

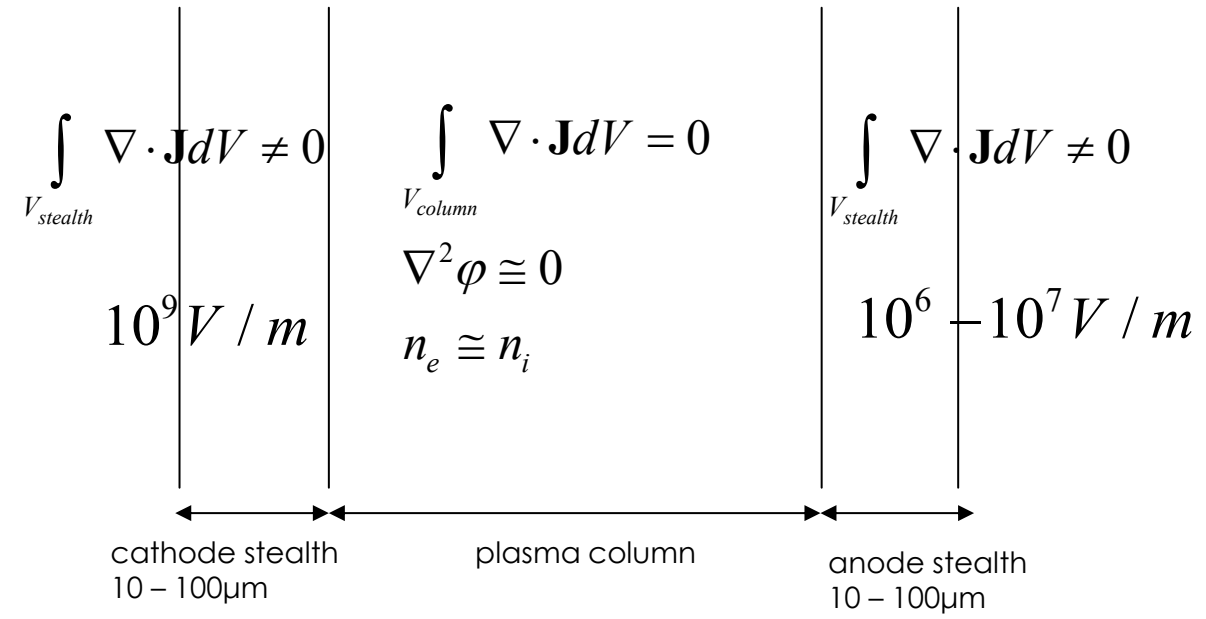
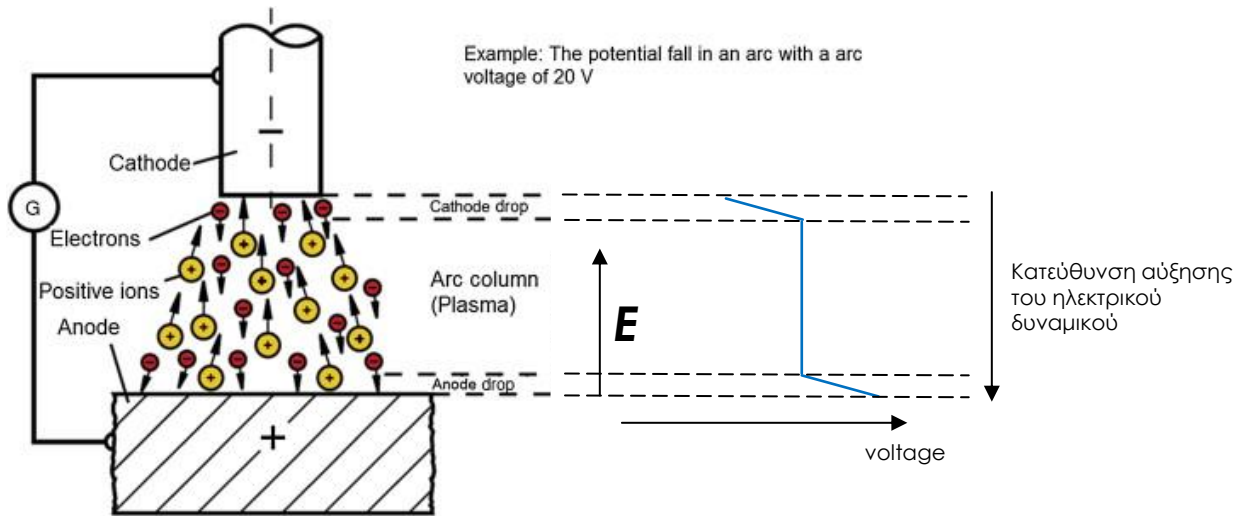
Συγκολλήσεις ηλεκτρικού τόξου II – Χαρακτηριστικά και διατάξεις τεχνικών συγκόλλησης τόξου

ΔΙΑΛΕΞΗ 3

ΜΕΡΟΣ Α

ΣΥΝΤΟΜΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Ηλεκτρικό τόξο συγκολλήσεων



Χαρακτηριστικά DC πηγών

□ Πηγές συνεχούς ρεύματος με Ορθή πολικότητα (ΣΡΗΑ)

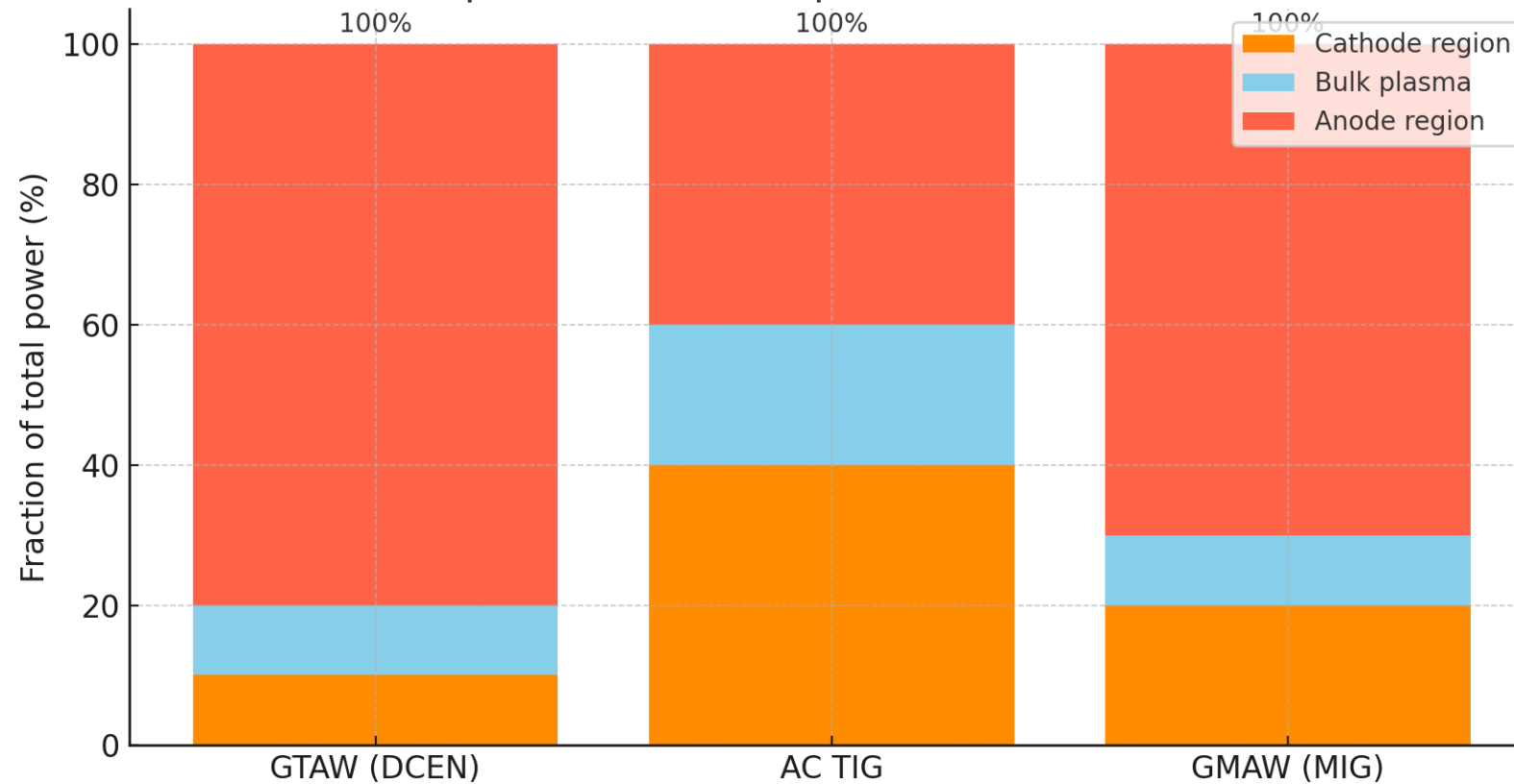
- Η θερμική ενέργεια εναποτίθεται στο τεμάχιο επιτυγχάνοντας μεγαλύτερη διείσδυση
- Παράγοντας όμως μεγαλύτερη θερμοεπηρεζόμενη ζώνη (HAZ)
- Πολλή καλή σταθερότητα τόξου
- Ελεγχόμενη μεταφορά υλικού από το ηλεκτρόδιο

□ Πηγές συνεχούς ρεύματος με Ανάστροφη πολικότητα (ΣΡΗΘ)

- Η θερμική ενέργεια εναποτίθεται στο ηλεκτρόδιο
- Έτσι η θερμοεπηρεαζόμενη ζώνη είναι μικρότερη
- Όμως επιτυγχάνεται μικρότερη διείσδυση
- Η οξείδωση είναι μικρότερη, και διαλύεται από το βομβαρδισμό ιόντων
- Προτιμάται σε μέταλλα που παράγουν 'σταθερά, αδιάλυτα οξείδια π.χ. αλουμίνιο

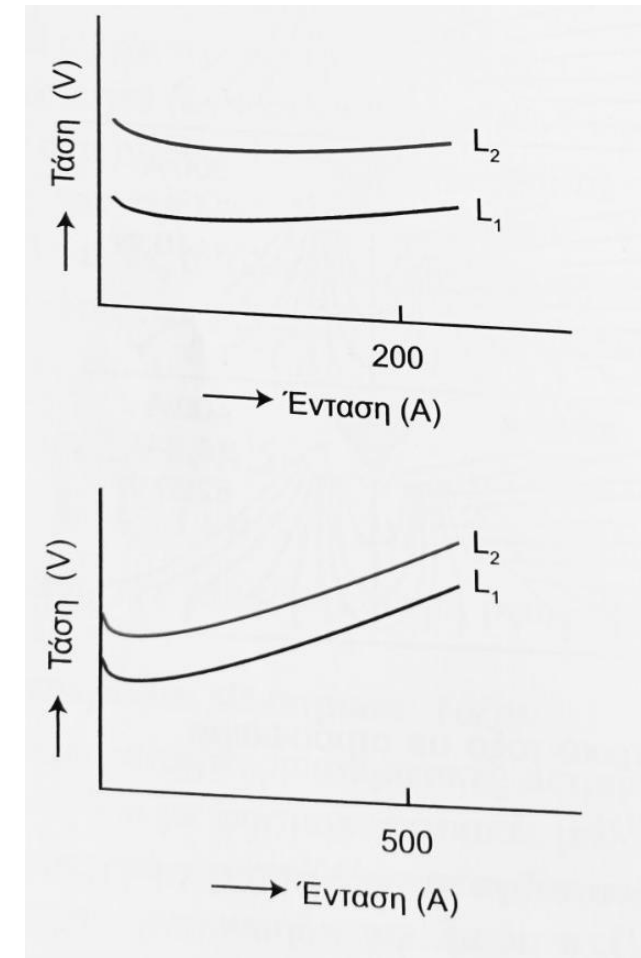
Ισχύς τόξου

Energy Distribution by Region for GTAW (DCEN), AC TIG, and GMAW (MIG)
(Representative midpoints from literature)



