο άξονας εκτέλεσης της συγκόλλησης είναι οριζόντιος, κατακόρυφος, υπεράνω κεφαλής κτλ. Τους συμβολισμούς αυτούς τους βλέπουμε στον πίνακα (3-2).



Σχήμα (3.19): (Α) Το σύμβολο συγκόλλησης και τα στοιχεία του  
(Β) Πληροφορίες για την πλευρά που θα γίνει η συγκόλληση.



Σχήμα (3.20): Παραδείγματα συμβολισμών:  
(Α) Ραφή τύπου (I) με ηλεκτρόδιο (E) και συγκόλληση σε οριζόντιο επίπεδο  
(Β) Εξωραφή (γωνιακή) στη θέση του τόξου με προστατευτικό αέριο  
(Γ) Εσωραφή τύπου (V) με ηλεκτρόδιο (E) και ραφή σε οριζόντιο επίπεδο

Πίνακας (3-2): Συμβολισμοί της θέσης συγκόλλησης				
Θέση συγκόλλησης	Σχηματική παράσταση	(1) Συμβολισμός κατά DIN (Γερμανικός)	(2) Συμβολισμός κατά AWS (Αμερικάνικος)	(3) Συμβολισμός κατά ISO (Διεθνής)
Ραφή οριζόντια σε οριζόντιο επίπεδο		W	1G	PA
Οριζόντια ραφή σε γωνία		h	2F	PB
Οριζόντια ραφή σε κατακόρυφο επίπεδο		q	2G	PC
Οριζόντια ραφή σε γωνία ουρανού		hu	4F	PD
Ραφή υπεράνω κεφαλής (ουρανού)		U	4G	PE
Κατακόρυφη ραφή, ανεβατή		S	3G↑	PF
Κατακόρυφη ραφή, κατεβατή		F	3G↓	PG

**Παρατήρηση:** Οι συμβολισμοί κατά ISO είναι αυτοί που ισχύουν διεθνώς και που πρέπει να χρησιμοποιούμε. Οι κατά AWS είναι οι αμερικάνικοι συμβολισμοί. Οι κατά DIN ισχύουν μόνο στη Γερμανία,

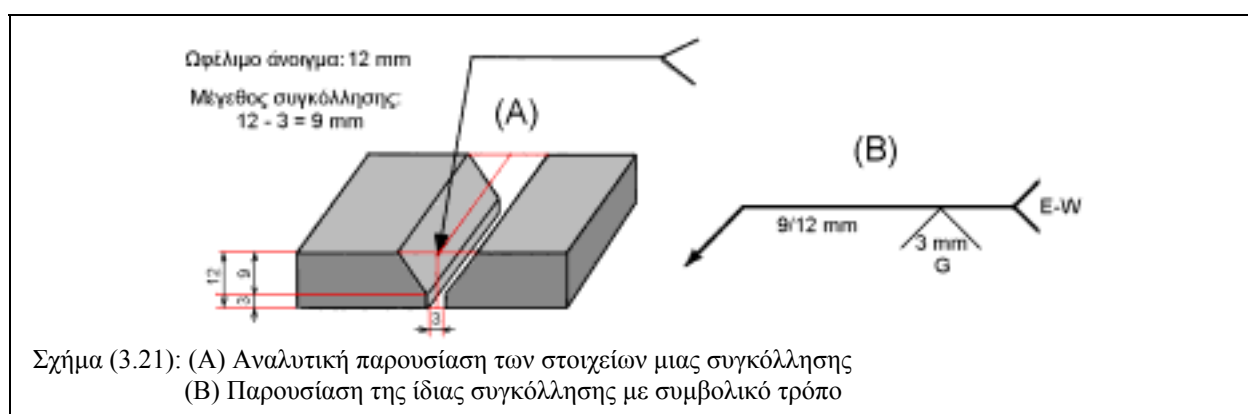
αλλά χρησιμοποιούνταν πολύ στο παρελθόν, πριν καθιερωθεί το σύστημα ISO. Πρέπει να τους γνωρίζουν οι μαθητές επειδή υπάρχουν σε πολλά σχέδια και μερικοί τους χρησιμοποιούν ακόμη. Προς τούτο, για εξάσκηση των μαθητών, στο παρόν βιβλίο θα γίνει χρήση τόσο των συμβολισμών κατά DIN, όσο και των συμβολισμών κατά ISO. Σε πρώτη φάση, θα χρησιμοποιηθούν μόνο οι συμβολισμοί κατά DIN. Οι συμβολισμοί κατά ISO θα αναπτυχθούν λεπτομερώς μαζί με τις ηλεκτροσυγκολλήσεις (στο κεφάλαιο 8) και στη συνέχεια του βιβλίου θα χρησιμοποιούνται μόνον αυτοί. Να σημειωθεί ότι οι θέσεις συγκόλλησης, πλην της ραφής σε οριζόντιο επίπεδο και της οριζόντιας γωνιακής, βρίσκουν εφαρμογή κυρίως στις ηλεκτροσυγκολλήσεις.

