

Επιστήμη και Τεχνολογία

Συγκολλήσεων

Ενότητα 1: Εισαγωγή

Γρηγόρης Ν. Χαϊδεμενόπουλος

Πολυτεχνική Σχολή

Μηχανολόγων Μηχανικών



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σκοποί ενότητας

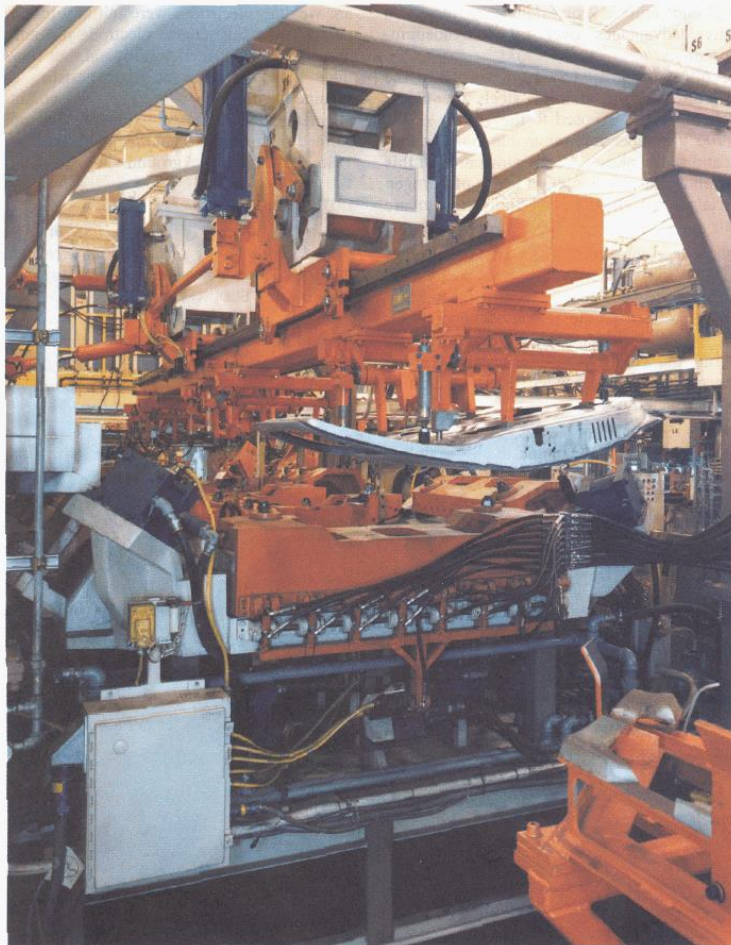
- Εισαγωγή στις συγκολλήσεις
- Διερεύνηση επιστημονικών προβλημάτων που αφορούν στις συγκολλήσεις

Περιεχόμενα ενότητας

1. Η σημασία των συγκολλήσεων
2. Ο σκοπός του βιβλίου
3. Η επιστήμη και η τεχνολογία των συγκολλήσεων με μια ματιά
4. Η δομή του βιβλίου

Ενότητα 1: Εισαγωγή

Η σημασία των συγκολλήσεων 1 (1)



Ο σύγχρονος κόσμος δε θα είχε την τεχνολογική ανάπτυξη, που όλοι γνωρίζουμε, αν δεν υπήρχαν οι συγκολλήσεις με τις οποίες πραγματοποιούμε μεγάλες και σύνθετες κατασκευές συνδέοντας μεταξύ τους μικρότερα μέρη.

Ορισμένοι τεχνολογικοί τομείς όπου οι συγκολλήσεις έχουν ευρεία εφαρμογή:

Μεταφορές : Συγκόλληση πόρτας αυτοκινήτου

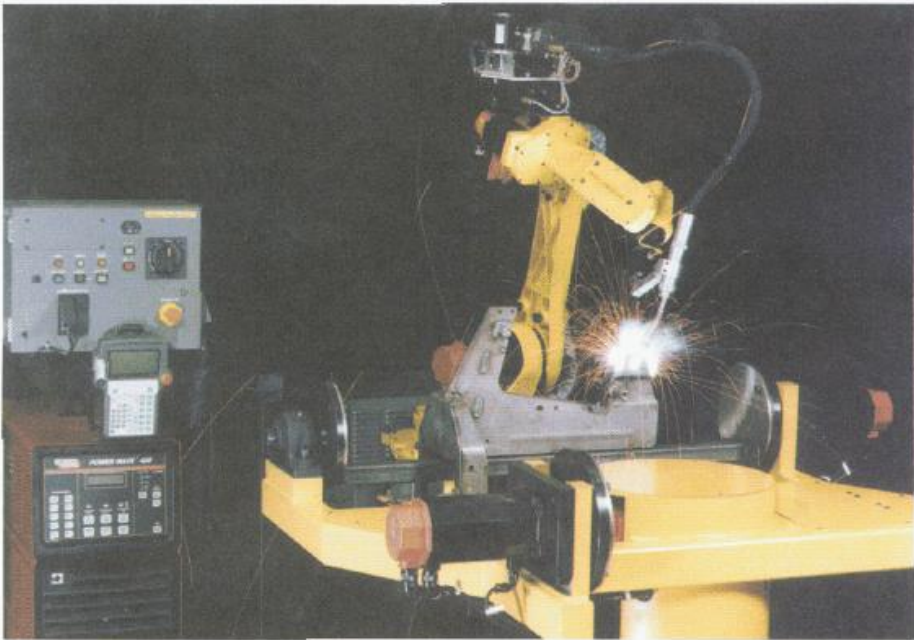
Η σημασία των συγκολλήσεων 1 (2)



