



Αυτογενείς συγκολλήσεις: Οξυγονοκολλήσεις



Οξυγονοκόλληση χάλυβα

Παναγιώτης Ματζινός, Επιστημονικός Συνεργάτης

Χημικός Μηχανικός, MPhil, PhD

Τμήμα Οχημάτων, ΣΤΕΦ



Οξυγονοκολλήσεις

- Οξυγονοκολλήσεις ονομάζονται οι συγκολλήσεις στις οποίες η θερμότητα που απαιτείται για την τήξη των μεταλλικών κομματιών, παράγεται από την καύση ενός μίγματος οξυγόνου και καύσιμου αερίου.
- Συνήθως ως καύσιμο αέριο χρησιμοποιείται η ασετιλίνη (C_2H_2).
- Η οξυγονοκόλληση πραγματοποιείται με ή χωρίς τη χρήση πρόσθετου υλικού.



Εφαρμογές οξυγονοκόλλησης

- Παραδοσιακά η φλόγα οξυγόνου-ασετιλίνης χρησιμοποιούνταν για
 - Μπρουντζοκολλήσεις
 - Κασσιτεροκολλήσεις
 - Συγκολλήσεις τήξης
 - Σκλήρυνση με φλόγα
 - Αποτατική ανόπτηση (stress relieving)
 - Κοπή
 - Λύγισμα
 - Θέρμανση μεταλλικών εξαρτημάτων
- Νέες τεχνολογίες, όπως η ηλεκτροσυγκόλληση αερίων (GMAW), έχουν περιορίσει τη χρήση της οξυγονοκόλλησης στη βιομηχανία.

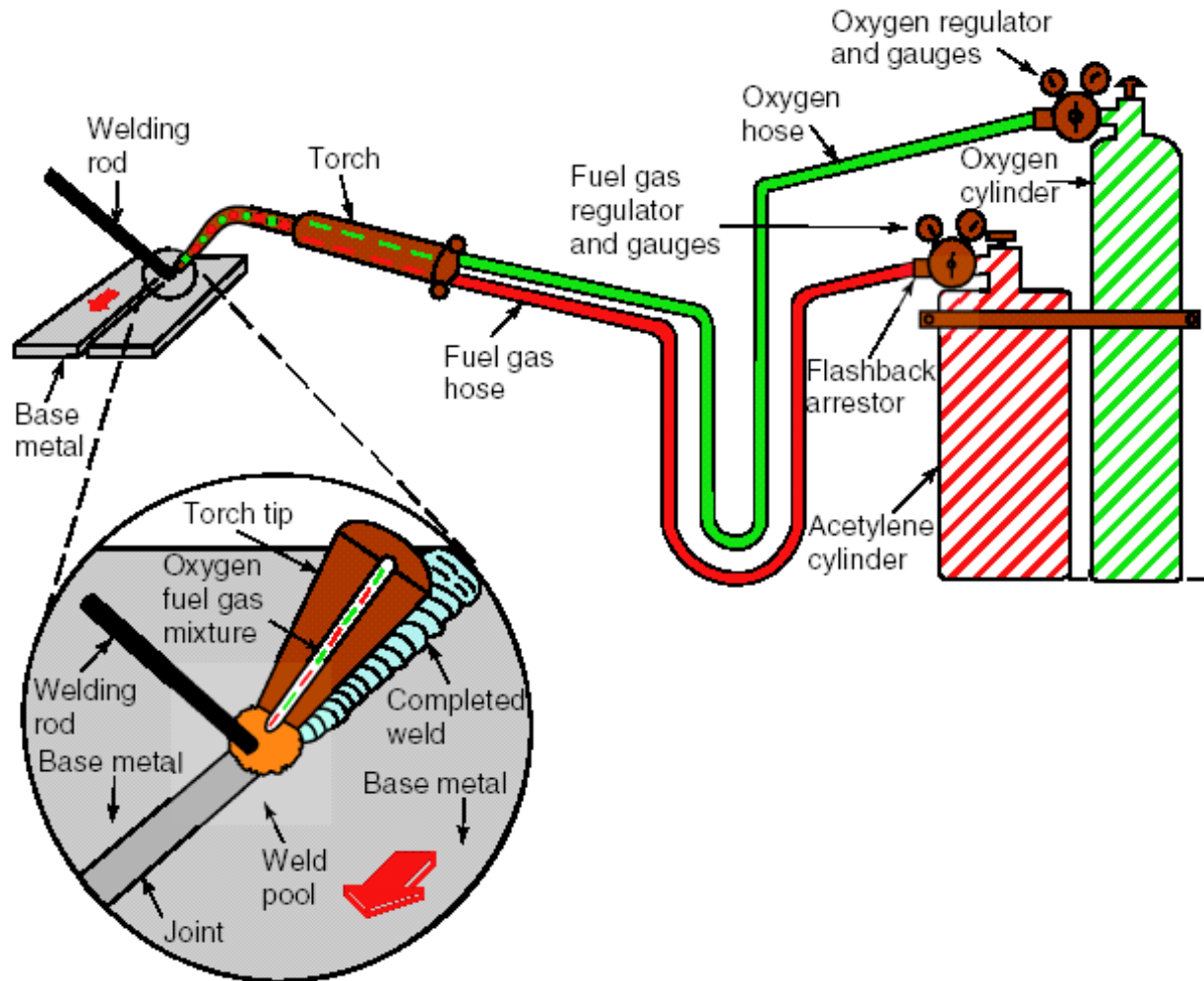


Εφαρμογές οξυγονοκόλλησης

- Σήμερα οι οξυγονοσυγκολλήσεις ακόμη εφαρμόζονται ευρύτατα για συγκολλήσεις σωλήνων και για επιδιορθώσεις.
- Χρησιμοποιούνται στην πράξη για τη συγκόλληση σχετικά μικρών κομματιών.
- Μπορούν να εκτελεστούν οπουδήποτε χωρίς να χρειάζονται εγκαταστάσεις παροχής ενέργειας.
- Οι δυο φιάλες ασετιλίνης και οξυγόνου και τα λίγα όργανα και εργαλεία που απαιτούνται μεταφέρονται πολύ εύκολα.



Τυπικός εξοπλισμός οξυγονοκόλλησης





Η φλόγα συγκόλλησης

- Το κύριο πλεονέκτημα της φλόγας οξυγόνου-ασετιλίνης είναι η υψηλή θερμοκρασία.
- Είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία που επιτυγχάνεται με άλλα καύσιμα.
- Η φλόγα οξυγόνου-ασετιλίνης μπορεί εύκολα να λιώσει όλα τα κοινά μέταλλα.
- Μίγμα με σωστή αναλογία οξυγόνου και ασετιλίνης καίγεται στους $\sim 3200^{\circ}\text{C}$.



Είδη φλόγας



- Υπάρχουν τρία διακριτά είδη φλόγας οξυγόνου-ασετιλίνης
 - Ουδέτερη
 - Οξειδωτική (με περίσσεια οξυγόνου)
 - Αναγωγική (με περίσσεια ασετιλίνης)
- Ο τύπος της φλόγας που παράγεται εξαρτάται από την αναλογία σε όγκο οξυγόνου-ασετιλίνης στο μίγμα που εξέρχεται από το ακροφύσιο του καυστήρα



Αντιδράσεις καύσης της ασετιλίνης

- Η καύση της ασετιλίνης με το οξυγόνο λαμβάνει χώρα σε δυο στάδια
 - Πρωτογενής αντίδραση (εσωτερικός κώνος της φλόγας + ζώνη συγκόλλησης)
Η ζώνη συγκόλλησης βρίσκεται ακριβώς μπροστά από τον εσωτερικό κώνο.
$$\text{C}_2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO} + \text{H}_2 + \text{θερμότητα}$$

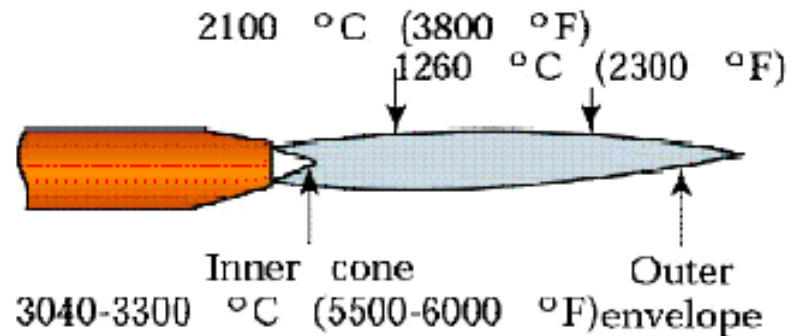
Τα προϊόντα είναι CO και H₂
 - Δευτερογενής αντίδραση (εξωτερικός μανδύας της φλόγας)
$$2\text{CO} + \text{H}_2\text{O} + 1.5\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{θερμότητα}$$

Το αναγκαίο για την καύση οξυγόνο παραλαμβάνεται από τον αέρα

Ουδέτερη φλόγα

- Η ουδέτερη φλόγα παράγεται όταν ο λόγος οξυγόνου προς ασετιλίνη είναι σχεδόν 1:1 (1.04 έως 1.14 προς 1).
- Στην ουδέτερη φλόγα βλέπουμε ένα εσωτερικό κώνο και έναν εξωτερικό μανδύα.
- Η μέγιστη θερμοκρασία της φλόγας είναι $\sim 3250^{\circ}\text{C}$ και επιτυγχάνεται στη ζώνη συγκόλλησης.
- Η ζώνη συγκόλλησης βρίσκεται 2 έως 4 mm μπροστά από το κώνο της φλόγας.

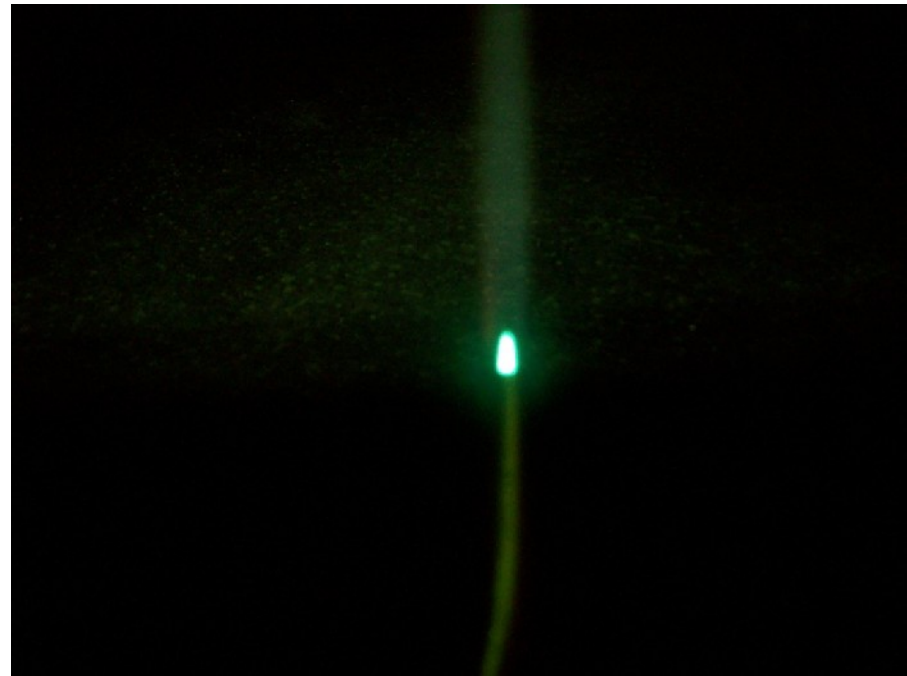
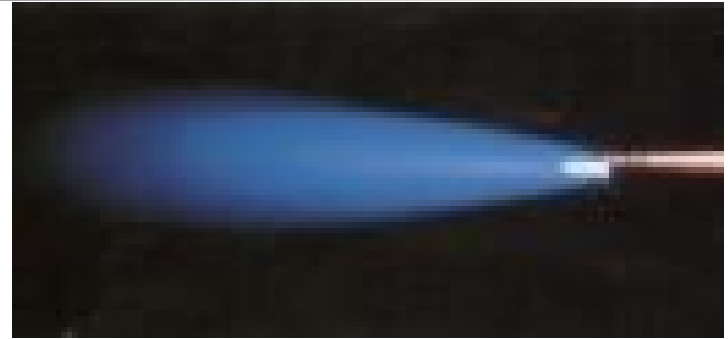
(a) Neutral flame





Ουδέτερη φλόγα (συνεχ.)