Χαρακτηριστικές καμπύλες DC τόξου

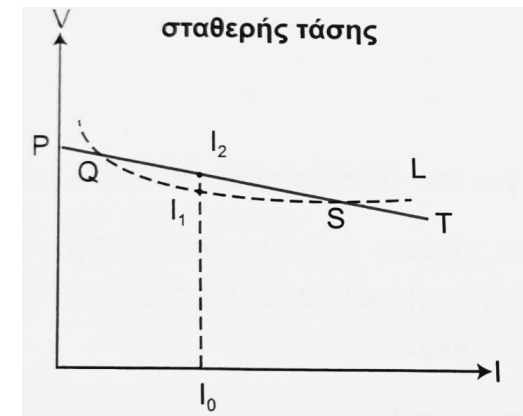
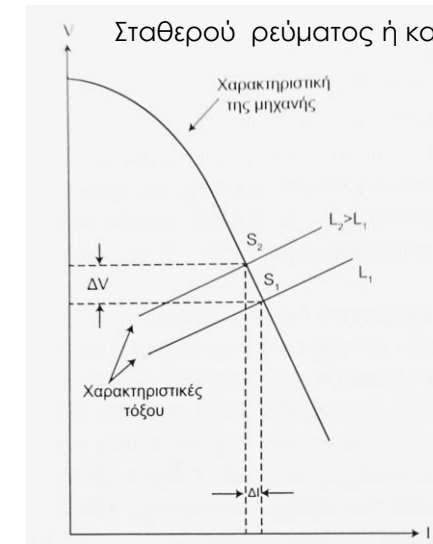
1. Ισχύουν η αρχή διατήρησης της ενέργειας και του ρεύματος
2. Στο τόξο υπάρχει ηλεκτρική, μαγνητική και θερμική ενέργεια



Χαρακτηριστικές καμπύλες DC πηγών

Γενικότερα χρησιμοποιούνται

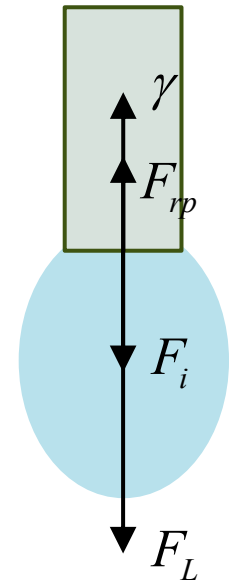
- ❑ Μηχανές σταθερού ρεύματος όταν το μήκος του τόξου μεταβάλλεται
- ❑ Μηχανές σταθερής τάσης όταν οι τεχνικές συγκόλλησης παρουσιάζουν μηχανισμό αυτοσυντήρησης (σταθερό μήκος τόξου)



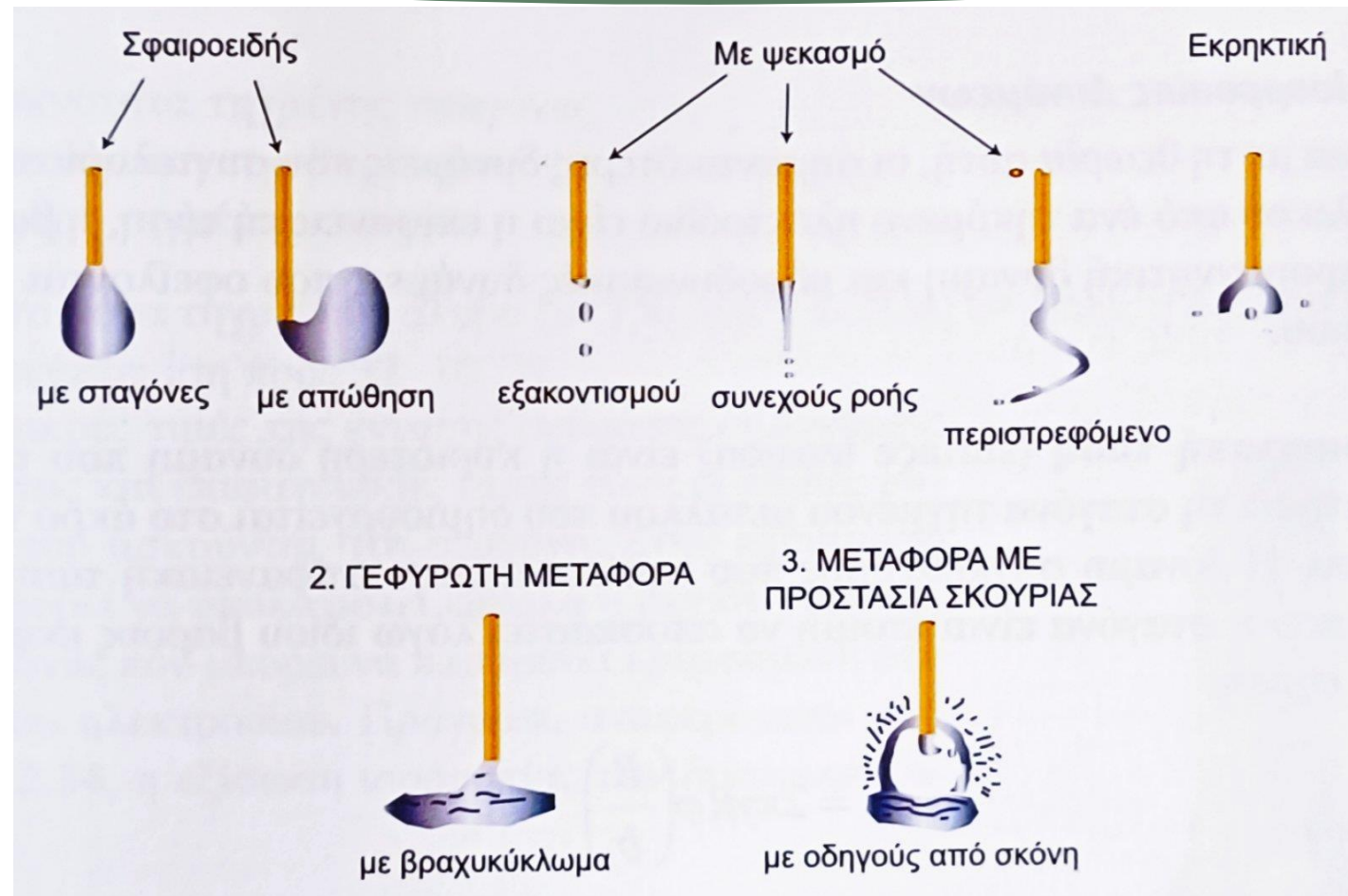
Δυνάμεις που ενεργούν στην σταγόνα

Δυνάμεις που επιδρούν στην απόσπαση της σταγόνας από το ηλεκτρόδιο

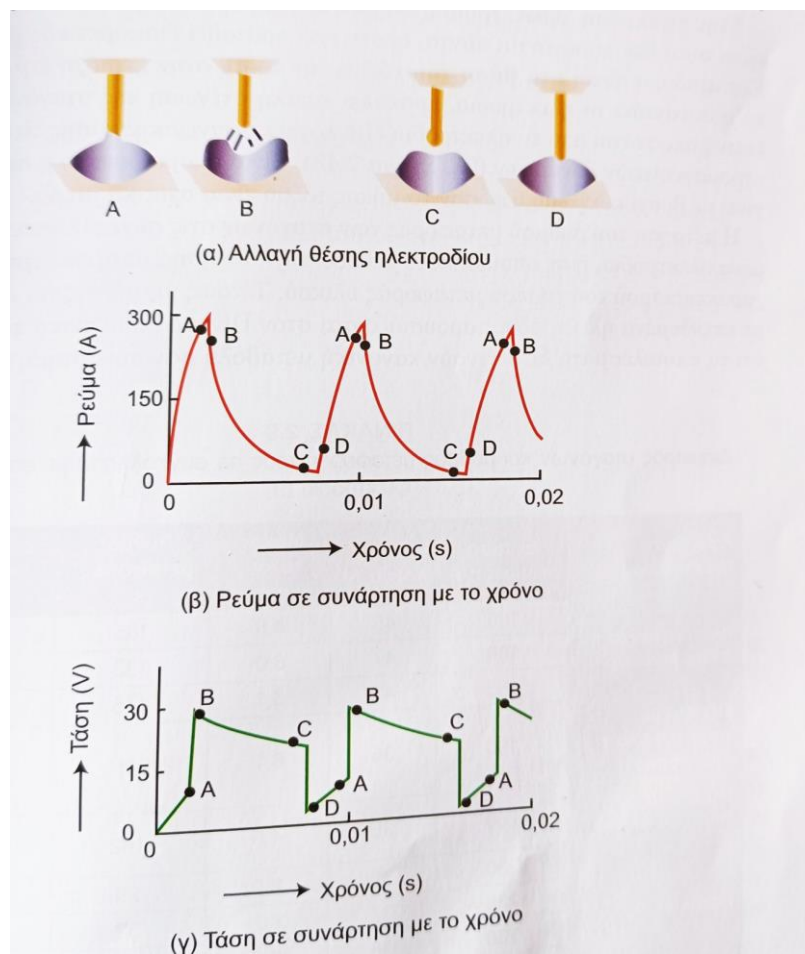
Δύναμη	Κατεύθυνση
Επιφανειακή τάση γ	Αντιτίθεται
Δύναμη λόγω της ταχείας ατμοποίησης F_{rp}	Αντιτίθεται
Δύναμη Lorentz F_L	Ευνοϊκή
Βαρύτητα F_g	Ευνοϊκή
Δύναμη λόγω της κρούσης των ιόντων F_i	Ευνοϊκή
Αντίσταση πλάσματος F_D	Ουδέτερη ή ευνοϊκή σε υψηλές εντάσεις ρεύματος



Μορφές μεταφοράς υλικού



Μεταφορά υλικού με βραχυκύκλωμα



Επίδραση προστατευτικών αερίων

- ❑ Στις συγκολλήσεις τόξου με χρήση He αντί Ar ή μιγμάτων τους με μεγάλη περιεκτικότητα He
- ❑ Επιτυγχάνεται μεγαλύτερη διείσδυση με He, διότι το He σε σχέση με το αργό
- ❑ Καλύτερη θερμική αγωγιμότητα
- ❑ Απαιτεί μεγαλύτερη τάση ανάφλεξης, αφού έχει μεγαλύτερο δυναμικό ιονισμού
- ❑ Μικρότερη πυκνότητα, προκαλώντας μικρότερες θερμικές απώλειες

Ρυθμός τήξης

Η τήξη προκαλείται από την θερμική ενέργεια στο ηλεκτρόδιο. Οι μορφές θερμικής ενέργειας στο ηλεκτρόδιο είναι:

- ❑ Θερμότητα Joule
 - ❑ Θερμότητα λόγω της κρούσης ιόντων, θερμιονική εκπομπή, ανασυνδιασμοί, ιονισμός → λόγω φυσικών παραγόντων
 - ❑ Συναγωγή
 - ❑ Ακτινοβολία
 - ❑ Αγωγή από τη σταγόνα στο ηλεκτρόδιο
- } αμελητέες

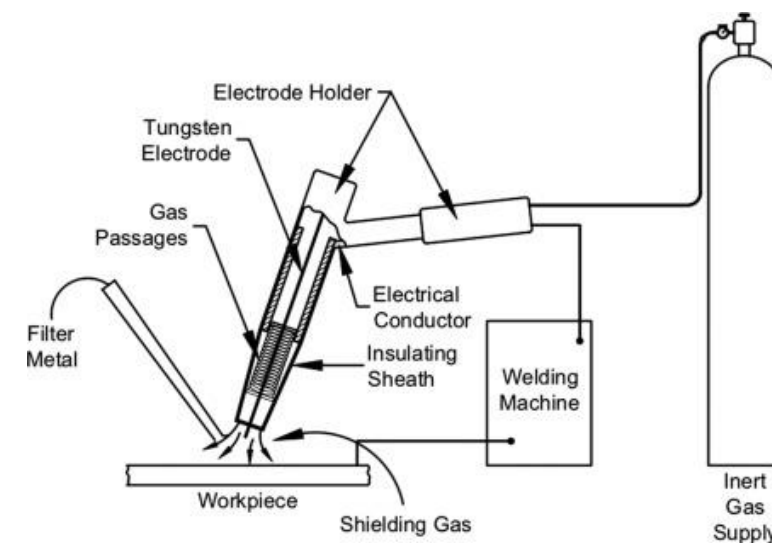
ΜΕΡΟΣ Β

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ
ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ
ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΤΟΞΟΥ

Συγκόλληση τόξου με ηλεκτρόδιο βολφραμίου και προστασία αερίου

Η GTAW υλοποιείται με τη χρήση

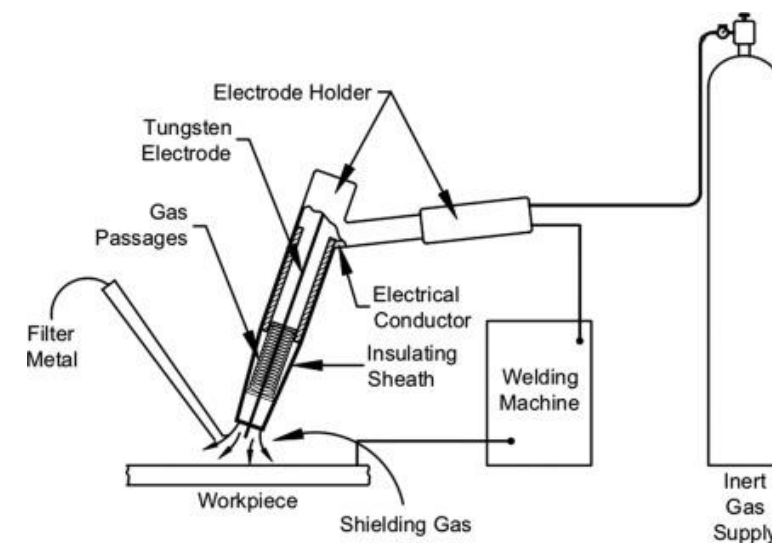
- ❑ Αδρανούς ηλεκτροδίου βολφραμίου
- ❑ Προστατευτικού αερίου (Ar, He ή μίγματα τους)
- ❑ Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και πληρωτικό υλικό



Συγκόλληση τόξου με ηλεκτρόδιο βολφραμίου και προστασία αερίου

Η GTAW υλοποιείται με τη χρήση

- ❑ DC με ορθή πολικότητα στην συντριπτική πλειοψηφία μετάλλων
- ❑ DC με ανάστροφη πολικότητα όταν το μητρικό μέταλλο είναι Al (καθοδικός καθαρισμός)
- ❑ AC υψηλής τάσης και συχνότητας



Καθοδικός καθαρισμός

- ❑ Συναντάται κυρίως στη GTAW όταν το μητρικό υλικό είναι Al και με χρήση ΣΡΗΘ
- ❑ Και χρησιμοποιείται Ar σαν προστατευτικό αέριο
- ❑ Κατά την χρήση ανάστροφης πολικότητας το μητρικό μέταλλο γίνεται κάθοδος
- ❑ Το καθοδικό στίγμα βρίσκεται στην περιοχή των οξειδίων
- ❑ Η πρόσκρουση θετικά φορτισμένων ιόντων στην περιοχή των οξειδίων προκαλεί τη διάλυση τους

Καθοδικός καθαρισμός

- ❑ Έτσι το καθοδικό στίγμα μετακινείται συνεχώς σε περιοχές της επιφάνειας του μητρικού μετάλλου που έχουν σχηματιστεί οξείδια
- ❑ Η παραπάνω διαδικασία επαναλαμβάνεται συνεχώς
- ❑ Έως ότου η επιφάνεια του μητρικού να καθαριστεί πλήρως από τα οξείδια της

Ηλεκτρόδια GTAW

Ηλεκτρόδιο

Χαρακτηριστικά

Βολφραμίου

- Το φθηνότερο
- Χρήση σε συγκολλήσεις χαμηλών απαιτήσεων Al και Mg
- Χρήση και με AC

Βολφραμίου με 1.7-2.2% θόριο

- Καλύτερη εκπομπή ηλεκτρονίων
- Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής
- Πιο σταθερό τόξο με πιο εύκολη έναυση
- DC ΣΡΗΑ χάλυβα, κράματα νικελίου και τιτανίου
- Η σκόνη του κατά το τρόχισμα είναι ελαφρώς ραδιενεργή

Βολφραμίου με 1.3-1.7% λανθανίο

- Σταθερό τόξο
- Καλή διάρκεια ζωής
- Καλές επιδόσεις σε DC και AC τόξα
- Τείνουν να αποκαταστήσουν τα παραπάνω

Βολφραμίου με 1.8-2.2% δημήτριο

- Χρήση σε συνθήκες χαμηλού ρεύματος
- Χρήση σε λεπτά ελάσματα
- Εύκολη έναυση τόξου

Βολφραμίου με 0.15-0.4% ζirkόνιο

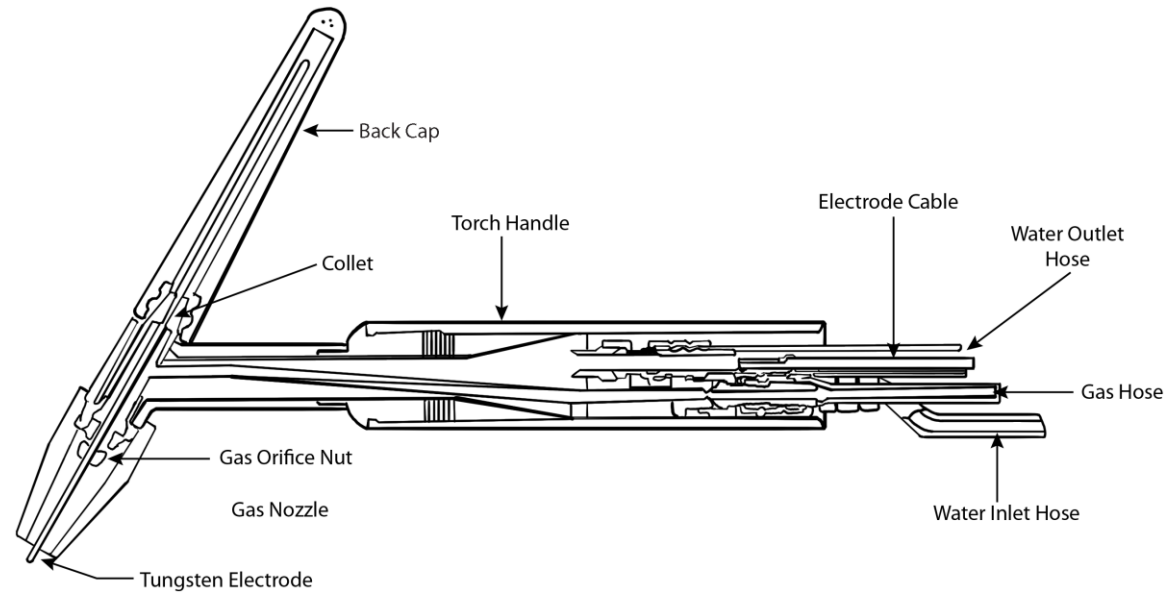
- Ειδικά ηλεκτρόδια για AC σταθερά τόξα

Χαρακτηριστικά μηχανών GTAW

Η GTAW υλοποιείται είτε με τη χρήση

- ❑ DC μηχανών με χαρακτηριστική σταθερού ρεύματος
- ❑ Είτε με DC με παλμό ή παλμούς με ορθή πολικότητα σε ημιαυτόματες συγκολλήσεις

Πιστόλι συγκόλλησης GTAW



Gas Tungsten Arc Welding Torch

Πλεονεκτήματα GTAW

- ❑ Συγκόλληση με ακρίβεια και ποιότητας
- ❑ Με ισχυρές και ευπαρουσίαστες συνδέσεις
- ❑ Παρουσία ελάχιστου ατμών, σπινθήρων και πιτσιλίσματος
- ❑ Συγκόλληση λεπτών, αλλά και μεγάλης διατομής ελασμάτων
- ❑ Συγκόλληση πληθώρας υλικών ακόμη και με υψηλό σημείο τήξης

Μειονεκτήματα GTAW

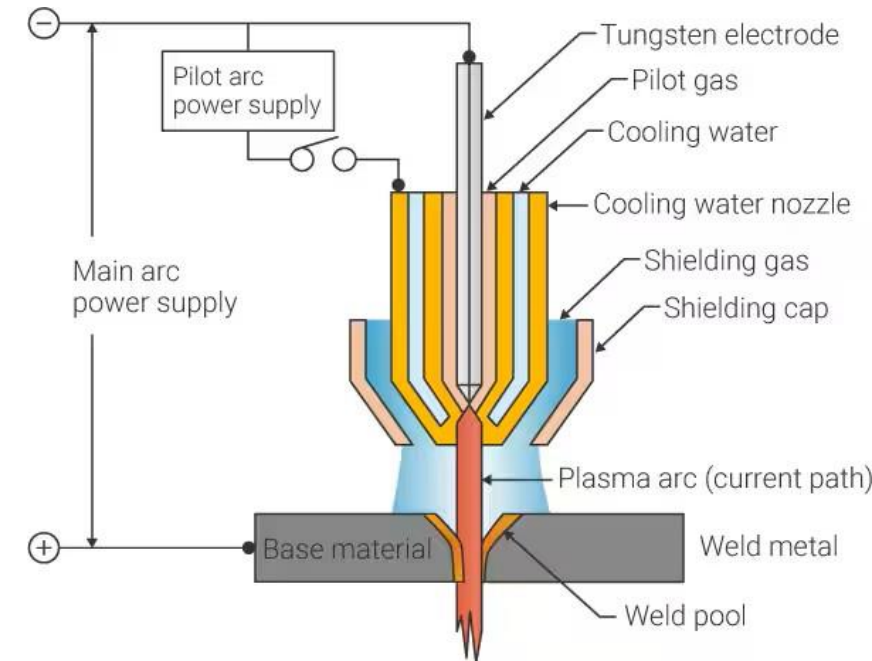
- ❑ Ακριβή μέθοδος που δεν μεταφέρεται εύκολα
- ❑ Πιθανή μόλυνση της λίμνης συγκόλλησης με βολφράμιο οδηγεί σε σκληρό και εύθραυστο μέταλλο συγκόλλησης
- ❑ Είναι μια δύσκολη μέθοδος που απαιτεί εξάσκηση
- ❑ Έτσι περιορίζεται σε επίπεδες ή οριζόντιες συγκολλήσεις,
- ❑ Αν και υπάρχει δυνατότητα συγκόλλησης σε όλες τις θέσεις
- ❑ Τα προς συγκόλληση μέταλλα θα πρέπει να είναι καθαρά
- ❑ Δεν ενδείκνυται για μέταλλα με χαμηλό σημείο τήξης

Εφαρμογές GTAW

- ❑ Κυρίως σε μη σιδηρούχα μέταλλα
- ❑ Συντήρηση και επισκευή εξαρτημάτων από Al
- ❑ Αεροδιαστημική βιομηχανία
- ❑ Το μέταλλο συγκόλλησης έχει σχεδόν την ίδια σύσταση με το μητρικό, έτσι έχει υψηλή αντοχή σε προσβολή σε περικρυσταλλική διάβρωση, για αυτό χρησιμοποιείται σε συγκολλήσεις υψηλών απαιτήσεων
- ❑ Σε αγωγούς στη βιομηχανία τροφίμων, αλλά και ημιαγωγούς καθώς δεν παράγει σκωρία

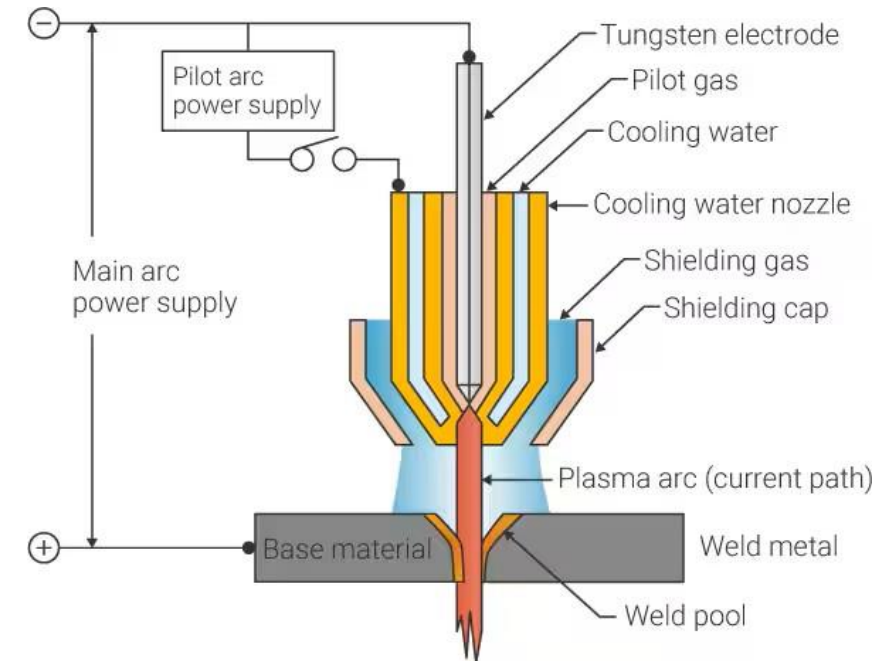
Συγκόλληση με τόξο πλάσματος PAW

- ❑ Ονομάζονται εκείνες που βασίζονται σε ένα στενομένο τόξο.
- ❑ Αποτελεί παραλλαγή της GTAW, με δύο διαφορές
 1. Έναυση του τόξου με χρήση τόξου πιλότου
 2. Η άκρη του ηλεκτροδίου βολφραμίου βρίσκεται εσωτερικά στο πιστόλι
- ❑ Χαρακτηρίζεται από πιο στενό τόξο σε διατομή σε σχέση με τη GTAW