Ορισμένοι τεχνολογικοί τομείς όπου οι συγκολλήσεις έχουν ευρεία εφαρμογή:

Μεταφορές : Σταθμός συγκόλλησης σε αυτοκινητοβιομηχανία

Η σημασία των συγκολλήσεων 1 (3)



Ορισμένοι τεχνολογικοί τομείς όπου οι συγκολλήσεις έχουν ευρεία εφαρμογή:

Μηχανολογικές κατασκευές στη βιομηχανία : Συγκόλληση με ρομποτικό βραχίονα

Η σημασία των συγκολλήσεων 1 (4)



Ορισμένοι τεχνολογικοί τομείς όπου οι συγκολλήσεις έχουν ευρεία εφαρμογή:

Μηχανήματα για την εξόρυξη ορυκτών
: Τμήμα πλατφόρμας πετρελαίου στη Βόρειο Θάλασσα

Εισαγωγή 1 (5)



Ορισμένοι τεχνολογικοί τομείς όπου οι συγκολλήσεις έχουν ευρεία εφαρμογή:

Μηχανολογικές κατασκευές στη βιομηχανία : Συγκόλληση σωλήνων

Η σημασία των συγκολλήσεων 1 (6)



Ορισμένοι τεχνολογικοί τομείς όπου οι συγκολλήσεις έχουν ευρεία εφαρμογή:

Συγκολλήσεις - Εφαρμογές

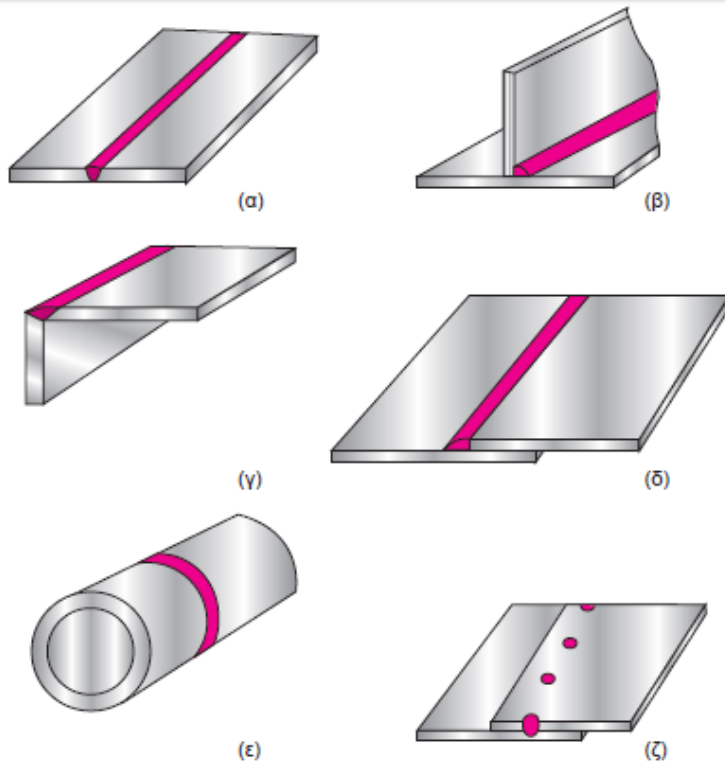
Ο σκοπός του βιβλίου 2 (1)

Το μάθημα ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ έχει σκοπό να εισαγάγει τον φοιτητή στις τεχνολογίες των συγκολλήσεων που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία.

Παρουσιάζονται και αναπτύσσονται οι θεμελιώδεις επιστημονικές αρχές που διέπουν τις τεχνολογίες αυτές όπως: μετάδοση θερμότητας, μεταφορά μετάλλου, μεταλλουργία συγκολλήσεων, παραμένουσες τάσεις και παραμορφώσεις καθώς και μηχανική συμπεριφορά συγκολλητών κατασκευών.

Το μάθημα συμπληρώνεται από μία σειρά εργαστηριακών ασκήσεων και επισκέψεων σε κατασκευαστικές βιομηχανίες.

Η επιστήμη και η τεχνολογία των συγκολλήσεων με μια ματιά 3 (1)