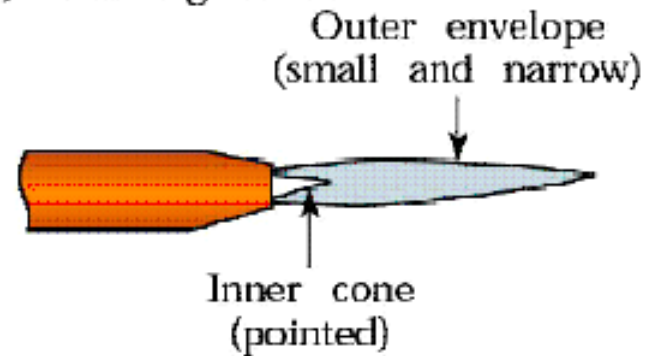
- Η φλόγα ονομάζεται ουδέτερη επειδή συνήθως δεν έχει καμία χημική επίδραση στα υπό συγκόλληση μέταλλα. Δεν τα οξειδώνει και δεν τα ενανθρακώνει.
- Εάν η συγκόλληση δεν πραγματοποιηθεί στη ζώνη συγκόλλησης, αλλά στην περιοχή του κώνου, όπου η καύση της ασετιλίνης είναι ανεπαρκής, τότε ο άκαυστος άνθρακας ενανθρακώνει το τήγμα και αυτό μετά τη στερεοποίησή του γίνεται εύθραυστο.
- Ο χάλυβας, ο χυτοσίδηρος και ο χαλκός συγκολλούνται με ουδέτερη φλόγα.



Οξειδωτική φλόγα

- Η οξειδωτική φλόγα έχει περίσσεια οξυγόνου (αναλογία οξυγόνου-ασειτίνης 1.14 έως 1.70 προς 1).
- Έχει το ίδιο σχήμα με την ουδέτερη φλόγα, ωστόσο ο εσωτερικός κώνος της οξειδωτικής φλόγας είναι μικρότερος και πιο μυτερός.
- Έχει την υψηλότερη θερμοκρασία $\sim 3500^{\circ}\text{C}$.

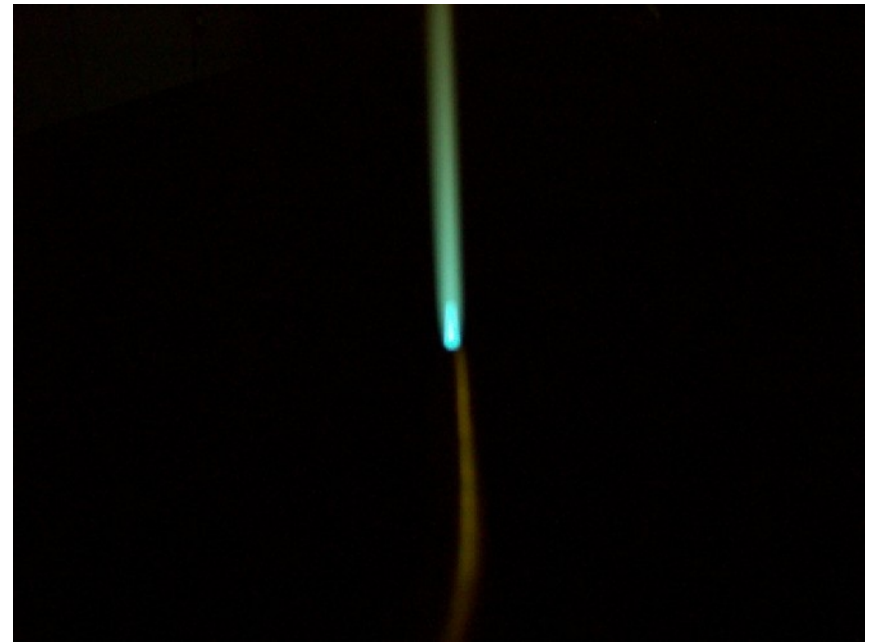
(b) Oxidizing flame





Οξειδωτική φλόγα (συνεχ.)

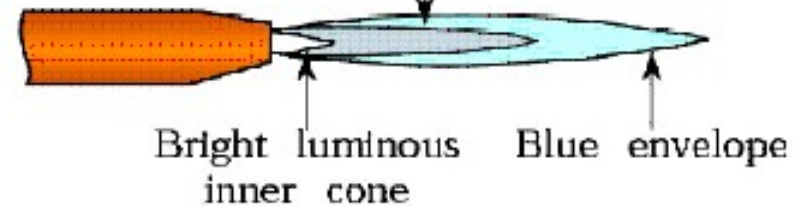
- Με την οξειδωτική φλόγα το τήγμα δέχεται περισσότερο οξυγόνο από το μείγμα του αερίου, με αποτέλεσμα τη ψαθυροποίηση του χάλυβα ή ακόμη την καύση του τήγματος.
- Ελαφρώς οξειδωτική φλόγα χρησιμοποιείται στις μπруντζοκολλήσεις. Έτσι σχηματίζονται ραφές χωρίς πόρους και με ομοιόμορφο χρώμα.



Αναγωγική φλόγα

- Όταν έχουμε περίσσεια ασετιλίνης (αναλογία οξυγόνου-ασετιλίνης 0.85 έως 0.95 προς 1) προκύπτει αναγωγική φλόγα.
- Είναι εύκολα αναγνωρίσιμη από το ελαφρά γαλάζιο χρώμα του εξωτερικού μανδύα, ο οποίος έχει πορτοκαλί άκρες.
- Μέσα στον εξωτερικό μανδύα υπάρχει μια μικρότερη γαλάζια φλόγα, που αποκαλείται φτερό ασετιλίνης (acetylene feather).

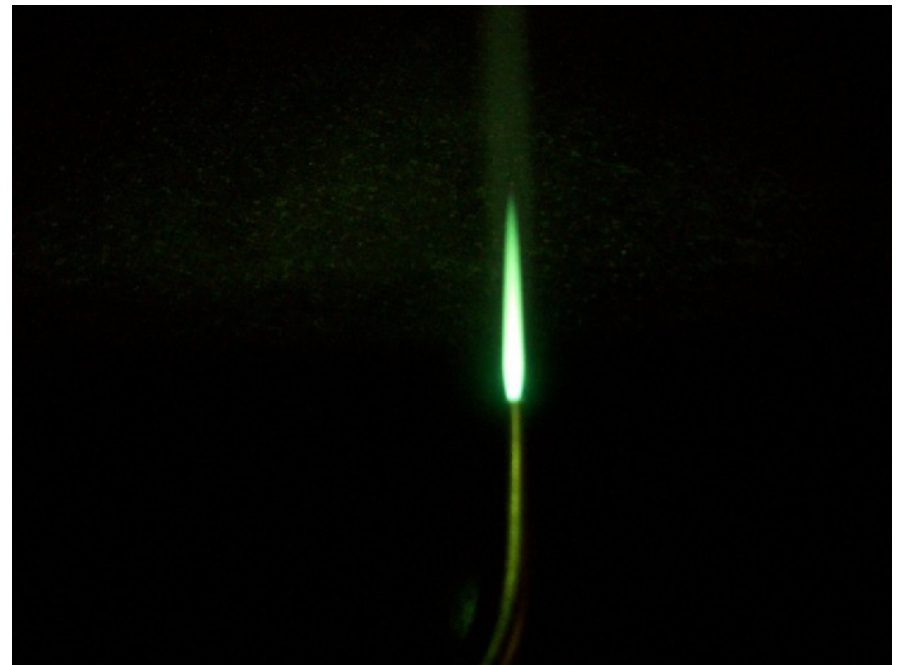
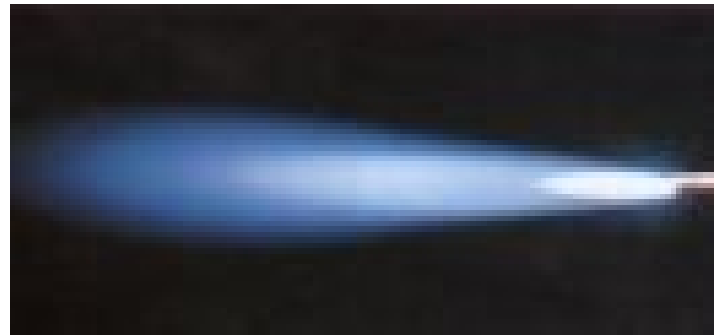
(c) Carburizing (reducing) flame
Acetylene feather





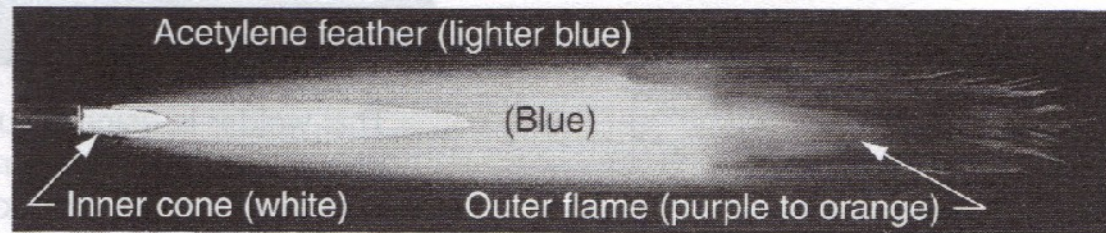
Αναγωγική φλόγα (συνεχ.)

- Έχει χαμηλότερη θερμοκρασία από την ουδέτερη φλόγα, $\sim 3150^{\circ}\text{C}$.
- Με ελαφρά αναγωγική φλόγα γίνεται μια συγκόλληση, όταν πρέπει να αποκλειστεί ο σχηματισμός οξειδίων π.χ. στο αλουμίνιο και στα κράματά του.
- Με αναγωγική φλόγα πραγματοποιούνται ορισμένες σκληρές ή μαλακές κολλήσεις ή μπρουντζοκολλήσεις με ραφή.

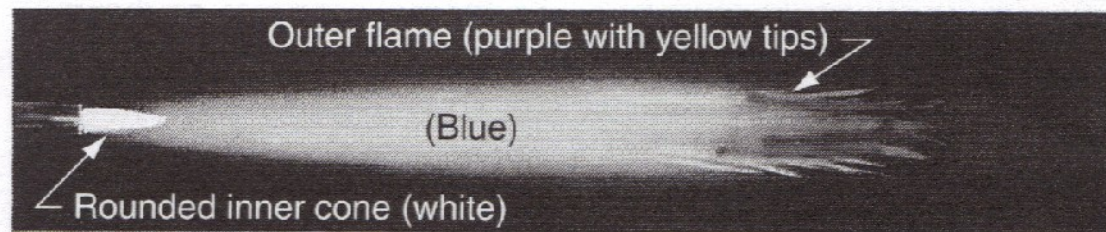




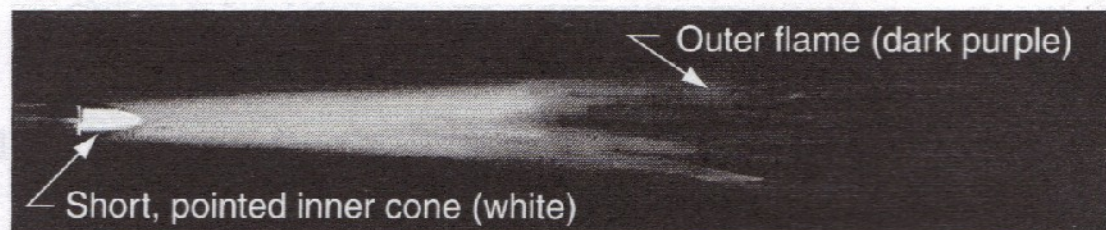
Χαρακτηριστικά των τριών φλογών συγκόλλησης



Carburizing Flame



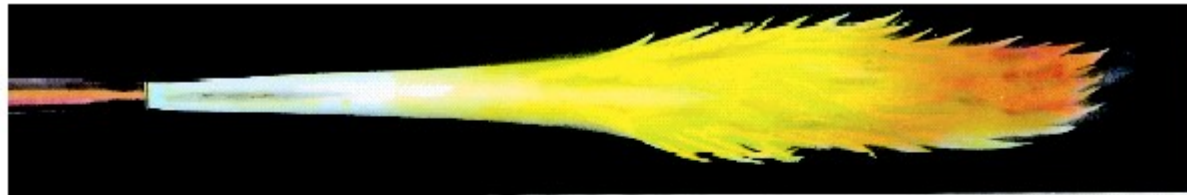
Neutral Flame



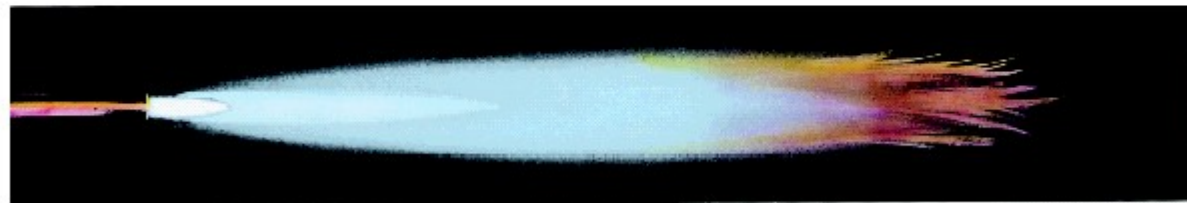
Oxidizing Flame



Καύση ασετιλίνης στον αέρα και αναγωγική φλόγα



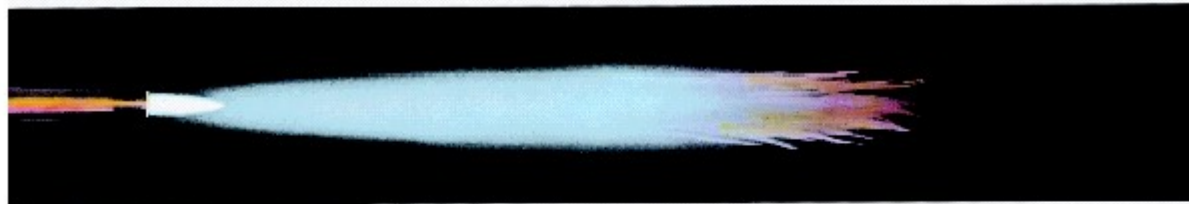
Acetylene Burning in Atmosphere
Open fuel gas valve until smoke clears from flame.