Τόξο πιλότος PAW

- ❑ Τόξο πιλότος μεταξύ ηλεκτροδίου - ακροφυσίου
- ❑ Έναυση ανάλογα με την ένταση του ρεύματος
 1. Σε χαμηλές τιμές έντασης του ρεύματος το ηλεκτρόδιο προωθείται για να έρθει σε επαφή με το ακροφύσιο και απομαρύνεται
 2. Σε υψηλές εντάσεις το προστατευτικό αέριο ιονίζεται

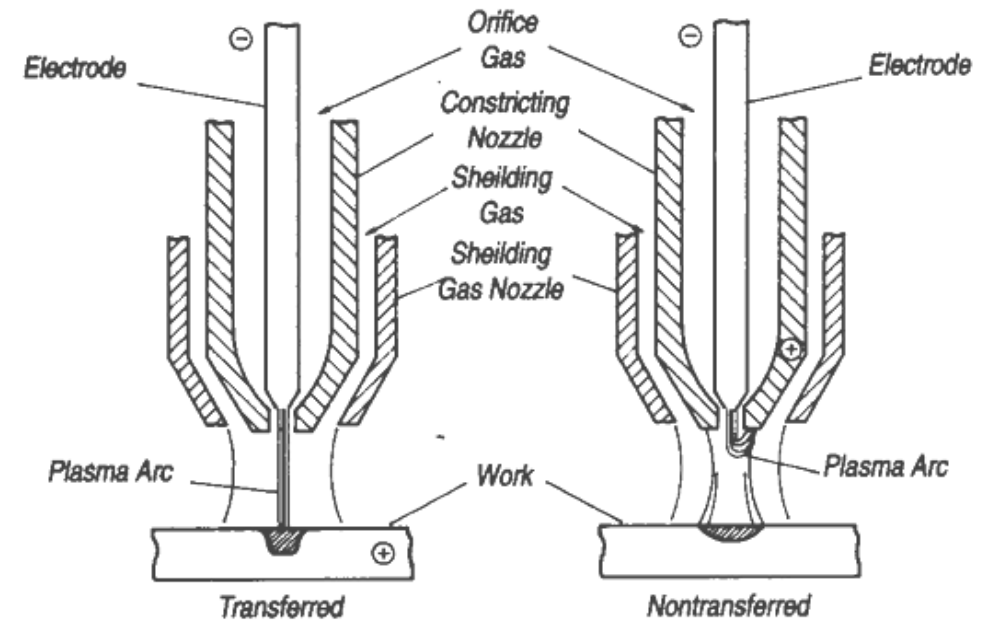


Στένωση τόξου

- ❑ Μεγαλύτερη ευστάθεια και κατευθυντικότητα του τόξου
- ❑ Υψηλότερες θερμοκρασίες και μεγαλύτερη διείσδυση
- ❑ Λόγω ισχυρών ΗΜ δυνάμεων μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιαδήποτε κατεύθυνση

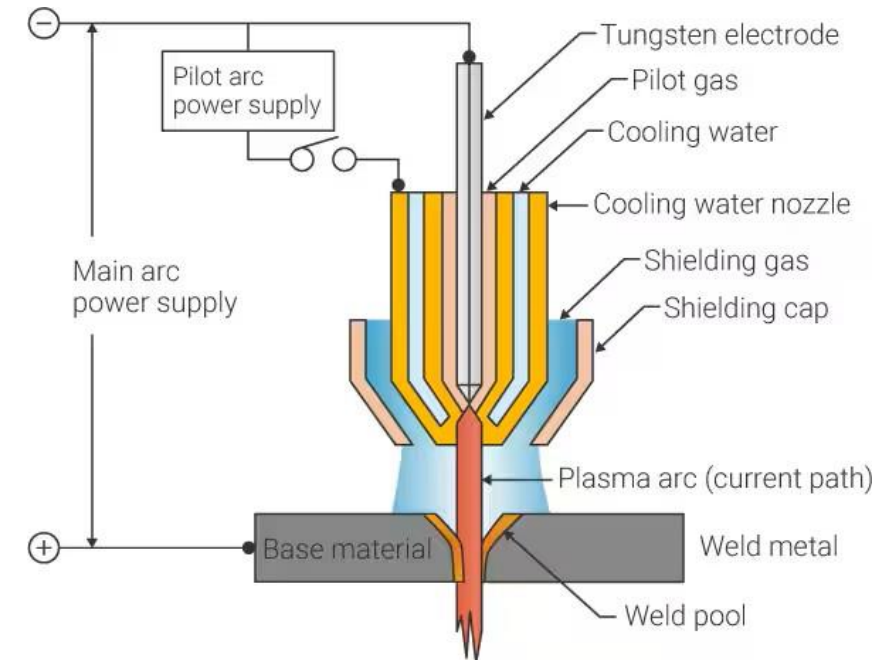
Μεταφερόμενο και μη μεταφερόμενο τόξο

- Μεταφερόμενο τόξο σχηματίζεται μεταξύ του ηλεκτροδίου και μητρικού μετάλλου όταν το μητρικό υλικό είναι ηλεκτρικά αγωγίμο
- Όταν το μητρικό υλικό δεν είναι ηλεκτρικά αγωγίμο δημιουργείται μη μεταφερόμενο τόξο μεταξύ του ηλεκτροδίου και του ακροφυσίου, που παρασύρεται προς στο μητρικό υλικό από την κίνηση των ιονισμένων αερίων



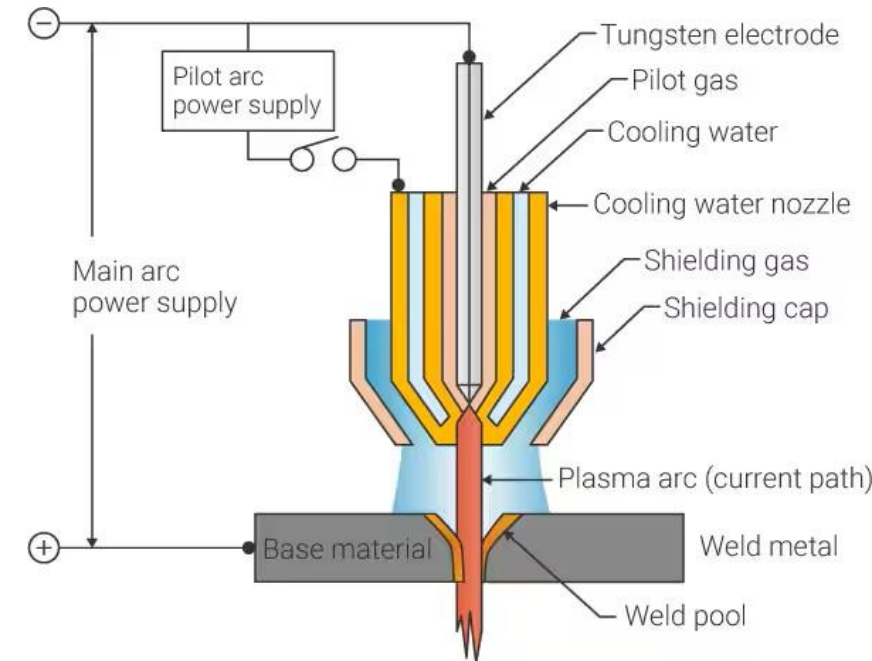
Συγκόλληση κλειδαρότρυπας PAW

- ❑ Σε υψηλές εντάσεις ρεύματος
- ❑ Και με χρήση μεγάλης ποσότητας αδρανούς αερίου
- ❑ Η διατομή του τόξου ελαττώνεται σημαντικά
- ❑ Έτσι προκύπτει πολύ μικρός όγκος τηγμένου μητρικού μετάλλου
- ❑ Και δημιουργεί διαμπερή σπή στο μητρικό μέταλλο



Συγκολλήσεις εκλεπτυσμένου τόξου και μικροπλάσματος

- Με τη χρήση ασύμμετρου ΗΜ πεδίου
- Το τόξο στροβιλίζεται και μειώνεται περισσότερο η διατομή του, και ονομάζεται συγκόλληση εκλεπτυσμένου τόξου (FPAW)
- Η συγκόλληση σε μικρές εντάσεις ρεύματος, περίπου 30 A (>1200 A σε PAW) ονομάζεται συγκόλληση μικροπλάσματος (MPAW)
- Είναι κατάλληλη για συγκόλληση λεπτών ελασμάτων



Πιστόλι συγκόλλησης PAW

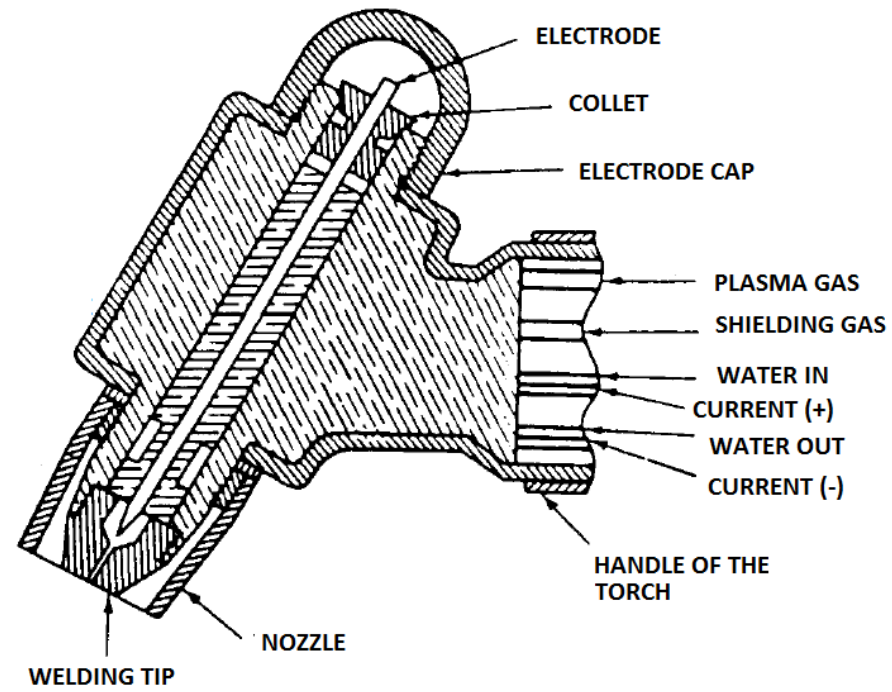


FIGURE 2: CUT SECTION OF A PLASMA ARC WELDING TORCH

Προστατευτικά αέρια PAW

- ❑ Ar για ελάσματα λεπτά ελάσματα
- ❑ Ar + 5-10% H, για αύξηση της θερμοκρασίας. Όμως η απορρόφηση υδρογόνου στη λίμνη συγκόλλησης οδηγεί σε ρωγμές
- ❑ Μίγματα Ar + He , He>50% για ελάσματα με μεγάλο πάχος

Πλεονεκτήματα PAW

- ❑ Υψηλή ταχύτητα
- ❑ Δυνατότητα συγκόλλησης λεπτών ελασμάτων, αλλά και με μεγάλο πάχος
- ❑ Πολύ καλή ποιότητα ραφής
- ❑ Μικρή θερμοεπηρεαζόμενη ζώνη
- ❑ Με χρήση της MPBW δεν απαιτείται καμία επιφανειακή κατεργασία, και οι συγκολλήσεις χάλυβα παρουσιάζουν καλές αντιδιαβρωτικές ιδιότητες
- ❑ Η FPAW δημιουργεί μέταλλο συγκόλλησης με υψηλή αντοχή
- ❑ Η FPAW έχει χαμηλά επίπεδα θορύβου και δεν δημιουργείται καπνός