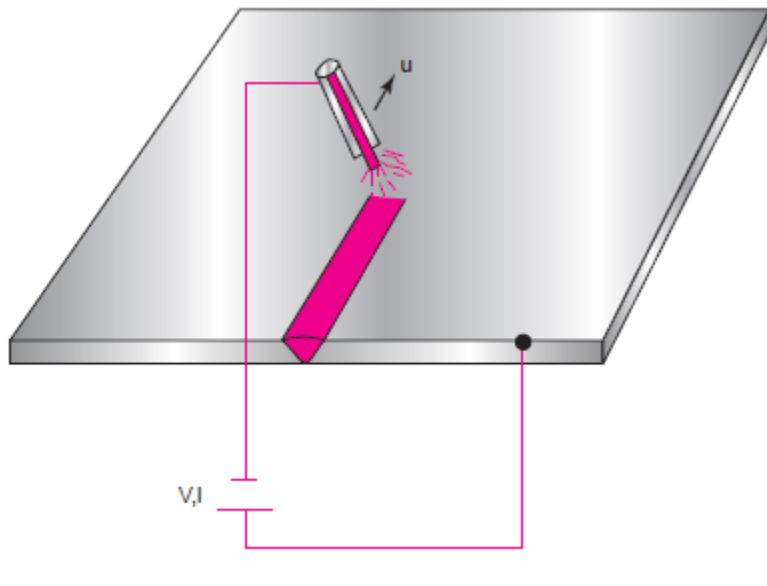


Μέθοδοι συγκόλλησης

- Συγκόλληση με επενδυμένα ηλεκτρόδια (SMAW)
- Συγκόλληση με σύρμα και αδρανές αέριο (MIG/SMAW)
- Συγκόλληση με μη αναλησκόμενο ηλεκτρόδιο βολφραμίου (TIG/GTAW)
- Συγκόλληση με βυθισμένο τόξο (SAW)

Σχήμα 1: Διάφοροι τύποι συγκολλήσεων: (α) Συγκόλληση συμβολής, (β) αυχενική συγκόλληση, (γ) γωνιακή συγκόλληση, (δ) συγκόλληση επικάλυψης, (ε) περιφερειακή συγκόλληση σε αγωγό, (ς) σημειακές συγκολλήσεις.

Η επιστήμη και η τεχνολογία των συγκολλήσεων με μια ματιά 3 (2)



Σχήμα 2: Βασικές συνθήκες συγκόλλησης. Τάση και ένταση ρεύματος V , I , ταχύτητα συγκόλλησης u , διάμετρος ηλεκτροδίου, προστατευτική πάστα (επένδυση)

Όταν αναφερόμαστε στις συνθήκες της συγκόλλησης εννοούμε την ισχύ του ηλεκτρικού τόξου VI , την ταχύτητα συγκόλλησης, τη μέθοδο συγκόλλησης, την χρήση ή όχι προστατευτικού αερίου καθώς και την παροχή του, τη χρήση προστατευτικής σκόνης – συλιπάσματος ή πάστας ηλεκτροδίου, τη διάμετρο ηλεκτροδίου, τη διάμετρο της σύνδεσης, την προετοιμασία των ακμών κ.λ.π.

Η επιστήμη και η τεχνολογία των συγκολλήσεων με μια ματιά 3 (3)

