

**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΝΑΥΠΗΓΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ**



ΤΟΜΕΑΣ ΝΑΥΠΗΓΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ

**ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΤΟΥ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΤΟΥ Ε.Μ.Π.**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ
Καθηγητής Ε.Μ.Π.**

**ΦΟΙΤΗΤΗΣ
Κοκκαλάρας Γρηγόριος**

Αθήνα, Μάρτιος 2001

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελίδες
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	2
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο : ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
1.1 Ποιότητα και συστήματα διασφάλισης ποιότητας	6
1.2 Ενότητες ενός συστήματος διασφάλισης ποιότητας	9
1.3 Ανάπτυξη συστήματος διασφάλισης ποιότητας	10
1.4 Αιτίες ανεπιτυχούς εφαρμογής ενός συστήματος διασφάλισης ποιότητας	12
1.5 Πιστοποίηση	13
1.6 Εργαστηριακή μονάδα παροχής υπηρεσιών ναυπηγικής τεχνολογίας και εργαστήριο συγκολλήσεων	14
1.7 Σκοπός διπλωματικής εργασίας	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο : ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	18
2.1 Εισαγωγή στις συγκολλήσεις	19
2.2 Διασφάλιση ποιότητας συγκολλήσεων	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο : ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	32
Ο.Ε. 2001-1 : Γενικά – Περιεχόμενα	33
Ο.Ε. 2001-2 : Ορισμοί	34
Ο.Ε. 2001-3 : Υλικά	42
Ο.Ε. 2001-4 : Συμβολισμοί Συγκολλήσεων	60
Ο.Ε. 2001-5 : Σύμβολα και Συντμήσεις	67
Ο.Ε. 2001-6 : Σύγχρονες Μέθοδοι Συγκόλλησης	70
Ο.Ε. 2001-7 : Θέσεις και Διαστάσεις Δοκιμίων	90
Ο.Ε. 2001-8 : Αναλώσιμα	100
Ο.Ε. 2001-9 : Περιγραφή και Χειρισμός Μηχανών Συγκόλλησης	108
Ο.Ε. 2001-10 : Προετοιμασία Συγκόλλησης	110
Ο.Ε. 2001-11 : Εκτέλεση Συγκόλλησης	120
Ο.Ε. 2001-12 : Ακολουθίες Συγκολλήσεων	126
Ο.Ε. 2001-13 : Θερμική Κατεργασία Συγκολλήσεων	132
Ο.Ε. 2001-14 : Συγκόλληση Ναυπηγικών Χαλύβων	139
Ο.Ε. 2001-15 : Συγκολλήσεις Αλουμινίου Με τη Μέθοδο MIG / MAG	156
Ο.Ε. 2001-16 : Προθέρμανση Μη και Ελαφρώς Κραματομένων Χαλύβων	166
Ο.Ε. 2001-17 : Διακρίβωση Μηχανών και Οργάνων	173
Ο.Ε. 2001-18 : Σφάλματα Συγκολλήσεων	175
Ο.Ε. 2001-19 : Μη Καταστρεπτικός Έλεγχος Συγκολλήσεων	202
Ο.Ε. 2001-20 : Εξέταση και Δοκιμασία	218
Ο.Ε. 2001-21 : Έγκριση Διαδικασιών Συγκόλλησης	230

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1	Γενικοί Όροι Συγκολλήσεων Κατά Αύξοντα Αριθμό (Αγγλοελληνική Ορολογία)	243
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2	Αλφαβητικό Αγγλοελληνικό Λεξιλόγιο Ορολογίας Συγκολλήσεων	271
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3	Τρίγλωσση Ορολογία Τεχνολογίας Συγκολλήσεων (Αγγλικά - Γαλλικά – Γερμανικά)	293
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ		302

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο την ανάδειξη της αναγκαιότητας της ανάπτυξης ενός συστήματος διασφάλισης ποιότητας στο Εργαστήριο Συγκολλήσεων του Ε.Μ.Π. Επίσης περιέχει μια πρώτη προσέγγιση των Οδηγιών Εργασίας που είναι απαραίτητο να εφαρμοστούν στο Εργαστήριο Συγκολλήσεων ώστε να επιτευχθεί η απαιτούμενη διασφάλιση ποιότητας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ολόθερμα τον καθηγητή Βασ. Ι. Παπάζογλου για την άψογη συνεργασία, τη συμπαράσταση και την κατανόησή του.

Γ. Κοκκαλάρας, Μάρτιος 2001

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

Η ποιότητα αποτέλεσε στοιχείο επιτυχίας, διαμέσου των αιώνων, πολλών λαών. Πρώτοι τη δίδαξαν οι αρχαίοι Έλληνες, με αποκορύφωμα την περίοδο του Περικλή, ενώ την επανέφεραν στην επικαιρότητα οι Ιάπωνες, των οποίων τα προϊόντα έχουν επικρατήσει όλων των άλλων χωρών στη διεθνή αγορά. Ειδικά στις μέρες μας πολλά λέγονται, γράφονται και γίνονται για την ποιότητα, η οποία, όπως αναφέρθηκε, ήταν και είναι πάντα ένα πάρα πολύ επίκαιρο θέμα, που μας ενδιαφέρει όλους. Λόγω όμως του γεγονότος ότι η ποιότητα είναι σήμερα ένα θέμα, που " πουλάει " (9 στις 10 διαφημίσεις αναφέρονται στην έννοια ποιότητα) έγινε αντικείμενο ευκαιριακής εκμετάλλευσης μειώνοντας την πραγματική αξία και σπουδαιότητά της. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να επικρατεί η λανθασμένη άποψη και η εντύπωση " ότι η ποιότητα είναι μόδα που σύντομα, πρόκειται να περάσει ".

Ένα θετικό όμως στοιχείο των καιρών είναι ότι με βάση τη νέα στρατηγική των επιχειρήσεων, που στηρίζεται στις νέες τάσεις του management, το ενδιαφέρον των επιχειρήσεων επικεντρώνεται στον ανθρώπινο παράγοντα, μετά την καθολική αναγνώριση, ότι οι επιχειρήσεις υπάρχουν γιατί υπάρχουν άνθρωποι - άτομα, των οποίων τις ανάγκες καλούνται καθημερινά να εξυπηρετήσουν. Καθημερινή διαπίστωση, καθώς μπήκαμε πλέον στη νέα χιλιετία, είναι η συνεχής αναβάθμιση της " ποιότητας της ζωής ", με κύριο γνώρισμα ότι η τεχνολογία τίθεται πλέον άμεσα στην υπηρεσία των αναγκών του ανθρώπου, με την παραγωγή προϊόντων, που εξυπηρετούν τις συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες του. Με τα νέα δεδομένα, που δημιούργησε η Ιαπωνία, καθώς και με την αλλαγή νοοτροπίας, που απαιτείται για την κατάκτηση της αγοράς, αναγνωρίζεται πλέον από τον επιχειρηματικό κόσμο ότι η ανάπτυξη είναι άμεσα συνδεδεμένη με την ποιότητα.

Οι πρώτες λέξεις, που μας έρχονται στο νου, όταν πρόκειται για ποιότητα, είναι υπεροχή ή πολυτέλεια. Οι ορισμοί όμως αυτοί δεν είναι σωστοί. Ένας από τους πρώτους, που ασχολήθηκαν με τα θέματα της ποιότητας, ο Juran, καθόρισε την ποιότητα σαν καταλληλότητα για χρήση (1964), από το οποίο αργότερα προέκυψε η έννοια της συμμόρφωσης με τις προδιαγραφές. Έχοντας υπόψη αυτόν τον ορισμό ο Crosby όρισε την ποιότητα ως συμμόρφωση στις απαιτήσεις (1979), γιατί οι προδιαγραφές πρέπει να αντανακλούν αυτό που χρειάζεται ο αποδέκτης του προϊόντος ή της υπηρεσίας.

Σήμερα, σύμφωνα με το Ελληνικό Πρότυπο ΕΛΟΤ 1042 (ΕΛΟΤ : Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης) **η ποιότητα ορίζεται ως " το σύνολο των ιδιοτήτων και χαρακτηριστικών ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας που αφορούν την ικανότητα του προϊόντος ή της υπηρεσίας να ικανοποιεί εκφρασμένες ή συναγόμενες ανάγκες "**.

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος για να επιτύχουμε ποιότητα ήταν η επιθεώρηση του προϊόντος σε διάφορα στάδια. Όση περισσότερη επιθεώρηση έκανε μια εταιρία, τόσο πιο πολύ εθεωρείτο ότι ενδιαφερόταν για την ποιότητα. Επιθεώρηση σε βαθμό 100% μπορεί να δώσει απόλυτη προστασία από ατέλειες, παρά το γεγονός ότι κάποιες έρευνες απέδειξαν, ότι οι επιθεωρητές καταφέρνουν να πετύχουν μόνο 80% ακρίβεια. Η συμμόρφωση στις προδιαγραφές εξασφαλίζεται από τους επιθεωρητές ποιότητας.

Παρόλο όμως που η ποιότητα, σαν έκφραση των απαιτήσεων των πελατών, περιλαμβάνεται στις προδιαγραφές των προϊόντων, οι προδιαγραφές και μόνον αυτές, δεν αποτελούν εγγύηση, ότι οι απαιτήσεις των πελατών θα ικανοποιούνται συνεχώς, διότι είναι πιθανό :

- Οι προδιαγραφές να μην εκφράζουν ακριβώς και συνεχώς τις απαιτήσεις των πελατών (λάθη στις προδιαγραφές ή αλλαγές προτιμήσεων της αγοράς).

- Η επιχείρηση να μην έχει τη δυνατότητα να παράγει σύμφωνα με τις προδιαγραφές.

Η διαπίστωση αυτή προκάλεσε την ανάπτυξη των συστημάτων διασφάλισης ποιότητας, τα οποία εξασφαλίζουν τόσο την ανταπόκριση των προδιαγραφών προς τις απαιτήσεις των πελατών, όσο και την ανταπόκριση των προϊόντων προς τις προδιαγραφές. Μέσω αυτών οι εταιρίες είναι ικανές να παρέχουν προϊόντα ή υπηρεσίες, που καλύπτουν τις ανάγκες του τελικού αποδέκτη κάθε φορά με την πρώτη προσπάθεια, ενώ συγχρόνως οργανώνονται με τέτοιο τρόπο, ώστε να ανταποκρίνονται σε αυτές τις ανάγκες με το ελάχιστο δυνατό κόστος. Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι ο όρος " διασφάλιση " δεν αναφέρεται στην ποιότητα, όπως γενικά νομίζεται, αλλά έχει την έννοια της δημιουργίας " εμπιστοσύνης " τόσο στους πελάτες, όσο και στη διοίκηση της ίδιας της επιχείρησης. Η ποιότητα κάθε προϊόντος εξαρτάται κυρίως από τις δυνατότητες της ίδιας της επιχείρησης, που παράγει το προϊόν, παρά από το ίδιο το προϊόν. Βασικός στόχος των συστημάτων διασφάλισης της ποιότητας είναι ότι **" τίποτα δεν πρέπει να γίνεται τυχαία "**.

Η διασφάλιση ποιότητας ορίζεται, σύμφωνα με το Ελληνικό Πρότυπο ΕΛΟΤ 1042 , " ως όλες οι προγραμματισμένες και συστηματικές ενέργειες που απαιτούνται για να αναπτυχθεί επαρκής εμπιστοσύνη ότι το προϊόν ή η υπηρεσία θα ικανοποιεί δεδομένες απαιτήσεις ποιότητας " .

Στην έντονα ανταγωνιστική, και σε επιχειρηματικό επίπεδο, εποχή που διανύουμε, η ποιότητα και πιο συγκεκριμένα τα συστήματα διασφάλισης ποιότητας, προβάλλουν σαν ένα από τα σημαντικότερα ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα μιας επιχείρησης. Τα συστήματα αυτά διαθέτουν διεθνή αναγνώριση κάτι που σημαίνει ότι μια επιχείρηση, που κατέχει ένα σύστημα διασφάλισης ποιότητας, μπορεί να πρωταγωνιστήσει και σε διεθνές επίπεδο. Αυτή η παράμετρος κάθε άλλο παρά αμελητέα είναι στη σημερινή εποχή που τα επιχειρησιακά σύνορα καταρρίπτονται σταδιακά και η διεθνοποίηση των επιχειρηματικών δραστηριοτήτων καθίσταται κυρίαρχη τάση.

Το βασικό ερώτημα των επιχειρήσεων όμως είναι :

" Σε μία καλά διοικούμενη επιχείρηση δεν είναι αρκετό ένα " άτυπο " σύστημα ποιότητας, για την εφαρμογή του οποίου υπάρχει έμπειρο προσωπικό " ;

Η απάντηση είναι κατηγορηματική :

" ΟΧΙ ! " Το " άτυπο " σύστημα ποιότητας δεν είναι αρκετό. Το " επίσημο " σύστημα, όπου υπάρχουν γραπτές και εγκεκριμένες διαδικασίες και οι μετρήσεις καταγράφονται, ταξινομούνται και αναλύονται, είναι αναγκαίο για δύο κυρίως λόγους :

- Πρώτον, γιατί τα γραπτά στοιχεία είναι απαραίτητα για την ανίχνευση και την σε βάθος χρόνου ανάλυση αιτιών κακής ποιότητας.
- Δεύτερον, γιατί στις μεγάλες κυρίως επιχειρήσεις, οι ξεκαθαρισμένες αρμοδιότητες και οι γραπτές διαδικασίες, όχι μόνο όμως στη διοίκηση της ποιότητας, είναι αναγκαίες για την αρμονική και σωστή συνεργασία μεταξύ των τμημάτων και τη λήψη σωστών αποφάσεων από τη διοίκηση.

Οπωσδήποτε, όμως, το μέγεθος της γραφειοκρατίας εξαρτάται σημαντικά από τον τρόπο σχεδιασμού του συστήματος και προσμετράει στην επιτυχία του σχεδιασμού. Κάθε σύστημα διασφάλισης ποιότητας έχει τους εξής στόχους :

- Να αυξήσει την εμπιστοσύνη των πελατών στα προϊόντα της εταιρίας.
Από τη στιγμή που έχει εισαχθεί με επιτυχία το σύστημα διασφάλισης ποιότητας μιας επιχείρησης και έχει διαπιστωθεί η καταλληλότητά του από έναν ανεξάρτητο φορέα πιστοποίησης, είναι βέβαιο, ότι οι πελάτες αποκτούν μεγαλύτερη εμπιστοσύνη στην επιχείρηση και τα προϊόντα της.
- Μεταφορά από τον έλεγχο στην πρόληψη.
Ένα σωστά σχεδιασμένο σύστημα διασφάλισης ποιότητας εγγυάται την πρόληψη των ποιοτικών προβλημάτων γεγονός, που μειώνει το κόστος ποιότητας έναντι των τελικών ελέγχων ποιότητας.
- Μείωση των επιθεωρήσεων.
Σε πολλές περιπτώσεις ένα πιστοποιημένο σύστημα ποιότητας μειώνει τους ελέγχους που κάνουν οι πελάτες στην επιχείρηση, προκειμένου να διαπιστώσουν την καταλληλότητα των παραγόμενων προϊόντων.
- Δέσμευση της διοίκησης.
Ένα σύστημα διασφάλισης ποιότητας καλύπτει όλες τις δραστηριότητες της επιχείρησης, που επηρεάζουν άμεσα ή έμμεσα την ποιότητα, με αποτέλεσμα να απαιτείται η ουσιαστική και όχι η τυπική δέσμευση της εταιρίας.
- Παρέχει στους πελάτες αυτά που ζητούν.
Μέσω του συστήματος ποιότητας διασφαλίζεται ο πελάτης της επιχείρησης ότι θα πάρει το προϊόν, το οποίο έχει ζητήσει. Αυτό έρχεται σαν αποτέλεσμα της ορθής καταγραφής των ποιοτικών του απαιτήσεων και του σχεδιασμού του συστήματος υλοποίησής του.

Προκειμένου όμως να δοθεί μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα και να αποφευχθούν παρερμηνείες, πρέπει να ξεκαθαρίσουμε και τι δεν είναι ένα σύστημα διασφάλισης ποιότητας :

- Ολική ποιότητα.
Το σύστημα ποιότητας αποτελεί εξασφάλιση ως προς την δυνατότητα της επιχείρησης να παρέχει ποιοτικά προϊόντα, αλλά σταματάει εκεί. Βέβαια μπορεί σε πολλές περιπτώσεις να θεωρηθεί το αναγκαίο βήμα για την επίτευξη ευρύτερων στόχων, όπως είναι η ολική ποιότητα, αλλά δεν θα πρέπει να δημιουργείται σύγχυση.
- Εγγύηση για το "καλό" προϊόν.
Ένα σύστημα διασφάλισης ποιότητας δεν εγγυάται ότι το συγκεκριμένο προϊόν, που παρέχει η επιχείρηση, συμμορφώνεται, με τις όποιες ειδικές προδιαγραφές, που υπάρχουν γι' αυτό π.χ. ότι τα παιχνίδια, που παράγει μια επιχείρηση, είναι ασφαλή για τα παιδιά. Εκείνο το οποίο εξασφαλίζει, είναι, ότι η επιχείρηση είναι σε θέση να παράγει "καλά" προϊόντα. Αυτός είναι και ο λόγος που ενώ μια επιχείρηση έχει πιστοποιηθεί, δεν έχει το δικαίωμα να το αναφέρει πάνω στα προϊόντα, τα οποία παράγει.

- Περιορισμένο στο τμήμα ποιότητας.
Η ποιότητα αναμφίβολα είναι έργο, στο οποίο συμμετέχουν όλες οι επιχειρηματικές λειτουργίες. Σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να περιορίζεται στα στενά όρια του τμήματος ποιότητας της επιχείρησης, γιατί τότε είναι σίγουρο ότι η όλη προσπάθεια θα αποτύχει.
- Υποκατάστατο εκπαιδευμένου και σωστά παρακινούμενου προσωπικού.
Ένα σύστημα ποιότητας σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να αντικαταστήσει το προσωπικό της εταιρίας, που είναι άλλωστε υπεύθυνο για την υλοποίησή του και το οποίο επηρεάζει αναμφίβολα περισσότερο από οτιδήποτε άλλο την ποιότητα.

Τα συστήματα ποιότητας προσφέρουν λοιπόν μια πρώτης τάξεως ευκαιρία στις διάφορες εταιρίες να συμπληρώσουν και να τεκμηριώσουν τη διοικητική και λειτουργική τους οργάνωση, προκειμένου να ανταποκριθούν, τόσο στις απαιτήσεις της αγοράς για ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών, όσο και στις βασικές εσωτερικές τους απαιτήσεις για αποτελεσματική λειτουργία και διοίκηση των εκτελούμενων διεργασιών.

1.2 ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΕΝΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

Το σύστημα διασφάλισης ποιότητας απαιτεί μια σειρά εγγράφων, τα οποία περιγράφουν τις κατάλληλες διαδικασίες για τον έλεγχο και διασφάλιση της ποιότητας των προϊόντων και υπηρεσιών. Οι στόχοι και τα μέσα υλοποίησης αυτού κατοχυρώνονται αναλυτικά στα :

- 1) **Εγχειρίδιο διασφάλισης ποιότητας**, το οποίο είναι αναπόσπαστο κομμάτι της τεκμηριωμένης παρουσίασης του συστήματος ποιότητας της εταιρίας. Αναφερόμενοι στην κλασική πλέον συνταγή " προγραμματίσε τι κάνεις, γράψε τι κάνεις, κάνε ότι έχεις γράψει ", το εγχειρίδιο ποιότητας ανταποκρίνεται ακριβώς στο " γράψε τι κάνεις ". Μέσω αυτού προγραμματίζεται και περιγράφεται η πολιτική της εταιρίας για τις λειτουργίες της, οι οποίες επηρεάζουν την ποιότητα. Χρησιμοποιείται για τους ακόλουθους στόχους :
 - Οι εργαζόμενοι γνωρίζουν την πολιτική της ποιότητας και τη χρησιμοποιούν ως οδηγό στις ενέργειές τους.
 - Η διοίκηση αντιλαμβάνεται τι δεσμεύσεις απαιτεί το σύστημα διασφάλισης ποιότητας από μέρους της.
 - Ο φορέας πιστοποίησης χρησιμοποιεί την πολιτική ποιότητας ως σημείο αναφοράς για την εκτίμηση του συστήματος διασφάλισης ποιότητας.
 - Ενεργεί ως βάση για τους πελάτες διασφαλίζοντάς τους, ότι το σύστημα διασφάλισης ποιότητας υπάρχει.
 - Ενεργεί ως εργαλείο " marketing ", το οποίο αποδεικνύει την ύπαρξη ενός συστήματος διασφάλισης ποιότητας, καθώς και τη δέσμευση της διοίκησης στην ποιότητα.

- 2) **Εγχειρίδιο διαδικασιών διασφάλισης ποιότητας.** Εδώ καλύπτεται με λεπτομέρεια η μέθοδος και ο έλεγχος, προκειμένου να διασφαλιστεί η ποιότητα. Το εγχειρίδιο διαδικασιών περιγράφει τις λειτουργίες της εταιρίας και τον τρόπο που ανταποκρίνεται η εταιρία στις απαιτήσεις των προτύπων. Οι διαδικασίες αυτές, οι οποίες συχνά αλληλοκαλύπτονται, περιγράφουν πώς η πολιτική ποιότητας και οι στόχοι της εταιρίας, που αναφέρονται στο εγχειρίδιο ποιότητας, εφαρμόζονται στην πράξη και πώς ελέγχονται. Επίσης παρουσιάζεται η οργανωτική τεχνογνωσία της εταιρίας και όλα τα έντυπα και φόρμες που χρησιμοποιούνται κατά τη λειτουργία του συστήματος ποιότητας. Το εγχειρίδιο αυτό αποτελεί εμπιστευτικό έγγραφο της εταιρίας.
- 3) **Οδηγίες εργασίας (Οδηγίες ποιότητας).** Αυτές χρησιμοποιούνται από διάφορους εργαζόμενους για την εκτέλεση διαφόρων διεργασιών. Εφαρμόζονται η κάθε μία για μία εργασία μόνο και μπορεί να περιλαμβάνουν και ειδικές οδηγίες, προδιαγραφές δοκιμών, μεθόδους διακρίβωσης κ.λ.π. Οι οδηγίες εργασίας υποστηρίζουν τις διαδικασίες στα σημεία που αυτές απαιτούν περιγραφή της θέσης εργασίας ειδικών πληροφοριών και οδηγιών, καθώς και περιγραφή συγκεκριμένων ενεργειών. Περιγράφουν πώς να εκτελούνται οι διάφορες δραστηριότητες, π.χ. πώς γίνεται ο χειρισμός ενός μηχανήματος, πώς γίνεται η σύνταξη ενός ερωτηματολογίου κ.λ.π.

1.3 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

Η μεθοδολογία υλοποίησης της εισαγωγής ενός συστήματος διασφάλισης ποιότητας σε κάθε εταιρία περιλαμβάνει τις ακόλουθες φάσεις :

- **Φάση 1η** : Επιθεώρηση της εταιρίας και καταγραφή της υπάρχουσας κατάστασης.
- **Φάση 2η** : Σχεδιασμός και ανάπτυξη του συστήματος διασφάλισης ποιότητας.
- **Φάση 3η** : Εφαρμογή του συστήματος διασφάλισης ποιότητας και τελική εξέλιξη αυτού κατόπιν οργανωμένων εσωτερικών επιθεωρήσεων.

Αναλυτικότερα, στην πρώτη φάση για την καλύτερη και ακριβέστερη δυνατή εκτίμηση της παρούσης κατάστασης διενεργείται λεπτομερής επιθεώρηση και αξιολόγηση, από την ομάδα εργασίας της συμβούλου εταιρίας, όλων των υπό εφαρμογή διαδικασιών και εντύπων (φόρμες) της επιχείρησης σύμφωνα με τις απαιτήσεις των εκάστοτε προτύπων. Συλλέγεται όλο το έντυπο υλικό, που χρησιμοποιείται και κυκλοφορεί στην εταιρία και προγραμματίζονται συνεντεύξεις με το διοικητικό προσωπικό της εταιρίας, με σκοπό την πληροφόρηση και τη συλλογή στοιχείων, που αποτελούν τη βάση για τη συγγραφή των οργανωτικών και λειτουργικών διαδικασιών του υπό ανάπτυξη συστήματος διασφάλισης ποιότητας. Παραδοτέα της 1ης φάσης αποτελούν τα περιεχόμενα της γραπτής αναφοράς της επιθεώρησης, όπου αναγράφεται αναλυτικά η παρούσα κατάσταση της εταιρίας σε αντιπαράθεση με τις απαιτήσεις του εκάστοτε προτύπου και τις εισηγήσεις της συμβούλου εταιρίας για τελική συμμόρφωση.

Κατά τη 2η φάση, προκειμένου να υλοποιηθούν οι εισηγήσεις συμμόρφωσης της 1ης φάσης, το επιστημονικό προσωπικό της συμβούλου εταιρίας προβαίνει στον προσδιορισμό και τη σύνταξη των απαιτούμενων οργανωτικών και λειτουργικών διαδικασιών και βοηθητικών εντύπων.

Η 3η φάση είναι η πλέον απαιτητική και προϋποθέτει την αφοσίωση της διοίκησης, καθώς και όλου του προσωπικού της εταιρίας. Για την ομαλή και αποτελεσματική αποπεράτωση των απαιτούμενων ενεργειών, η εταιρία τεχνικών συμβούλων αναλαμβάνει ολοκληρωμένο πρόγραμμα ενημέρωσης του προσωπικού της εταιρίας, όπου γίνεται λεπτομερής ανάλυση των υπό εξέλιξη ενεργειών, του σκοπού του έργου, καθώς και των υποχρεώσεων εφαρμογής του συστήματος διασφάλισης ποιότητας από όλους ανεξαιρέτως. Από την αρχή του τρίτου μήνα του προγράμματος η εταιρία θέτει σε εφαρμογή τις ήδη αναπτυχθείσες διαδικασίες και έντυπα, ώστε να δημιουργηθεί η κατάλληλη υποδομή τεκμηρίωσης, εφαρμογής και εξέλιξης του συστήματος διασφάλισης ποιότητας (αρχεία, εκθέσεις επιθεωρήσεων, κατάλογοι, κ.α.) και να μελετηθεί η ομαλή λειτουργία του συστήματος στην εταιρία. Όπου και όταν απαιτείται η εταιρία προβαίνει σε αναθεωρήσεις, αλλαγές και συμπλήρωμα των διαδικασιών.

Η όλη εφαρμογή μπορεί να διαρκέσει από 9 - 12 μήνες, ανάλογα με το μέγεθος και τις ιδιαιτερότητες της επιχείρησης.

Για την επιτυχή ανάπτυξη ενός συστήματος διασφάλισης ποιότητας σε μία επιχείρηση, εκτός από τα απλά, μεθοδικά και σταθερά βήματα, καθώς και την υπομονή και επιμονή, απαιτούνται επίσης στελέχη ικανά και έμπειρα, που θα αναπτύξουν ένα σύστημα ποιότητας απόλυτα λειτουργικό, το οποίο θα πληρεί τις ελάχιστες απαιτήσεις συμμόρφωσης με τα ισχύοντα πρότυπα και ταυτόχρονα θα διασφαλίζει την ανάπτυξη της επιχείρησης. Η εξεύρεση τέτοιων στελεχών είναι δύσκολη και αποτελεί ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα, που καλούνται να αντιμετωπίσουν οι επιχειρήσεις στην πρόθεση τους να εφαρμόσουν κάποιο σύστημα διασφάλισης ποιότητας. Το πρόβλημα αυτό είναι δυνατόν να επιλυθεί με τη συνεργασία τους με αξιόπιστους και έμπειρους ειδικούς συμβούλους ή εξειδικευμένα γραφεία συμβούλων. Οι σύμβουλοι διασφάλισης της ποιότητας πρέπει να επιλέγονται από τη διοίκηση κάθε επιχείρησης με βάση τα ακόλουθα στοιχεία και κριτήρια :

- τεχνογνωσία και εμπειρία ανάπτυξης συστημάτων διασφάλισης ποιότητας.
- γνώση και εμπειρία εφαρμογής εθνικών ή διεθνών τεχνικών κανονισμών, προτύπων, τεχνικών οδηγιών, κ.λ.π. που είναι σχετικά με την ποιότητα.
- εμπειρία στην εφαρμογή συστημάτων διασφάλισης ποιότητας.
- αναπτυγμένες οργανωτικές και διοικητικές ικανότητες.
- εμπειρία στην ανάπτυξη, οργάνωση και υλοποίηση εκπαιδευτικών προγραμμάτων στον τομέα της ποιότητας, τόσο σε διοικητικό επίπεδο, όσο και σε εργατοτεχνικό.
- αναπτυγμένες δυνατότητες επικοινωνίας.
- βαθιά εμπειρία και γνώση στη διοίκηση των επιχειρήσεων, καθώς και των εργαλείων (τεχνικών) που χρησιμοποιούνται.
- βαθιά εμπειρία και γνώση των εργαλείων βελτίωσης της ποιότητας.
- εμπειρία στους τομείς δραστηριοτήτων της ενδιαφερόμενης επιχείρησης.
- αξιοπιστία.
- επαγγελματικό ήθος.
- εχεμύθεια.

Πρέπει να σημειωθεί όμως ότι η συνεργασία με εξειδικευμένους συμβούλους δεν μπορεί να θεωρείται ως μόνιμη και συνεχής λύση για κάθε επιχείρηση. Ως εκ τούτου, στόχος κάθε επιχείρησης πρέπει να είναι η εν παραλλήλω ανάπτυξη ενός τουλάχιστον στελέχους αυτής. Το στέλεχος αυτό στα αρχικά στάδια θα είναι ο συνδετικός κρίκος μεταξύ της επιχείρησης και του συμβούλου και εν συνεχεία θα γίνει ο κύριος υπεύθυνος της ποιότητας στην επιχείρηση, θα αναφέρεται αποκλειστικά στο γενικό διευθυντή της επιχείρησης και θα αποτελέσει τον πυρήνα συνέχισης του προγράμματος ανάπτυξης, εφαρμογής και προετοιμασίας πιστοποίησης του συστήματος διασφάλισης ποιότητας αυτής.

1.4 ΑΙΤΙΕΣ ΑΝΕΠΙΤΥΧΟΥΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΝΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

Ποιοί είναι όμως οι λόγοι που μπορούν να οδηγήσουν στην όχι σωστή και αποτελεσματική εφαρμογή ενός συστήματος ποιότητας ; Για τη φτωχή ποιότητα ευθύνεται κυρίως η διεύθυνση και αυτό γιατί συνήθως είναι δύσκολο να δεχτεί η διεύθυνση μιας εταιρίας, ότι υπάρχει ανάγκη βελτίωσης αν δεν υπάρχει κάποιος ορατός, εξωτερικός συνήθως, κίνδυνος με τη μορφή του ανταγωνισμού. Αν η ποιότητα πρόκειται να βελτιωθεί, η διοίκηση πρέπει να δεσμευτεί σε αυτό το σκοπό και η δέσμευση αυτή να στηρίζεται στην ενεργό συμμετοχή. Οι διευθυντές πρέπει να πείσουν τους εαυτούς τους, ότι θέλουν να βελτιωθεί η ποιότητα και αυτό περιλαμβάνει και αποδοχή του κόπου που απαιτείται.

Επίσης, συχνά και οι εργαζόμενοι αντιστέκονται στις οποιεσδήποτε αλλαγές, συνήθως από άγνοια και φόβο. Οι λέξεις πρόγραμμα βελτίωσης, τους κάνει αμέσως να αναρωτιούνται τι δεν έκαναν καλά, γιατί χρειάζεται βελτίωση, αφού όλα δείχνουν ότι πηγαίνουν καλά και ποια θα είναι η θέση τους από εδώ και πέρα. Ο καθένας μέσα στην εταιρία πρέπει να καταλάβει το ρόλο του στο να γίνει η ποιότητα γεγονός. Οι εργαζόμενοι πρέπει να εμβαθύνουν στις αρχές της διαχείρισης ποιότητας και χρειάζονται τα εργαλεία, που θα τους βοηθήσουν στην πρόληψη και την επίλυση των προβλημάτων στην εργασία τους σε καθημερινή βάση. Ο καθένας πρέπει να είναι σε θέση να καταλάβει τον άλλο σε θέματα ποιότητας, ενώ η κατάλληλη διαρκής επιμόρφωση είναι απαραίτητη.

Υπάρχουν όμως και πολλοί άλλοι λόγοι, για τους οποίους μπορεί να αποτύχει ένα πρόγραμμα ποιότητας. Συνήθως οι υπεύθυνοι παραβλέπουν τα γεγονότα και καθοδηγούνται από τη διαίσθησή τους. Η ποιότητα γίνεται κάτι σα διαφημιστικό τρικ. Αγνοείται το γεγονός, ότι χρειάζεται μια επένδυση σήμερα, η οποία θα φέρει έσοδα αύριο, συχνά δεν δίνεται η απαραίτητη σημασία στο πρόγραμμα ποιότητας και η ποιότητα δεν αντιμετωπίζεται με την πρέπουσα σοβαρότητα μέσα στην επιχείρηση. Ο καθένας θεωρεί ότι οι άλλοι είναι υπεύθυνοι για την ποιότητα και ότι οι άλλοι είναι αυτοί που πρέπει να κάνουν κάτι. Συνήθως για την ποιότητα είναι υπεύθυνο μόνο ένα μέρος των εργαζομένων και στις περισσότερες περιπτώσεις κατηγορούνται οι εργαζόμενοι και όχι οι διαδικασίες για τη φτωχή ποιότητα. Εκτιμώνται λανθασμένες πληροφορίες ή δεν εκτιμάται καθόλου το πρόγραμμα ποιότητας. Όμως η εν μέρει ποιότητα μπορεί να οδηγήσει στην αποτυχία ολόκληρου του προγράμματος ποιότητας.

1.5 ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

Τα συστήματα διασφάλισης ποιότητας απασχόλησαν τον επιχειρηματικό κόσμο της Δύσης τουλάχιστον μία δεκαετία πριν από τον δικό μας ελληνικό επιχειρηματικό κόσμο, που άρχισε να τα ανακαλύπτει στις αρχές της δεκαετίας του 1990. Το γεγονός αυτό από μόνο του σημαίνει ότι ήδη υπάρχει μια σημαντική υστέρηση, που θα καταλήξει σε ανταγωνιστικό μειονέκτημα αν δεν ενταθούν οι ρυθμοί και αν οι ελληνικές επιχειρήσεις δεν αρχίσουν πλέον να σκέφτονται σοβαρά το ζήτημα της ποιότητας. Αξίζει να σημειώσουμε ότι στην Ελλάδα οι πιστοποιούμενες επιχειρήσεις αυξάνουν κάθε χρόνο με εκπληκτική ταχύτητα. Το 1991 πιστοποιήθηκαν από τον ΕΛΟΤ μόνο 3 επιχειρήσεις, το 1992 άλλες 3, το 1993 ο αριθμός των επιχειρήσεων ανήλθε στις 12, το 1994 πιστοποιήθηκαν 35, ενώ το 1995 πιστοποιήθηκαν 70 κ.ο.κ. Η διαδικασία χορήγησης ενός πιστοποιητικού συστήματος διασφάλισης ποιότητας περιλαμβάνει διάφορα στάδια. Η πρωταρχική ενέργεια στην όλη διαδικασία είναι η επιλογή του φορέα πιστοποίησης, από την επιχείρηση, ο οποίος θα αναλάβει την αξιολόγηση του συστήματος διασφάλισης ποιότητας σύμφωνα με τις απαιτήσεις, που θέτει το εκάστοτε πιστοποιητικό. Από τη στιγμή που επιλέγεται ο φορέας πιστοποίησης, σημειώνεται ενδιαφέρον από την επιχείρηση για την αξιολόγηση του συστήματος διασφάλισης ποιότητας από το φορέα. Το επόμενο βήμα είναι να ξεκινήσει ο φορέας πιστοποίησης την επαφή με την εταιρία για τη συλλογή πληροφοριών, οι οποίες έχουν ως στόχο να δώσουν στους επιθεωρητές μία εικόνα του μεγέθους της επιθεώρησης και του βάθους στο οποίο πρέπει να εισέλθουν. Στη συνέχεια ο φορέας πιστοποίησης υποβάλλει μια προσφορά προς την επιχείρηση, η οποία περιλαμβάνει το κόστος της επιθεώρησης και τον κανονισμό πιστοποίησης. Στην περίπτωση που η επιχείρηση αποδεχθεί την προσφορά, ο φορέας πιστοποίησης ζητάει να του αποσταλούν στοιχεία από το σύστημα τεκμηρίωσης της επιχείρησης. Συνήθως το ελάχιστο που αποστέλλεται είναι το εγχειρίδιο ποιότητας και από εκεί και πέρα εναπόκειται στην επιχείρηση να αποφασίσει αν θα στείλει όλο ή τμήμα του συστήματος τεκμηρίωσης. Οι επιθεωρητές αξιολογούν το σύστημα τεκμηρίωσης της επιχείρησης εντοπίζοντας περιοχές, στις οποίες αυτό μπορεί να μη συμμορφώνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πιστοποιητικού και ανάλογα προχωρούν στις απαραίτητες διορθωτικές ενέργειες. Στη συνέχεια, είτε γίνεται επαναξιολόγηση, είτε καθορίζουν την ημερομηνία επιθεώρησης, οπότε θα γίνει επιβεβαίωση του προτύπου, που έχει επιλεγεί. Μετά τις απαραίτητες διορθωτικές ενέργειες, που τυχόν κριθούν σκόπιμες, επιτυγχάνεται η πιστοποίηση. Οι επιθεωρήσεις μπορούν να επαναλαμβάνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα, οπότε ονομάζονται επιθεωρήσεις επιτήρησης ή έχουν τη μορφή ειδικών επιθεωρήσεων, όταν παραστεί ανάγκη.

Στην Ελλάδα, ο κατά νόμο αρμόδιος οργανισμός τυποποίησης είναι ο ΕΛΟΤ, ο οποίος είναι υποχρεωμένος σύμφωνα με τους κοινούς κανόνες της CEN / CENELEC να μεταφέρει τα ευρωπαϊκά αυτά πρότυπα σε εθνικό επίπεδο. Εκτός όμως από τον ΕΛΟΤ, που είναι και ο επίσημος φορέας πιστοποίησης, υπάρχουν και ιδιωτικοί φορείς, οι οποίοι είναι διαπιστευμένοι να χορηγούν πιστοποιητικά π.χ. οι Bureau Veritas Quality International (BVQI), TUV Cert. κ.α. Γενικά, είναι ιδιαίτερου ενδιαφέροντος για την Κοινότητα, η ύπαρξη και αξιόπιστη λειτουργία των προαναφερθέντων οργανισμών. Στις κυβερνήσεις των χωρών - μελών της ΕΟΚ ανήκει η ευθύνη της αναγνώρισης, διαπίστευσης και εξουσιοδότησης των οργανισμών αυτών.

1.6 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΠΑΡΟΧΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΝΑΥΠΗΓΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ

Το εργαστήριο Ναυπηγικής Τεχνολογίας του τμήματος Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών του Ε.Μ.Π. ιδρύθηκε το 1975 και από τότε λειτουργεί στις εγκαταστάσεις της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου. Σκοπός του είναι η διερεύνηση της επίδρασης των υλικών κατασκευής, των μεθόδων ανέγερσης και των συνθηκών λειτουργίας στην αντοχή θαλάσσιων κατασκευών, καθώς και η υδρομηχανική ανάλυση και σχεδιάσή τους. Οι δραστηριότητες του είναι η εκπαίδευση, η βασική και εφαρμοσμένη έρευνα και η παροχή τεχνολογικών υπηρεσιών προς τρίτους. Πιο συγκεκριμένα οι υπηρεσίες, που παρέχει το εργαστήριο είναι οι ακόλουθες :

1. Τυποποιημένες υπηρεσίες :

- Μέτρηση ταλαντώσεων μεταλλικής κατασκευής πλοίων.
- Μέτρηση παραμενουσών τάσεων σε συγκολλητές κατασκευές.
- Μέτρηση της επίδρασης διαφόρων μεθόδων και διαδικασιών συγκόλλησης στις παραμορφώσεις μεταλλικών κατασκευών λόγω συγκόλλησης και πρόταση μεθόδων για την ελαχιστοποίησή τους.

2. Εξειδικευμένες υπηρεσίες :

- Αναλυτικός υπολογισμός των κατανομών παραμενουσών τάσεων σε συγκολλητές κατασκευές.
- Αναλυτικός υπολογισμός της επίδρασης διαφόρων μεθόδων και διαδικασιών συγκόλλησης στις παραμορφώσεις μεταλλικών κατασκευών λόγω συγκόλλησης και πρόταση μεθόδων για την ελαχιστοποίησή τους.
- Μη καταστρεπτικός έλεγχος συγκολλήσεων με ραδιογραφίες και υπερήχους.
- Μελέτη θαλάσσιων κατασκευών από σύνθετα υλικά.
- Υδροδυναμική ανάλυση και μελέτη θαλάσσιων κατασκευών.
- Ανάλυση και βέλτιστη σχεδίαση συστημάτων αγκύρωσης απλών και πολλαπλών κλάδων.
- Προσδιορισμός της δυναμικής συμπεριφοράς εύκαμπτων αγωγών.
- Προσδιορισμός της δυναμικής συμπεριφοράς υγρών σε ταλαντευόμενα δοχεία.
- Προσδιορισμός της ανακτώμενης κυματικής ενέργειας από επιπλέουσες μεμονωμένες ή και αλληλεπιδρώσες κατασκευές.
- Διερεύνηση αιτιών τοπικής αστοχίας ή κατάρρευσης πλωτών κατασκευών.
- Αναλυτικός υπολογισμός ταλαντώσεων μεταλλικής κατασκευής πλοίων.
- Μελέτη συγκρούσεων πλοίων.
- Μελέτη προσαράξεων.
- Μετρήσεις δυναμικών πιέσεων.
- Επιθεωρήσεις και αξιολόγηση κατάστασης μεταλλικής κατασκευής πλοίων.
- Παρακολούθηση, οργάνωση επισκευών και συντήρηση πλοίων.
- Μελέτες προβλημάτων μεταλλικής κατασκευής πλοίων.
- Σύνταξη υπολογιστικών κωδικών για τον προγραμματισμό επισκευών και επιθεωρήσεων πλοίων.
- Οργάνωση τεχνικού τμήματος ναυτιλιακής εταιρίας.

1.7 ΣΚΟΠΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποβλέπει στην ανάπτυξη ενός επαρκούς συστήματος διασφάλισης ποιότητας συγκολλήσεων και διαδικασιών λειτουργίας βασιζόμενο στους κανονισμούς των προτύπων EN 45001, EN 287 - 288 και ISO9001, σύμφωνα με τους οποίους θα εκτελούνται και θα ρυθμίζονται όλες οι διεργασίες, που εκτελούνται στο εργαστήριο, προκειμένου να επιτευχθεί η πιστοποίηση από τον ΕΛΟΤ.

1. Ευρωπαϊκά πρότυπα EN 45000

Η σειρά των ευρωπαϊκών προτύπων EN 45000, η οποία αναπτύχθηκε με σκοπό την προαγωγή της εμπιστοσύνης σε εκείνα τα εργαστήρια, που συμμορφώνονται με αυτά, αποτελείται προς το παρόν από επτά πρότυπα και καλύπτει ευρύ φάσμα θεμάτων. Μπορούμε να διακρίνουμε μία ενότητα τριών προτύπων, που αφορά τα γενικά κριτήρια για εργαστήρια δοκιμών ως προς τη λειτουργία και την αξιολόγηση τους (EN 45001 και EN 45002), καθώς για τους φορείς, που διαπιστεύουν εργαστήρια (EN 45003). Οι τίτλοι των σχετικών προτύπων είναι :

- EN 45001 :** Γενικά κριτήρια για τη λειτουργία των εργαστηρίων δοκιμών.
- EN 45002 :** Γενικά κριτήρια για την αξιολόγηση των εργαστηρίων δοκιμών.
- EN 45003 :** Γενικά κριτήρια για τους φορείς διαπίστευσης εργαστηρίων.

Η δεύτερη ενότητα προτύπων (EN 45011, EN 45012 και EN 45013) ασχολείται με τους φορείς (οργανισμούς) πιστοποίησης προϊόντων, συστημάτων ποιότητας και προσωπικού. Οι τίτλοι των σχετικών προτύπων είναι :

- EN 45011 :** Γενικά κριτήρια για τους φορείς πιστοποίησης που προβαίνουν σε πιστοποίηση προϊόντων.
- EN 45012 :** Γενικά κριτήρια για τους φορείς πιστοποίησης που προβαίνουν σε πιστοποίηση συστημάτων ποιότητας.
- EN 45013 :** Γενικά κριτήρια για τους φορείς που προβαίνουν σε πιστοποίηση προσωπικού.

Τέλος, το έβδομο πρότυπο της σειράς ασχολείται με τα κριτήρια για δήλωση συμμόρφωσης των προμηθευτών. Ο τίτλος του σχετικού προτύπου είναι :

- EN 45014 :** Γενικά κριτήρια για τη δήλωση συμμόρφωσης των προμηθευτών.

Η σειρά των προτύπων EN 45000 είναι έργο της μικτής ομάδας εργασίας για την πιστοποίηση της CEN (Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης) / CENELEC (Ευρωπαϊκή Επιτροπή Ηλεκτροτεχνικής Τυποποίησης) που ανατέθηκε από την Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων και την Ευρωπαϊκή ζώνη ελευθέρων συναλλαγών (ΕΖΕΣ - EFTA European Free Trade Association). Το κείμενο των προτύπων εγκρίθηκε και επικυρώθηκε από τα τεχνικά συμβούλια τόσο της CEN όσο και της CENELEC το 1989.

2. Ευρωπαϊκά Πρότυπα EN 287 & EN 288

Η σειρά των ευρωπαϊκών προτύπων **EN 287**, αναπτύχθηκε με σκοπό την πιστοποίηση των συγκολλητών, με την καταγραφή μιας τυποποιημένης διαδικασίας έγκρισης. Μπορούμε να διακρίνουμε δύο πρότυπα, ανάλογα με το είδος των προς συγκόλληση μετάλλων με τίτλους :

EN 287-1 : Δοκιμασία έγκρισης συγκολλητών - Συγκόλληση με τήξη - Μέρος 1^ο : Χάλυβες.

EN 287-2 : Δοκιμασία έγκρισης συγκολλητών - Συγκόλληση με τήξη - Μέρος 2^ο : Αλουμίνιο και κράματα αλουμινίου.

Η σειρά των ευρωπαϊκών προτύπων **EN 288**, αναπτύχθηκε με σκοπό την έγκριση της καταλληλότητας και των προδιαγραφών των διαδικασιών συγκόλλησης και των δοκιμών των διαδικασιών αυτών. Οι τίτλοι των σχετικών προτύπων είναι :

EN 288-1 : Προδιαγραφή και καταλληλότητα διαδικασιών συγκόλλησης για μεταλλικά υλικά - Μέρος 1^ο : Γενικοί κανόνες για συγκόλληση με τήξη.

EN 288-2 : Προδιαγραφή και καταλληλότητα διαδικασιών συγκόλλησης για μεταλλικά υλικά - Μέρος 2^ο : Προδιαγραφή διαδικασίας συγκόλλησης για ηλεκτροσυγκόλληση.

EN 288-3 : Προδιαγραφή και καταλληλότητα διαδικασιών συγκόλλησης για μεταλλικά υλικά - Μέρος 3^ο : Δοκιμές διαδικασίας συγκόλλησης για την ηλεκτροσυγκόλληση χαλύβων.

EN 288-4 : Προδιαγραφή και καταλληλότητα διαδικασιών συγκόλλησης για μεταλλικά υλικά - Μέρος 4^ο : Δοκιμές διαδικασίας συγκόλλησης για την ηλεκτροσυγκόλληση αλουμινίου και κραμάτων του.

Η σειρά των προτύπων EN 287 & EN 288 είναι έργο της μικτής ομάδας εργασίας για την πιστοποίηση της CEN (Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης) / CENELEC (Ευρωπαϊκή Επιτροπή Ηλεκτροτεχνικής Τυποποίησης) που ανατέθηκε από την Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων και την Ευρωπαϊκή ζώνη ελευθέρων συναλλαγών (ΕΖΕΣ - EFTA European free trade association). Το κείμενο των προτύπων εγκρίθηκε και επικυρώθηκε από τα τεχνικά συμβούλια τόσο της CEN όσο και της CENELEC το 1992. Επικυρώθηκαν από τον ΕΛΟΤ και έτσι έχουν ισχύ ελληνικού προτύπου από το 1996.

3. Διεθνή πρότυπα ISO9000

Η οικογένεια ISO9000 είναι σειρά προτύπων και οδηγιών, που αναπτύχθηκαν από τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης (International Standards Organisation, ISO). Αποτελούν διεθνές κριτήριο ποιότητας, που έχει γίνει αποδεκτό από όλα τα κράτη μέλη της Ε.Ε., αλλά και από άλλες χώρες και έχουν εφαρμογή σε όλες τις μορφές των επιχειρήσεων. Στην Ευρώπη είναι γνωστά και ως **EN2900**. Τα πρότυπα αυτά δίνουν έμφαση στις προληπτικού χαρακτήρα λειτουργίες της διοίκησης της ποιότητας, και καθώς εξελίσσονται ο προληπτικός χαρακτήρας τους γίνεται εντονότερος. Είναι χαρακτηριστικό ότι η πρώτη έκδοση των προτύπων, η έκδοση του 1987 συμπεριλάμβανε την υποχρέωση για διορθωτικές ενέργειες, ενώ η νεότερη έκδοση, που ισχύει σήμερα, κάνει λόγο τόσο για διορθωτικές, όσο και για προληπτικές ενέργειες. Η σειρά αυτών των προτύπων περιλαμβάνει :

- ISO9000** : Οδηγίες για επιλογή και χρήση.
- ISO9001** : Απαιτήσεις για σχεδιασμό - ανάπτυξη, παραγωγή εγκατάσταση και εξυπηρέτηση πελατών.
- ISO9002** : Απαιτήσεις για παραγωγή και εγκατάσταση.
- ISO9003** : Απαιτήσεις για τελικό έλεγχο και επιθεώρηση.
- ISO9004** : Βασικές έννοιες και εφαρμογές οδηγός για διοίκηση ποιότητας και ποιότητα.

