

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>**

### **ΜΑΛΑΚΕΣ ΕΤΕΡΟΓΕΝΕΙΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ**

- Γενικά για τις ετερογενείς συγκολλήσεις
- Μαλακές συγκολλήσεις βαρέων μετάλλων
- Υλικά καθαρισμού των μαλακών συγκολλήσεων
- Τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται στις μαλακές συγκολλήσεις

## 4. ΜΑΛΑΚΕΣ ΕΤΕΡΟΓΕΝΕΙΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ

### Επιδιωκόμενοι στόχοι

- Να γνωρίσουν οι μαθητές την έννοια και τα είδη των ετερογενών συγκολλήσεων.
- Να διακρίνουν τις μαλακές από τις σκληρές ετερογενείς συγκολλήσεις.
- Να μπορούν να επιλέγουν και να χειρίζονται την απαιτούμενη συσκευή για κάθε είδος μαλακής ετερογενούς συγκόλλησης.
- Να επιλέγουν το κατάλληλο καθαριστικό και συγκολλητικό υλικό (κόλληση) για κάθε περίπτωση μαλακής συγκόλλησης.
- Να μπορούν να εκτελούν μαλακές συγκολλήσεις.

### 4-1. Γενικά για τις ετερογενείς συγκολλήσεις

Όπως είδαμε και στην παράγραφο (2-2), οι συγκολλήσεις τήξης διακρίνονται σε ετερογενείς και αυτογενείς. Σ' αυτό το κεφάλαιο θα εξετάσουμε τα χαρακτηριστικά και τα είδη των **ετερογενών συγκολλήσεων** στις μορφές που τις συναντούμε στις καθημερινές εφαρμογές.

Κύριο χαρακτηριστικό των ετερογενών συγκολλήσεων είναι ότι για τη σύνδεση (συγκόλληση) δύο μεταλλικών τεμαχίων χρησιμοποιείται υλικό διαφορετικής σύνθεσης από το υλικό των τεμαχίων που πρόκειται να συγκολληθούν. Το υλικό αυτό ονομάζεται **κόλληση**. Η θερμοκρασία τήξης της κόλλησης είναι πάντα μικρότερη από εκείνη των μεταλλικών κομματιών. Τα μεταλλικά κομμάτια θερμαίνονται μαζί με την κόλληση, χρησιμοποιώντας την κατάλληλη για κάθε περίπτωση συσκευή θέρμανσης (καμινέτο, συσκευή προπανίου, οξυγονοασετιλίνη). Όταν η θερμοκρασία φθάσει στην θερμοκρασία τήξης της κόλλησης, η κόλληση ρευστοποιείται (λιώνει) και εισχωρεί στους πόρους των επιφανειών που θα συγκολληθούν. Όταν οι επιφάνειες που θερμάνθηκαν επανέλθουν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, έχει πραγματοποιηθεί κρυσταλλική σύνδεση των κομματιών και, επομένως, η συγκόλλησή τους.

Για να έχουμε όμως ικανοποιητική πρόσφυση στις προς συγκόλληση επιφάνειες, θα πρέπει οι επιφάνειες να έχουν καθαριστεί σχολαστικά, αλλιώς θα προκύψουν αδύναμες συγκολλήσεις με όλες τις αρνητικές επιπτώσεις που μπορεί να παρουσιαστούν. Τα μηχανικά και τα χημικά μέσα καθαρισμού που χρησιμοποιούνται, καθώς και η διαδικασία καθαρισμού των επιφανειών που θα συγκολληθούν, αναφέρονται σε επόμενες παραγράφους αυτού του κεφαλαίου.

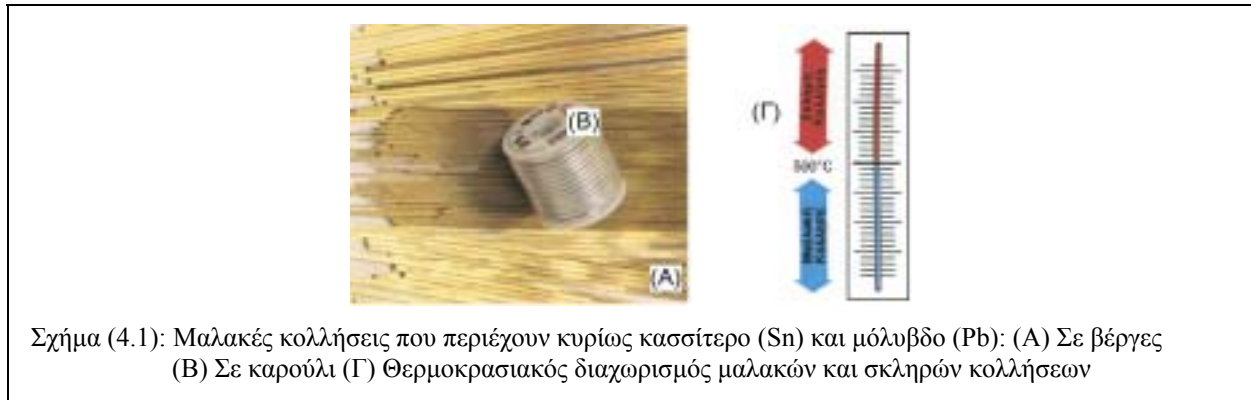
Οι ετερογενείς συγκολλήσεις χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, ανάλογα με τη θερμοκρασία τήξης της χρησιμοποιούμενης κόλλησης. Έτσι έχουμε:

- **Μαλακές ετερογενείς συγκολλήσεις**
- **Σκληρές ετερογενείς συγκολλήσεις**

Οι ετερογενείς συγκολλήσεις διακρίνονται επίσης:

- Σε συγκολλήσεις **βαρέων** μετάλλων
- Σε συγκολλήσεις **ελαφρών** μετάλλων

**Ονομάζουμε μαλακές συγκολλήσεις** εκείνες τις συγκολλήσεις στις οποίες η κόλληση που χρησιμοποιείται τήκεται σε θερμοκρασία **κάτω των 500° C** (συνήθως στους 200 με 300°C). Ενώ οι συγκολλήσεις στις οποίες η χρησιμοποιούμενη κόλληση τήκεται σε θερμοκρασία **πάνω από 500° C** ονομάζονται **σκληρές συγκολλήσεις** (500 –1100°C).



Σχήμα (4.1): Μαλακές κολλήσεις που περιέχουν κυρίως κασσίτερο (Sn) και μόλυβδο (Pb): (Α) Σε βέργες (Β) Σε καρούλι (Γ) Θερμοκρασιακός διαχωρισμός μαλακών και σκληρών κολλήσεων

Ονομάζουμε **βαρέα μέταλλα** εκείνα των οποίων το ειδικό βάρος είναι **μεγαλύτερο των  $5\text{g/cm}^3$** . Τέτοια γνωστά μας μέταλλα είναι ο σίδηρος, ο μπρούντζος, ο ορείχαλκος κτλ. Τα μέταλλα των οποίων το ειδικό βάρος είναι **μικρότερο των  $5\text{g/cm}^3$**  ονομάζονται **ελαφρά μέταλλα**. Ελαφρά μέταλλα χαρακτηρίζονται το αλουμίνιο, το μαγνήσιο κτλ.

Οι ετερογενείς συγκολλήσεις **χρησιμοποιούνται** στις περιπτώσεις που δεν μπορούμε ή είναι ασύμφορο να θερμάνουμε τα προς συγκόλληση τεμάχια μέχρι του σημείου τήξης τους. Επίσης, όταν έχουμε να συγκολλήσουμε τεμάχια από διαφορετικό μέταλλο και, επομένως, δεν μπορούμε να εφαρμόσουμε αυτογενή συγκόλληση. Για παράδειγμα, όταν θέλουμε να συγκολλήσουμε κοινό χάλυβα με ειδικό χάλυβα.