Η προετοιμασία των ακμών εξαρτάται κυρίως από το πάχος των ελασμάτων



(α) Χωρίς προετοιμασία ακμών



(β) Φρέζα τύπου V



(γ) Φρέζα τύπου X



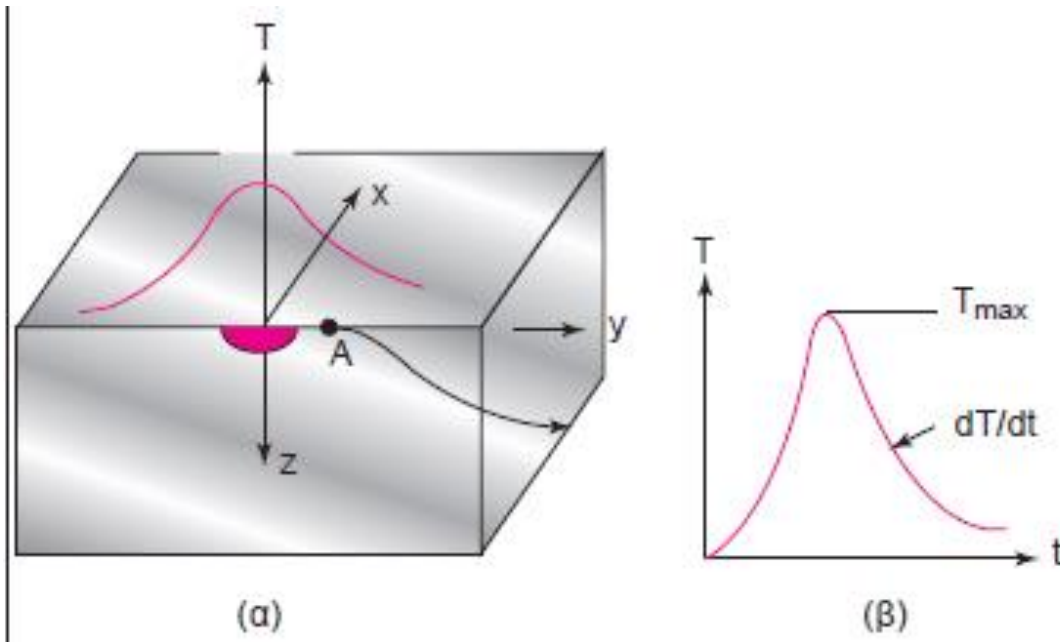
(δ) Συγκόλληση με πολλαπλά πάσα



(ε) Συγκόλληση με επικαλύπτρα

Σχήμα 3: Προετοιμασία ακμών

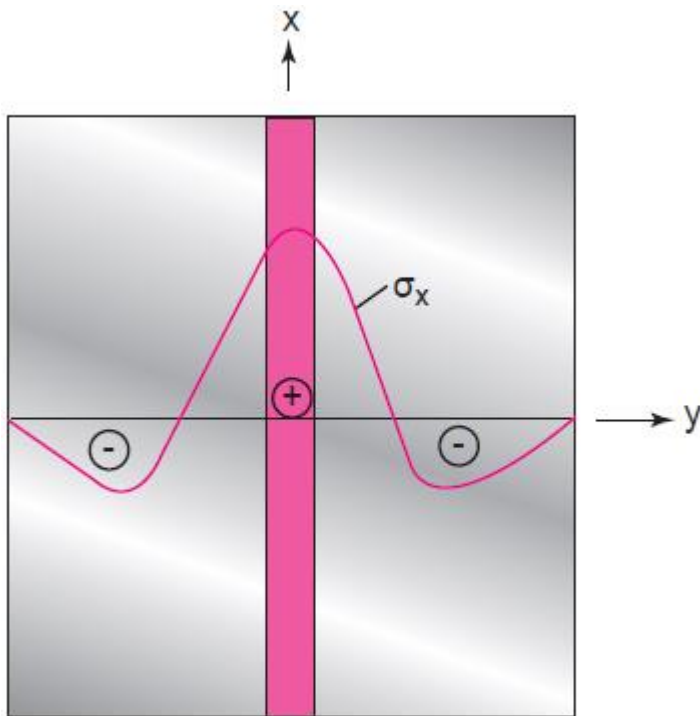
Η επιστήμη και η τεχνολογία των συγκολλήσεων με μια ματιά 3 (4)



Με τη θερμοκρασιακή κατανομή μπορεί κάποιος να προσδιορίσει τα όρια του μετάλλου συγκόλλησης και της θερμοεπηρεασμένης ζώνης.

Σχήμα 4: (α) Θερμοκρασιακή κατανομή T - y
(β) Θερμικός κύκλος της συγκόλλησης

Η επιστήμη και η τεχνολογία των συγκολλήσεων με μια ματιά 3 (5)

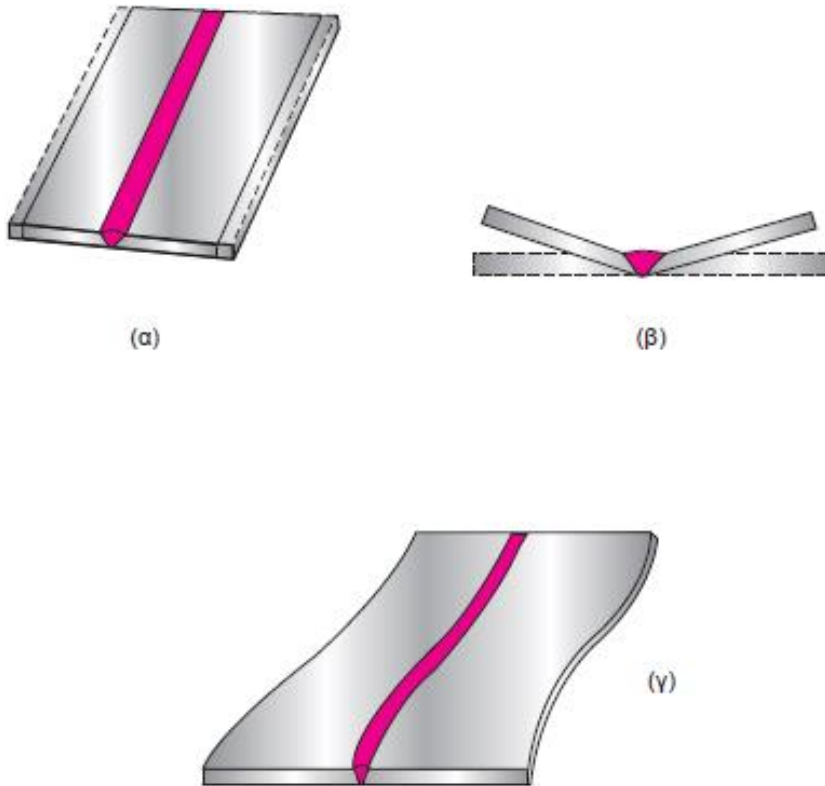


Σχήμα 5: Η κατανομή της διαμήκουσ παραμένουσας τάσης σ_x σε συγκόλληση συμβολής

Μια τυπική κατανομή παραμενουσών τάσεων φαίνεται στο σχήμα 5. Οι τάσεις είναι εφελκυστικές κοντά στη συγκόλληση ενώ μετατρέπονται σε θλιπτικές μακριά από τη συγκόλληση για λόγους ισορροπίας. Οι τάσεις αυτές μπορούν να προκαλέσουν διάφορα προβλήματα:

- Πηγμάτωση ή ακόμα και θράυση της συγκόλλησης
- Μείωση της διάρκειας ζωής σε κόπωση
- Εργοδιάβρωση
- Λυγισμό σε λεπτά ελάσματα

Η επιστήμη και η τεχνολογία των συγκολλήσεων με μια ματιά 3 (6)