Παρατηρούμε λοιπόν ότι το ISO9001 έχει τον πιο ολοκληρωμένο σκοπό, αφού διασφαλίζει τη συμμόρφωση της παραγωγής από το σχεδιασμό - μελέτη του προϊόντος - υπηρεσίας, συνεχίζει με την παραγωγή προϊόντος - παροχή έργου, τη συντήρηση εξοπλισμού, τον ποιοτικό έλεγχο και την υποστήριξη των πελατών.

Το ISO9002 είναι υπόδειγμα για τη διασφάλιση ποιότητας στην παραγωγή και εγκατάσταση, καλύπτει δηλαδή ότι και το ISO9001 πλην των απαιτήσεων σχεδιασμού και μελέτης. Το πρότυπο αυτό είναι εκείνο, που έχει μεγαλύτερη εφαρμογή στις ελληνικές εταιρίες.

Το ISO9003 διαφοροποιείται σημαντικά από τα δύο προηγούμενα πρότυπα και αναφέρεται μόνο σε τελικούς ελέγχους και δοκιμές, με αποτέλεσμα να έχει αξιοσημείωτα χαμηλότερες απαιτήσεις προς συμμόρφωση.

Τέλος, υπάρχει και το ISO9004 το οποίο αποτελεί οδηγίες για βελτίωση της ποιότητας με τη μορφή προτύπου και δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο στο εξωτερικό.

Η παρούσα διπλωματική εργασία περιλαμβάνει τις ακόλουθες ενότητες :

- Εισαγωγή στη **Διασφάλιση Ποιότητας (ΔΠ) Συγκολλήσεων**.
- **Εγχειρίδιο Συγκολλήσεων (Ε.Σ.)** του εργαστηρίου συγκολλήσεων του Ε.Μ.Π. που περιλαμβάνει τις **Οδηγίες Εργασίας (Ο.Ε.)** που πρέπει να εφαρμόζονται για την ασφάλεια και την ποιότητα των συγκολλήσεων στο εργαστήριο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ

2.1.1 Σύντομη Ιστορική Ανασκόπηση

Από τα τέλη του περασμένου αιώνα οι ανθρώπινες δραστηριότητες αναπτύχθηκαν σε όλους τους τομείς με περισσότερη έμφαση στον τομέα των κατασκευών. Νέα υλικά άρχισαν να εμφανίζονται και η χρήση των μεταλλικών κατασκευών επεκτάθηκε σε ολοένα και περισσότερες εφαρμογές. Όπως ήταν φυσικό παρατηρήθηκε μια ραγδαία εξέλιξη και στις διάφορες μεθόδους συγκόλλησης, οι οποίες εφαρμόζονται για την συνένωση των μετάλλων.

Η πρώτη χρήση ηλεκτρικού τόξου μεταξύ ηλεκτροδίων άνθρακα για τήξη μετάλλων έγινε το 1881 από τον Moissan στην Γαλλία. Τέσσερα χρόνια αργότερα το 1885 εκδόθηκε Γερμανικό δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας για συγκόλληση με ηλεκτρόδιο άνθρακα, στο όνομα Bernardos στην Ρωσία.

Το 1892 διεξάγονται τα πρώτα πειράματα συγκόλλησης με μεταλλικά ηλεκτρόδια, από τον Ρώσο Slavianoff. Τρία χρόνια αργότερα το 1895 έγινε η ανακάλυψη του καυστήρα οξυγόνου - ασετιλίνης, από τον Γάλλο Le Chatellier. Ο Σουηδός Kjellberg έκανε την πρώτη χρήση επενδεδυμένων ηλεκτροδίων το 1907.

Στα επόμενα χρόνια οι διάφορες μέθοδοι συγκόλλησης βρίσκουν πρόσφορο έδαφος στην Αμερική.

Το 1930 γίνεται η συγκόλληση βυθισμένου τόξου και η συγκόλληση με προστασία αερίου και ηλεκτρόδιο βολφραμίου από τους Hodart και Dever. Ακολουθεί η συγκόλληση με προστασία αερίου και μεταλλικό ηλεκτρόδιο, GMAW το 1946. Στην Αμερική γίνεται και η κοπή με τόξο πλάσματος το 1955.

Αξιοσημείωτη είναι βέβαια και η ανακάλυψη, στην Ρωσία το 1950, της αυτόματης κατακόρυφης συγκόλλησης electrosлаг.

2.1.2 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα των Συγκολλητών σε Σχέση με τις Καρφωτές Κατασκευές

Σε σχέση με τις καρφωτές κατασκευές, οι συγκολλητές παρουσιάζουν τα ακόλουθα **πλεονεκτήματα** :

- Η αντοχή της σύνδεσης μπορεί να φτάσει το 100% της αντοχής του βασικού μετάλλου.
- Επιτυγχάνεται πλήρης στεγανότητα της σύνδεσης, τόσο υδατοστεγανότητα όσο και αεροστεγανότητα.
- Παρατηρείται οικονομία υλικού και ελάττωση του βάρους της κατασκευής.
- Δεν υπάρχουν περιορισμοί στο πάχος των υπό σύνδεση ελασμάτων.
- Η απλούστευση της κατασκευής.
- Σημαντική μείωση του χρόνου και του κόστους της κατασκευής.

Τα **μειονεκτήματα** που παρατηρούνται είναι τα ακόλουθα :

- Παρατηρείται δυσκολία στη σύλληψη ρωγμών, οι οποίες στις καρφωτές κατασκευές σταματούν στο πέρας του ελάσματος.
- Πιθανότητα ύπαρξης σφαλμάτων, όπως πόροι, εγκλείσματα, ρωγμές, κ.λ.π.
- Υπάρχει δυσκολία στην συγκόλληση ορισμένων μετάλλων όπως των χαλύβων υψηλής αντοχής, του τιτανίου, κ.λ.π.

- Οι υπάρχουσες μέθοδοι μη καταστρεπτικού ελέγχου συγκολλήσεων δεν παρέχουν 100% αξιοπιστία.
- Μετά την συγκόλληση έχουμε παραμένουσες τάσεις και παραμορφώσεις, οι οποίες επιδρούν στα φαινόμενα της θραύσης, του λυγισμού, κ.λ.π.

2.1.3 Ταξινόμηση των Μεθόδων Συγκόλλησης

Διακρίνονται πέντε μεγάλες κατηγορίες μεθόδων ένωσης μετάλλων :

- 1) Συγκόλληση με τήξη (fusion welding), όπου προσδίδεται θερμότητα στα υπό ένωση μέταλλα μέχρι να συμβεί σύντηξη. Δεν απαιτείται η εφαρμογή εξωτερικής πίεσης. Σαν παράδειγμα αναφέρονται η ηλεκτροσυγκόλληση με τόξο, η συγκόλληση με αέριο, με δέσμη ηλεκτρονίων, και με ακτίνες λέιζερ.
- 2) Συγκόλληση με ηλεκτρική αντίσταση (electric - resistance welding), όπου πρώτα προσδίδεται θερμότητα με τη βοήθεια ηλεκτρικού ρεύματος που περνά από τα υπό ένωση μέταλλα (φαινόμενο Joule), και μετά εφαρμόζεται εξωτερική πίεση. Παραδείγματα τέτοιων συγκολλήσεων είναι η συγκόλληση κατά σημεία, κατά εξοχές, κ.λ.π.
- 3) Συγκόλληση σε στερεά φάση (solid – phase welding), όπου εφαρμόζεται εξωτερική πίεση χωρίς όμως προηγούμενη τήξη των υπό συγκόλληση μετάλλων, εκτός από ένα πολύ λεπτό στρώμα κοντά στις επιφάνειες συγκόλλησης. Τέτοιες είναι η συγκόλληση με τριβή, η συγκόλληση με διάχυση, κ.λ.π.
- 4) Ετερογενής συγκόλληση ή ένωση σε υγρή – στερεά φάση (liquid - solid phase joining), όπου τα υπό ένωση μέταλλα θερμαίνονται μέχρι να αποκτήσουν θερμοκρασία μικρότερη του σημείου τήξης τους και συγχρόνως προστίθεται διαφορετικό μέταλλο (χαμηλότερου σημείου τήξης) σε υγρή κατάσταση, έτσι ώστε μετά από την απόψυξη να δημιουργηθεί η ένωση σε στερεή κατάσταση. Σαν παράδειγμα αναφέρουμε την ετερογενή συγκόλληση με φλόγα, με ηλεκτρικό τόξο, με επαγωγή, και κόλληση (καλάι) .
- 5) Ένωση με κόλλα (adhesive bonding), όπου οι ενώσεις δημιουργούνται σαν αποτέλεσμα της μοριακής έλξης μεταξύ των προς ένωση επιφανειών και της κόλλας. Παραδείγματα είναι οι ζωικές και φυτικές κόλλες, το τσιμέντο, τα ασφαλτικά και διάφορα πλαστικά προϊόντα.

Στην συνέχεια θα ασχοληθούμε μόνον με τις μεθόδους ένωσης μετάλλων που αφορούν την συγκόλληση με τήξη.

2.1.4 Γενικές Αρχές Συγκόλλησης με Τήξη

Για τη σωστή πραγματοποίηση της συγκόλλησης με τήξη απαιτείται η τήρηση ορισμένων κατάλληλων συνθηκών. Η σημαντικότερη από αυτές είναι η πρόσδοση θερμότητας στην ένωση, έτσι ώστε να γίνει δυνατή η συγκόλληση των μετάλλων με σύντηξη. Η παραγωγή της θερμότητας αυτής μπορεί να γίνει είτε με χημικό (φλόγα, εξωθερμική χημική αντίδραση) είτε με ηλεκτρικό τρόπο (ηλεκτρικό τόξο).

Η δεύτερη συνθήκη για την ικανοποιητική ένωση δύο επιφανειών είναι η απουσία οξειδίων και άλλων ακαθαρσιών. Ο καθαρισμός των επιφανειών πριν από την συγκόλληση, αν και επιβοηθητικός, δεν επαρκεί, οπότε είναι απαραίτητη η απομάκρυνση των αλλοιωμένων από τις ακαθαρσίες λεπτών στρωμάτων υλικού από την ίδια τη μέθοδο συγκόλλησης. Αυτό επιτυγχάνεται με τη βοήθεια της χημικής δράσης της σκόνης (flux) ή των εκτοξεύσεων (spattering) του ηλεκτρικού τόξου.

Μετά την απομάκρυνση των αλλοιωμένων αυτών στρωμάτων, πρέπει να αποφευχθεί η επαναδημιουργία τους που μπορεί να συμβεί από τον ατμοσφαιρικό αέρα. Για τον έλεγχο της χημικής αυτής αλλοίωσης χρησιμοποιούνται διάφορα μέσα, όπως αδρανή αέρια ή εξαέρωση της επένδυσης των ηλεκτροδίων, που προστατεύουν το τηγμένο μέταλλο από τον περιβάλλοντα αέρα. Ακόμα είναι δυνατή η εκτέλεση της συγκόλλησης σε κενό αέρα (συγκόλληση με δέσμη ηλεκτρονίων).

Τέλος, επιβάλλεται ο έλεγχος της μεταλλουργικής αλλοίωσης που μπορεί να υποστεί η περιοχή της ένωσης από τις μεταβολές θερμοκρασίας που συνοδεύουν τη συγκόλληση.

2.2. ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ

2.2.1 Γιατί Είναι Απαραίτητη η Διασφάλιση Ποιότητας

Οι συγκολλήσεις και το βασικό μέταλλο παρουσιάζουν ρωγμές για πολλούς λόγους. Τα εγκλείσματα και οι πόροι που δημιουργούνται καθιστούν κάποιες ενώσεις ακατάλληλες. Η παραμόρφωση κάνει τις κατασκευές άχρηστες αν δεν υποστούν δαπανηρή επανεπεξεργασία. Χρησιμοποιούνται ακατάλληλα αναλώσιμα ή οι προδιαγραφόμενες φυσικές και μεταλλουργικές ιδιότητες δεν επιτυγχάνονται. Τέτοια προβλήματα παρουσιάζονται καθημερινά στη Βιομηχανία που χρησιμοποιεί συγκολλήσεις μετάλλων όπως είναι κατεξοχήν η Ναυπηγική. Συνέπεια όλων των παραπάνω είναι η απώλεια χρόνου, φήμης και κυρίως χρημάτων. Άρα λοιπόν η Ναυπηγική Βιομηχανία είναι ένας τομέας που πολλά προβλήματα θα μπορούσαν να αποφευχθούν με την εφαρμογή συστημάτων Ποιοτικού Ελέγχου και Διασφάλισης Ποιότητας.

Στο κεφάλαιο αυτό θα περιγραφούν τα κύρια στοιχεία και οι βασικές κατευθυντήριες γραμμές για τη Διασφάλιση Ποιότητας των συγκολλήσεων, ακολουθώντας τις γενικές αρχές των Κανονισμών ISO 9000 - 9004 και των Ευρωπαϊκών Προτύπων EN 287-1, 287-2, 288-1, 288-2, 288-3, 288-4.

2.2.2 Από Πού Αρχίζει η Διασφάλιση Ποιότητας

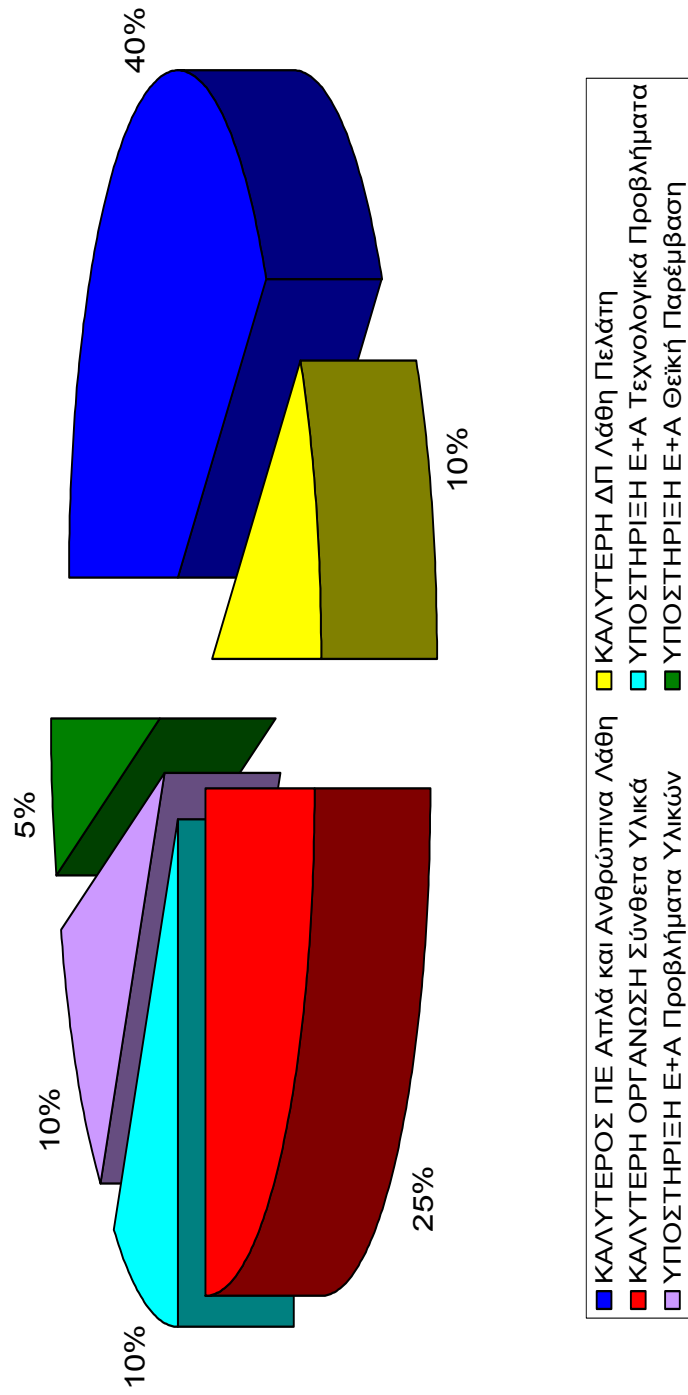
Πρώτα από όλα ο κατασκευαστής πρέπει να διευκρινίσει που παρουσιάζονται τα **προβλήματα** :

- Στο σχεδιασμό.
- Στις προδιαγραφές.
- Στις προμήθειες.
- Στα υλικά.
- Στην παραγωγή.
- Στην ανέγερση.
- Στον έλεγχο.

Τα ακόλουθο γράφημα (**Γράφημα 1**) εικονογραφεί την ανάλυση των περιοχών που παρουσιάζονται τα προβλήματα σε μια βρετανική εταιρία κατασκευής δοχείων πίεσης. Αντίστοιχη εικόνα παρουσιάζουν και πολλές άλλες εταιρίες, ανά τον κόσμο. Ταυτόχρονα παρουσιάζονται και προτάσεις για την ελαχιστοποίηση και την αποφυγή των προβλημάτων αυτών.

Βέβαια, οι συγκολλήσεις παρουσιάζουν σημαντικές ιδιαιτερότητες που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Η διερεύνηση της κατανομής των προβλημάτων και ειδικά των αιτιών τους είναι μια μελέτη αρκετά δύσκολη αλλά, πολύ περισσότερο, σημαντική.

ΓΡΑΦΗΜΑ 1



2.2.3 Η Ευθύνη του Αγοραστή

Η μεγαλύτερη πρόοδος στην επιτυχία και λειτουργία κατασκευών με ασφαλείς και αξιόπιστες συγκολλήσεις, μέσω των αρχών Ποιοτικής Διασφάλισης, υπήρξε στις βιομηχανίες εκείνες που ο αγοραστής - ο πελάτης - είχε τη σοφία να αναγνωρίσει τα πραγματικά οφέλη που απορρέουν από μια πολιτική Διασφάλισης Ποιότητας. Οι υποχρεώσεις ενός αγοραστή είναι εφάμιλλες με αυτές που αναφέρθηκαν σχετικά με τον κατασκευαστή. Εξίσου σημαντική είναι η ανάγκη να αναγνωρίζει ο αγοραστής ότι οι βελτιώσεις αξίζει να πληρωθούν και πως είναι απαραίτητο η ποιότητα να απορροφήσει το ανάλογο κόστος. Δηλαδή θα πρέπει να ενθαρρύνει τους προμηθευτές του να αναπτύξουν καλύτερες και πιο αξιόπιστες μεθόδους Ποιοτικού Ελέγχου. Είναι επίσης σημαντικό ο πελάτης να αναγνωρίσει πως η ελλιπής από την πλευρά του τεκμηρίωση των απαιτήσεων του οδηγεί σε πτωχή ποιότητα. Αυτό εξάλλου φαίνεται από το παραπάνω γράφημα, όπου το 10 % των λαθών οφείλεται σε τέτοιες ελλείψεις.

2.2.4 Η Διοικητική Ευθύνη

Είναι, όπως αναφέραμε ήδη, γενικά αποδεκτό ότι η πλειονότητα των λαθών και των αστοχιών δεν είναι λάθη που οφείλονται στον ανθρώπινο παράγοντα αλλά και στο κακό management. Κατά τη διάρκεια των εργασιών πολλών σεμιναρίων του Βρετανικού Ινστιτούτου Διοίκησης (British Institute of Management), με θέμα τα προβλήματα ποιότητας στη βιομηχανία, προέκυψε ο ακόλουθος πίνακας. Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει τα κόστη των ποιοτικών αστοχιών σε συνάρτηση με την αιτία τους, όπως αυτά αναφέρθηκαν από τους συμμετέχοντες-εργαζόμενους σε μεγάλο φάσμα βιομηχανιών.

Πίνακας 1

Κατανομή των Ποιοτικών Αστοχιών όπως προέκυψαν από Εννιά Σεμινάρια Διοίκησης στη δεκαετία του '60.

Αιτίες	Αριθμός των αστοχιών ανάλογα με το κόστος σε στερλίνες						
	100000	50000	25000	10000	<10000	Σύνολο	%
Ανθρώπινα Λάθη	2,5	0,5	2,0	6,0	3,5	14,5	12
Εσφαλμένες Με-θοδοι Ελέγχου	1,5	0,5	2,5	3,0	5,5	12,5	10
Ελλιπής/Λάθος Προδιαγραφή	3,2	1,0	2,5	7,0	6,0	19,7	16
Έλλειψη Πιστοποίησης	7,2	3,5	7,5	14,3	11,0	43,5	36
Κακός Προγ/μος και Συντονισμός	2,2	2,0	1,3	7,0	4,5	17,0	14
Απρόοπτα	2,5	0,0	0,7	2,0	5,0	10,0	8
Διάφορα Άλλα	0,5	2,5	1,5	0,0	0,0	4,5	4
Σύνολο	19,6	10,0	18,0	39,3	35,5	122,4	100
	16%	8%	15%	32%	29%	100%	

Από τα παραπάνω αποτελέσματα (που διαφέρουν λίγο από τα αντίστοιχα που είδαμε στο Γράφημα 1), είναι φανερό πως οι σημαντικότερες αιτίες προβλημάτων ποιότητας είναι η « έλλειψη πιστοποίησης » διαδικασιών, μεθόδων, σχεδιασμού κ.λ.π., οι « ελλιπείς προδιαγραφές » και ο « κακός προγραμματισμός », που είναι αρμοδιότητα και ευθύνη της διοίκησης. Τα διοικητικά λάθη φτάνουν στο ποσοστό του 66% ενώ τα « ανθρώπινα λάθη » είναι μόλις 12% του συνολικού ποσοστού. Αν προσθέσουμε και τα λάθη που οφείλονται στις « εσφαλμένες μεθόδους ελέγχου », που συχνά είναι θέμα της διοίκησης, η διοικητική ευθύνη φτάνει το 76%.

Κύρια λειτουργία της διοίκησης είναι η αναζήτηση και ανάλυση των βασικών αιτιών και θα πρέπει να απασχολεί κατάλληλο και εξειδικευμένο προσωπικό για το σκοπό αυτό. Η λίστα που ακολουθεί αποτελείται από μερικές βασικές και ριζικές αιτίες έτσι όπως καταγράφηκαν σε μια μελέτη που έγινε το 1979-1980 κατά την οποία ερωτήθηκαν σχετικά είκοσι υπεύθυνοι τμημάτων διασφάλισης ποιότητας, κατασκευαστών και αγοραστών :

- Έλλειψη προγραμματισμού.
- Υπερβολικός φόρτος εργασίας.
- Πιέσεις της παραγωγής στην ποιότητα.
- Έλλειψη ουσιαστικού ρόλου του προσωπικού ποιότητας.
- Φτωχός παραγωγικός εξοπλισμός.
- Ακατάλληλος έλεγχος κατά την παραγωγή και τελικός.
- Έλλειψη ξεκάθαρων συστημάτων ποιοτικού ελέγχου.
- Ακατάλληλη διοίκηση, λάθος κατευθύνσεις, κακός έλεγχος.
- Ακατάλληλη διατύπωση προδιαγραφών.
- Ελλιπής έλεγχος εργολάβων.
- Έλλειψη καθημερινής εφαρμογής ΔΠ.
- Ελλιπείς προδιαγραφές πελάτη και απαιτήσεις συμβολαίου.
- Αδιάφορο εργατικό δυναμικό.
- Αδιαφορία των μεσαίων στελεχών της διοίκησης.
- Ακατάλληλο προσωπικό ΔΠ.
- Άποψη ότι η ποιότητα είναι ακριβή.

2.2.5 Η Ευθύνη του Σχεδιαστή-Μελετητή

Λεπτομερής εξέταση των αστοχιών σε μεταλλικές κατασκευές, συμπεριλαμβανομένων των αστοχιών συγκόλλησης, δείχνει ότι το 80% αυτών προέρχεται από λάθη στη σχεδίαση ή τουλάχιστον θα μπορούσε να αποφευχθεί αν γινόταν πιο προσεκτική σχεδίαση. Ο σχεδιασμός, εδώ, περιλαμβάνει την επιλογή των υλικών, τις σχεδιαστικές λεπτομέρειες, καθώς επίσης και τον αρχικό σχεδιασμό, τους υπολογισμούς και την καταλληλότητα των προδιαγραφών.

Επίσης, μεγάλης σημασίας στη διασφάλιση του σχεδιασμού είναι η δυνατότητα επιθεώρησης και ελέγχου, δηλαδή η εξασφάλιση της δυνατότητας επιθεώρησης και ελέγχου μιας συγκόλλησης, για παράδειγμα, και κατά τη διάρκεια της παραγωγής, αλλά και κατά τη συντήρηση.

Μια από τις τεχνικές διασφάλισης ποιότητας που χρησιμοποιείται στο στάδιο του σχεδιασμού είναι η ανασκόπηση του σχεδιασμού :

Η ανασκόπηση του σχεδιασμού είναι η συστηματική κριτική μελέτη σε διάφορα επίπεδα από ειδικούς, όχι απαραίτητα άμεσα σχετικούς με το σχεδιασμό, που θα παρέχουν διασφάλιση ότι το τελικό σχέδιο θα ικανοποιεί τις προδιαγραφές.

Οι παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη σε μια τέτοια ανασκόπηση είναι οι ακόλουθοι :

- Πληρότητα των εισερχόμενων δεδομένων (inputs).
- Καταλληλότητα των όποιων υποθέσεων έγιναν.
- Καταλληλότητα των μεθόδων σχεδιασμού.
- Σωστή εναρμόνιση των εισερχόμενων δεδομένων.
- Καταλληλότητα των εξερχόμενων δεδομένων (outputs).
- Τα απαραίτητα δεδομένα σχεδιασμού και τις απαιτήσεις επαλήθευσης των εμπλεκόμενων οργανισμών που προδιαγράφονται σχετικά με το σχεδιασμό, ή βοηθητικά διαδικασιών ή οδηγιών.
- Βιωσιμότητα του έργου.

Ανασκοπήσεις μπορεί να γίνονται σε διάφορα στάδια του σχεδιασμού (αρχικό, ενδιάμεσο, τελικό) και από άτομα από διάφορα σχήματα (σχεδιασμό, ΔΠ, παραγωγή, οικονομικό, μάρκετινγκ, νομικό, προσωπικού) ανάλογα με το προϊόν και το στάδιο που αυτό βρίσκεται. Πριν από την ανασκόπηση θα πρέπει να υπάρχει ένας κατάλογος των στοιχείων που είναι απαραίτητο να ελεγχθούν ή να ληφθούν υπόψη.

2.2.6 Επιστημονικές Σχέσεις με το Σχεδιασμό

Ο ρόλος του σχεδιαστή, όσον αφορά στις συγκολλήσεις, είναι ο ακόλουθος :

- Να προσδιορίζει τις απαιτήσεις λειτουργίας και υλικού και να τις συνδυάζει με προδιαγραφές και απαιτήσεις σχετικών κανονισμών και προτύπων.
- Να μεταφράζει τα παραπάνω σε κατασκευαστικά σχέδια και προδιαγραφές, ενσωματώνοντας τεχνοοικονομικά στοιχεία, τεχνικές προδιαγραφές για την παραγωγή και την ποιότητα, καθώς και τεχνογνωσία αξιοπιστίας κατασκευών και τεχνολογικών βελτιώσεων.
- Να καθορίζει κατασκευαστικές ανοχές και όρια αποδοχής.
- Να σχεδιάζει έτσι την κατασκευή και τις προς συγκόλληση ενώσεις ώστε να υπάρχει πρόσβαση για εργασία και έλεγχο.
- Να μελετά τα παραπάνω λαμβάνοντας υπόψη οικονομικούς και οργανωτικούς περιορισμούς.

Ο ρόλος αυτός, λοιπόν, είναι σημαντικότερος και, για την εξασφάλιση της επιτυχίας του, είναι σκόπιμο να γίνονται επανεξετάσεις του σχεδιασμού, και μάλιστα σε περισσότερα από ένα στάδια. Για παράδειγμα, θα μπορούσαν να ακολουθηθούν τα εξής στάδια :

- Καθορισμός προϊόντος (προμελέτη).
- Βασικός σχεδιασμός (κύρια μελέτη).
- Λεπτομερειακός σχεδιασμός (κατασκευαστικά σχέδια, διαδικασίες, φασεολογία, κ.λ.π.).

Οι επανεξετάσεις αυτές θα πρέπει να γίνονται από κύκλους στελεχών, στους οποίους θα συμμετέχουν αντιπρόσωποι των τμημάτων πωλήσεων, ΠΕ/ΔΠ, παραγωγής, συγκολλήσεων, προμηθειών κ.λ.π. Και βέβαια ένας ανεξάρτητος σχεδιαστής για να δώσει μια αντικειμενική, όσο το δυνατόν ανεπηρέαστη, γνώμη.

Ο στόχος των επανεξετάσεων αυτών θα πρέπει να είναι :

- Να διασφαλίσουν ότι ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του πελάτη.
- Να αξιοποιηθεί προηγούμενη εμπειρία.
- Να επανεξετασθούν οι απαιτήσεις συγκολλήσεων, ελέγχου και δοκιμών.
- Να διευκρινισθούν λεπτομέρειες που αφορούν την παραγωγή.
- Να διευκρινισθούν οι απαιτήσεις των νέων μεθόδων.
- Να καταγραφούν οι αποφάσεις και οι αιτίες τους.

Θα πρέπει να τονισθεί, για το σχεδιασμό των συγκολλήσεων, η σημασία της συνεργασίας του σχεδιαστή-μελετητή με το μηχανικό συγκολλήσεων. Ο δεύτερος πρέπει να ενημερώνει τον πρώτο για τις διαθέσιμες τεχνολογικές βελτιώσεις, ενώ ο ίδιος θα πρέπει να είναι πάντα έτοιμος να προσαρμοστεί και να αξιοποιήσει τις όποιες εξελίξεις στις μεθόδους ή τα υλικά, προσφέροντας στο μελετητή τη δυνατότητα να βελτιώσει το αποτέλεσμα της δουλειάς του. Και πέρα από αυτό, η σωστή συνεργασία μελέτης και παραγωγής είναι ο μόνος τρόπος βελτίωσης και διασφάλισης ποιότητας.

Ανεπαρκής είναι η προσοχή που δίνεται κατά το σχεδιασμό στη δυνατότητα πρόσβασης στο σημείο συγκόλλησης. Είναι επόμενο, όταν ο συγκολλητής δε χωράει και δε βλέπει να κολλήσει, η ποιότητα της συγκόλλησης να είναι χαμηλή. Η ανάγκη για μοντέλο υπό κλίμακα για αποφυγή αυτών των μειονεκτημάτων ίσως να είναι ακραία, αλλά σίγουρα είναι δυνατό να προσεχθεί αυτό το θέμα και με πιο απλό τρόπο. Η πρόσβαση στο σημείο συγκόλλησης δεν έχει διασφαλισθεί αν δε ληφθούν υπόψη τα ακόλουθα :

- Χώρος για να εργασθεί ο συγκολλητής.
- Οπτικό πεδίο (για τις μη αυτόματες μεθόδους).
- Μέθοδος συγκόλλησης (αν γίνεται με το ένα χέρι ή και με τα δύο - απαιτήσεις χειρισμού του ηλεκτροδίου κ.λ.π.)
- Εξοπλισμός της μεθόδου (μπορεί για παράδειγμα ο εξοπλισμός της MIG να μην είναι συμβατός με το διαθέσιμο για μια συγκόλληση χώρο).

Για τις περισσότερες από τις συγκολλήσεις χειρός, ένας σχεδιαστής πρέπει να έχει υπόψη του ότι ο αναγκαίος χώρος για το κεφάλι και το οπτικό πεδίο του συγκολλητή είναι μια σφαίρα 300 mm και ότι τα μάτια του συγκολλητή βρίσκονται 100 mm κάτω από την κορυφή αυτής της σφαίρας. Η συγκόλληση δε θα πρέπει να είναι πιο μακριά από 600 mm από τα μάτια του συγκολλητή, ενώ το σώμα του μπορεί να υπολογίζεται με μια διάμετρο 450 mm.

2.2.7 Έλεγχος Προμηθειών και Υλικών

Ρόλος του τμήματος προμηθειών και υλικών είναι να παραγγέλνει τα υλικά (τα ελάσματα και τις μορφοδοκούς) και τα αναλώσιμα των συγκολλήσεων, που καθορίζουν ο σχεδιαστής ή ο μηχανικός, στην καλύτερη ποιότητα και τιμή και την κατάλληλη χρονική στιγμή.

Ο ακριβής καθορισμός των απαιτήσεων σχετικά με τα υλικά δεν είναι απλός. Θα πρέπει το Εργαστήριο να εκδίδει τις προδιαγραφές των ελασμάτων, για παράδειγμα, ώστε να ορίζεται η απαιτούμενη ποιότητα πολύ συγκεκριμένα. Είναι εξίσου σημαντικό να επιλέγονται συστηματικά οι προμηθευτές με βάση συγκεκριμένα κριτήρια ποιότητας, όπως το πιστοποιημένο σύστημα ΔΠ. Ο έλεγχος των υλικών, πάντως, κατά την παραλαβή, θα πρέπει να υπάρχει.

Πρέπει να τονισθεί ότι τα **αναλώσιμα** των συγκολλήσεων έχουν έναν από τους κυριότερους ρόλους στην επιτυχία της συγκόλλησης. Συνεπώς, και η προμήθεια και η συντήρησή τους θα πρέπει να προσεχθούν ανάλογα.

Μια από τις σημαντικότερες αιτίες προβλημάτων στις συγκολλήσεις είναι η **παρουσία υδρογόνου**. Η αποφυγή των προβλημάτων αυτών επιτυγχάνεται με τη χρήση αναλώσιμων καλής ποιότητας και την καλή συντήρηση. Ανάλογα με το είδος του αναλώσιμου, απαιτείται και προετοιμασία του πριν από τη χρήση, που μπορεί να είναι η θέρμανσή του στους 450°C και αποθήκευσή τους στους 150°C ή απλή συντήρησή τους στη συσκευασία τους.

Η **αποθήκη** των αναλώσιμων (κυρίως των ηλεκτροδίων) θα πρέπει να τηρεί αρχείο για όλες τις εισόδους και εξόδους υλικού. Επίσης, πρέπει να επιστρέφονται οπωσδήποτε τα αχρησιμοποίητα ηλεκτρόδια και να στεγνώνονται ώστε να μην υπάρχει ο κίνδυνος κάποιο ξεχασμένο ηλεκτρόδιο να χρησιμοποιηθεί κατά λάθος από την επόμενη βάρδια.

2.2.8 Πιστοποίηση Καταλληλότητας Διαδικασιών και Ικανοτήτων Συγκολλητών

Η απαίτηση της πιστοποίησης της καταλληλότητας των διαδικασιών και των ικανοτήτων των συγκολλητών χρονολογείται από τα πρώτα χρόνια χρήσης των συγκολλήσεων, κυρίως ως προς το δεύτερο σκέλος της. Όλοι οι τεχνικοί κανονισμοί συγκολλήσεων απαιτούν πιστοποίηση των διαδικασιών συγκόλλησης πριν την εκτέλεση της. Το γεγονός αυτό είναι απολύτως συμβατό με τη ζητούμενη διασφάλιση ποιότητας στις συγκολλήσεις. Η περιπλοκότητα των συγκολλήσεων έχει προκαλέσει γρηγορότερη εφαρμογή των αρχών της ΔΠ στις κατεργασίες αυτές.

Η **πιστοποίηση των διαδικασιών**, βέβαια, δεν είναι κάτι απλό επειδή οι μεταβλητές που επηρεάζουν την ποιότητα των συγκολλήσεων είναι πολλές. Οι απαιτούμενες δοκιμές για την πιστοποίηση των διαδικασιών δεν μπορούν να έχουν απεριόριστο αριθμό. Έτσι οι μεταβλητές αυτές χωρίζονται σε ουσιώδεις και μη ουσιώδεις και έχουν καθοριστεί και περιοχές τιμών τους για τις οποίες δεν υπάρχει ανάγκη νέας πιστοποίησης.

Ο **προγραμματισμός των δοκιμών διαδικασιών** συγκόλλησης είναι σημαντικός για να επιτευχθεί η κάλυψη όλων των συγκολλήσεων ενός έργου με τις λιγότερες δοκιμές.

Παρόμοιες δοκιμές γίνονται με σκοπό την **πιστοποίηση της ικανότητας των συγκολλητών**. Αυτή ισχύει για κάποιο χρονικό διάστημα αλλά είναι δυνατό να διενεργούνται και ενδιάμεσες δοκιμές από τον εργοδότη, χωρίς να υπάρχει αντίστοιχη απαίτηση από τους κανονισμούς. Αν αποδειχθεί ότι τα νέα δοκίμια έχουν σφάλματα τότε ο συγκολλητής εκπαιδεύεται και δοκιμάζεται ξανά. Αν τα δοκίμια είναι καλά, τότε επιτρέπεται να παραταθεί η διάρκεια εγκυρότητας της πιστοποίησης του.

2.2.9 Διακρίβωση του Εξοπλισμού Συγκολλήσεων

Η διακρίβωση του εξοπλισμού συγκολλήσεων και των μετρητικών οργάνων που υπάρχουν σε αυτά ελέγχεται κατά τις επιθεωρήσεις ποιότητας. Πολύ σημαντική είναι η διακρίβωση των θερμομέτρων των οργάνων για την ξήρανση των ηλεκτροδίων γιατί ένα πιθανό σφάλμα στις ενδείξεις τους μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα.

Πολύ κρίσιμη, επίσης, είναι η μέτρηση της θερμοκρασίας κατά τη θερμική κατεργασία των συγκολλήσεων. Τα μολύβια με τα οποία μετρούνται οι θερμοκρασίες, ακόμα κι αν είναι ακριβή, δε δίνουν συνεχή μέτρηση. Οι φορητές και οι μόνιμες διατάξεις θα πρέπει να διακριβώνονται τουλάχιστον κάθε τρεις μήνες. Το ίδιο ισχύει και για τις διατάξεις των φούρνων. Πρέπει όλες οι συσκευές και τα όργανα να φέρουν ειδική σήμανση (κωδικό αριθμό, ταμπελάκι κ.λ.π.) που θα δείχνει πότε διακριβώθηκε.

2.2.10 Διασφάλιση Ποιότητας κατά την Εκτέλεση της Συγκόλλησης

Παρουσιάζονται παρακάτω σημαντικές ενέργειες για τη διασφάλιση της ποιότητας των συγκολλήσεων. Πρέπει, πάνω απ' όλα, να εξασφαλίζεται ότι ακολουθείται η προδιαγεγραμμένη διαδικασία :

ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ

- Προστασία του συγκολλητή από τις περιβαλλοντικές συνθήκες που μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά τη διαδικασία της συγκόλλησης.
- Καθαρισμός των προς συγκόλληση κομματιών.
- Οι διαστάσεις των διαμορφώσεων ακμών και η συναρμογή των κομματιών πρέπει να ελέγχονται προσεκτικά και να διορθώνεται η όποια μη συμμόρφωση.
- Πρέπει να διαπιστώνονται οι θερμοκρασίες προθέρμανσης και να μην ξεκινά η συγκόλληση πριν να επιτευχθεί η ζητούμενη θερμοκρασία 75 mm γύρω από το σημείο συγκόλλησης.

ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΗΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ

- Έλεγχος πονταρισμάτων.
- Έλεγχος των παραμέτρων συγκόλλησης όπως είναι οι τιμές του ρεύματος, η πολικότητα, το μέγεθος του ηλεκτροδίου, κ.λ.π.
- Επιβεβαίωση της ακολουθίας συγκόλλησης και εξασφάλιση της μη ύπαρξης εγκλεισμάτων σκουριάς από ελλιπή καθαρισμό.
- Έλεγχος θερμοκρασίας προθέρμανσης και ενδιάμεσων θερμοκρασιών.
- Μη καταστρεπτικός έλεγχος κατά τη διαδικασία της συγκόλλησης.
- Έλεγχος αναλωσίμων και ίσως τήρηση αρχείου που θα δίνει τη δυνατότητα να γίνεται γνωστό ποιος συγκολλητής έχει κάνει τη συγκεκριμένη συγκόλληση.

ΜΕΤΑ ΤΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ

- Έλεγχος της τελικής γεωμετρίας της συγκόλλησης.
- Έλεγχος των τροχισμένων συγκολλήσεων για τυχόν υπερβολική απομάκρυνση του μετάλλου.

- Ιδιαίτερη προσοχή να δοθεί στον καθαρισμό των πιτσιλισμάτων και την απομάκρυνση των προσωρινών συνδέσεων.
- Μη καταστρεπτικός έλεγχος από ειδικούς χειριστές των αντίστοιχων οργάνων.
- Διορθώσεις με πιστοποιημένες διαδικασίες. Πρέπει η περιοχή με το σφάλμα ή τα σφάλματα να σημειώνεται καθαρά για να μην καταστρέφονται και οι καλές συγκολλήσεις.
- Εκτέλεση της μετα-θερμικής κατεργασίας σύμφωνα με την προδιαγραφόμενη διαδικασία όσον αφορά τις θερμοκρασίες, τους ρυθμούς θέρμανσης και ψύξης, κ.λ.π.

2.2.11 Η Διαδικασία Διασφάλισης Ποιότητας στις συγκολλήσεις

Η παραπάνω ανάλυση είχε σκοπό να αιτιολογήσει την εφαρμοζόμενη μέχρι σήμερα αλλά και την απαιτούμενη πλέον διαδικασία διασφάλισης ποιότητας των συγκολλήσεων. Έτσι οδηγεί στον κύριο σκοπό αυτής της μελέτης που είναι να διατυπωθούν και να καταγραφούν οι απαραίτητες, για τη διασφάλιση ποιότητας των συγκολλήσεων, **Οδηγίες Εργασίας (Ο.Ε.)**.

Η πρότυπη, λοιπόν διαδικασία διασφάλισης ποιότητας συγκολλήσεων είναι η ακόλουθη :

- Σχεδιασμός - Μελέτη Συγκολλήσεων.
- Προγραμματισμός Εργασίας.
- Σύνταξη Προδιαγραφής Διαδικασίας Συγκόλλησης (Π.Δ.Σ.)Κατασκευαστή.
- Πρακτικό Έγκρισης Διαδικασίας Συγκόλλησης (Π.Ε.Δ.Σ.).
- Πιστοποιητικό Δοκιμής.
- Πιστοποιητικό Έγκρισης Δοκιμής Συγκολλητή (Π.Ε.Δ.Σ.).
- Προθέρμανση.
- Εκτέλεση συγκόλλησης.
- Θερμική Κατεργασία.
- Έλεγχοι - Επιθεωρήσεις.

Η διαδικασία αυτή δείχνει την περιπλοκότητα της τεχνογνωσίας των συγκολλήσεων και την ανάγκη για επιστημονική υποστήριξη των συγκεκριμένων κατεργασιών. Δεν είναι, συνεπώς, κάτι απλό το να γραφούν Οδηγίες Εργασίας που να υποστηρίζουν το σχεδιασμό, την πιστοποίηση και την εκτέλεση των συγκολλήσεων. Δεν αρκεί η άντληση θεωρητικών γνώσεων από τα βιβλία αλλά πρέπει να συμπληρωθεί από συμπεράσματα που προέρχονται από την καθημερινή πρακτική.

Είναι φανερό ότι μια τέτοια εργασία απαιτεί βαθιά γνώση και εμπειρία, καθώς και την κατάλληλη οργάνωση που θα υποστηρίξει συστηματικό πειραματισμό και συνεχείς προσπάθειες βελτίωσης. Αυτή η βελτίωση μπορεί να επιτευχθεί με την κατάλληλη εκπαίδευση του προσωπικού, με επενδύσεις σε εξοπλισμό, με τη σωστή συντήρηση του εξοπλισμού κ.λ.π.

Οι Οδηγίες Εργασίας (Ο.Ε.) που ακολουθούν, αποτελούν μια πρώτη προσπάθεια συγκέντρωσης και οργάνωσης των τεχνικών γνώσεων που είναι απαραίτητο να έχουν οι συγκολλητές ώστε να υπάρχει μια κοινή γλώσσα επικοινωνίας μεταξύ των συνεργαζόμενων στο Εργαστήριο. Αυτές οι Οδηγίες Εργασίας θα αποτελέσουν ένα **Εγχειρίδιο Συγκολλήσεων** που θα συμπληρωθεί, θα κωδικοποιηθεί και θα δοθεί προς εφαρμογή στο προσωπικό του Εργαστηρίου και τους φοιτητές. Παράλληλα, θα πρέπει να φτιαχθεί **φασεολογία** που θα περιλαμβάνει

τις κωδικοποιημένες αυτές οδηγίες μαζί με τα απαραίτητα συνοδευτικά έγγραφα. Τα συνοδευτικά έγγραφα θα συμπληρώνονται κατά την εκτέλεση της συγκόλλησης, κατά τον έλεγχο της και κατά τη διόρθωση των τυχόν σφαλμάτων. Τα παραπάνω λοιπόν θα αποτελέσουν και θα εγγυηθούν τη **Διασφάλιση Ποιότητας** στο **Εργαστήριο Συγκολλήσεων του Ε.Μ.Π.**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΤΟΥ Ε.Μ.Π.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 1/1
	<u>1. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</u>	Ο.Ε. 2001- 1

1 ΓΕΝΙΚΑ

Το εγχειρίδιο αυτό είναι μια συλλογή Οδηγιών Εργασίας, που αναφέρεται στις συγκολλήσεις που μπορούν να πραγματοποιηθούν στο Εργαστήριο Συγκολλήσεων του Ε.Μ.Π.

2 ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟΥ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ

1. Γενικά - Περιεχόμενα
2. Ορισμοί
3. Υλικά
4. Συμβολισμοί Συγκολλήσεων
5. Σύμβολα και Συντμήσεις
6. Σύγχρονες Μέθοδοι Συγκόλλησης
7. Θέσεις και Διαστάσεις Δοκιμίων
8. Αναλώσιμα
9. Περιγραφή και Χειρισμός Μηχανών Συγκόλλησης
10. Προετοιμασία Συγκόλλησης
11. Εκτέλεση Συγκόλλησης
12. Ακολουθίες Συγκολλήσεων
13. Θερμική Κατεργασία Συγκολλήσεων
14. Συγκόλληση Ναυπηγικών Χαλύβων
15. Συγκολλήσεις Αλουμινίου Με τη Μέθοδο MIG / MAG
16. Προθέρμανση Μη και Ελαφρώς Κραματομένων Χαλύβων
17. Διακρίβωση Μηχανών και Οργάνων
18. Σφάλματα Συγκολλήσεων
19. Μη Καταστρεπτικός Έλεγχος Συγκολλήσεων
20. Εξέταση και Δοκιμασία
21. Έγκριση Διαδικασιών Συγκόλλησης

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 Γενικοί Όροι Συγκολλήσεων Κατά Αύξοντα Αριθμό
(Αγγλοελληνική Ορολογία)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 Αλφαβητικό Αγγλοελληνικό Λεξιλόγιο Ορολογίας
Συγκολλήσεων

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3 Τρίγλωσση Ορολογία Τεχνολογίας Συγκολλήσεων
(Αγγλικά - Γαλλικά - Γερμανικά)

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 1/8
	<u>2. ΟΡΙΣΜΟΙ</u>	Ο.Ε. 2001- 2

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1 ΣΚΟΠΟΣ**
- 2 ΠΗΓΕΣ**
- 3 ΟΡΙΣΜΟΙ**
 - 3.1** Διαδικασία συγκόλλησης
 - 3.2** Διεργασίες συγκόλλησης
 - 3.3** Προκαταρκτική προδιαγραφή διαδικασίας συγκόλλησης [π.Π.Δ.Σ.]
 - 3.4** Προδιαγραφή διαδικασίας συγκόλλησης [Π.Δ.Σ.]
 - 3.5** Οδηγίες εργασίας [Ο. Ε.]
 - 3.6** Εγκεκριμένη προδιαγραφή διαδικασίας συγκόλλησης
 - 3.7** Πρακτικό έγκρισης της διαδικασίας συγκόλλησης
 - 3.8** Προηγούμενη εμπειρία συγκόλλησης
 - 3.9** Εγκεκριμένο αναλώσιμο συγκόλλησης
 - 3.10** Δοκιμή διαδικασίας συγκόλλησης
 - 3.11** Πρότυπη διαδικασία συγκόλλησης
 - 3.12** Δοκιμή συγκόλλησης πριν την παραγωγή
 - 3.13** Αναλώσιμα συγκόλλησης
 - 3.14** Μεταβλητές συγκόλλησης
 - 3.14.1** Βασική μεταβλητή
 - 3.14.2** Πρόσθετη μεταβλητή
 - 3.15** Πεδίο έγκρισης
 - 3.16** Συγγενές μέταλλο
 - 3.16.1** Πρότυπο υλικό
 - 3.16.2** Ομάδα προτύπων υλικών
 - 3.16.3** Παρτίδα προτύπων υλικών
 - 3.17** Δοκίμιο
 - 3.18** Δείγμα δοκιμής
 - 3.19** Δοκιμή
 - 3.20** Ομογενές συναρμολόγημα
 - 3.21** Ετερογενές συναρμολόγημα
 - 3.22** Σύνδεση ανόμοιων μετάλλων
 - 3.23** Σφάλμα
 - 3.24** Μεταλλουργική αλλοίωση
 - 3.25** Κατασκευαστής
 - 3.26** Συγκολλητής
 - 3.27** Χειρονακτικός συγκολλητής
 - 3.28** Χειριστής συγκόλλησης
 - 3.29** Εξεταστής ή φορέας δοκιμών
 - 3.30** Προμηθευτής αναλωσίμων

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 2/8
	<u>2. ΟΡΙΣΜΟΙ</u>	Ο.Ε. 2001- 2

1. ΣΚΟΠΟΣ

Να δοθούν οι ορισμοί όλων των εννοιών και των διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα πριν, κατά τη διάρκεια και μετά το τέλος μιας συγκόλλησης, καθώς και των εγγράφων που τη συνοδεύουν.

2. ΠΗΓΕΣ

Ευρωπαϊκά Πρότυπα EN 287 - 1, 287 - 2, 288 -1, 288 -2.

3. ΟΡΙΣΜΟΙ

3.1 Διαδικασία συγκόλλησης (Welding procedure)

Μια καθορισμένη σειρά ενεργειών που πρέπει να ακολουθείται στην κατασκευή μιας συγκόλλησης, περιλαμβάνοντας παραπομπή στα υλικά, στην προετοιμασία, στην προθέρμανση (αν είναι απαραίτητο), στη μέθοδο και στον έλεγχο της συγκόλλησης και στη θερμική κατεργασία μετά τη συγκόλληση (αν είναι σχετικό), και στον απαραίτητο εξοπλισμό που χρησιμοποιείται.