Μειονεκτήματα PAW

- ❑ Υψηλό κόστος εγκατάστασης και χρήσης
- ❑ Απαιτεί κατάλληλη εκπαίδευση και εμπειρία
- ❑ Δύσκολη ρύθμιση

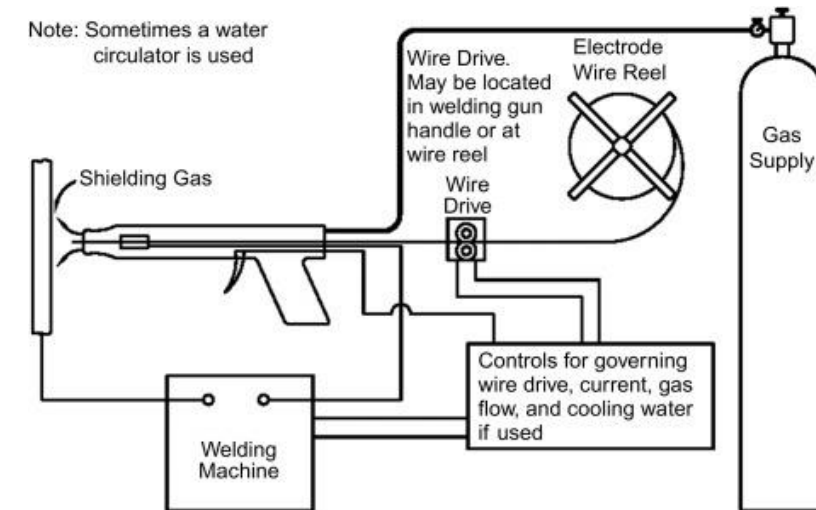
Εφαρμογές PAW

- ❑ Στην αυτοκινητοβιομηχανία, ναυπηγική και αεροναυπηγική
- ❑ Σε δομικούς χάλυβες
- ❑ Δεξαμενές LNG
- ❑ Αγωγούς δικτύων μεταφοράς
- ❑ Ιατρικά εξαρτήματα
- ❑ Ηλεκτρονικά είδη

Συγκολλήσεις με τηκτόμενο ηλεκτρόδιο και προστασία αερίου GMAW

Στην GMAW

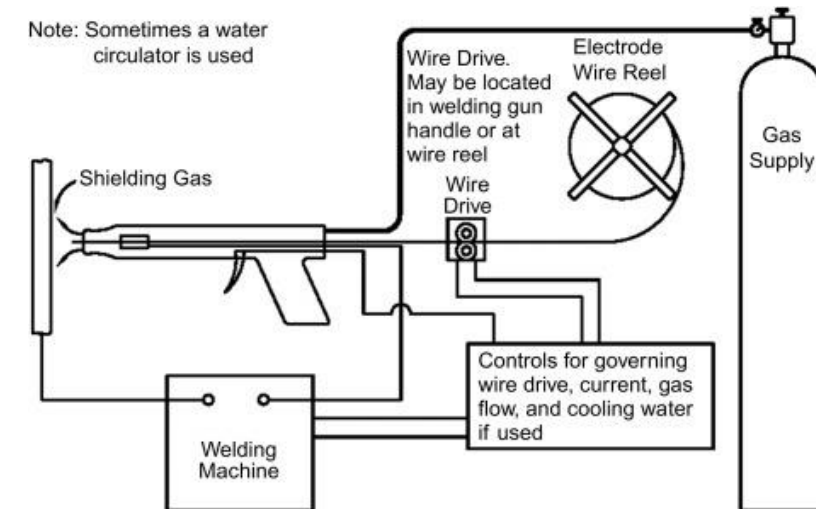
- ❑ Χρησιμοποιείται τηκτόμενο ηλεκτρόδιο, δηλαδή καταναλώνεται
- ❑ Σε πρώιμο στάδιο αποτελούνταν από γυμνά μεταλλικά ηλεκτρόδια, χρησιμοποιούνταν αδρανές αέριο και μεγάλες τιμές έντασης ρεύματος για τη συγκόλληση Al (MIG)
- ❑ Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε DC με παλμό και ενεργό αέριο CO₂ και χαμηλές εντάσεις ρεύματος (MAG)
- ❑ Έτσι μετονομάστηκε σε GMAW



Προστατευτικά αέρια GMAW

Σε συγκολλήσεις Al χρησιμοποιείται

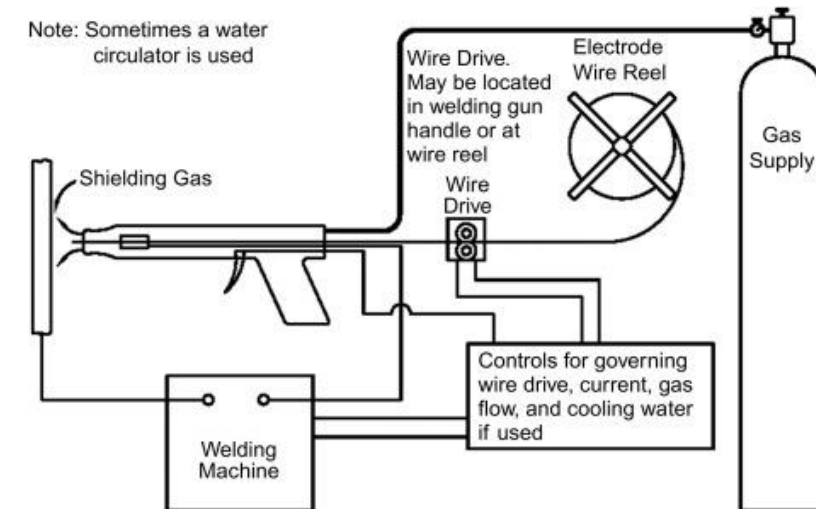
- ❑ Ar για πάχη <25mm
- ❑ Μίγμα 25% Ar και 75% He για πάχη <75mm
- ❑ Μίγμα 10% Ar και 90% He για μεγαλύτερα πάχη



Προστατευτικά αέρια GMAW

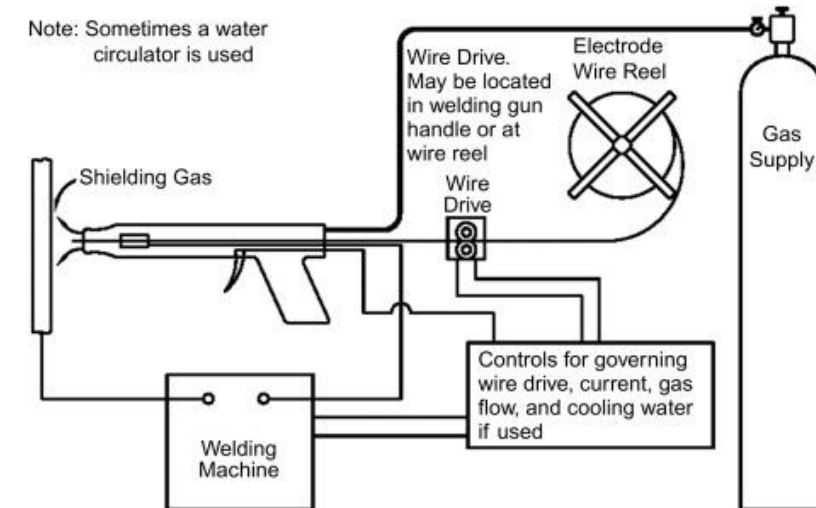
Σε συγκολλήσεις χάλυβα χρησιμοποιείται

- ❑ Ar και 5% O₂ για μαλακό χάλυβα ή 1-2% O₂ για ανοξείδωτο χάλυβα, με τη μεταφορά υλικού πραγματοποιείται είτε με σταγόνα ή με ψεκασμό
- ❑ Για μεταφορά με βύθιση και μαλακό χάλυβα χρησιμοποιούνται Ar + 25% CO₂ για πάχη <3mm, Ar + 50% CO₂ για πάχη >3mm ή CO₂ σκέτο για ακόμη μεγαλύτερα πάχη
- ❑ Μίγμα 7,5% Ar, 90% He και 7.5% CO₂ για συγκόλληση ανοξείδωτου χάλυβα για μεταφορά με βύθιση



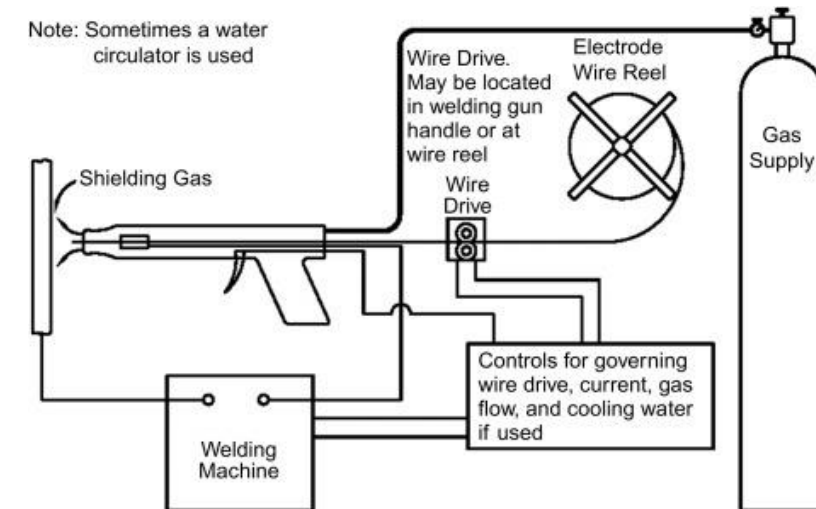
Ηλεκτρόδια GMAW

- Όταν γίνεται χρήση αδρανούς προστατευτικού αέριο τα ηλεκτρόδια έχουν την ίδια σύσταση με το μητρικό μέταλλο
- Για τη χρήση ενεργών αερίων χρησιμοποιούνται ηλεκτρόδια με προσθήκες αντιοξειδωτικών (κυρίως Si και Mn)

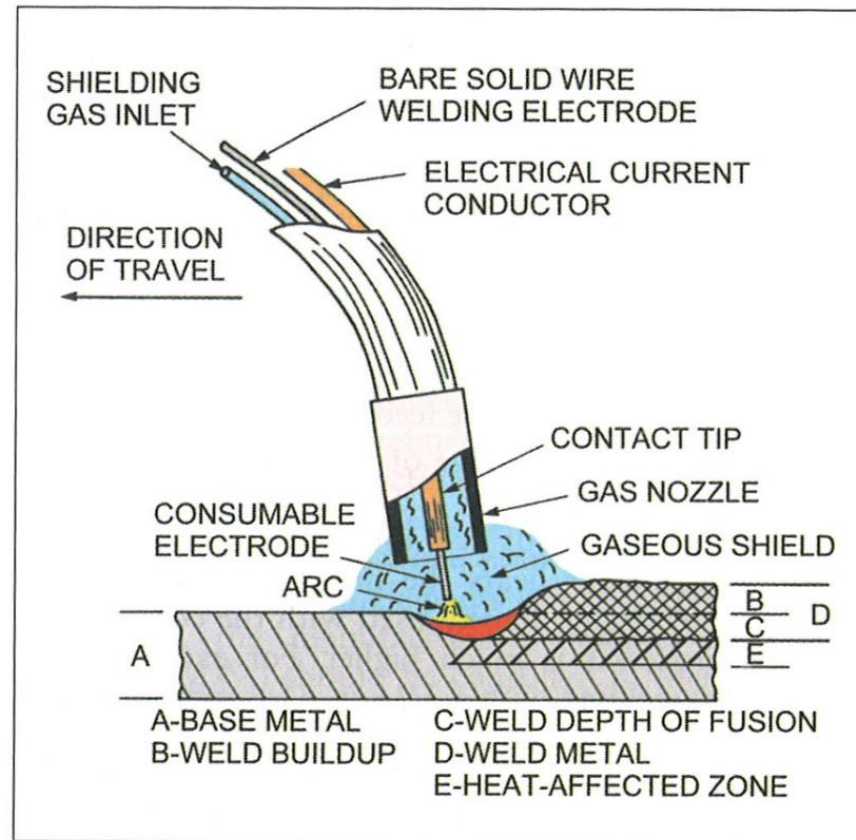


Μηχανές GMAW

- ❑ DC με χαρακτηριστική σταθερής τάσης
- ❑ Χρήση DC με παλμό ή παλμούς (Pulsed DC)



Πιστόλι GMAW



Source: Adapted from Linnert, G. E., 1994, *Welding Metallurgy*, 4th ed., Miami: American Welding Society, Figure 6.12.