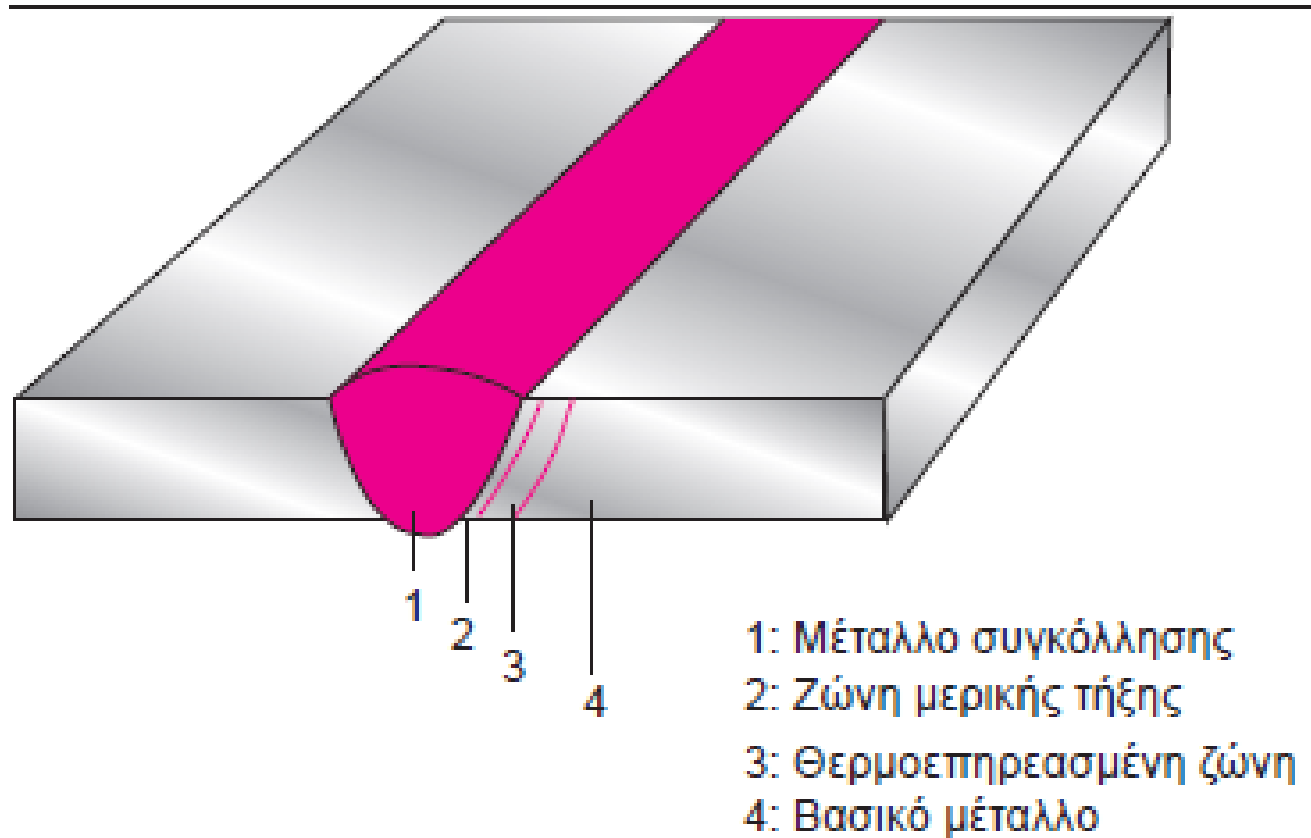


Οι παραμορφώσεις των συγκολλήσεων εκτός του ότι τις περισσότερες φορές δεν είναι αποδεκτές, προκαλούν και προβλήματα με κυριότερο την επίδραση στη μηχανική συμπεριφορά των συγκολλητών κατασκευών κάτω από στατική ή δυναμική φόρτιση.

Σχήμα 6: Τυπικές παραμορφώσεις συγκολλήσεων

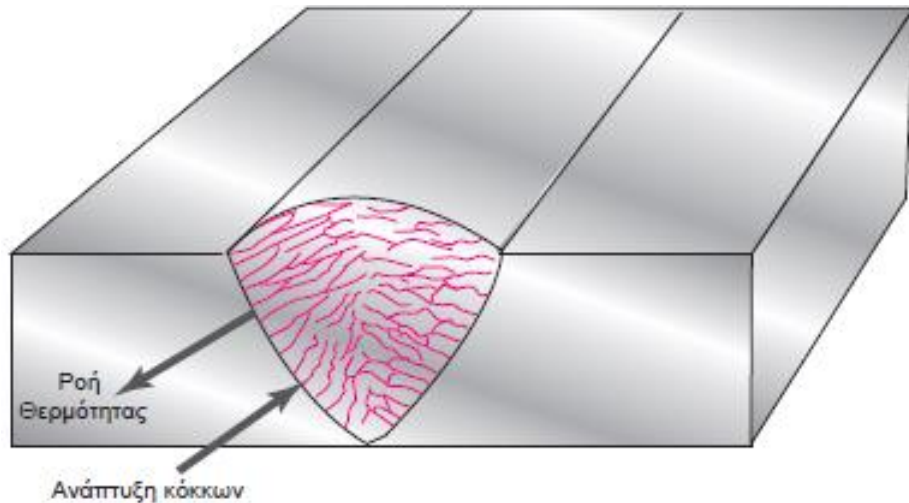
(α) Εγκάρσια συστολή, (β) γωνιακή μεταβολή (γ) λυγισμός

Η επιστήμη και η τεχνολογία των συγκολλήσεων με μια ματιά 3 (7)



Σχήμα 7: Τα τμήματα από τα οποία αποτελείται μια συγκόλληση

Η επιστήμη και η τεχνολογία των συγκολλήσεων με μια ματιά 3 (8)