3.2 Διεργασίες συγκόλλησης (Welding processes)

Για τις διεργασίες συγκόλλησης, σ' αυτό το πρότυπο ακολουθείται η ονοματολογία και οι ορισμοί που δίνονται στα διεθνή πρότυπα και στους κανονισμούς ISO.

3.3 Προκαταρκτική προδιαγραφή διαδικασίας συγκόλλησης [π.Π.Δ.Σ.] (Preliminary Welding Procedure Specification [pWPS])

Μια δοκιμαστική προδιαγραφή διαδικασίας συγκόλλησης, η οποία θεωρείται ότι είναι επαρκής για τον κατασκευαστή, αλλά που δεν έχει εγκριθεί. Η συγκόλληση των δοκιμών που χρειάζεται για την έγκριση μιας προδιαγραφής διαδικασίας συγκόλλησης πρέπει να διενεργείται στη βάση μιας προκαταρκτικής προδιαγραφής διαδικασίας συγκόλλησης (π.Π.Δ.Σ.).

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 3/8
	<u>2. ΟΡΙΣΜΟΙ</u>	Ο.Ε. 2001- 2

3.4 Προδιαγραφή διαδικασίας συγκόλλησης [Π.Δ.Σ.] (Welding Procedure Specification [WPS])

Ένα έγγραφο που παρέχει λεπτομερώς τις απαιτούμενες μεταβλητές για μια ειδική εφαρμογή για να εξασφαλίζει τη δυνατότητα επανάληψης.

3.5 Οδηγία εργασίας [Ο.Ε.] (Work Instruction)

Απλουστευμένη προδιαγραφή της διαδικασίας συγκόλλησης, κατάλληλη για άμεση εφαρμογή στο εργαστήριο.

3.6 Εγκεκριμένη προδιαγραφή διαδικασίας συγκόλλησης (Approved Welding Procedure Specification)

Προδιαγραφή για την οποία η διαδικασία συγκόλλησης έχει εγκριθεί σύμφωνα με τους διεθνείς κανονισμούς.

3.7 Πρακτικό έγκρισης της διαδικασίας συγκόλλησης [Π.Ε.Δ.Σ.] (Welding Procedure Approval Record [WPAR])

Πρακτικό που περιλαμβάνει όλα τα σχετικά δεδομένα από τη συγκόλληση ενός δοκιμίου που χρειάζεται για την έγκριση μιας προδιαγραφής διαδικασίας συγκόλλησης καθώς και όλα τα αποτελέσματα από τη δοκιμασία της συγκόλλησης της δοκιμής.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 1 : Μπορεί να χρειάζονται ένα ή περισσότερα πρακτικά έγκρισης διαδικασίας συγκόλλησης για να εγκριθεί μια προδιαγραφή διαδικασίας συγκόλλησης, και ένα πρακτικό έγκρισης διαδικασίας συγκόλλησης, σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να παρέχει την έγκριση για περισσότερες από μία προδιαγραφές διαδικασίας συγκόλλησης.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 2 : Το Π.Ε.Δ.Σ. προγενέστερα ονομαζόταν Π.Κ.Δ.Σ.

3.8 Προηγούμενη εμπειρία συγκόλλησης (Previous welding experience)

Όταν μπορεί να αποδειχθεί από επικυρωμένα αυθεντικά δεδομένα δοκιμής, ότι οι καθιερωμένες παραγωγικές διαδικασίες συγκόλλησης του κατασκευαστή είναι ικανές για σταθερά παραγόμενες συγκολλήσεις αποδεκτής ποιότητας, για μια χρονική περίοδο.

ΣΥΝΤΑΞΗ Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	ΕΓΚΡΙΣΗ Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	ΕΚΔΟΣΗ 1	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ 0	ΗΜ/ΝΙΑ
---------------------------------	---------------------------------	--------------------	------------------------	---------------

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 4/8
	<u>2. ΟΡΙΣΜΟΙ</u>	Ο.Ε. 2001- 2

3.9 Εγκεκριμένο αναλώσιμο συγκόλλησης (Approved welding consumable)

Αναλώσιμο συγκόλλησης ή συνδυασμός αναλωσίμων δοκιμασμένων και πιστοποιημένων από έναν ανεξάρτητο εξεταστή ή φορέα δοκιμών.

3.10 Δοκιμή διαδικασίας συγκόλλησης (Welding procedure test)

Η κατασκευή και δοκιμασία μιας ένωσης συγκόλλησης, αντιπροσωπευτική αυτής που χρησιμοποιείται στην παραγωγή, για να αποδειχθεί η δυνατότητα εφαρμογής μιας διαδικασίας συγκόλλησης.

3.11 Πρότυπη διαδικασία συγκόλλησης (Standard welding procedure)

Διαδικασία συγκόλλησης δοκιμασμένη και πιστοποιημένη από έναν ανεξάρτητο εξεταστή ή φορέα δοκιμών, η οποία μπορεί μετά να είναι διαθέσιμη σε οποιονδήποτε κατασκευαστή.

3.12 Δοκιμή συγκόλλησης πριν την παραγωγή (Pre-production welding test)

Δοκιμή συγκόλλησης που έχει τη λειτουργία, όπως μια δοκιμή διαδικασίας συγκόλλησης, αλλά βασίζεται σ' ένα όχι πρότυπο δοκίμιο, προσομοιώνοντας τις συνθήκες παραγωγής.

3.13 Αναλώσιμα συγκόλλησης (Welding consumables)

Υλικά που αναλώνονται στην κατασκευή μιας συγκόλλησης, περιλαμβάνοντας προστιθέμενα μέταλλα, συλλιπάσματα και αέρια.

3.14 Μεταβλητές συγκόλλησης (Welding variable)

3.14.1 Βασική μεταβλητή (Essential variable)

Μεταβλητή η οποία επηρεάζει τις μηχανικές και / ή τις μεταλλουργικές ιδιότητες της ένωσης συγκόλλησης.

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 5/8
	<u>2. ΟΡΙΣΜΟΙ</u>	Ο.Ε. 2001- 2

3.14.2 Πρόσθετη μεταβλητή (Additional variable)

Μεταβλητή η οποία δεν επηρεάζει τις μηχανικές και / ή τις μεταλλουργικές ιδιότητες της ένωσης συγκόλλησης.

3.15 Πεδίο έγκρισης (Range of approval)

Η έκταση της έγκρισης για μια βασική μεταβλητή.

3.16 Συγγενές μέταλλο (Parent metal)

3.16.1 Πρότυπο υλικό (Standard material)

Συγγενές μέταλλο καθορισμένης χημικής σύνθεσης, μηχανικών ιδιοτήτων, θερμικής κατεργασίας κ.τ.λ. παραγόμενο και διατιθέμενο σύμφωνα προς μια πρότυπη ή ομοίου περιεχομένου προδιαγραφή.

3.16.2 Ομάδα προτύπων υλικών (Group of standard materials)

Ένας καθορισμένος αριθμός ομοίων προτύπων υλικών.

3.16.3 Παρτίδα προτύπων υλικών (Batch of standard materials)

Συγγενή μέταλλα της ίδιας χημικής σύνθεσης, μηχανικών ιδιοτήτων, θερμικής κατεργασίας κ.τ.λ. διατιθέμενα ως μονάδα από έναν κατασκευαστή μόνο (π.χ. χαλυβουργείο). Η παρτίδα περιορίζεται σ' ένα φορτίο μόνο.

3.17 Δοκίμιο (Test piece)

Το συγκολλημένο συναρμολόγημα το οποίο χρησιμοποιείται στη δοκιμή έγκρισης.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 6/8
	<u>2. ΟΡΙΣΜΟΙ</u>	Ο.Ε. 2001- 2

3.18 Δείγμα δοκιμής (Test specimen)

Το μέρος ή το κομμένο μέρος από το δοκίμιο για να εκτελεσθεί μια εξειδικευμένη καταστροφική δοκιμή.

3.19 Δοκιμή (Test)

Σειρά λειτουργιών οι οποίες θα περιλαμβάνουν την κατασκευή ενός δοκιμίου συγκόλλησης και επόμενες μη καταστρεπτικές και / ή καταστρεπτικές δοκιμασίες και αναφορά των αποτελεσμάτων.

3.20 Ομογενές συναρμολόγημα (Homogeneous assembly)

Συναρμολόγημα στο οποίο το μέταλλο συγκόλλησης και το συγγενές μέταλλο δεν έχουν σημαντικές διαφορές στις μηχανικές ιδιότητες και / ή στη χημική σύνθεση.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ : Ένα συναρμολόγημα κατασκευασμένο από όμοια συγγενή μέταλλα χωρίς προστιθέμενο μέταλλο θεωρείται ομογενές.

3.21 Ετερογενές συναρμολόγημα (Heterogeneous assembly)

Συναρμολόγημα στο οποίο το μέταλλο συγκόλλησης και το συγγενές μέταλλο έχουν σημαντικές διαφορές στις μηχανικές ιδιότητες και / ή στη χημική σύνθεση.

3.22 Σύνδεση ανόμοιων μετάλλων (Dissimilar metal joint)

Συναρμολόγημα στο οποίο τα συγγενή μέταλλα έχουν σημαντικές διαφορές στις μηχανικές ιδιότητες και / ή στη χημική σύνθεση.

3.23 Σφάλμα (Imperfection)

Η ασυνέχεια στη συγκόλληση ή η απόκλιση από την προβλεπόμενη γεωμετρία. Τα σφάλματα περιλαμβάνουν π.χ. : Ρωγμές, έλλειψη εισχώρησης, πόρους, εγκλίσεις σκουριάς.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ : Το EN 26520 περιλαμβάνει έναν περιεκτικό κατάλογο σφαλμάτων.

ΣΥΝΤΑΞΗ Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	ΕΓΚΡΙΣΗ Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	ΕΚΔΟΣΗ 1	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ 0	ΗΜ/ΝΙΑ
---------------------------------	---------------------------------	--------------------	------------------------	---------------

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 7/8
	<u>2. ΟΡΙΣΜΟΙ</u>	Ο.Ε. 2001- 2

3.24 Μεταλλουργική αλλοίωση (Metallurgical deviation)

Μεταβολές στις μηχανικές ιδιότητες και / ή στη μεταλλουργική δομή του μετάλλου συγκόλλησης ή στις θερμικά επηρεαζόμενες ζώνες, συγκρινόμενες προς τις ιδιότητες του συγγενούς μετάλλου.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ : Οι μεταλλουργικές μεταβολές περιλαμβάνουν : Μειωμένη αντοχή, μειωμένη ελατότητα, μειωμένη ανθεκτικότητα στη θραύση κ.λ.π., στο μέταλλο συγκόλλησης και στις θερμικά επηρεαζόμενες ζώνες. Οι μεταλλουργικές μεταβολές προκαλούνται από τις μεταβολές της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της συγκόλλησης, συνδυαζόμενες από την καταλήγουσα χημική σύνθεση και δομή του μετάλλου συγκόλλησης.

3.25 Κατασκευαστής (Manufacturer)

Το πρόσωπο ή η επιχείρηση η οποία είναι υπεύθυνη για την παραγωγή της συγκόλλησης (εργαστήριο συγκόλλησης).

3.26 Συγκολλητής (Welder)

Το πρόσωπο το οποίο εκτελεί τη συγκόλληση.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ : Ένας γενικός όρος που χρησιμοποιείται και για τους χειρονακτικούς συγκολλητές και για τους χειριστές συγκόλλησης.

3.27 Χειρονακτικός συγκολλητής (Manual welder)

Ένας συγκολλητής ο οποίος κρατεί και χειρίζεται την τσιμπίδα του ηλεκτροδίου, το πιστόλι συγκόλλησης, το φλόγιστρο ή το φουσητήρα, με το χέρι.

3.28 Χειριστής συγκόλλησης (Welding operator)

Ένας συγκολλητής ο οποίος χειρίζεται τον εξοπλισμό συγκόλλησης με μερικώς μηχανοποιημένη σχετική κίνηση μεταξύ της τσιμπίδας του ηλεκτροδίου, του πιστολιού συγκόλλησης, του φλόγιστρου ή του φουσητήρα και του τεμαχίου εργασίας.

ΣΥΝΤΑΞΗ Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	ΕΓΚΡΙΣΗ Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	ΕΚΔΟΣΗ 1	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ 0	ΗΜ/ΝΙΑ
---------------------------------	---------------------------------	--------------------	------------------------	---------------

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 8/8
	<u>2. ΟΡΙΣΜΟΙ</u>	Ο.Ε. 2001- 2

3.29 Εξεταστής ή φορέας δοκιμών (Examiner or test body)

Ένα πρόσωπο ή οργανισμός διοριζόμενος από τα συμβαλλόμενα μέρη για να επιβεβαιώσει τη συμμόρφωση με το εφαρμοζόμενο πρότυπο.

3.30 Προμηθευτής αναλωσίμων (Supplier of consumables)

Η εταιρεία η οποία κατασκευάζει ή παρέχει τα αναλώσιμα.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 1/18
	<u>3. ΥΛΙΚΑ</u>	Ο.Ε. 2001- 3

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1 ΣΚΟΠΟΣ**
- 2 ΠΗΓΕΣ**
- 3 ΧΑΛΥΒΑΣ**
 - 3.1** Είδη χαλύβων και η μικροδομή τους
 - 3.1.1** Είδη χαλύβων
 - 3.1.2** Μικροδομή των ναυπηγικών χαλύβων
 - 3.2** Δοκιμές προδιαγραφόμενες από τους Νηογνώμονες
 - 3.3** Ποιότητες ναυπηγικών χαλύβων κατά τους Νηογνώμονες
 - 3.4** Νέες εξελίξεις
- 4 ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ**
 - 4.1** Μεταλλουργία και ιδιότητες των κραμάτων αλουμινίου
 - 4.2** Μη θερμικά κατεργασμένα κράματα
 - 4.3** Θερμικά κατεργασμένα κράματα
 - 4.4** Σύστημα χαρακτηρισμού κατεργασιών
 - 4.5** Κράματα αλουμινίου για ναυπηγική χρήση

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 2/18
	<u>3. ΥΛΙΚΑ</u>	Ο.Ε. 2001- 3

1. ΣΚΟΠΟΣ

Να αναφερθούν τα κυριότερα υλικά που χρησιμοποιούνται στις συγκολλήσεις, ως βασικά μέταλλα (χάλυβας και αλουμίνιο), η ταξινόμησή τους καθώς και οι ιδιότητές τους.

2. ΠΗΓΕΣ

- ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ (ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ), Βασ. Παπάζογλου και Γ. Παπαδημητρίου Καθηγητών Ε.Μ.Π.
- ΝΑΥΠΗΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ (ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ), Βασ. Παπάζογλου Καθηγητή Ε.Μ.Π.

3. ΧΑΛΥΒΑΣ

3.1 Είδη Χαλύβων και η Μικροδομή τους

3.1.1 Είδη χαλύβων

Οι κοινοί χάλυβες ή χάλυβες συνήθους αντοχής (mild steels or carbon steels) αποτελούν την πιο διαδεδομένη ομάδα ναυπηγικών χαλύβων, με ιδιότητες που εξαρτώνται κύρια από τη χημική τους σύσταση και τη μικροδομή τους (συνήθως φερριτική). Εκτός από άνθρακα, που περιέχεται σε ποσοστό κατά βάρος μέχρι και 0.23 %, οι χάλυβες αυτοί περιέχουν σε διάφορα ποσοστά μαγγάνιο, πυρίτιο, φωσφόρο και θείο, ενώ διάφορα άλλα στοιχεία μπορεί να συνυπάρχουν σε μικρότερες ποσότητες. Σημαντικό χαρακτηριστικό τους είναι η πολύ καλή έως εξαιρετική συγκολλητότητά τους.

Σε ευρεία χρήση συναντώνται και χάλυβες υψηλής αντοχής (high strength steels), με όριο διαρροής που μπορεί να φτάσει τα 350 MPa (51 ksi). Χρήση των χαλύβων αυτών οδηγεί σε μείωση των παχών των στοιχείων αντοχής, άρα και του βάρους μιας ναυπηγικής κατασκευής, λόγω των υψηλότερων τιμών των επιτρεπομένων τάσεων. Η βασική διαφορά τους από τους συνήθεις χάλυβες έγκειται στην προσθήκη ειδικών στοιχείων, όπως αλουμίνιο, κολόμβιο και βανάδιο, τα οποία βελτιώνουν τις μηχανικές τους ιδιότητες.

Σε ειδικές ναυπηγικές κατασκευές είναι δυνατή και η χρήση μικροκραματοποιημένων χαλύβων υψηλής αντοχής (high strength low alloy, HSLA, steels) με όρια διαρροής από 415 MPa (60 ksi) μέχρι 690 MPa (100 ksi). Για την επίτευξη των υψηλών αυτών αντοχών οι χάλυβες αυτοί περιέχουν ειδικές προσμίξεις (χρώμιο, νικέλιο κ.λ.π.) και υφίστανται ειδικές θερμικές κατεργασίες (συνήθως βαφή και επαναφορά).

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 3/18
	<u>3. ΥΛΙΚΑ</u>	O.E. 2001- 3

3.1.2 Μικροδομή των ναυπηγικών χαλύβων

Η μικροδομή των ναυπηγικών χαλύβων συνίσταται σε αιωρήματα σεμεντίτη (cementite) διασκορπισμένα σε φερριτική μήτρα (ferrite). Όταν η θερμοκρασία ενός χάλυβα φτάσει τη θερμοκρασία αλλοτροπικού μετασχηματισμού του, ο σίδηρος που βρισκόταν στη φερριτική φάση θα μετασχηματιστεί σε μια άλλη φάση, την ωστενιτική (austenite), στην οποία ο σεμεντίτης είναι πολύ διαλυτός. Με ψύξη του χάλυβα κάτω από τη θερμοκρασία μετασχηματισμού, ο ωστενίτης με τον διαλελυμένο σεμεντίτη επανέρχεται στην προηγούμενη κατάσταση, δηλαδή φερρίτης με αιωρήματα σεμεντίτη. Η μικροδομή του χάλυβα που αποτελείται από στρώσεις σεμεντίτη και φερρίτη ονομάζεται περλίτης (pearlite), και αποτελεί ένα από τα κυριότερα συστατικά των ναυπηγικών χαλύβων.

Γενικά, το ποσοστό του άνθρακα και ο ρυθμός απόψυξης επιδρούν στη μικροδομή, η οποία με τη σειρά της καθορίζει την αντοχή και τη σκληρότητα του χάλυβα. Οι περισσότεροι ναυπηγικοί χάλυβες αποψύχονται στον αέρα μετά την εν θερμώ εξέλαση ή την οποιαδήποτε άλλη θερμική κατεργασία τους. Μερικοί, όμως, ναυπηγικοί χάλυβες υψηλής αντοχής με όριο διαρροής πάνω από 350 MPa (51 ksi) υφίστανται βαφή σε νερό (water quenching) από θερμοκρασία υψηλότερη εκείνης του μετασχηματισμού, και ακολούθως υπόκεινται σε επαναφορά (tempering) με θέρμανση σε θερμοκρασία αρκετά χαμηλότερη εκείνης του μετασχηματισμού. Η θερμική αυτή κατεργασία οδηγεί σε ειδική μικροδομή, καλούμενη επαναφερμένος μαρτενσίτης (tempered martensite), με κύρια χαρακτηριστικά τις υψηλές τιμές αντοχής και δυσθραυστότητας.

3.2 Δοκιμές Προδιαγραφόμενες από τους Νηογνώμονες

Μέχρι πριν από λίγα χρόνια, οι κανονισμοί των διαφόρων Νηογνώμωνων πρόβλεπαν ουσιαστικά τις ίδιες ποιότητες ναυπηγικού χάλυβα, διέφεραν, όμως, μεταξύ τους κύρια ως προς τις απαιτήσεις δοκιμής πριν την παραλαβή του υλικού. Λόγω των δυσκολιών που το φαινόμενο αυτό προκαλούσε (π.χ. σε πλοιοκτήτες που επιθυμούσαν διπλή κατάταξη των πλοίων τους), η Διεθνής Ένωση Νηογνώμωνων (International Association of Classification Societies, IACS) εκπόνησε κοινές απαιτήσεις κατάταξης και δοκιμής των ναυπηγικών χαλύβων. Ο έλεγχος, βέβαια, παραλαβής του χάλυβα γίνεται από τον κάθε Νηογνώμονα χωριστά.

Ο έλεγχος του Νηογνώμονα γίνεται με την παρακολούθηση στα χαλυβουργεία των δοκιμών των μηχανικών ιδιοτήτων κάθε απόχυσης, της εξέτασης της χημικής ανάλυσης και της , με την κατάλληλη σφραγίδα, επιβεβαίωσης ότι η όλη παραγωγή του υλικού έγινε σύμφωνα με τις προδιαγραφές του Νηογνώμονα.

Οι δοκιμές που γίνονται για τη διαπίστωση της επάρκειας των μηχανικών ιδιοτήτων είναι αυτές του εφελκυσμού και κρούσης. Σημειώνεται ότι παλαιότερα απαιτείτο και η δοκιμή κάμψης.

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 4/18
	<u>3. ΥΛΙΚΑ</u>	Ο.Ε. 2001- 3

3.3 Ποιότητες Ναυπηγικών Χαλύβων κατά τους Νηογνώμονες

Οι ποιότητες ναυπηγικών χαλύβων συνήθους και υψηλής αντοχής κατά τον Αμερικανικό Νηογνώμονα (ABS) φαίνονται στους **Πίνακες 1 & 2** αντίστοιχα.

Παρατηρείται ότι οι πίνακες περιλαμβάνουν χάλυβες διαφορετικών επιπέδων δυσθραυστότητας, κάτι που επιτυγχάνεται με έλεγχο του λόγου μαγγανίου προς άνθρακα, με την απαίτηση συγκεκριμένης μεθόδου αποξείδωσης, δημιουργίας λεπτών κόκκων και θερμικής κατεργασίας ή με την απαίτηση δοκιμής δυσθραυστότητας για κάθε έλασμα ή απόχυση. Με την εξαίρεση των ποιοτήτων DS και CS, οι οποίες περιλαμβάνονται μόνο στους κανονισμούς του ABS, παρόμοιες ποιότητες ναυπηγικών χαλύβων προδιαγράφονται και στους κανονισμούς όλων των άλλων σημαντικών Νηογνώμωνων (**Πίνακας 3**).

Οι επιτρεπόμενες χρήσεις των διαφόρων κατηγοριών χάλυβα για ελάσματα περιγράφονται στους **Πίνακες 4 & 5** για χάλυβες συνήθους και υψηλής αντοχής αντίστοιχα κατά ABS. Συνοπτική παρουσίαση των χρήσεων εμφανίζεται στον **Πίνακα 6**.

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 5/18
	3. ΥΛΙΚΑ	O.E. 2001- 3

Προδιαγραφές για Ναυπηγικό Χάλυβα Συνήθους Αντοχής
Ποιότητες A, B, D, E, DS, CS

Ποιότητες	A	B	D	E	DS	CS
Αποξείδωση	Όποιαδήποτε μέθοδος έκτός από περιθωριακά χάλυβα για τα πατώματα από 12,5 mm (0,50 in) ελασμάτα	Όποιαδήποτε μέθοδος έκτός από περιθωριακά χάλυβα	Πλήρως καθοχασμένος λεπτοκόκος ² (βλέπε 43.3.2α)	Πλήρως καθοχασμένος λεπτοκόκος ² (βλέπε 43.3.2α)	Πλήρως καθοχασμένος λεπτοκόκος (βλέπε 43.3.2α)	Πλήρως καθοχασμένος λεπτοκόκος (βλέπε 43.3.2α)
Χημική Σύνθεση Ανάλυση κάδου χυτηρίου	Για όλες τις ποιότητες, έκτός από τα μορφοσίδηρα και τις ράβδους, Ποιότητας A ή σε άνθρακα περιεκτικότητας + 1% της σε μαγγάνιο περιεκτικότητας δεν πρέπει να ξεπερνά το 0,40%. Έφ' όσον ικανοποιείται η απαίτηση αυτή το ανώτερο όριο του μαγγανίου μπορεί να ξεπερνιέται μέχρι και 1,65%					
Άνθρακας % Μαγγάνιο %	0,23 μέγ. ¹ 2,5 θνήφ. ελάχ. για τα πατώματα από 12,5 mm (0,5 in) ελασμάτα	0,21 μέγ. 0,80-1,10 0,60 mm για πλήρως καθοχασμένους ή ψυχρού φλαντζώματος	0,21 μέγ. 0,70-1,35 0,60 ελάχ. για πάχη από 25 mm (1,00 in) και κάτω	0,18 μέγ. 0,70-1,35	0,18 μέγ. 1,00-1,35	0,18 μέγ. 1,00-1,35
Φωσφόρος % Θείο % Πυρίτιο %	0,04 μέγ. 0,04 μέγ.	0,04 μέγ. 0,04 μέγ. 0,35 μέγ.	0,04 μέγ. 0,04 μέγ. 0,10-0,35	0,04 μέγ. 0,04 μέγ. 0,10-0,35	0,04 μέγ. 0,04 μέγ. 0,10-0,35	0,04 μέγ. 0,04 μέγ. 0,10-0,35
Δοκιμή Έφελκυσμού	Για όλες τις ποιότητες 41-50 kg/cm ² (58.000-71.000 psi). Για τα ποιότητας A μορφοσίδηρα 41-56kg/cm ² (58.000-80.000 psi). Για την ψυχρού φλαντζώματος ποιότητα: 36-46kg/cm ² (53.000-65.000 psi)					
Όριο Ροής, Έλάχιστο	Για όλες τις ποιότητες: 24 kg/mm ² (34.000 psi). Για τα πάνω από 25,0 mm (1,0 in) της Ποιότητας A πάχη 23 kg/mm ² (32.000 psi). Για τη ποιότητα ψυχρού φλαντζώματος: 21 kg/mm ² (30.000 psi)					
Έλάχιστη Έπιμήκυνση	Για όλες τις Ποιότητες: 21% σε 200 mm (8 in) (βλέπε τις 43.3.4α και 43.3.4β). 4 24% σε 50 mm (2 in) για τα δοκίμια βλέπε το Σχτμ μα 43.2 ή 22% σε 5,65√X (A είναι το τυμβόδι διατομής του δοκιμίου). Για την ποιότητα ψυχρού φλαντζώματος: 23% ελάχ 200 mm (8 in).					
Δοκιμή Κρούσεως Έγκριση Y κατά CHARPY						
Θερμοκρασία	0C (32F) Πάνω από τα 25 mm (1,00 in)		- 10C (14F)	- 40C (- 40F)		
Έλάχιστος Μέσος Όρος Ένερειας Διαμήκη Δοκίμια ή Έγκριση Δοκίμια	2,8 kg-m (20ft-lbs) 2,0 kg-m (14 ft-lbs)		2,8kg-m (20ft-lbs) 2,0kg/lbs (14 ft-lbs)	2,8 kg-m (20 ft-lbs) 2,0kg-m (14ft-lbs)		
Θερμική Κατεργασία			Όμοιοποίηση για τα πάνω από 35 mm (1,375 in) πάχη ⁴	Όμοιοποίηση	Όμοιοποίηση για τα πάνω από 35 mm (1,375 in) πάχη που θα μαρκάζονται CS	Όμοιοποίηση
Μαρκαρισμοί	$\frac{AB}{A}$	$\frac{AB}{B}$	$\frac{AB}{D}$ ³	$\frac{AB}{E}$	$\frac{AB}{DS}$	$\frac{AB}{CS}$

Σημειώσεις

- Θα επιτρέπεται μείωση περιεκτικότητας άνθρακα μέχρι 0,26% για τα από 12,5 mm (0,50 in) και κάτω ελασμάτα και για όλα τα πάχη των μορφοσιδερών Ποιότητας A
- Η ποιότητα D μπορεί να παραδίδεται ημικαθοχασμένη σε πάχη μέχρι και 35 mm (1,375 in) με την προϋπόθεση ότι όλα τα πάνω από 25 mm (1,00 in) πάχη είναι ομοιοποιημένα. Στη περίπτωση αυτή δεν θα εφαρμόζονται οι προδιαγραφές για την ελάχιστη σε Si και Al περιεκτικότητα και τη λεπτοκοκή μέθοδο
- Δεν θα απαιτούνται δοκιμές κρούσεως για την ομοιοποιημένη Ποιότητα D όταν παρατεταί πλήρως καθοχασμένη και με λεπτοκοκή μέθοδο
- Σάν αντικατάσταση της ομοιοποίησης μπορεί να ληφθεί ειδικά ύπ όψη ή ελεγχόμενη έλαση ή ή ελεγχόμενη θερμομηχανική έλαση της Ποιότητας D, στη περίπτωση δε αυτή οι δοκιμές κρούσεως θα γίνονται σύμφωνα με τόν Πίνακα 43.1b.
- Η ποιότης D του ναυπηγίσμου χάλυβα που έχει ομοιοποιηθεί ή έλασει υπό έλεγχο σύμφωνα με τη Σημείωση 4 θα μαρκάζεται AB/DN.
- Η ελεγχόμενη έλαση ή η ελεγχόμενη θερμομηχανική έλαση των μορφών της Ποιότητας E μπορεί σε ειδικές περιπτώσεις να θεωρηθεί σάν αντικατάσταση της ομοιοποίησης και στην περίπτωση αυτή θα απαιτούνται δοκιμές κρούσεως σύμφωνα με τόν Πίνακα 43.1b.
- βλέπε την 43.3.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 : Προδιαγραφές ναυπηγικών χάλυβων
συνήθους αντοχής κατά ABS

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 6/18
	<u>3. ΥΛΙΚΑ</u>	O.E. 2001- 3

Προδιαγραφές Ναυπηγικών Χαλύβων Υψηλής Αντοχής κατά ABS

Προδιαγραφές για Ναυπηγικούς Χάλυβες 'Υψηλής 'Αντοχής
Ποιότητες AH32, DH32, EH32, AH36, DH36, και EH36

Μεθοδος Κατασκευής: Άνωστη Κάματος, Βαθικού Όξυγόνου, ή Ηλεκτρική Κάματος

Ποιότητες ¹	AH32	DH32	EH32	AH36	DH36	EH36
Άποξείδωση	Ήμισαθη- χασμένος ή καθησυχασμένος ³	Καθησυχασμένος, λεπ- τοκόκη μεθ. ⁴	Καθησυχασ- μένος, λεπτο- κόκη μεθοδος ⁴	Ήμισαθη- συχασμένος ή καθησυχασμένος ³	Καθησυχασ- μένος λεπτο- κόκη μεθοδος ⁴	Καθησυχασ- μένος λεπτο- κόκη μεθοδος

Χημική Σύνθεση για όλες τις Ποιότητες

(Ανάλυση Δειγματος της Κουτάλας του Σιτηρίου)

Άνθραξ %	0.18 μέγ.	} Η καταγραφή των στοιχείων αυτών στη κατάσταση του χαλύβουραγιου δεν είναι απαραίτητη εκτός από όταν έχουν ειδικά προστεθεί				
Μαγγάνιο %	0.90-1.60					
Φωσφόρος %	0.04 μέγ.					
Θείο %	0.06 μέγ.					
Ήυρετιο %	0.10-0.50					
Νικέλιο %	0.40 μέγ.					
Χρωμίο %	0.25 μέγ.					
Μολυβδαίνιο %	0.08 μέγ.					
Σελήνιο %	0.35 μέγ.					
Κολόμβιο % (Ηιόβιο)	0.05 μέγ.					
Βανάδιο %	0.10 μέγ.					

Δοσμή Έφέλευσμού

Άντοξη έφέλευσμού	48-60 kg/mm ² (68,000-85,000 psi)	50-63 kg/mm ² (71,000-90,000 psi)
Όριο ή Άντοξη Ραής, έλλάξ	32 kg/mm ² (46,000 psi)	36 kg/mm ² (51,000 psi)

Έλάχιστη Έπιμήκυνση Για όλες τις Ποιότητες 19% σε 200 mm (8 in) ή 22% σε 50 mm (2 in) (γνώτέ δοκιμασία βλέπε τό Σχήμα 43.2) ή 20% σε 3.65 \sqrt{A} (Τό A είναι τό έμβαδόν της διατομής του δοκιμίου)

Θερμική Κατεργασία: Βλέπε τον Πίνακα 43.3 και την Παράγραφο 43.3.3.

Δοσμή Κρούσεως κατά CHARPY με Έγκοπή V

Θερμοκρασία Έλάχιστος Μέσος Όρος Άποροφασμένης Ένέργειας	OC (32F)	-40 C(-40F)	-20 C(-4 F)	-40C(-40F)	-20 C(-4 F)	-40C(-40F)
Διαμήκη Δοκιμασία	3.5 kg-m (25 ft-lbs) ^a	3.5 kg-m (25 ft-lbs) ^a	3.5 kg-m (25 ft-lbs)	3.5 kg-m (25 ft-lbs) ^a	3.5 kg-m (25 ft-lbs) ^a	3.5 kg-m (25 ft-lbs)
ή Έγκοπή Δοκιμίου	2.4 kg-m (17 ft-lbs) ^a	2.4 kg-m (17 ft-lbs) ^a	2.4 kg-m (17 ft-lbs)	2.4 kg-m (17 ft-lbs) ^a	2.4 kg-m (17 ft-lbs) ^a	2.4 kg-m (17 ft-lbs)
Μαρκερίσμα	AB/AH32	AB/DH32 ^b	AB/EH32	AB/AH36	AB/DH36 ^b	AB/EH36

Σημειώσεις

- Οι μετά από τον χαρακτηρισμό της Ποιότητας άριθμοί υποδηλώνουν τό όριο ή την άντοξη ραής στην όποια παραγγέλεται και παράγεται ό χαλύβας σε kg/mm².
- Τό από 12.5 mm (0.50 in) και κάτω πάχη της Ποιότητας AH μπορεί να έχουν έλάχιστη σε μαγγάνιο περιεκτικότητα 0.70%.
- Η Ποιότητα AH μπορεί να είναι ήμισαθησυχασμένη για πάχη μέχρι και 12.5 mm (0.50 in) και στην περίπτωση αυτή δεν θα έφαρμόζεται ή προδιαγραφή για την έλάχιστη σε ήυρετιο περιεκτικότητα 0.10%. Έκτός από όταν υπάρχει διαφορετική έγκριση τό μεγαλύτερη από 12.5 mm (0.50 in) πάχη της Ποιότητας AH θα καθησυχάζονται με 0.10 μέχρι 0.50% ήυρετιο.

- Οι Ποιότητες DH και EH πρέπει να περιέχουν τουλάχιστον ένα από τό προκαλούντά λεπτούς κόκκους στοιχεία σε άρκετη ποσότητα για την ικανοποίηση των περι λεπτοκόκη μεθοδος προδιαγραφών (βλέπε την 43.3.2d).
- Δεν απαιτούνται δοκιμές κρούσεως για την Ποιότητα AH πάχους από 12.5 mm (0.50 in) και κάτω, και την περιέχουσα άλουμνιο Ποιότητα AH πάχους από 35 mm (1.375 in) και κάτω. Δεν θα απαιτούνται δοκιμές κρούσεως για τις πλήρως καθησυχασμένες, και λεπτοκόκη έδαλοποιημένες Ποιότητες AH ή DH πάχους από 51 mm (2 in) και κάτω.
- Τό σύμβολο AB/DH θα μαρκερίσονται σε έλάσματα Ποιότητας DH που έχουν είτε έδαλοποιηθεί είτε έλαθή υπό έλεγχο συμφωνία με μία έγκεκριμένη μεθοδος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 : Προδιαγραφές Ναυπηγικών χαλύβων υψηλής αντοχής κατά ABS

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 7/18
	<u>3. ΥΛΙΚΑ</u>	Ο.Ε. 2001- 3

Νηογνώμονας	Έτος	Ναυπηγικοί Χάλυβες Συνήθους Αντοχής (1,4)			
		A	B	D ή DS (2)	CS, E (3)
ABS	1979	A	B	D ή DS (2)	CS, E (3)
BV	1977	A	B	D	E
DNV	1977	NVA	NVW	NVD	NVE
GL	1973	A	B	D	E
LR	1978	A	B	D	E
NKK	1978	KA	KB	KD	KE
RINa	1977	A	B	D	E
IACS	1978	A	B	D	E

- Σημειώσεις :
1. Οποιαδήποτε ποιότητα μπορεί να αντικατασταθεί από άλλη ποιότητα που βρίσκεται στα δεξιά της.
 2. Η ποιότητα DS μέχρι πάχους 35 mm (1 3/8 in.).
 3. Οποιαδήποτε ποιότητα που βρίσκεται στη δεξιότερη στήλη του πίνακα μπορεί να αντικαταστήσει οποιαδήποτε άλλη ποιότητα ναυπηγικού χάλυβα συνήθους αντοχής, συμπεριλαμβανομένων των ποιοτήτων ABS CN, GL C, DNV NVC, NKK KC και RINa DDS.
 4. Αν και ο πίνακας αναφέρεται στις ποιότητες που ορίζουν οι διάφοροι νηογνώμονες, αυτό δεν σημαίνει αναγκαστικά ότι είναι δυνατή η εναλλαξιμότητα, δεδομένου ότι οι διάφοροι νηογνώμονες έχουν διαφορετικές απαιτήσεις εφαρμογής των ποιοτήτων χάλυβα στα στοιχεία αντοχής του σκάφους.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3 : Αντιστοιχίες ποιοτήτων ναυπηγικού χάλυβα
διαφόρων Νηογνομόνων**

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 8/18
	3. ΥΛΙΚΑ	Ο.Ε. 2001- 3

α Έλασματα Πλάτους 51,0 mm (2,00 in) και Κάτω - Κανονικές Έφαρμογές Τα έλασματα πάχους 51,0 mm (2 in) και Κάτω που προορίζονται για κανονικές εφαρμογές πρέπει να είναι των ακόλουθων Ποιοτήτων.

ΠΟΙΟΤΗΣ Α Άποδεκτή μέχρι και για πάχος 19,0 mm (0,75 in). Άποδεκτή επίσης και για πάνω από 19,0 mm (0,75 in) μέχρι και 51,0 mm (2,00 in) πάχη εκτός από για τόν πυθμένα, την σειρά του ζωστήρα, τα έλασματα καταστρώματος άντοχής μέσα στο μεσαίο τμήμα του πλοίου, και άλλα μέλη που μπορεί να υποβληθούν σε σχετικά ύψηλές τάσεις.

ΠΟΙΟΤΗΣ Β Άποδεκτή μέχρι και για πάχος 25,5 mm (1,00 in), και άποδεκτή μέχρι και για 51,0 mm (2,00 in) πάχη όπου είναι άποδεκτή και η Ποιότης Α.

ΠΟΙΟΤΗΣ D Άποδεκτή μέχρι και για πάχος 51,0 mm (2,00 in)
ΠΟΙΟΤΗΤΕΣ CS και E Άποδεκτές μέχρι και για πάχος 51,0 mm (2,00 in)

ΠΟΙΟΤΗΣ DS Άποδεκτή μέχρι και για πάχος 35,0 mm (1,375 in)

β Έλασματα Πλάτους 51,0 mm (2,00 in) και Κάτω — Ειδικές Έφαρμογές Τα έλασματα πάχους 51,0 mm (2,00 in) και κάτω που απαιτείται από κάποιο άλλο έδαφιο των Κανόνων να είναι από ειδικό υλικό λόγω της ειδικής εφαρμογής τους στο σκάφος και τα καταστρώματα του πλοίου πρέπει να είναι από μιά από τις ακόλουθες ποιότητες.

ΠΟΙΟΤΗΣ Α Άποδεκτή μέχρι και για πάχος 19,0 mm (0,75 in) στη σειρά του κυρτού της γάστρας, όταν τοποθετείται διπύθμενο που ανταποκρίνεται με τους Κανόνες.

ΠΟΙΟΤΗΣ Β Άποδεκτή μέχρι και για πάχος 16,0 mm (0,63 in) και μέχρι και για πάχος 19,0 mm (0,75 in) όπου είναι άποδεκτή και η Ποιότης Α.

ΠΟΙΟΤΗΣ D Άποδεκτή μέχρι και για πάχος 22,5 mm (0,89 in) εις την «ως ήλαθη» κατάσταση και άποδεκτή μέχρι και για πάχος 27,5 mm (1,08 in) όταν είναι ομαλοποιημένα.

ΠΟΙΟΤΗΣ DS Άποδεκτή μέχρι και για πάχος 22,5 mm (0,89 in)
ΠΟΙΟΤΗΤΕΣ CS και E Άποδεκτές μέχρι και για πάχος 51,0 mm (2,00 in).

γ Έλασματα Παχύτερα από 51,0 mm (2,00 in)

δ Μορφοσίδερα και Ράβδοι Εκτός από όταν αναφέρεται διαφορετικά θα είναι άποδεκτός ο πληρών τις προδιαγραφές της Ποιότητας Α χάλυβας.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4 : Χρήση ναυπηγικών χαλύβων συνήθους αντοχής κατά ABS

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 9/18
	<u>3. ΥΛΙΚΑ</u>	Ο.Ε. 2001- 3

α Έλασματα Πάχους 51,00 mm (2,00 in) και Κάτω — Κανονικές Εφαρμογές Τα έλασματα με πάχος από 51,0 mm (2,00 in) και κάτω που χρησιμοποιούνται για κανονικές εφαρμογές, πρέπει να είναι των παρακάτω ποιοτήτων :

ΠΟΙΟΤΗΣ ΑΗ Άποδεκτή μέχρι και για πάχος 19,0 mm (0,75 in).
Άποδεκτή επίσης και για τα πάνω από 19 mm (0,75 in) μέχρι και 51,0 mm (2,00 in) έλασματα εκτός από αυτά του πυθμένα της σειράς του ζωστήρα και των καταστρωμάτων άντοχής στο μεσαίο τμήμα του πλοίου, και για άλλα μέλη που μπορεί να υποβληθούν σε σχετικά ψηλές τάσεις.

ΠΟΙΟΤΗΣ ΔΗ Άποδεκτή μέχρι και για πάχος 51,0 mm (2,00 in)

ΠΟΙΟΤΗΣ ΕΗ Άποδεκτή μέχρι και για πάχος 51,0 mm (2,00 in).

β Ελάσματα Πάχους 51,0 mm (2,00 in) και Κάτω - Ειδικές Εφαρμογές Τα έλασματα πάχους 51,0 mm (2,00 in) και κάτω για τα οποία προβλέπεται από άλλο εδάφιο των Κανόνων να είναι από ειδικό υλικό λόγω της ειδικής εφαρμογής τους στο σκάφος και τα καταστρώματα του πλοίου, πρέπει να είναι από μία από τις παρακάτω ποιότητες.

ΠΟΙΟΤΗΣ ΑΗ Άποδεκτή μέχρι και για πάχος 19,0 mm (0,75 in).

ΠΟΙΟΤΗΣ ΔΗ Άποδεκτή μέχρι και για πάχος 19,0 mm (0,75 in).

ΠΟΙΟΤΗΣ ΔΗ Άποδεκτή μέχρι και για πάχος 27,5 mm (1,08 in) όταν το υλικό είναι ομαλοποιημένο . Εν τούτοις δεν απαιτείται ομαλοποίηση για τα μέχρι και τα 19 mm (0,75 in) πάχη .

ΠΟΙΟΤΗΣ ΕΗ Άποδεκτή μέχρι και για πάχος 51,0 mm (2,00 in).

γ Ελάσματα Παχύτερα από 51,0 mm (2,00 in)

δ Εφαρμογές Μορφοσιδήρων και Ράβδων Εκτός από όπου αναφέρεται θα γίνεται αποδεκτός ο πληρών τις προδιαγραφές για την Ποιότητα ΑΗ ημικαθησυχασμένος χάλυβας .

ΠΙΝΑΚΑΣ 5 : Χρήση ναυπηγικών χαλύβων υψηλής αντοχής κατά ABS.

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 10/18
	<u>3. ΥΛΙΚΑ</u>	Ο.Ε. 2001- 3

Ποιότητα	Μέγιστα Πάχη Ελασμάτων (mm)	
	Κανονικές εφαρμογές	Ειδικές εφαρμογές (1)
A	19.0 (2)	(3)
B	22.5	16.0
D	51.0	22.5
		27.5 (4)
DS	51.0	22.5
		51.0
CS	51.0	51.0
E	51.0	51.0
AH	19.0	19.0
DH	51.0	19.0
		27.5 (5)
EH	51.0	51.0

- Σημειώσεις :
1. Όπου απαιτούνται ειδικά υλικά, όπως στο κυρτό της γάστρας, στην υδρορορή και στον ζωστήρα καταστρώματος.
 5. Αποδεκτό μέχρι και 51 mm, εκτός από ζωστήρα πυθμένα, ελάσματα καταστρώματος αντοχής στο μεσαίο τμήμα του πλοίου, και άλλα στοιχεία αντοχής που υπόκεινται σε σχετικά υψηλές τάσεις.
 6. Αποδεκτή για πάχος έως 19 mm στη σειρά του κυρτού της γάστρας, όταν τοποθετείται διπύθμενο ανταποκρινόμενο στους Κανονισμούς.
 7. Για λεπτόκοκκη, εξομαλυσμένη ποιότητα.
 8. Για εξομαλυσμένη ποιότητα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6 : Όρια παχών ελασμάτων για τις διάφορες ποιότητες ναυπηγικού χάλυβα κατά ABS

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 11/18
	<u>3. ΥΛΙΚΑ</u>	Ο.Ε. 2001- 3

3.4 Νέες Εξελίξεις

Από τα μέσα της δεκαετίας του 1960, αυξάνεται συνεχώς η χρήση χαλύβων πολύ υψηλής αντοχής τόσο σε πλοία όσο και σε πλωτές εξέδρες εξόρυξης πετρελαίου. Η ευρύτερη εφαρμογή, όμως, των χαλύβων αυτών έχει συναντήσει προβλήματα που αφορούν τη δυσθραυστότητά τους και τις ιδιότητες τους κατά την έννοια του πάχους.

Για το λόγο αυτό έχουν γίνει διεθνώς πολλές προσπάθειες προς την κατεύθυνση της επίλυσης των παραπάνω προβλημάτων με σκοπό την παρασκευή χαλύβων καλύτερης ποιότητας. Μια τελευταία τέτοια προσπάθεια που έγινε στην Ιαπωνία συνίσταται στη μέθοδο εξέλασης με θερμομηχανική διαδικασία (thermomechanical control process, TMPC). Με τη διαδικασία αυτή η εξέλαση δε χρησιμοποιείται μόνο για τη μόρφωση ελασμάτων, αλλά και για τη μείωση του μεγέθους των κόκκων του χάλυβα. Έτσι μπορεί να παραχθεί χάλυβας με ιδιότητες ίδιες ή καλύτερες από εκείνες του εξομαλυσμένου χάλυβα, χωρίς να απαιτηθεί θερμική κατεργασία μετά την εξέλαση.

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 12/18
	<u>3. ΥΛΙΚΑ</u>	Ο.Ε. 2001- 3

4. ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ

4.1 Μεταλλουργία και Ιδιότητες των Κραμάτων Αλουμινίου

Το καθαρό αλουμίνιο κραματοποιείται εύκολα με πολλά άλλα μέταλλα, με αποτέλεσμα τη δυνατότητα επίτευξης μεγάλης ποικιλίας φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων. Για την εύκολη κατάταξη των διαφόρων κραμάτων, η Aluminum Association (Η.Π.Α.) χρησιμοποιεί ένα σύστημα που αποτελείται από τέσσερα αριθμητικά ψηφία με τα ακόλουθα ενδεικτικά :

- 1ο ψηφίο = κύριο συστατικό
- 2ο ψηφίο = χαρακτηριστικό παραλλαγής
- 3ο & 4ο ψηφίο = διακριτικό συγκεκριμένου κράματος.

Οι σειρές κραμάτων αλουμινίου που προκύπτουν με τον τρόπο αυτό, μαζί με το κυριότερο στοιχείο του κράματος, φαίνονται στον **Πίνακα 7** :

Σειρά	Κύριο στοιχείο κράματος
1000	Τουλάχιστον 99% αλουμίνιο (Al)
2000	Χαλκός (Cu)
3000	Μαγγάνιο (Mn)
4000	Πυρίτιο (Si)
5000	Μαγνήσιο (Mg)
6000	Μαγνήσιο και Πυρίτιο (Mg ₂ Si)
7000	Ψευδάργυρος (Zn)
8000	Άλλα στοιχεία
9000	Αχρησιμοποίητη κατηγορία

ΠΙΝΑΚΑΣ 7 : Κύρια στοιχεία κραμάτων αλουμινίου

Το καθαρό αλουμίνιο είναι πολύ μαλακό και όλκιμο. Στις περισσότερες, όμως, πρακτικές εφαρμογές απαιτείται μεγαλύτερη αντοχή. Αυτό επιτυγχάνεται κατ' αρχάς με την προσθήκη άλλων στοιχείων για την παρασκευή διαφόρων κραμάτων. Περαιτέρω αύξηση της αντοχής επιτυγχάνεται με διαφόρων ειδών κατεργασίες, θερμικές ή όχι.

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 13/18
	<u>3. ΥΛΙΚΑ</u>	Ο.Ε. 2001- 3

4.2 Μη Θερμικά Κατεργασμένα Κράματα

Η αύξηση της αντοχής στα κράματα αυτά οφείλεται στην ύπαρξη στοιχείων, όπως μαγνήσιο, πυρίτιο, μαγγάνιο και σίδηρος, μόνων τους ή σε συνδυασμό. Τα κράματα αυτά ανήκουν στις σειρές 1000, 3000, 4000 και 5000. Περαιτέρω αύξηση της αντοχής τους είναι δυνατή με την εφαρμογή κατεργασίας διαμόρφωσης εν ψυχρώ (cold working), που συνίσταται σε πλαστική παραμόρφωση σε τέτοια θερμοκρασία και με τέτοιο ρυθμό ώστε να προκληθεί ενδοτράχυνση (strain hardening).

Σημειώνεται ότι στα κράματα που περιέχουν σημαντικό ποσοστό μαγνησίου, την κατεργασία αυτή ακολουθεί συνήθως μια κατεργασία σε σχετικά υψηλή θερμοκρασία, καλούμενη σταθεροποιητική (stabilizing), με σκοπό την σταθεροποίηση των ιδιοτήτων.

4.3 Θερμικά Κατεργασμένα Κράματα

Η βασική αντοχή των κραμάτων αυτών οφείλεται στην ύπαρξη στοιχείων, όπως χαλκός, μαγνήσιο, ψευδάργυρος και πυρίτιο. Επειδή τα στοιχεία αυτά, μόνα τους ή σε συνδυασμούς, αυξάνουν την ικανότητά τους να διαλύονται στο αλουμίνιο με αύξηση της θερμοκρασίας, είναι δυνατό να υποβληθούν σε θερμικές κατεργασίες που αυξάνουν την αντοχή τους.