Στον πίνακα (3-3), εκτός των άλλων στοιχείων, αναφέρεται και ο συμβολισμός κάθε είδους ραφής. Έτσι στην εικόνα (A) του σχήματος (3.20), βλέπουμε στη γραμμή αναφοράς το σύμβολο (H). Το σύμβολο αυτό σημαίνει ότι στη γραμμή που δείχνει το τόξο θα πρέπει να πραγματοποιηθεί εσωραφή τύπου (I), όπως φαίνεται στον πίνακα (3-3). Στην ουρά του τόξου βλέπουμε τα γράμματα E και W. Το (E) μας λει ότι η συγκόλληση θα γίνει με επενδυμένο ηλεκτρόδιο τόξου, με όλα τα χαρακτηριστικά των ηλεκτροδίων αυτού του τύπου. Το γράμμα (W) μας λει το επίπεδο της συγκόλλησης, που στην περίπτωση μας σημαίνει ραφή σε οριζόντιο επίπεδο (θέση λεκάνης). Μπορεί, επίσης, να αναγράφεται και ο **πλήρης τύπος** του ηλεκτροδίου (π.χ. E4313). Άλλες πληροφορίες (οδηγίες) που μπορεί να αναγράφονται στη γραμμή αναφοράς είναι:

- Η **τελική επεξεργασία** της συγκόλλησης (ο τρόπος λείανσης της συγκόλλησης)
- Το **μέγεθος** της συγκόλλησης
- Το **άνοιγμα της ρίζας** της συγκόλλησης
- Η **διατομή** της συγκόλλησης, δηλαδή επίπεδη, κυρτή, κοίλη
- Το **ωφέλιμο άνοιγμα**

Ανάλογα με τον τρόπο λείανσης του προσώπου της συγκόλλησης έχουμε τους ακόλουθους συμβολισμούς:

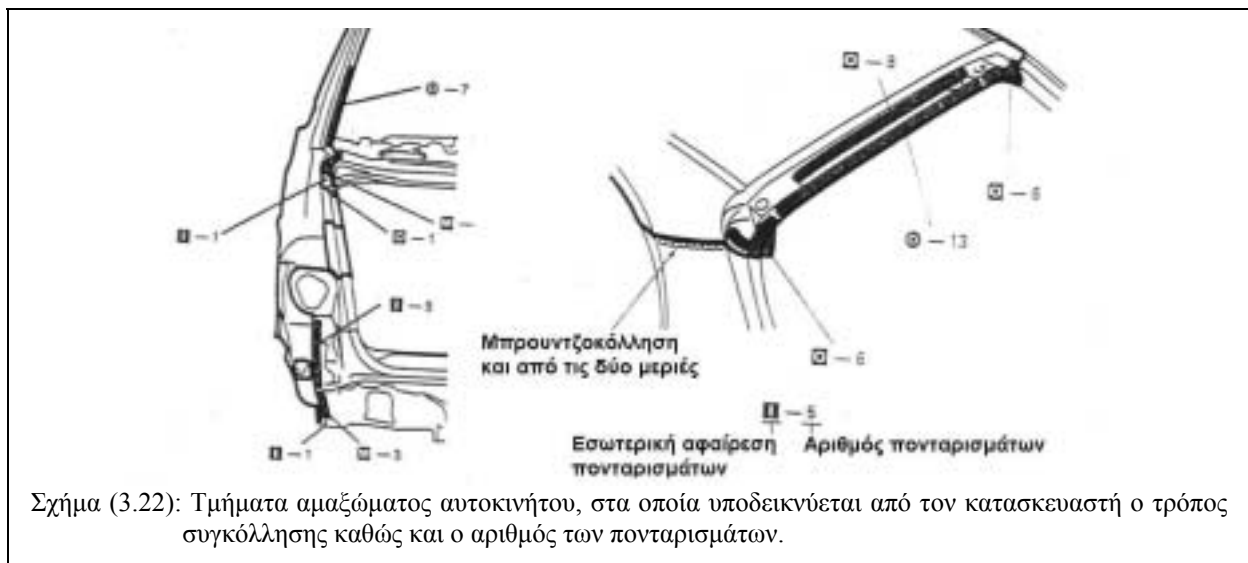
- Με λειαντικό τροχό, το γράμμα (G)
- Με κοπίδι, το γράμμα (C)
- Με σφυρί, το γράμμα (H)
- Με μηχανική επεξεργασία, το γράμμα (M)