Carburizing Flame
(Excess acetylene with oxygen.) Used for hard-facing and welding white metal.



Ουδέτερη και οξειδωτική φλόγα



Neutral Flame

(Acetylene and oxygen.) Temperature 5589°F (3087°C). For fusion welding of steel and cast iron.

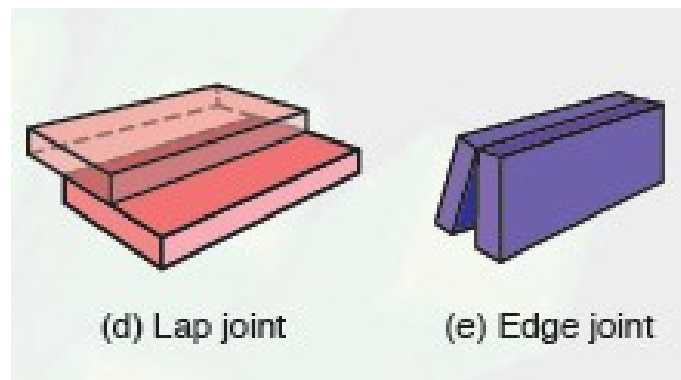
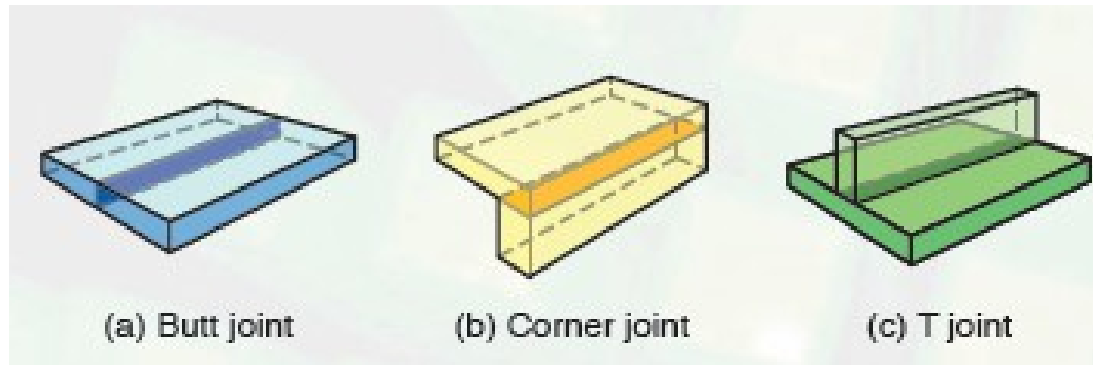


Oxidizing Flame

(Acetylene and excess oxygen.) For braze welding with bronze rod.



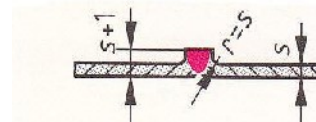
Είδη συγκολλητών συνδέσεων



(α) Μετωπική, (β) γωνιακή (γ) ταυ (δ) επικάλυψης (ε) ραχωτή

Μετωπικές ραφές (Butt joints)

- Η μορφή της ραφής εξαρτάται από το είδος και το πάχος των εξαρτημάτων.
- Σε μικρά πάχη δεν γίνεται διαμόρφωση των άκρων και χρησιμοποιούνται η ραφή με αναδίπλωση (με χείλη) και η ραφή I.
- Σε μεσαία πάχη οι ραφές διαμορφώνονται σε σχήμα V και σε μεγάλα πάχη σε σχήμα X.
- Η διαμόρφωση των ακμών των ελασμάτων γίνονται με κάποια κατεργασία κοπής, π.χ. φρεζάρισμα ή κοπή με φλόγα.



Ραφή με χείλη
Πάχος ελάσματος:
έως 1,5 mm



Ραφή - I
Έως ~ 4 mm



Ραφή - V
Έως ~ 20 mm

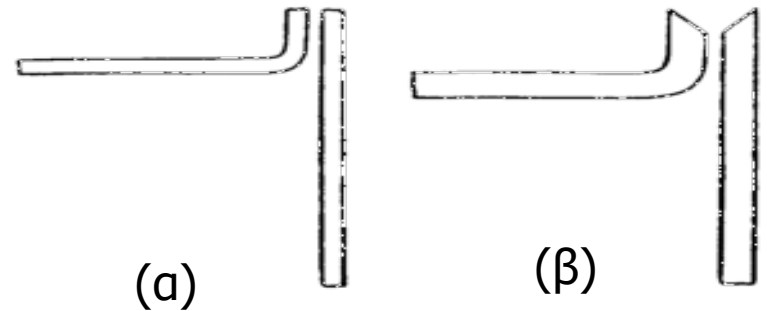


Ραφή - X
Πάχος ελάσματος: έως ~ 30 mm



Ραχωτές ραφές (Edge joints)

- Οι ραχωτές ραφές διαμορφώνονται σε
 - επίπεδες ραφές και
 - ραφές V

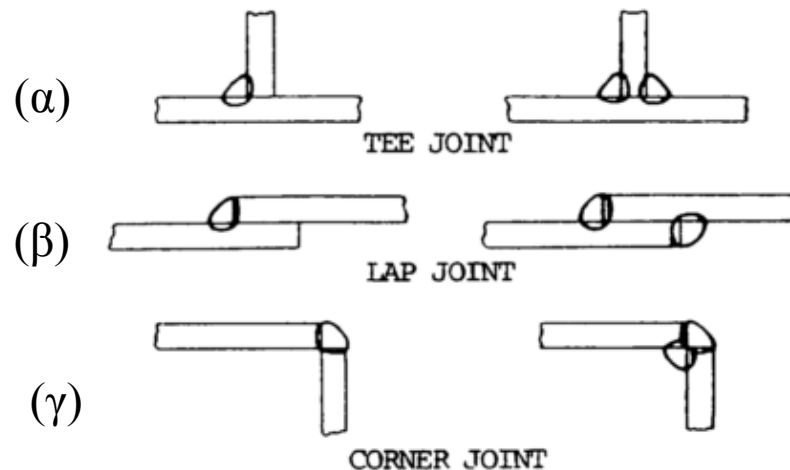


(α) Επίπεδος ραφή, (β) ραφή V.



Ραφές ταυ, επικάλυψης και γωνιακές (T, Lap and Corner joints)

- Σε συνδέσεις τύπου T, επικάλυψης και γωνιακές μπορούν να δημιουργηθούν ραφές χωρίς κατεργασία του υλικού (fillets).



Συγκολλητές συνδέσεις (α) T, (β) επικάλυψης και (γ) γωνιακές.



Μέθοδοι συγκολλήσεως

- Οι οξυγονοκολλήσεις ανάλογα με την κίνηση του καυστήρα διακρίνονται σε
 - οξυγονοκολλήσεις προς τα αριστερά και
 - οξυγονοκολλήσεις προς τα δεξιά

Μέθοδοι συγκολλήσεως

Στη συγκόλληση **προς τα αριστερά**, ο καυστήρας δείχνει προς την κατεύθυνση της συγκόλλησης.

Το τήγμα βρίσκεται έξω από τη ζώνη της μέγιστης θερμοκρασίας. Χρησιμοποιείται σε ελάσματα μικρού πάχους, έως 3 mm.

- Στη συγκόλληση **προς τα δεξιά**, ο καυστήρας δείχνει προς την κατεύθυνση της έτοιμης ραφής.

Η ισχυρή συγκέντρωση θερμότητας εξασφαλίζει καλή συγκόλληση και επιτρέπει την συγκόλληση παχύτερων ελασμάτων.

Συγκολλούνται ελάσματα πάχους μεγαλύτερου των 3 mm.

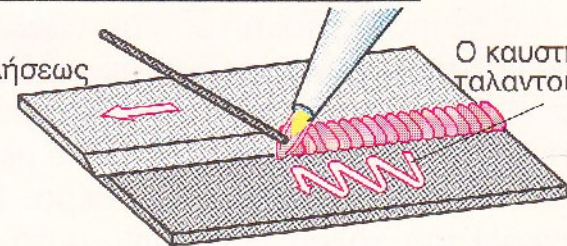
Μέθοδοι συγκολλήσεως

Πάχος ελάσματος 3mm

Ο καυστήρας δείχνει προς τη διεύθυνση προς την οποία θα γίνει η συγκόλληση

Σύρμα συγκολλήσεως

Ο καυστήρας ταλαντούται



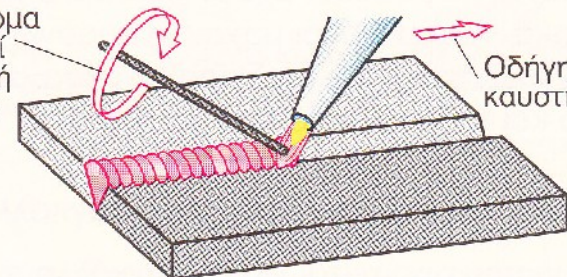
Συγκόλληση "προς τα αριστερά"

Πάχος ελάσματος μεγαλύτερο των 3mm

Ο καυστήρας δείχνει προς τη διεύθυνση της έτοιμης ραφής

Το σύρμα εκτελεί κυκλική κίνηση

Οδήγηση καυστήρα



Συγκόλληση "προς τα δεξιά"



Τρόπος κράτησης του καυστήρα



Σαν μολύβι



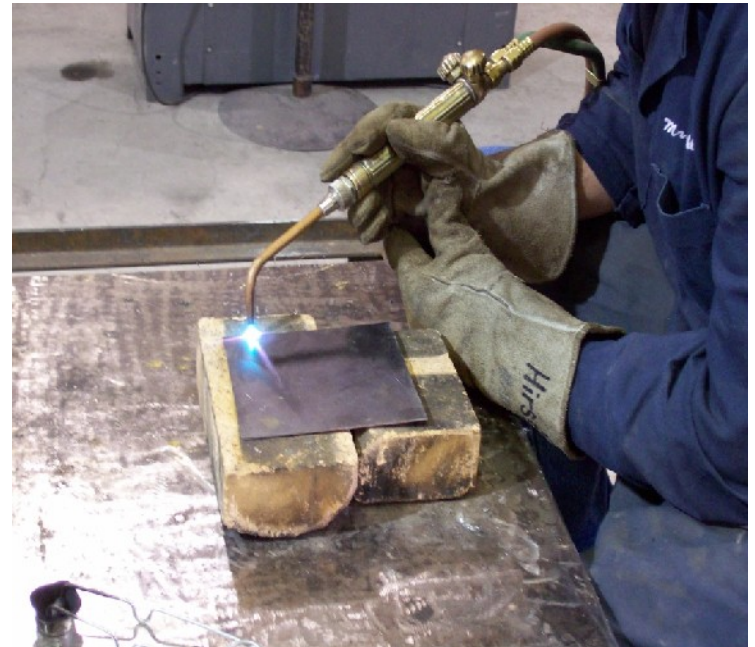
Σαν σφυρί

- Υπάρχουν δυο τρόποι κράτησης του καυστήρα
 - Σαν μολύβι (συνήθως για συγκόλληση μικρού πάχους μετάλλων)
 - Σαν σφυρί



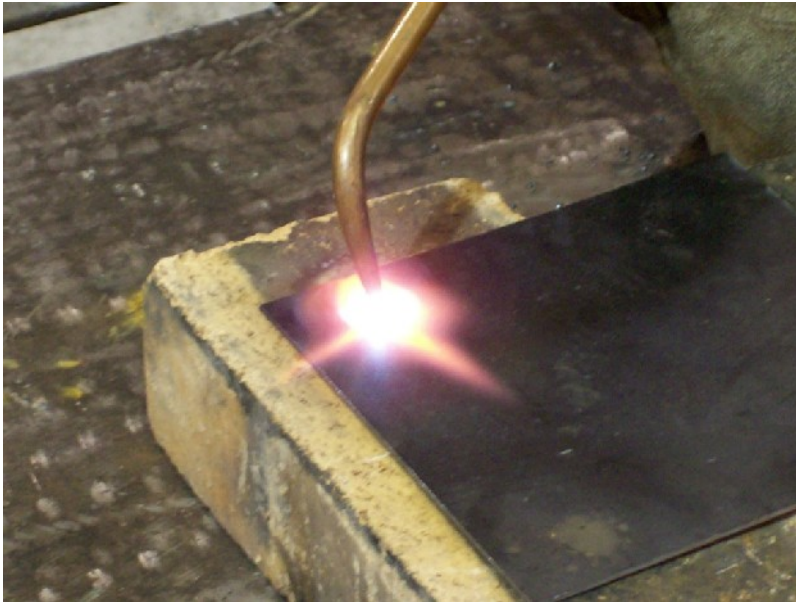
Μετακινώντας το τήγμα (puddle)

- Η κλίση της φλόγας ως προς το τελειωμένο μέρος της συγκόλλησης πρέπει να είναι περίπου 45° .
- Η φωτεινή περιοχή της φλόγας (εσωτερικός κώνος) δεν πρέπει να αγγίζει το μέταλλο, αλλά να βρίσκεται σε απόσταση 2 έως 4 mm μακριά από τη "λιμνούλα" τήγματος.
- Η φωτεινή περιοχή περιέχει 50% οξυγόνο και συνεπώς εάν έλθει σε επαφή με το τήγμα, θα το οξειδώσει.
- Ο καυστήρας κρατείται ακίνητος μέχρι να σχηματισθεί μια "λιμνούλα" λιωμένου μετάλλου.