Το πρώτο βήμα στη θερμική κατεργασία, καλούμενο κατεργασία διαλυτοποίησης ή υπερβαφή (solution heat treatment), συνίσταται σε θέρμανση του κράματος σε κατάλληλη θερμοκρασία και για αρκετό χρονικό διάστημα, με σκοπό την τοποθέτηση των διαλυτών στοιχείων σε στερεό διάλυμα. Αυτό ακολουθείται από γρήγορη βαφή (quenching), συνήθως σε νερό, η οποία προσωρινά " παγώνει " τη μεταλλουργική δομή που έχει σχηματιστεί (υπερκεκορεσμένο διάλυμα), κάτι που έχει ως αποτέλεσμα την εύκολη κατεργασιμότητα του υλικού για σύντομο χρονικό διάστημα. Σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ή υψηλότερη η κατάσταση αυτή (μετά την βαφή) δεν είναι σταθερή, οπότε αρχίζει κατακρήμνιση (precipitation) των συστατικών. Μετά την πάροδο αρκετών ημερών σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, διαδικασία που καλείται γήρανση (aging), το κράμα είναι πλέον σημαντικά ισχυρότερο από άποψη αντοχής. Μερικά κράματα φτάνουν σε κατάσταση ισορροπίας σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, άλλα όμως, και ιδιαίτερα αυτά που περιέχουν μαγνήσιο και πυρίτιο ή μαγνήσιο και ψευδάργυρο, συνεχίζουν να σκληρύνονται με γήρανση (age hardening) επί μεγάλα χρονικά διαστήματα σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Είναι δυνατή περαιτέρω αύξηση της αντοχής και σταθεροποίηση των ιδιοτήτων με θέρμανση για ελεγχόμενο χρονικό διάστημα σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες. Η διαδικασία αυτή καλείται τεχνητή γήρανση (artificial aging) ή σκλήρυνση με κατακρήμνιση (precipitation hardening).

Με κατάλληλο συνδυασμό των διαδικασιών θερμικής κατεργασίας διαλυτοποίησης, βαφής, διαμόρφωσης εν ψυχρώ και τεχνητής γήρανσης είναι δυνατή η παρασκευή κραμάτων πολύ μεγάλης αντοχής.

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 14/18
	<u>3. ΥΛΙΚΑ</u>	Ο.Ε. 2001- 3

4.4 Σύστημα Χαρακτηρισμού Κατεργασιών

Για τη διευκόλυνση των χρηστών των κραμάτων αλουμινίου, το τετραψήφιο χαρακτηριστικό κάθε κράματος που αναφέρθηκε πριν συνοδεύεται από ένα γράμμα και από ένα έως τρία ψηφία, όπου απαιτείται, τα οποία υποδηλώνουν την ακολουθία των κατεργασιών (θερμικών ή όχι) που υπέστη το κράμα με σκοπό τη βελτίωση των ιδιοτήτων του.

Στα ακόλουθα δίνεται επεξήγηση χρησιμοποιούμενων συμβολισμών :

- **F** Καμία κατεργασία.
- **O** Ανόπτηση (annealing) = Θερμική κατεργασία με σκοπό την εξάλειψη των τάσεων που προέκυψαν από την κατεργασία διαμόρφωσης εν ψυχρώ (cold working).
- **H** Ενδοτράχυνση (strain hardening).
 - **H1** Μόνο ενδοτράχυνση.
 - **H2** Ενδοτράχυνση και μερική ανόπτηση (annealing).
 - **H3** Ενδοτράχυνση και σταθεροποίηση (stabilizing).
- **T** Θερμική κατεργασία.
 - **T3** Υπερβαφή, κατεργασία διαμόρφωσης εν ψυχρώ, και φυσική γήρανση.
 - **T4** Υπερβαφή και φυσική γήρανση.
 - **T5** Απόψυξη μετά από διαμόρφωση σε υψηλή θερμοκρασία και τεχνητή γήρανση.
 - **T6** Υπερβαφή και τεχνητή γήρανση.
 - **T7** Υπερβαφή και υπεργήρανση / σταθεροποίηση για έλεγχο χαρακτηριστικών υλικού.
 - **T8** Υπερβαφή, κατεργασία διαμόρφωσης εν ψυχρώ και τεχνητή γήρανση.
 - **T9** Υπερβαφή, τεχνητή γήρανση και κατεργασία διαμόρφωσης εν ψυχρώ.

4.5 Κράματα Αλουμινίου για Ναυπηγική Χρήση

Τα κράματα αλουμινίου που χρησιμοποιούνται σήμερα στη ναυπηγική είναι αυτά των σειρών 5000 και 6000 :

Σειρά 5000 : Το μαγνήσιο αποτελεί το σημαντικότερο στοιχείο για κραματοποίηση με το αλουμίνιο. Όταν χρησιμοποιείται ως το κύριο στοιχείο κραματοποίησης (ή σε συνδυασμό με το μαγγάνιο), οδηγεί στη δημιουργία κράματος μέσης έως υψηλής αντοχής, το οποίο δεν επιδέχεται θερμική κατεργασία. Τα κράματα της σειράς αυτής παρουσιάζουν

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 15/18
	<u>3. ΥΛΙΚΑ</u>	O.E. 2001- 3

καλά χαρακτηριστικά συγκολλητότητας και υψηλή αντοχή στο θαλασινό διαβρωτικό περιβάλλον.

Σειρά 6000 : Τα κράματα της σειράς αυτής περιέχουν πυρίτιο και μαγνήσιο σε ποσοστά που να κάνουν δυνατή τη δημιουργία Mg_2Si , έτσι ώστε να είναι επιτρεπτή η θερμική τους κατεργασία. Ένα από τα σημαντικότερα κράματα της σειράς αυτής, με ευρείες εφαρμογές, είναι το 6061. Τα κράματα της σειράς αυτής, διαθέτουν καλές ιδιότητες κατεργασιμότητας και αντοχής σε διάβρωση.

Τα κυριότερα κράματα από τη σειρά 5000, που δεν επιδέχονται θερμική κατεργασία, είναι τα 5052, 5083, 5086, 5454 και 5456. Από αυτά το 5052 υπήρξε ένα από τα πρωτοχρησιμοποιηθέντα κράματα αλουμινίου στη ναυπηγική και εξακολουθεί να χρησιμοποιείται για μικρά σκάφη αναψυχής. Λόγω της μικρής του, όμως, αντοχής δεν χρησιμοποιείται πλέον για την κατασκευή μεγαλύτερων πλοίων.

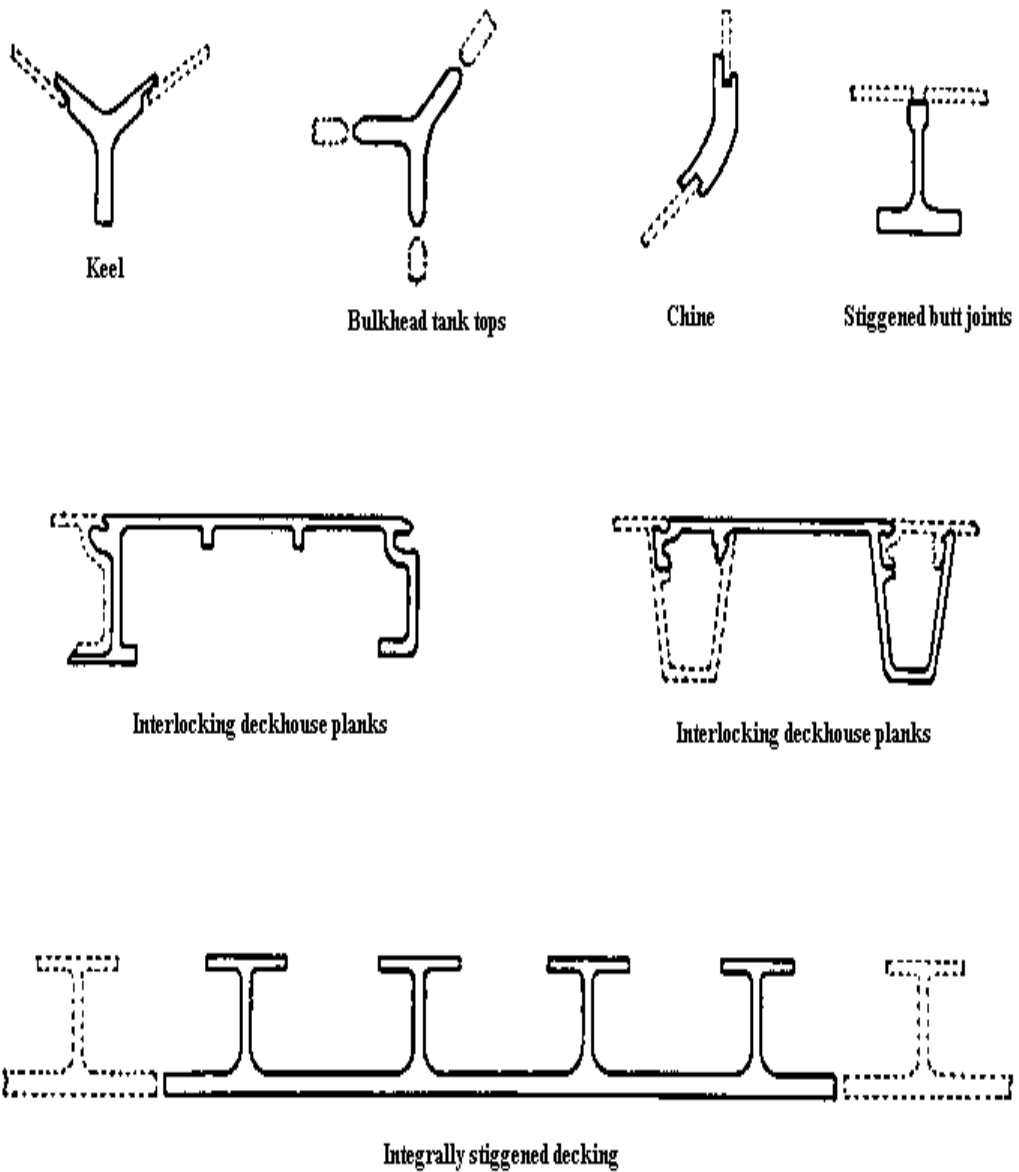
Εάν αναμένονται υπερεσιακές θερμοκρασίες υψηλότερες των $65^{\circ}C$ ($150^{\circ}F$), συνιστάται η χρήση του κράματος 5454 για αποφυγή του φαινομένου της διάβρωσης με μηχανική καταπόνηση που οδηγεί σε ρηγμάτωση (stress corrosion cracking) που παρατηρείται συνήθως σε κράματα αλουμινίου με υψηλή περιεκτικότητα σε μαγγάνιο.

Τα κράματα 5086, 5083, και 5456 στην κατεργασία H116 είναι τα κυριότερα κράματα αλουμινίου που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή της γάστρας του πλοίου ή άλλων ναυπηγικών κατασκευών. Από αυτά, το κράμα 5086 συνιστάται όπου απαιτούνται μέσα επίπεδα αντοχής, χαμηλότερη περιεκτικότητα σε μαγνήσιο, καλή συγκολλητότητα και καλά χαρακτηριστικά αντοχής σε διάβρωση και κατεργασιμότητα. Τυπικές εφαρμογές του είναι στη γάστρα, στο κατάστρωμα, στις φρακτές και σε ιστούς, πύργους, δεξαμενές και παρόμοιες κατασκευές. Τα κράματα 5083 και 5456 συνιστώνται όπου απαιτούνται υψηλές αντοχές, υψηλότερη περιεκτικότητα σε μαγνήσιο, καλή συγκολλητότητα, εξαιρετικές αντιδιαβρωτικές ιδιότητες και μέτρια κατεργασιμότητα. Τυπικές εφαρμογές τους περιλαμβάνουν κατασκευές που απαιτούν πολύ υψηλό λόγο αντοχής προς βάρος, π.χ. γάστρες υδροπτερυγίων (hydrofoils), αμφίβια σκάφη, κ.λ.π.

Από τα κράματα αλουμινίου που έχουν υποστεί θερμική κατεργασία, το 6061 είναι αυτό που χρησιμοποιείται κύρια στη ναυπηγική. Με αυτό κατασκευάζονται οι διάφοροι μορφοδοκοί που χρησιμοποιούνται ως ενισχυτικά των ελασμάτων (Σχήμα 1).

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 16/18
	<u>3. ΥΛΙΚΑ</u>	Ο.Ε. 2001- 3



ΣΧΗΜΑ 1 : Τυπικές μορφές κατασκευασμένες με διέλαση (extrusion) για ναυπηγικές εφαρμογές

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 17/18
	<u>3. ΥΛΙΚΑ</u>	Ο.Ε. 2001- 3

Η χημική σύσταση των κραμάτων αλουμινίου για ναυπηγική χρήση φαίνεται στον **Πίνακα 8**.

Alloy κράμα	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Others Each Total	Al
5052	0.25	0.40	0.10	0.10	2.2-2.8	0.2-0.4	0.10	--	0.1-0.2	Rem
5083	0.40	0.40	0.10	0.4-1.0	4.0-4.9	0.1-0.3	0.25	0.15	0.1-0.2	Rem
5086	0.40	0.50	0.10	0.2-0.7	3.5-4.5	0.1-0.3	0.25	0.15	0.1-0.2	Rem
5454	0.25	0.40	0.10	0.5-1.0	2.4-3.0	0.1-0.2	0.25	0.20	0.1-0.2	Rem
5456	0.25	0.40	0.10	0.5-1.0	4.7-5.5	0.1-0.2	0.25	0.20	0.1-0.2	Rem
6061	0.4-0.8	0.70	0.2-0.4	0.15	0.8-1.2	0.1-0.4	0.25	0.15	0.1-0.2	Rem
6063	0.2-0.6	0.35	0.10	0.10	0.45-0.9	0.10	0.10	0.10	0.1-0.2	Rem
6351	0.7-1.3	0.50	0.10	0.4-0.8	0.4-0.8	—	0.20	0.20	0.1-0.2	Rem
356.0	6.5-7.5	0.60	0.25	0.35	0.2-0.4	—	0.35	0.25	0.1-0.2	Rem
A356.0	6.5-7.5	0.20	0.20	0.10	0.2-0.4	—	0.10	0.20	0.1-0.2	Rem
514.0	0.35	0.15	0.15	0.35	3.5-4.5	—	0.15	0.25	0.1-0.2	Rem
520.0	0.25	0.30	0.25	0.15	9.5-10.6	—	0.15	0.25	0.1-0.2	Rem
535.0	0.15	0.15	0.05	0.1-0.2	6.2-7.5	—	—	0.10- 0.25	0.1-0.2	Rem *

Σημειώσεις :

1. Μοναδικές τιμές υπονοούν μέγιστη περιεκτικότητα.
2. Τα πέντε τελευταία κράματα είναι κράματα χύτευσης.
3. Rem = Remainder.

ΠΙΝΑΚΑΣ 8 : Χημική σύσταση κραμάτων αλουμινίου για ναυπηγική χρήση

Στον **Πίνακα 9** αναγράφονται οι ελάχιστες μηχανικές ιδιότητες των ίδιων κραμάτων αλουμινίου σε μετωπικές συγκολλήσεις, για διάφορες θερμικές κατεργασίες, στην περιοχή της συγκόλλησης.

Συγκεκριμένα, για τα κράματα της σειράς 5000, η θερμότητα της συγκόλλησης μετασχηματίζει το βασικό μέταλλο σε κατάσταση που προσομοιάζει την ανοπτημένη. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της αντοχής στην περιοχή της συγκόλλησης, κάτι που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς αντοχής. Το φαινόμενο αυτό παρουσιάζεται πολύ πιο έντονα στα θερμικά κατεργασμένα κράματα της σειράς 6000. Για παράδειγμα, το ελάχιστο όριο αντοχής σε εφελκυσμό του κράματος 6061-T6 από 289 MPa (42 ksi), που είναι στο βασικό μέταλλο, μειώνεται σε 165 MPa (24 ksi) στην περιοχή συγκόλλησης.

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 18/18
	<u>3. ΥΛΙΚΑ</u>	

Κράμα	Όριο Θραύσης-Εφελκυσμός		Όριο Διαρροής	
	Mpa	Ksi	Mpa	Ksi
5083	275	39	145	21
5086	240	35	95	14
5454	215	31	85	12
5456	290	41	130	19
6061-T6	165	24	105	15

Σημειώσεις :

1. Ο Πίνακας αναφέρεται σε πάχη ελασμάτων έως 38 mm (1,5 in)
2. Για τα κράματα 5083, 5086, 5454, 5456 οι τιμές ισχύουν για όλες τις κατεργασίες.
3. Για το κράμα 6061-T6 οι τιμές αναφέρονται σε συγκόλληση με προστιθέμενο μέταλλο από κράματα 5183, 5356 ή 5556.
4. Οι τιμές του ορίου διαρροής που αναγράφονται στον πίνακα βασίζονται σε μήκος μέτρησης ίσο προς 254 mm (10 in).

ΠΙΝΑΚΑΣ 9 : Ελάχιστες μηχανικές ιδιότητες μετωπικών συγκολλήσεων κραμάτων αλουμινίου

Για λόγους πληρότητας, στον **Πίνακα 10** εμφανίζονται οι αντιστοιχίες στην ονοματολογία των κραμάτων αλουμινίου για ναυπηγική χρήση μεταξύ των οργανισμών ΑΑ (Aluminum Association) και ISO (International Organization for Standardization).

ΑΑ	ISO
5052	AlMg2.5Mn
5083	AlMg4.5Mn
5086	AlMg4
5454	AlMg3Mn
6061	AlMg1SiCu

ΠΙΝΑΚΑΣ 10 : Αντιστοιχίες Ονοματολογίας Κραμάτων Αλουμινίου

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 1/7
	<u>4. ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001- 4

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1 ΣΚΟΠΟΣ**
- 2 ΠΗΓΕΣ**
- 3 ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ**
 - 3.1** Σύμβολα
 - 3.2** Σχήματα και παραδείγματα

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 2/7
	<u>4. ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001- 4

1. ΣΚΟΠΟΣ

Να οριστούν οι συμβολισμοί των συγκολλήσεων που χρησιμοποιούνται σε οποιοδήποτε έγγραφο ή σχέδιο.

2. ΠΗΓΕΣ

- ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ (ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ), Βασ. Παπάζογλου και Γ. Παπαδημητρίου Καθηγητών Ε.Μ.Π.
- ΝΑΥΠΗΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ (ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ), Βασ. Παπάζογλου Καθηγητή Ε.Μ.Π.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 3/7
	<u>4. ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001- 4

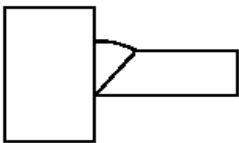


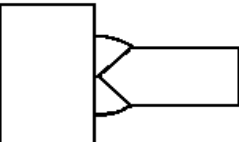


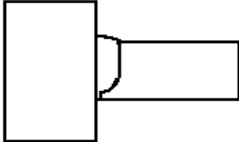


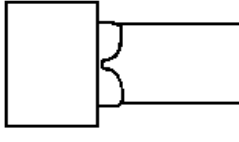
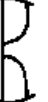

3. ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ

3.1 Σύμβολα

Οι συμβολισμοί των συγκολλήσεων διαφέρουν από κράτος σε κράτος, αλλά και από ναυπηγείο σε ναυπηγείο, τουλάχιστον όσον αφορά τις λεπτομέρειες. Είναι συνεπώς επιβεβλημένο να αναφέρεται στα κατασκευαστικά σχέδια το συγκεκριμένο σύστημα συμβολισμών που χρησιμοποιείται. Στην οδηγία αυτή θα αναφερθούν περιληπτικά τα δύο σημαντικότερα συστήματα συμβολισμών :

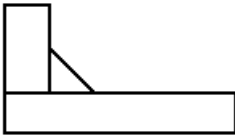














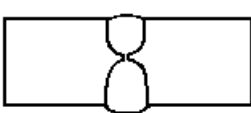


- Το Βρετανικό (British Standard B.S. 499, Welding Terms and Symbols, Part 2 : 1965, Symbols for Welding)
- Το Αμερικάνικο (American Welding Society, AWS A2.4, Symbols for Welding and Nondestructive Testing, 1979).

Πρώτα, στον επόμενο πίνακα (**ΠΙΝΑΚΑΣ 1**) δίνονται τα βασικά σύμβολα για τους διάφορους τύπους συγκόλλησης στα δύο συστήματα :

ΤΥΠΟΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ	ΣΧΗΜΑ	ΣΥΜΒΟΛΟ	
		ΑΓΓΛΙΑ	Η.Π.Α.
Συμβολή απλού $\frac{1}{2} \vee$ (Single - bevel butt)			
Συμβολή απλού $\frac{1}{2} \times$ (Double - bevel butt)			
Συμβολή απλού J (Single - J butt)			
Συμβολή διπλού J (Double - J butt)			

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 4/7
	<u>4. ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001- 4

ΤΥΠΟΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ	ΣΧΗΜΑ	ΣΥΜΒΟΛΟ	
		ΑΓΓΛΙΑ	Η.Π.Α.
Αυχενική (Fillet)			
Κλειστή ή ανοικτή συμβολή (Square butt)			
Συμβολή απλού V (Single - V butt)			
Συμβολή X (Double - V butt)			
Συμβολή απλού U (Single - U butt)			
Συμβολή διπλού U (Double - U butt)			

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 (συνέχεια)

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 5/7
	<u>4. ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001- 4

Εκτός από τα προαναφερθέντα γενικά σύμβολα, υπάρχουν και ορισμένα ειδικά όπως φαίνεται στον **Πίνακα 2** :

ΤΥΠΟΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ	ΑΓΓΛΙΑ	Η.Π.Α.
Περιφερειακή συγκόλληση		
Συγκόλληση επί πλοίου		
Συγκόλληση με επικαλύπτρα		
Απομάκρυνση ενίσχυσης όψης		
Συγκόλληση πλήρους διείσδυσης με μέθοδο που θα συμφωνηθεί		Δεν υπάρχει σύμβολο

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

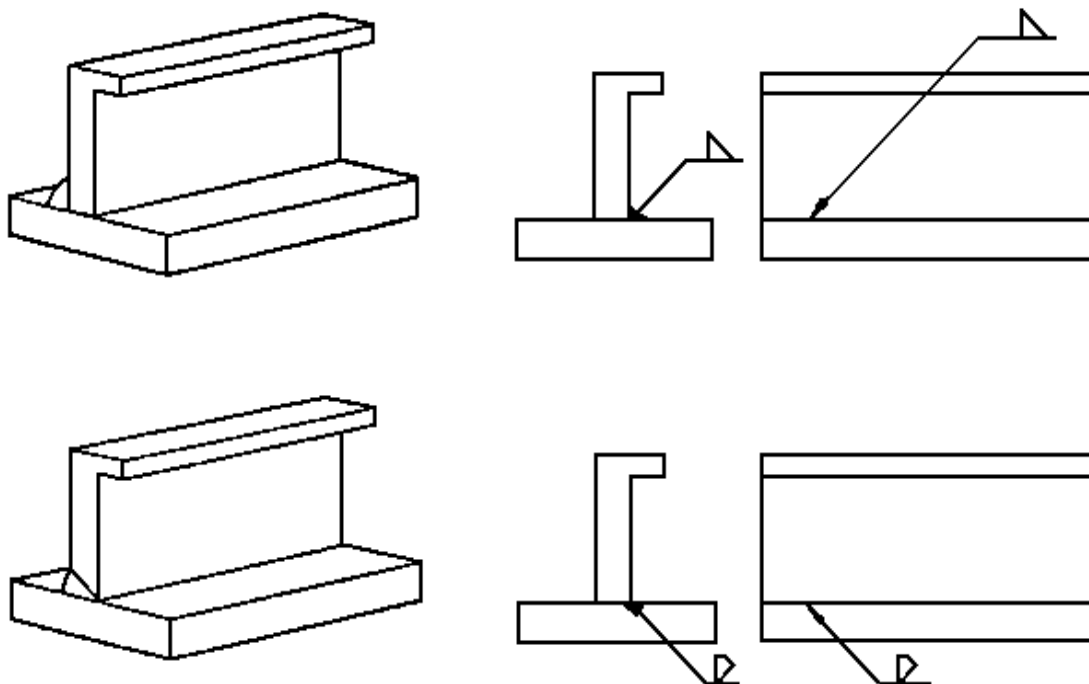
3.2 Σχήματα και παραδείγματα

Και στα δύο συστήματα υπάρχουν τα εξής χαρακτηριστικά :

- α) Ένα βέλος δείχνει τη συγκεκριμένη ένωση.
- β) Μια οριζόντια γραμμή, η γραμμή αναφοράς, σχεδιάζεται υπό γωνία προς το βέλος. Πάνω στη γραμμή αυτή σχεδιάζονται τα σύμβολα και αναγράφονται όλες οι άλλες απαιτούμενες οδηγίες.
- γ) Το σύμβολο συγκόλλησης που τοποθετείται κάτω από τη γραμμή αναφοράς σημαίνει ότι η συγκόλληση πρέπει να εκτελεστεί στην πλευρά της ένωσης που δείχνει το βέλος, ενώ αν το σύμβολο τοποθετείται πάνω από τη γραμμή αναφοράς υπονοεί την άλλη πλευρά.
- δ) Για συγκόλληση που γίνεται και από τις δύο πλευρές, απαιτείται από ένα σύμβολο σε κάθε πλευρά της γραμμής αναφοράς.
- ε) Το μέγεθος της συγκόλλησης δίνεται αριστερά του συμβόλου του, συνήθως σε mm.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 6/7
	<u>4. ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001- 4

Τα χαρακτηριστικά αυτά καθώς και παραδείγματα εφαρμογής των Αγγλικών και Αμερικάνικων κανονισμών φαίνονται στα **σχήματα 1, 2 και 3 - 6** που ακολουθούν :



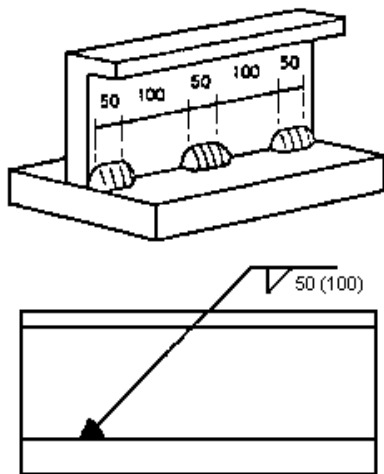
ΣΧΗΜΑ 1



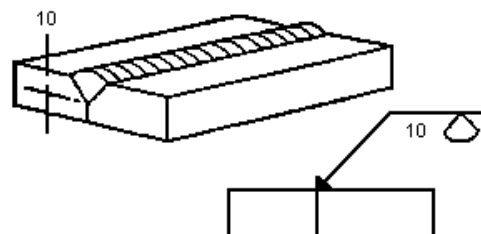
ΣΧΗΜΑ 2

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

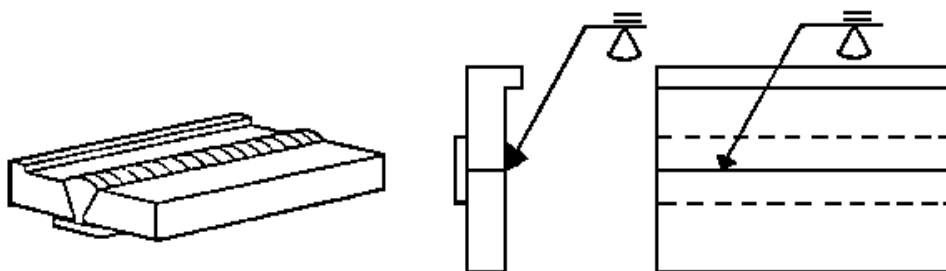
Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 7/7
	<u>4. ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001- 4



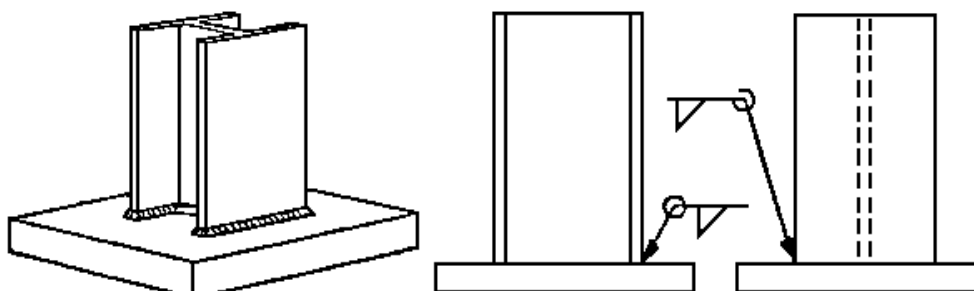
ΣΧΗΜΑ 3 :
 Διακεκομένη συγκόλληση



ΣΧΗΜΑ 4 :
 Συγκόλληση μερικής διείσδυσης



ΣΧΗΜΑ 5 :
 Χρήση επικάλυπτρας (backing strip)



ΣΧΗΜΑ 6 :
 Περιφερειακή συγκόλληση (weld all around)

ΣΧΗΜΑΤΑ 3 - 4 - 5 - 6

ΣΥΝΤΑΞΗ Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	ΕΓΚΡΙΣΗ Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	ΕΚΔΟΣΗ 1	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ 0	ΗΜ/ΝΙΑ
---------------------------------	---------------------------------	--------------------	------------------------	---------------

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 1/3
	<u>5. ΣΥΜΒΟΛΑ ΚΑΙ ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ</u>	Ο.Ε. 2001- 5

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1 ΣΚΟΠΟΣ**
- 2 ΠΗΓΕΣ**
- 3 ΣΥΜΒΟΛΑ ΚΑΙ ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ**
 - 3.1** Δοκίμιο
 - 3.2** Αναλώσιμα (περιλαμβάνοντας βοηθήματα, π.χ. αέριο προστασίας, συλλίπασμα)
 - 3.3** Διάφορα
 - 3.4** Διεργασίες συγκόλλησης

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 2/3
	<u>5. ΣΥΜΒΟΛΑ ΚΑΙ ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ</u>	Ο.Ε. 2001- 5

1. ΣΚΟΠΟΣ

Όπου δεν χρησιμοποιείται η πλήρης διατύπωση κατά τη συγκόλληση, πρέπει να χρησιμοποιούνται τα ακόλουθα σύμβολα και συντμήσεις, όταν συμπληρώνεται το πιστοποιητικό δοκιμής (βλέπε Ο.Ε. 2001 - 14 : ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β).

2. ΠΗΓΕΣ

Ευρωπαϊκά Πρότυπα EN 287 - 1 & 288 -1.

3. ΣΥΜΒΟΛΑ ΚΑΙ ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ

3.1 Δοκίμιο

a	ονομαστικό πάχος λαιμού
BW	μετωπική συγκόλληση
D	εξωτερική διάμετρος σωλήνα
FW	γωνιακή συγκόλληση
P	έλασμα
t	πάχος ελάσματος ή τοιχώματος σωλήνα
T	σωλήνας
z	μήκος σκέλους γωνιακής συγκόλλησης

3.2 Αναλώσιμα (περιλαμβάνοντας βοηθήματα, π.χ. αέριο προστασίας, συλλίπασμα)

nm	χωρίς προστιθέμενο μέταλλο
wm	με προστιθέμενο μέταλλο
A	όξινη επένδυση
B	βασική επένδυση
C	κυτταρινούχος επένδυση
R	ρουτιλική επένδυση
RA	όξινη ρουτιλική επένδυση
RB	βασική ρουτιλική επένδυση
RC	κυτταρινούχος ρουτιλική επένδυση
RR	κυτταρινούχος παχιά επένδυση
S	άλλοι τύποι

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 3/3
	<u>5. ΣΥΜΒΟΛΑ ΚΑΙ ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ</u>	Ο.Ε. 2001- 5

3.3 Διάφορα

ag	γήρανση
bs	συγκόλληση κι από τις δύο πλευρές
gb	συγκόλληση με υποστήριξη αερίου
gg	οπίσθια λείανση ή οπίσθιο τρόχισμα των συγκολλήσεων
mb	συγκόλληση με υλικό υποστήριξης
nb	συγκόλληση χωρίς υποστήριξη
ng	χωρίς οπίσθια λείανση ή οπίσθιο τρόχισμα
ss	συγκόλληση μίας πλευράς

3.4 Διεργασίες συγκόλλησης

- 111** Ηλεκτροσυγκόλληση με επενδεδυμένο ηλεκτρόδιο (SMAW).
- 114** Ηλεκτροσυγκόλληση σύρματος με πυρήνα συλλιπάσματος, χωρίς προστασία αερίου.
- 12** Εμβαπτιζόμενη ηλεκτροσυγκόλληση.
- 131** Ηλεκτροσυγκόλληση μεταλλικού ηλεκτροδίου με αδρανές αέριο (Μέθοδος MIG).
- 135** Ηλεκτροσυγκόλληση μεταλλικού ηλεκτροδίου με ενεργό αέριο (Μέθοδος MAG).
- 136** Ηλεκτροσυγκόλληση σύρματος με πυρήνα συλλιπάσματος, με προστασία ενεργού αερίου.
- 141** Ηλεκτροσυγκόλληση βολφραμίου με αδρανές αέριο (Μέθοδος TIG).
- 15** Ηλεκτροσυγκόλληση με πλάσμα (PAW).
- 311** Συγκόλληση οξυ-ασετιλίνης.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 1/20
	<u>6. ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001- 6

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1 ΣΚΟΠΟΣ**
- 2 ΠΗΓΕΣ**
- 3 ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ**
 - 3.1 Συγκόλληση με αέριο (Oxyfuel Gas Welding)**
 - 3.1.1** Γενικά
 - 3.1.2** Χαρακτηριστική αερίων καυσίμων
 - 3.1.3** Η φλόγα οξυγόνου - ακετυλενίου
 - 3.1.4** Βασικά εξαρτήματα συγκόλλησης με αέριο
 - 3.1.5** Περιγραφή και λειτουργία της εγκατάστασης αερίων του εργαστηρίου
 - 3.1.6** Μηχανές του εργαστηρίου για συγκόλληση με αέριο
 - 3.2 Συγκόλληση με επενδεδυμένα ηλεκτρόδια (Shielded Metal Arc Welding, SMAW)**
 - 3.2.1** Γενικά
 - 3.2.2** Χαρακτηριστικά της μεθόδου
 - 3.2.3** Πλεονεκτήματα και εφαρμογές
 - 3.2.4** Ταξινόμηση των μηχανών συγκόλλησης
 - 3.2.5** Μηχανές του εργαστηρίου για συγκόλληση SMAW
 - 3.3 Συγκόλληση με ηλεκτρόδιο βολφραμίου και προστασία αερίου (Gas Tungsten Arc Welding, GTAW)**
 - 3.3.1** Γενικά
 - 3.3.2** Πολικότητα
 - 3.3.3** Χαρακτηριστική μηχανής συγκόλλησης
 - 3.3.4** Μηχανές του εργαστηρίου για συγκόλληση GTAW
 - 3.4 Συγκόλληση με τηκόμενο ηλεκτρόδιο και προστασία αερίου (Gas Metal Arc Welding, GMAW)**
 - 3.4.1** Γενικά
 - 3.4.2** Πλεονεκτήματα και εφαρμογές
 - 3.4.3** Τύποι ηλεκτροδίων
 - 3.4.4** Πιστόλια συγκόλλησης
 - 3.4.5** Μηχανές του εργαστηρίου για συγκόλληση GMAW
 - 3.5 Συγκόλληση βυθισμένου τόξου (Submerged Arc Welding, SAW)**
 - 3.5.1** Γενικά
 - 3.5.2** Χαρακτηριστικά συγκόλλησης
 - 3.5.3** Πλεονεκτήματα και εφαρμογές
 - 3.5.4** Ηλεκτρόδια
 - 3.5.5** Χαρακτηριστικά μηχανής συγκόλλησης
 - 3.5.6** Μηχανές του εργαστηρίου για συγκόλληση βυθισμένου τόξου

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 2/20
	<u>6. ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001- 6

1. ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της οδηγίας αυτής είναι μια σύντομη περιγραφή των σύγχρονων μεθόδων συγκόλλησης, ως βάση των οδηγιών του εγχειριδίου που ακολουθούν.

2. ΠΗΓΕΣ

- ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ (ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ), Βασ. Παπάζογλου και Γ. Παπαδημητρίου Καθηγητών Ε.Μ.Π.
- ΝΑΥΠΗΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ (ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ), Βασ. Παπάζογλου Καθηγητή Ε.Μ.Π.
- THE PROCEDURE BOOK OF ARC WELDING, The Lincoln Electric Company.
- WELDER'S GUIDE, James E. Brumbaugh.

3. ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ

- 3.1** Συγκόλληση με Αέριο
(Oxyfuel Gas Welding)
- 3.2** Συγκόλληση με Επενδεδυμένα Ηλεκτρόδια
(Shielded Metal Arc Welding, SMAW)
- 3.3** Συγκόλληση με Ηλεκτρόδιο Βολφραμίου και Προστασία Αερίου
(Gas Tungsten Arc Welding, GTAW)
- 3.4** Συγκόλληση με Τηκόμενο Ηλεκτρόδιο και Προστασία Αερίου
(Gas Metal Arc Welding, GMAW)
- 3.5** Συγκόλληση Βυθισμένου Τόξου
(Submerged Arc Welding, SAW)

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 3/20
	<u>6. ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001- 6

3.1 Συγκόλληση με Αέριο (Oxyfuel Gas Welding)

3.1.1 Γενικά

Η συγκόλληση με αέριο περιλαμβάνει κάθε μέθοδο συγκόλλησης που χρησιμοποιεί σα μέσο πρόσδοσης θερμότητας κάποιο αέριο καύσιμο σε συνδυασμό με το οξυγόνο. Η μέθοδος συνίσταται στην τήξη του βασικού μετάλλου και του προστιθέμενου μετάλλου, αν χρησιμοποιείται, με τη βοήθεια της φλόγας που σχηματίζεται στο άκρο ενός καυστήρα. Το αέριο καύσιμο και το οξυγόνο αναμιγνύονται στην κατάλληλη αναλογία σε ένα θάλαμο, που μπορεί να αποτελεί τμήμα του καυστήρα.

3.1.2 Χαρακτηριστικά αερίων καυσίμων

Ο ακόλουθος πίνακας (**ΠΙΝΑΚΑΣ 1**) δίνει ορισμένα χαρακτηριστικά συγκεκριμένων αερίων καυσίμων για την απαιτούμενη σύγκριση. Για την κατανόηση του πίνακα αναφέρονται τα ακόλουθα επεξηγηματικά στοιχεία :

α) Το ειδικό βάρος σε σχέση με τον αέρα δίνει μια ένδειξη του τρόπου συσσώρευσης του καυσίμου αερίου σε περίπτωση διαρροής. (Π.χ. αν ειδικό βάρος < 1, το αέριο τείνει να πάει προς τα πάνω και να διαλυθεί).

β) Η θερμοκρασία της φλόγας μπορεί να γίνει μεγαλύτερη από αυτή που αναγράφεται στον πίνακα, αλλά τότε θα είναι οξειδωτική, κάτι που δεν είναι επιθυμητό στη συγκόλληση των περισσότερων μετάλλων.

γ) Πολύ υψηλή θερμογόνα δύναμη δεν είναι επιθυμητή, γιατί τότε αντί για συγκόλληση έχουμε κοπή.

δ) Η ταχύτητα καύσης είναι η ταχύτητα εκείνη με την οποία το μέτωπο της φλόγας προχωρεί κάθετα προς την επιφάνειά της διαμέσου το γειτονικού άκαυστου αερίου. Η παράμετρος αυτή επηρεάζει το μέγεθος της θερμοκρασίας της πρωτογενούς φλόγας, καθώς και την ταχύτητα ροής των αερίων από το ακροφύσιο του καυστήρα για την αποφυγή αναστροφής της φλόγας.

ε) Η θερμική ένταση καύσης (combustion intensity) αποτελεί τη βασικότερη παράμετρο για την σύγκριση των διαφόρων αερίων καυσίμων. Από τον πίνακα προκύπτει ότι το ακετυλένιο έχει την μεγαλύτερη τιμή θερμικής έντασης καύσης.

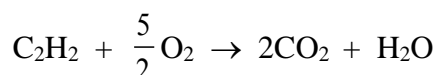
Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 4/20
	<u>6. ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001- 6

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Αέριο	Ακετυλένιο	Προπάνιο	Μεθάνιο	Υδρογόνο
Χημικός τύπος	C ₂ H ₂	C ₃ H ₈	CH ₄	H ₂
Ειδικό βάρος ¹ (16° C)	0,906	1,52	0,62	0,07
Όγκος/βάρος, m ³ /kg (16°C)	0,91	0,54	1,44	11,77
Θερμοκρασία φλόγας σε O ₂ ² , °C	3087	2526	2538	2660
Θερμογόνα Δύναμη, MJ/m ³	55	104	37	12
Ταχύτητα καύσης, m/sec	7,9	3,9	5,5	11,6
Θερμική ένταση καύσης ³ , J/m ² . S	434,5	405,6	203,5	139,2

3.1.3 Η φλόγα οξυγόνου - ακετυλενίου

Αυτή η φλόγα συγκόλλησης παράγεται με παροχή στον καυστήρα σχεδόν ίσων όγκων οξυγόνου και ακετυλενίου. Η βασική εξίσωση της χημικής αντίδρασης που λαμβάνει χώρα είναι :



Στην πραγματικότητα, όμως, η καύση συμβαίνει σε δυο στάδια. Το πρώτο στάδιο, καλούμενο πρωτογενής καύση, παριστάνεται από την αντίδραση :



και λαμβάνει χώρα στη βάση της φλόγας σε μια λεπτή κελυφοειδή περιοχή που περικλείει τον κώνο (βλ. **σχήμα 1**).

Η μέγιστη θερμοκρασία, T_{max}, συναντάται αμέσως μπροστά από την κορυφή της περιοχής αυτής, όπου ογκομετρική ανάλυση του αερίου μίγματος δίνει κατά προσέγγιση 60% CO, 20% H₂ και 20% H. Τα προϊόντα της πρώτης αυτής χημικής αντίδρασης σχηματίζουν την γαλαζωπή περιοχή της φλόγας, που καλείται ζώνη αναγωγής (reducing zone). Η περιοχή αυτή, επειδή έρχεται σε κοντινότερη επαφή με τα προς συγκόλληση αντικείμενα, είναι εκείνη που κατά κύριο λόγο προσδιορίζει τα χαρακτηριστικά της φλόγας σαν φλόγα συγκόλλησης.

Καθώς τα καύσιμα αέρια εξέρχονται του καυστήρα, όμως, τείνουν να παγιδεύσουν αέρια από το περιβάλλον, κυρίως στα εξωτερικά όρια της φλόγας. Ο αέρας αυτός αναμιγνύεται με τα προϊόντα της πρωτογενούς καύσης και δημιουργεί έτσι τις προϋποθέσεις για δευτερογενή καύση. Σημειώνεται ότι η παγίδευση αυτή του αέρα είναι τόσο μεγαλύτερη όσο περισσότερο απομακρυνόμαστε από το άκρο του

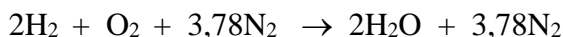
¹ Με ειδικό βάρος αέρα =1,2

² Θερμοκρασία ουδέτερης φλόγας

³ Η θερμική ένταση καύσης είναι το γινόμενο της θερμογόνας δύναμης επί την ταχύτητα καύσης

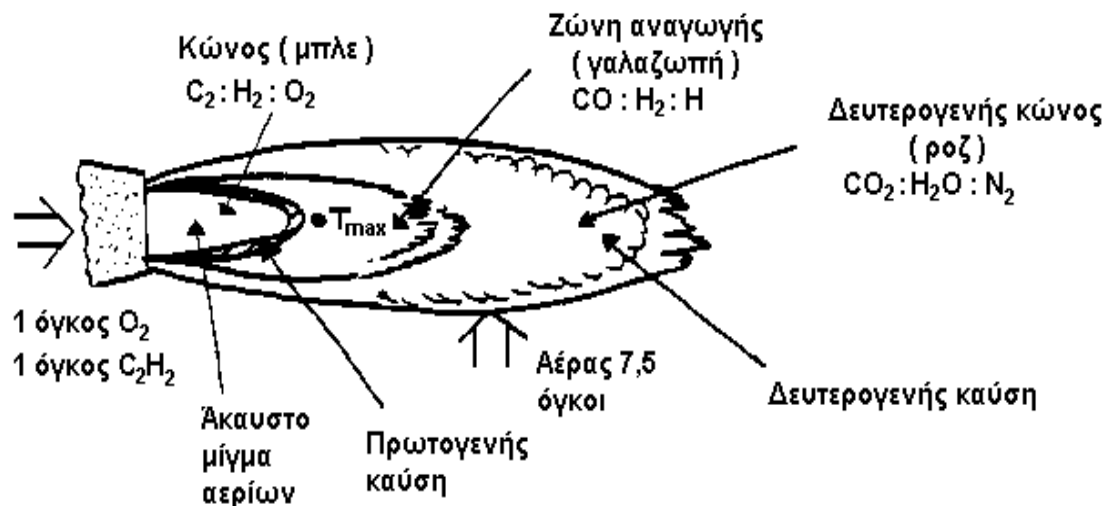
Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 5/20
	<u>6. ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001- 6

καυστήρα, λόγω στροβιλότητας και διάχυσης. Ο δευτερογενής, χρώματος ροζ, κώνος καύσης είναι επομένως οξειδωτικός (oxidizing) και περιέχει υψηλές ποσότητες αζώτου, εφόσον κάθε όγκος οξυγόνου στον αέρα συνοδεύεται από 3,78 όγκους αζώτου :



Τα χημικά χαρακτηριστικά της φλόγας μπορούν να μεταβληθούν ανάλογα με τις εκάστοτε απαιτήσεις συγκόλλησης, αλλάζοντας τον λόγο ακετυλενίου προς οξυγόνο. Στις περισσότερες εφαρμογές χρησιμοποιείται η λεγόμενη ουδέτερη φλόγα (neutral flame). Πρόκειται βασικά για τη φλόγα που περιγράφηκε παραπάνω, με τη διαφορά ότι επειδή είναι λιγότερο επιθυμητή η ελαφρά οξειδωτική (oxidizing) από την αναγωγική (reducing) φλόγα, συνηθίζεται η χρήση μικρής περίσσειας ακετυλενίου. Ένδειξη σωστής ρύθμισης της φλόγας είναι η παρουσία μικρής λευκής κουκίδας που τρεμοσβήνει στο άκρο του εσωτερικού κώνου.

Περαιτέρω αύξηση της παροχής ακετυλενίου έχει σαν αποτέλεσμα τη μετατροπή της φλόγας σε ανθρακούχα (carburizing). Σε αυτή ελεύθερος άνθρακας παράγεται από την πρωτογενή καύση, ο οποίος παρουσιάζεται σε όλη τη ζώνη αναγωγής. Η υψηλή θερμοκρασία που επικρατεί πυρακτώνει τον άνθρακα και τον καθιστά λαμπερό, φαινόμενο που εξηγεί τη λαμπρότητα της ζώνης αναγωγής. Τότε λέγεται ότι η φλόγα εμφανίζει το λεγόμενο " άσπρο φτερό ".



ΣΧΗΜΑ 1 : Φλόγα οξυγόνου-ακετυλενίου

Όταν αυξηθεί η αναλογία του οξυγόνου, τότε εμποδίζεται η δημιουργία ανθρακούχας φλόγας, εξαφανίζεται το " άσπρο φτερό " και η ζώνη αναγωγής, και ο εσωτερικός κώνος γίνεται κοντύτερος. Τότε, το χρήσιμο τμήμα της φλόγας περιέχει CO_2 , H_2O (που και τα δυο είναι οξειδωτικά), και περίσσεια οξυγόνου.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 6/20
	<u>6. ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001- 6

Οι ανθρακούχες φλόγες χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις όπου απαιτείται προσθήκη άνθρακα στο προς συγκόλληση υλικό. Όταν η φλόγα αυτή χρησιμοποιείται σε μαλακό χάλυβα, τα επιφανειακά στρώματά του απορροφούν άνθρακα με αποτέλεσμα τη μείωση του σημείου τήξης τους, οπότε μόνο η επιφάνεια τήκεται. Η τεχνική αυτή είναι πολύ χρήσιμη για επιφανειακή σκλήρυνση όπου πρέπει να αποφεύγεται τήξη σε βάθος.

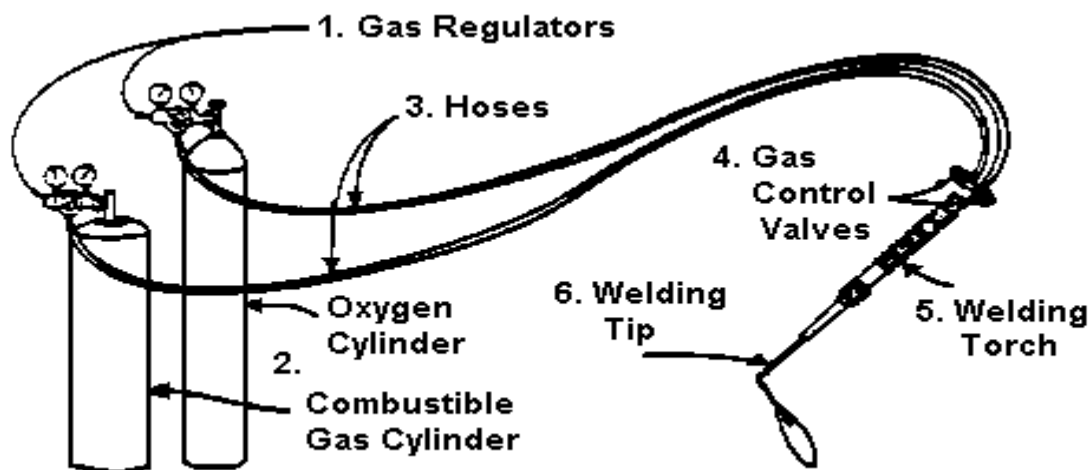
Οι οξειδωτικές φλόγες χρησιμοποιούνται σε κράματα που περιέχουν ψευδάργυρο, π.χ. σε μπρούτζο. Ο ψευδάργυρος οξειδώνεται στην επιφάνεια του τηγμένου μετάλλου, με αποτέλεσμα το δημιουργούμενο οξειδικό επίστρωμα να εμποδίζει περαιτέρω αντίδραση. Με ουδέτερη φλόγα ο ψευδάργυρος εξαερώνεται και διαχέεται συνεχώς στην ατμόσφαιρα, όπου και οξειδώνεται.