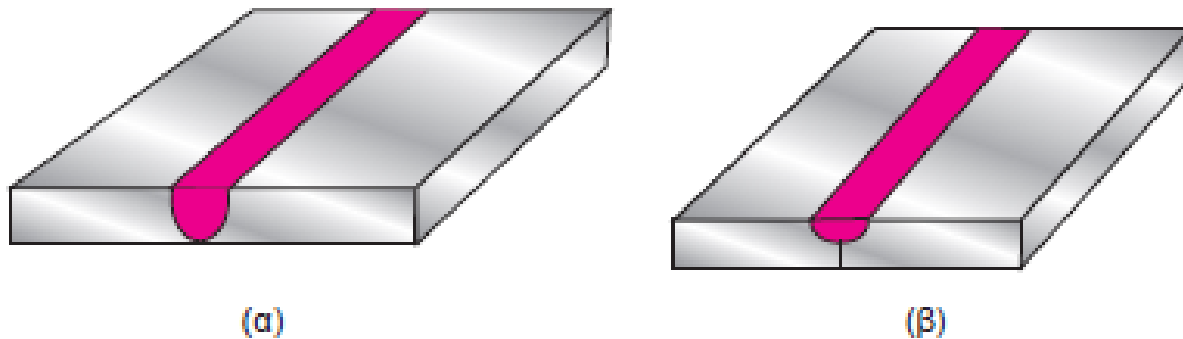


Σχήμα 8: Σχηματισμός κιονοειδούς δομής στο μέταλλο συγκόλλησης

Η μικροδομή του μετάλλου συγκόλλησης επηρεάζεται από την ταχύτητα στερεοποίησης, η οποία με τη σειρά της επηρεάζεται από τις συνθήκες συγκόλλησης. Στις περισσότερες περιπτώσεις η μικροδομή είναι κιονοειδής, διότι η ανάπτυξη των κόκκων πραγματοποιείται από το βασικό μέταλλο προς το κέντρο του μετάλλου συγκόλλησης δηλαδή αντίθετα στην κατεύθυνση θερμοροής

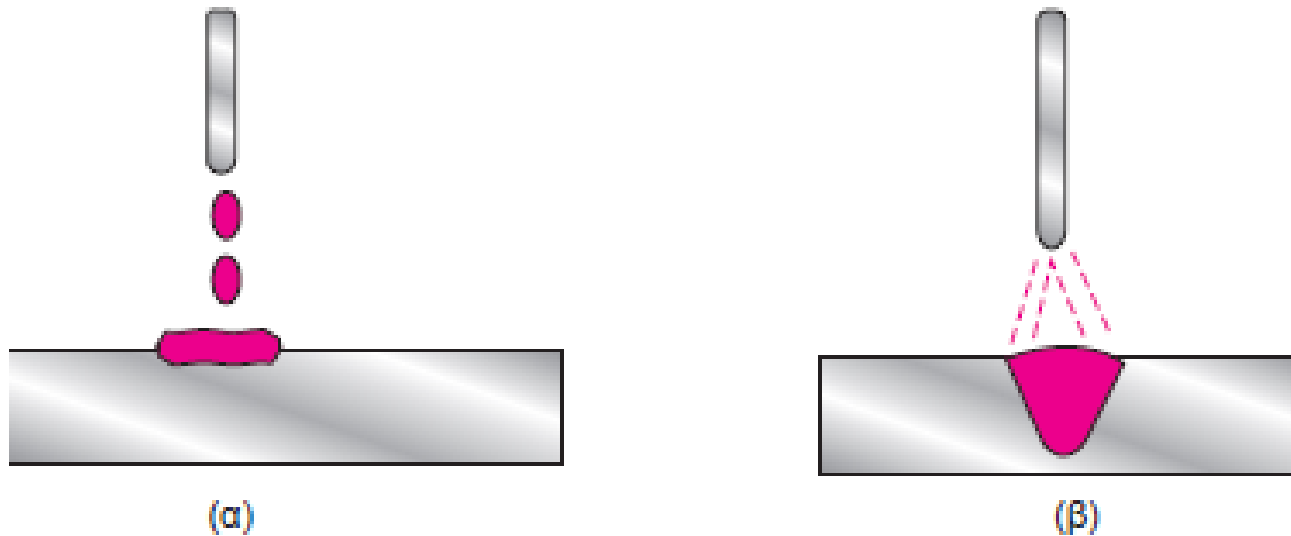
Η επιστήμη και η τεχνολογία των συγκολλήσεων με μια ματιά 3 (9)

Ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την αντοχή των συγκολλήσεων είναι η λεγόμενη διείσδυση του μετάλλου συγκόλλησης όπως φαίνεται και στο σχήμα 9. Τις περισσότερες φορές επιδιώκεται η πλήρης διείσδυση. Επηρεάζεται κυρίως από τη μεταφορά μετάλλου από το ηλεκτρόδιο ή το σύρμα προς συγκόλληση, η οποία με τη σειρά της επηρεάζεται από τις συνθήκες συγκόλλησης.