Πλεονεκτήματα GMAW

- ❑ Αποδοτική μέθοδος με υψηλό ρυθμό εναπόθεσης
- ❑ Χρήση σε ευρύ φάσμα μητρικών υλικών
- ❑ Δυνατότητα συγκόλλησης σε μεγάλο εύρος πάχους
- ❑ Δυνατότητα συγκόλλησης σε όλες τι θέσεις
- ❑ Ένα συγκεκριμένο ηλεκτρόδιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μεγάλο εύρος πάχους συγκόλλησης
- ❑ Περιορισμένη παραγωγή καπνού

Μειονεκτήματα GMAW

- ❑ Η χρήση προστατευτικού αερίου είναι αναγκαία
- ❑ Έτσι σπάνια χρησιμοποιείται σε εξωτερικούς χώρους, ή χώρους με αέρια ρεύματα
- ❑ Υψηλό κόστος ηλεκτρικής ενέργειας
- ❑ Απαιτείται πολύ καλό σύστημα τροφοδοσίας ηλεκτροδίου
- ❑ Το οποίο δεν μεταφέρεται εύκολα
- ❑ Αυξημένη πιθανότητα ελλιπούς τήξης, εάν δεν γίνει κατάλληλη παραμετροποίηση

Εφαρμογές GMAW

Χρησιμοποιείται λόγω της ευελιξίας, της ταχύτητας συγκόλλησης και την προσαρμοστικότητα που προσφέρει στην

- ❑ Αυτοκινητοβιομηχανία
- ❑ Ναυπηγική
- ❑ Κατασκευαστικό χώρο
- ❑ Σε σωληνώσεις

Συγκολλήσεις τόξου με σωληνωτά ηλεκτρόδια FCAW

Στην FCAW

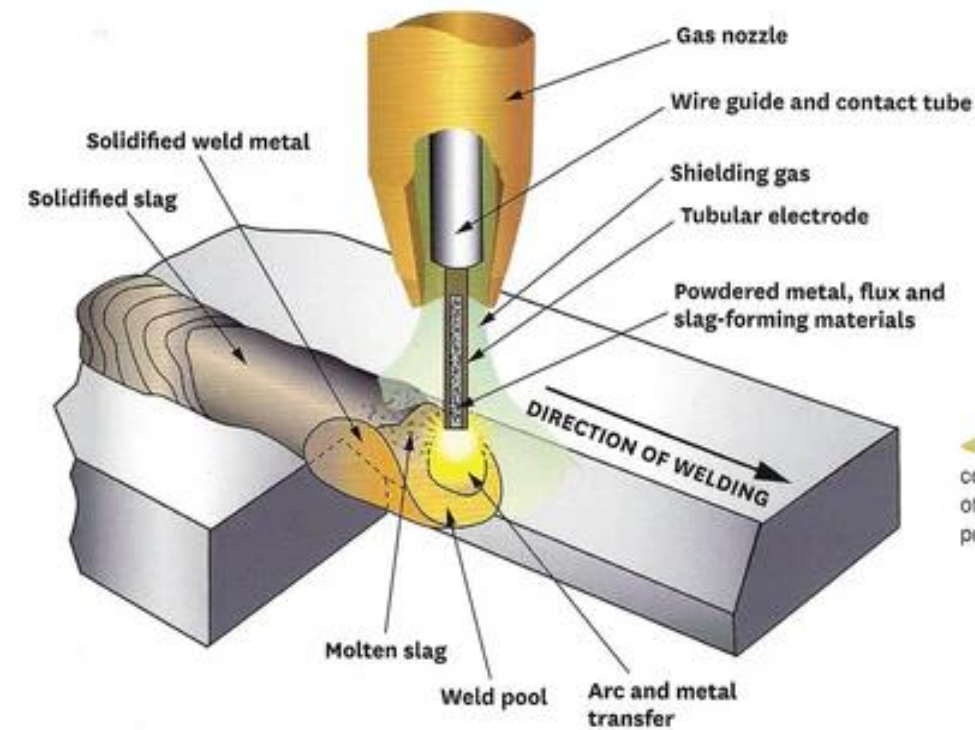
- ❑ Αποτελεί παραλλαγή της GMAW
- ❑ Με τη διαφοροποίηση να έγκειται στη σύσταση του ηλεκτροδίου
- ❑ Τα ηλεκτρόδια είναι σωληνωτά και στον πυρήνα τους περιέχουν σκόνη συλλιπάσματος (flux)

Συγκολλήσεις τόξου με σωληνωτά ηλεκτρόδια FCAW

Στην FCAW

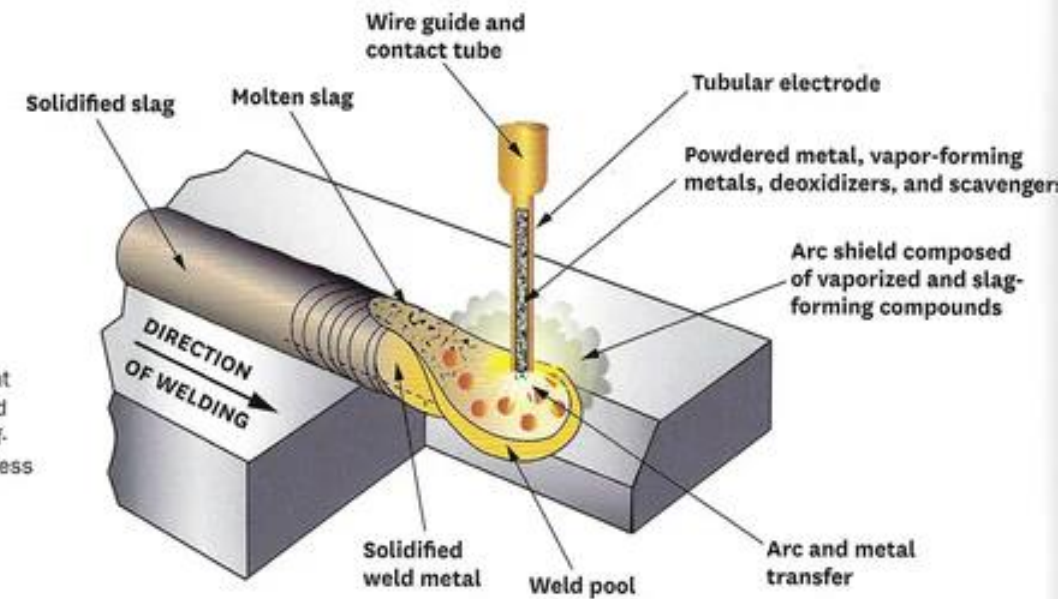
- ❑ Χωρίς τη χρήση προστατευτικού αερίου τα στοιχεία του πυρήνα παρέχουν προστασία με 2 μηχανισμούς
- ❑ Ιονίζονται και παίζουν αυτά το ρόλο του προστατευτικού αερίου
- ❑ Σχηματίζουν λεπτό στρώμα σκωρίας στην επιφάνεια της λίμνης συγκόλλησης

Συγκολλήσεις τόξου με σωληνωτά ηλεκτρόδια FCAW



◀ An up-close look at the components and elements of the gas-shielded FCAW process

▶ A close-up look at the components and elements of the self-shielded FCAW process



Σωληνωτά ηλεκτρόδια FCAW

<i>Συμβολισμός AWS</i>	<i>Κατηγορία (Gas / Self- Shield / Metal- Core)</i>	<i>Χημική σύνθεση (ενδεικτικά wt %)</i>	<i>Χρήση / θέση</i>	<i>Reference Link</i>
<i>E71T-1C / E71T-1M</i>	Gas-shielded (CO ₂ ή Ar/CO ₂) - Rutile τύπος	C ≤0.12, Si ≤0.90, Mn ≤1.75, P ≤0.03, S ≤0.03	• Συγκόλληση σε όλες τις θέσεις • ανθρακούχος χάλυβας • γενική χρήση	Datasheet E71T-1C
<i>E71T-11</i>	Self-shielded	Al ~1.50, C ~0.21, Mn ~0.30, Si ~0.15, P ~0.01, S ~0.01	• Συγκόλληση σε όλες τις θέσεις • ανθρακούχοι χάλυβες, • χρήση επί του πεδίου/χωρίς προστατευτικό αέριο	Datasheet E71T-11
<i>E81T-1-Ni1 M</i>	Gas-shielded Low Alloy (Metal/Core)	C ~0.05, Mn ~0.94, Si ~0.37, P ~0.011, S ~0.018, Ni ~2.42)	• Χαμηλού κράματος χάλυβες (π.χ. 1% Ni), • απαιτήσεις αντοχής/κρούσης	Info E81T1-Ni1

Αέρια προστασίας FCAW

Στην FCAW

- ❑ Χρησιμοποιείται CO₂ ή μίγματα Ar/ CO₂
- ❑ Η επιλογή του εξαρτάται από το είδος του ηλεκτροδίου
- ❑ Συχνά ο κατασκευαστής προτείνει το καταλληλότερο για κάθε είδος συγκόλλησης

Πλεονεκτήματα FCAW

- ❑ Μεγάλη ταχύτητα συγκόλλησης
- ❑ Υψηλός ρυθμός απόθεσης (υψηλό ρεύμα)
- ❑ Μεγαλύτερη διείσδυση σε σχέση με GMAW και SMAW
- ❑ Μεγάλο εύρος θέσεων συγκόλλησης και εφαρμογών
- ❑ Δυνατότητα συγκόλλησης σκουριασμένων μετάλλων και κραμάτων με τη χρήση CO₂
- ❑ Το flux διαλύει τα οξείδια, ενώ το CO₂ προστατεύει τα μέταλλα από την επαφή τους με το οξυγόνο

Μειονεκτήματα FCAW

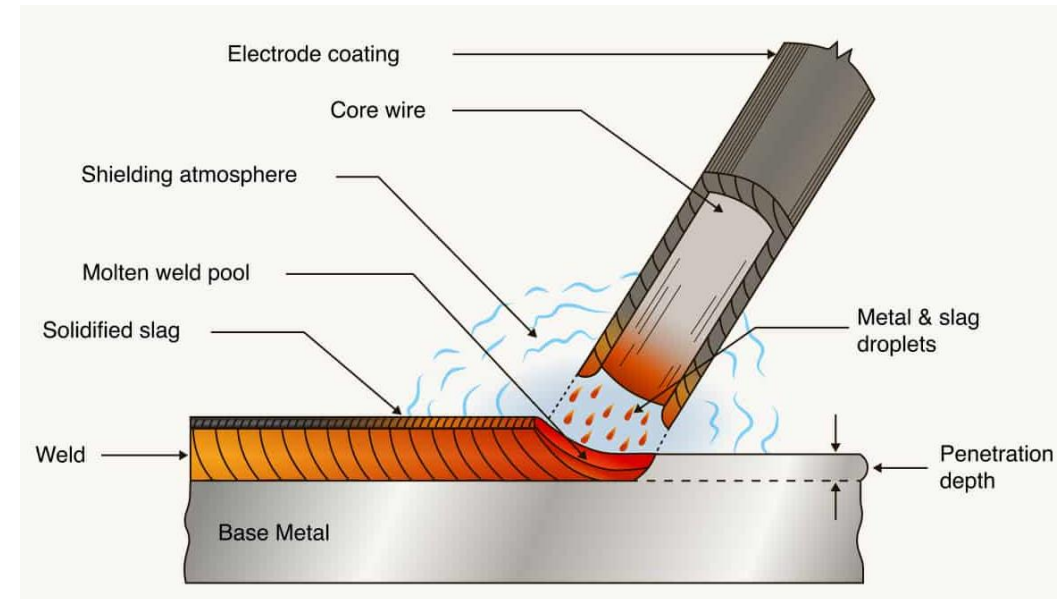
- ❑ Μεγάλη κατανάλωση αερίου προστασίας (όταν απαιτείται)
- ❑ Χαμηλότερη απόδοση
- ❑ Παράγεται σκωρία στην επιφάνεια η οποία πρέπει να αφαιρεθεί
- ❑ Παράγονται αναθυμιάσεις
- ❑ Πολύπλοκος εξοπλισμός και δύσκολη μεταφορά
- ❑ Πολύπλοκη παραμετροποίηση

Εφαρμογές FCAW

- ❑ Χρησιμοποιείται σε ανθρακούχους και κραματωμένους χάλυβες, αλλά και κράματα νικελίου
- ❑ Χαλύβδινους αγωγούς δικτύων μεταφοράς υδρογονανθράκων
- ❑ Βιομηχανία παραγωγής ενέργειας
- ❑ Αυτοκινητοβιομηχανία
- ❑ Γενικά σε βαρέως τύπου εξοπλισμός (πλαίσια, άξονες, αναρτήσεις κ.α.)