3.1.4 Βασικά εξαρτήματα συγκόλλησης με αέριο

Τα βασικά εξαρτήματα για την πραγματοποίηση συγκολλήσεων με αέριο είναι τα ακόλουθα :

1. Ρυθμιστές πίεσης αερίων (Pressure Regulators)
2. Φιάλες αερίων (Fuel gas cylinder & oxygen cylinder)
3. Εύκαμπτοι σωλήνες (Hoses)
4. Βαλβίδες ελέγχου ροής αερίων (Gas control valves)
5. Καυστήρας (Welding torch)
6. Ακροφύσιο συγκόλλησης (Welding tip)

Η σχηματική παράσταση των παραπάνω εξαρτημάτων παρουσιάζεται στο **σχήμα 2** που ακολουθεί :



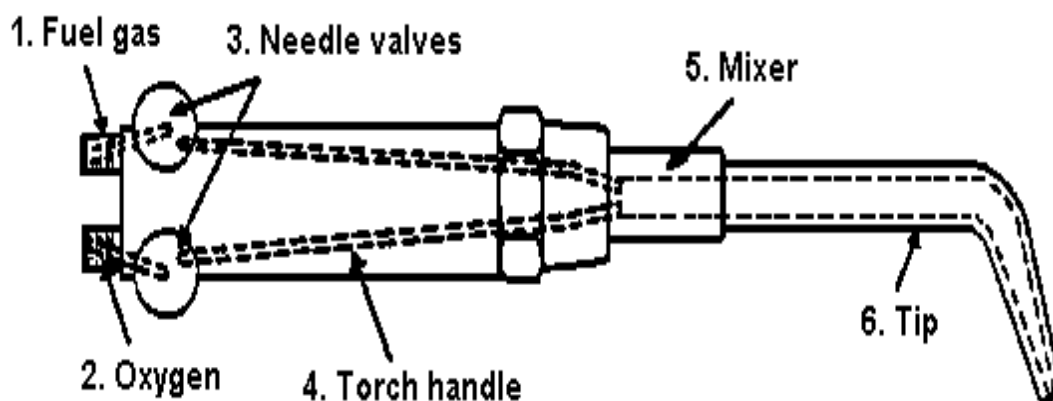
ΣΧΗΜΑ 2 : Βασικά εξαρτήματα συγκόλλησης με αέριο

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 7/20
	<u>6. ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001- 6

Ο καυστήρας αποτελείται από τα ακόλουθα βασικά στοιχεία :

1. Είσοδο αερίου καυσίμου (Fuel gas)
2. Είσοδο οξυγόνου (Oxygen)
3. Βαλβίδες ακίδας (Needle Valves)
4. Λαβή καυστήρα (Torch handle)
5. Αναμείκτης (Mixer)
6. Ακροφύσιο (Tip)

Η σχηματική παράσταση των παραπάνω εξαρτημάτων παρουσιάζεται στο **σχήμα 3** που ακολουθεί :



ΣΧΗΜΑ 3 : Βασικά στοιχεία καυστήρα

Στην πράξη συναντώνται δυο βασικοί τύποι καυστήρων. Στον ένα, καλούμενο χαμηλής πίεσης ή έγχυσης (low - reasure or injector type), η παροχή του ακετυλενίου στον καυστήρα γίνεται σε πολύ χαμηλή πίεση, μικρότερη των 7 kPa, ενώ η παροχή του οξυγόνου γίνεται σε πολύ μεγαλύτερη πίεση, που κυμαίνεται από 70 έως 275 kPa. Ο αναμείκτης είναι κατασκευασμένος να λειτουργεί σαν εγχυτής. Το οξυγόνο υψηλής πίεσης, περνώντας από τον αναμείκτη, παρασύρει το σε χαμηλότερη πίεση ευρισκόμενο ακετυλένιο, αναμειγνύεται με αυτό και μετά εξέρχεται το αέριο σα μείγμα πλέον από το ακροφύσιο.

Ο άλλος τύπος είναι γνωστός σαν σύστημα θετικής πίεσης (positive pressure system). Σε αυτόν η παροχή του οξυγόνου και του ακετυλενίου προς τον αναμείκτη γίνεται σε ίδιες περίπου πιέσεις που φτάνουν μέχρι 105 kPa, και σπανιότερα μέχρι 175 kPa. Και στην περίπτωση αυτή η ανάμειξη γίνεται στον αναμείκτη, από όπου το αέριο διοχετεύεται στο ακροφύσιο.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 8/20
	<u>6. ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001- 6

3.1.5 Περιγραφή και λειτουργία της εγκατάστασης αερίων του εργαστηρίου

Η εγκατάσταση αερίων του εργαστηρίου αποτελείται από τις φιάλες αερίων, τους ρυθμιστές πίεσης των αερίων με τα μανόμετρά τους, τους εύκαμπτους σωλήνες σύνδεσης και τις εντός του εργαστηρίου βαλβίδες ελέγχου ροής των αερίων.

Στην συνέχεια περιγράφονται οι διάφοροι χειρισμοί που πρέπει να γίνουν ώστε να έχουμε την απαιτούμενη παροχή αερίων στο δίκτυο.

ΡΥΘΜΙΣΤΕΣ ΠΙΕΣΗΣ ΑΕΡΙΩΝ

1. Η παροχή αερίου από τον κύλινδρο γίνεται ανοίγοντας ελαφρά την βαλβίδα του κυλίνδρου (χωρίς να παρατηρείται διαφυγή στην ατμόσφαιρα).
 2. Ο κύλινδρος πρέπει να είναι σωστά συνδεδεμένος με τον ρυθμιστή πίεσεως με τους ειδικούς εύκαμπτους σωλήνες και να έχουν ασφαλιστεί με τα ειδικά συρματόσχοινα.
 3. Αρχικά πρέπει να βεβαιωθούμε ότι η ρυθμιστική βαλβίδα είναι τελείως ανοικτή.
 4. Αργά αργά ανοίγουμε εντελώς την βαλβίδα του κυλίνδρου (**ποτέ δεν ανοίγουμε περισσότερο από μια πλήρη στροφή την βαλβίδα του κυλίνδρου που περιέχει ασετιλίνη**). Παρατηρούμε ότι το μανόμετρο υψηλής πίεσης αναγράφει μια τιμή που αναφέρεται στην πίεση του αερίου μέσα στον κύλινδρο. Η τιμή της δεν θα πρέπει να ξεπερνά την μέγιστη επιτρεπόμενη, για κάθε αέριο, που σημειώνεται πάνω στο μανόμετρο με μια τριγωνική διαβάθμιση.
 5. Σταδιακά στρέφουμε τον ρυθμιστικό κοχλία, που βρίσκεται κάτω από τα μανόμετρα, μέχρι η πίεση στο μανόμετρο χαμηλής πίεσης να γίνει η επιθυμητή. Η τιμή αυτή μας δείχνει την πίεση που επικρατεί στο δίκτυο. Και αυτή δεν πρέπει να ξεπερνά τα αναγραφόμενα, για κάθε αέριο, όρια τιμών.
 6. Όταν τελειώσουμε την εργασία μας, πρώτα κλείνουμε την βαλβίδα του εσωτερικού ρυθμιστή πίεσης του αερίου. Στην συνέχεια για να αποσυμπιέσουμε τις σωληνώσεις ανοίγουμε την βαλβίδα του αερίου καυσίμου, στην βάση του καυστήρα, και αφήνουμε το αέριο να διαφύγει σε ασφαλές σημείο. Ακολούθως κλείνουμε την βαλβίδα αυτή και στην συνέχεια ανοίγουμε την βαλβίδα εξαέρωσης του ρυθμιστή πίεσης του κυλίνδρου με το αέριο καύσιμο. Επαναλαμβάνουμε την ίδια διαδικασία και για το οξυγόνο. **Είναι σημαντικό να μην αποσυμπιέζονται και τα δυο συστήματα ταυτόχρονα γιατί αυτό είναι επικίνδυνο.**
- **Οι οδηγίες πρέπει να ακολουθούνται πιστά σύμφωνα με την σειρά που παραθέτονται !**

☞ **ΠΡΟΣΟΧΗ !!!**

- Ποτέ μην λιπαίνεται ούτε την βαλβίδα του κυλίνδρου ούτε τον ρυθμιστή πίεσης, ιδιαίτερα αν το αέριο είναι το οξυγόνο.
- Ποτέ να μην αντικαθιστούνται φθαρμένα εξαρτήματα με υλικά τα οποία δεν είναι συμβατά με την χρήση του αερίου.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 9/20
	<u>6. ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001- 6

ΟΔΗΓΙΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

- Περιοδικά οι ρυθμιστές πρέπει να ελέγχονται με ανιχνευτή " 1000 BOLLES " για διαρροή αερίου στις διακλαδώσεις. Αν υπάρχει πρόβλημα θα πρέπει να γίνει άμεση αντικατάσταση.
- Περιοδικά θα πρέπει να γίνεται έλεγχος για την άριστη λειτουργία των ρυθμιστών.
- Έλεγχος για το αν οι συσκευές ασφαλείας και οι ασφαλιστικές δικλίδες λειτουργούν κανονικά και με αποτελεσματικότητα.
- Πρέπει σε κάθε επισκευή να χρησιμοποιούνται μόνο τα γνήσια ανταλλακτικά.

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Δυο είναι τα πιο απαραίτητα εξαρτήματα για την χρήση αερίων στην συγκόλληση, ο αναπτήρας τριβής που χρησιμοποιείται για την ανάφλεξη των αερίων, και ο ελεγκτής των βαλβίδων και στα δυο άκρα των ελαστικών σωλήνων για την απαιτούμενη ασφάλεια.

Οι συγκολλητές πρέπει κάθε φορά να χρησιμοποιούν τις ειδικές προστατευτικές μάσκες για την προστασία των ματιών τους από την ακτινοβολία και τις σπίθες της συγκόλλησης. Πρέπει να φορούν τα ειδικά γάντια, την δερμάτινη ποδιά και γενικά κάθε είδος προφύλαξης που παρέχεται.

3.1.6 Μηχανές του εργαστηρίου για συγκόλληση με αέριο

Στο εργαστήριό μας η μηχανή που μπορεί να πραγματοποιήσει συγκόλληση με αέριο είναι η TRASAF 100.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 10/20
	<u>6. ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001- 6

3.2 Συγκόλληση με Επενδεδυμένα Ηλεκτρόδια (Shielded Metal Arc Welding, SMAW)

3.2.1 Γενικά

Η συγκόλληση με επενδεδυμένα ηλεκτρόδια είναι η διαδικασία σχηματισμού ηλεκτρικού τόξου στην οποία η ένωση των μετάλλων γίνεται από την θερμότητα που παράγει το ηλεκτρικό τόξο, που σχηματίζεται μεταξύ του άκρου του επενδεδυμένου ηλεκτροδίου και της επιφάνειας του βασικού μετάλλου στις ένωσης, κατά την συγκόλληση.

Ο πυρήνας του επενδεδυμένου ηλεκτροδίου αποτελείται είτε από μια συμπαγή ράβδο από μεταλλικό υλικό ή από έγκληση μεταλλικής πούδρας μέσα σε μεταλλικό περίβλημα. Ο πυρήνας είναι αυτός που μεταφέρει το ηλεκτρικό ρεύμα ώστε να έχουμε το τόξο και παρέχει το μέταλλο για την πραγματοποίηση της συγκόλλησης. Ο σκοπός της επένδυσης των ηλεκτροδίων είναι η προστασία του τηγμένου μετάλλου από την ατμόσφαιρα με την δημιουργία προστατευτικού παραπετάσματος αερίων γύρω από το τόξο.

Ο ρόλος της επένδυσης, μαζί με άλλα στοιχεία της επένδυσης και του πυρήνα, ελέγχουν σε μεγάλο βαθμό τις μηχανικές απαιτήσεις, την χημική σύνθεση και την μεταλλουργική δομή του συγκολλούμενου μετάλλου, όπως επίσης και τα χαρακτηριστικά του τόξου στα ηλεκτρόδια. Η σύσταση της επένδυσης των ηλεκτροδίων εξαρτάται από τον τύπο του ηλεκτροδίου.

3.2.2 Χαρακτηριστικά της μεθόδου



ΣΧΗΜΑ 4 : Συγκόλληση με επενδεδυμένα ηλεκτρόδια

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 11/20
	<u>6. ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001- 6

Βασικό πρόβλημα της μεθόδου αυτής είναι ο έλεγχος τριών μεταβλητών :

- ταχύτητα κίνησης ηλεκτροδίου
- ένταση ρεύματος
- τάση τόξου

Η συγκόλληση γίνεται με εναλλασσόμενο (A.C.) ή συνεχές (D.C.) ρεύμα. Συνηθισμένες εντάσεις ρεύματος είναι αυτές μεταξύ 15 - 500 A με συνηθέστερες μεταξύ 100 και 300A.

Συνηθέστερες τάσεις τόξου :

- 14-24V για γυμνά ή ελαφρά επενδεδυμένα ηλεκτρόδια.
- 20-40V για επενδεδυμένα ηλεκτρόδια.

Σε περίπτωση χρήσης D.C. μπορεί να έχουμε ορθή (straight polarity d.c.s.p.) ή ανάστροφη (reverse polarity, d.c.r.p.) πολικότητα.

3.2.3 Πλεονεκτήματα και εφαρμογές

Κύρια πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι η πλατιά εφαρμογή της (στα περισσότερα είδη μετάλλων, σε όλες τις θέσεις συγκόλλησης και σε μεγάλη περιοχή παχών βασικού μετάλλου), ο φτηνός και ευέλικτος εξοπλισμός της και η γνώση της χρήσης της από τους περισσότερους συγκολλητές.

Η πιο διαδεδομένη μέθοδος είναι αυτή με το χέρι. Δε χρησιμοποιούνται ημιαυτόματοι ή μηχανοποιημένοι μέθοδοι με επενδεδυμένο ηλεκτρόδιο ενώ χρησιμοποιείται, περιορισμένα, η αυτόματη μέθοδος με ηλεκτρόδιο βαρύτητας.

Όλοι οι χάλυβες που χρησιμοποιούνται σε ναυπηγικές κατασκευές συγκολλούνται με τη μέθοδο αυτή. Ακόμα, μπορεί να συγκολληθούν ελάσματα με ελάχιστο πάχος 2 mm περίπου από έναν ικανό συγκολλητή. Χάλυβας πάχους έως 6,5 mm μπορεί να συγκολληθεί χωρίς διαμόρφωση της ένωσης, αν αφαιρεθεί το κατάλληλο κενό μεταξύ των ελασμάτων. Η μεγαλύτερη αυχενική συγκόλληση που μπορεί να γίνει σε οριζόντια θέση είναι 8 mm. Στην κάθετη θέση, μπορεί να γίνουν και μεγαλύτερες αυχενικές συγκολλήσεις (όχι πάνω από 10 mm με ένα κορδόνι). Το μέγιστο πάχος είναι πρακτικά απεριόριστο με συγκόλληση πολλών κορδονιών.

Τα χρησιμοποιούμενα ηλεκτρόδια είναι ποικίλων ειδών, όπως και οι εφαρμογές της μεθόδου όπως φαίνεται και στις Οδηγίες Εργασίας που ακολουθούν.

ΣΥΝΤΑΞΗ Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	ΕΓΚΡΙΣΗ Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	ΕΚΔΟΣΗ 1	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ 0	ΗΜ/ΝΙΑ
---------------------------------	---------------------------------	--------------------	------------------------	---------------

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 12/20
	<u>6. ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001- 6

3.2.4 Ταξινόμηση των μηχανών συγκόλλησης

Οι μηχανές συγκόλλησης διακρίνονται σε συνεχούς ρεύματος (D.C.) και εναλλασσόμενου ρεύματος (A.C.).

1. Μηχανές συνεχούς ρεύματος

α) Με παροχή A.C.

- κινητήρας A.C. - γεννήτρια D.C.
- ανορθωτής

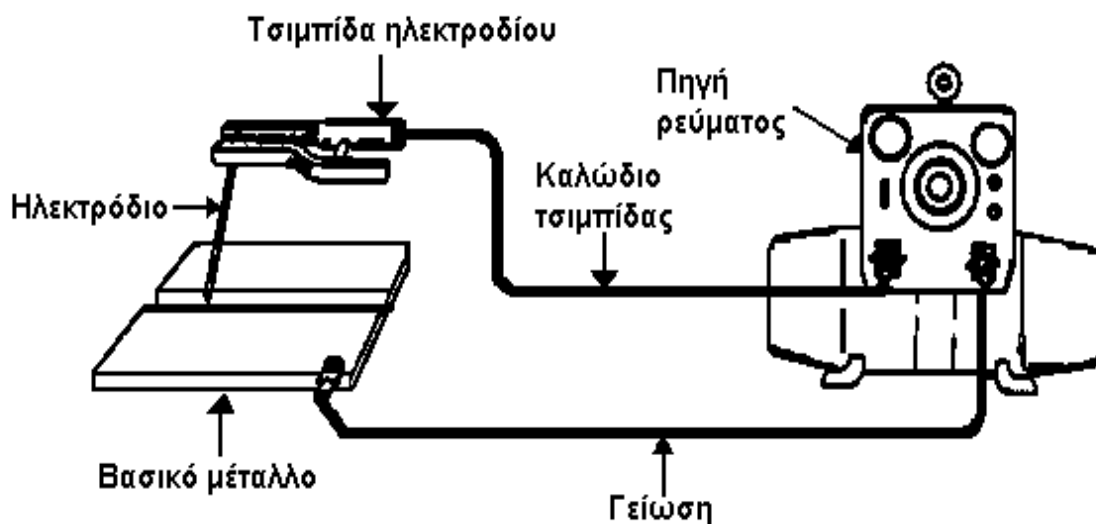
β) Χωρίς παροχή A.C.

- γεννήτρια D.C. (ντιζελοκίνητη, κλπ.)

2. Μηχανές εναλλασσόμενου ρεύματος

- χρήση μετασχηματιστών

Στο **Σχήμα 5** φαίνονται τα στοιχεία που απαρτίζουν ένα τυπικό ηλεκτρικό κύκλωμα συγκόλλησης SMAW.



ΣΧΗΜΑ 5 : Κύκλωμα SMAW

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 13/20
	<u>6. ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001- 6

3.2.5 Μηχανές του εργαστηρίου για συγκολλήσεις SMAW

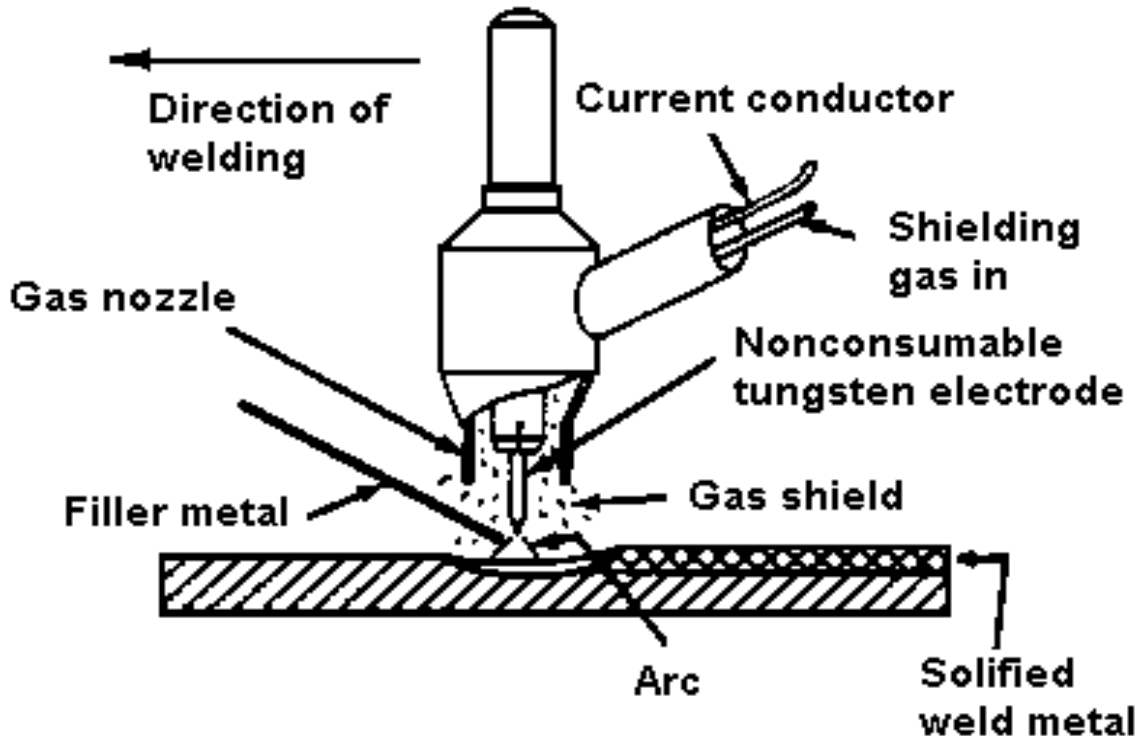
Από τις υπάρχουσες μηχανές του εργαστηρίου αυτές που έχουν την δυνατότητα να πραγματοποιήσουν συγκολλήσεις με επενδεδυμένα ηλεκτρόδια είναι οι ακόλουθες :

**LHD-400, DTU-300, PEG-1, LAE-315, Power Inverter LHL-315
Power TIG-160**

3.3 Συγκόλληση με Ηλεκτρόδιο Βολφραμίου και Προστασία Αερίου (Gas Tungsten Arc Welding, GTAW)

3.3.1 Γενικά

Είναι η μέθοδος συγκόλλησης που χρησιμοποιεί αδρανές αέριο για την προστασία της συγκόλλησης από την ατμόσφαιρα. Το χρησιμοποιούμενο ηλεκτρόδιο είναι από μη τηκόμενο βολφράμιο. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και προστιθέμενο μέταλλο. Το **Σχήμα 6** παρουσιάζει την συγκόλληση με ηλεκτρόδιο βολφραμίου και προστασία αερίου.



ΣΧΗΜΑ 6 : Συγκόλληση με ηλεκτρόδιο βολφραμίου και προστασία αερίου

ΣΥΝΤΑΞΗ Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	ΕΓΚΡΙΣΗ Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	ΕΚΔΟΣΗ 1	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ 0	ΗΜ/ΝΙΑ
---------------------------------	---------------------------------	--------------------	------------------------	---------------

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 14/20
	<u>6. ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001- 6

3.3.2 Πολικότητα

Στα περισσότερα μέταλλα χρησιμοποιείται η ορθή πολικότητα. Εξάιρεση αποτελεί το αλουμίνιο, όπου χρησιμοποιείται ανάστροφη πολικότητα για να επιτευχθεί καθοδικός καθαρισμός. Έτσι λοιπόν έχουμε τα ακόλουθα :

- **Ορθή πολικότητα (d.c.s.p.) :**
χρησιμοποιείται για όλα τα μέταλλα εκτός από το Al και Mg επειδή τα οξειδιά τους είναι δύσκολο να λειώσουν.
- **Ανάστροφη πολικότητα (d.c.r.p) :**
χρησιμοποιείται πολύ σπάνια (το ηλεκτρόδιο υπερθερμαίνεται).
- **Εναλλασσόμενο ρεύμα (A.C.) :**
προστίθεται ρεύμα υψηλής συχνότητας και υψηλής τάσης για βελτίωση της ευστάθειας του τόξου.

3.3.3 Χαρακτηριστική μηχανής συγκόλλησης

Σε GTAW η μηχανή συγκόλλησης έχει συνήθως χαρακτηριστική σταθερού ρεύματος.

Σε ημιαυτόματες συγκολλήσεις σωληνώσεων με GTAW έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία συνεχές ρεύμα ορθής πολικότητας (αρνητικό ηλεκτρόδιο) σε παλμούς (pulsed d.c.). Με τον τρόπο αυτό η περιμετρική συγκόλληση μπορεί να γίνει χωρίς τη συνεχή ρύθμιση των παραμέτρων συγκόλλησης που θα απαιτείτο διαφορετικά καθώς το τόξο θα περνούσε κατά την κίνησή του από την οριζόντια στην κατακόρυφη και μετά στην οροφιαία θέση.

3.3.4 Μηχανές του εργαστηρίου για συγκολλήσεις GTAW

Από τις υπάρχουσες μηχανές συγκόλλησης του εργαστηρίου αυτές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για συγκόλληση με ηλεκτρόδιο βολφραμίου και προστασία αερίου είναι οι :

**DTU-300, OCC1 Cooling Unit, LAH-630,
A10 - MEC30 Wire feed unit**

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

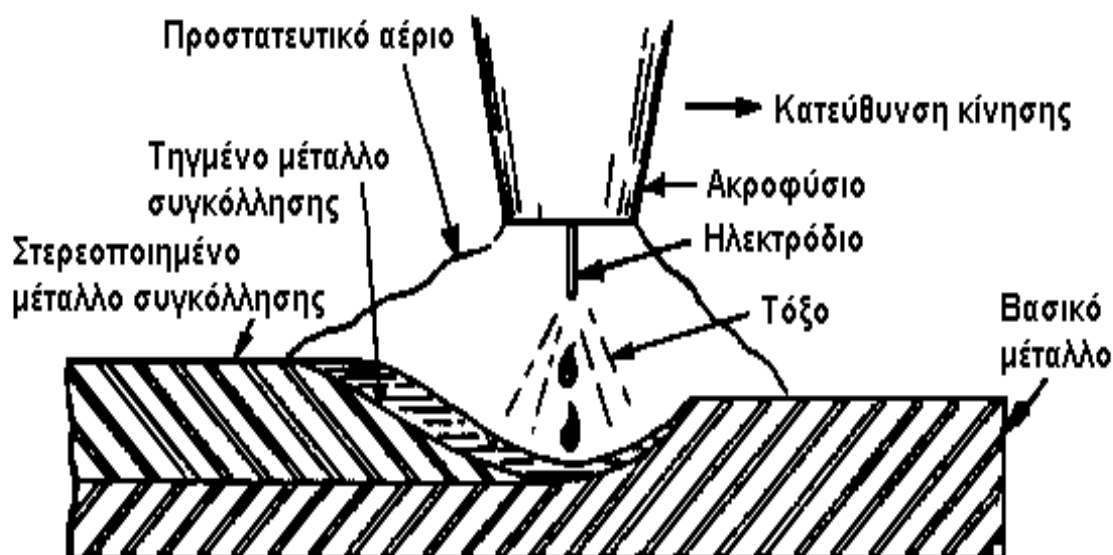
Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 15/20
	<u>6. ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001- 6

3.4 Συγκόλληση με Τηκόμενο Ηλεκτρόδιο και Προστασία Αερίου (Gas Metal Arc Welding, GMAW)

3.4.1 Γενικά

Είναι η μέθοδος συγκόλλησης που χρησιμοποιεί προστασία αερίου και όπου η απαιτούμενη θερμότητα παρέχεται από το ηλεκτρικό τόξο που σχηματίζεται μεταξύ ενός τηκόμενου ηλεκτροδίου και των προς συγκόλληση τεμαχίων.

Η μέθοδος αυτή, όταν πρωτοεμφανίστηκε, θεωρείτο σαν μια μέθοδος υψηλής πυκνότητας ρεύματος, με γυμνά μεταλλικά ηλεκτρόδια μικρής διαμέτρου και με προστασία που δίνονταν από παροχή αδρανών αερίων.

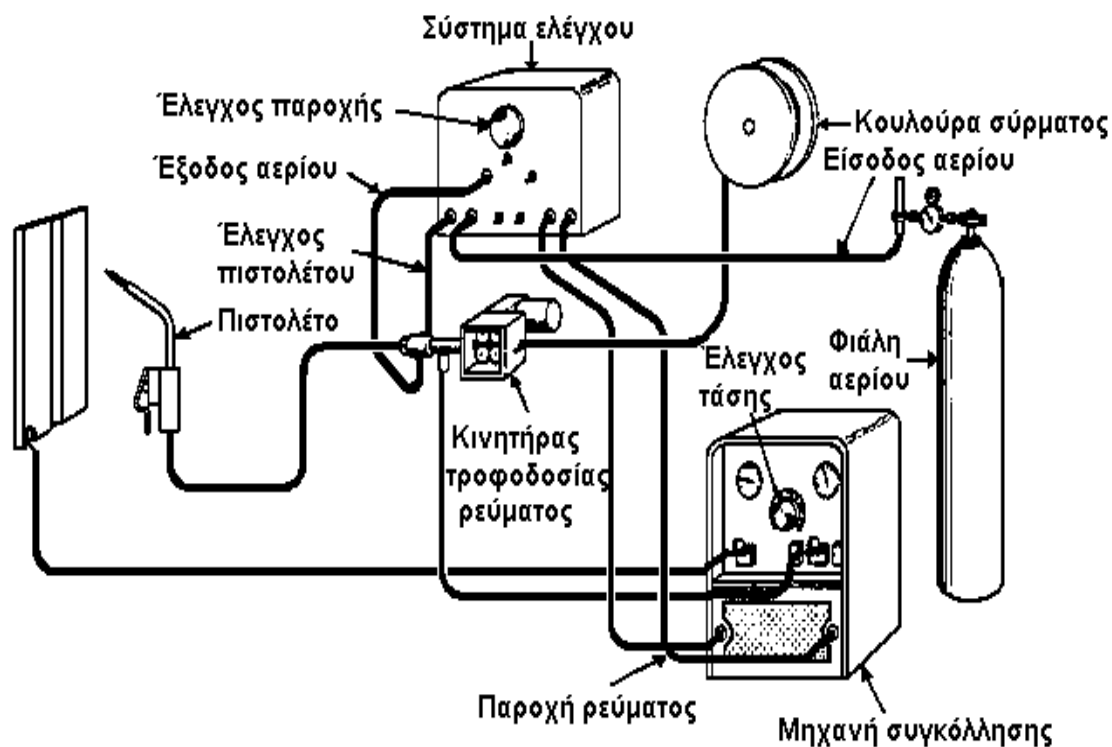


Σχήμα 7 : Συγκόλληση με τηκόμενο ηλεκτρόδιο και προστασία αερίου

Βασικός σκοπός ήταν η συγκόλληση κραμάτων αλουμινίου. Έτσι της δόθηκε η ονομασία MIG (Metal Inert Gas). Μετέπειτα εξελίξεις περιέλαβαν τη λειτουργία με ρεύματα χαμηλής πυκνότητας και με παλλόμενο συνεχές ρεύμα, τη χρήση της και σε συγκολλήσεις άλλων μετάλλων, και την επίτευξη προστασίας του τηκόμενου μετάλλου και με ενεργά αέρια (κυρίως CO₂). Αποτέλεσμα αυτών ήταν η μετονομασία της σε GMAW, που είναι ευρύτερος όρος.

Το κύκλωμα που χρησιμοποιείται για τη συγκόλληση με τηκόμενο ηλεκτρόδιο και προστασία αερίου φαίνεται στο ακόλουθο **Σχήμα 8**.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 16/20
	<u>6. ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001- 6



ΣΧΗΜΑ 8 : Κύκλωμα GMAW

3.4.2 Πλεονεκτήματα και εφαρμογές

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της μεθόδου συγκόλλησης με τηκόμενο ηλεκτρόδιο και προστασία αερίου είναι τα εξής :

- Υψηλός ρυθμός εναπόθεσης μετάλλου σε σχέση με τη μέθοδο SMAW.
- Πιο εύρηστη από τη μέθοδο μέθοδο SMAW.
- Μικρή απώλεια προστιθέμενου μετάλλου.
- Δεν απαιτείται απομάκρυνση σκουριάς και σκόνης συγκόλλησης.
- Μείωση καπνού και αναθυμιάσεων.
- Μπορεί να αυτοματοποιηθεί.
- Απαιτείται μικρότερη ικανότητα του συγκολλητή στην ημιαυτόματη μέθοδο από αυτή που απαιτείται από τη μέθοδο SMAW.
- Είναι μέθοδος ευέλικτη και με πολλές εφαρμογές.

Αντικαθιστά τη μέθοδο SMAW στη συγκόλληση λεπτών ελασμάτων, τη μέθοδο SAW στην αυτοματοποίηση συγκολλήσεων καθώς και τις μεθόδους GTAW, οξυγονοκόλλησης και συγκόλλησης αντίστασης σε διάφορες εφαρμογές.

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται σε όλες τις θέσεις. Παρόλα αυτά, οι διάφοροι τύποι της μεθόδου παρουσιάζουν ιδιαιτερότητες ως προς τη θέση συγκόλλησης.

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 17/20
	<u>6. ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001- 6

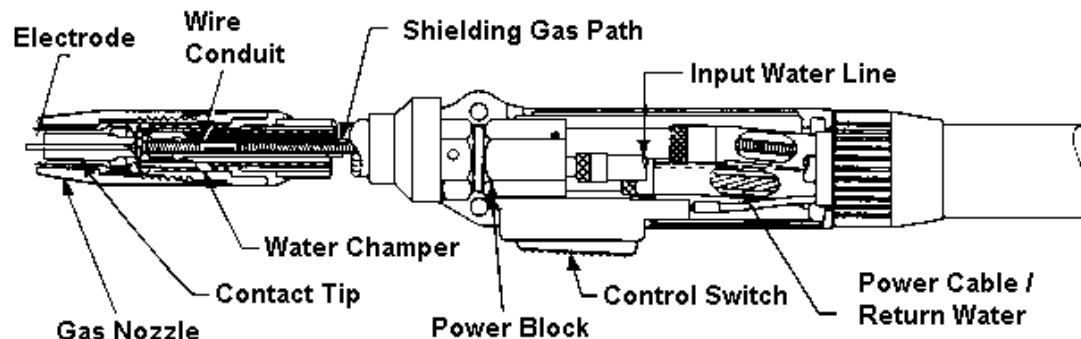
3.4.3 Τύποι ηλεκτροδίων

Τα συμπαγή ηλεκτρόδια για συγκόλληση GMAW με προστασία αδρανούς αερίου έχουν συνήθως την ίδια σύνθεση με το προς συγκόλληση βασικό μέταλλο. Όταν, όμως, το χρησιμοποιούμενο αέριο είναι (π.χ. μίγμα με O₂ ή CO₂), τότε είναι απαραίτητη η προσθήκη αποξειδωτικών, κυρίως Si και Mn, στο κράμα του ηλεκτροδίου.

Οι πιο συνηθισμένες χρησιμοποιούμενες διαμέτροι ηλεκτροδίων κυμαίνονται μεταξύ 1,02 και 1,59 mm (0,045 με 1/16 in), αλλά υπάρχουν και ηλεκτρόδια μικρότερων (μέχρι 0,5 mm) και μεγαλύτερων (μέχρι 3,18 mm) διαμέτρων.

3.4.4 Πιστόλια συγκόλλησης

Υπάρχουν πιστόλια για χειροκίνητη και ημιαυτόματη συγκόλληση GMAW. Επειδή το ηλεκτρόδιο προωθείται συνεχώς κατά τη διάρκεια της συγκόλλησης, το πιστόλι πρέπει απαραίτητα να διαθέτει μια ολισθαίνουσα ηλεκτρική επαφή (σωλήνα επαφής) για τη διοχέτευση του ρεύματος. Πρέπει επίσης να διαθέτει ακροφύσιο για την παροχή του αερίου προστασίας. Η απαιτούμενη ψύξη του πιστολιού γίνεται ή με το αέριο προστασίας ή με κλειστό κύκλωμα νερού ή και με τα δυο. Στο **Σχήμα 9** φαίνεται σε τομή ένα τυπικό υδρόψυκτο πιστόλι συγκόλλησης GMAW.



Σχήμα 9 : Πιστόλι συγκόλλησης GMAW

3.4.5 Μηχανές του εργαστηρίου για συγκολλήσεις GMAW

Από τις υπάρχουσες μηχανές συγκόλλησης του εργαστηρίου αυτές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για συγκόλληση με τηκόμενο ηλεκτρόδιο και προστασία αερίου και είναι οι :

**A2 MINITRAC, LAH-630, OCC1 Cooling Unit,
Power Inverter LHL-315, A10 - MEC30 Wire feed unit
Power TIG-160, LKB-320**

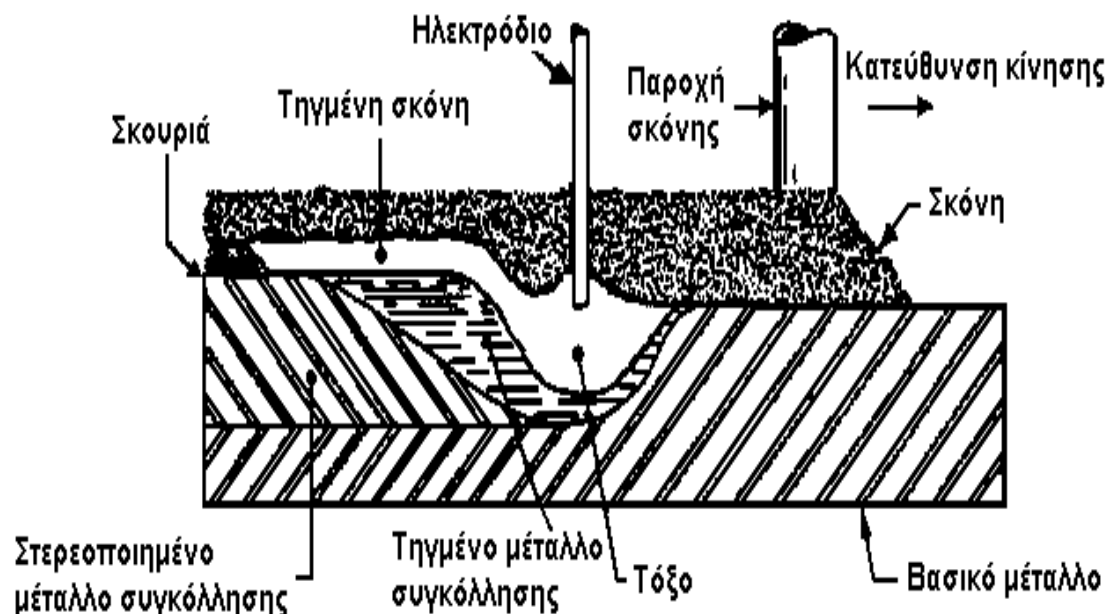
Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 18/20
	<u>6. ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001- 6

3.5 Συγκόλληση Βυθισμένου Τόξου (Submerged Arc Welding, SAW)

3.5.1 Γενικά

Είναι η μέθοδος συγκόλλησης που προκαλεί σύντηξη των μετάλλων θερμαίνοντάς τα με τη βοήθεια ενός ή περισσοτέρων ηλεκτρικών τόξων που δημιουργούνται μεταξύ ενός ή περισσοτέρων μεταλλικών ηλεκτροδίων και του προς συγκόλληση αντικειμένου. Το τόξο προστατεύεται από στρώμα κοκκώδους, εύτηκτου υλικού που τοποθετείται πάνω στην προς συγκόλληση περιοχή. Το προστιθέμενο μέταλλο παρέχεται από το ηλεκτρόδιο.

Η γενική διάταξη της συγκόλλησης βυθισμένου τόξου φαίνεται στο **Σχήμα 10** :



Σχήμα 10 : Συγκόλληση βυθισμένου τόξου

Η σκόνη (flux) στην στερεή κατάσταση είναι κακός αγωγός ηλεκτρισμού και θερμότητας, ενώ στην υγρή κατάσταση ιονίζεται πολύ εύκολα και επιτρέπει το πέρασμα μεγάλης έντασης ρεύματος. Μετά την στερεοποίησή της, η σκόνη αφαιρείται.

Η αφή του τόξου γίνεται με αυτόματη στιγμιαία επαφή του ηλεκτροδίου με το έλασμα ή με σπίθα πλότο υψηλής συχνότητας.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 19/20
	<u>6. ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001- 6

3.5.2 Χαρακτηριστικά συγκόλλησης

Το κυριότερο χαρακτηριστικό είναι η μεγάλη πυκνότητα έντασης ρεύματος (μέχρι 200 Α/Φ mm), με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται μεγάλη διείσδυση. Άρα είναι δυνατή η συγκόλληση ελασμάτων μεγάλου πάχους, αλλά χρειάζεται συχνά η εφαρμογή επικαλύπτρων (backing strips).

3.5.3 Πλεονεκτήματα και εφαρμογές

Τα κύρια πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι τα εξής :

- Υψηλή ποιότητα μετάλλου συγκόλλησης.
- Πολύ υψηλός ρυθμός εναπόθεσης μετάλλου και ταχύτητα.
- Λεία ομοιόμορφη συγκόλληση χωρίς πιτσίλισμα.
- Λίγος ή καθόλου καπνός.
- Απουσία ακτινοβολίας τόξου.
- Ελάχιστη απώλεια προστιθέμενου μετάλλου.
- Εύκολη αυτοματοποίηση.
- Δεν απαιτείται ικανότητα συγκολλητή.

Έχει ευρύτατο πεδίο εφαρμογής , αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για επίπεδες συγκολλήσεις.

Συγκολλούνται χάλυβες των ακόλουθων κατηγοριών :

- μαλακοί (mild)
- μέσης περιεκτικότητας σε άνθρακα (medium - carbon)
- χαμηλής περιεκτικότητας στοιχείων κράματος (low - alloy). Δεν συνιστάται για συγκόλληση άλλων κραμάτων.

3.5.4 Ηλεκτρόδια

Τα ηλεκτρόδια που χρησιμοποιούνται στη συγκόλληση βυθισμένου τόξου διατίθενται υπό μορφή ρολών μεταλλικού σύρματος, με σύνθεση ανάλογη με το υλικό που θα συγκολληθεί. Η διάμετρός του κυμαίνεται από 1,6 μέχρι 6,4 mm.

Τα χαλύβδινα ηλεκτρόδια είναι συνήθως επιχαλκωμένα για καλύτερη ηλεκτρική επαφή με τους κυλίνδρους τροφοδότησης ρεύματος και προφύλαξη από την οξειδωση της ατμόσφαιρας.

3.5.5 Χαρακτηριστική μηχανής συγκόλλησης

Οι μηχανές συγκόλλησης βυθισμένου τόξου μπορεί να είναι συνεχούς ρεύματος ($I < 700 \text{ A}$) ή εναλλασσόμενου ρεύματος ($I > 900 \text{ A}$).

ΣΥΝΤΑΞΗ Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	ΕΓΚΡΙΣΗ Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	ΕΚΔΟΣΗ 1	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ 0	ΗΜ/ΝΙΑ
---------------------------------	---------------------------------	--------------------	------------------------	---------------

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 20/20
	<u>6. ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001- 6

Στις μηχανές συνεχούς ρεύματος η χαρακτηριστική σταθερού ρεύματος είναι η πιο συνηθισμένη. Για να επιτευχθεί, όμως, ομαλή λειτουργία με αυτόματους τροφοδότες ηλεκτροδίων, απαιτείται η διατήρηση σχετικά σταθερής τάσης, κάτι που επιτυγχάνεται με σύστημα ελέγχου που αυξάνει ή ελαττώνει την ταχύτητα τροφοδοσίας του ηλεκτροδίου, αν η τάση αυξηθεί ή ελαττωθεί αντίστοιχα σε σχέση με προκαθορισμένες τιμές της.

Εάν η τροφοδοσία του ηλεκτροδίου, όμως, γίνεται με σύστημα σταθερής ταχύτητας, τότε ενδείκνυται η χρήση μηχανής με χαρακτηριστική σταθερής τάσης γιατί έτσι προσφέρεται ταχύτερη απόκριση.

3.5.6 Μηχανές του εργαστηρίου για συγκόλληση βυθισμένου τόξου

Από τις υπάρχουσες μηχανές συγκόλλησης του εργαστηρίου αυτές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για συγκόλληση βυθισμένου τόξου είναι :

A2 MINITRAC, PEG-1

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 1/10
	<u>7. ΘΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΔΟΚΙΜΙΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001- 7

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1 ΣΚΟΠΟΣ**
- 2 ΠΗΓΕΣ**
- 3 ΘΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΔΟΚΙΜΙΩΝ**
 - 3.1** Θέσεις συγκόλλησης με τήξη
 - 3.2** Σχήμα και διαστάσεις δοκιμίων
 - 3.2.1** Μετωπική συγκόλληση σε έλασμα
 - 3.2.2** Μετωπική συγκόλληση σε σωλήνα
 - 3.2.3** Μετωπική συγκόλληση T
 - 3.2.4** Σύνδεση κλάδου
 - 3.2.5** Γωνιακή συγκόλληση

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 2/10
	<u>7. ΘΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΔΟΚΙΜΙΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001- 7

1. ΣΚΟΠΟΣ

Να περιγραφούν οι θέσεις συγκόλλησης, τα σχήματα των προς συγκόλληση δοκιμίων καθώς και οι διαστάσεις τους, κυρίως στην περιοχή πάχους του βασικού μετάλλου.

2. ΠΗΓΕΣ

- ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ (ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ), Βασ. Παπάζογλου και Γ. Παπαδημητρίου Καθηγητών Ε.Μ.Π.
- ΝΑΥΠΗΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ (ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ), Βασ. Παπάζογλου Καθηγητή Ε.Μ.Π.
- Ευρωπαϊκά Πρότυπα EN 287-1 & EN 288-3.

3. ΘΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΔΟΚΙΜΙΩΝ

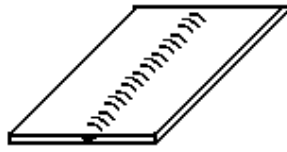
3.1 Θέσεις Συγκόλλησης με Τήξη

Η θέση όπου παρουσιάζονται οι ραφές σε σχέση με το συγκολλητή έχει βασική σημασία γιατί επηρεάζει την τεχνική εκτέλεση των συγκολλήσεων με τήξη.

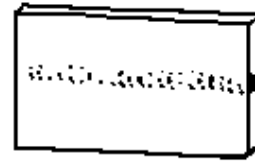
Στα **Σχήματα 1, 2, 3** που ακολουθούν φαίνεται η ονοματολογία των βασικών θέσεων της συγκόλλησης με τήξη.

Σημειώνεται ότι οι κατακόρυφες και οροφιαίες συγκολλήσεις είναι δυνατές γιατί η μεταφορά του προστιθέμενου μετάλλου οφείλεται στην ηλεκτρομαγνητική έλξη του πεδίου του ηλεκτρικού τόξου και όχι στη βαρύτητα.