Έτσι στην εικόνα (B) του σχήματος (3.21), το γράμμα (G) που αναγράφεται στη γραμμή αναφοράς σημαίνει ότι η τελική επεξεργασία (λείανση) πρέπει να γίνει με λειαντικό τροχό. Στον πίνακα (3-3) περιλαμβάνονται τα συνηθέστερα σύμβολα των συγκολλήσεων. Εκτός από αυτά τα

















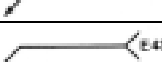

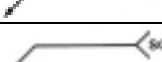
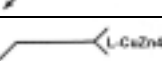
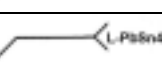
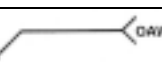



σύμβολα συγκολλήσεων, χρησιμοποιούνται και πολλά άλλα ειδικών οδηγιών ή πληροφοριών, η αναφορά των οποίων ξεφεύγει από το σκοπό αυτού του βιβλίου.

**Στη βιομηχανία αυτοκινήτων** τα διάφορα είδη των συγκολλήσεων που χρησιμοποιούνται για τη διαμόρφωση του αμαξώματος (συγκόλληση των διαφόρων κομματιών), χρησιμοποιούνται ειδικοί συμβολισμοί, μερικοί από τους οποίους φαίνονται στον πίνακα (3-4). Τα σύμβολα του πίνακα (3-4), τοποθετούνται στα σχέδια των βιβλίων του αμαξώματος και δείχνουν τα σημεία στα οποία υπάρχουν συγκολλήσεις στο αμάξωμα, το είδος και τον τρόπο συγκόλλησης, καθώς και τον τρόπο αφαίρεσης των συγκολλήσεων (πονταρισμάτων ή συνεχούς ραφής). Με βάση τις υποδείξεις του κατασκευαστή οι τεχνίτες επισκευής αμαξωμάτων αφαιρούν τα πονταρίσματα ή κόβουν τις ραφές, για να αφαιρεθεί στη συνέχεια το άχρηστο κομμάτι και να τοποθετηθεί το καινούργιο. **Η μέθοδος συγκόλλησης πρέπει να είναι ίδια με εκείνη που έχει γίνει στο εργοστάσιο κατασκευής του αυτοκινήτου** (ηλεκτροπόντα, μπρουντζοκόλληση, MIG κτλ.).




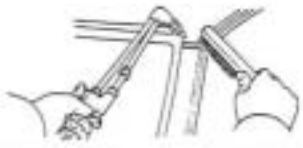









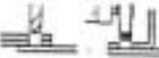











Στον πίνακα (3-4) δίνονται μερικά από τα συνηθισμένα σύμβολα συγκολλήσεων σε αμαξώματα. Στις εικόνες του σχήματος (3.22) δίνονται οδηγίες του κατασκευαστή για το είδος και τη μορφή των συγκολλήσεων στα συγκεκριμένα σημεία.