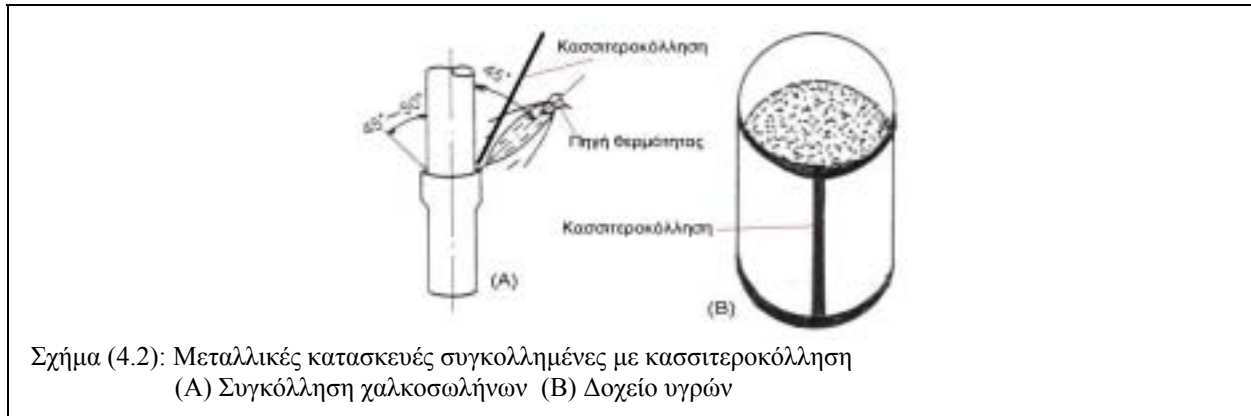
#### 4-2. Μαλακές συγκολλήσεις βαρέων μετάλλων

Όπως αναφέραμε και στην προηγούμενη παράγραφο, στις μαλακές συγκολλήσεις, η κόλληση (συγκολλητικό υλικό) λιώνει σε θερμοκρασίες **κάτω των  $500^\circ\text{C}$** . Στις μαλακές συγκολλήσεις βαρέων μετάλλων (χαλύβων, χαλκού, κραμάτων χαλκού ή ψευδαργύρου) ως κόλληση χρησιμοποιείται σχεδόν πάντα η **κασσιτεροκόλληση**. Η κασσιτεροκόλληση είναι **κράμα κασσίτερου (Sn) και μόλυβδου (Pb)** σε διάφορες αναλογίες που σχετίζονται με τις εφαρμογές στις οποίες θα χρησιμοποιηθεί η κόλληση. Στις περισσότερες περιπτώσεις κασσιτεροκόλλησης, στη σύνθεσή τους περιέχεται και μικρή ποσότητα **αντιμονίου (Sb)**. Το ποσοστό αντιμονίου στις κασσιτεροκολλήσεις αρχίζει από 0,5% και φτάνει μέχρι και 3,3%. Η παρουσία του αντιμονίου αυξάνει τη σκληρότητα και την αντοχή της. Στον πίνακα (4-1) φαίνονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των συγκολλητικών υλικών (κολλήσεων) για μαλακές συγκολλήσεις.

Πίνακας (4-1): Τυπικές μαλακές συγκολλήσεις των βαρέων μετάλλων			
Συμβολισμός κατά ISO-3677	Θερμοκρασία Τήξης ( $^\circ\text{C}$ )	Τυπικές εφαρμογές	Επεξήγηση του συμβολισμού των μαλακών κολλήσεων κατά ISO-3677
S-Sn90Pb9Sb	219	Συγκόλληση αντικειμένων που έρχονται σε επαφή με τρόφιμα	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Προηγείται πάντα το γράμμα S</li> <li>• Ακολουθεί παύλα (-) και μετά τα σύμβολα των στοιχείων, με τα αντίστοιχα ποσοστά τους %, κατά σειρά ύψους περιεκτικότητας και με πιθανή απόκλιση <math>\pm 1\%</math>. Στο τελευταίο στοιχείο δεν αναγράφεται το ποσοστό του.</li> <li>• Στοιχεία που δεν έχουν λειτουργικό ρόλο (ακαθαρσίες), δεν αναφέρονται.</li> <li>• Το (E) σημαίνει υλικό κατάλληλο και για ηλεκτρικές εφαρμογές.</li> </ul> <p><b>Παράδειγμα:</b> Το S-Pb92Sn8Sb έχει <math>\pi(\text{Pb}) \approx 92\%</math>, <math>\pi(\text{Sn}) \approx 8\%</math> και πολύ μικρή <math>\pi(\text{Sb})</math>, π.χ. <math>\pi(\text{Sb}) = 0,5\%</math></p>
S-Sn60Pb37Sb(E)	185	Ηλεκτρονική, Ηλεκτρολογία	
S-Sn50Pb47Sb	200	Κόλληση γενικής χρήσης	
S-Pb57Sn40Sb	223	Λεπτές συγκολλήσεις, κόλληση μικρών αντικειμένων	
S-Pb68Sn30Sb	249	Υδραυλικές εργασίες (χαλκοσωλήνες κτλ.)	
S-Pb73Sn25Sb	257	Αντικείμενα από μόλυβδο (φρεάτια, μολυβδοσωλήνες κτλ.)	
S-Pb92Sn8Sb	305	<b>Εργασίες φανοποιίας</b>	
S-Pb99	320	Για ασθενείς συγκολλήσεις	
Sn = κασσίτερος, Pb = μόλυβδος, Sb = αντιμόνιο			

**Προσοχή:** Επειδή οι ενώσεις του μολύβδου (Pb) είναι δηλητηριώδεις, οι κασσιτεροκολλήσεις που περιέχουν στη σύνθεσή τους μολύβδο **πάνω από 10%**, δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται σε συγκολλήσεις μεταλλικών αντικειμένων που έρχονται σε επαφή με τροφές (σκεύη κουζίνας, κονσέρβες κτλ.) ή με πόσιμο νερό.

Όπως φαίνεται στον πίνακα (4-1), η θερμοκρασία τήξης των κασσιτεροκολλήσεων εξαρτάται από τη σύνθεσή τους και, κυρίως, από την αναλογία σε κασσίτερο και μολύβδο. Όσο αυξάνεται το ποσοστό σε μολύβδο, αυξάνεται και η θερμοκρασία τήξης της κασσιτεροκόλλησης.



Σχήμα (4.2): Μεταλλικές κατασκευές συγκολλημένες με κασσιτεροκόλληση  
(Α) Συγκόλληση χαλκοσωλήνων (Β) Δοχείο υγρών

Για να πραγματοποιείται γρήγορα μια κασσιτεροκόλληση (επομένως και πιο οικονομικά), θα πρέπει να «απλώνει» εύκολα πάνω στα προς συγκόλληση μεταλλικά κομμάτια. Όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα κασσίτερου μίας κασσιτεροκόλλησης, τόσο πιο γρήγορα και εύκολα απλώνει. Όμως, όσο αυξάνει το ποσοστό κασσίτερου στη σύνθεση της κασσιτεροκόλλησης, τόσο αυξάνεται και το κόστος της.

Στην πράξη έχει διαπιστωθεί ότι οι κολλήσεις με περιεκτικότητα σε κασσίτερο μεταξύ **40% και 50%** δουλεύονται εύκολα και το κόστος τους διαμορφώνεται σε ικανοποιητικά επίπεδα. Γι' αυτό και οι κασσιτεροκολλήσεις αυτών των συνθέσεων προτιμούνται στις διάφορες εφαρμογές μαλακών συγκολλήσεων, εκτός, βέβαια, από τις περιπτώσεις συγκόλλησης αντικειμένων που έρχονται σε επαφή με τροφές (επειδή το υπόλοιπο ποσοστό είναι κυρίως μολύβδος).

Οι κασσιτεροκολλήσεις δε δίνουν συγκολλήσεις με αντοχή σε μηχανικές καταπονήσεις. Γι' αυτό και χρησιμοποιούνται, κατά κανόνα, για να εξασφαλίζεται η **στεγανότητα** μιας κατασκευής, παρά για μεταφορά δυνάμεων.

Εκτός από τις συνηθισμένες συνθέσεις μαλακών κολλήσεων που αναφέρονται στον πίνακα (4-1) κυκλοφορούν στο εμπόριο και ειδικές μαλακές κολλήσεις που χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις που οι προδιαγραφές μιας συγκόλλησης δεν ικανοποιούνται από τις κοινές κασσιτεροκολλήσεις. Έτσι π.χ. στις περιπτώσεις συγκολλήσεων σε σωλήνες ψυγείων που οι θερμοκρασίες σε άλλους σωλήνες είναι πολύ υψηλές και σε άλλους χαμηλές (όπως και οι πιέσεις) χρησιμοποιούνται κασσιτεροκολλήσεις με **95 % κασσίτερο και 5 % αντιμόνιο (S-Sn95Sb5)**. Η κασσιτεροκόλληση αυτής της σύνθεσης έχει μεγαλύτερη αντοχή σε υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες και πιέσεις από την κόλληση με σύνθεση **95% κασσίτερο και 5% μολύβδο (S-Sn95Pb5)**.