Σχήμα 9: (α) πλήρης διείσδυση, (β) μερική διείσδυση

Η επιστήμη και η τεχνολογία των συγκολλήσεων με μια ματιά 3 (10)



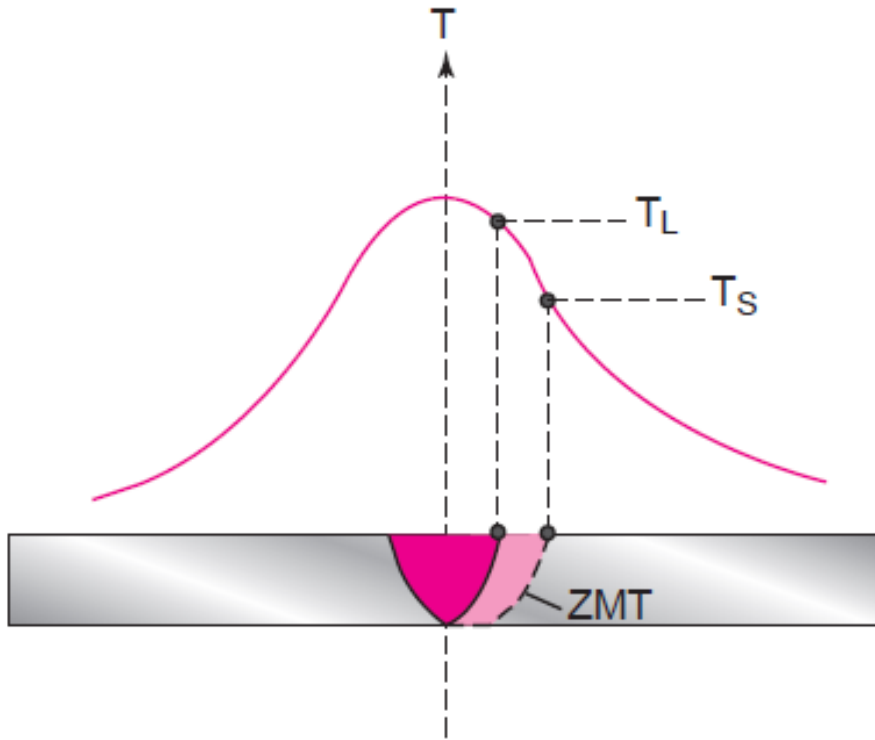
Σχήμα 10: Επίδραση της μεταφοράς μετάλλου στην διείσδυση (α) μεταφορά με σταγόνες, μικρή διείσδυση (β) μεταφορά με ψεκασμό (σπρέι), μεγάλη διείσδυση

Η επιστήμη και η τεχνολογία των συγκολλήσεων με μια ματιά 3 (11)



Σχήμα 11: Επίδραση προετοιμασίας ακμών στο βαθμό αραίωσης (α) ακμές χωρίς προετοιμασία, μεγάλη αραίωση (β) ακμές με φρέζα V, μικρή αραίωση

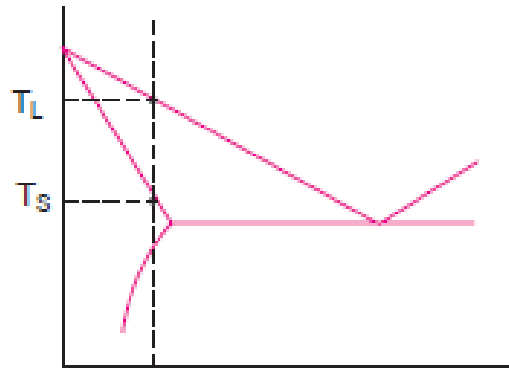
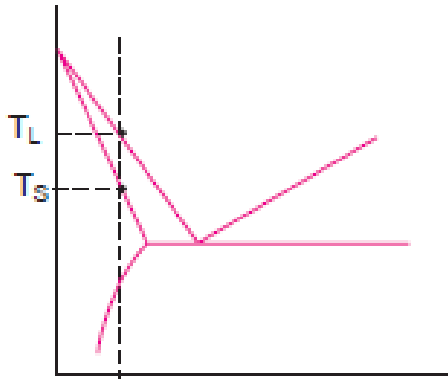
Η επιστήμη και η τεχνολογία των συγκολλήσεων με μια ματιά 3 (12)



Σχήμα 12: Η ζώνη μερικής τήξης ορίζεται από τις θερμοκρασίες liquidus T_L και solidus T_S

Η ζώνη μερικής τήξης ZTM είναι η περιοχή της συγκόλλησης μεταξύ του μετάλλου συγκόλλησης και της θερμοεπηρεασμένης ζώνης (ΘΕΖ). Στην περιοχή αυτή ο θερμικός κύκλος της συγκόλλησης είναι τέτοιος ώστε η μέγιστη θερμοκρασία T_{max} είναι μεταξύ liquidus T_L και της solidus T_S του κράματος. Στην περιοχή αυτή λαμβάνει χώρα μερική τήξη κυρίως στα σύνορα των κόκκων αλλά πολλές φορές και στο εσωτερικό των κόκκων.