Πίνακας 3-3: Συνήθη σύμβολα συγκόλλησης μεταλλικών τεμαχίων		
A/A	Σύμβολο	Περιγραφή
1		Συγκόλληση τύπου (V) στην πλευρά του βέλους
2		Συγκόλληση τύπου (V) στην άλλη πλευρά (εσωραφή)
3		Συγκόλληση με αναδίπλωση των άκρων
4		Γωνιακή συγκόλληση στην πλευρά του βέλους (εξωραφή)
5		Γωνιακή συγκόλληση στην άλλη πλευρά (εξωραφή)
6		Γωνιακή συγκόλληση και από τις δύο πλευρές
7		Επίπεδη τελική επεξεργασία με λειαντικό τροχό
8		Κυρτή τελική επεξεργασία με μηχανικό μέσο
9		Κοίλη τελική επεξεργασία με λειαντικό τροχό
10		Επιφανειακή συγκόλληση με ύψος ραφής 2,5 mm
11		Συγκόλληση περιφερειακή (γύρω-γύρω)
12		Συγκόλληση από την άλλη πλευρά, τύπου (V) με 60° και επίπεδη τελική επεξεργασία
13		Συγκόλληση τύπου (X)
14		Συγκόλληση τύπου (I)
15		Συγκόλληση με επικάλυψη των άκρων
16		Συγκόλληση μέσα από οπή
17		Ηλεκτροσυγκόλληση τόξου, με επενδυμένο ηλεκτρόδιο
18		Ηλεκτροσυγκόλληση τόξου, με επενδυμένο ηλεκτρόδιο, τύπου E4313
19		Συγκόλληση με φλόγα αερίου, σε οριζόντιο επίπεδο
20		Συγκόλληση με προστατευτικό αέριο
21		Σκληρή συγκόλληση με μπруντιζοκόλληση
22		Μαλακή συγκόλληση με κασσιτεροκόλληση
23		Συγκόλληση οξυγονοασειτιλίνης
24		Συγκόλληση τύπου (V) με άνοιγμα ρίζας 3 mm
25		Συγκόλληση τύπου (V) με μέγεθος 9 mm και ωφέλιμο άνοιγμα 12 mm

Πίνακας (3-4): Ειδικά σύμβολα στις συγκολλήσεις αμαξωμάτων όπως χρησιμοποιούνται από την Toyota

ΣΥΜΒΟΛΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΕΙΚΟΝΟΓΡΑΦΗΣΗ			
	Σημεία στα οποία μπορεί να κοπεί				
	Αφαίρεση μπρουντζοκόλλησης				
	Συνεχής ραφή MIG				
	Μπρουντζοκόλληση				
ΑΦΑΙΡΕΣΗ			ΕΠΑΝΑΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ		
ΣΥΜΒΟΛΟ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΕΙΚΟΝΟΓΡΑΦΗΣΗ	ΣΥΜΒΟΛΟ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΕΙΚΟΝΟΓΡΑΦΗΣΗ
	Αφαίρεση των σημείων συγκόλλησης με (πυροπύριση)			Συγκόλληση με ηλεκτροπύριση ελαστικά στη μέση ελαστικά	
	Αφαίρεση μόνο ελαστικά			Συγκόλληση με MIG ελαστικά στη μέση ελαστικά	
	Αφαίρεση στη μέση				
	Αφαίρεση ελαστικά			Γιατίρισμα με MIG	

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ - ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