Στην σύνθεση των μαλακών κολλήσεων συχνά υπάρχουν **κάδμιο (Cd), άργυρος (Ag), ή βισμούθιο (Bi)**, σύμφωνα με τις ιδιότητες που θέλουμε να έχει η κόλληση. Με την προσθήκη ενός ή περισσοτέρων από τα πιο πάνω μέταλλα στη σύνθεση των κασσιτεροκολλήσεων, αυξάνεται η σκληρότητά τους και στις περισσότερες περιπτώσεις ελαττώνεται το σημείο τήξης τους (κάδμιο, βισμούθιο).

**Προσοχή:** Το κάδμιο, όταν λιώνει κατά τη συγκόλληση, αποδεσμεύει δηλητηριώδεις ατμούς που βλάπτουν σοβαρά την υγεία των εργαζομένων. Γι' αυτό οι χώροι στους οποίους γίνονται συγκολλήσεις με κόλληση που περιέχει κάδμιο, θα πρέπει να εξαερίζονται πολύ καλά.

#### 4-3. Υλικά καθαρισμού των μαλακών συγκολλήσεων

Όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενη παράγραφο, οι επιφάνειες που θα συγκολληθούν πρέπει να είναι καθαρές κι απαλλαγμένες από οξειδία. Μόνο τότε θα έχουμε καλή διείσδυση της κόλλησης και, επομένως, συγκόλληση καλής ποιότητας. Όμως, όσο καλά κι αν καθαριστεί μια μεταλλική επιφάνεια με μηχανικά μέσα (π.χ. με λειαντικό τροχό), απομένουν στην επιφάνεια τα οξειδία, τα οποία εμποδίζουν τη συγκόλληση ή συμβάλλουν στη δημιουργία συγκόλλησης κακής ποιότητας. Γι' αυτό, πριν από τη διαδικασία κάθε συγκόλλησης, καθαρίζουμε πάντα τις επιφάνειες που θα συγκολληθούν με χημικά υλικά καθαρισμού (αντιοξειδωτικά).

Σκοπός των χημικών υλικών καθαρισμού είναι:

- Να καθαρίζουν τις θερμές μεταλλικές επιφάνειες και να διαλύουν τα οξειδία που υπάρχουν σ' αυτές.
- Να καθαρίζουν τη μαλακή κόλληση από τα υπάρχοντα οξειδιά της.
- Να εμποδίζουν την είσοδο αέρα στο σημείο συγκόλλησης και να αποφεύγεται έτσι ο σχηματισμός οξειδίων.

Για να εκπληρώνει τους παραπάνω σκοπούς ένα υλικό καθαρισμού, θα πρέπει να παραμένει σε υγρή κατάσταση στις θερμοκρασίες που πραγματοποιούνται οι μαλακές συγκολλήσεις (200 – 300°C).



Τα υλικά καθαρισμού μαλακών συγκολλήσεων χωρίζονται σε:

- **Όξινα**
- **Ουδέτερα**

Από τα **όξινα** υλικά καθαρισμού, το πλέον χρησιμοποιούμενο είναι το **σπίρτο του άλατος**, που παρασκευάζεται με βάση το υδροχλωρικό οξύ και τα άλατά του, κυρίως το **χλωριούχο ψευδάργυρο**.

Ο **χλωριούχος ψευδάργυρος** ( $ZnCl_2$ ) χρησιμοποιείται ευρύτατα διαλυμένος σε νερό με την ονομασία **σβησμένο σπίρτο του άλατος**. Είναι κατάλληλος μόνο για συγκολλήσεις που απαιτούν θερμοκρασία άνω των 260° C. Αν όμως προστεθεί στο μείγμα και **χλωριούχο αμμώνιο** ( $NH_4Cl$ ), το καθαριστικό υλικό που προκύπτει μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλες τις κασσιτεροκολλήσεις **από 180° C και άνω**.

**Προσοχή:** Το υδροχλωρικό οξύ είναι καυστικό υγρό. Γι' αυτό θα πρέπει να το μεταχειριζόμαστε με προσοχή και να παίρνουμε όλες τις αναγκαίες προφυλάξεις για την προστασία μας.

Το **χλωριούχο αμμώνιο** (νισαντήρι) που φαίνεται στην εικόνα (Α) του σχήματος (4.3) κυκλοφορεί σε στερεά μορφή και χρησιμοποιείται, κυρίως, για τον καθαρισμό του κολλητηριού που χρησιμοποιούμε στις κασσιτεροκολλήσεις.

Εκτός από τα αναφερθέντα πιο πάνω υλικά καθαρισμού υπό μορφή διαλύματος, στο εμπόριο υπάρχουν και όξινα υλικά καθαρισμού σε μορφή πάστας ή λίπους, όπως στην εικόνα (Γ) του σχήματος (4.3). Η μορφή αυτή των καθαριστικών υλικών δίνει καλύτερα αποτελέσματα καθαρισμού των προς συγκόλληση επιφανειών, επειδή γίνεται καλύτερη επάλειψη των επιφανειών στη θέση της συγκόλλησης. Τα υπολείμματά τους θα πρέπει να απομακρύνονται **με τη χρήση ζεστού νερού**. Αν δε γίνει καθαρισμός της συγκόλλησης από τα υλικά καθαρισμού, μπορεί στο μέλλον να προκύψουν προβλήματα διάβρωσης γύρω από τα σημεία της συγκόλλησης.

Μερικές μαλακές κολλήσεις έχουν τη μορφή λεπτού σωλήνα, που στο εσωτερικό του υπάρχει **όξινη πάστα** καθαρισμού, ενώ τα τοιχώματα του σωλήνα αποτελούν την κόλληση. Το είδος αυτό της κόλλησης διατίθεται συνήθως σε καρούλια, όπως φαίνεται στο σχήμα (4.3), εικόνα (Γ).

Τα **ουδέτερα** υλικά καθαρισμού έχουν ως βάση της παρασκευής τους **το κολοφώνιο**. Το κολοφώνιο παράγεται από το ρετσίνι, όταν του αφαιρεθεί το τερεβινθέλαιο (νέφτι) με τη διαδικασία της απόσταξης. Χρησιμοποιούνται, κυρίως, σε συγκόλληση **γαλβανισμένων επιφανειών** και σε συγκολλήσεις ακροδεκτών σε καλώδια, λόγω του ότι δεν είναι διαβρωτικά και δεν καταστρέφουν τις μονώσεις. Κυκλοφορούν σε **μορφή σκόνης, αλοιφής ή διαλύματος**. Περιέχουν οξύ σε μικρή ποσότητα, αλλά αρκετή για τον καθαρισμό των προς συγκόλληση επιφανειών, ενώ η παρουσία του κολοφωνίου εμποδίζει το σχηματισμό οξειδίων στη θέση της συγκόλλησης.

Στον πίνακα (4-2) φαίνεται το σύστημα τυποποίησης των υλικών καθαρισμού σύμφωνα με το ISO 9454. Π.χ. υλικό καθαρισμού ρητίνης με κολοφώνιο, χωρίς αλογόνα υλικά, σε μορφή πάστας, χαρακτηρίζεται ως 1.1.3.C.