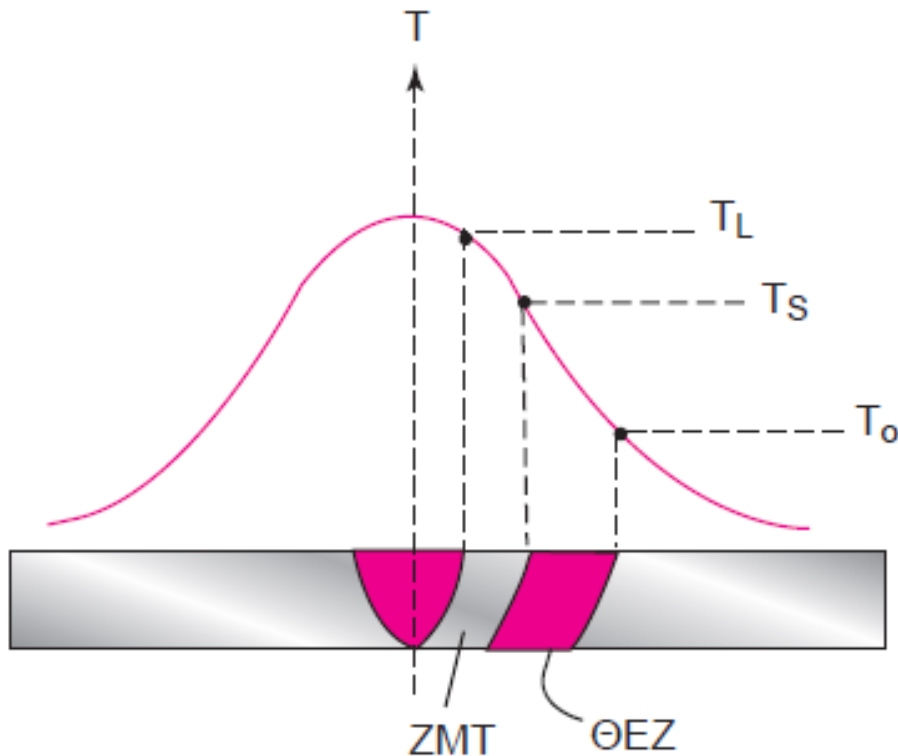
Η επιστήμη και η τεχνολογία των συγκολλήσεων με μια ματιά 3 (13)



Η ZTM σχηματίζεται ευκολότερα και έχει μεγαλύτερο πλάτος σε κράματα με μεγαλύτερο εύρος στερεοποίησης.

Σχήμα 13: Διαγράμματα φάσεων που δείχνουν: (α) μικρό εύρος στερεοποίησης και (β) μεγάλο εύρος στερεοποίησης

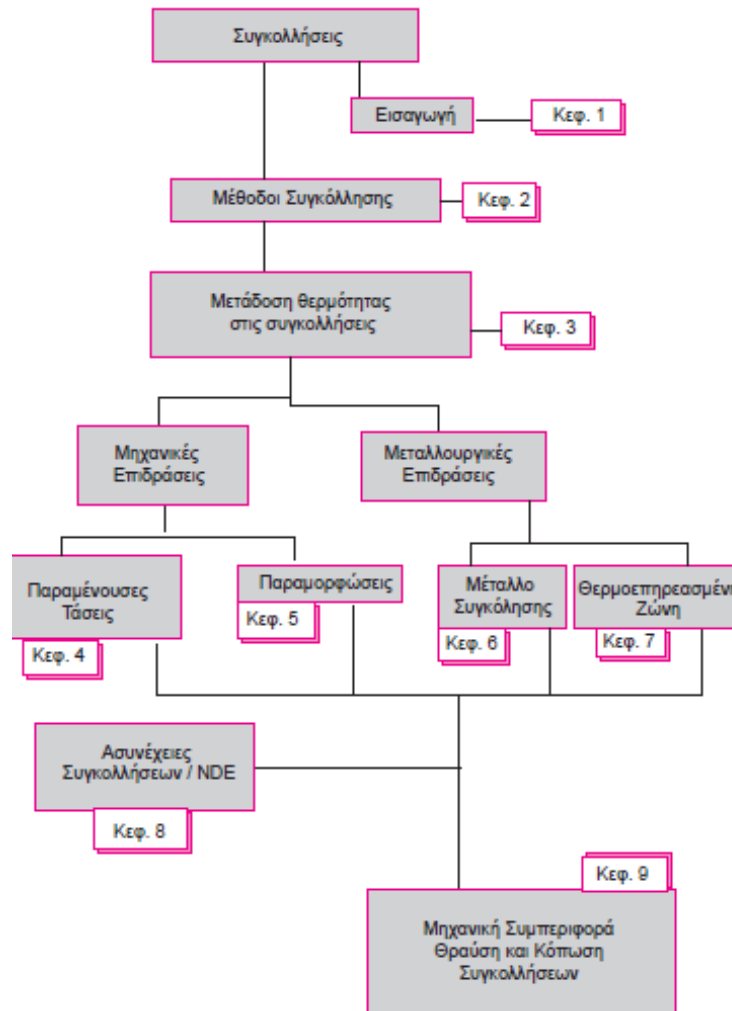
Η επιστήμη και η τεχνολογία των συγκολλήσεων με μια ματιά 3 (14)



Σχήμα 14: Η θερμοεπηρεασμένη ζώνη (ΘEZ) ορίζεται από τις θερμοκρασίες solidus T_S και την T_o

Η θερμοεπηρεασμένη ζώνη ΘEZ η οποία δεν τήκεται αλλά επηρεάζεται από τη θερμότητα της συγκόλλησης. Τοποθετείται μεταξύ της ZMT και του βασικού μετάλλου. Η ΘEZ ορίζεται ως η περιοχή εκείνη όπου η μέγιστη θερμοκρασία του θερμικού κύκλου είναι η μέγιστη της solidus και μιας θερμοκρασίας T_o πάνω από την οποία το μέταλλο υφίσταται κάποιας μορφής θερμική επηρροή.

Η δομή του βιβλίου(1)



Σχήμα 15: Διάγραμμα ροής βιβλίου

Τέλος Ενότητας 1