Μετακινώντας το τήγμα (puddle) (συνεχ.)

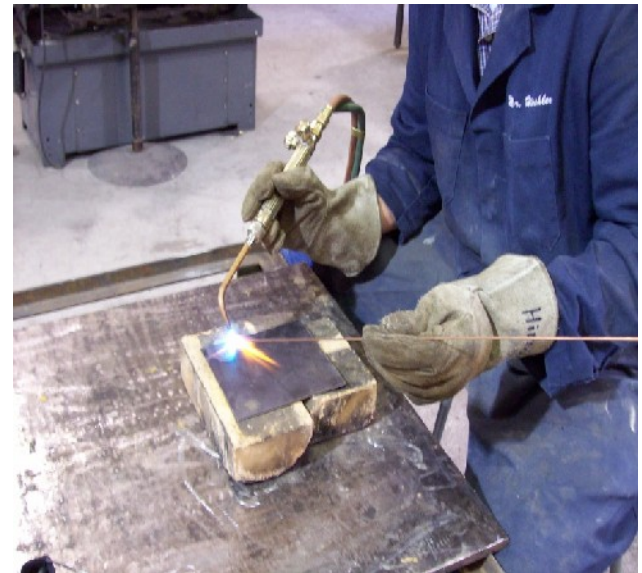


- Καθώς η "λιμνούλα" τήγματος μετακινείται προς τα εμπρός, ο καυστήρας εκτελεί επικαλυπτόμενες ελλείψεις ή κύκλους (σχηματισμός κορδονιού).
- Η φλόγα δεν πρέπει να μετακινείται ούτε πολύ γρήγορα, με αποτέλεσμα να μη λιώνει το μέταλλο, ούτε πολύ αργά, με αποτέλεσμα το σχηματισμό οπής στο μέταλλο.



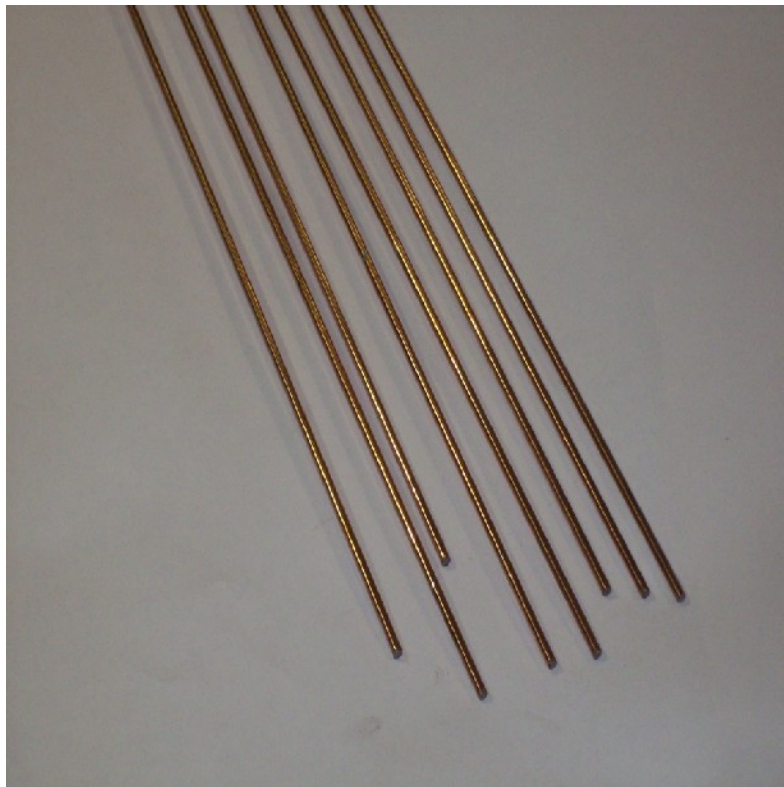
Σχηματισμός ραφής με ράβδο συγκολλήσεως

- Σε ορισμένους τύπους συνδέσεων (εξωτερική γωνιακή συγκόλληση), είναι δυνατόν τα δυο κομμάτια μετάλλου να συγκολληθούν χωρίς τη χρήση ράβδου (filler rod)
- Στις περισσότερες περιπτώσεις είναι προτιμότερη η χρήση πρόσθετου υλικού. Με τη βοήθειά τους γεμίζει ο αρμός συγκόλλησης και αυξάνεται η αντοχής της συγκόλλησης.





Ράβδοι συγκολλήσεως

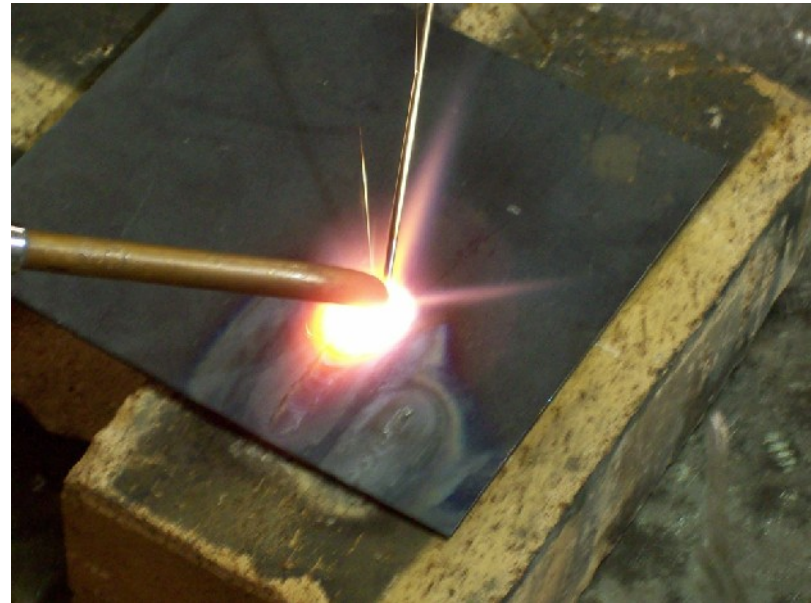


- Η σύνθεσή τους πρέπει να είναι ίδια με αυτή των βασικών υλικών.
- Το μέγεθός τους ποικίλει από 1/16" έως 3/4" (διάμετρος)
- Ως γενικός κανόνας ισχύει η χρήση σύρματος ίσης διαμέτρου με το πάχος του βασικού μετάλλου.
- Τα πρόσθετα υλικά διατίθενται σε κουλούρες ή σε ράβδους.
- Για την προστασία τους από τη διάβρωση είναι ελαφρώς επιχαλκωμένα
- Τα πρόσθετα υλικά για τη συγκόλληση χαλκού συχνά περιέχουν 1% άργυρο. Επίσης απαιτείται η χρήση αντιοξειδωτικού.



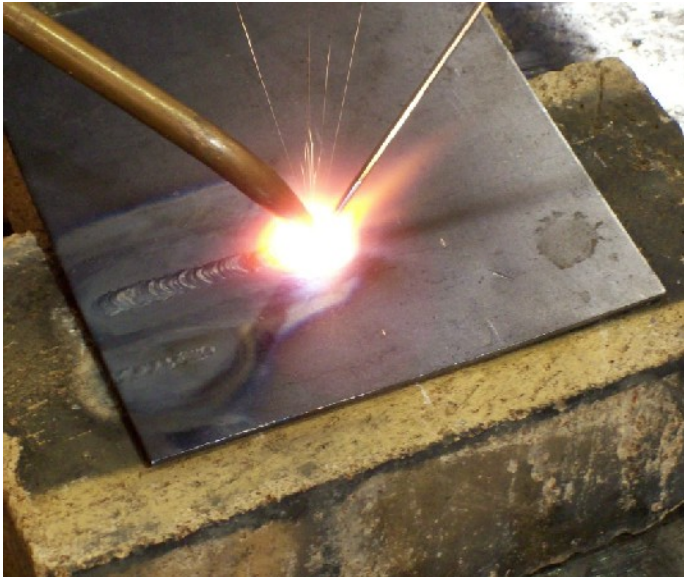
Σχηματισμός ραφής με ράβδο συγκολλήσεως (συνεχ.)

- Η κλίση του καυστήρα ως προς το βασικό μέταλλο είναι περίπου 45° .
- Το σύρμα συγκόλλησης επίσης σχηματίζει περίπου την ίδια γωνία με το βασικό μέταλλο.
- Το σύρμα συγκόλλησης δεν πρέπει ποτέ να λιώνει στη φλόγα, αλλά στο κέντρο της "λιμνούλας" τήγματος.





Συνήθη προβλήματα κατά το σχηματισμό ραφής

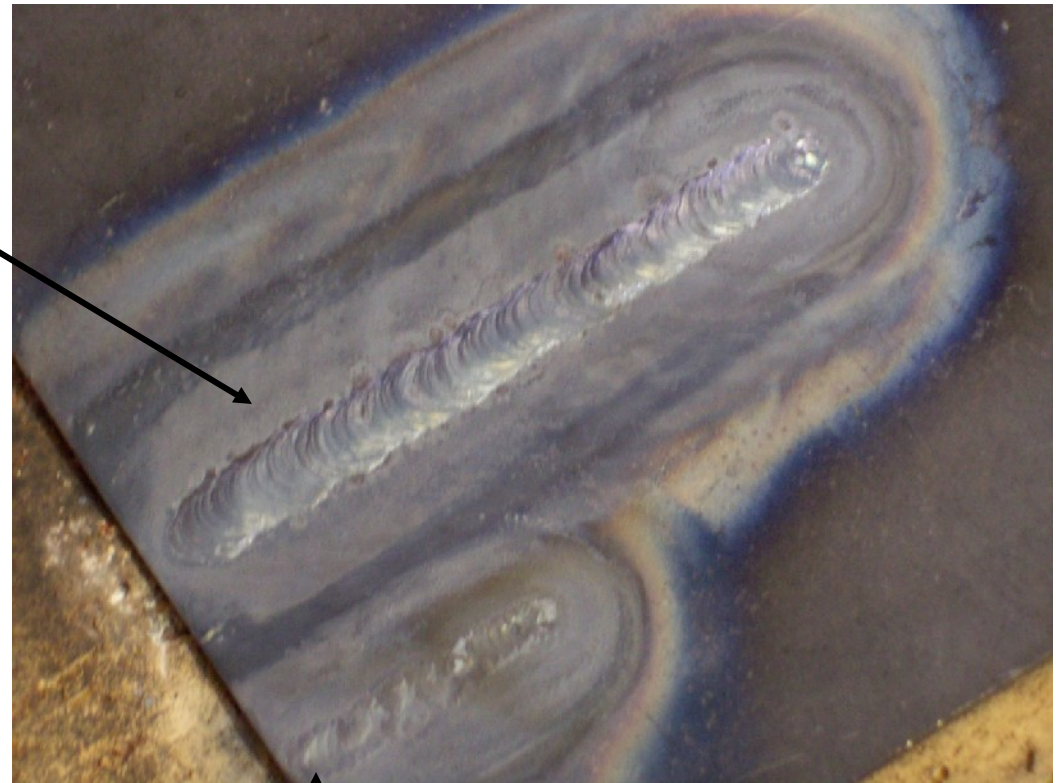


- Κόλλημα του σύρματος συγκόλλησης στο βασικό μέταλλο.
- Σε αυτή την περίπτωση μην τραβάς το σύρμα για να απελευθερωθεί.
- Τοποθέτησε τη φλόγα στην άκρη του σύρματος, με αποτέλεσμα την άμεση απελευθέρωσή του.