Πίνακας (4-2): Κατάταξη των υλικών καθαρισμού των μαλακών κολλήσεων σύμφωνα με τα κύρια συστατικά τους				
Τύπος υλικού καθαρισμού	Βάση του υλικού καθαρισμού	Ενεργοποίηση του υλικού καθαρισμού	Κατάσταση του υλικού καθαρισμού	
1 Ρητίνης	1 Κολοφώνιο	1 Χωρίς υλικό ενεργοποίησης	A Υγρό	
	2 Χωρίς κολοφώνιο	2 Με αλογόνα υλικά ενεργοποίησης		
2 Οργανικά	1 Διαλυτά στο νερό	3 Χωρίς αλογόνα υλικά		B Στερεό
	2 Μη διαλυτά στο νερό			
3 Ανόργανα	1 Άλατα	1 Με χλωριούχο αμμώνιο	C Πάστα	
	2 Οξέα	2 Χωρίς χλωριούχο αμμώνιο		
	3 Βάσεις	1 Φωσφορικό οξύ	2 Άλλα οξέα	
		1 Αμινοβάσεις / αμμωνία		

#### 4-4. Τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται στις μαλακές συγκολλήσεις

Τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται στις μαλακές συγκολλήσεις είναι απλά στη χρήση τους, μεταφέρονται εύκολα και είναι μικρού κόστους. Τα κυριότερα από τα εργαλεία αυτά είναι:

- Τα κολλητήρια (συγκολλητήρες)
- Οι λίμες (λεπτόδοντες)
- Συρματόβουρτσες

- Πινέλα
- Σφιγκτήρες

Τα κολλητήρια που χρησιμοποιούνται στις μαλακές συγκολλήσεις διακρίνονται στα κολλητήρια που θερμαίνονται **με φλόγα** και στα **ηλεκτρικά**. Αποτελούνται από την κεφαλή, τη λαβή και τη σιδερένια ράβδο που συνδέει την κεφαλή με τη λαβή χειρισμού του κολλητηριού, όπως στην εικόνα (Α) του σχήματος (4.4).



Η **κεφαλή** των κολλητηρίων είναι κατασκευασμένη από χαλκό, γιατί ο χαλκός, όπως είναι γνωστό, παρουσιάζει **μεγάλο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας** και **μεγάλη θερμοχωρητικότητα**. Δηλαδή αποθηκεύει μεγάλο ποσό θερμότητας κατά τη θέρμανσή του, την οποία, στη συνέχεια, μεταφέρει στις προς συγκόλληση επιφάνειες και στην κόλληση, για να θερμανθούν και να πραγματοποιηθεί η συγκόλληση. Είναι προφανές ότι όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα της κεφαλής του κολλητηριού, τόσο μεγαλύτερο ποσό θερμότητας αποθηκεύει και τόσο περισσότερες κολλήσεις μπορεί να πραγματοποιήσει.

Τα απλά κολλητήρια ζυγίζουν από **250** έως **500 gr** και θερμαίνονται σε φλόγα αερίου καυσίμου (όπως το προπάνιο, το βουτάνιο κτλ.) ή σε καυστήρα βενζίνης. Όταν η κεφαλή αρχίσει να κοκκινίζει, το κολλητήρι έχει αποκτήσει θερμοκρασία 500 με 600° C, η οποία είναι ικανοποιητική για την πραγματοποίηση κασσιτεροκολλήσεων. Η θέρμανση του κολλητηριού πρέπει να γίνεται σε ολόκληρη την κεφαλή και όχι μόνο στη μύτη. Έτσι θα έχουμε τη δυνατότητα να μεταφέρουμε στα σημεία της συγκόλλησης μεγαλύτερο ποσό θερμότητας ικανό να ολοκληρώσει τη συγκόλληση.



Η κεφαλή του κολλητηριού και, ειδικά, η μύτη του θα πρέπει να καθαρίζεται συχνά από τα οξείδια που σχηματίζονται κατά τις συγκολλήσεις. Κατά τον καθαρισμό του κολλητηριού προηγείται θέρμανση της κεφαλής του και ακολουθεί ο **μηχανικός** και **χημικός** του καθαρισμός. Ο μηχανικός καθαρισμός γίνεται με λιμάρισμα της μύτης του κολλητηριού με μια ψιλόδοντη λίμα.



Ακολουθεί ο χημικός του καθαρισμός, που συνίσταται στο τρίψιμο της θερμής μύτης του κολλητηριού πάνω σε νισαντήρι (αμμωνιακό άλας). Όπως έχει αναφερθεί και στην παράγραφο (4-3), το νισαντήρι είναι ένα καθαριστικό υλικό σε στερεά μορφή και χρησιμοποιείται για το χημικό καθαρισμό του κολλητηριού. Συνήθως, αμέσως μετά το χημικό καθαρισμό, ακολουθεί επικασσιτέρωση (γάνωμα) της μύτης του κολλητηριού, για να διευκολύνεται η μεταφορά της κόλλησης στις θέσεις των συγκολλούμενων επιφανειών.

**Προσοχή:** Κατά τον καθαρισμό του κολλητηριού σε νισαντήρι, εκλύονται επικίνδυνα αέρια, η εισπνοή των οποίων θα πρέπει να αποφεύγεται.



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ - ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

- Ονομάζουμε μαλακές συγκολλήσεις αυτές στις οποίες η κόλληση, που χρησιμοποιείται, τήκεται σε θερμοκρασία κάτω των 500°C.
- Στις μαλακές συγκολλήσεις βαρέων μετάλλων, ως συγκολλητικό υλικό (κόλληση) χρησιμοποιείται σχεδόν πάντα η κασσιτεροκόλληση. Δηλαδή κράμα κασσίτερου (Sn) και μολύβδου (Pb) σε διάφορες αναλογίες σύνθεσης.
- Κασσιτεροκολλήσεις που περιέχουν στη σύνθεσή τους μολύβδο πάνω από 10%, δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται σε συγκολλήσεις αντικειμένων που έρχονται σε επαφή με τροφές ή πόσιμο νερό, γιατί οι ενώσεις μολύβδου είναι δηλητηριώδεις.
- Οι κασσιτεροκολλήσεις με περιεκτικότητα σε κασσίτερο μεταξύ 40 και 50% δουλεύονται εύκολα και το κόστος τους είναι αρκετά χαμηλό.
- Όταν μια μαλακή κόλληση περιέχει στη σύνθεσή της κάδμιο (Cd), θα πρέπει να γίνεται καλός εξαερισμός του χώρου συγκόλλησης, γιατί το κάδμιο αποδεσμεύει δηλητηριώδεις ατμούς.
- Σκοπός των καθαριστικών υλικών είναι να καθαρίζουν και χημικώς τις θερμές μεταλλικές επιφάνειες που θα συγκολληθούν και να διαλύουν τα οξειδία.
- Τα συνήθη καθαριστικά υλικά για μαλακές συγκολλήσεις είναι το σπίρτο του άλατος (υδροχλωρικό οξύ), η πάστα καθαρισμού και το νισαντήρι (χλωριούχο αμμώνιο).
- Τα ουδέτερα καθαριστικά υλικά (με βάση το κολοφώνιο) κυκλοφορούν σε μορφή σκόνης, αλοιφής ή σε διάλυμα και χρησιμοποιούνται κυρίως σε συγκολλήσεις γαλβανισμένων επιφανειών.
- Οι κεφαλές των κολλητηριών μαλακών συγκολλήσεων, κατασκευάζονται από χαλκό, γιατί ο χαλκός έχει μεγάλο συντελεστή αγωγιμότητας και μεγάλη θερμοχωρητικότητα.
- Η μύτη του κολλητηριού πρέπει να είναι πάντα καθαρή. Γι' αυτό γίνεται συχνός μηχανικός και χημικός καθαρισμός του.



### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ

1. Τι εννοούμε με τον όρο μαλακή ετερογενής συγκόλληση;
2. Ποια μέταλλα ονομάζουμε βαρέα και ποια ελαφρά;
3. Ποια είναι τα μέταλλα που συνθέτουν τις συνήθεις μαλακές κολλήσεις;
4. Ποιος ο σκοπός της προσθήκης αντιμονίου στη σύνθεση των κασσιτεροκολλήσεων;
5. Γιατί δε χρησιμοποιείται κόλληση με περιεκτικότητα σε μόλυβδο πάνω από 10% σε σκεύη τροφών ή πόσιμου νερού;
6. Ποια μέτρα πρέπει να παίρνονται σε χώρους που γίνονται συγκολλήσεις με χρήση κόλλησης που περιέχει στη σύνθεσή της κάδμιο;
7. Σε ποιες περιπτώσεις επιβάλλεται η χρήση κόλλησης S-Sn95Sb5 (95% κασίτερο και 5% αντιμόνιο) και σε ποιες S-Sn95Pb5 (95% κασίτερο και 5% μόλυβδο);
8. Ποιες ιδιότητες προσδίδει στην κασσιτεροκόλληση η προσθήκη καδμίου ή αργύρου;
9. Τι είναι το σπίρτο του άλατος, το σβησμένο σπίρτο του άλατος και το νισαντήρι;
10. Γιατί ο χημικός καθαρισμός των προς συγκόλληση επιφανειών είναι απαραίτητος;
11. Γιατί τα καθαριστικά υλικά υπό μορφή πάστας έχουν καλύτερα αποτελέσματα;
12. Ποιο πλεονέκτημα παρουσιάζουν τα ουδέτερα υλικά χημικού καθαρισμού;
13. Γιατί οι κεφαλές των κολλητηριών μαλακών συγκολλήσεων κατασκευάζονται από χαλκό;

### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΡΙΣΕΩΣ

1. Υποθέστε ότι εκτελούσατε μια εργασία κατασκευής δοχείων για αποθήκευση ελαιόλαδου (ντεπόζιτα) με κόλληση S-Sn95Pb5 και σας τέλειωνε η κόλληση που χρησιμοποιούσατε. Διαπιστώσατε ότι η τοπική αγορά δε διαθέτει αυτό τον τύπο κασσιτεροκόλλησης. Ποια από τις παρακάτω κασσιτεροκολλήσεις που υπάρχουν στην τοπική αγορά θα επιλέγατε και γιατί;
  - S-Pb92Sn8Sb
  - S-Sn60Pb37Sb(E)
  - S-Sn90Pb9Sb
2. Για την επισκευή διαρροής σε ψυγείο αυτοκινήτου, ποια σύνθεση κασσιτεροκόλλησης θα προτιμούσατε και γιατί;
3. Στην κατασκευή δοχείων από γαλβανισμένη λαμαρίνα τι είδους καθαριστικό υλικό θα χρησιμοποιούσατε και γιατί;

## ΟΜΑΔΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

### Εργασία 4-1

#### Συγκέντρωση δειγμάτων υλικών μαλακών συγκολλήσεων

Θα συγκεντρωθούν, κατά το δυνατόν, περισσότερα δείγματα υλικών και θα κολληθούν σε πινακίδα. Κάτω από το κάθε υλικό θα αναγράφεται η ονομασία του και η χημική του σύσταση.

### Εργασία 4-2

#### Υλικά συγκολλήσεως του εμπορίου

Θα συγκεντρωθούν προσπέκτους υλικών μαλακών κολλήσεων και των υλικών χημικού καθαρισμού. Θα γίνει αναζήτηση των προτύπων που ισχύουν για το κάθε υλικό μαλακής συγκόλλησης και θα συνταχθεί πίνακας με τις διαφορετικές τους ονομασίες.

### Εργασία 4-3

#### Τυποποίηση υλικών συγκολλήσεως με άλλα συστήματα τυποποίησης

Εκτός από το σύστημα τυποποίησης των μαλακών κολλήσεων κατά ISO (διεθνές σύστημα τυποποίησης), υπάρχουν και άλλα συστήματα τυποποίησης που χρησιμοποιούνται ευρύτατα στην αγορά, παρ' όλον ότι δεν είναι υποχρεωτικά στη χώρα μας. Τα πλέον συνηθισμένα από αυτά τα πρότυπα είναι τα DIN (γερμανικά). Συναντώνται όμως, στην αγορά και πρότυπα άλλων χωρών, όπως τα B.S. (αγγλικά) και τα AWS (αμερικάνικα). Οι μαθητές, στα πλαίσια αυτής της άσκησης, θα διατυπώσουν συνοπτικά τους κανόνες που ισχύουν σε άλλα συστήματα τυποποίησης, με τρόπο ανάλογο με αυτόν που είναι διατυπωμένοι οι κανόνες στον πίνακα (4-1) και θα γράψουν τις αντιστοιχίες σε πίνακα. Προς υποβοήθηση των μαθητών, δίνονται, ως υπόδειγμα, στον πίνακα (4-3), οι αντιστοιχίες μεταξύ ISO και DIN για τα είδη μαλακών κολλήσεων του πίνακα (4-1).

Πίνακας (4-1): Αντιστοιχία μαλακών συγκολλήσεων κατά ISO και κατά DIN	
Συμβολισμός κατά ISO	Συμβολισμός κατά DIN
S-Sn90Pb9Sb	LSn-90
S-Sn60Pb37Sb(E)	LSn-60
S-Sn50Pb47Sb	LSn-50
S-Pb57Sn40Sb	LSn-40
S-Pb68Sn30Sb	LSn-30
S-Pb73Sn25Sb	LSn-25
S-Pb92Sn8Sb	LSn-8
S-Pb99	LPb-99

Sn = κασσίτερος, Pb = μόλυβδος, Sb = αντιμόνιο

## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

### ΑΣΚΗΣΗ 4-1

#### Συγκόλληση ελασμάτων με κασσιτεροκόλληση

##### Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την ολοκλήρωση της άσκησης ο μαθητής θα πρέπει να είναι ικανός:

- Να διαβάζει τα αναφερόμενα σε ένα απλό σχέδιο συγκόλλησης.
- Να εφαρμόζει τα μέτρα ασφαλείας και να χρησιμοποιεί σωστά τα μέτρα προστασίας του.
- Να χρησιμοποιεί με το σωστό τρόπο τα εργαλεία και τις συσκευές των κασσιτεροκολλήσεων.
- Να πραγματοποιεί κασσιτεροκολλήσεις, εφαρμόζοντας τα όσα διδάχθηκε σ' αυτό το κεφάλαιο.

##### Απαιτούμενα εργαλεία, συσκευές, υλικά

- Συσκευή θέρμανσης προπανίου (καμινέτο)
- Απλός συγκολλητήρας (κολλητήρι), σε ειδική βάση
- Λίμα ψιλόδοντη
- Πινέλο
- Σφιγκτήρας
- Μεταλλικός κανόνας
- Χαράκτης
- Δύο τεμάχια γαλβανισμένης λαμαρίνας διαστάσεων 240x120, πάχους από 0,5 έως 1mm
- Κασσιτεροκόλληση 50/50
- Νισαντήρι
- Σβησμένο σπίρτο του άλατος

##### Μέτρα ασφαλείας και μέσα ατομικής προστασίας

- Φοράτε πάντα φόρμα εργασίας και γάντια, όταν πιάνετε τεμάχια λαμαρίνας ή όταν χρησιμοποιείτε καθαριστικά υλικά που περιέχουν υδροχλωρικό οξύ.
- Όταν εκτελείτε συγκολλήσεις σε κλειστό χώρο με κόλληση, που η σύνθεσή της περιλαμβάνει μεγάλα ποσοστά μολύβδου (π.χ. S-Pb92Sn8) ή περιέχει κάδμιο, θα πρέπει ο χώρος να εξαερίζεται καλά ή να φοράτε μάσκα οξυγόνου.
- Όταν χρησιμοποιείτε καμινέτο ή άλλη συσκευή με φλόγα, απομακρύνετε κάθε εύφλεκτο υλικό από το χώρο εργασίας, γιατί μπορεί να προκληθεί πυρκαγιά ή ακόμη και έκρηξη.

##### Πορεία εργασίας

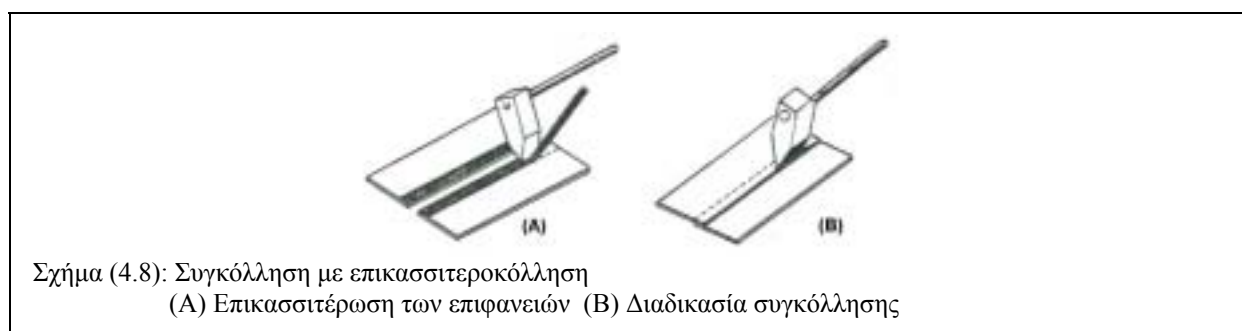
- Ο κάθε μαθητής λαμβάνει το φύλλο της άσκησης (4-1).
- Εκτελεί σύμφωνα με τις οδηγίες του φύλλου της άσκησης