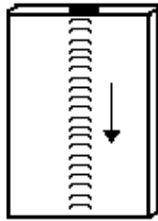
Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 3/10
	<u>7. ΘΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΔΟΚΙΜΙΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001- 7



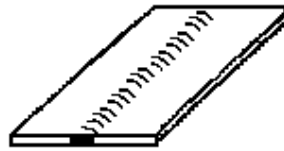
PA Επίπεδη



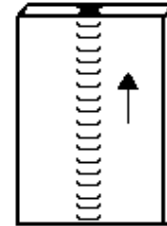
PC Οριζόντια πλαγίως



PG Κατακόρυφη προς τα κάτω

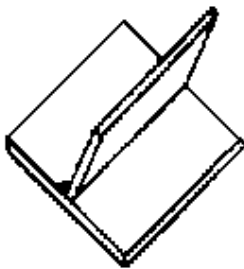


PE Υπεράνω

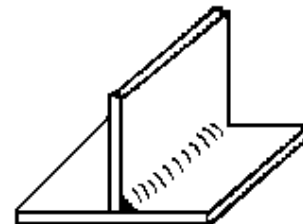


PF Κατακόρυφη προς τα άνω

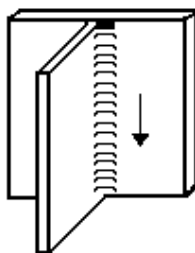
α) Μετωπικές συγκολλήσεις



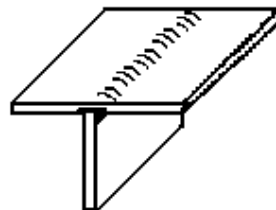
PA Επίπεδη



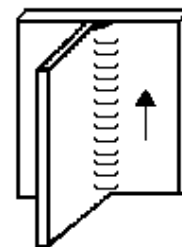
PB Οριζόντια πλαγίως



PG Κατακόρυφη προς τα κάτω



PD Οριζόντια Υπεράνω



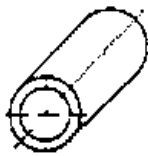
PF Κατακόρυφη προς τα άνω

β) Γωνιακές Συγκολλήσεις

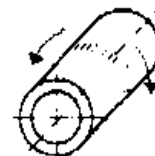
ΣΧΗΜΑ 1 : Θέσεις συγκόλλησης για ελάσματα

ΣΥΝΤΑΞΗ Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	ΕΓΚΡΙΣΗ Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	ΕΚΔΟΣΗ 1	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ 0	ΗΜ/ΝΙΑ
---------------------------------	---------------------------------	--------------------	------------------------	---------------

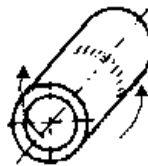
Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 4/10
	<u>7. ΘΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΔΟΚΙΜΙΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001- 7



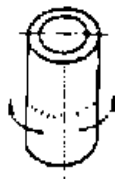
PA Σωλήνας : Περιστρεφόμενος
 Άξονας : Οριζόντιος
 Συγκόλληση : Επίπεδη



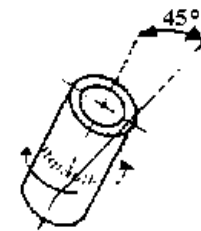
PG Σωλήνας : Σταθερός
 Άξονας : Οριζόντιος
 Συγκόλληση : Κατακόρυφη προς τα κάτω



PF Σωλήνας : Σταθερός
 Άξονας : Οριζόντιος
 Συγκόλληση : Κατακόρυφη προς τα άνω

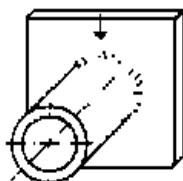


PC Σωλήνας : Σταθερός
 Άξονας : Κατακόρυφος
 Συγκόλληση : Οριζόντια πλάγως

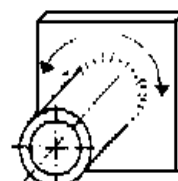


H-L045 Σωλήνας : Σταθερός
 Άξονας : Με κλίση
 Συγκόλληση : Προς τα άνω

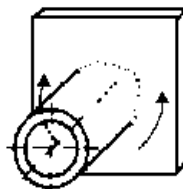
α) Μετωπικές Συγκολλήσεις



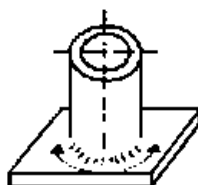
PB Σωλήνας : Περιστρεφόμενος
 Άξονας : Οριζόντιος
 Συγκόλληση : Οριζόντια πλάγως



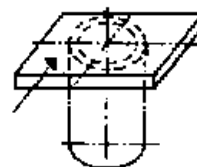
PG Σωλήνας : Σταθερός
 Άξονας : Οριζόντιος
 Συγκόλληση : Κατακόρυφη προς τα κάτω



PF Σωλήνας : Σταθερός
 Άξονας : Οριζόντιος
 Συγκόλληση : Κατακόρυφη προς τα άνω



PB Σωλήνας : Σταθερός
 Άξονας : Κατακόρυφος
 Συγκόλληση : Οριζόντια πλάγως



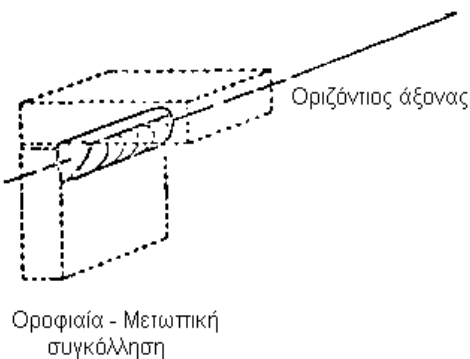
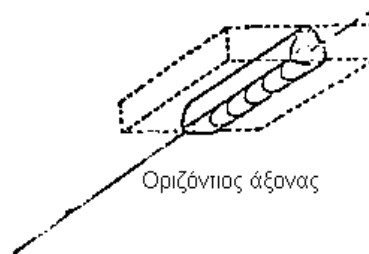
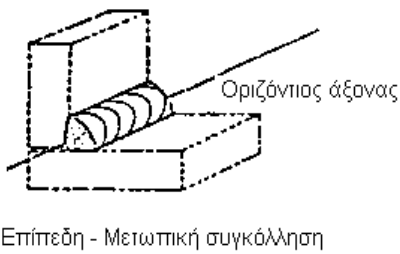
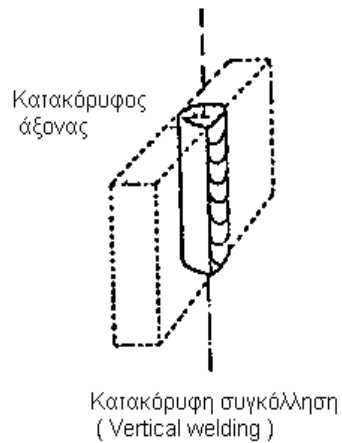
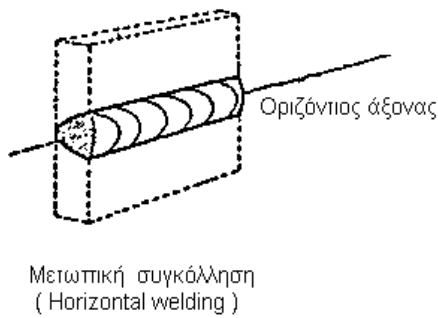
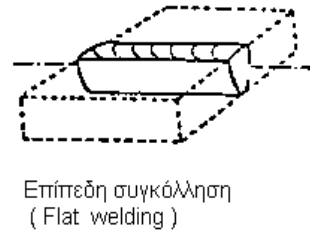
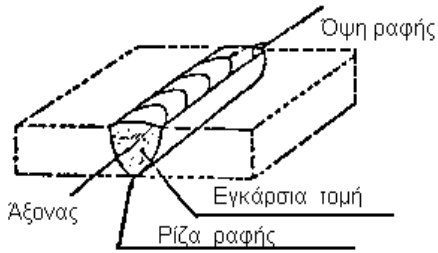
PD Σωλήνας : Σταθερός
 Άξονας : Κατακόρυφος
 Συγκόλληση : Οριζόντια υπεράνω

β) Γωνιακές Συγκολλήσεις

ΣΧΗΜΑ 2 : Θέσεις συγκόλλησης για σωλήνες

ΣΥΝΤΑΞΗ Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	ΕΓΚΡΙΣΗ Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	ΕΚΔΟΣΗ 1	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ 0	ΗΜ/ΝΙΑ
---------------------------------	---------------------------------	--------------------	------------------------	---------------

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 5/10
	<u>7. ΘΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΔΟΚΙΜΙΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001- 7



ΣΧΗΜΑ 3 : Θέσεις συγκόλλησης με τήξη

ΣΥΝΤΑΞΗ Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	ΕΓΚΡΙΣΗ Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	ΕΚΔΟΣΗ 1	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ 0	ΗΜ/ΝΙΑ
---------------------------------	---------------------------------	--------------------	------------------------	---------------

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 6/10
	<u>7. ΘΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΔΟΚΙΜΙΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001- 7

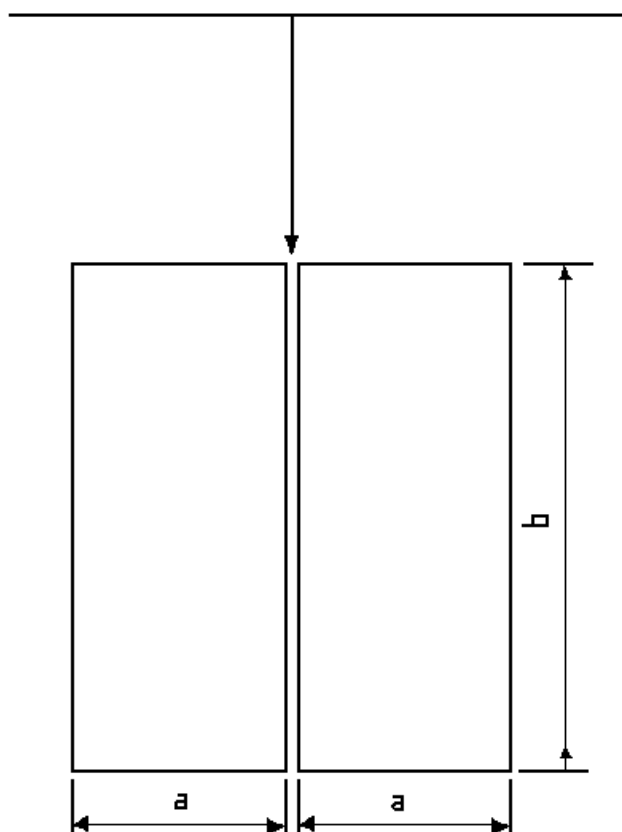
3.2 Σχήμα και Διαστάσεις Δοκιμίων

Τα σχήματα και οι διαστάσεις των δοκιμίων, αν δεν καθορίζονται διαφορετικά, πρέπει να είναι ως ακολούθως :

3.2.1 Μετωπική συγκόλληση σε έλασμα

Το δοκίμιο πρέπει να είναι σύμφωνα με το **Σχήμα 4**.

Προετοιμασία και ταίριασμα ακμών , όπως λεπτομερείται στην προκαταρκτική Προδιαγραφή Διαδικασίας Συγκόλλησης (π.Π.Δ.Σ.)



$a = 3t$: Ελάχιστη τιμή 150 mm

$b = 6t$: Ελάχιστη τιμή 350 mm

ΣΧΗΜΑ 4 : Δοκίμιο για μετωπική συγκόλληση σε έλασμα

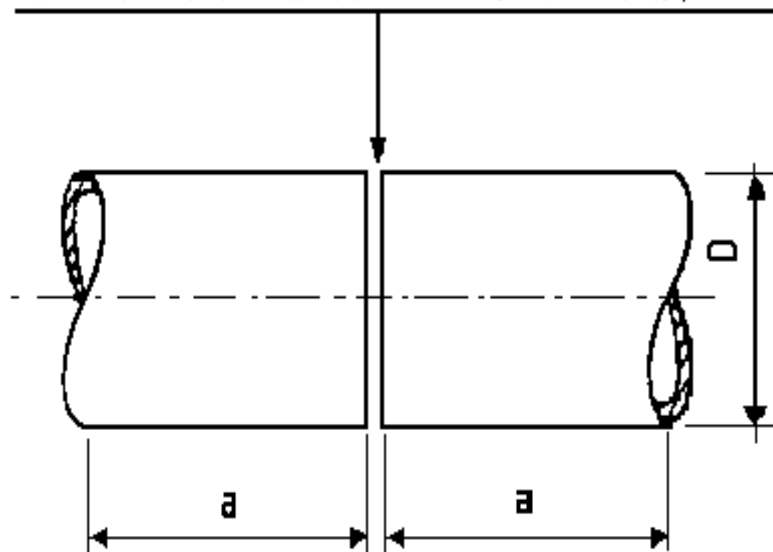
ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 7/10
	<u>7. ΘΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΔΟΚΙΜΙΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001- 7

3.2.2 Μετωπική συγκόλληση σε σωλήνα

Το δοκίμιο και οι διαστάσεις του πρέπει να είναι σύμφωνα με το **Σχήμα 5**. Όταν χρησιμοποιούνται σωλήνες μικρής διαμέτρου, ίσως είναι απαραίτητα αρκετά δοκίμια.

Προετοιμασία και ταίριασμα των άκρων, όπως λεπτομερείται στην προκαταρκτική Προδιαγραφή Διαδικασίας Συγκόλλησης (π.Π.Δ.Σ)



a = Ελάχιστη τιμή 150 mm

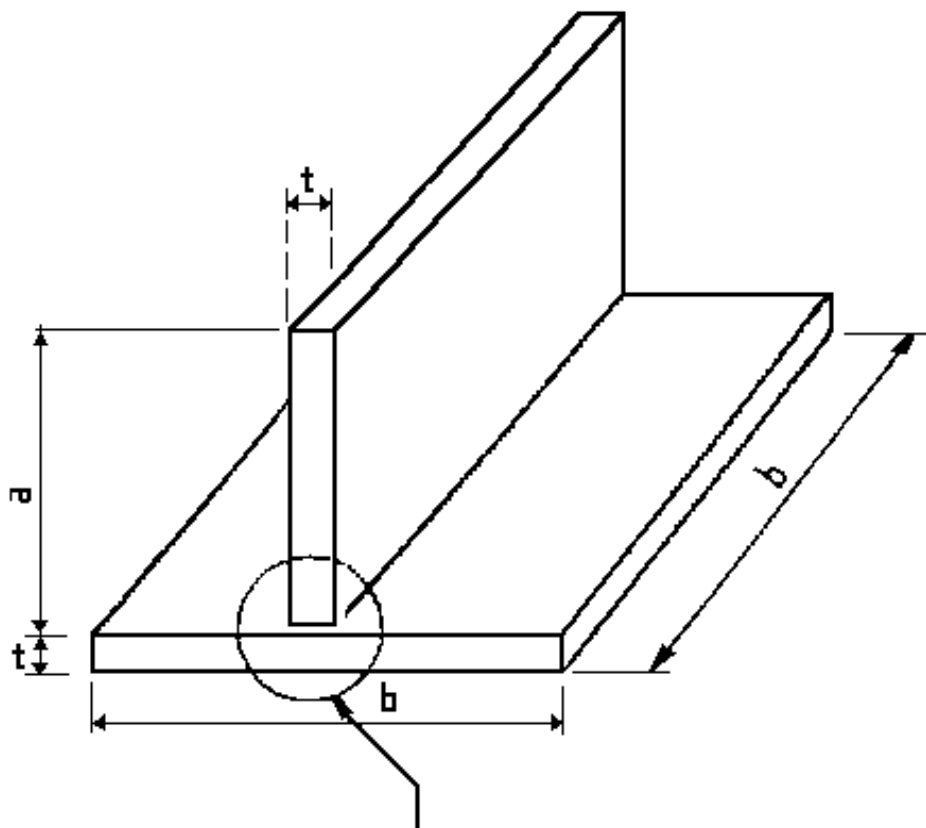
D = Εξωτερική διάμετρος

ΣΧΗΜΑ 5 : Δοκίμιο για μετωπική συγκόλληση σε σωλήνα

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 8/10
	<u>7. ΘΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΔΟΚΙΜΙΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001- 7

3.2.3 Μετωπική συγκόλληση T

Το δοκίμιο πρέπει να είναι σύμφωνα με το Σχήμα 6.



Προετοιμασία και ταίριασμα των άκρων , όπως λεπτομερείται στην προκαταρκτική Προδιαγραφή Διαδικασίας Συγκόλλησης (π.Π.Δ.Σ)

$a = 3t$: Ελάχιστη τιμή 150 mm

$b = 6t$: Ελάχιστη τιμή 350 mm

ΣΧΗΜΑ 6 : Δοκίμιο για μετωπική ένωση T

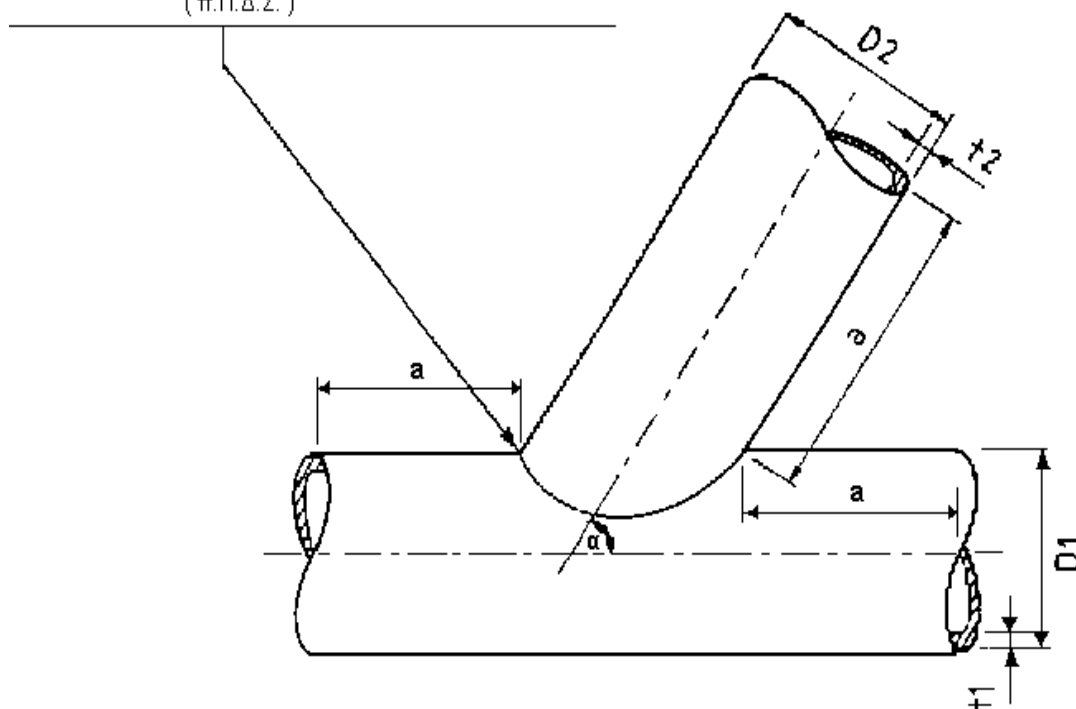
ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 9/10
	<u>7. ΘΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΔΟΚΙΜΙΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001- 7

3.2.4 Σύνδεση κλάδου

Το δοκίμιο πρέπει να είναι σύμφωνα με το **Σχήμα 7**. Η γωνία α είναι η ελάχιστη χρησιμοποιούμενη στην παραγωγή.

Προετοιμασία και τσίρισμα των άκρων , όπως λεπτομερείται στην προκαταρκτική Προδιαγραφή Διαδικασίας Συγκόλλησης (π.Π.Δ.Σ.)



a = Ελάχιστη τιμή 150 mm

$D1$ = Εξωτερική διάμετρος του κύριου σωλήνα

$t1$ = Πάχος τοιχώματος του κύριου σωλήνα

$D2$ = Εξωτερική διάμετρος του σωλήνα του κλάδου

$t2$ = Πάχος τοιχώματος του σωλήνα του κλάδου

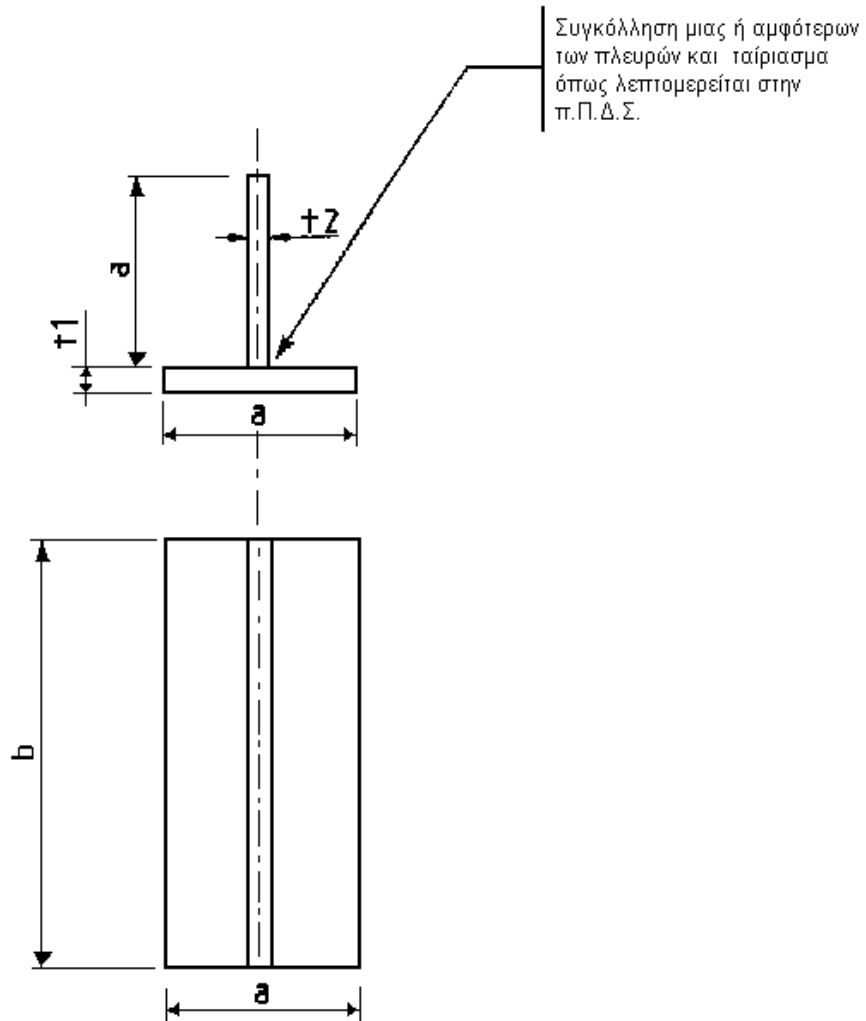
**ΣΧΗΜΑ 7 : Δοκίμιο για σύνδεση κλάδου ή
γωνιακή συγκόλληση σε σωλήνα**

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 10/10
	<u>7. ΘΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΔΟΚΙΜΙΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001- 7

3.2.5 Γωνιακή συγκόλληση

Το δοκίμιο καθώς και οι διαστάσεις πρέπει να είναι σύμφωνα με τα **Σχήματα 7 ή 8**.



$a = 3t$: Ελάχιστη τιμή 150 mm

$b = 6t$: Ελάχιστη τιμή 300 mm

$t1$ και $t2$ = Πάχη των ελασμάτων

ΣΧΗΜΑ 8 : Δοκίμιο για γωνιακή συγκόλληση σε έλασμα

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 1/8
	<u>8. ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ</u>	Ο.Ε. 2001- 8

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1 ΣΚΟΠΟΣ**
- 2 ΠΗΓΕΣ**
- 3 ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ**
- 4 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΑΝΑΛΩΣΙΜΩΝ ΜΕ ΤΟ ΒΑΣΙΚΟ ΜΕΤΑΛΛΟ**

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 2/8
	<u>8. ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ</u>	Ο.Ε. 2001- 8

1. ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της Οδηγίας αυτής είναι να περιγραφούν τα είδη των αναλωσίμων, οι προδιαγραφές τους και η κωδικοποίησή τους κατά AWS, για τις μεθόδους συγκόλλησης που εφαρμόζονται στο Εργαστήριο Συγκολλήσεων.

2. ΠΗΓΕΣ

- MODERN WELDING TECHNOLOGY, B. Cary.
(Σχήμα 1 & Πίνακες 1, 3)
- WELDING HANDBOOK, τυποποίηση αναλωσίμων κατά A.W.S.
(Πίνακες 2, 4, 5)

3. ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ

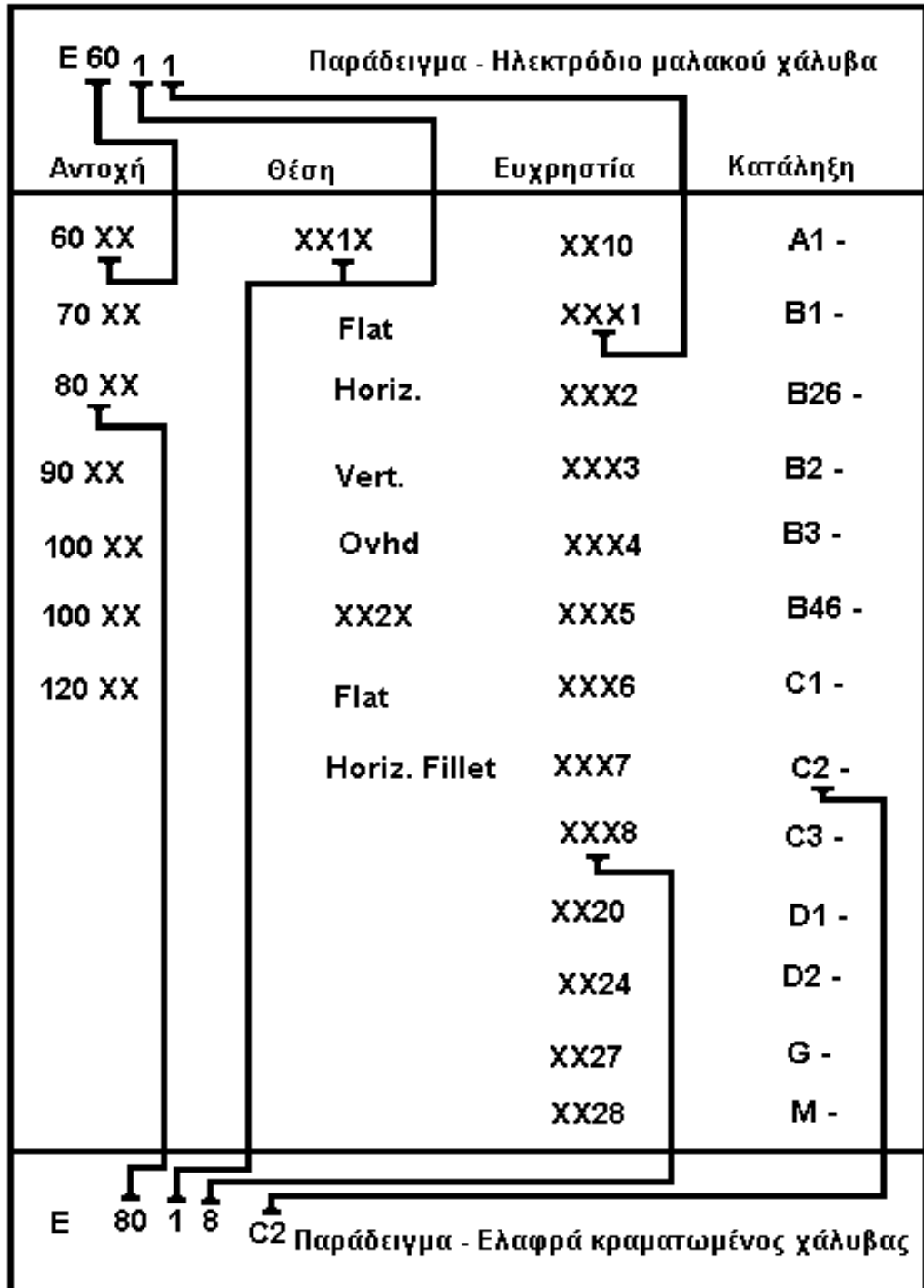
Παρουσιάζονται οι ακόλουθοι πίνακες που περιγράφουν την τυποποίηση των αναλωσίμων κατά AWS που χρησιμοποιούνται στις διάφορες μεθόδους συγκόλλησης (Σχήμα 1 & Πίνακες 1 - 4).

4. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΑΝΑΛΩΣΙΜΩΝ ΜΕ ΤΟ ΒΑΣΙΚΟ ΜΕΤΑΛΛΟ

Ο Πίνακας 5 δίνει τους επιτρεπόμενους συνδυασμούς του βασικού με το προστιθέμενο μέταλλο.

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 3/8
	8. ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ	Ο.Ε. 2001- 8



Η κατάληξη δε χρησιμοποιείται στους μαλακούς χάλυβες

ΣΧΗΜΑ 1 : Συμβολισμός επενδεδυμένων ηλεκτροδίων κατά AWS

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001






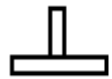



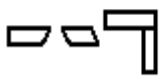


E.M.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 4/8
	<u>8. ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ</u>	

FIRST TWO OR THREE DIGITS INDICATE TENSILE STRENGTH AND OTHER MECHANICAL PROPERTIES					
Classification	Tensile Strength min.psi	Yield Strength min.psi	Elongation in. 2 in. %, min.		
E60XX	62,000	50,000	17		
E70XX	70,000	57,000	22		
E80XX	80,000	67,000	19		
E90XX	90,000	77,000	17		
E100XX	100,000	87,000	16		
E110XX (1)	110,000	95,000	15		
E120XX (1)	120,000	107,000	14		
(1) : Note 110XX and 120XX low hydrogen type of coating only.					
THIRD (OR) FOURTH DIGIT INDICATES THE WELDING POSITION THAT CAN BE USED					
Classification	Flat Position	Horiz.Post	Vertical Post	Overhead Position	
EXX1X	Yes	Yes	Yes	Yes	
EXX2X	Yes	Fillet	No	No	
LAST DIGIT INDICATES USABILITY OF THE ELECTRODE					
Classification	Current	Arc	Penetra- tion	Covering & Slag	Iron Powder
F-3 EXX10	DCEP	Digging	Deep	Cellulose-sodium	0-10%
F-3 EXXX1	AC&DCEP	Digging	Deep	Cellulose-potassium	0
F-2 EXXX2	AC&DCEN	Medium	Medium	Rutile-sodium	0-10%
F-2 EXXX3	AC&DC	Light	Light	Rutile-potassium	0-10%
F-2 EXXX4	AC&DC	Light	Light	Rutile-Iron powder	25-40%
F-4 EXXX5	DCEP	Medium	Medium	Low hyd.-sodium	0
F-4 EXXX6	ACorDCEP	Medium	Medium	Low hyd.-potassium	0
F-4 EXXX8	ACorDCEP	Medium	Medium	Low hyd.-ir. powder	25-40%
F-1 EXX20	ACorDC	Medium	Medium	Iron oxide-sodium	0
F-1 EXX24	ACorDC	Light	Light	Rutile-iron powder	50%
F-1 EXX27	ACorDC	Medium	Medium	Iron oxide-ir.powder	50%
F-1 EXX28	ACorDCEP	Medium	Medium	Low hyd.-ir.powder	50%
Note : Iron powder percentage based on weight of the covering.					

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1 : Λεπτομερέστερη περιγραφή κωδικοποίησης
 επενδεδυμένων ηλεκτροδίων**

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 5/8
	8. ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ	Ο.Ε. 2001- 8

Welding Position ↓	Weld Type →	Fillet Welds				Groove Welds					
		Inside or Outside 				Square 	Vee (Open Root) 		U 		
Material Thickness →		Very Thin	Thin	Medium	Thick	Very Thin	Thin	Medium	Thick	Medium	Thick
1 FLAT 		F-2	F-2	F-1	F-1 F-4	F-2	F-3	F-3	F-3 F-4	F-4	F-4
1A HORIZ. FILLET 		F-2	F-3	F-1	F-1 F-4	—	—	—	—	—	—
2 HORIZ. 		F-2	F-3	F-3 F-4	F-3 F-4	F-2	F-2 or F-3	F-3 F-4	F-3 F-4	F-4	F-4
3 VERT UP 		F-2	F-3	F-4	F-4	F-2	F-2 or F-3	F-3 F-4	F-3 F-4	F-4	F-4
3A VERT DOWN 		F-2	F-3	—	—	F-2	F-2 or F-3	F-3	F-3	F-3	F-3
4 OVER- HEAD 		F-2	F-3	F-3 F-4	F-3 F-4	F-2	F-2 or F-3	F-3 F-4	F-3 F-4	F-4	F-4
5 PIPE FIXED DOWNHILL 		—	—	—	—	F-2	F-2	F-3	F-3	F-3	F-3
5A UPHILL 		—	—	—	—	F-3	F-2	F-3 F-4	F-3 F-4	F-4	F-4

Material Thickness : Very Thin = 0.125 - 1.6 mm
 Thin = 1.6 - 6.3 mm , Medium = 6.3 - 19 mm
 Thickness = 19mm - up

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2 : Συνδυασμός ειδών ηλεκτροδίων
και θέσεων συγκόλλησης**

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 6/8
	<u>8. ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ</u>	

AWS (1) Classification	Shielding Gas (2)	Current and Polarity (3)	Tensile Strength min.,psi	Yield Strength at 0.2% Offset,min	Elongation in 2 inches, min. %
GROUP A - MILD STEEL ELECTRODES					
E70S-1	AO	DC reverse polarity	72,000 (5),(6)	60,000 (5),(6)	22 (5),(6)
E70S-2	AO & CO ₂ (4)				
E70S-3					
E70S-4	CO ₂				
E70S-5					
E70S-6					
E70S-G	not spec.	not spec.			
GROUP B - ALLOY STEEL ELECTRODES					
E70S-1B	CO ₂	DC reverse polarity	72,000 (5),(6)	60,000 (5),(6)	17 (5),(6)
E70S-GB	not spec.	not spec.	72,000	60,000	22
GROUP C - EMISSIVE ELECTRODE					
E70U-1	AO & A (4)	DC, straight polarity	72,000 (5)	60,000 (5)	22 (5)
Notes : (1) : As-welded mechanical properties. (2) : Shielding gases are designated as follows : AO = argon plus 1 to 5 percent oxygen. CO ₂ = carbon dioxide. A = argon. (3) : Reverse polarity means electrode is positive ; straight polarity means electrode is negative. (4) : Where two gases are listed as interchangeable (that is, AO and CO ₂ and AO and A) for classification of a specific electrode, the classification tests may be conducted using either gas. (5) : Mechanical properties as determined from an all-weld-metal tension-test-specimen. (6) : For each increase of one percentage point in elongation over the minimum, the yield strength or tensile strength, or both, may decrease 1,000 psi to a minimum of 70,000 psi for the tensile strength and 58,000 psi for the yield strength.					

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 : Μηχανικές ιδιότητες σύρματος συγκόλλησης GMAW

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 7/8
	<u>8. ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ</u>	Ο.Ε. 2001- 8

AWS-Flux* Classi- fication	Strength psi	Yield Strength at 0.2 % Offset Min psi	Elonga- tion %in 2 in.	CHARPY V-NOTCH IMPACT STRENGTH	
				Digit Code	Indi- cating
F6Z-EXXX F60-EXXX F62-EXXX F64-EXXX F66-EXXX	62,000 to 80,000	50,000	22	Z 0 2	No impact requirement 20 ft/lb at 0°F 20 ft/lb at -20°F
F7Z-EXXX F70-EXXX F72-EXXX F74-EXXX F76-EXXX	72,000 to 95,000	60,000	22	4 6	20 ft/lb at -40°F 20 ft/lb at -69°F

* The letters " EXXX " as used in this table stand for the electrode designations EL8, EL8K, etc.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4 : Μηχανικές ιδιότητες που προκύπτουν από το συνδυασμό σκόνης-ηλεκτροδίου στη μέθοδο βυθισμένου τόξου

ΣΥΝΤΑΞΗ Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	ΕΓΚΡΙΣΗ Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	ΕΚΔΟΣΗ 1	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ 0	ΗΜ/ΝΙΑ 27/3/2001
---------------------------------	---------------------------------	--------------------	------------------------	----------------------------

E.M.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 8/8
	8. ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ	O.E. 2001- 8

Filler metal properties	Ordinary strength			Higher strength		
Tensile strength (psi) (a) Yield point, min (psi) Elongation in (2 in.), min %	58,300-81,100 (416-567 MPa) 44,100 (308 MPa) 22			71,000-95,000 (497 MPa) 54,000 (378 MPa) 20		
ABS filler metal grade	1 (b)	2 (b)	3 (b)	1Y (b)	2Y (b)	3Y (b)
Charpy V- impacts ft-lb @ °C Manual and semiautomatic Automatic	35 (a 20) 25 (a 20)	35 (a 0) 25 (a 0)	35 (a - 20) 25 (a - 20)	20 (a 0) 20 (a 10)	20 (a - 20) 20 (a - 10)	20 (a - 40) 20 (a - 30)
Equivalent AWS classification Covered electrodes (SMAW)	E6010, E6011, E6027, E7015, E7016, E7018, E7027, E7048 E7028			E7015, E7016, E7028, E7018 E7048, E8016, C3, E8018C3 E8016-C3 E8018-C3		
Wire-flux (SAW)	E6X2, F6X4, F6X6, F7X2, F7X4, F7X6 F6X0, F7X0			F7X4, F7X6, F8X4 F7X0, F7X2, F8X0, F8X2		
Wire-gas (GMAW)	ER70S-2, ER70S-6, ER70S-7, ER70S-3			ER80S-Ni1, ERXC-Ni1 ER70S-2, ER70S-3, ER70S-6, ER70S-7, ER80S-D2		
Flux-coated (FCAW)	E6XT-5, E6XT-6, E6XT-8, E7XT-6, E7XT-8 E6XT-1, E7XT-3			E7XT-1, E7XT-5, E7XT-6 E7XT-8		
Applicable ABS Base plate Material grades	A to ½ in. (12.5 mm) inclusive A over ½ in. (12.5 mm) B, D, DS DN, C3, E			A13 to ½ in. (12.5 mm) inclusive A13 over ½ in. (12.5 mm)		
Suitable for grades 1, 2, or 1Y, 2Y as indicated. Suitable for grades 1, 2, 3, or 1Y, 2Y, 3Y as indicated. (a) (psi x 7) + 8000 = MPa (MPa x 1000) + 7 = psi (b) Ref: ABS publication: "Rules for Welding Electrodes, Wire Flux and Wire Gas Combinations."						

ΠΙΝΑΚΑΣ 5 : Επιτρεπόμενοι συνδυασμοί βασικού με προστιθέμενο μέταλλο

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 1/2
	<u>9. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ ΜΗΧΑΝΩΝ</u> <u>ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001- 9

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1 ΣΚΟΠΟΣ**
- 2 ΠΗΓΕΣ**
- 3 ΑΝΑΦΟΡΕΣ**
- 4 ΜΗΧΑΝΕΣ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ**

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 2/2
	<u>9. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ ΜΗΧΑΝΩΝ</u> <u>ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001- 9

1. ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της Οδηγίας αυτής είναι να περιγραφούν οι μηχανές συγκόλλησης που υπάρχουν στο Εργαστήριο Συγκολλήσεων καθώς και ο τρόπος λειτουργίας και χειρισμού τους.

2. ΠΗΓΕΣ

- ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ, Διπλωματική Εργασία, Γιαννόπαπας Πέτρος.
- MANUAL κατασκευαστών των μηχανών του Εργαστηρίου.

3. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Για την κάθε μηχανή γίνεται μια αναλυτική αναφορά στα τεχνικά χαρακτηριστικά της, στον τρόπο λειτουργίας της, στις διάφορες ρυθμίσεις που πρέπει να γίνουν πριν, μετά και κατά τη διάρκεια της λειτουργίας, τους τρόπους συντήρησης και τα μέτρα ασφαλείας που είναι απαραίτητο να λαμβάνονται κατά τη λειτουργία.

Ορισμένες από τις μηχανές αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε περισσότερες από μία μεθόδους συγκόλλησης με την προσθήκη διαφόρων εξαρτημάτων. Όλα αυτά αναφέρονται αναλυτικά στα Manual της κάθε μηχανής και στη διπλωματική εργασία " Οργάνωση και μελέτη του Εργαστηρίου Συγκολλήσεων " του Γιαννόπαπα Πέτρου.

4. ΜΗΧΑΝΕΣ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ

Οι μηχανές που διαθέτει το Εργαστήριο Συγκολλήσεων του Ε.Μ.Π. είναι οι ακόλουθες :

1. TRASAF 100
2. LHD-400
3. PEG-1
4. DTU-300
5. LAE-315
6. LHL-315Power Inverter
7. Power TIG-160
8. OCCI Cooling Unit
9. LAH-630
10. A-10 - MEC30 Wire Feed Unit
11. LKB-320
12. A2MINITRAC

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 1/10
	<u>10. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001-10

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1 ΣΚΟΠΟΣ**
- 2 ΠΗΓΕΣ**
- 3 ΠΡΟΦΥΛΑΞΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΟΥ ΣΥΓΚΟΛΛΗΤΗ**
- 4 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ**
- 5 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΑΝΑΛΩΣΙΜΩΝ**
- 6 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ**
 - 6.1** Ρύθμιση των παραμέτρων της μηχανής
 - 6.2** Προετοιμασία των ακμών
 - 6.3** Προθέρμανση
 - 6.4** Ακινητοποίηση και συναρμογή των κομματιών

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 2/10
	<u>10. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001-10

1. ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της οδηγίας αυτής είναι να παρουσιαστούν και να περιγραφούν οι διαδικασίες που ακολουθούνται για την προετοιμασία της συγκόλλησης.

2. ΠΗΓΕΣ

- THE PROCEDURE BOOK OF ARC WELDING, The Lincoln Electric Company.
- ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ (ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ), Βασ. Παπάζογλου και Γ. Παπαδημητρίου Καθηγητών Ε.Μ.Π.
- WELDER'S GUIDE, James E. Brumbaugh.

3. ΠΡΟΦΥΛΑΞΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΟΥ ΣΥΓΚΟΛΛΗΤΗ

Ο συγκολλητής οφείλει να τηρεί πιστά τον κανονισμό ασφαλείας του εργαστηρίου για αποφυγή ατυχημάτων του ίδιου και των υπόλοιπων εργαζομένων στην περιοχή του. Οι εργαζόμενοι και οι φοιτητές πρέπει να εκπαιδεύονται κατάλληλα και να ενημερώνονται για τους κινδύνους.

Ο συγκολλητής, πριν ξεκινήσει την εργασία του, πρέπει να φοράει :

- Κράνος.
- Γυαλιά.
- Αναπνευστική μάσκα.
- Ποδιά.
- Γκέτες.
- Άρβυλα εργασίας.

4. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

Ο συγκολλητής ελέγχει την ορθότητα των ενδείξεων της μηχανής χρησιμοποιώντας αμπερόμετρο και βολτόμετρο. Επίσης ελέγχει την καλή κατάσταση των καλωδίων.

Για οποιαδήποτε διευκρίνιση σχετικά με τη χρήση και τις δυνατότητες της μηχανής συγκόλλησης που χειρίζεται, πρέπει να συμβουλευτεί κάποιον υπεύθυνο, που είναι πιο έμπειρος, ή να μελετάει το manual της συγκεκριμένης μηχανής. Οι οδηγίες και οι δυνατότητες της κάθε μηχανής περιγράφονται στην Ο.Ε. 2001 - 9.

Ο ατομικός εξοπλισμός του συγκολλητή, εκτός από τα προστατευτικά μέσα και ρούχα, που παρουσιάσαμε παραπάνω, αποτελείται από :

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 3/10
	<u>10. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001-10

- Συρματόβουρτσα.
- Κοπίδι.
- Ματσακόνι.
- Τροχό (σε ορισμένες ειδικές περιπτώσεις).

Ο συγκολλητής επίσης υποχρεούται να έχει πιστοποιητικό ικανοτήτων (Ο.Ε. 2001 - 14, Παράρτημα 3).

5. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΑΝΑΛΩΣΙΜΩΝ

Η διαδικασία ξήρανσης των ηλεκτροδίων προδιαγράφεται στην Προδιαγραφή Διαδικασίας Συγκόλλησης [Π.Δ.Σ.]. Ο συγκολλητής παραλαμβάνει από το φούρνο ξήρανσης την ποσότητα που χρειάζεται και την διατηρεί μέσα σε έναν ατομικό ξηραντήρα (φουρνάκι) μέχρι να τη χρησιμοποιήσει. Προφανώς, αποφεύγει να την εκθέσει για πολύ χρόνο σε υγρό περιβάλλον.

Στην περίπτωση συγκόλλησης με αέριο η διαδικασία προετοιμασίας του σύρματος συγκόλλησης είναι απλούστερη γιατί την απαραίτητη προστασία την προσφέρει το αέριο. Ο συγκολλητής, απλώς, οφείλει να ελέγχει το σύρμα και την ταυτότητα του αερίου που παρέχει στη μηχανή.

6. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ

6.1 Ρύθμιση των Παραμέτρων της Μηχανής

Η ρύθμιση των ηλεκτρικών παραμέτρων της μηχανής εξαρτάται από το είδος και το μέγεθος του ηλεκτροδίου (Ο.Ε 2001 - 8), το είδος και το πάχος του υλικού και το είδος της συγκόλλησης (διείσδυση, ταχύτητα, θέση, ποσότητα εναποτιθέμενου μετάλλου), παράγοντες που αλληλοεπηρεάζονται και έτσι υπάρχει μια ποικιλία λύσεων που απαιτεί επαλήθευση. Ο συγκολλητής ρυθμίζει τις παραμέτρους αυτές (ρεύμα, τάση, πολικότητα) σύμφωνα με την Προδιαγραφή Διαδικασίας Συγκόλλησης [Π.Δ.Σ.] και το Πρακτικό Έγκρισης της Διαδικασίας Συγκόλλησης [Π.Ε.Δ.Σ.].

Οι Πίνακες 1 & 2 δίνουν ενδεικτικά την περιοχή των τιμών της έντασης και της τάσης του ρεύματος ανάλογα με το είδος και το μέγεθος του ηλεκτροδίου.

Οι Πίνακες 3, 4, 5 & 6 δίνουν ενδεικτικά τις τιμές της έντασης και της τάσης του ρεύματος, την ταχύτητα σύρματος και συγκόλλησης και την παροχή αερίου προστασίας ανάλογα με το είδος και το μέγεθος του ηλεκτροδίου, το πάχος του βασικού μετάλλου και το είδος της συγκόλλησης.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 4/10
	<u>10. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001-10

Type of Electrode	Size		Direct Current		Alternating Current	
	mm	inch	amps	volts	amps	volts
E-6010 F-3 All position Deep penetration DC EP	2.38	3/32 X 14	40-80	24-26		
	3.18	1/8 X 14	70-130	24-26		
	3.97	5/32 X 14	110-165	21-23		
	4.76	3/16 X 14	140-225	20-26		
	5.56	7/32 X 18	160-300	20-32		
	6.35	1/4 X 18	200-400	24-34		
E-6011 F-3 All position Deep penetration AC or DC EP	2.38	3/32 X 14	50-70	21-26	50-70	25-29
	3.18	1/8 X 14	75-130	20-30	75-130	25-28
	3.97	5/32 X 14	120-160	16-26	120-160	24-29
	4.76	3/16 X 14	150-190	20-28	150-190	24-33
	5.56	7/32 X 18	180-250		180-250	
	6.35	1/4 X 18	200-300	22-28	200-300	30-40
E-6012 F-2 All position Medium penetration AC or DC EN	2.38	3/32 X 14	50-90	16-26	80-120	
	3.18	1/8 X 14	75-135	16-22	80-120	17-23
	3.97	5/32 X 14	120-205	16-24	120-190	17-25
	4.76	3/16 X 14	140-255	17-26	140-240	17-28
	5.56	7/32 X 18	220-335	12-28		
	6.35	1/4 X 18	200-400	16-25		
E-6013 F-2 All position Light penetration AC or DC	2.38	3/32 X 14	50-100	21-24	50-80	20-27
	3.18	1/8 X 14	80-140	18-20	80-120	22-24
	3.97	5/32 X 14	120-190	20-25	120-170	22-26
	4.76	3/16 X 14	160-220	25-28	190-220	20-22
	5.56	7/32 X 18	240-270			
	6.35	1/4 X 18	270-350	18-21	270-350	20-22
	7.94	5/16 X 18	320-420	23-26	320-420	24-30
E-6020 F-1 Flat and HF position Medium penetration High deposit rate AC or DC	2.38	1/8 X 14	120-145	20-22	120-145	20-22
	3.18	5/32 X 14	150-175	24-26	150-175	24-26
	3.97	3/16 X 18	210-240	23-27	210-240	23-27
	4.76	7/32 X 18	240-275	24-28	240-275	24-28
	5.56	1/4 X 18	290-320	29-30	290-320	29-30

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 : Περιοχές τιμών ρεύματος για ηλεκτρόδια E - 60XX

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 5/10
	<u>10. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001-10

Type of Electrode	Size		Direct Current		Alternating Current	
	mm	inch	Amps	volts	amps	volts
E-7010 (Same as E-6010)						
E-7014 F-2	2.38	3/32 X 14	70-90	20-24	70-90	20-24
All position	3.18	1/8 X 14	120-145	14-17	120-145	14-17
Light penetration	3.97	5/32 X 14	140-250	17-19	140-210	17-19
AC or DC	4.76	3/16 X 14	180-280	20-24	180-280	20-24
	5.56	7/32 X 18	250-375	28-35	250-375	28-35
	6.35	1/4 X 18	300-420	26-31	300-420	26-31
	7.94	5/16 X 18	375-500	28-33	375-500	28-33
E-7016 F-4	2.38	3/32 X 14	70-100	17-21	70-100	20-25
All position	3.18	1/8 X 14	80-130	17-22	40-130	20-22
Medium penetration	3.97	5/32 X 14	120-170	18-19	120-170	18-20
AC or DC EP	4.76	3/16 X 14	170-250	17-22	170-250	17-23
	5.56	7/32 X 18	250-325			
	6.35	1/4 X 18	300-350	21-25	300-350	19-22
	7.94	5/16 X 18				
E-7018 F-4	2.38	3/32 X 14	80-110	20-22	80-110	24-26
All position	3.18	1/8 X 14	90-150	20-21	90-150	19-23
Medium penetration	3.97	5/32 X 14	110-230	20-22	110-230	20-25
AC or DC EP	4.76	3/16 X 14	150-300	20-22	150-300	21-28
	5.56	7/32 X 18	250-350	20-24	250-350	20-29
	6.35	1/4 X 18	300-400	20-24	300-400	24-30
	7.94	5/16 X 18				
E-7024 F-1	2.38	3/32 X 14	100-140	27-32	100-140	27-32
Flat and HF position	3.18	1/8 X 14	130-180	27-30	130-180	27-30
Light penetration	3.97	5/32 X 14	180-240	30-33	180-240	30-33
High deposition rate	4.76	3/16 X 14	200-280	22-28	200-280	22-28
AC or DC	5.56	7/32 X 18	250-375	29-32	250-375	29-32
	6.35	1/4 X 18	300-420	28-34	300-420	28-34
	7.94	5/16 X 18	425-500	29-35	425-500	29-35
E-7028 F-1	2.38	1/8 X 14	—	—	—	—
Flat and HF position	3.18	5/32 X 14	—	—	—	—
Medium penetration	3.97	3/16 X 18	240-300	31-33	260-320	31-33
High deposition rate	4.76	7/32 X 18	300-400	36-40	320-400	36-40
AC or DC	5.56	1/4 X 18	350-450	37-41	370-470	37-41
	7.94	5/16 X 18				
E-8018 (Same as E-7018)						

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 : Περιοχές τιμών ρεύματος για ηλεκτρόδια E - 70XX

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 6/10
	<u>10. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001-10

Material Thickness (1)			Electrode Dia.		Welding Current	Arc Voltage	Wire Feed	Travel Speed	Gas Flow
Fraction	Decimal	mm	in.	mm	Amps-DC	Elec.Pos	ipm	ipm	CFH(2)
24 ga.	0.025	0.6	0.030	0.8	30-50	15-17	85 100	12-20	15-20
22 ga.	0.031	0.8	0.030	0.8	40-60	15-17	130 70	18-22	15-20
20 ga.	0.037	0.9	0.025	0.9	55-85	15-17	120 100	35-40	15-20
18 ga.	0.050	1.3	0.035	0.9	70-100	16-19	160 120	35-40	15-20
1/16	0.063	1.6	0.035	0.9	80-110	17-20	180 160	30-35	20-25
5/64	0.078	2.0	0.035	0.9	100-130	18-20	220 210	25-30	20-25
1/8	0.125	3.2	0.035	0.9	120-160	19-22	290 210	20-25	20-25
1/8	0.125	3.2	0.045	1.1	180-200	20-24	240 210	27-32	20-25
3/16	0.187	4.7	0.035	0.9	140-160	19-22	290 210	14-19	20-25
3/16	0.187	4.7	0.045	1.1	180-205	20-24	245 240	18-22	20-25
1/4	0.250	6.4	0.035	0.9	140-160	19-22	290 210	11-15	20-25
1/4	0.250	6.4	0.045	1.1	180-225	20-24	290	12-18	20-25

Note : Single pass flat and horizontal fillet position. Reduce current 10 to 15 % for vertical and overhead welding.

(1) For fillet and groove welds. For fillet welds size equals metal thickness. For square groove welds the root opening should equal 1/2 the metal thickness.