Συγκόλληση τόξου με επενδυμένα ηλεκτρόδια SMAW

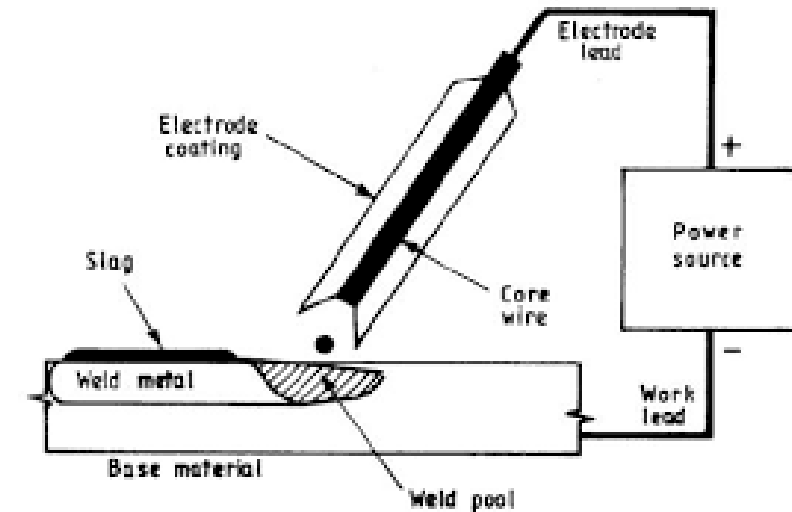
- ❑ Δημιουργείται τόξο μεταξύ των επενδυμένων ηλεκτροδίων και του μητρικού μετάλλου
- ❑ Η επένδυση παίζει τον σημαντικότερο ρόλο
- ❑ Καθώς αποσυντίθεται και δημιουργεί ένα προστατευτικό μίγμα αερίων
- ❑ Και αποτρέπει την επαφή της λίκνης συγκόλλησης με O_2 και H_2



Παραμετροποίηση SMAW

Οι κυριότεροι παράγοντες στην παραμετροποίηση της SMAW είναι

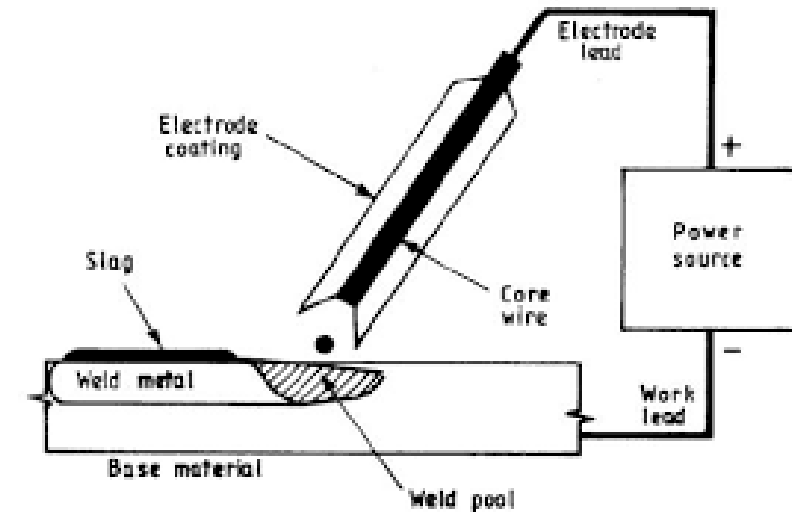
- ❑ Η σύσταση της επένδυσης
- ❑ Η ταχύτητα κίνησης του ηλεκτροδίου
- ❑ Η ένταση του ρεύματος (15 – 500 A) και
- ❑ Η τάση του του τόξου



Παραμετροποίηση SMAW

Η τάση του του τόξου σε SMAW είναι

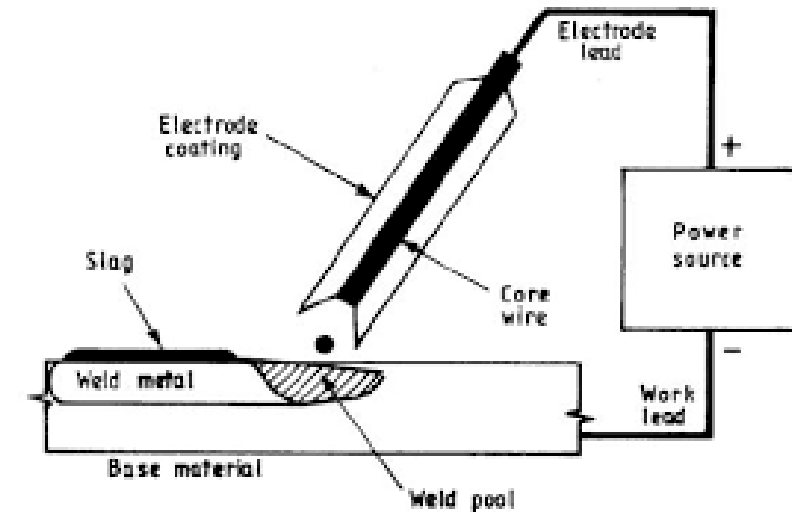
- ❑ Αρκετά μεγαλύτερη σε σχέση με τα γυμνά ηλεκτρόδια (20-40 V έναντι 14-24 V για γυμνά ηλεκτρόδια)
- ❑ Καθώς όσο μεγαλύτερη είναι η επένδυση παράγεται έκλυση περισσότερου όγκου αερίων, που ένα ποσοστό ιονίζεται
- ❑ Έτσι παράγεται τόξο με μεγαλύτερο μήκος
- ❑ Συνεπώς για να διατηρηθεί η ενέργεια και το ρεύμα απαιτείται αύξηση της τάσης



Μηχανές SMAW

Σε SMAW χρησιμοποιούνται

- ❑ DC με ορθή και ανάστροφη πολικότητα
- ❑ Με χαρακτηριστική σταθερού ρεύματος
- ❑ Αλλά και AC



Ηλεκτρόδια SMAW

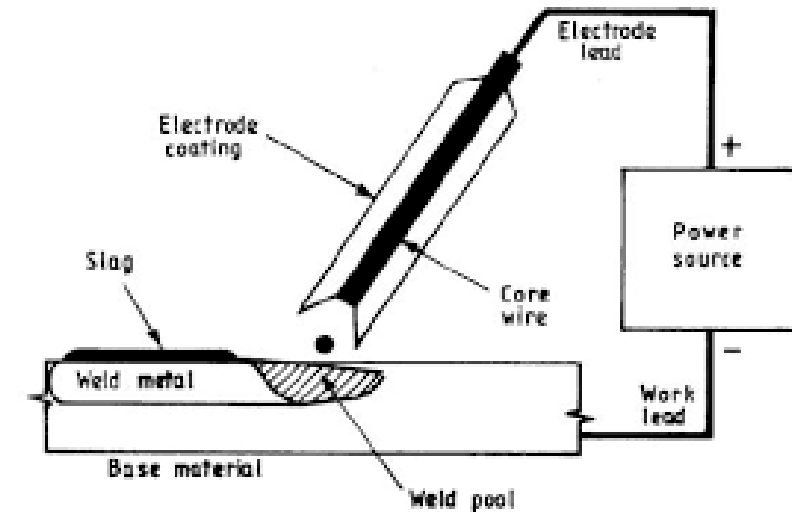
Σύμφωνα με AWS τα ηλεκτρόδια συμβολίζονται

$E_{xx(x)yy}$

E : ηλεκτρόδιο

xx(x) : Τα 2 ή 3 πρώτα ψηφία αντιστοιχούν στην αντοχή του εναποθετημένου μετάλλου

y : Το πρώτο αντιστοιχεί σε θέση συγκόλλησης, ενώ το δεύτερο στον τύπο της επένδυσης, το είδος ρεύματος και την πολικότητα του



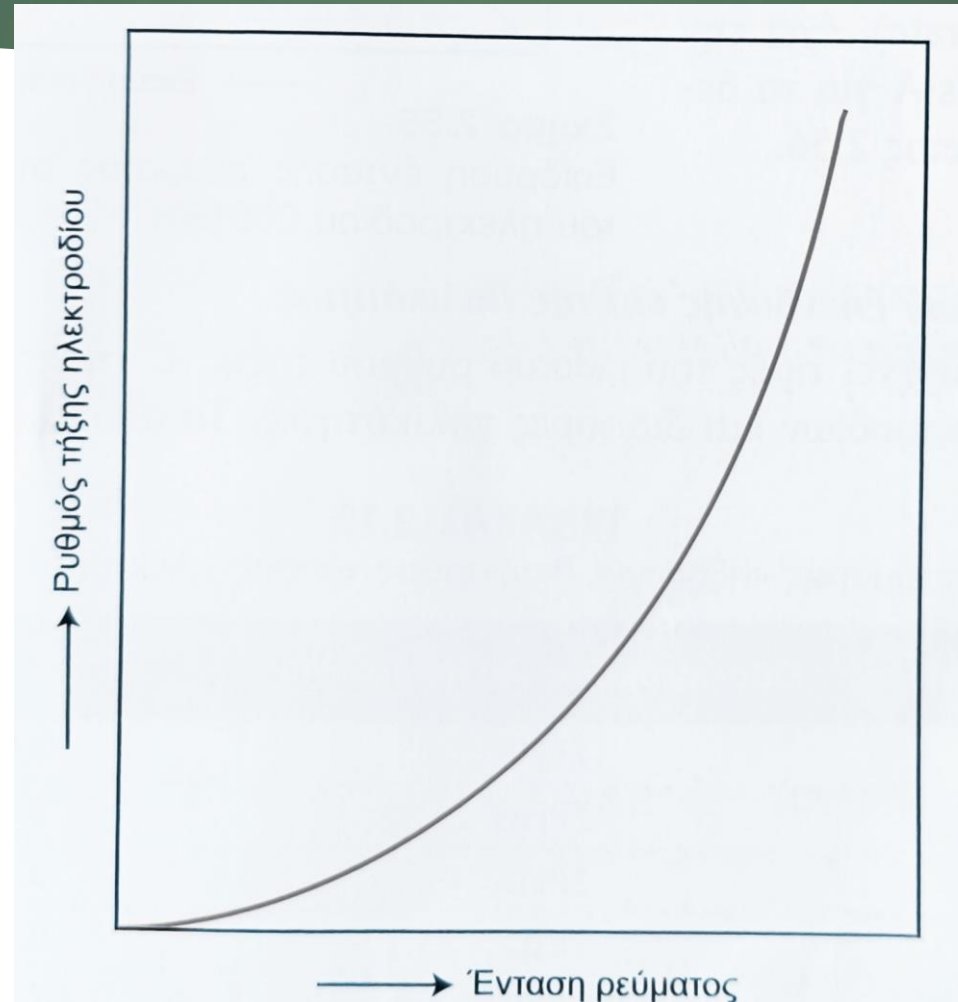
Ηλεκτρόδια SMAW

Συμβολισμός (AWS)	Τύπος επένδυσης (Flux)	Κύρια σύσταση επένδυσης	Πηγή ρεύματος & πολικότητα	Κύρια χαρακτηριστικά / εφαρμογές	Πηγή (link)
E6010	Κυτταρινική (Cellulosic – Na)	Οργανικά υλικά (κυτταρίνη), SiO ₂ , Fe ₂ O ₃ , Na ₂ CO ₃	DC+ (DCEP)	Πολύ βαθιά διείσδυση, έντονο “βρασμένο” τόξο, ιδανικό για ρίζες σωλήνων.	AWS A5.1 Spec
E6011	Κυτταρινική (Cellulosic – K)	Κυτταρίνη, SiO ₂ , K ₂ CO ₃ , MnO	AC ή DC+	Όπως E6010 αλλά λειτουργεί και σε AC. Κατάλληλο για γενική χρήση και επισκευές.	ILMO – SMAW Electrodes
E6012	Ρουτιλική (Rutile – TiO ₂ τύπου Na)	TiO ₂ , SiO ₂ , MnO, CaCO ₃ , Na/K άλατα	AC ή DC–	Ήπιο, σταθερό τόξο, πλατιά ραφή, χαμηλή διείσδυση.	Lincoln Electric – AWS Classifications
E6013	Ρουτιλική (Rutile – TiO ₂ τύπου K)	TiO ₂ , SiO ₂ , MnO, K ₂ O, CaCO ₃	AC, DC– ή DC+	Εύκολη έναυση, καθαρή λεία ραφή, λίγα πιτσιλίσματα· ιδανικό για λεπτές λαμαρίνες.	Hobart – Electrode Classification
E7014	Ρουτιλική με Fe σκόνη (Iron Powder Rutile)	TiO ₂ , Fe powder, MnO, SiO ₂	AC, DC– ή DC+	Υψηλός ρυθμός απόθεσης, λεία ραφή, για παραγωγικές εφαρμογές σε επίπεδη θέση.	ILMO – SMAW Electrodes