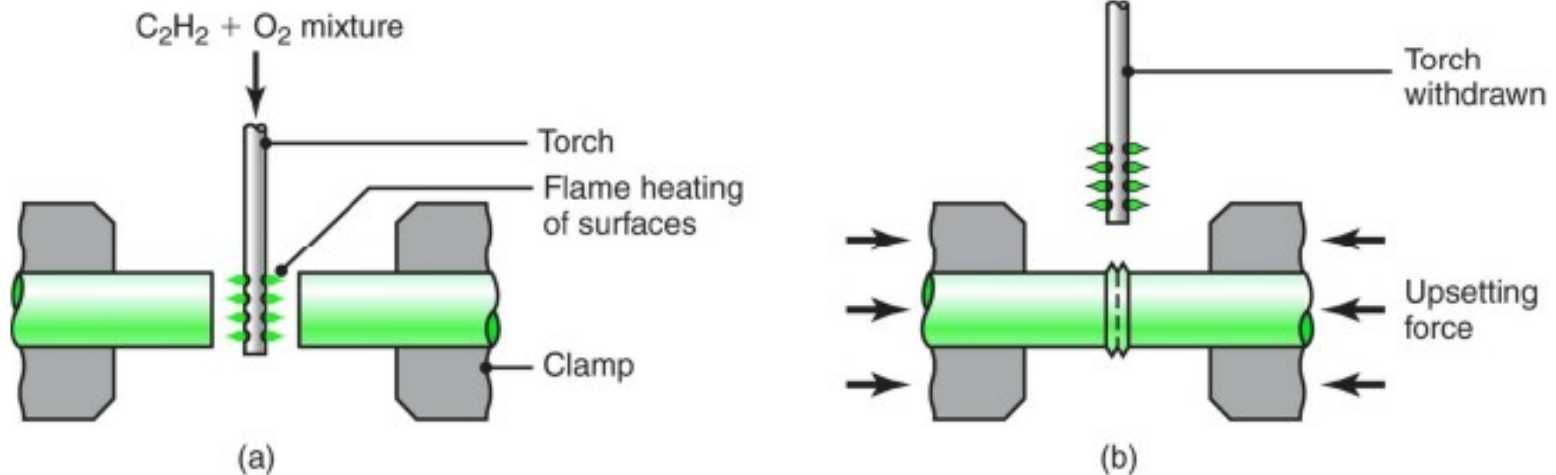
Ραφή με σύρμα συγκόλλησης

Ραφή με σύρμα συγκόλλησης



Με μετακίνηση "λιμούλας" τήγματος
(χωρίς σύρμα συγκόλλησης)

Συγκόλληση πίεσης-αερίου



Σχηματική αναπαράσταση συγκόλλησης πίεσης-αερίου: (α) πριν και (β) μετά. Σημείωσε το σχηματισμό περυγίων (flash) στη θέση σύνδεσης. Ακολουθεί αφαίρεση της περίσσειας υλικού.



Ελαττώματα οξυγονοκολλήσεων

- Ελαττώματα στη θέση συγκόλλησης προκαλούνται
 - από κακή ποιότητα των υλικών που χρησιμοποιούνται στις οξυγονοκολλήσεις ή
 - από απειρία του τεχνίτη ή και
 - από τα δυο μαζί
 - Αποτέλεσμα η μείωση των μηχανικών ιδιοτήτων της σύνδεσης



Ελαττώματα οξυγονοκολλήσεων (συνεχ.)

- Τα ελαττώματα που παρουσιάζονται συχνότερα είναι τα εξής:
 - Κακή εισχώρηση της κόλλησης στον αρμό. Το λιωμένο μέταλλο δεν καλύπτει όλο το διάκενο μεταξύ των κομματιών.
 - Οξειδία και πόροι στη ραφή. Αυτό αποφεύγεται αν καθαριστούν καλά οι επιφάνειες συγκόλλησης των κομματιών και δεν χρησιμοποιηθεί οξειδωτική φλόγα, γιατί η περίσσεια οξυγόνου δημιουργεί οξειδία. Η περίσσεια ασετιλίνης επίσης δεν είναι επιθυμητή, εκτός και αν θέλουμε να αυξήσουμε την περιεκτικότητα της κόλλησης σε άνθρακα. Στην ομοιογένεια της ραφής συντελεί και η ομαλή ψύξη του συγκολλήματος (αποφυγή δημιουργίας φουσαλίδων αέρα ή πόρων μέσα στη ραφή)
 - Κακή σύνδεση της κολλήσεως και των μεταλλικών κομματιών, λόγω της ελλιπούς τήξης των μεταλλικών κομματιών στη θέση συγκολλήσεως.



Ελαττώματα οξυγονοκολλήσεων (συνεχ.)

- Έλλειψη ή πλεόνασμα υλικού στη ραφή.
- Υπερβολική τήξη των μεταλλικών κομματιών στη θέση ραφής
- Μεταβολή της χημικής σύστασης της ραφής. Αφορά κυρίως τους χάλυβες.
 - Κατά την οξυγονοκόλληση πρέπει να χρησιμοποιείται ουδέτερη φλόγα έτσι ώστε το συγκολλητικό υλικό να μην αλλάζει χημική σύσταση.
 - Με οξειδωτική φλόγα μειώνεται η περιεκτικότητα της κόλλησης σε άνθρακα, ενώ με αναγωγική αυξάνεται.
 - Υπάρχουν περιπτώσεις όπου είναι επιθυμητή η αλλαγή της σύστασης της κόλλησης. Συνήθως χρησιμοποιείται ουδέτερη φλόγα, ώστε η σύνδεση να έχει την ίδια μηχανική αντοχή με την αντοχή των μετάλλων.
 - Η κόλληση πρέπει να έχει την ίδια σύσταση με το υλικό των κομματιών που πρόκειται να συγκολληθούν.



Εναλλακτικά αέρια

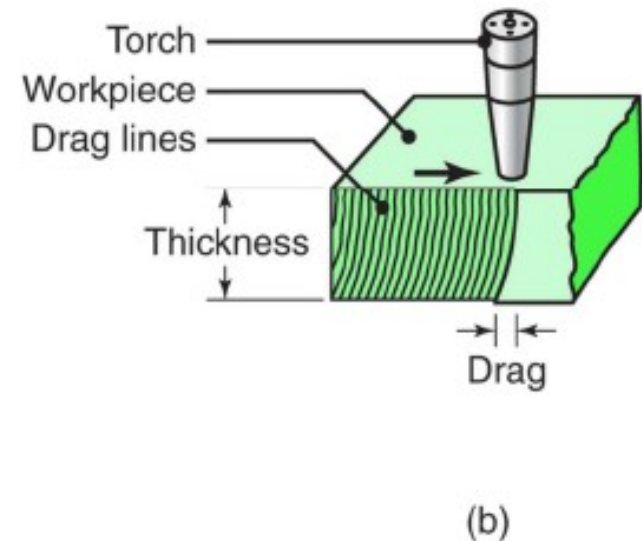
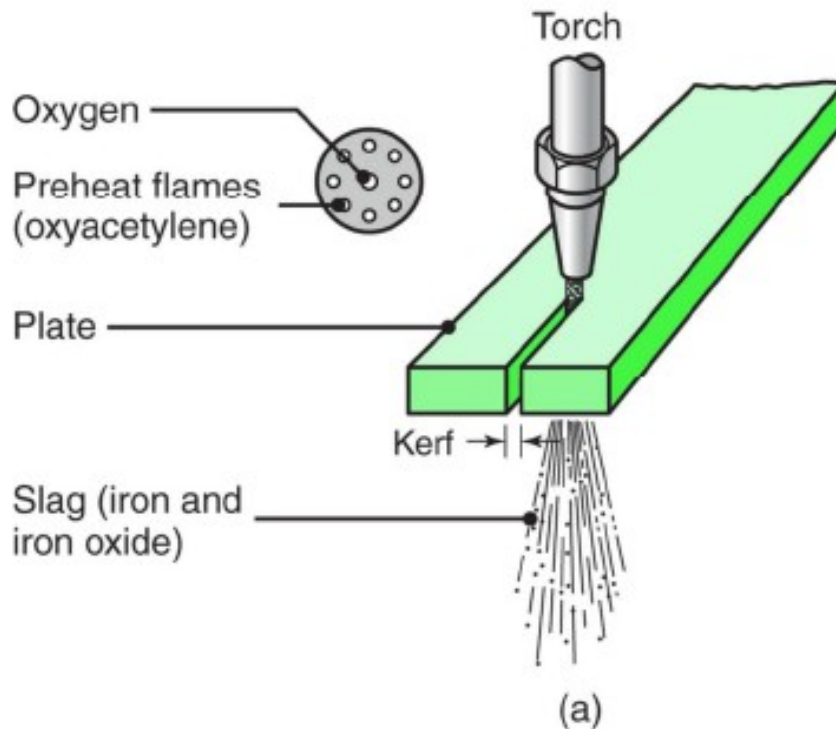
- Μεθυλ - ακετυλένιο - Προπαδιένιο (MAPP)
- Υδρογόνο
- Προπυλένιο
- Προπάνιο
- Φυσικό αέριο



Οξυγονοκοπή

- Με τη φλόγα ασετιλίνης θερμαίνονται τα σιδηρούχα μέταλλα μέχρι πυρακτώσεως.
- Μετά καθαρό οξυγόνο ρίχνεται στο σημείο πυρακτώσεως, το οποίο οξειδώνει το διάπυρο σιδηρούχο μέταλλο.
- Τα οξείδια που έχουν χαμηλότερο σημείο τήξης από το μέταλλο, λιώνουν και εκδιώκονται με την πίεση του οξυγόνου, με αποτέλεσμα την κοπή του μετάλλου.
- Αποτελεί γρήγορη, αποτελεσματική και υψηλής ακρίβειας μέθοδο κοπής του χάλυβα.
- Ο καυστήρας κοπής είναι διαφορετικός από τον καυστήρα συγκόλλησης.
- Έχει οπές προθέρμανσης και μια κεντρική οπή για την εμφύσηση του οξυγόνου.
- **Διάτρηση** και **GOUGING** είναι δυο σημαντικές διεργασίες
- **Διάτρηση**, χρησιμοποιείται για τη διάνοιξη μιας τρύπας στο κέντρο της πλάκας ή μακριά από τα άκρα της πλάκας
- **Gouging**, η δημιουργία αυλάκωσης στην επιφάνεια του χάλυβα.

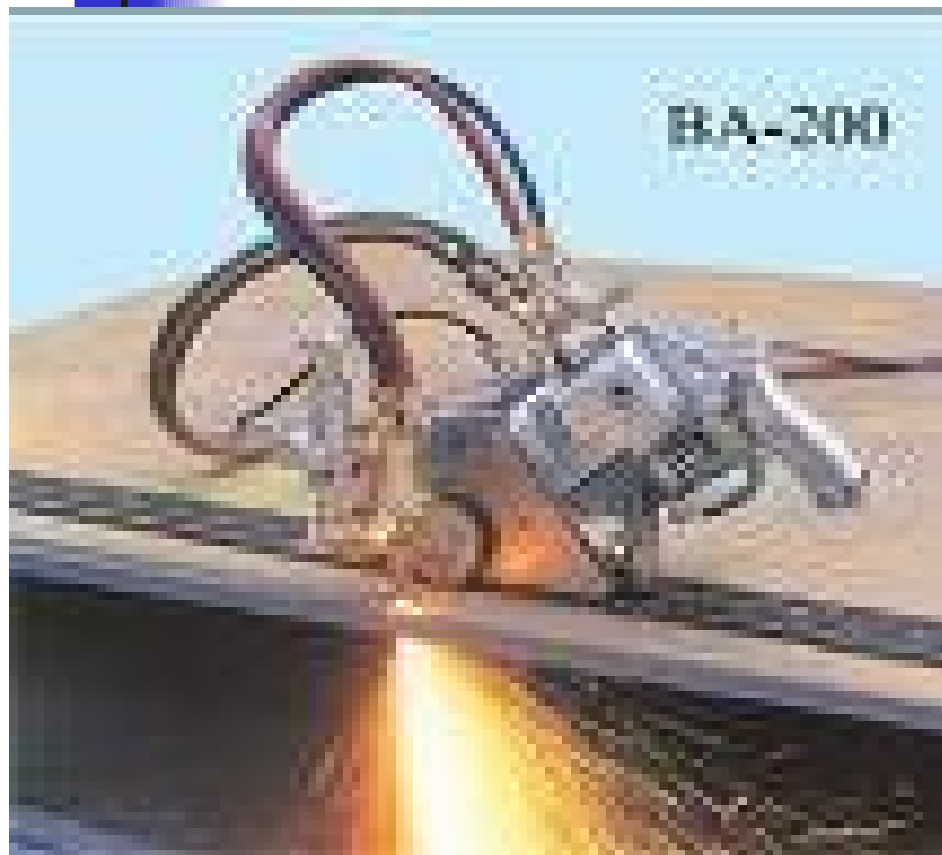
Οξυγονοκοπή



(α) Κοπή με φλόγα οξυγόνου-ασετιλίνης χαλύβδινης πλάκας και διατομή καυστήρα κοπής. (β) Διατομή πλάκας κομμένης με φλόγα, στην οποία φαίνονται οι αυλακώσεις κοπής.