Σχήμα (4.7): Η διαδικασία μαλακής συγκόλλησης με επικάλυψη των άκρων (Α) Καθαρισμός και γάνωμα του κολλητηριού (Β) Χημικός καθαρισμός των επιφανειών με σβησμένο σπίρτο του άλατος (Γ) Η συγκόλληση

**Παρατήρηση I:** Σε μερικές περιπτώσεις μαλακών συγκολλήσεων, πριν από τη συγκόλληση, γίνεται επικασσιτέρωση (γάνωμα) των προς συγκόλληση επιφανειών. Η διαδικασία μιας τέτοιας συγκόλλησης φαίνεται στο σχήμα (4.8) και περιλαμβάνει:

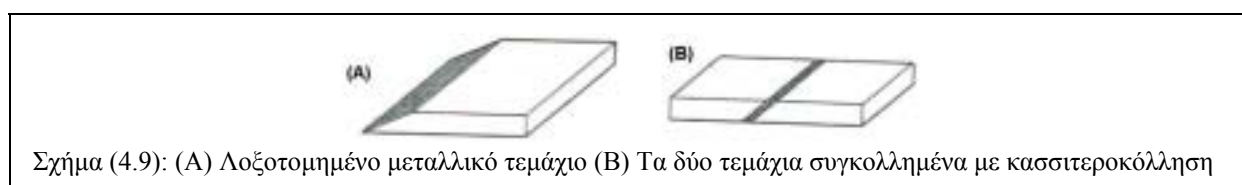
- Καθαρισμό των επιφανειών που θα συγκολληθούν (μηχανικό και χημικό).
- Επικασσιτέρωση (γάνωμα), δηλαδή θέρμανση των επιφανειών και επίστρωση κόλλησης.
- Στερέωση των δύο τεμαχίων στη θέση συγκόλλησής τους.
- Θέρμανση των προς συγκόλληση επιφανειών με το κολλητήρι.
- «Στρέψιμο» της κόλλησης και καθάρισμα από τα υπολείμματα των καθαριστικών υλικών.
- Έλεγχο της ποιότητας της συγκόλλησης.



Σχήμα (4.8): Συγκόλληση με επικασσιτεροκόλληση  
(Α) Επικασσιτέρωση των επιφανειών (Β) Διαδικασία συγκόλλησης

**Παρατήρηση II:** Εκτός από τις συνηθισμένες μαλακές συγκολλήσεις με επικάλυψη, μαλακές συγκολλήσεις (κασσιτεροκολλήσεις) μπορούν να γίνουν και σε συνδέσεις κατ' άκρα. Αυτού του είδους οι συγκολλήσεις πραγματοποιούνται σε περιπτώσεις μεταλλικών τεμαχίων με σχετικά μεγάλο πάχος, γιατί απαιτείται λοξοτόμηση των άκρων τους, όπως φαίνεται στο σχήμα (4.9). Μια τέτοια διαδικασία μαλακής συγκόλλησης περιλαμβάνει:

- Λοξοτόμηση των προς συγκόλληση άκρων.
- Καθαρισμό (μηχανικό και χημικό) των άκρων.
- Θέρμανση και επικασσιτέρωση (γάνωμα) των επιφανειών που θα συγκολληθούν.
- Στερέωση των δύο άκρων στη θέση συγκόλλησης με σφιγκτήρα.
- Θέρμανση των επιφανειών που θα συγκολληθούν με φλόγα προπανίου, μέχρι που να παρατηρήσουμε λιώσιμο της κόλλησης ανάμεσα στις λοξοτομημένες επιφάνειες.
- Καθάρισμα των υπολειμμάτων των υλικών καθαρισμού.
- Έλεγχο της ποιότητας της συγκόλλησης.



Σχήμα (4.9): (Α) Λοξοτομημένο μεταλλικό τεμάχιο (Β) Τα δύο τεμάχια συγκολλημένα με κασσιτεροκόλληση

Οι παραπάνω δύο παρατηρήσεις μπορούν να αναπτυχθούν από τον καθηγητή και να δοθούν ως κανονικές εργαστηριακές ασκήσεις προς άσκηση των μαθητών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4		Υπόδειγμα άσκησης 4-1
Μαλακή συγκόλληση με επικάλυψη των άκρων		
A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Διαβάστε προσεχτικά το σχέδιο της άσκησης.</li> <li>• Χαράξτε πάνω στη λαμαρίνα τις διαστάσεις των δύο κομματιών που θα συγκολληθούν, σύμφωνα με το σχέδιο της άσκησης. Κατόπιν κόψτε τα με τη βοήθεια ψαλιδιού (ποδοκίνητο ή χειρός, ανάλογα με το πάχος της λαμαρίνας).</li> </ul>	
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Καθαρίστε καλά τις προς συγκόλληση επιφάνειες (επικαλυπτόμενα τμήματα) με μηχανικά μέσα (σφυριδόπανο, βούρτσα, μάλλινο ύφασμα κτλ.).</li> </ul>	
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Τοποθετήστε τα δύο τεμάχια (A και B) στη θέση που πρέπει να συγκολληθούν και στερεώστε τα με σφιγκτήρες ή άλλο μέσο στερέωσης.</li> </ul>	
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Επαλείψτε με ένα πινέλο τις προς συγκόλληση επιφάνειες με χημικό υλικό καθαρισμού.</li> </ul>	
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ανάψτε τη συσκευή θέρμανσης του κολλητηριού (φλόγιστρο) και θερμάνετε την κεφαλή του μέχρι να κοκκινίσει, σύμφωνα με όσα έχουν αναφερθεί στην παράγραφο (4-4).</li> </ul>	
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Προετοιμάστε το κολλητήρι (καθαρίστε το μηχανικά και χημικά).</li> </ul>	
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Με τη βοήθεια του θερμού κολλητηριού θερμάνετε τις προς συγκόλληση επιφάνειες και κατόπιν τοποθετήστε την κόλληση στις επιφάνειες που έχετε θερμάνει με το κολλητήρι. Η κόλληση θα λιώσει και θα εισχωρήσει στους πόρους των προς συγκόλληση επιφανειών με τη βοήθεια του τριχοειδούς φαινομένου.</li> </ul>	
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Στρώστε την κόλληση με το θερμό κολλητήρι κατά μήκος της ραφής, ώστε να «ποτίσει».</li> </ul>	
9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Καθαρίστε τη ραφή με σαπουνόνερο και επαναλάβετε την παραπάνω διαδικασία και στην άλλη πλευρά των τεμαχίων.</li> </ul>	
10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ελέγξτε την ποιότητα των δύο ραφών με τη βοήθεια του καθηγητή σας.</li> </ul>	
Σχήμα (4.10)		

## **ΑΣΚΗΣΗ 4-2**

### **Μαλακή συγκόλληση χαλκοσωλήνων με κασσιτεροκόλληση**

#### **Επιδιωκόμενοι στόχοι**

Μετά την ολοκλήρωση της άσκησης ο μαθητής θα πρέπει να γνωρίζει:

- Να χειρίζεται με σωστό και ασφαλή τρόπο τα εργαλεία και τις συσκευές που χρησιμοποιούνται στις συγκολλήσεις χαλκοσωλήνων και των χάλκινων εξαρτημάτων τους.
- Να επιλέγει τα απαιτούμενα υλικά (καθαριστικά και κόλληση) που απαιτεί μια κασσιτεροκόλληση χαλκοσωλήνων.
- Να πραγματοποιεί κασσιτεροκολλήσεις σε δίκτυα χαλκοσωλήνων.
- Να ελέγχει την ποιότητα της συγκόλλησης.