Ηλεκτρόδια SMAW

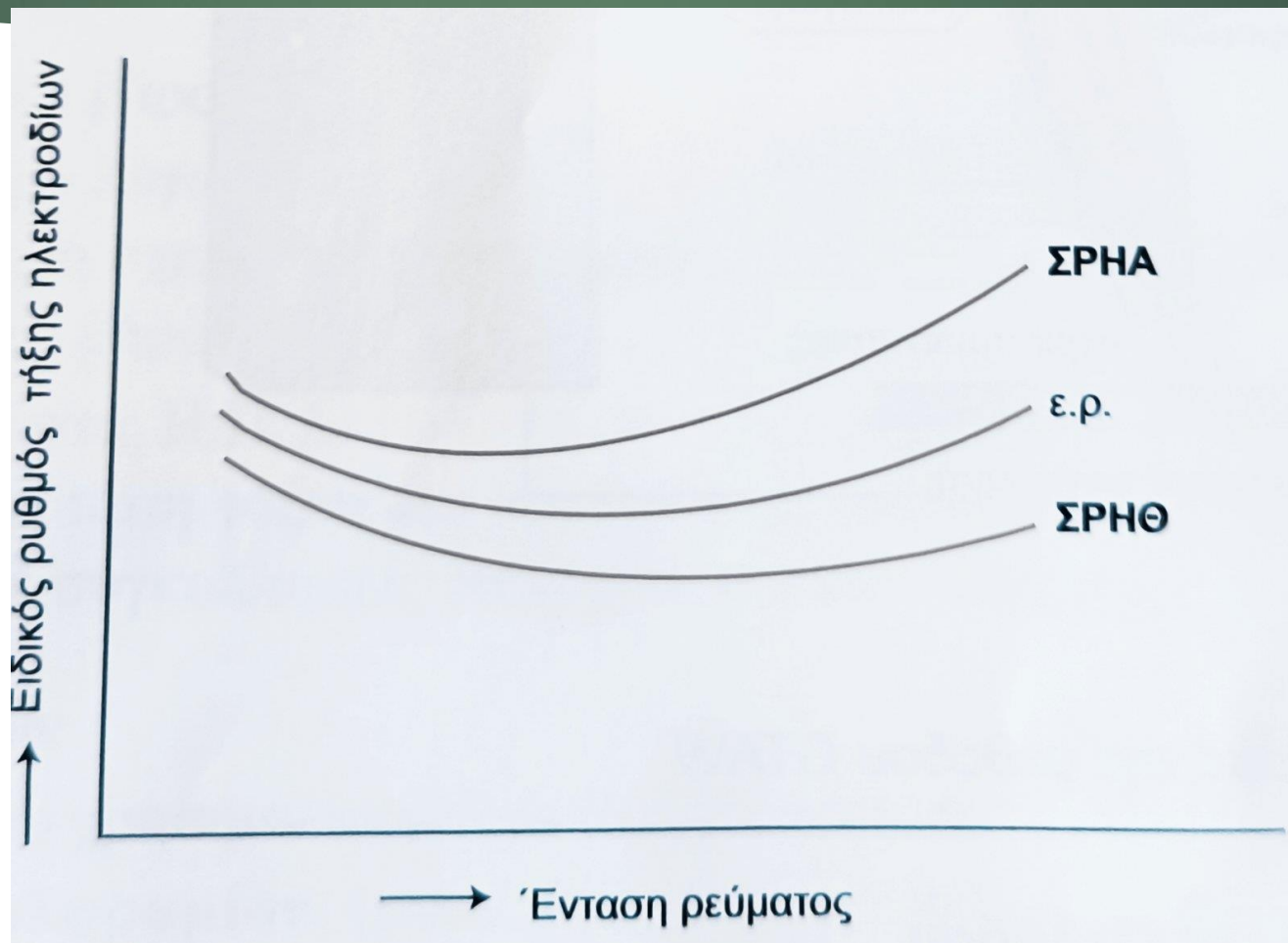
Συμβολισμός (AWS)	Τύπος επένδυσης (Flux)	Κύρια σύσταση επένδυσης	Πηγή ρεύματος & πολικότητα	Κύρια χαρακτηριστικά / εφαρμογές	Πηγή (link)
E7015	Οξινή (Acid-coated)	Οξειδία Fe, Mn, Si, Ca με περιορισμένο TiO ₂	DC+	Σταθερό τόξο, λεία ραφή, καλή εμφάνιση, μέτρια διείσδυση· παλαιότερος τύπος για γενική χρήση.	ESAB – Understanding Electrode Coating Types
E7016	Βασική (Basic – Low H ₂ τύπος K)	CaCO ₃ , CaF ₂ , K ₂ SiF ₆	AC ή DC+	Χαμηλό υδρογόνο, σταθερό τόξο, υψηλή αντοχή, κρίσιμες κατασκευές.	Inspenet – Coated Electrodes Guide
E7018	Βασική με σκόνη Fe (Low H ₂ + Fe Powder)	CaCO ₃ , CaF ₂ , Fe powder, Mn, Si	AC ή DC+	Πολύ καθαρή ραφή, χαμηλό H ₂ , ιδανικό για δομικές συγκολλήσεις & πίεσης.	AWS A5.1 Spec (ANSI)
E7024	Ρουτιλική με σκόνη Fe (High Deposition Rutile)	TiO ₂ , Fe powder, SiO ₂ , MnO	AC, DC– ή DC+	Πολύ υψηλός ρυθμός πλήρωσης, επίπεδη/οριζόντια θέση, εξαιρετική εμφάνιση ραφής.	Miller – SMAW Electrode Selection Guide
E6022	Οξειδωτική (High Iron Oxide)	Fe ₂ O ₃ , MnO, SiO ₂	AC ή DC–	Μόνο επίπεδη θέση, ταχεία συγκόλληση, για λεπτές λαμαρίνες & αυτοκινητιστικές εφαρμογές.	ILMO – SMAW Electrodes

Ρυθμός τήξης ηλεκτροδίων SMAW



Ρυθμός τήξης ρουτιλικού ηλεκτροδίου E6012

62



Ρυθμός τήξης ρουτιλικού ηλεκτροδίου E6012

- ❑ Κατά την έναυση του τόξου απελευθερώνεται μεγάλος όγκος O_2 και CO_2
- ❑ Σε ΣΡΗΘ το ηλεκτρόδιο είναι άνοδος και τα ανιόντα απορροφούν ενέργεια λόγω ανασυνδιασμών με αποτέλεσμα να ψύχουν το ηλεκτρόδιο
- ❑ Σε ΣΡΗΑ το ηλεκτρόδιο είναι κάθοδος και πραγματοποιείται εκπομπή ηλεκτροδίων
- ❑ Τα οξείδια ρουτιλίου διευκολύνουν την εκπομπή ηλεκτρονίων και σχηματίζεται πιο πυκνό stealth
- ❑ Τοπικά στο ηλεκτρόδιο παράγεται υψηλή πυκνότητα ρεύματος
- ❑ Η οποία οδηγεί σε τοπική υπερθέρμανση και μεγάλη αύξηση τους ρυθμούς τήξης

Πλεονεκτήματα SMAW

- ❑ Μεγάλη ευελιξία και εύρος εφαρμογών και ηλεκτροδίων
- ❑ Δυνατότητα συγκόλλησης μεγάλου εύρους μητρικών υλικών
- ❑ Δυνατότητα συγκόλλησης σε όλες τις θέσεις
- ❑ Απλός εξοπλισμός
- ❑ Που μεταφέρεται εύκολα
- ❑ Ιδανική για στενούς και περιορισμένους χώρους

Μειονεκτήματα SMAW

- ❑ Λιγότερο αποδοτική σε σχέση με GMAW
- ❑ Πιθανόν πιο δαπανηρή για συγκεκριμένη ποσότητα εναποθετημένου υλικού από άλλες μεθόδους
- ❑ Συχνές διακοπές για αλλαγή ηλεκτροδίου
- ❑ Σχετικά μεγάλη σπατάλη προστιθέμενου μετάλλου
- ❑ Καθώς το τόξο έχει μεγάλη διατομή λόγω του όγκου των αερίων που απελευθερώνει η επένδυση

Εφαρμογές SMAW

Από τις πιο διαδεδομένες μεθόδους παγκοσμίως με εφαρμογή σε

- ❑ Επισκευές
- ❑ Κατασκευές και εν γένει στη βιομηχανία
- ❑ Κατάλληλη για χάλυβα, χυτοσίδηρο, όλκιμο σίδηρο, νικέλιο, χαλκό και των κραμάτων τους

ΜΕΡΟΣ Γ

ΒΙΝΤΕΟ ΜΕΘΟΔΩΝ
ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΤΟΞΟΥ

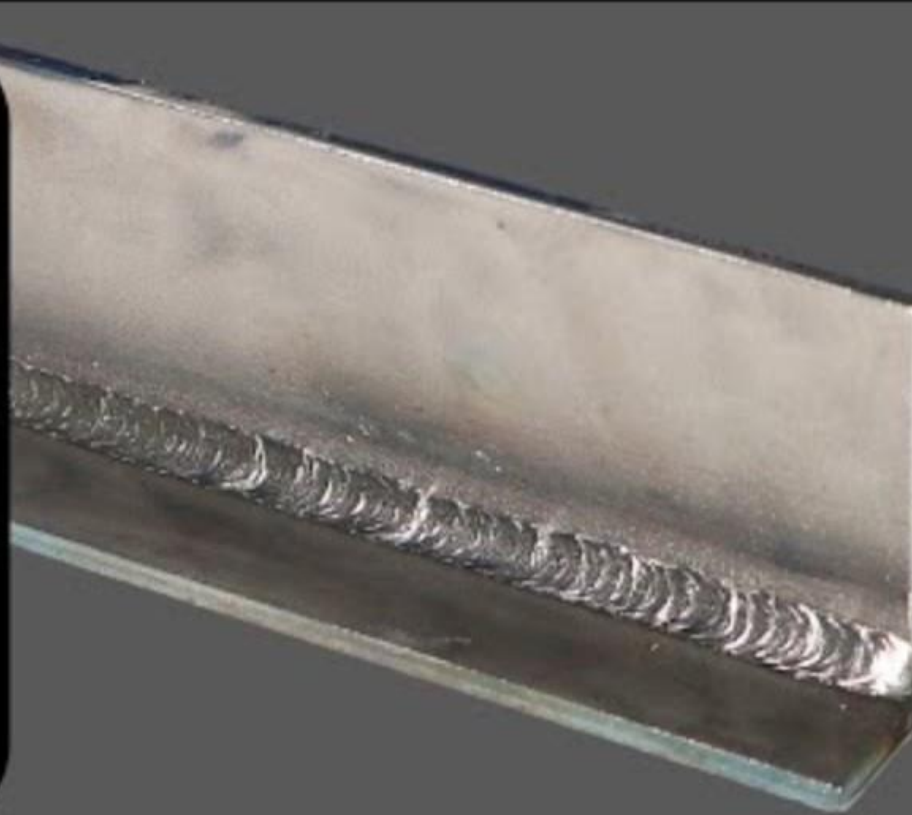


GTAW



PAW

LEARN
HOW TO
MIG
WELD



GMAW

FCAW BASICS



FCAW



SMAW

Ερωτήσεις απορίες