Οξυγονοκοπή



Αυτόματη οξυγονοκοπή



Χειρωνακτική οξυγονοκοπή



Δυο τύποι καυστήρων

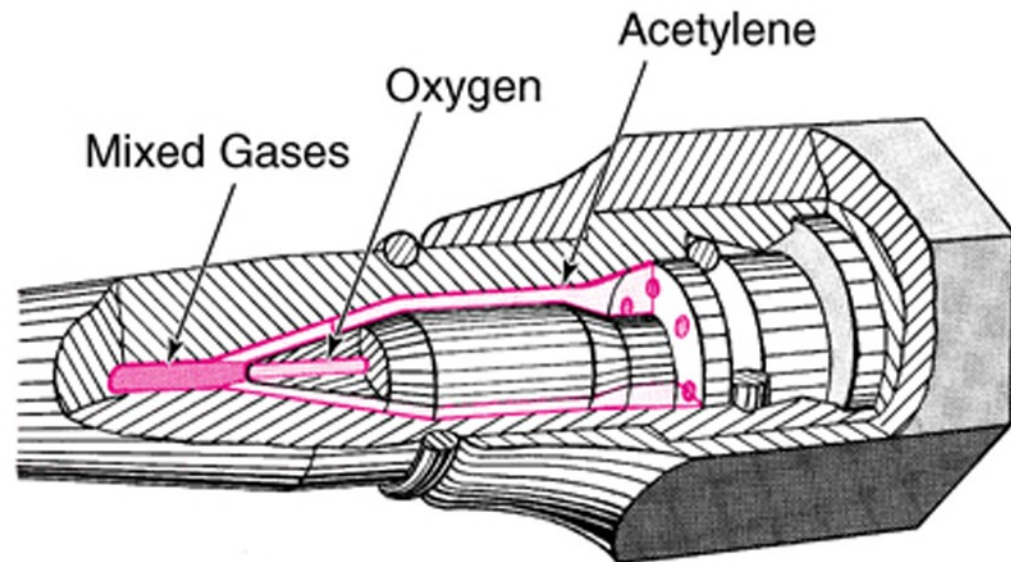
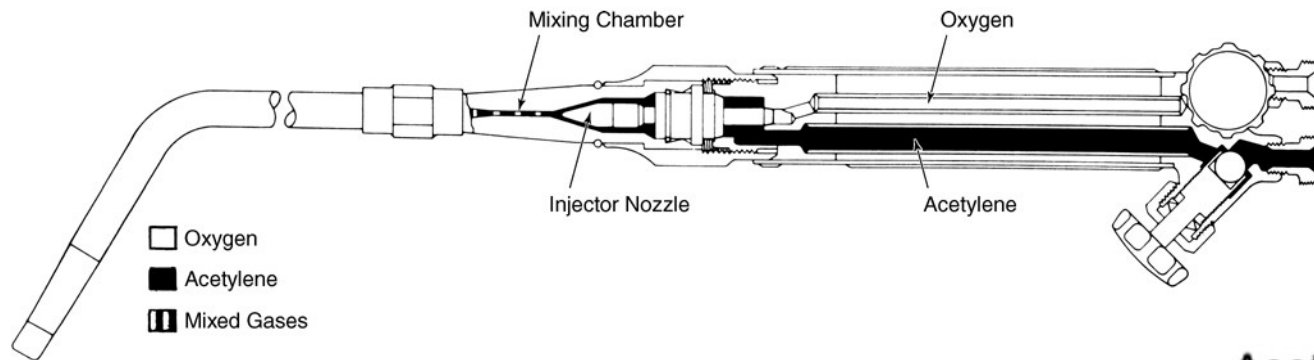
■ Αναρρόφησης

- Η ανάμιξη του οξυγόνου και της ασετιλίνης γίνεται σύμφωνα με την αρχή λειτουργίας του εκχυτήρα (τζιφάρι).
- Το οξυγόνο με υψηλότερη πίεση 2.5 bar οδηγείται στο ακροφύσιο πίεσεως από όπου εξέρχεται με μεγάλη ταχύτητα. Έτσι, στην έξοδο του ακροφυσίου προκαλείται μια υποπίεση. Η ασετιλίνη που φθάνει με πίεση 0.5 bar, συμπαρασύρεται από το οξυγόνο. Στη συνέχεια, τα δυο αέρια στην πορεία τους προς το ακροφύσιο συγκόλλησης, αναμιγνύονται μεταξύ τους και δημιουργούν ένα μίγμα οξυγόνου - ασετιλίνης.

■ Ανάμιξης

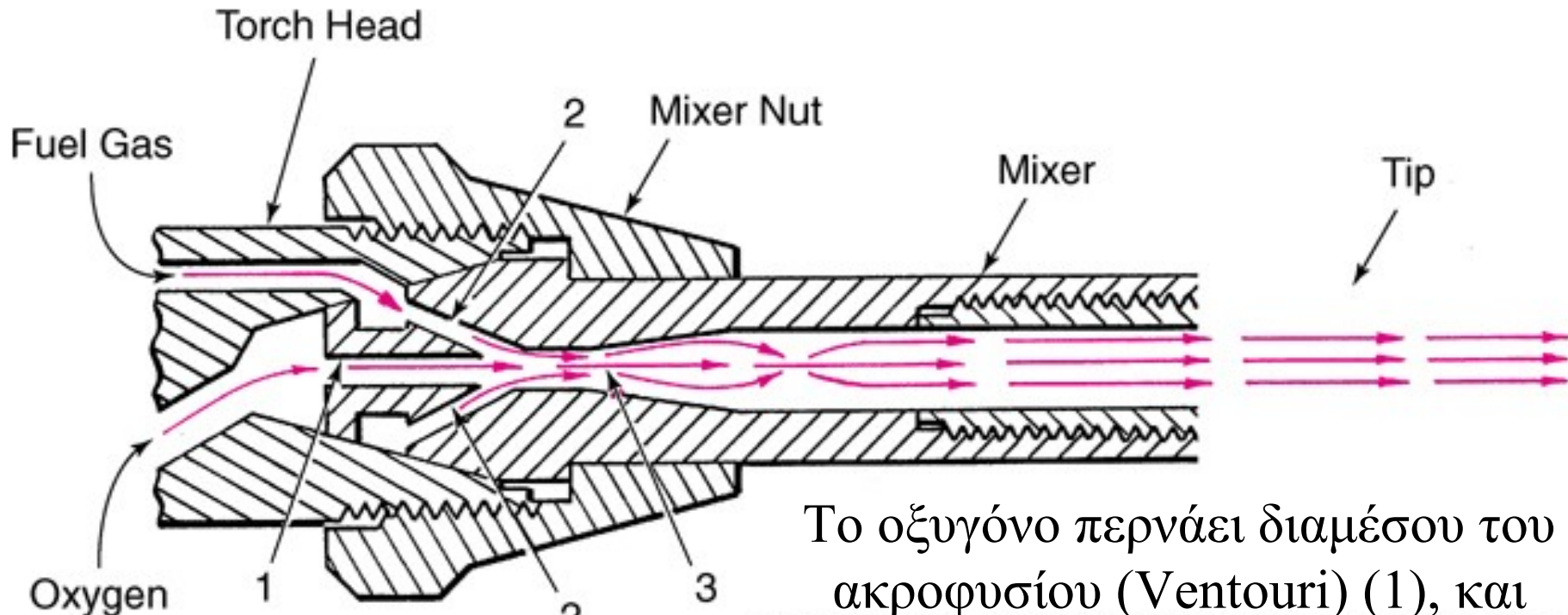
- Και τα δυο αέρια φθάνουν με ίδια πίεση.

Καυστήρας αναρρόφησης



Η ασετιλίνη μεταφέρεται από τα περιφερειακά ανοίγματα στο θάλαμο αναμείξεως, λόγω αναρρόφησης από το οξυγόνο, που περνάει με υψηλή πίεση από τον κεντρικό αγωγό.

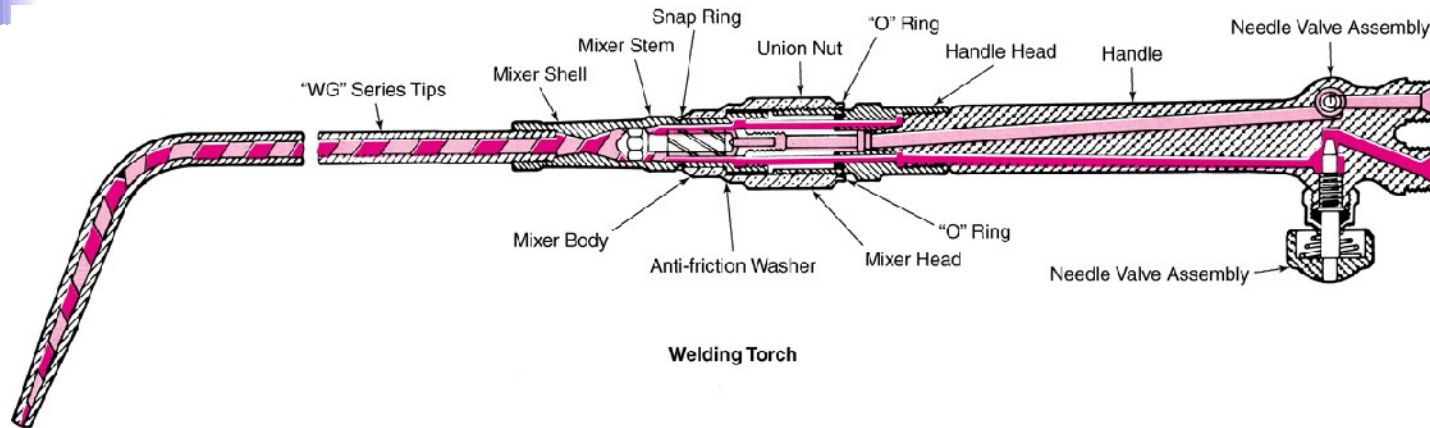
Καυστήρας αναρροφήσεως



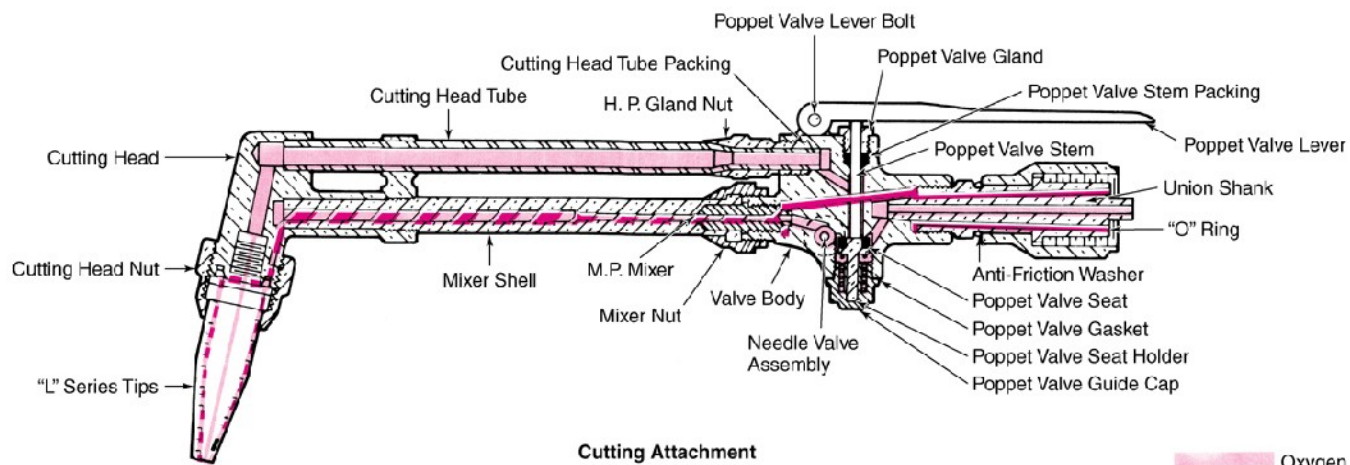
Το οξυγόνο περνάει διαμέσου του ακροφυσίου (Ventouri) (1), και ρουφάει το καύσιμο που είναι διαθέσιμο στο θάλαμο (2). Τα αέρια αναμιγνύονται, ξεκινώντας στο σημείο (3).