#### **Απαιτούμενα εργαλεία – συσκευές και υλικά**

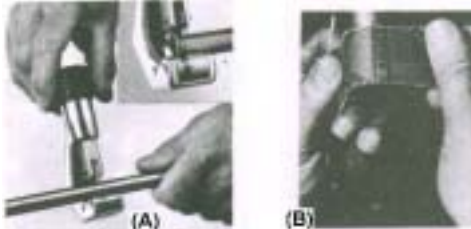
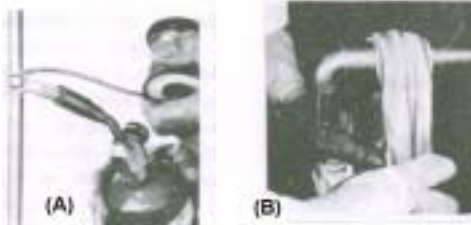
- Συσκευή θέρμανσης προπανίου (φλόγιστρο)
- Κόφτης χαλκοσωλήνων
- Ξύστρα απόξεσης γρεζιών
- Δύο κομμάτια σκληρού χαλκοσωλήνα Φ 15, μήκους 300 mm το καθένα
- Κολλητά εξαρτήματα σύνδεσης χαλκοσωλήνων Φ 15 (μούφες, γωνιές, ταφ κτλ.)
- Ατσαλόμαλλο ή σμυριδόπανο
- Πάστα καθαρισμού
- Κασσιτεροκόλληση 50/50
- Δοχείο με νερό
- Μάλλινο ύφασμα

#### **Μέτρα ασφαλείας και μέσα ατομικής προστασίας**

- Όπως σε όλες τις περιπτώσεις εργασιών με φλόγα, απομακρύνετε από το χώρο συγκόλλησης κάθε εύφλεκτο υλικό, που θα μπορούσε να προκαλέσει πυρκαγιά.
- Έχετε απόλυτο έλεγχο της μετακίνησης του φλόγιστρου της συσκευής θέρμανσης και προσέχετε τους συμμαθητές σας που βρίσκονται κοντά σας, ώστε να μην τους προξενήσετε εγκαύματα από τυχαία επαφή με τη φλόγα.
- Φοράτε πάντα τη φόρμα σας και χρησιμοποιείτε πάντα τα μέσα προστασίας, που διαθέτει το εργαστήριο.

#### **Πορεία εργασίας**

- Ο κάθε μαθητής παίρνει το φύλλο της άσκησης (4-2).
- Εκτελεί σύμφωνα με τις οδηγίες του φύλλου της άσκησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4		Υπόδειγμα άσκησης 4-2
Σύνδεση δύο κομματιών χαλκοσωλήνα με μούφα		
A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΕΙΔΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Κόψτε με τη βοήθεια του σωληνοκόφτη χαλκοσωλήνων δύο κομμάτια Φ 15 και μήκους 300 mm, σχήμα (4.11).</li> </ul>	 <p>Σχήμα (4.11): (A) Το κόψιμο των τεμαχίων χαλκοσωλήνα (B) Ο καθαρισμός των άκρων με σμυριδόπανο.</p>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Καθαρίστε τα άκρα των σωλήνων που θα συγκολληθούν με τη βοήθεια της ειδικής ξύστρας.</li> </ul>	
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Καθαρίστε τα άκρα των σωλήνων που θα συγκολληθούν (εξωτερικά) με ατσαλόμαλλο ή σμυριδόπανο (μηχανικός καθαρισμός).</li> </ul>	
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Καθαρίστε τα άκρα της μούφας (εσωτερικά) με ατσαλόμαλλο ή σμυριδόπανο.</li> </ul>	 <p>Σχήμα (4.12): (A) Η θέρμανση των προς συγκόλληση επιφανειών των χαλκοσωλήνων και η τοποθέτηση της κόλλησης (B) Ο καθαρισμός των υπολειμμάτων της πάστας καθαρισμού</p>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Επαλείψτε τις επιφάνειες που θα συγκολληθούν με πάστα καθαρισμού (χημικός καθαρισμός).</li> </ul>	
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>Τοποθετήστε τα δύο κομμάτια χαλκοσωλήνα στις υποδοχές της μούφας και στερεώστε τα καλά, για να μη μετακινηθούν κατά τη συγκόλληση.</li> </ul>	
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ανάψτε τη συσκευή θέρμανσης προπανίου και ρυθμίστε τη φλόγα της σε μέγεθος που να «αγκαλιάζει» σχεδόν το χαλκοσωλήνα, σχήμα (4.12).</li> </ul>	
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>Θερμάνετε ομοιόμορφα τα δύο τμήματα της μούφας στα οποία θα συγκολληθούν τα κομμάτια του χαλκοσωλήνα.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Η συγκόλληση των δύο τεμαχίων χαλκοσωλήνα μπορεί να πραγματοποιηθεί σε οποιοδήποτε επίπεδο (οριζόντιο, κατακόρυφο, υπό γωνία). Σε όλες τις θέσεις η κόλληση εισχωρεί ανάμεσα στις προς συγκόλληση επιφάνειες λόγω του τριχοειδούς φαινομένου, αρκεί οι επιφάνειες των σωλήνων να είναι καθαρές και να μην υπάρχουν παραμορφώσεις στις διατομές τους.</li> </ul>
9	<ul style="list-style-type: none"> <li>Τοποθετείτε δοκιμαστικά, κατά διαστήματα, την κόλληση στο σημείο σύνδεσης των χαλκοσωλήνων (όχι στη φλόγα). Όταν παρατηρήσετε ρευστοποίηση της κόλλησης, απομακρύνετε αμέσως τη φλόγα και, αφού τοποθετήσετε κόλληση, αφήστε τα δύο κομμάτια χαλκοσωλήνα ακίνητα για μερικά δευτερόλεπτα. Η κόλληση έχει εισχωρήσει ομοιόμορφα στις επιφάνειες που συγκολλούνται λόγω του τριχοειδούς φαινομένου.</li> </ul>	
10	<ul style="list-style-type: none"> <li>Καθαρίστε τα υπολείμματα των υλικών καθαρισμού με βρεγμένο πανί.</li> </ul>	
11	<ul style="list-style-type: none"> <li>Πραγματοποιήστε οπτικό έλεγχο της ποιότητας της εργασίας σας με τη βοήθεια του καθηγητή σας.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Δε χρειάζεται συνεχής τροφοδότηση των συγκολλούμενων τεμαχίων με κόλληση. Το απαιτούμενο μήκος κασσιτεροκόλλησης, δεν υπερβαίνει τη διάμετρο του χαλκοσωλήνα. Δεν πρέπει η κόλληση να χύνεται έξω από τα συγκολλώμενα τμήματα και για λόγους εμφάνισης, αλλά και για οικονομικούς λόγους (σπατάλη υλικών).</li> </ul>
12	<ul style="list-style-type: none"> <li>Επαναλάβετε την παραπάνω άσκηση με διάφορα εξαρτήματα (γωνιές, ταφ, διακόπτες κτλ.) δημιουργώντας ένα στοιχειώδες δίκτυο σωλήνων.</li> </ul>	



## ΑΣΚΗΣΗ 4-3

### Επισκευή πόρτας αυτοκινήτου με χρήση κασσιτεροκόλλησης

Στις περιπτώσεις που κάποιο σημείο του αμαξώματος ενός αυτοκινήτου σκουριάζει τοπικά και δημιουργηθεί τρύπα, μπορεί να επισκευαστεί με γέμισμα του κενού με κασσιτεροκόλληση. Η επισκευή αυτής της μορφής έχει μεγαλύτερο κόστος συγκριτικά με τη χρήση άλλων μεθόδων και υλικών επισκευής, αλλά το αποτέλεσμα είναι πολύ καλύτερο. Η άσκηση που ακολουθεί δίνει βήμα-βήμα τη διαδικασία επισκευής πόρτας αυτοκινήτου με κασσιτεροκόλληση.

### Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την ολοκλήρωση της άσκησης ο μαθητής θα πρέπει να μπορεί:

- Να επιλέγει τα εργαλεία και υλικά που απαιτεί μια τέτοια επισκευή αμαξώματος.
- Να εκτελεί εργασίες επισκευής αμαξωμάτων σε αυτοκίνητα με χρήση κασσιτεροκόλλησης.
- Να διακρίνει τις περιπτώσεις επισκευής με χρήση κασσιτεροκόλλησης.