- Οι συναρμογές άκρων διακρίνονται σε εσωραφές ή βυθισμένες ραφές, σε εξωραφές ή γωνιακές, σε μετωπικές ή παράλληλες, σε συναρμογές μορφής, σε συναρμογές με επικάλυψη (επάλλληλη ένωση) και σε ραφές ειδικών περιπτώσεων.
- Τα άκρα των μεταλλικών τεμαχίων που θα συγκολληθούν με πάχος μέχρι 1 mm δε χρειάζονται καμιά προετοιμασία, εκτός, βέβαια, από τον καθαρισμό τους.
- Το συχνότερο είδος συναρμογής άκρων μεταλλικών τεμαχίων είναι η τύπου (I), γιατί δεν απαιτεί ιδιαίτερη προετοιμασία, εκτός από την εκτίμηση της απόστασης μεταξύ των τεμαχίων που θα συγκολληθούν και τον καθαρισμό των άκρων. Η απόσταση μεταξύ των δύο τεμαχίων εξαρτάται από το πάχος των τεμαχίων.
- Αντίθετα, οι συγκολλήσεις τύπου (V), (X) και (K), που εφαρμόζονται σε τεμάχια σχετικά μεγάλου πάχους (5-25 mm), απαιτούν προσεκτική προετοιμασία των άκρων των προς συγκόλληση τεμαχίων και μεγαλύτερη εμπειρία του τεχνίτη.
- Οι μετωπικές ραφές διακρίνονται σε επίπεδες και σε τύπου (V). Οι επίπεδες ραφές εφαρμόζονται σε συναρμογές τεμαχίων με πάχος μέχρι 5 mm, ενώ οι τύπου (V) άνω των 3 mm. Οι μετωπικές ραφές πραγματοποιούνται με οξυγονοκόλληση ή ηλεκτροσυγκόλληση.
- Στις συναρμογές με επικάλυψη μπορεί να χρησιμοποιηθούν μαλακές (κασσιτεροκολλήσεις) ή και σκληρές συγκολλήσεις (π.χ. μπρουντζοκολλήσεις) ή ηλεκτροσυγκολλήσεις.
- Για τον καθαρισμό των επιφανειών που θα συγκολληθούν χρησιμοποιούνται μηχανικά αλλά και χημικά μέσα (αντιοξειδωτικά).
- Οι συναρμογές μορφής αναφέρονται σε συγκολλήσεις μεταλλικών τεμαχίων από μορφοδοκούς. Κατά την παραγγελία μορφοδοκών θα πρέπει να δίνονται τα ακόλουθα στοιχεία: Το σύμβολο της μορφής, οι διαστάσεις της μορφοδοκού, ο αριθμός του προτύπου και το είδος του χάλυβα (π.χ. St).
- Τα κριτήρια που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την **επιλογή** της μεθόδου συγκόλλησης σε μια κατασκευή είναι: Η ασφάλεια της συναρμογής, το κόστος, η δυνατότητα επιλογής άλλης μεθόδου, η δυνατότητα αξιόπιστου ελέγχου της ποιότητας της συγκόλλησης και οι πιθανές παραμορφώσεις που μπορεί να εμφανιστούν κατά τη δοκιμασία της συγκόλλησης με τη μια ή την άλλη μέθοδο.
- Για την εκτίμηση του κόστους των συγκολλήσεων θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα στοιχεία: Το κόστος των αερίων που χρησιμοποιούνται κατά την εκτέλεση των συγκολλήσεων. Το κόστος του τεχνίτη συγκολλητή. Το κόστος των συγκολλητικών υλικών και των υλικών καθαρισμού, το κόστος του ηλεκτρικού ρεύματος (στις περιπτώσεις ηλεκτροσυγκολλήσεων) και το κόστος λειτουργίας συστημάτων εξαερισμού.
- Μια συγκόλληση θεωρείται καλής ποιότητας, όταν: η εισχώρηση της κόλλησης είναι πλήρης, δεν παρουσιάζει ρωγμές, πόρους ή φυσαλίδες, δεν περιέχει σκουριές (οξειδία), δε δημιουργεί παραμορφώσεις των προς συγκόλληση τεμαχίων και έχει τις μηχανικές ιδιότητες που απαιτεί η κατασκευή.
- Όπως σε όλες τις περιπτώσεις σχεδιασμού τεχνικών εργασιών χρησιμοποιούνται σύμβολα, έτσι και στην περίπτωση των συγκολλήσεων χρησιμοποιούνται ειδικά σύμβολα με όλες τις αναγκαίες πληροφορίες που αφορούν την κάθε συγκόλληση.
- Στις περιπτώσεις συγκολλήσεων **σε αμαξώματα** θα πρέπει να τηρούνται αυστηρά οι οδηγίες των κατασκευαστών. Γι' αυτό ο τεχνίτης αμαξωμάτων θα πρέπει να είναι εξοικειωμένος με τα ειδικά σύμβολα που χρησιμοποιούνται στις συγκολλήσεις αμαξωμάτων αυτοκινήτων.

**ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ ΤΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ**

1. Ποιο στοιχείο των προς συγκόλληση τεμαχίων καθορίζει την απόσταση των άκρων τους;
2. Ποια είδη ραφών γνωρίζετε με βάση τον άξονα ραφής και το επίπεδο των προς συγκόλληση τεμαχίων;
3. Σε ποιες περιπτώσεις συνιστώνται οι μετωπικές επίπεδες ραφές και σε ποιες οι τύποι (V);
4. Αναφέρετε τη διαδικασία προετοιμασίας των άκρων που θα συγκολληθούν με επικάλυψη.
5. Τι εννοούμε με τον όρο «μορφοδοκός» και ποια στοιχεία είναι απαραίτητα για την παραγωγή;
6. Ποια κριτήρια πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την επιλογή της μεθόδου μιας συγκόλλησης;
7. Κατά την εκτίμηση του κόστους μιας συγκόλλησης ποια στοιχεία πρέπει να λαμβάνονται υπόψη;
8. Τι εννοούμε με τον όρο «ασφάλεια» μιας συγκόλλησης;
9. Πότε λέμε ότι μια συγκόλληση είναι καλής ποιότητας;

### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΡΙΣΕΩΣ

1. Στην περίπτωση εκτέλεσης συγκολλήσεων στο αμάξωμα ενός αυτοκινήτου, ποιος παράγοντας, κατά τη γνώμη σου, είναι μεγαλύτερης σπουδαιότητας, το κόστος, η ασφάλεια ή η ευκολία του συγκολλητή και γιατί;
2. Αν κατά τον έλεγχο μιας συγκόλλησης διαπιστωθεί ότι υπάρχουν σκουριές, ενώ η εμφάνιση της συγκόλλησης είναι άριστη, θα αγνοήσεις το αποτέλεσμα του ελέγχου ή θα επιχειρήσεις να διορθώσεις το σφάλμα; Δικαιολόγησε την επιλογή σου.
3. Δικαιολόγησε το αυξημένο κόστος συγκόλλησης «υπεράνω κεφαλής» (στην οροφή) σε σύγκριση με τις συγκολλήσεις σε οριζόντιο άξονα και επίπεδο.
4. Δώστε το συμβολισμό στις ακόλουθες περιπτώσεις συγκολλήσεων :
 

(α) Θα γίνει σκληρή συγκόλληση B-Cu60Zn, με φλόγα αερίου, σε οριζόντιο επίπεδο και η τελική επεξεργασία θα γίνει με λειαντικό τροχό.



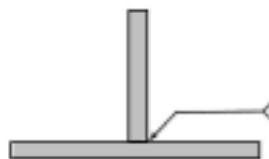
Σχήμα ερώτησης 4(α)

(β) Ομοίως με την παραπάνω, αλλά θα γίνει κασσιτεροκόλληση, τύπου S-Sn50Pb47Sb.



Σχήμα ερώτησης 4(β)

(γ) Θα γίνει ηλεκτροσυγκόλληση τόξου και από τις δύο πλευρές, με κυρτή επιφάνεια, σε οριζόντιο επίπεδο, τελική επεξεργασία με τροχό και με ηλεκτρόδιο E4313.



Σχήμα ερώτησης 4(γ)

## ΟΜΑΔΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

### Εργασία 1

#### Συμβολισμοί συγκολλήσεων στα αμαξώματα

Θα συνταχθούν σχέδια με τους συμβολισμούς των συγκολλήσεων πάνω στα αυτοκίνητα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχουν αρκετές διαφορές μεταξύ των εταιρειών στο θέμα των συμβολισμών. Προς τούτο, θα οργανωθούν επισκέψεις σε οργανωμένα συνεργεία αντιπροσωπιών αυτοκινήτων και θα ζητηθούν στοιχεία σχετικά με τις συγκολλήσεις αυτοκινήτων. Θα ζητηθούν σχέδια με τους συμβολισμούς των συγκολλήσεων. Θα γίνει πίνακας που θα περιέχει όλους τους συμβολισμούς που συγκέντρωσαν οι μαθητές.

### Εργασία 2

#### Συμβολισμοί που ισχύουν γενικά στις συγκολλήσεις

Να αναζητηθούν τα πρότυπα που ισχύουν για τους συμβολισμούς των συγκολλήσεων και να γίνει πίνακας που να περιέχει όλους τους συμβολισμούς. Δίδεται ότι ο αριθμός του ISO που αναφέρει τις θέσεις συγκόλλησης είναι 6947 (ISO-6947). Ο καλύτερος τρόπος για τη διεκπεραίωση της εργασίας είναι μέσω επίσκεψης στη βιβλιοθήκη του ΕΛΟΤ.

## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

### Άσκηση 3-1

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά συγκολλήσεων

#### Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να έλθουν οι μαθητές σε πρώτη επαφή με την προετοιμασία που απαιτούν τα άκρα δύο μεταλλικών τεμαχίων πριν από τη συγκόλλησή τους.
- Να εξοικειωθούν με τη διαδικασία επιλογής της απαιτούμενης προετοιμασίας των άκρων μεταλλικών τεμαχίων, με βάση το πάχος τους.
- Να ασκηθούν στην ανάγνωση των συμβολισμών των συγκολλήσεων μεταλλικών τεμαχίων.

#### Απαιτούμενος εξοπλισμός

- Κομμάτια ελασμάτων διαφόρων παχών
- Σειρά συγκολλημένων τεμαχίων με όλα τα είδη εσωραφών
- Σειρά συγκολλημένων τεμαχίων με όλα τα είδη εξωραφών (γωνιακών ραφών)
- Συγκολλημένα τεμάχια ειδικών συγκολλήσεων (π.χ. μέσω σχισμής ή οπής)
- Σειρά από μικρά τεμάχια μορφοδοκών διαφόρων ειδών
- Ρυθμιζόμενος ελεγκτήρας, για τον έλεγχο του πάχους της συγκόλλησης και της καθετότητας των συγκολλημένων τεμαχίων
- Μεταλλοψάλιδο (ποδοκίνητο ή χειρός)
- Στράντζα (καμπτική μηχανή)

#### Πορεία εργασίας

1. Ο καθηγητής επιδεικνύει στους μαθητές συγκολλημένα τεμάχια, τα οποία είναι αριθμημένα και τους εξηγεί τον τρόπο διαμόρφωσης των άκρων και το είδος της συγκόλλησής τους (μαλακές και σκληρές).
2. Κατόπιν, διανέμεται στους μαθητές το έντυπο-υπόδειγμα της άσκησης και τους εξηγεί τον τρόπο συμπλήρωσής του. Τα συγκολλημένα μεταλλικά τεμάχια περιφέρονται στα χέρια των μαθητών με τάξη και με τρόπο, ώστε να περάσουν όλα τα συγκολλημένα τεμάχια απ' όλους τους μαθητές.
3. Οι μαθητές τα παρατηρούν προσεκτικά και καταγράφουν στην ειδική στήλη του εντύπου τα ζητούμενα στοιχεία.

Ο καθηγητής συλλέγει τα συμπληρωμένα έντυπα και τα επιστρέφει στο επόμενο μάθημα με τις απαραίτητες διορθώσεις, δίνοντας τις σωστές απαντήσεις και σχολιάζοντας τις απαντήσεις των μαθητών.

Επίσης, ο καθηγητής μπορεί να δείξει στους μαθητές πώς γίνεται η διαμόρφωση άκρων με αναδίπλωση, χρησιμοποιώντας καμπτική μηχανή (στράντζα), καθώς και διαμόρφωση άκρων κατά (V). Μια άλλη εργαστηριακή δραστηριότητα θα μπορούσε να είναι η επίδειξη από τον καθηγητή παλιών ανταλλακτικών από αμαξώματα αυτοκινήτων με συγκολλημένα επί μέρους εξαρτήματα (μεταλλικά τεμάχια). Ο καθηγητής ζητά από τους μαθητές να αναγνωρίσουν γνωστούς τρόπους διαμόρφωσης των άκρων στις υπάρχουσες στα αμαξώματα συγκολλήσεις. Επίσης, ζητά να σημειωθεί και το είδος κάθε συγκόλλησης.

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</b>		<b>Υπόδειγμα άσκησης 3/1</b>		
Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα με βάση την αρίθμηση των συγκολλημένων τεμαχίων που σας έχουν δοθεί.				
A/A τεμαχίου	Πάχος ελάσματος	Είδος μετάλλου	Είδος ραφής	Συμβολισμός
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				