Καυστήρας αναμίξεως (ίσης πίεσης)



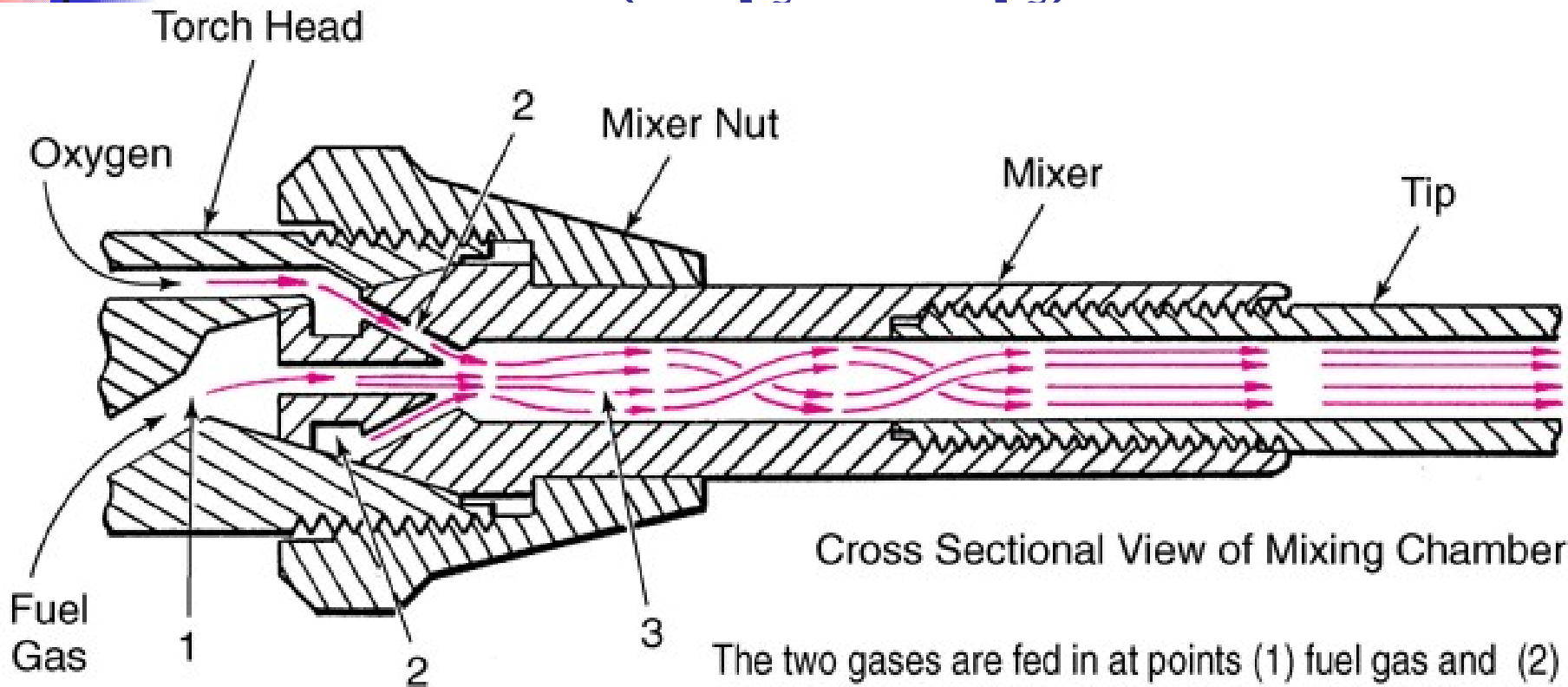
Welding Torch



Cutting Attachment



Καυστήρας αναμίξεως (ίσης πίεσης)



Τα αέρια αναμιγνύονται, ξεκινώντας στο σημείο (3), κατά μήκος του θαλάμου ανάμειξης.



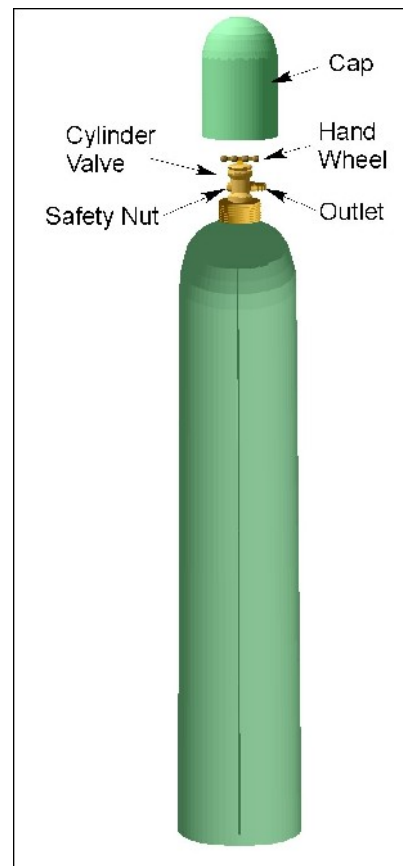
Οξυγόνο

- Το οξυγόνο αποθηκεύεται σε χαλύβδινες φιάλες συμπιεσμένο σε πίεση 150 bar.
- Μια κανονική φιάλη έχει όγκο 40 l και περιέχει περίπου 6000 l.
- Η ποσότητα υπολογίζεται με το νόμο Boyle – Mariotte
 - $V_1 P_1 = V_2 P_2$, $V_2 = 40 \text{ l} \times 150 \text{ bar} / 1 \text{ bar} = 6000 \text{ l}$
- Στις βαλβίδες των φιαλών υπάρχουν μειωτήρες πίεσεως, οι οποίοι μειώνουν την υψηλή πίεση των φιαλών στην πίεση εργασίας.
- Η πίεση εργασίας για το οξυγόνο είναι 2.5 bar και για την ασετιλίνη περίπου 0.5 bar.



Φιάλη οξυγόνου

- Οι κύλινδροι οξυγόνου είναι κατασκευασμένοι από ενισχυμένο χάλυβα. Κανένα μέρος του κυλίνδρου δεν έχει πάχος μικρότερο από 1/4" (6.35 mm).
- Οι κύλινδροι ελέγχονται σε υδροστατική πίεση μεγαλύτερη των 3.300 PSI (227.5 bar) (NDE).
- Ποτέ δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται λιπαντικά για την επάλειψη των σπειρωμάτων ή άλλων μερών, γιατί υπάρχει κίνδυνος πυρκαγιάς.
- Η βαλβίδα ποτέ δεν πρέπει να είναι ακάλυπτη. Πρέπει πάντοτε να προσαρμόζεται το μεταλλικό καπάκι ή ο εκτονωτής.

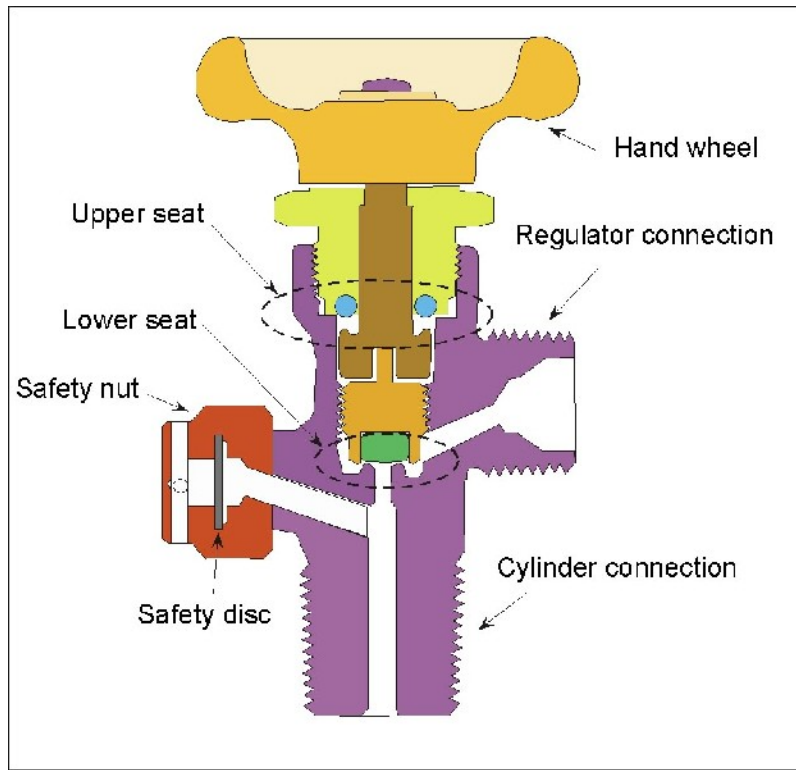




Μεταφορά

- Οι κύλινδροι δεν πρέπει ποτέ να μεταφέρονται χωρίς την τοποθέτηση των καλυμμάτων ασφαλείας.
- Δεν πρέπει ποτέ να μεταφέρονται με τοποθετημένους τους εκτονωτές.
- Δεν πρέπει ποτέ να κινούνται ελεύθεροι. Πάντα πρέπει να στερεώνονται με αλυσίδα ασφαλείας ή με άλλο ασφαλές μέσο.

Κλείστρο φιάλης οξυγόνου

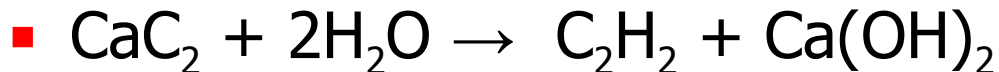


- Λόγω της υψηλής πίεσης χρησιμοποιείται ειδική βαλβίδα δυο θέσεων.
- Πρέπει να ανοιχτή σε όλη τη διαδρομή της όταν χρησιμοποιείται.
- Επίσης υπάρχει ενσωματωμένο ένα λεπτό μέταλλο, «δίσκος πίεσης ασφαλείας», από ανοξείδωτο χάλυβα, το οποίο είναι σχεδιασμένο να σπάσει σε πίεση 3000 PSI (207 bar), πριν την θραύση του κυλίνδρου.



Ασετιλίνη

Η ασετιλίνη (ακετυλένιο C_2H_2) είναι αέριο το οποίο παράγεται από το ανθρακασβέστιο όταν αυτό αντιδράσει με το νερό:



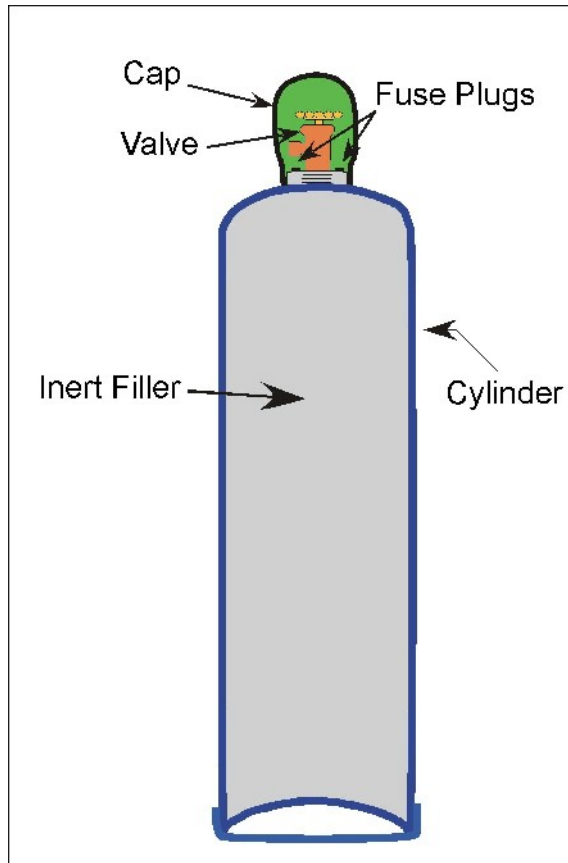
- Επειδή η ασετιλίνη έχει μεγάλη θερμογόνο δύναμη (περίπου 13000 Kcal/m^3) και καίγεται ταχύτατα, η φλόγα της μπορεί να φθάσει μέχρι και 3500°C .
- Την ασετιλίνη την παίρνουμε όχι μόνο από κατάλληλες χαλύβδινες φιάλες, αλλά και κατευθείαν από αεριογόνους συσκευές με τις οποίες είναι εφοδιασμένα τα εργοστάσια.



Ασετιλίνη

- Η ασετιλίνη δεν είναι δυνατόν να αποθηκευθεί σε κυλίνδρους υπό υψηλή πίεση (μεγαλύτερη των 15 bar), γιατί εκρήγνυται.
- Ήδη, σε πίεση 2 bar υπάρχει ο κίνδυνος διασπάσεως της ασετιλίνης σε άνθρακα και υδρογόνο.
- Προς αποφυγή αυτού του κινδύνου και για να υπάρχει ένας οικονομικός τρόπος εναποθήκευσης, η ασετιλίνη διαλύεται σε υγρή ακετόνη (ασετόν). Το διάλυμα ασετιλίνης – ακετόνης απορροφάται από μια πορώδη μάζα (αποτελούμενη από γη διατόμων και άλλα αδρανή υλικά) που βρίσκεται μέσα στην χαλύβδινη φιάλη.
- Υπολογισμός ποσότητας πληρώσεως μιας κανονικής φιάλης ασετιλίνης
 - 1 l ακετόνης διαλύει σε 1 bar, 25 l αέρια ασετιλίνη
 - 1 φιάλη 40 l περιέχει 16 l ακετόνη
 - επομένως, 16 l σε 1 bar διαλύουν $16 \times 25 = 400$ l ασετιλίνης
 - και σε πίεση 15 bar, 16 l διαλύουν $16 \times 25 \times 15 = 6000$ l ασετιλίνης
- Μια κανονική φιάλη ασετιλίνης 40 l περιέχει 6000 l ασετιλίνης, δηλαδή την ίδια ποσότητα που περιέχει μια φιάλη οξυγόνου 40 l υπό πίεση 150 bar.