### Απαιτούμενα εργαλεία-συσσκευές και υλικά




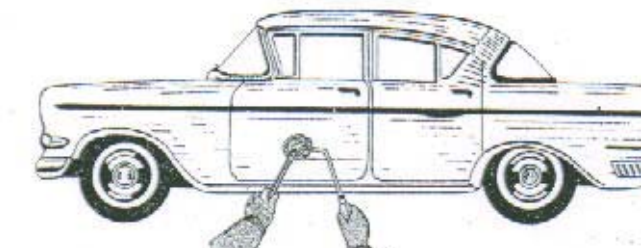
- Συσσκευή θέρμανσης υγραερίου (προπανίου)
- Σμυριδοτροχός και σμυριδόπανα
- Ψιλόδοντη ράσπα με δυνατότητα ρύθμισης των άκρων της
- Ισχυρή ηλεκτρική σκούπα
- Σπάτουλα από ξύλο
- Πινέλο
- Καθαρό ύφασμα
- Πάστα καθαρισμού για κασσιτεροκόλληση
- Μαλακή κόλληση 50/50 ή άλλη που να χρησιμοποιείται με φλόγα
- Παλιές πόρτες, καπό, φτερά και άλλα τμήματα αμαξωμάτων από αυτοκίνητα

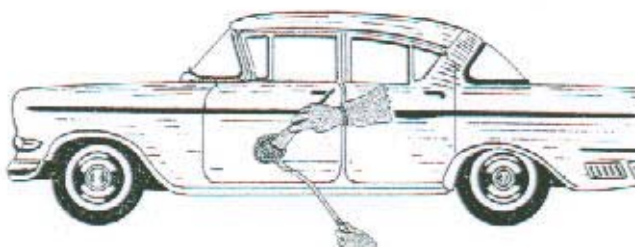
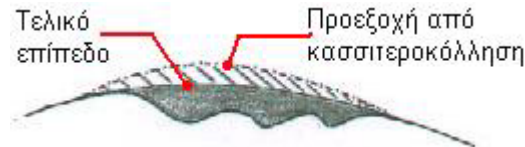
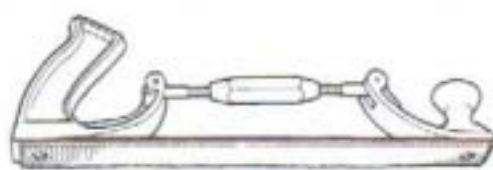
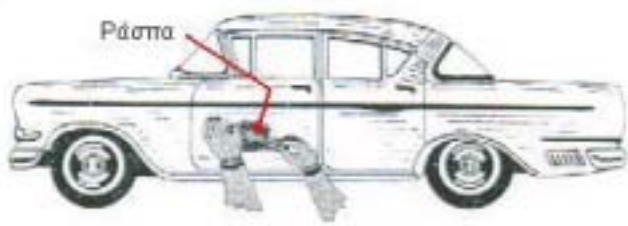
### Μέτρα ασφαλείας και μέσα ατομικής προστασίας

- Λάβετε όλα τα μέτρα ασφαλείας που απαιτούνται κατά την εκτέλεση μαλακών συγκολλήσεων, όπως αυτά αναφέρονται και σε προηγούμενες ασκήσεις αυτού του κεφαλαίου. Επίσης, ο χώρος θα πρέπει να εξαερίζεται καλά, γιατί η καύση χρωμάτων ή άλλων υλικών φαινοποιείας μπορεί να βλάψει την υγεία σας.

### Πορεία εργασίας

- Ο κάθε μαθητής παίρνει το φύλλο της άσκησης (4-3)
- Εκτελεί σύμφωνα με τις οδηγίες του φύλλου της άσκησης.
- Κατά την εκτέλεση, όπου αναφέρεται, συμβουλευεται τα σχήματα των παρατηρήσεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4		Υπόδειγμα άσκησης 4-3 / Φύλλο 1/2
Επισκευή πόρτας αυτοκινήτου με χρήση κασσιτεροκόλλησης		
A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΕΙΔΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Κάνετε ένα καλό μηχανικό καθαρισμό του φθαρμένου (τρύπιου) τμήματος της πόρτας, από τα χρώματα και άλλα υλικά, με τη βοήθεια ενός σμυριδοτροχού (με χονδρό σμυριδόπανο ή άλλο κατάλληλο υλικό). Ο καθαρισμός να επεκτείνεται και σε 5-6 cm πέρα από το φθαρμένο μεταλλικό τμήμα.</li> </ul>	 <p>Σχήμα (4.13): Μηχανικός καθαρισμός με σμυριδοτροχό</p>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Απομακρύνετε τη σκόνη που δημιουργήθηκε από το σμυριδοτροχό, από χρώματα, σκουριές, μέταλλα, άλλα υλικά, που αποτελούν την επικάλυψη του αμαξώματος, χρησιμοποιώντας ισχυρή ηλεκτρική σκούπα.</li> </ul>	
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Επαλείψτε την προς επισκευή επιφάνεια με πάστα καθαρισμού.</li> </ul>	 <p>Σχήμα (4.14): Επάλειψη με πάστα καθαρισμού</p>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ανάψτε τη συσκευή θέρμανσης (προπανίου) και θερμάνετε ομοιόμορφα την επιφάνεια που θα γεμίσετε με κασσιτεροκόλληση.</li> </ul> <p><b>Παρατήρηση:</b> Αν από υπερθέρμανση της μεταλλικής επιφάνειας ή από εναπόθεση υπερβολικής ποσότητας κόλλησης, πέσουν σταγόνες κασσιτεροκόλλησης σε κάποιο σημείο του αμαξώματος, σκουπίστε τις αμέσως με ένα πανί.</p>	 <p>Σχήμα (4.15): Θέρμανση της επιφάνειας με φλόγα προπανίου</p>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ακουμπήστε την κασσιτεροκόλληση πάνω στη θερμή μεταλλική επιφάνεια και αφήστε ένα κομμάτι της να λιώσει και να σκεπάσει όλη την καθαρισμένη επιφάνεια γύρω από την τρύπα. Κάνετε δηλαδή ένα γάνωμα της επιφάνειας με κασσιτεροκόλληση.</li> </ul>	 <p>Σχήμα (4.16): Προσθήκη κόλλησης</p>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4		Υπόδειγμα άσκησης 4-3 / Φύλλο 2/2
Επισκευή πόρτας αυτοκινήτου με χρήση κασσιτεροκόλλησης		
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>Θερμαίνοντας συνεχώς την επικασσιτερωμένη μεταλλική επιφάνεια, προσθέστε ένα κομμάτι κόλλησης κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να μαλακώσει μεν αρκετά, αλλά χωρίς να λιώσει (να ρευστοποιηθεί).</li> </ul>	
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>Χρησιμοποιώντας την ξύλινη σπάτουλα, απλώστε τη ζεστή κόλληση σε όλη την περιοχή που πρέπει να επισκευαστεί.</li> </ul>	<p>Σχήμα (4.17): Απλώστε την κόλληση ομοιόμορφα με τη σπάτουλα</p>
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>Με τη βοήθεια της φλόγας θερμάνετε ελαφρώς και ομοιόμορφα την προστεθείσα κόλληση, ώστε να δημιουργηθεί μια ομοιογενής επιφάνεια από κασσιτεροκόλληση.</li> </ul>	
9	<ul style="list-style-type: none"> <li>Προσθέστε με τον ίδιο τρόπο κασσιτεροκόλληση, ώστε να γεμίσουν τα κενά και μέχρι που η επισκευασθείσα επιφάνεια να αποκτήσει ένα ύψος ελαφρά μεγαλύτερο από την επιφάνεια του αμαξώματος.</li> </ul>	 <p>Τελικό επίπεδο</p> <p>Προεξοχή από κασσιτεροκόλληση</p>
10	<ul style="list-style-type: none"> <li>Όταν η κασσιτεροκόλληση στερεοποιηθεί, αφαιρέστε με την ειδική ράσπα (ή με λειαντικό τροχό), το τμήμα της κασσιτεροκόλλησης, που εξέχει από την επιφάνεια του αμαξώματος. Έτσι, το επισκευασμένο κομμάτι θα αποκτήσει επιφάνεια ίσου ύψους με την υπόλοιπη μεταλλική επιφάνεια του αμαξώματος.</li> </ul> <p><b>Παρατήρηση:</b> Η ράσπα πρέπει να ρυθμιστεί κατά τέτοιο τρόπο, ώστε το κέντρο της να εξέχει ελαφρά (να μην είναι επίπεδη). Έτσι θα μπορεί να κατευθύνεται εύκολα προς τα σημεία που απαιτούν αφαίρεση κόλλησης και να πετύχετε άριστη ομοιομορφία των επιφανειών του αμαξώματος.</p>	 <p>Σχήμα (4.19): Ρυθμιζόμενη ειδική ράσπα για την αφαίρεση της πάστας που προεξέχει</p>  <p>Ράσπα</p> <p>Σχήμα (4.20): Ο τρόπος χρήσης της ειδική ράσπας</p>