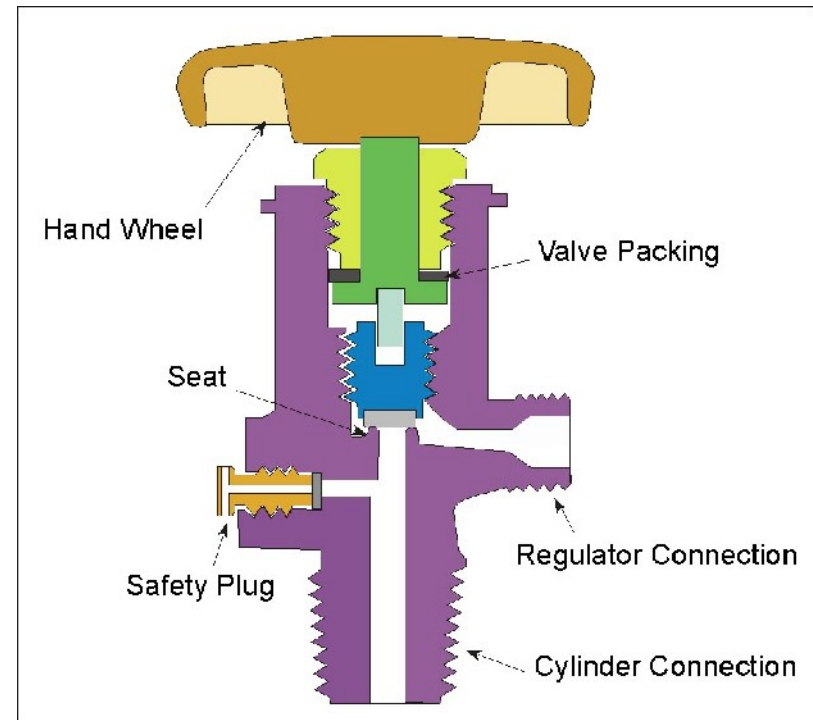
Φιάλη ασετιλίνης



- Η ασετιλίνη είναι ευαίσθητη σε κτυπήματα. Υπάρχει κίνδυνος διασπάσεως με έκρηξη.
- Οι κύλινδροι διαθέτουν πώματα ασφαλείας (τήξεως) στο επάνω μέρος τους, τα οποία είναι σχεδιασμένα να λιώνουν στους 100°C .
- Οι κύλινδροι πρέπει πάντα να χρησιμοποιούνται, να μεταφέρονται και να αποθηκεύονται σε όρθια θέση.

Κλείστρο φιάλης ασετιλίνης

- Οι κύλινδροι ασετιλίνης είναι κύλινδροι χαμηλής πίεσης και επομένως χρησιμοποιείται βαλβίδα μιας θέσης.
- Η βαλβίδα πρέπει να ανοίγεται μόνο κατά 1/4 έως 1/2 της στροφής.
- Έτσι η βαλβίδα θα μπορεί να κλείσει πολύ γρήγορα σε περίπτωση φωτιάς.





Μανομετρικός εκτονωτής



Φιάλη οξυγόνου



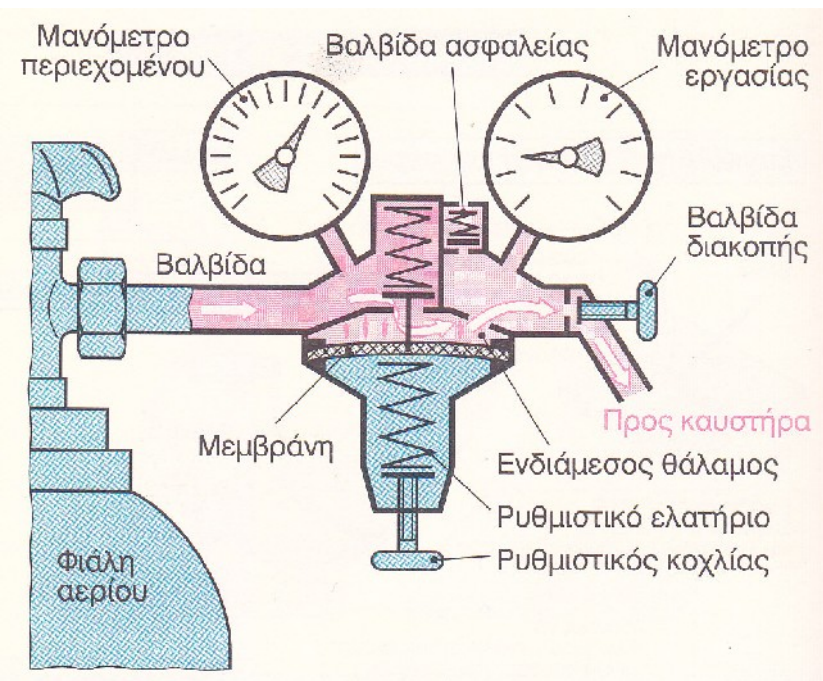
Φιάλη ασετιλίνης



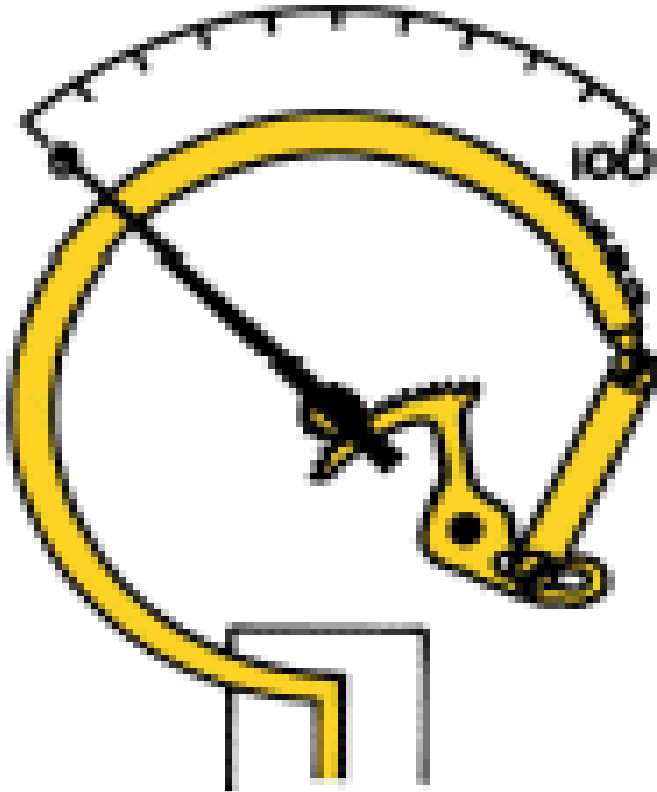
Άλλος τύπος
εκτονωτή

Μανομετρικός εκτονωτής

- Οι εκτονωτές μειώνουν την υψηλή πίεση των φιαλών στην πίεση εργασίας.
- Συνήθως διαθέτουν δυο μανόμετρα, που δείχνουν την πίεση της φιάλης και την πίεση εργασίας.
- Η πίεση εργασίας ρυθμίζεται με το ρυθμιστικό κοχλία.
 - Η στροφή αυτού του κοχλία μεταφέρεται μέσω του ελατηρίου στη μεμβράνη και από εκεί στη βαλβίδα μειώσεως πίεσεως.
 - Αν η βαλβίδα είναι κλειστή και ληφθεί αέριο, τότε μειώνεται η πίεση στον ενδιάμεσο θάλαμο. Προκειμένου να εξισωθεί η πίεση, ανοίγεται η βαλβίδα από το ελατήριο μέσω της μεμβράνης. Το αέριο μπορεί να εισρεύσει στον ενδιάμεσο θάλαμο και να ληφθεί από εκεί. Αν αυξηθεί η πίεση στον ενδιάμεσο θάλαμο, τότε κλείνεται η βαλβίδα μέσω της μεμβράνης.



Μανόμετρα



- Το αέριο που εισέρχεται στο μανόμετρο γεμίζει ένα σωλήνα Bourdon.
- Καθώς αυξάνεται η πίεση στο ημικυκλικό άκρο, αυτό έχει ως αποτέλεσμα την κίνηση του ελεύθερου άκρου του σωλήνα προς τα έξω.
- Αυτή η κίνηση μεταφέρεται μέσω ενός καμπύλου εξαρτήματος, σε έναν δείκτη, ο οποίος τελικά δείχνει την πίεση.



Φλογοπαγίδες και βαλβίδες ελέγχου

- Σύμφωνα με νεότερους κανόνες ασφαλείας οι καυστήρες πρέπει να έχουν βαλβίδες ελέγχου και φλογοπαγίδες.
- Εάν δε διαθέτουν, τότε πρέπει να προστεθούν στη γραμμή ανάμεσα στον εκτονωτή και στον καυστήρα.



Φλογοπαγίδα
(Flashback arrestor)



Βαλβίδες ελέγχου
(check valves)

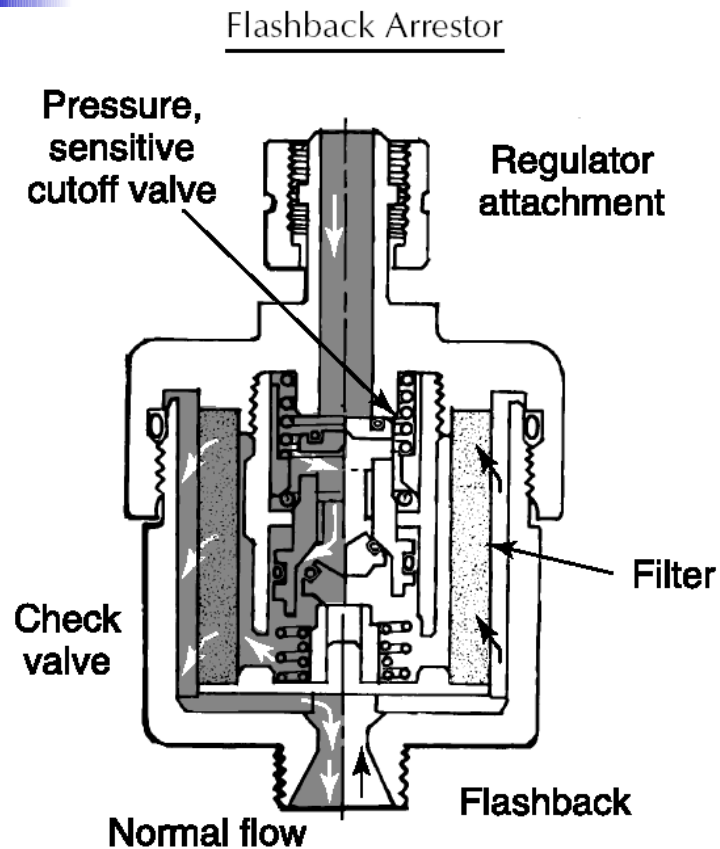


Φλογοπαγίδα





Φλογοπαγίδες και βαλβίδες ελέγχου



In normal operation, left, gas flows through the open cut-off valves and check valve through the flame arrestor filter into the hose.

In the event of a flashback, right, the stainless steel filter stops the flame and the pressure wave activates the cut-off valve, stopping the flow of gas to extinguish the flame. The check valve operates when gas flows toward the cylinder. If the arrestor is exposed to fire, the thermal cut-off valve shuts the gas supply. It is reusable after a flashback.

- Οι βαλβίδες ελέγχου επιτρέπουν τη ροή του αερίου σε μια κατεύθυνση μόνο.
- Οι φλογοπαγίδες είναι σχεδιασμένες έτσι ώστε να μηδενίσουν την πιθανότητα μιας έκρηξης στον κύλινδρο.
- Συνδυασμός βαλβίδας ελέγχου / φλογοπαγίδας μπορεί να τοποθετηθεί στον καυστήρα ή στον εκτονωτή.



Διάφορα μεγέθη καυστήρων



- Μικρός καυστήρας συγκόλλησης, με τις δικλείδες οξυγόνου και ασετιλίνης τοποθετημένες στην άκρη της λαβής. είναι ιδιαίτερα κατάλληλος για τη συγκόλληση φύλλων μετάλλου. Μπορεί να τοποθετηθεί κεφαλή κοπής αντί της κεφαλής συγκόλλησης.
- Καυστήρες συγκόλλησης αυτού του γενικού τύπου είναι οι πιο κοινοί. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε όλες τις δουλειές και μπορούν να δεχτούν προσθήκες θέρμανσης και κοπής χαλύβδινων πλακών μεγάλου πάχους (6 in).
- Καυστήρας κοπής πλήρους μεγέθους, ο οποίος έχει όλες τις βαλβίδες τοποθετημένες στο πίσω μέρος του σώματος. Άλλος τύπος καυστήρα κοπής, με τις βαλβίδες οξυγόνου τοποθετημένες στο μπροστινό μέρος της λαβής.