(3) Shielding gas is CO₂ or mixture of 75 % Argon + 25 % CO₂.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 : Ρυθμίσεις για μεταφορά μετάλλου συγκόλλησης με βύθιση

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ		ΣΕΛ. 7/10
	<u>10. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>		Ο.Ε. 2001-10

Material Thickness			Type of Weld (1)	Electrode Dia.		Welding Current	Arc Voltage	Wire Feed	Travel Speed	CO ₂ Gas Flow	
Ga.	in	mm		in.	mm						Amps-DC
18	0.050	1.3	Fillet	0.045	1.1	280	26	350	190	25	
			Square groove	0.045	1.1	270	25	340	180	25	
16	0.063	1.6	Fillet	0.045	1.1	325	26	360	150	35	
			Square groove	0.045	1.1	300	28	350	140	35	
14	0.078	2.0	Fillet	0.045	1.1	325	27	360	130	35	
			Square groove	0.045	1.1	325	29	360	110	35	
			groove	0.045	1.1	330	29	350	105	35	
11	0.125	3.2	Fillet	1/16	1.6	380	28	210	85	35	
			Square groove	0.045	1.1	350	29	380	100	35	
3/16	0.188	4.8	groove	0.045	1.1						
			Fillet	1/16	1.6	425	31	260	75	35	
			Square groove	1/16	1.6	425	30	320	75	35	
1/4	0.250	6.4	groove	1/16	1.6						
			Fillet	1/16	1.6	375	31	260	70	35	
			Square groove	5/64	2.0	500	32	185	40	35	
3/8	0.375	9.5	groove	1/16	1.6	475	32	340	55	35	
			Fillet	1/16	1.6						
			Square groove	3/32	2.4	550	34	200	25	35	
1/2	0.500	12.7	groove	3/32	2.4	575	34	160	40	35	
			Fillet	3/32	2.4						
			Square groove	3/32	2.4	625	36	160	23	35	
			groove	3/32	2.4	625	35	200	33	35	

(1) For mild carbon and low alloy steels on square groove welds backing is required.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4 : Ρυθμίσεις για μεταφορά μετάλλου συγκόλλησης με σταγόνες

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 8/10
	<u>10. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001-10

Material Thickness		Type of Weld	Number of Passes	Electrode Dia.		Welding Current	Arc Voltage	Wire Feed	Travel Speed	Shiel. Gas(2) Flow
in. (1)	mm			in.	mm					
1/8	3.2	Fillet or Square groove	1	1/16	1.6	300	24	165	35	40-50
3/16	4.8	Fillet or Square groove	1	1/16	1.6	350	25	230	32	40-50
1/4	6.4	Vee Groove	2	1/16	1.6	325 375	24 25	210 260	30	40-50
1/4	6.4	Vee Groove	2	3/32	2.4	450	29	120	35	40-50
1/4	6.4	Fillet	1	1/16	1.6	350	25	230	32	40-50
1/4	6.4	Fillet	1	3/32	2.4	400	26	100	32	40-50
3/8	9.5	Vee groove	2	1/16	1.6	325 375	24 25	210 260	24	40-50
3/8	9.5	Vee groove	2	3/32	2.4	450	29	120	28	40-50
3/8	9.5	Fillet	2	1/16	1.6	350	25	230	20	40-50
3/8	9.5	Fillet	1	3/32	2.4	425	27	110	20	40-50
1/2	12.7	Vee Groove	3	1/16	1.6	325 375	24 26	210 260	24	40-50
1/2	12.7	Vee Groove	3	3/32	2.4	425	27	110	30	40-50
1/2	12.7	Fillet	3	1/16	1.6	350	25	230	24	40-50
1/2	12.7	Fillet	3	3/32	2.4	425	27	105	26	40-50
3/4	19.1	Double Vee Groove	4	1/16	1.6	325 375	24 26	210 260	24	40-50
3/4	19.1	Double Vee Groove	4	3/32	2.4	450	29	120	24	40-50
3/4	19.1	Double Vee Groove	4	3/32	2.4	425	27	110	24	40-50
3/4	19.1	Fillet	5	1/16	1.6	350	25	230	24	40-50
3/4	19.1	Fillet	4	3/32	2.4	425	27	110	26	40-50
1	24.1	Fillet	7	1/16	1.6	350	25	230	24	40-50
1	24.1	Fillet	6	3/32	2.4	425	27	110	26	40-50

Use only in flat and horizontal fillet position.

(1) For fillet welds, material thickness indicates fillet weld size.

(2) Shielding gas in argon plus 1 to 5 % oxygen.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5 : Ρυθμίσεις για μεταφορά μετάλλου συγκόλλησης με σταγονίδια (spray)

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 9/10
	<u>10. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001-10

Material Thickness Gauges, inches		Type of Weld	Electrode Dia.	Welding Current Amps-DC	Arc Voltage El.Pos.	Wire Feed ipm	Travel Speed ipm
16	.063	a Square groove	3/32	300	22	68	100-140
		b Square groove	1/8	425	26	53	95-120
14	.078	a Square groove	3/32	375	23	85	100-140
		b Square groove	1/8	500	27	65	75-85
12	.109	a Square groove	1/8	400	23	51	70-90
		a Square groove	1/8	550	27	65	50-60
		d Fillet	1/8	400	25	51	40-60
10	.140	a Square groove	1/8	425	26	53	50-80
		b Square groove	5/32	650	27	55	40-45
3/16	.188	a Square groove	5/32	600	26	50	40-75
		b Square groove	3/16	875	31	55	35-40
		d Fillet	1/8	525	26	67	35-40
1/4	.250	a Square groove	3/16	800	28	50	30-35
		b Square groove	3/16	875	31	56	22-25
		d Fillet	5/32	650	28	56	30-35
		e Vee groove	3/16	750	30	47	25-40
3/8	.375	b Square groove	3/16	950	32	61	20-25
		f Square groove	3/16	1 st 500 nd 700	32,33	27,47	30,30
		e Vee groove	3/16	900	33	57	23-25
		d Fillet	3/16	950	31	61	30-35
1/2	.500	c Vee groove	3/16	975	33	63	12-17
		f Square groove	3/16	1 st 650 nd 850	34,35	40,54	25-23,27
		e Vee groove	3/16	950	35	61	18-20
		d Fillet	3/16	950	33	61	14-17
3/4	.750	c Vee groove	7/32	1000	35	49	68
		f Square groove	3/16	1 st 925 nd 1000	37,40	59,65	12,11
		e Vee groove	7/32	950	36	46	10-12
		d Fillet	7/32	1000	35	49	6-8
		g Vee groove	7/32	1 st 950 nd 750	34,34	46,25	15,22
		h Double vee groove	3/16	1 st 700- 2 nd 1000	35 36	42 65	20-22 14-16
1	1.000	g Vee groove	7/32	1 st 1150 nd 850	36,36	58,40	11,20
		h Double vee groove	7/32	1 st 900- 2 nd 1075	36 36	42 52	13-15 12-14
1- 1/4	1.25	h Double vee groove	7/32	1 st 1000- 2 nd 1125	36 37	50 56	13 8
				1 st 1050- 2 nd 1125	36 37	51 56	9 7

ΠΙΝΑΚΑΣ 6 : Ρυθμίσεις ανάλογα με το είδος της συγκόλλησης

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 10/10
	<u>10. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001-10

6.2 Προετοιμασία των Ακμών

Ο συγκολλητής κάνει καθαρισμό των προς ένωση ακμών με συρματοβουρτσα και / ή τροχό. Ελέγχει για πιθανές ρωγμές και άλλα προβλήματα ποιότητας του υλικού. Η διαμόρφωση των ακμών ορίζεται από την Προδιαγραφή Διαδικασίας Συγκόλλησης [Π.Δ.Σ.] και το Πρακτικό Έγκρισης της Διαδικασίας Συγκόλλησης [Π.Ε.Δ.Σ.]. Γενικά οι διαμορφώσεις των ακμών των ενώσεων περιγράφονται στην αντίστοιχη οδηγία (Ο.Ε. 2001 - 7).

6.3 Προθέρμανση

Οι παρακάτω παράμετροι καθορίζουν την ανάγκη και την έκταση της προθέρμανσης :

- Το ισοδύναμο άνθρακα του χάλυβα που συγκολλάται.
- Το πάχος των συγκολλούμενων κομματιών.
- Η μέθοδος και η διαδικασία συγκόλλησης που χρησιμοποιείται.
- Η προσδιδόμενη ποσότητα θερμότητας ανά μονάδα μήκους.
(Ο.Ε. 2001 - 13, Ο.Ε 2001 - 16).

Η προθέρμανση, αν χρειάζεται, προδιαγράφεται στα [Π.Δ.Σ.] και [Π.Ε.Δ.Σ.]. Γίνεται με καυστήρα προπανίου ή φούρνο (προτιμότερος τρόπος είναι ο δεύτερος). Η θερμοκρασία ελέγχεται με θερμόμετρο και συχνά με τη χρήση ειδικών μολυβίων για θερμοκρασίες πάνω από 100°C.

6.4 Ακίνητοποίηση και συναρμογή των κομματιών

Τα κομμάτια ποντάρονται, πριν προθερμανθούν (εφόσον απαιτείται προθέρμανση). Τα πονταρίσματα γίνονται σε απόσταση 25 τ μεταξύ τους, όπου τ το πάχος των προς συγκόλληση κομματιών. Το ποντάρισμα χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις μετωπικών λεπτών ελασμάτων ενός περάσματος (κορδονιού). Ο στόχος της αποφυγής των παραμορφώσεων επιτυγχάνεται με διάφορους τρόπους εκτός απ' το ποντάρισμα.

Η σειρά συγκόλλησης πρέπει να είναι τέτοια που να επιτυγχάνεται ομοιόμορφη θέρμανση των κομματιών. Εφαρμοζόμενες ακολουθίες στις συγκολλήσεις περιγράφονται στην Ο.Ε. 2001 - 12.

Τέλος, χρησιμοποιούνται προσωρινές συνδέσεις ή σφήνες που δεν επιτρέπουν τη συμβολή ή απομάκρυνση των προς συγκόλληση κομματιών.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 1/6
	<u>11. ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001-11

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1 ΣΚΟΠΟΣ**
- 2 ΠΗΓΕΣ**
- 3 ΚΥΡΙΑ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ**
 - 3.1** Συγκόλληση με επενδεδυμένο ηλεκτρόδιο
 - 3.1.1** Άναμμα του τόξου
 - 3.1.2** Χειρισμός του ηλεκτροδίου
 - 3.2** Συγκόλληση με προστασία αερίου
 - 3.2.1** Άναμμα του τόξου
 - 3.2.2** Χειρισμός του ηλεκτροδίου
 - 3.3** Συγκόλληση βυθισμένου τόξου
 - 3.3.1** Ξεκίνημα της μηχανής
 - 3.3.2** Κεντράρισμα του ηλεκτροδίου
 - 3.4** Μέτρα αποφυγής υπερβολικών παραμορφώσεων
 - 3.5** Μέτρα αποφυγής του φυσήματος του τόξου
 - 3.6** Μέτρα αποφυγής των σφαλμάτων
 - 3.7** Μέτρα αποφυγής δημιουργίας πόρων
 - 3.8** Μετα - συγκολλητική εργασία

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 2/6
	<u>11. ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001-11

1. ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της οδηγίας αυτής είναι να περιγραφεί, γενικά, η διαδικασία εκτέλεσης της συγκόλλησης για τις διάφορες μεθόδους που χρησιμοποιούνται στο Εργαστήριο Συγκολλήσεων.

2. ΠΗΓΕΣ

- THE PROCEDURE BOOK OF ARC WELDING, The Lincoln Electric Company.
- ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ (ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ), Βασ. Παπάζογλου και Γ. Παπαδημητρίου Καθηγητών Ε.Μ.Π.
- WELDER'S GUIDE, James E. Brumbaugh.

3. ΚΥΡΙΑ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ

3.1 Συγκόλληση με Επενδεδυμένο Ηλεκτρόδιο

3.1.1 Άναμμα του τόξου

Για να ανάψει το τόξο, κτυπήστε το ηλεκτρόδιο πάνω στο προς συγκόλληση μέταλλο. Για να αποφύγετε το κόλλημα του ηλεκτροδίου στο βασικό μέταλλο (βραχυκύκλωμα), ανάψτε το τόξο με γρήγορο σύρσιμο του ηλεκτροδίου στο μέταλλο.

3.1.2 Χειρισμός του ηλεκτροδίου

Κρατάμε το ηλεκτρόδιο με σταθερή γωνία σε σχέση με τα συγκολλούμενα κομμάτια, σε σταθερή απόσταση από τα κομμάτια (σταθερό μήκος τόξου) και το κινούμε με όσο το δυνατόν σταθερότερη ταχύτητα. Η απόσταση ηλεκτροδίου - ελάσματος πρέπει να είναι, περίπου, όση η διάμετρος του πυρήνα του ηλεκτροδίου.

3.2 Συγκόλληση με Προστασία Αερίου

3.2.1 Άναμμα του τόξου

Για να ανάψει το τόξο, φέρτε σε επαφή το ηλεκτρόδιο με το προς συγκόλληση μέταλλο.

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 3/6
	<u>11. ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001-11

3.2.2 Χειρισμός του ηλεκτροδίου

Κρατάμε το πιστολέτο σε σταθερή απόσταση από τα κομμάτια (σταθερό μήκος τόξου) και το κινούμε με όσο το δυνατόν σταθερότερη ταχύτητα.

3.3 Συγκόλληση Βυθισμένου Τόξου

3.3.1 Ξεκίνημα της μηχανής

Ρυθμίστε το ύψος της κεφαλής της μηχανής (ανάλογα με το μήκος τόξου που θέλετε και τη σκόνη που θα χρησιμοποιήσετε).

3.3.2 Κεντράρισμα του ηλεκτροδίου

Κεντράρουμε το ηλεκτρόδιο της μηχανής και το διατηρούμε κεντραρισμένο. Είναι η σημαντικότερη εργασία του χειριστή γιατί οποιαδήποτε απόκλιση της μηχανής μπορεί να αχρηστεύσει τη συγκόλληση.

3.4 Μέτρα Αποφυγής Υπερβολικών Παραμορφώσεων

Εκτός από την κατάλληλη ακολουθία συγκόλλησης, είναι δυνατόν ο συγκολλητής να λάβει και άλλα μέτρα για την αποφυγή υπερβολικών παραμορφώσεων. Τέτοια μέτρα είναι τα ακόλουθα :

- Ο συγκολλητής πρέπει να μειώσει το χρόνο συγκόλλησης.
Περισσότερος χρόνος σημαίνει περισσότερη θερμότητα που περνάει στο μέταλλο και συνεπώς μεγαλύτερη διαστολή.
- Σημαντικό μέτρο είναι η κατάλληλη τοποθέτηση των προς συγκόλληση κομματιών πριν τη συγκόλληση ή η πρόκαμψη των κομματιών ώστε η αναμενόμενη παραμόρφωση να μας δώσει το επιθυμητό αποτέλεσμα (παράδειγμα πρόκαμψης υπάρχει στο **Σχήμα 1**).
- Ο συγκολλητής πρέπει να επιδιώκει τη σταθερότητα των κομματιών στις κατάλληλες θέσεις, σύμφωνα με τα προηγούμενα.

3.5 Μέτρα Αποφυγής του Φυσήματος του Τόξου

Τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν για την αποφυγή του φυσήματος του τόξου είναι τα ακόλουθα :

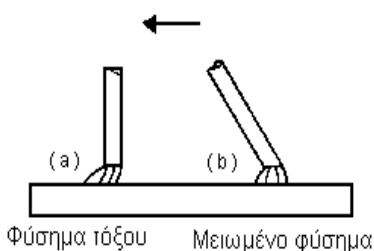
- Σωστή γείωση του κομματιού.
Ο συγκολλητής πρέπει να εκπαιδευθεί στη σωστή γείωση του κομματιού που κολλάει. Η τοποθέτηση στην κατά το δυνατόν ουδέτερη θέση της τσιμπίδας της γείωσης, και το τύλιγμα του καλωδίου ώστε να γίνεται

ΣΥΝΤΑΞΗ Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	ΕΓΚΡΙΣΗ Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	ΕΚΔΟΣΗ 1	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ 0	ΗΜ/ΝΙΑ
---------------------------------	---------------------------------	--------------------	------------------------	---------------

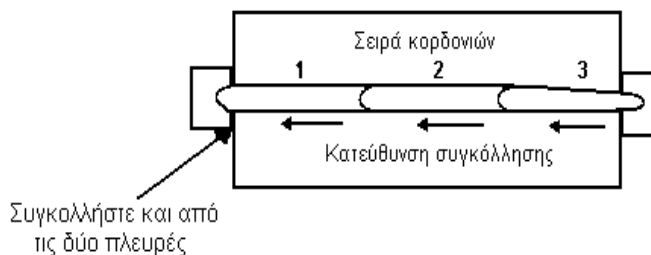
Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 4/6
	<u>11. ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001-11

ουδέτερο το μαγνητικό πεδίο γύρω από το τόξο είναι τα σημαντικότερα σημεία που πρέπει να προσεχθούν.

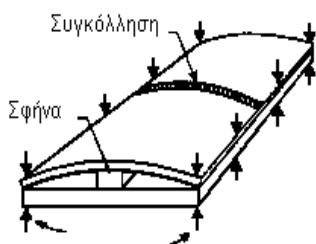
- Χρήση εναλλασσόμενου ρεύματος (σε περίπτωση που χρησιμοποιείται συνεχές).
- Μείωση κατά το δυνατόν του μήκους του τόξου.
- Μείωση του ρεύματος (κάτι που μπορεί να έχει ως συνέπεια και τη μείωση της ταχύτητας).
- Κλίση του ηλεκτροδίου προς την κατεύθυνση της κίνησης του ηλεκτροδίου (φαίνεται στο **Σχήμα 2**).
- Χρησιμοποιούμε τη σειρά συγκόλλησης που φαίνεται στο **Σχήμα 3**.



ΣΧΗΜΑ 2



ΣΧΗΜΑ 3



ΣΧΗΜΑ 1 : Πρόκαμψη

Μέγνες κατά μήκος των άκρων του ελάσματος

ΣΧΗΜΑΤΑ 1 - 2 - 3

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 5/6
	<u>11. ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001-11

- Χρήση μεγάλων πονταρισμάτων.
Ο συγκολλητής φτιάχνει ένα μεγάλο ποντάρισμα και κινείται, συγκολλώντας, προς αυτό. Εξάλλου, μπορεί να γίνουν, συχνά, πονταρίσματα κατά μήκος της ραφής.
- Μείωση του τόξου επιτυγχάνεται και αν συγκολλάμε προς μια ήδη φτιαγμένη συγκόλληση.

3.6 Μέτρα Αποφυγής των Σφαλμάτων

Για την αποφυγή των τυχόν σφαλμάτων πρέπει να ληφθούν τα ακόλουθα μέτρα :

- Μη χρησιμοποιείται σκουριασμένο σύρμα συγκόλλησης.
- Καθαρίστε το σύρμα, πριν τη χρήση του, από βρωμιές και λάδια.
- Αποφύγετε, κατά την αναρρόφηση της σκόνης, την ανάμιξη της με ακαθαρσίες.
- Αποφύγετε τη δημιουργία πόρων από την παγίδευση της σκόνης ανάμεσα στο κάτω κορδόνι και τη συγκόλληση της άλλης πλευράς, επιτυγχάνοντας διείσδυση του κάτω κορδονιού.
- Καθαρίστε τη σκουριά από τα πονταρίσματα (επειδή τα πονταρίσματα μπορούν να δημιουργήσουν πόρους μόλις καλυφθούν από το κορδόνι της SAW).

3.7 Μέτρα Αποφυγής Δημιουργίας Πόρων

Για την αποφυγή δημιουργίας πόρων κατά τη συγκόλληση πρέπει να ληφθούν τα ακόλουθα μέτρα :

- Αποφύγετε υπερβολική πυκνότητα ρεύματος. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη χρησιμοποίηση σύρματος μεγαλύτερης διαμέτρου ή, απλώς, με χαμηλότερο ρεύμα.
- Ελέγξτε αν η χρησιμοποιούμενη ταχύτητα είναι η σωστή. Πολύ υψηλή ταχύτητα οδηγεί στη δημιουργία πόρων.
- Διατηρήστε την παροχή του αερίου στα κατάλληλα επίπεδα. (Ο.Ε. 2001 -10)
- Διατηρήστε το ηλεκτρόδιο μέσα στην περιοχή ροής του αερίου.
- Όταν συγκολλάτε και από τις δυο πλευρές του ελάσματος, εξασφαλίστε ότι το πρώτο κορδόνι διεισδύει καλά στο κορδόνι της πρώτης πλευράς.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 6/6
	<u>11. ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001-11

3.8 Μετα - Συγκολλητική Εργασία

1. Μετά τη συγκόλληση, ο συγκολλητής καθαρίζει τη στερεοποιημένη σκουριά (αυτό απαιτείται και μεταξύ των κορδονιών), χρησιμοποιώντας κυρίως το ματσακόνι.
2. Ο συγκολλητής ελέγχει οπτικά τη συγκόλληση. Ακολουθεί οπτικός έλεγχος από τον υπεύθυνο του συνεργείου και γίνονται οι απαραίτητες διορθώσεις.
3. Εκτελείται η μετα - θερμική κατεργασία, εφόσον αυτή είναι απαραίτητη, οπότε και θα προδιαγράφεται στην Προδιαγραφή Διαδικασίας Συγκόλλησης [Π.Δ.Σ.] (Ο.Ε.2001-13,14).

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 1/6
	<u>12. ΑΚΟΛΟΥΘΙΕΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-12

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1 ΣΚΟΠΟΣ**
- 2 ΓΕΝΙΚΑ**
- 3 ΠΗΓΕΣ**
- 4 ΤΥΠΙΚΕΣ ΑΚΟΛΟΥΘΙΕΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ**

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 2/6
	<u>12. ΑΚΟΛΟΥΘΙΕΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-12

1. ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της Οδηγίας αυτής είναι να περιγραφούν κάποιες συνήθειες ακολουθίες συγκολλήσεων.

2. ΓΕΝΙΚΑ

Το τμήμα αυτό του Εγχειριδίου Συγκολλήσεων θα αποτελέσει μια συλλογή διαφόρων περιπτώσεων συγκολλήσεων για τις οποίες θα περιγράφεται όλο και λεπτομερέστερα η ακολουθία εργασίας. Έτσι θα συσσωρευτεί συστηματικά η εμπειρία του Εργαστηρίου Συγκολλήσεων και θα είναι δυνατόν ο καθένας να ανατρέξει στις πληροφορίες που τον ενδιαφέρουν.

3. ΠΗΓΕΣ

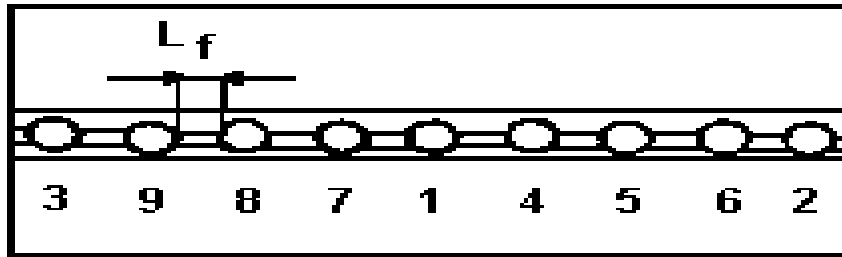
Συνήθειες ακολουθίες συγκολλήσεων που εφαρμόζονται στα Ναυπηγεία Ελευσίνας.

4. ΤΥΠΙΚΕΣ ΑΚΟΛΟΥΘΙΕΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ

Στα **Σχήματα 1-8** που ακολουθούν δίνονται συνήθειες ακολουθίες συγκολλήσεων που μπορούν να εφαρμοστούν στην πράξη στο Εργαστήριο Συγκολλήσεων του Ε.Μ.Π. Είναι λοιπόν :

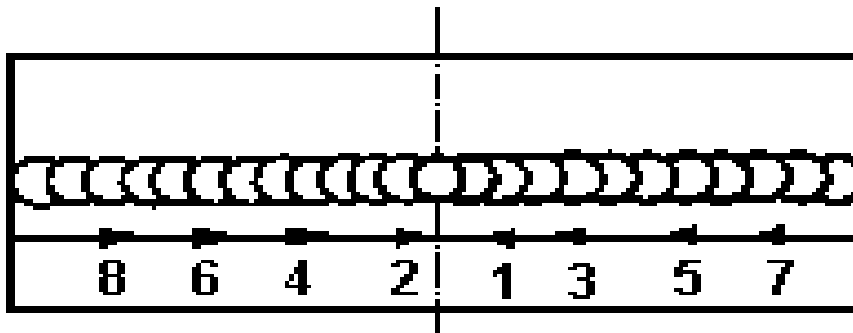
- Σχήμα 1** : Ποντάρισμα ελασμάτων
- Σχήμα 2** : Συγκόλληση σε λεπτά ελάσματα
- Σχήμα 3** : Δίπλευρη αυχενική συγκόλληση
- Σχήμα 4** : Συγκολλήσεις δαπέδου (μικρές)
- Σχήμα 5** : Συγκολλήσεις δαπέδου (500 - 1000 mm)
- Σχήμα 6** : Συγκολλήσεις δαπέδου (μεγάλου μήκους)
- Σχήμα 7** : Αυχενικές συγκολλήσεις μεγάλου μήκους
- Σχήμα 8** : Συγκολλητός τομέας

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 3/6
	<u>12. ΑΚΟΛΟΥΘΙΕΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-12

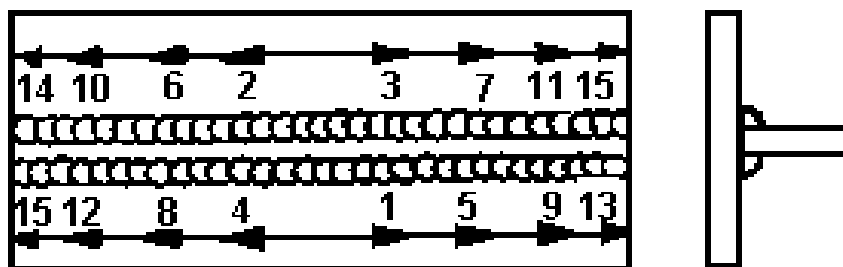


$L_f = (25 - 35) s$, όπου s το πάχος του ελάσματος

ΣΧΗΜΑ 1 : Ποντάρισμα ελασμάτων

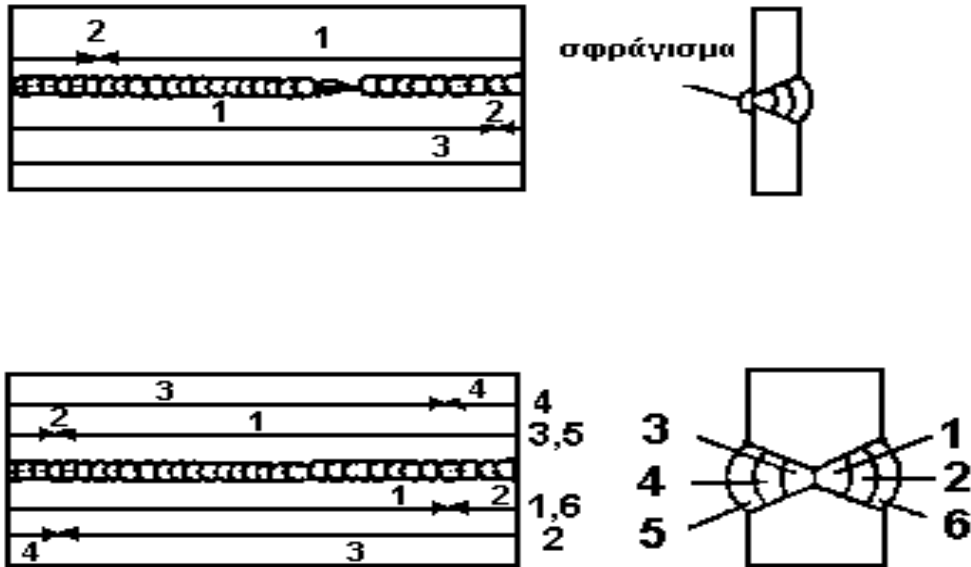


ΣΧΗΜΑ 2 : Συγκόλληση σε λεπτά ελάσματα

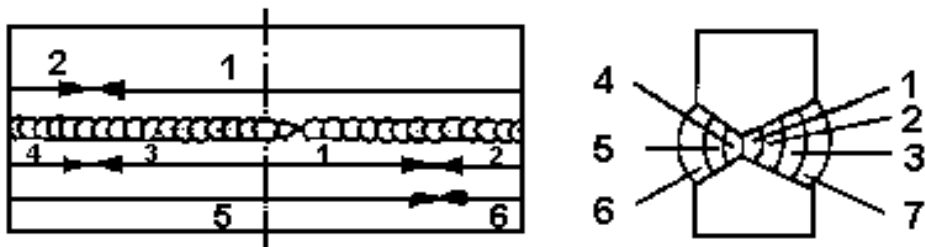


ΣΧΗΜΑ 3 : Δίπλευρη αυχενική συγκόλληση

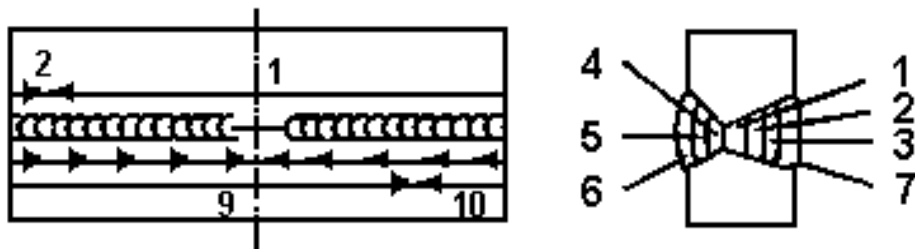
Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 4/6
	<u>12. ΑΚΟΛΟΥΘΙΕΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-12



ΣΧΗΜΑ 4 : Συγκολλήσεις δαπέδου (μικρές)

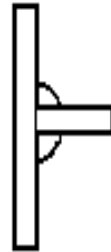
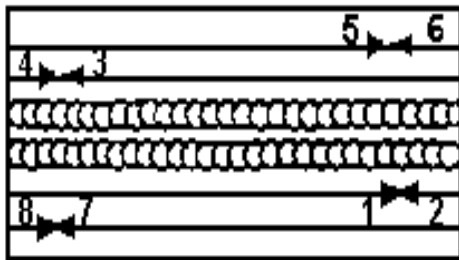


ΣΧΗΜΑ 5 : Συγκολλήσεις δαπέδου (500 - 1000 mm)

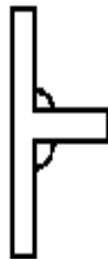
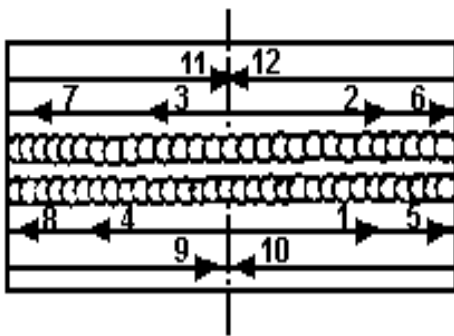


ΣΧΗΜΑ 6 : Συγκολλήσεις δαπέδου μεγάλου μήκους

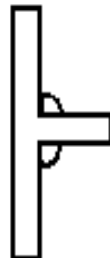
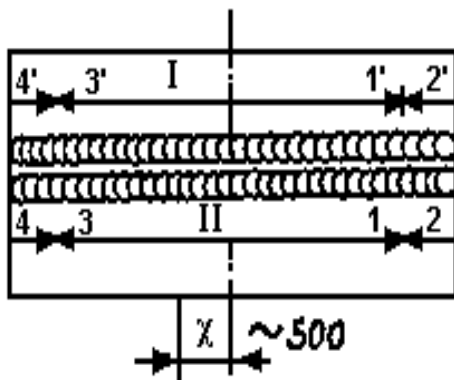
Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 5/6
	<u>12. ΑΚΟΛΟΥΘΙΕΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-12



α) Μικρού πάχους



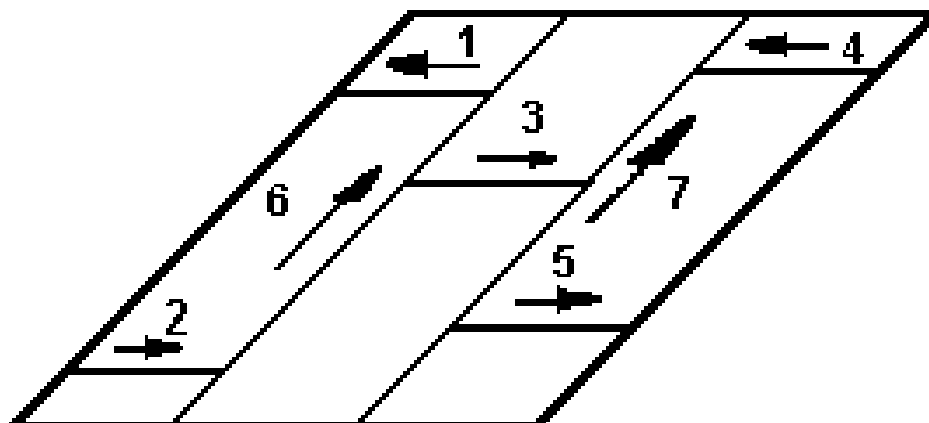
β) Με ένα συγκολλητή



γ) Με δύο συγκολλητές

ΣΧΗΜΑ 7 : Αυχενικές συγκολλήσεις μεγάλου μήκους

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 6/6
	<u>12. ΑΚΟΛΟΥΘΙΕΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-12



ΣΧΗΜΑ 8 : Συγκολλητός τομέας

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 1/7
	<u>13. ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-13

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1 ΣΚΟΠΟΣ**
- 2 ΠΗΓΕΣ - ΑΝΑΦΟΡΕΣ**
- 3 ΟΡΙΣΜΟΙ**
- 4 ΓΕΝΙΚΑ**
 - 4.1** Απαιτήσεις συμβολαίου
- 5 ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ**
 - 5.1** Προθέρμανση
 - 5.2** Τρόπος καθορισμού θερμοκρασιών προθέρμανσης
- 6 ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑ ΤΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ**
- 7 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ**
- 8 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 2/7
	<u>13. ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-13

1. ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της παρούσας Οδηγίας είναι να περιγραφούν οι απαιτήσεις της θερμικής κατεργασίας που συνδέονται με τις συγκολλητές κατασκευές έτσι ώστε να βελτιωθούν οι μηχανικές ιδιότητες και να ελαττωθούν οι παραμένουσες τάσεις και εντάσεις στα προς συγκόλληση δοκίμια.

ΠΗΓΕΣ - ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- " Engineering procedure heat treatment of weldments ", Αγγλικό κείμενο.
- Απαιτήσεις συμβολαίου.

ΟΡΙΣΜΟΙ

- PWHT - Post Weld Heat Treatment (Θερμική κατεργασία μετά τη συγκόλληση).
- CE - Carbon Equivalent (Ισοδύναμο άνθρακα).
- WPS - Welding Procedure Specification (Προδιαγραφή Διαδικασίας συγκόλλησης [ΠΔΣ]).
- WPQR - Welding Procedure Qualification Record (Έκθεση Καταλληλότητας Διαδικασίας Συγκόλλησης [ΕΚΔΣ]).
- EP - Engineering Procedure (Μηχανική διαδικασία).
- SMAW - Shielded Metal Arc Welding (Συγκόλληση με Επενδεδυμένα Ηλεκτρόδια).
- GMAW - Gas Metal Arc Welding (Συγκόλληση με Τηκόμενο Ηλεκτρόδιο και Προστασία Αερίου).
- GTAW - Gas Tungsten Arc Welding (Συγκόλληση με Ηλεκτρόδιο Βολφραμίου και Προστασία Αερίου).

ΓΕΝΙΚΑ

4.1 Απαιτήσεις Συμβολαίου

Στο ξεκίνημα ενός νέου συμβολαίου είναι πολύ σημαντικό να μελετώνται και να προσδιορίζονται οι προδιαγραφές του πελάτη σε σχέση με τη θερμική κατεργασία. Συνήθως, οι προδιαγραφές που συσχετίζονται με τις συγκολλητές κατασκευές, καθορίζουν τις απαιτήσεις για προθέρμανση ή PWHT (θερμική κατεργασία μετά τη συγκόλληση).

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 3/7
	<u>13. ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-13

ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ

5.1 Προθέρμανση

Αυτή η Ο.Ε. θα δώσει τις κατευθυντήριες γραμμές για την προθέρμανση των προς συγκόλληση ενώσεων με τη θέσπιση ασφαλών διαδικασιών προθέρμανσης με σκοπό να αποφευχθούν οι ρωγμές που δημιουργούνται από τη συσσώρευση υδρογόνου και είναι γνωστές ως ψυχρές ρωγμές (cold cracks). [Βλ. Ο.Ε. 2001-18]

Υπάρχουν τέσσερις παράμετροι που καθορίζουν την ανάγκη και την έκταση της προθέρμανσης :

- 1) Το ισοδύναμο άνθρακα του μετάλλου (CE).
- 2) Το συνδυασμένο πάχος (T).
- 3) Η διεργασία συγκόλλησης που πρέπει να χρησιμοποιηθεί.
- 4) Η εισαγωγή θερμότητας ανά γραμμικό μήκος.

- Το ισοδύναμο άνθρακα (CE) ορίζεται από τη σχέση :

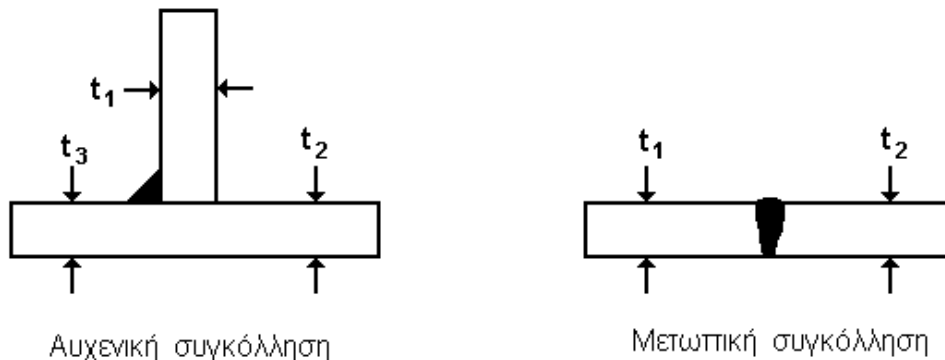
$$CE = C + Mn/6 + Cr/5 + Mo/5 + V/5 + Ni/15 + Cu./15$$

Όπου : C = Άνθρακας
Mn = Μαγγάνιο
Cr = Χρώμιο
Mo = Μολυβδένιο
V = Βανάδιο
Ni = Νικέλιο
Cu = Χαλκός

- Το συνδυασμένο πάχος (T) είναι η παράμετρος που ορίζει την επακόλουθη θερμική ροή με αγωγή, κατά συνέπεια είναι το άθροισμα του συνολικού αριθμού των παχών που περιλαμβάνονται σε μια συγκόλληση. Για παράδειγμα σε μια μετωπική συγκόλληση : $T = t_1 + t_2$ και σε μια αυχενική συγκόλληση : $T = t_1 + t_2 + t_3$ όπως φαίνεται και στο **Σχήμα 1** που ακολουθεί :

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 4/7
	<u>13. ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-13



ΣΧΗΜΑ 1 : Συνδυασμένο πάχος T

- Η διεργασία συγκόλλησης που πρέπει να χρησιμοποιηθεί ορίζει την επίδραση της διεργασίας στη συγκόλληση σε συμφωνία με το δυναμικό υδρογόνου. Για παράδειγμα στη διεργασία SMAW, τα ηλεκτρόδια ρουτίλιου και κυτταρίνης περιέχουν υγρασία στις επικαλύψεις τους η οποία μεταφέρεται εγκάρσια στη ραφή διαμέσου της ατμόσφαιρας του τόξου. Βασικά ηλεκτρόδια (χαμηλού υδρογόνου) σε στεγνή κατάσταση περιέχουν αξιοσημείωτα λιγότερη υγρασία στις επικαλύψεις τους. Άλλες διεργασίες όπως η GMAW ή η GTAW έχουν χαμηλό δυναμικό υδρογόνου και γι' αυτό το λόγο ταξινομούνται ως διεργασίες πολύ χαμηλού υδρογόνου. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η διεργασία από μόνη της δεν είναι η μοναδική πηγή υδρογόνου. Βρώμικες επιφάνειες που περιέχουν λίπος, λάδι ή υγρασία μπορούν, επίσης, να προκαλέσουν τη μεταφορά του υδρογόνου μέσα στη ραφή.
- Η εισαγωγή θερμότητας ανά γραμμικό μήκος, σε KJ / in, επηρεάζει το ρυθμό ψύξης που θα επέλθει και μπορεί, συνεπώς, να καθορίσει την πιθανότητα παγίδευσης υδρογόνου μέσα στη ραφή.

Μια τέτοια, απλοποιημένη, διαδικασία περιγράφεται στις ακόλουθες παραγράφους.

5.2 Τρόπος καθορισμού θερμοκρασιών προθέρμανσης

Ο καθορισμός της θερμοκρασίας προθέρμανσης γίνεται ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα :

- 1) Καθορισμός της διεργασίας συγκόλλησης που θα χρησιμοποιηθεί.

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 5/7
	<u>13. ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-13

2) Καθορισμός της θερμότητας εισαγωγής σε KJ / in ραφής για την επιλεγμένη διεργασία. Υπάρχουν δύο μέθοδοι για την επιλογή της θερμότητας εισαγωγής :

- Ο τύπος : $H = E/S \times IX60/1000$

Όπου : H = Θερμότητα εισαγωγής σε KJ/in

E = Volts

S = Ταχύτητα

I = Amperes

- Ο Πίνακας 1 που δείχνει τις τυπικές τιμές θερμότητας εισαγωγής για τις διάφορες διεργασίες συγκόλλησης (Βλ. Παράρτημα).

3) Υπολογισμός του ισοδύναμου άνθρακα στη βάση του χιλιοστού πιστοποιεί το χάλυβα που πρέπει να συγκολληθεί. Αν αυτά δεν είναι διαθέσιμα, πρέπει να χρησιμοποιηθεί το μέγιστο ισοδύναμο άνθρακα (CE) που επιτρέπεται για το βαθμό αυτό. Αν ούτε αυτό είναι γνωστό τότε χρησιμοποιείται η τυποποιημένη τιμή CE = 0,50.

4) Υπολογισμός του συνδυασμένου πάχους όπως αναφέρθηκε παραπάνω.

Οι πληροφορίες αυτές χρησιμοποιούνται για να καθοριστεί η απαιτούμενη θερμότητα προθέρμανσης από το **Διάγραμμα 1** (Βλ. Παράρτημα).

6. ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑ ΤΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ

Η θερμική κατεργασία μετά τη συγκόλληση θα πρέπει να εφαρμόζεται όπως και στο χρόνο που ορίζεται στη σχετική ΠΔΣ. Μη λαμβάνοντας υπόψη τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται για τη θερμική κατεργασία μετά τη συγκόλληση, ένας επαρκής αριθμός από θερμικά ζεύγη ή άλλες αποδεκτές μετρήσεις μηχανημάτων θα πρέπει να παρατεθούν κατάλληλα έτσι ώστε να φαίνεται ακριβώς η θερμοκρασία του μετάλλου σε όλες τις κρίσιμες περιοχές κατά τον κύκλο της θερμικής κατεργασίας μετά τη συγκόλληση.

Η απευθείας πρόσκρουση της φλόγας σε φλόγα δεν επιτρέπεται.

Μετά την ολοκλήρωση του κύκλου της θερμικής κατεργασίας μετά τη συγκόλληση, η ανάγνωση της θερμότητας θα πρέπει να επιβεβαιώνει ότι δεν έχει γίνει υπέρβαση των μέγιστων τιμών που ορίζονται στην ΠΔΣ.

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 6/7
	<u>13. ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-13

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για να καθοδηγήσει τις εργασίες της θερμικής κατεργασίας θα πρέπει να διαμετρηθεί κατάλληλα με πρόσφατα και έγκυρα πιστοποιητικά.

Οι φούρνοι θα πρέπει να έχουν όλα τα εργαλεία διαμέτρησης που εξασφαλίζουν ότι οι προδιαγραφόμενες θερμοκρασίες μπορούν να επιτευχθούν χωρίς υπερβολικές παρεκκλίσεις.

Όλος ο μηχανολογικός εξοπλισμός όπως οι αυτόματοι ελεγκτές, οι καταγραφείς θερμοκρασίας και οι μετρητές θερμοκρασίας θα πρέπει επίσης να διαμετρηθούν κατάλληλα όπως και όταν απαιτείται από τους όρους και τις οδηγίες των κατασκευαστών του εξοπλισμού.

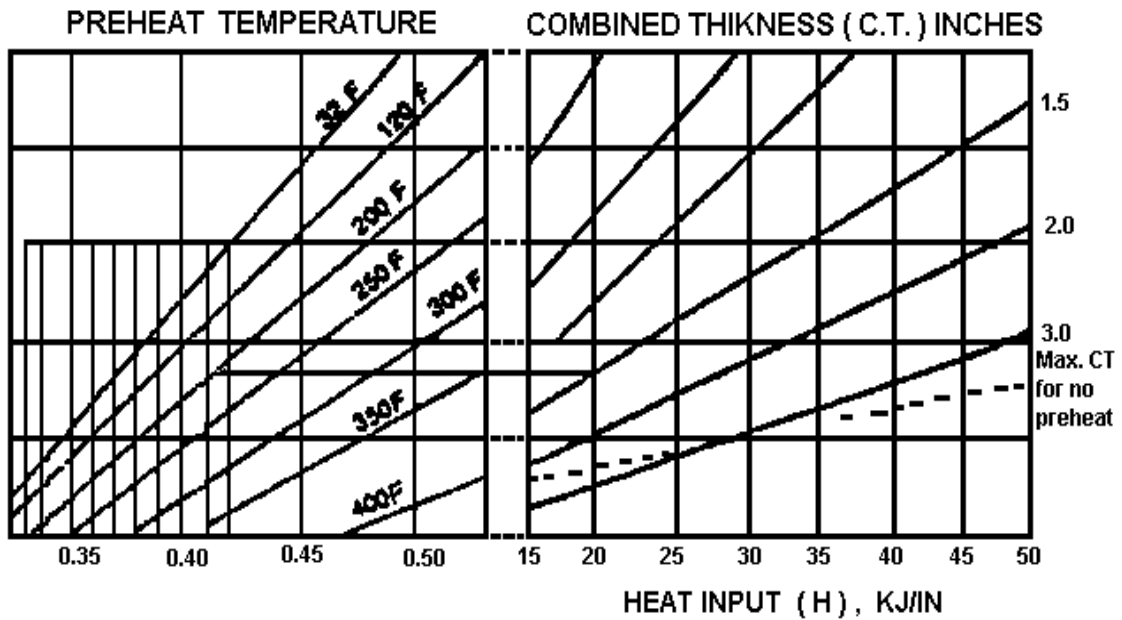
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (KJ/IN)
Ηλεκτρόδια Ρουτιλίου (π.χ. E-6010, E-7010 κ.λ.π.)	(d < 1/8) 15 (d > 5/32) 20
Ηλεκτρόδια Χαμηλού Υδρογόνου (π.χ. E-7018, E-8016 κ.λ.π.)	(d < 1/8) 20 (d > 5/32) 25
GMAW	20
GTAW	15
Συγκόλληση Βυθισμένου Τόξου	(Root pass) 25 (All others) 50
Συγκόλληση Παραγεμισμένου Σωληνοειδούς Ηλεκτροδίου	25

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 : Τυπικές τιμές θερμότητας εισαγωγής για τις διάφορες διεργασίες συγκόλλησης

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 7/7
	13. ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ	Ο.Ε. 2001-13



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 1/17
	<u>14. ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΝΑΥΠΗΓΙΚΩΝ ΧΑΛΥΒΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001 -14

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1 ΣΚΟΠΟΣ**
- 2 ΟΡΙΣΜΟΙ**
 - 2.1 Προδιαγραφή διαδικασίας συγκόλλησης
 - 2.2 Πρακτικό έγκρισης της διαδικασίας συγκόλλησης
- 3 ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ**
- 4 ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ**
- 5 ΜΕΘΟΔΟΣ**
 - 5.1 Αναγνώριση απαιτήσεων συμβολαίου
 - 5.2 Πιστοποίηση διαδικασιών συγκόλλησης
 - 5.3 Πιστοποίηση συγκολλητών
 - 5.4 Μέθοδοι συγκόλλησης
 - 5.5 Αναλώσιμα
 - 5.6 Προετοιμασία άκρων ένωσης
 - 5.7 Σχήμα συγκόλλησης
 - 5.8 Επιθεώρηση συγκολλήσεων
 - 5.9 Προθέρμανση
 - 5.10 Θερμική κατεργασία μετά τη συγκόλληση
 - 5.11 Μη καταστρεπτικός έλεγχος
 - 5.12 Απόρριψη και επιδιόρθωση

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 Προδιαγραφή Διαδικασίας Συγκόλλησης Κατασκευαστή

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 Πρακτικό Έγκρισης Διαδικασίας Συγκόλλησης

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3 Πιστοποιητικό Έγκρισης Δοκιμής Συγκολλητή

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 2/17
	<u>14. ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΝΑΥΠΗΓΙΚΩΝ ΧΑΛΥΒΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001 -14

1. ΣΚΟΠΟΣ

Να διασφαλίσει ότι όλες οι συγκολλήσεις εκτελούνται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του συμβολαίου, στην περίπτωση που αυτές υφίστανται, και σύμφωνα με καλή βιομηχανική πρακτική, στην περίπτωση που δεν περιλαμβάνονται προδιαγραφές στις απαιτήσεις του συμβολαίου.

2. ΟΡΙΣΜΟΙ

2.1 Προδιαγραφή Διαδικασίας Συγκόλλησης (Π.Δ.Σ.)

Ένα έγγραφο που παρέχει λεπτομερώς τις απαιτούμενες μεταβλητές για μια ειδική εφαρμογή συγκόλλησης για να εξασφαλίζει τη δυνατότητα επανάληψης.

2.2 Πρακτικό Έγκρισης της Διαδικασίας Συγκόλλησης (Π.Ε.Δ.Σ.)

Πρακτικό που περιλαμβάνει όλα τα σχετικά δεδομένα από τη συγκόλληση ενός δοκιμίου που χρειάζεται για την έγκριση μιας Π.Δ.Σ., καθώς και όλα τα αποτελέσματα από τη δοκιμασία της συγκόλλησης του δοκιμίου.

3. ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ

Ε.Σ.	: Εργαστήριο Συγκολλήσεων
Δ	: Διαδικασίες
Ο.Ε.	: Οδηγίες Εργασίας
Ο.Ε.Ε.	: Οδηγίες Εργασίας συγκεκριμένου Έργου
Τ.Δ.	: Τεχνική Διεύθυνση
Υ.Δ.Π.	: Υποδιεύθυνση Διασφάλισης Ποιότητας
SMAW	: Shielded Metal Arc Welding (Συγκόλληση Τόξου με Επενδεδυμένο Ηλεκτρόδιο)
GTAW	: Gas Tungsten Arc Welding (Συγκόλληση Τόξου με Ηλεκτρόδιο Βολφραμίου και Προστατευτικό Αδρανές Αέριο)
SAW	: Submerged Arc Welding (Συγκόλληση Βυθισμένου Τόξου)
FCAW	: Flux Cored Arc Welding (Συγκόλληση Τόξου με Παραγεμισμένο Σωληνοειδές Ηλεκτρόδιο)
GMAW	: Gas Metal Arc Welding (Συγκόλληση Τόξου με Μεταλλικό Ηλεκτρόδιο και Προστατευτικό Αέριο)
ΜΚΕ	: Μη Καταστρεπτικός Έλεγχος
Π.Δ.Σ.	: Προδιαγραφή Διαδικασίας Συγκόλλησης
Π.Ε.Δ.Σ.	: Πρακτικό Έγκρισης της Διαδικασίας Συγκόλλησης
Δ.Ε.Σ.	: Δοκιμασία Έγκρισης Συγκολλητών
Θ.Κ.Μ.Σ.	: Θερμική Κατεργασία Μετά τη Συγκόλληση

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 3/17
	<u>14. ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΝΑΥΠΗΓΙΚΩΝ ΧΑΛΥΒΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001 -14

4. ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ

- Απαιτήσεις συμβολαίου
- EN 288-1 Προδιαγραφή και καταλληλότητα διαδικασιών συγκόλλησης για μεταλλικά υλικά – Μέρος 1 : Γενικοί κανόνες για συγκόλληση με τήξη.
- EN 288-2 Προδιαγραφή και καταλληλότητα διαδικασιών συγκόλλησης για μεταλλικά υλικά – Μέρος 2 : Προδιαγραφή διαδικασίας συγκόλλησης για ηλεκτροσυγκόλληση.
- EN 288-3 Προδιαγραφή και καταλληλότητα διαδικασιών συγκόλλησης για μεταλλικά υλικά – Μέρος 3 : Δοκιμές διαδικασίας συγκόλλησης για την ηλεκτροσυγκόλληση χαλύβων.
- EN 287-1 Δοκιμασία έγκρισης συγκολλητών – Συγκόλληση με τήξη – Μέρος 1 – Χάλυβες

5. ΜΕΘΟΔΟΣ

5.1 Αναγνώριση Απαιτήσεων Συμβολαίου

5.1.1 Μετά την υπογραφή κάθε συμβολαίου, είναι απαραίτητη η αναγνώριση των προδιαγραφών, εφόσον υπάρχουν, βάσει των οποίων θα εκτελεστούν οι εργασίες συγκόλλησης. Οι προδιαγραφές αυτές σχετίζονται με τις Π.Δ.Σ., Δ.Ε.Σ., ειδικούς περιορισμούς διαδικασιών συγκόλλησης και συναφείς απαιτήσεις εγγράφων και πιστοποιήσεων.

5.1.2 Στην περίπτωση που το συμβόλαιο δεν αναφέρεται σε συγκεκριμένες απαιτήσεις συγκολλήσεων, οι συγκολλήσεις θα πρέπει να εκτελούνται σύμφωνα με την καλή βιομηχανική πρακτική. Καλή βιομηχανική πρακτική είναι εκείνη που εξασφαλίζει ελάχιστα αποδεκτά επίπεδα ποιότητας, τα οποία όμως δεν προσδιορίζονται από αντίστοιχες τεχνικές προδιαγραφές και κώδικες. Η πρακτική αυτή είναι το αποτέλεσμα συσσωρευμένης εμπειρίας, καθώς και της ενεργού συμμετοχής της Υ.Δ.Π. κατά τη διαδικασία ανέγερσης. Ο Μηχανικός Συγκολλήσεων θα πρέπει να προσδιορίσει τις Π.Δ.Σ., βάσει των οποίων θα εκτελεστούν οι συγκολλήσεις. Αυτές οι Π.Δ.Σ. δεν απαιτούν έγκριση, δεδομένου ότι κάτι τέτοιο δεν απαιτείται από το συμβόλαιο. Οι Π.Δ.Σ. θα περιλαμβάνουν, εκτός από τις συνηθισμένες πληροφορίες, τις απαιτήσεις ποιότητας που θα πρέπει να ελέγξει η Υ.Δ.Π.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 4/17
	<u>14. ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΝΑΥΠΗΓΙΚΩΝ ΧΑΛΥΒΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001 -14

5.1.3 Στην περίπτωση που το συμβόλαιο προδιαγράφει συγκεκριμένες απαιτήσεις συμμόρφωσης με πρότυπα, η Υ.Δ.Π. θα πρέπει κατά σειρά :

- (α) Να προσδιορίσει τις απαιτήσεις για την έγκριση των Π.Δ.Σ. που χρειάζονται για την εκτέλεση των εργασιών συγκόλλησης. Αυτό είναι απαραίτητο, δεδομένου ότι θα επηρεάσει άλλες δραστηριότητες, όπως την παραγγελία των απαιτούμενων αναλωσίμων, την πιθανή προμήθεια νέων συσκευών συγκόλλησης ή την προσαρμογή υπαρχόντων, τον προσδιορισμό της προετοιμασίας των άκρων, κ.λ.π.
- (β) Να προχωρήσει στην έγκριση των συγκολλητών με βάση τις εγκεκριμένες Π.Δ.Σ.
- (γ) Να προετοιμάσει τη διαδικασία παρακολούθησης των συγκολλήσεων σε περίπτωση που απαιτείται ιχνηλασιμότητα αυτών.
- (δ) Να προσδιορίσει τις απαιτήσεις επιθεώρησης και να κινητοποιήσει τους απαιτούμενους πόρους.
- (ε) Να προσδιορίσει λεπτομερείς ακολουθίες συγκολλήσεων με σκοπό την ελαχιστοποίηση των παραμενουσών τάσεων και των παραμορφώσεων.
- (στ) Να προσδιορίσει, αν απαιτείται, τις απαιτήσεις προθέρμανσης και θερμικής κατεργασίας μετά τη συγκόλληση.

5.2 Πιστοποίηση Διαδικασιών Συγκόλλησης

5.2.1 Για την πιστοποίηση μιας διαδικασίας συγκόλλησης είναι πρώτα απαραίτητος ο προσδιορισμός μιας Π.Δ.Σ. κατά EN 288, σύμφωνα με το πρότυπο του **Παράρτηματος 1**. Πρόκειται για έγγραφο που περιέχει με αρκετή λεπτομέρεια τις απαιτούμενες συνθήκες προκειμένου να εξασφαλίζεται επαναληψιμότητα. Μία Π.Δ.Σ. δίνει κατευθύνσεις για την εκτέλεση των συγκολλήσεων σύμφωνα με τις απαιτήσεις του χρησιμοποιούμενου προτύπου. Μία Π.Δ.Σ. θα πρέπει να κάνει αναφορά σε ένα Π.Ε.Δ.Σ. κατά EN 288, σύμφωνα με το **Παράρτημα 2**. Όπου η συμμόρφωση με συγκεκριμένο πρότυπο δεν απαιτείται σε ένα συμβόλαιο, η Π.Δ.Σ. θα πρέπει να εκδίδεται και ως συνοδευτικό άλλων εγγράφων ανέγερσης, προκειμένου να παρέχονται χρήσιμα στοιχεία στα εργοτάξια.

5.2.2 Ακολουθία συγκόλλησης : Η Π.Δ.Σ./Π.Ε.Δ.Σ. θα πρέπει να προδιαγράφει (ή να κάνει αναφορά σε ξεχωριστό έγγραφο) την ακολουθία και την κατεύθυνση των ραφών συγκόλλησης σε ανεγέρσεις όπου είναι πιθανή η δημιουργία παραμορφώσεων.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 5/17
	<u>14. ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΝΑΥΠΗΓΙΚΩΝ ΧΑΛΥΒΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001 -14

5.2.3 Το Π.Ε.Δ.Σ. είναι ένα αρχείο των παραμέτρων συγκόλλησης που χρησιμοποιήθηκαν για τη συγκόλληση των δοκιμών συγκόλλησης. Αντικατοπτρίζει τις τιμές των παραμέτρων συγκόλλησης που θα χρησιμοποιηθούν και στις συγκολλήσεις παραγωγής. Το δοκίμιο συγκόλλησης αντιπροσωπεύει όσο πιο κοντά γίνεται και προσομοιάζει τις συνθήκες συγκόλλησης που θα υπάρχουν στις αντίστοιχες συγκολλήσεις παραγωγής. Το Π.Ε.Δ.Σ. θα πρέπει να είναι σύμφωνο με τις απαιτήσεις του αντίστοιχου προτύπου βάσει του οποίου γίνεται η πιστοποίηση. Οι απαιτήσεις αυτές ταξινομούνται σε σημαντικές, δευτερεύουσες και μη σημαντικές παραμέτρους. Συνήθως οι σημαντικές και οι δευτερεύουσες παράμετροι (ανάλογα με τις απαιτήσεις του προτύπου) αναγράφονται στο Π.Ε.Δ.Σ. Με απόφαση του Μηχανικού Συγκολλήσεων, είναι όμως δυνατή η αναγραφή και μη σημαντικών παραμέτρων, αν αυτό κριθεί ότι θα είναι χρήσιμο για μελλοντική αναφορά.

5.2.4 Το Π.Ε.Δ.Σ. θα πρέπει να πιστοποιείται από τον αντιπρόσωπο του πελάτη, μέσω της υπογραφής του στην ειδική θέση που προβλέπεται στο έντυπο.

5.2.5 Οι Π.Δ.Σ. και τα Π.Ε.Δ.Σ. είναι έγγραφα που θα πρέπει να χρησιμοποιούνται για την εξασφάλιση της ποιότητας των συγκολλήσεων. Δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο ως αποτέλεσμα κάποιας απαίτησης του συμβολαίου, αλλά ως ένα χρήσιμο εργαλείο για το εργοτάξιο. Θα πρέπει να δημιουργηθεί μία βιβλιοθήκη από Π.Δ.Σ. προκειμένου να καταγραφεί η εμπειρία από προηγούμενες εργασίες του Ε.Σ.

5.3 Πιστοποίηση Συγκολλητών

5.3.1 Οι συγκολλητές που χρησιμοποιούνται για την εκτέλεση συγκολλήσεων παραγωγής θα πρέπει να είναι κατάλληλα πιστοποιημένοι μέσω δοκιμών με βάση τα Π.Ε.Δ.Σ. Όταν δεν απαιτείται πιστοποίηση συγκολλητών από το συμβόλαιο, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται συγκολλητές που έχουν αποδεδειγμένες ικανότητες από προηγούμενα συμβόλαια. Η Υ.Δ.Π. έχει την ευθυνότητα της εξασφάλισης ότι όλοι οι συγκολλητές του Ε.Σ. έχουν μητρώο αποδεδειγμένων ικανοτήτων για το είδος των συγκολλήσεων που εκτελούν.

5.3.2 Η πιστοποίηση των συγκολλητών βασίζεται σε αποτελέσματα συγκόλλησης και κατάλληλων δοκιμών σε δοκίμιο, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου EN 287. Οι δοκιμές θα πρέπει να περιλαμβάνουν επιθεώρηση του δοκιμίου μέσω οπτικού ελέγχου ή ΜΚΕ, ανάλογα με τις απαιτήσεις. Η πιστοποίηση των συγκολλητών θα πρέπει να διενεργείται πριν την έναρξη των εργασιών με τη χορήγηση πιστοποιητικών του τύπου που παρουσιάζεται στο **Παράρτημα 3**.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 6/17
	<u>14. ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΝΑΥΠΗΓΙΚΩΝ ΧΑΛΥΒΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001 -14

5.3.3 Όπου υπάρχει επαρκής εμπιστοσύνη στις ικανότητες ενός συγκολλητή, η πρώτη του συγκόλληση παραγωγής μπορεί να θεωρηθεί ότι αντιπροσωπεύει το δοκίμιο συγκόλλησης, μετά τη διενέργεια των απαραίτητων δοκιμών επιθεώρησης.

5.3.4 Για συγκολλήσεις που θεωρούνται κρίσιμες, η πιστοποίηση του συγκολλητή θα πρέπει να περιλαμβάνει και τον χρονικό ορίζοντα ισχύος. Επιπρόσθετα κριτήρια αποδοχής μπορούν να χρησιμοποιηθούν, όπως εμφάνιση και ομοιομορφία, τα οποία να μην αντικατοπτρίζουν ικανότητα, δεν αποτελούν όμως προδιαγεγραμμένες απαιτήσεις ούτε μπορούν να ποσοτικοποιηθούν σύμφωνα με τα κριτήρια αποδοχής των προτύπων.

5.4 Μέθοδοι Συγκόλλησης

5.4.1 Κάθε μέθοδος συγκόλλησης με αποδεδειγμένη εφαρμογή είναι αποδεκτή, αρκεί να έχει εγκεκριμένο Π.Ε.Δ.Σ. Σε περίπτωση που κάποια μέθοδος έχει παρουσιάσει αντιφατικά αποτελέσματα, θα πρέπει να διακοπεί η χρήση της με βάση τα υπάρχοντα αρχεία. Απαιτήσεις συμβολαίων που θέτουν περιορισμούς στη χρήση κάποιων μεθόδων συγκόλλησης για συγκεκριμένη εφαρμογή θα πρέπει να ικανοποιούνται.

5.4.2 Οι πλέον χρησιμοποιούμενες μέθοδοι συγκόλλησης είναι η SMAW, SAW, GMAW, GTAW, και μερικές από τις παραλλαγές τους, όπως FCAW, συγκόλληση βαρύτητας, κ.λ.π.

5.4.3 Η επιλογή μεθόδου για συγκεκριμένη εφαρμογή αποτελεί υπευθυνότητα του Μηχανικού Συγκολλήσεων. Η επιλογή του θα βασίζεται στις απαιτήσεις ή περιορισμούς του συμβολαίου, καθώς και στην καλή πρακτική και το προκύπτον κόστος. Ένα από τα σημαντικότερα κριτήρια επιλογής αποτελεί και η χρήση μηχανοποιημένων ή ημιαυτόματων μεθόδων, όπου αυτό είναι δυνατό, με βάση το γεγονός ότι έτσι προσφέρονται σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις συγκολλήσεις χειρός. Ειδική σημασία θα πρέπει να δοθεί στο γεγονός ότι το κόστος των αναλωσίμων αποτελεί μικρό μόνο ποσοστό του συνολικού κόστους συγκόλλησης, με το μεγαλύτερο ποσοστό να καλύπτεται από το κόστος εργατικού δυναμικού. Η ποιότητα επίσης βελτιώνεται με χρήση τέτοιων μεθόδων. Είναι απαραίτητο όμως να τονιστεί ότι τόσο η ποιότητα όσο και το κόστος αποτελούν κριτήρια επιλογής της μεθόδου μόνο εφόσον η επιλογή της μεθόδου αποτελεί τη βέλτιστη για τη συγκεκριμένη εφαρμογή.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 7/17
	<u>14. ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΝΑΥΠΗΓΙΚΩΝ ΧΑΛΥΒΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001 -14

5.4.4 Ο Μηχανικός Συγκολλήσεων, σε συνεργασία με την Υ.Δ.Π., είναι υπεύθυνοι για τον προσδιορισμό των προδιαγραφών των αναλωσίμων και για την απαγόρευση χρήσης αναλωσίμων τα οποία στο παρελθόν απεδείχθησαν ότι ήταν χαμηλής ποιότητας, μη αποδοτικά, αντιοικονομικά ή αντιφατικά ως προς την απόδοσή τους. Τα κριτήρια για τη λήψη τέτοιων αποφάσεων θα πρέπει να βασίζονται σε υπάρχοντα αρχεία ή προηγούμενη εμπειρία. Το Τμήμα Προμηθειών θα πρέπει να ενημερώνεται για τις αποφάσεις αυτές.

5.5 Αναλώσιμα

5.5.1 Όλα τα αναλώσιμα συγκολλήσεων θα πρέπει να χρησιμοποιούνται μέσα στα όρια που προσδιορίζει ο κατασκευαστής τους. Οι τιμές των παραμέτρων συγκόλλησης θα πρέπει να είναι ίδιες με εκείνες του Π.Ε.Δ.Σ. ή της Π.Δ.Σ., ανάλογα με την περίπτωση.

5.5.2 Οι σημαντικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση των αναλωσίμων συγκόλλησης είναι η καθαριότητά τους και το περιβάλλον και συνθήκες αποθήκευσής τους. Τα ηλεκτρόδια, τα σύρματα συγκόλλησης και οι σκόνες θα πρέπει να διατηρούνται καθαρά, ξηρά και να είναι σωστά αποθηκευμένα, σύμφωνα με τις οδηγίες των κατασκευαστών τους. Ηλεκτρόδια, σύρματα συγκόλλησης ή σκόνες που είναι υγρά, λιπαρά ή οξειδωμένα δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται σε συγκολλήσεις παραγωγής ή σε πονταρίσματα.

5.5.3 Τα χρησιμοποιούμενα προστιθέμενα μέταλλα θα πρέπει κατ' ελάχιστον να πληρούν τις προδιαγραφές φυσικών και χημικών ιδιοτήτων του προς συγκόλληση μετάλλου.

5.6 Προετοιμασία Άκρων Ένωσης

5.6.1 Οι λοξοτομές θα πρέπει να είναι κατάλληλες για τη μέθοδο συγκόλλησης που θα χρησιμοποιηθεί. Το σχήμα των άκρων θα πρέπει να επιτρέπει πλήρη τήξη της ένωσης. Οι λοξοτομές θα πρέπει να είναι σύμφωνες με εκείνες που χρησιμοποιήθηκαν στα Π.Ε.Δ.Σ./Π.Δ.Σ.

5.6.2 Όλες οι λοξοτομές θα πρέπει να είναι ελεύθερες ρηγματώσεων, βρωμιάς, σκουριάς ή άλλων επιβλαβών σφαλμάτων. Ο κανόνας αυτός θα πρέπει γενικά να ακολουθεί την αρχή της " καταλληλότητας για την επιδιωκόμενη χρήση ", δεδομένου ότι σε μερικές μη κρίσιμες συγκολλήσεις μπορεί να επιτρέπεται η παρουσία μικρού ποσοστού σκουριάς ή βρωμιάς.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 8/17
	<u>14. ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΝΑΥΠΗΓΙΚΩΝ ΧΑΛΥΒΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001 -14

- 5.6.3** Οι λοξοτομές θα πρέπει να γίνονται με μηχανικά μέσα, οξυγονοκοπή ή τρόχισμα, και οι προκύπτουσες επιφάνειες θα πρέπει να είναι σχετικά λείες και γεωμετρικά ορθές. Η παραγωγή καλών λοξοτομών θα πρέπει να θεωρείται απαραίτητη προϋπόθεση για καλής ποιότητας και οικονομικές συγκολλήσεις. Σωστή προετοιμασία των άκρων της ένωσης και ορθή συναρμολόγηση μειώνουν στο ελάχιστο απαραίτητο το μέγεθος των συγκολλήσεων, και επομένως μειώνουν τις παραμορφώσεις. Ταυτόχρονα μειώνεται και ο χρόνος συγκόλλησης, άρα και το κόστος.
- 5.6.4** Το επίπεδο καθαρότητας των προς συγκόλληση επιφανειών έχει άμεση σχέση με την κρισιμότητα του συγκολλημένου τεμαχίου. Αυτό ισχύει για την καθαρότητα τόσο πριν όσο και μετά την εκτέλεση της συγκόλλησης, ιδίως αν πρόκειται να ακολουθήσει η εφαρμογή χρωματισμού ή αντιδιαβρωτικής προστασίας. Στις περιπτώσεις αυτές τόσο οι συγκολλήσεις όσο και οι γύρω περιοχές θα πρέπει να καθαρίζονται από το συλλίπασμα, τα κατάλοιπα σκόνης, τα πιτσιλίσματα και από κάθε άλλο ξένο υλικό πριν την εφαρμογή του χρώματος.
- 5.6.5** Τα πονταρίσματα των συγκολλήσεων που απαιτούν πιστοποιημένους συγκολλητές θα πρέπει και αυτά να εκτελούνται από πιστοποιημένους συγκολλητές. Τα πονταρίσματα θα πρέπει να εκτελούνται σύμφωνα με τις παραμέτρους που προσδιορίζονται στα Π.Ε.Δ.Σ./Π.Δ.Σ., εκτός αν απομακρύνονται με τρόχισμα κατά τη διάρκεια της συγκόλλησης.
- 5.6.6** Τα πονταρίσματα που θα συμπεριληφθούν στις ραφές συγκόλλησης θα πρέπει να έχουν τα άκρα τους τροχισμένα, ιδιαίτερα αν πρόκειται για ημιαυτόματες συγκολλήσεις.
- 5.6.7** Στην περίπτωση που τα Π.Ε.Δ.Σ./Π.Δ.Σ. προδιαγράφουν προθέρμανση, η θερμοκρασία προθέρμανσης θα πρέπει να εφαρμόζεται και στα πονταρίσματα.
- 5.6.8** Το μέγεθος των πονταρισμάτων θα πρέπει να είναι επαρκές ώστε να διατηρείται σωστή συναρμογή των ακμών μέχρι την έναρξη της συγκόλλησης παραγωγής. Όπου είναι απαραίτητος ο χειρισμός πονταρισμένων τομέων, το μέγεθος και η απόσταση των πονταρισμάτων θα πρέπει να αυξάνεται ανάλογα ώστε να είναι δυνατή η υποστήριξη των αναπτυσσόμενων τάσεων.
- 5.6.9** Οι προσωρινές συγκολλήσεις προσωρινών προσθηκών που χρησιμεύουν για ευθυγράμμιση και συναρμογή ή για την εμπόδιση ανάπτυξης παραμορφώσεων, θα πρέπει, μετά το πέρας της συγκόλλησης, να απομακρύνονται τελείως με τρόχισμα ή άλλους κατάλληλους τρόπους.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 9/17
	<u>14. ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΝΑΥΠΗΓΙΚΩΝ ΧΑΛΥΒΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001 -14

5.7 Σχήμα Συγκόλλησης

- 5.7.1** Τα σχήματα συγκόλλησης θα πρέπει να διαμορφώνονται με τρόπο που να επιτρέπει πλήρη τήξη στα άκρα της λοξοτομής και να ελαχιστοποιεί τα εγκλείσματα σκουριάς. Λανθασμένο σχήμα συγκόλλησης σημαίνει είτε χρήση μη ορθών παραμέτρων συγκόλλησης είτε μη ορθή εκτέλεση της συγκόλλησης από τον συγκολλητή.
- 5.7.2** Η ενίσχυση όψης ραφής θα πρέπει να είναι σύμφωνη με το εφαρμοζόμενο πρότυπο ή με καλή βιομηχανική πρακτική όπου δεν έχουν προδιαγραφεί απαιτήσεις σύμφωνα με πρότυπα.

5.8 Επιθεώρηση συγκολλήσεων

- 5.8.1** Ο τύπος και η έκταση της επιθεώρησης των συγκολλήσεων βασίζεται στις απαιτήσεις του συμβολαίου. Στην περίπτωση που δεν προδιαγράφονται τέτοιες απαιτήσεις, η Τ.Δ. σε συνεργασία με την Υ.Δ.Π. προσδιορίζουν τις απαιτήσεις επιθεώρησης, με βάση ισχύοντες κανονισμούς και την κρισιμότητα του προς συγκόλληση τεμαχίου.
- 5.8.2** Η επιθεώρηση συγκολλήσεων προϋποθέτει την ύπαρξη συστήματος ιχνηλασιμότητας των συγκολλήσεων, το οποίο αναγνωρίζει και αρχειοθετεί κάθε συγκόλληση παραγωγής. Το σύστημα ιχνηλασιμότητας διατηρεί αρχείο όχι μόνο της συγκόλλησης, αλλά και του συγκολλητή που την έκανε.
- 5.8.3** Οι επιθεωρητές θα πρέπει να έχουν ελεύθερη πρόσβαση σε όλες τις συγκολλήσεις (μέσω σημείων επιθεώρησης - inspection hold points, όπου αυτό είναι απαραίτητο), πριν οι προς επιθεώρηση συγκολλήσεις καταστούν μη επιθεωρήσιμες λόγω επόμενης εργασίας, όπως για παράδειγμα βαφής. Επιπρόσθετα, συγκολλήσεις διπλής όψης, που απαιτούν σκάψιμο και επιθεώρηση πριν τη συγκόλληση της δεύτερης όψης, απαιτούν την ύπαρξη σημείου επιθεώρησης.
- 5.8.4** Οι συγκολλήσεις που απαιτούν ΜΚΕ πρέπει να είναι ιχνηλάσιμες. Η οπτική επιθεώρηση αποτελεί και αυτή μορφή ΜΚΕ, επομένως τόσο η ιχνηλασιμότητα των συγκολλήσεων που απαιτούν οπτική επιθεώρηση όσο και τα αρχεία της οπτικής επιθεώρησης είναι απαραίτητα.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 10/17
	<u>14. ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΝΑΥΠΗΓΙΚΩΝ ΧΑΛΥΒΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001 -14

5.9 Προθέρμανση

- 5.9.1** Η προθέρμανση θα πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις της αντίστοιχης Ο.Ε. 2001 - 16 (που ακολουθεί) και / ή των προδιαγραφών του συμβολαίου. Η απαίτηση και το είδος της προθέρμανσης περιγράφονται στην αντίστοιχη Π.Δ.Σ./Π.Ε.Δ.Σ.
- 5.9.2** Όπου προδιαγράφεται ελάχιστη θερμοκρασία προθέρμανσης και η συγκόλληση δεν έχει περατωθεί, τότε προ της επανέναρξης της συγκόλλησης θα πρέπει να ξαναγίνει προθέρμανση. Επίσης, όπου προδιαγράφεται ενδιάμεση θερμοκρασία, αυτή θα πρέπει να επιτυγχάνεται πριν την εκτέλεση της επόμενης στρώσης συγκόλλησης.
- 5.9.3** Ο έλεγχος της θερμοκρασία προθέρμανσης ή της ενδιάμεσης θερμοκρασία θα πρέπει να γίνεται με κραγιόν ένδειξης θερμοκρασίας ή με πυρόμετρα επαφής. Ο έλεγχος της θερμοκρασίας δεν θα πρέπει να γίνεται πάνω στη ραφή συγκόλλησης, αλλά τουλάχιστον 20 mm μακριά από την άκρη της ραφής, με σκοπό τη διατήρηση της ορθής θερμοκρασίας στη ραφή πριν την έναρξη της συγκόλλησης.
- 5.9.4** Εάν η ένωση της συγκόλλησης είναι υγρή ή περιέχει επιφανειακή υγρασία, θα πρέπει να ξηραίνεται με θέρμανση πριν τη συγκόλληση.
- 5.9.5** Δεν επιτρέπεται η εκτέλεση συγκολλήσεων σε θερμοκρασία χαμηλότερη των 0° C. Γενικά, οι κοινοί χάλυβες θα πρέπει να είναι σε θερμοκρασία τουλάχιστον 10° C, εκτός αν χρησιμοποιούνται ηλεκτρόδια χαμηλής περιεκτικότητας σε υδρογόνο. Επειδή, όμως, η προθέρμανση εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, θα πρέπει πάντα να γίνεται αναφορά στις σχετικές προδιαγραφές συγκόλλησης, ιδιαίτερα αν πρόκειται να συγκολληθούν χαλύβδινα ελάσματα πάχους άνω των 25 mm ή χάλυβες με υψηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα (ισοδύναμο άνθρακα άνω του 0,43 %).

5.10 Θερμική Κατεργασία Μετά τη Συγκόλληση

- 5.10.1** Η Θ.Κ.Μ.Σ. θα πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις της αντίστοιχης Ο.Ε. 2001 - 16 (που ακολουθεί) και / ή των προδιαγραφών του συμβολαίου. Η απαίτηση και το είδος της Θ.Κ.Μ.Σ. περιγράφονται στην αντίστοιχη Π.Δ.Σ./Π.Ε.Δ.Σ.
- 5.10.2** Η διαπίστωση της διενέργειας Θ.Κ.Μ.Σ. γίνεται μέσω καταγραφής και μέτρησης της σκληρότητας στο μέταλλο συγκόλλησης, τη θερμικά επηρεαζόμενη ζώνη και το βασικό μέταλλο. Η μέγιστη επιτρεπόμενη σκληρότητα προδιαγράφεται από τον αντίστοιχο κώδικα. Η καταγραφή θα προκύπτει από κατάλληλα βαθμονομημένο καταγραφέα.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 11/17
	<u>14. ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΝΑΥΠΗΓΙΚΩΝ ΧΑΛΥΒΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001 -14

5.10.3 Η Θ.Κ.Μ.Σ. θα πρέπει να γίνεται σε έκταση τουλάχιστον ίση προς 3 t, όπου t είναι το πάχος του παχύτερου από τα συγκολληθέντα τεμάχια.

5.10.4 Οι συγκολλήσεις που πρόκειται να υποστούν Θ.Κ.Μ.Σ. θα πρέπει να ελέγχονται με μεθόδους ΜΚΕ πριν και μετά τη Θ.Κ.Μ.Σ.

5.11 Μη Καταστρεπτικός Έλεγχος

5.11.1 Ο ΜΚΕ θα πρέπει να διενεργείται σύμφωνα με τις προδιαγραφές του συμβολαίου ή σύμφωνα με την πρακτική των Ε.Σ. Οι προδιαγραφές θα πρέπει να περιλαμβάνουν τη μέθοδο ΜΚΕ, καθώς και τη συχνότητά του.

5.11.2 Οι ΜΚΕ θα πρέπει να διενεργούνται από κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό. Αρχεία καταλληλότητας του προσωπικού θα πρέπει να διατηρούνται από το Τ.Π.Ε. Ως ελάχιστη απαίτηση καταλληλότητας είναι το Επίπεδο ΙΙ κατά ASNT ή ισοδύναμο.

5.11.3 Τα αποτελέσματα των ΜΚΕ θα πρέπει να αποτυπώνονται σε κατάλληλα τυποποιημένα έντυπα. Τα αρχεία αυτά θα πρέπει να επιδεικνύονται στον πελάτη, όπου αυτό απαιτείται. Εφόσον προβλέπεται από τις προδιαγραφές του συμβολαίου, θα πρέπει να διευκολύνεται ο αντιπρόσωπος του πελάτη στην παρακολούθηση της διενέργειας των ΜΚΕ.

5.12 Απόρριψη και Επιδιόρθωση

5.12.1 Σφάλματα που δεν επιτρέπονται σύμφωνα με τις ισχύουσες προδιαγραφές θα πρέπει να αφαιρούνται και οι αντίστοιχες συγκολλήσεις να επιδιορθώνονται, σύμφωνα με κατάλληλες διαδικασίες επισκευής.

5.12.2 Οι ρωγμές, με εξαίρεση τις ρωγμές κρατήρα, θεωρούνται σημαντικά σφάλματα και θα πρέπει να αφαιρούνται ανεξάρτητα του μεγέθους των. Προκειμένου να διασφαλιστεί η πλήρης απομάκρυνση των ρωγμών, απαραίτητοι ΜΚΕ θα πρέπει να διενεργούνται σε αυτές τις περιπτώσεις πριν και μετά την επιδιόρθωση των συγκολλήσεων.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 12/17
	<u>14. ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΝΑΥΠΗΓΙΚΩΝ ΧΑΛΥΒΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001 -14

5.12.3 Οι συγκολλήσεις επιδιόρθωσης θα πρέπει να εκτελούνται από κατάλληλα εγκεκριμένους συγκολλητές. Κατά τη διακριτική ευχέρεια του Τ.Π.Ε., οι συγκολλητές που χρησιμοποιούνται σε ειδικές περιπτώσεις δύσκολων επιδιορθώσεων είναι δυνατό να υποχρεώνονται σε δοκιμασίες έγκρισης που προσομοιάζουν τις συνθήκες επιδιόρθωσης. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε περιπτώσεις που οι προδιαγραφές δεν επιτρέπουν δεύτερη επιδιόρθωση στην ίδια συγκόλληση.

5.12.4 Οι επιδιορθώσεις θα πρέπει να εκτελούνται με κατάλληλα μέσα, προκειμένου να αποφεύγεται μείωση του πάχους του γειτονικού βασικού μετάλλου. Συνήθως, η απομάκρυνση των σφαλμάτων γίνεται με τρόχισμα ή με σκάψιμο με ηλεκτρικό τόξο. Στη δεύτερη περίπτωση απαιτείται καθαρισμός της περιοχής με τρόχισμα, εκτός αν άλλως προδιαγράφεται από την Π.Δ.Σ./Π.Ε.Δ.Σ.

5.12.5 Το αρχείο της επιδιορθωμένης συγκόλλησης θα πρέπει να ανιχνεύεται μέσω του συστήματος ιχνηλασιμότητας, προκειμένου να πιστοποιείται ότι η συγκεκριμένη συγκόλληση έχει ελεγχθεί από το Τ.Π.Ε.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 13/17
	<u>14. ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΝΑΥΠΗΓΙΚΩΝ ΧΑΛΥΒΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001 -14

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

Προδιαγραφή Διαδικασίας Συγκόλλησης (Π.Δ.Σ.) Κατασκευαστή

Τόπος: Διαδικασία Συγκόλλησης Κατασκευαστή Αρ. Αναφοράς: Αρ. Π.Ε.Δ.Σ.: Κατασκευαστής: Ονοματεπώνυμο Συγκολλητή: Μέθοδος Συγκόλλησης: Τύπος Ένωσης: Λεπτομέρειες Προετοιμασίας Συγκόλλησης (σκαρίφημα):	Εξεταστής ή φορέας δοκιμών: Μέθοδος Προετοιμασίας και Καθαρισμός: Προδιαγραφές Βασικού Μετάλλου: Πάχος Υλικού (mm): Εξωτερική Διάμετρος (mm): Θέση Συγκόλλησης:
---	--

Σχέδιο Ένωσης	Ακολουθία Συγκολλήσεων

Λεπτομέρειες Συγκόλλησης:

Στρώση	Μέθοδος	Μέγεθος Προστιθέμενου Μετάλλου	Ρεύμα A	Τάση V	Τύπος Ρεύματος/ Πολικότητα	Ταχύτητα Τροφοδοσίας Σύρματος	Ταχύτητα Συγκόλλησης*	Προσδ. Θερμότητα*

Ταξινόμηση Προστιθέμενου Μετάλλου και Εμπορική Επωνυμία:

Οποιαδήποτε Ειδική Ανόπτηση ή Αποξήρανση:

Αέριο/Σκόνη: Προστασίας:

Υποστήριξης:

Ρυθμός Ροής Αερίου: Προστασίας:

Υποστήριξης:

Τύπος/Μέγεθος Ηλεκτροδίου Βολφραμίου:

Λεπτομέρειες Οπίσθιας Λείανσης/Υποστήριξης:

Θερμοκρασία Προθέρμανσης:

Ενδιάμεση Θερμοκρασία:

Θερμική Κατεργασία μετά τη συγκόλληση και /ή γήρανση:

Χρόνος, Θερμοκρασία, Μέθοδος:

Ρυθμοί Θέρμανσης και Ψύξης*:

Άλλη Πληροφόρηση*:

π.χ. ελιγμό (μέγιστο πλάτος περάσματος):

Ταλάντωση: εύρος, συχνότητα, χρ. διατήρησης:

Λεπτομέρειες παλμικής συγκόλλησης:

Απόσταση απομάκρυνσης:

Λεπτομέρειες Συγκόλλησης με πλάσμα:

Γωνία φλόγιστρου:

Κατασκευαστής

Ονοματεπώνυμο, ημερομηνία, υπογραφή

* Αν απαιτείται

Εξεταστής ή Φορέας Δοκιμών

Ονοματεπώνυμο, ημερομηνία, υπογραφή

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 14/17
	<u>14. ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΝΑΥΠΗΓΙΚΩΝ ΧΑΛΥΒΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001 -14

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2
Πρακτικό Έγκρισης Διαδικασίας Συγκόλλησης (Π.Ε.Δ.Σ.)
Έγκριση διαδικασίας συγκόλλησης – Πιστοποιητικό δοκιμής

Διαδικασία Συγκόλλησης Κατασκευαστή
 Αρ. Αναφοράς:

Εξεταστής ή Φορέας Δοκιμών
 Αρ. Αναφοράς:

Κατασκευαστής:

Διεύθυνση:

Κωδικός/Πρότυπο Δοκιμασίας:

Ημερομηνία Συγκόλλησης:

Έκταση Έγκρισης

Μέθοδος Συγκόλλησης:

Τύπος Ένωσης:

Βασικό(ά) μέταλλο(α):

Συνθήκες βαφής:

Πάχος Μετάλλου (mm):

Εξωτερική Διάμετρος (mm):

Τύπος Προστιθέμενου Μετάλλου:

Αέριο Προστασίας/Σκόνη:

Τύπος Ρεύματος Συγκόλλησης:

Θέσεις Συγκόλλησης:

Προθέρμανση:

Θερμική Κατεργασία μετά τη Συγκόλληση ή/και Γήρανση:

Άλλη Πληροφόρηση:

Πιστοποιείται ότι οι συγκολλήσεις δοκιμής προετοιμάστηκαν, συγκολλήθηκαν και δοκιμάστηκαν ικανοποιητικά, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του κώδικα/πρωτύπου δοκιμασίας, που υποδηλώνεται παραπάνω.

Τόπος
 Δοκιμών

Ημερομηνία Έκδοσης

Εξεταστής ή Φορέας

Ονοματεπώνυμο, ημερομηνία και υπογραφή
 Συνεχίζεται....

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 15/17
	<u>14. ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΝΑΥΠΗΓΙΚΩΝ ΧΑΛΥΒΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001 -14

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 (συνεχίζεται)

Λεπτομέρειες δοκιμής συγκόλλησης

Τόπος: Εξεταστής ή φορέας δοκιμών:
 Διαδικασία Συγκόλλησης Κατασκευαστή
 Αρ. Αναφοράς: Μέθοδος Προετοιμασίας και Καθαρισμός:
 Αρ. Π.Ε.Δ.Σ.: Προδιαγραφές Βασικού Μετάλλου:
 Κατασκευαστής:
 Ονοματεπώνυμο Συγκολλητή:
 Μέθοδος Συγκόλλησης: Πάχος Υλικού (mm):
 Τύπος Ένωσης: Εξωτερική Διάμετρος (mm):
 Λεπτομέρειες Προετοιμασίας Έθεση Συγκόλλησης:
 Συγκόλλησης (σκαρίφημα):

Σχέδιο Ένωσης	Ακολουθία Συγκολλήσεων

Λεπτομέρειες Συγκόλλησης:

Στρώση	Μέθοδος	Μέγεθος Προστιθέμενου Μετάλλου	Ρεύμα A	Τάση V	Τύπος Ρεύματος/ Πολικότητα	Ταχύτητα Τροφοδοσίας Σύρματος	Ταχύτητα Συγκόλλησης*	Προσδ. Θερμότητα

Ταξινόμηση Προστιθέμενου Μετάλλου

και Εμπορική Επωνυμία:

Οποιαδήποτε Ειδική Ανόπτηση ή Αποξήρανση:

Αέριο/Σκόνη:

Προστασίας:

Υποστήριξης:

Ρυθμός Ροής Αερίου:

Προστασίας:

Υποστήριξης:

Τύπος/Μέγεθος Ηλεκτροδίου Βολφραμίου:

Λεπτομέρειες Οπίσθιας Λείανσης/Υποστήριξης:

Θερμοκρασία Προθέρμανσης:

Ενδιάμεση Θερμοκρασία:

Θερμική Κατεργασία μετά τη συγκόλληση και /ή γήρανση:

Χρόνος, Θερμοκρασία, Μέθοδος:

Ρυθμοί Θέρμανσης και Ψύξης*:

Άλλη Πληροφόρηση*:

π.χ. ελιγμό (μέγιστο πλάτος περάσματος):

Ταλάντωση: εύρος, συχνότητα, χρ. διατήρησης:

Λεπτομέρειες παλμικής συγκόλλησης:

Απόσταση απομάκρυνσης:

Λεπτομέρειες Συγκόλλησης με πλάσμα:

Γωνία φλόγιστρου:

Κατασκευαστής

Ονοματεπώνυμο, ημερομηνία, υπογραφή

* Αν απαιτείται

Εξεταστής ή Φορέας Δοκιμών

Ονοματεπώνυμο, ημερομηνία, υπογραφή

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 16/17
	<u>14. ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΝΑΥΠΗΓΙΚΩΝ ΧΑΛΥΒΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001 -14

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 (συνεχίζεται)

Αποτελέσματα δοκιμής

Διαδικασία Συγκόλλησης Κατασκευαστή
 Αρ. Αναφοράς:

Εξεταστής ή φορέας δοκιμών:
 Αρ. Αναφοράς:

Οπτική Εξέταση:
 Διεισδυτικά Υγρά/Magnaflux*:

Ραδιογραφία*:
 Εξέταση με Υπερήχους*:

Δοκιμές Εφελκυσμού

Θερμοκρασία:

Τύπος/Αριθ.	Re N/mm ²	Rm N/mm ²	A % σε	Z %	Θέση Θραύσης	Παρατηρήσεις
Απαίτηση						

Δοκιμές Κάμψης

Διάμετρος Διαμορφωτή:

Τύπος/Αριθ.	Γωνία Κάμψης	Επιμήκυνση*	Αποτέλεσμα

Μακροσκοπική εξέταση:
 Μικροσκοπική εξέταση:

Δοκιμή Κρούσης*

Τύπος:

Μέγεθος:

Απαίτηση:

Θέση/Διεύθυνση Εγκοπής	Θερμ. °C	Τιμές			Μέση Τιμή	Παρατηρήσεις
		1	2	3		

Δοκιμές Σκληρότητας*

Τύπος/φόρτιση

Σημείο Μετρήσεων (σκαρίφημα*)

Βασικό μέταλλο:

Θ.Ε.Ζ.:

Μέταλλο Συγκόλλησης:

Άλλες Δοκιμές:

Παρατηρήσεις:

Οι δοκιμές διεξήχθησαν σύμφωνα με τις απαιτήσεις του:

Εξεταστής ή Φορέας Δοκιμών

Αριθμός Αναφοράς Έκθεσης Εργαστηρίου:

Τα αποτελέσματα δοκιμών είναι αποδεκτά/μη αποδεκτά (διαγράφεται καταλλήλως)

Οι δοκιμές διεξήχθησαν κατά την παρουσία του:

Ονοματεπώνυμο, ημερομηνία και υπογραφή

* Αν απαιτείται

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 17/17
	<u>14. ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΝΑΥΠΗΓΙΚΩΝ ΧΑΛΥΒΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001 -14

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3
Πιστοποιητικό Έγκρισης Δοκιμής Συγκολλητή (Π.Ε.Δ.Σ.)

Χαρακτηρισμός.....

Προδιαγραφή διαδικασίας συγκόλλησης κατασκευαστή

Εξεταστής ή φορέας δοκιμών:

Αριθμός Αναφοράς (αν είναι εφαρμόσιμο):

Αριθμός Αναφοράς:

Όνοματεπώνυμο Συγκολλητή:

Διαπίστευση:

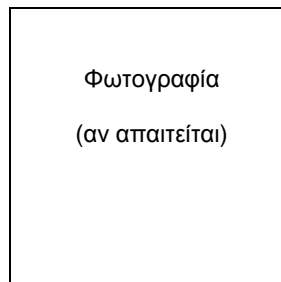
Μέθοδος Διαπίστευσης:

Ημερομηνία και τόπος γέννησης:

Εντολέας:

Κώδικας/Πρότυπο δοκιμασίας:

Επαγγελματική γνώση: Αποδεκτή/Μη δοκιμασμένη
 (Διαγράφεται όπως απαιτείται)



	Λεπτομέρειες δοκιμής Συγκόλλησης	Πεδίο εφαρμογής
Μέθοδος συγκόλλησης Έλασμα ή σωλήνας Τύπος ένωσης Ομάδα(ες) βασικού μετάλλου Τύπος προστιθέμενου μετάλλου/Χαρακτηρισμός Αέρια προστασίας Βοηθήματα Πάχος δοκιμίου (mm) Εξωτερική διάμετρος σωλήνα (mm) Θέση συγκόλλησης Λείανση/υποστήριξη		

Πρόσθετη πληροφόρηση είναι διαθέσιμη στο συνημμένο φύλλο ή/και στην προδιαγραφή διαδικασίας συγκόλλησης με αρ.:

Τύπος δοκιμής	Εκτέλεση και αποδοχή	Δεν απαιτείται
Οπτική Ραδιογραφία Μαγν. Σωματιδίων/ Διεισδυτικών υγρών Μακροσκοπική Θραύση Κάμψη Πρόσθετες δοκιμές*		

Όνοματεπώνυμο, ημερομηνία και υπογραφή
 εξεταστή ή φορέα δοκιμών

Ημερομηνία έκδοσης:
 Τόπος:

Ισχύς της έγκρισης μέχρι:

Παράταση της έγκρισης από τον εντολέα/
 συντονιστή για τους επόμενους 6 μήνες

* Αν απαιτείται επισυνάψατε χωριστό φύλλο
 Παράταση της έγκρισης από εξεταστή ή φορέα δοκιμών
 για τα επόμενα 2 έτη

Ημερομηνία	Υπογραφή	Θέση ή τίτλος

Ημερομηνία	Υπογραφή	Θέση ή τίτλος

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 1/10
	<u>15. ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΜΕ ΤΗ</u> <u>ΜΕΘΟΔΟ MIG / MAG</u>	Ο.Ε. 2001-15

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1 ΣΚΟΠΟΣ**
- 2 ΟΡΙΣΜΟΙ**
 - 2.1 Προσωπικό συγκολλήσεων
 - 2.2 Μέθοδος συγκολλήσεως MIG
 - 2.3 Μέθοδος συγκολλήσεως MAG
 - 2.4 Εναποτιθέμενο πρόσθετο υλικό
 - 2.5 Βραχυκυκλωμένο τόξο (MAGk)
 - 2.6 Παλμικό τόξο (MIGp / MAGp)
- 3 ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ**
- 4 ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ**
- 5 ΜΕΘΟΔΟΣ**
 - 5.1 Αρμοδιότητες
 - 5.2 Αρχή λειτουργίας
 - 5.3 Μηχανές συγκολλήσεως
 - 5.4 Τρόπος εναποθέσεως πρόσθετου υλικού
 - 5.4.1 Δια ψεκασμού (MIGS / MAGS)
 - 5.4.2 Σφαιροειδής (MAG I)
 - 5.4.3 Με βραχυκυκλωμένο τόξο (MAG)
 - 5.4.4 Με παλμορεύματα (MIGp / MAGp)
 - 5.5 Εκλογή των καταλλήλων αερίων προστασίας
 - 5.5.1 Αδρανή αέρια
 - 5.5.2 Ενεργά αέρια
 - 5.6 Εφαρμογή της οδηγίας

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 2/10
	<u>15. ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ MIG / MAG</u>	Ο.Ε. 2001-15

1. ΣΚΟΠΟΣ

Η παρούσα γενική οδηγία εργασίας καθορίζει τον τρόπο εκτέλεσης των συγκολλήσεων με τη μέθοδο MIG / MAG και ορίζει τις υπευθυνότητες των εμπλεκόμενων ατόμων.

2. ΟΡΙΣΜΟΙ

2.1 Προσωπικό συγκολλήσεων

Ως προσωπικό συγκολλήσεων ορίζονται οι κάτωθι :

- Οι ειδικοί συγκολλήσεων (Μηχανικοί συγκολλήσεων).
- Οι εργοδηγοί, υπεργοδηγοί και οι τεχνίτες συγκολλήσεων.
- Οι υπεργολάβοι συγκολλήσεων εάν υπάρχουν.

2.2 Μέθοδος MIG

Κατά τη μέθοδο αυτή χρησιμοποιούνται αδρανή αέρια όπως Αργόν (Ar) ή Ήλιον (He). Τα αέρια αυτά προστατεύουν το τόξο από την ατμόσφαιρα χωρίς να συμμετέχουν σε καμία χημική αντίδραση κατά την συγκόλληση. Χρησιμοποιούνται δε τόσο μεμονωμένα, όσο και σαν μείγμα σε ποσοστιαία αναλογία.

2.3 Μέθοδος MAG

Κατά τη μέθοδο αυτή χρησιμοποιούνται ενεργά καθαρά αέρια ή μείγματα αυτών όπως CO₂, Ar + CO₂ ή Ar + CO₂ + O₂.

Τα αέρια αυτά προστατεύουν το τόξο από την ατμόσφαιρα και ένα μέρος του αερίου συμμετέχει στις χημικές αντιδράσεις κατά την διάρκεια της συγκολλήσεως.

2.4 Εναποτιθέμενο πρόσθετο υλικό

Είναι το είδος και γενικότερα η μορφή της σταγόνας του προς εναπόθεση πρόσθετου υλικού που εξαρτάται άμεσα από τη φύση του προστατευτικού αερίου και από τις παραμέτρους συγκολλήσεως.

2.5 Βραχυκυκλωμένο τόξο (MAG k)

Το τόξο λειτουργεί ως εξής : με το που δημιουργείται η σταγόνα μέσα στο τόξο, εφάπτεται σχεδόν αμέσως με το λιωμένο υλικό του βασικού μετάλλου, λόγω μικρού μήκους και γεφυρώνει το ηλεκτρόδιο με το βασικό μέταλλο πριν αποκοπεί. Με το γεφύρωμα γίνεται βραχυκύκλωμα, το τόξο σβήνει και ταυτόχρονα έχουμε πτώση τάσεως και αύξηση της εντάσεως. Οι ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις με τη

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 3/10
	<u>15. ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ MIG / MAG</u>	Ο.Ε. 2001-15

βοήθεια των επιφανειακών τάσεων προκαλούν την αποκοπή της σταγόνας οπότε το τόξο επαναλειτουργεί. Η παραπάνω διαδικασία επαναλαμβάνεται συνεχώς καθ' όλη τη διάρκεια της συγκολλήσεως.

2.6 Παλμικό τόξο (MIGP / MAGp)

Το ρεύμα της συγκολλήσεως αποτελείται από το βασικό και το παλμικό. Το βασικό ρεύμα είναι σταθερό και χαμηλής εντάσεως και διατηρείται συνεχώς μεταξύ ηλεκτροδίου και βασικού μετάλλου. Ανάλογα με τη ρυθμιζόμενη συχνότητα προστίθεται επί του βασικού ρεύματος ένα δεύτερο ρεύμα του οποίου η παροχή γίνεται σε παλμούς, η δε έντασή του φθάνει σε υψηλά επίπεδα και με τη βοήθεια ισχυρής αξονικής δυνάμεως γίνεται η αποκόλληση της σταγόνας. Εάν η συγκόλληση γίνεται με υψηλή συχνότητα τότε η εναπόθεση του υλικού γίνεται υπό μορφή ψεκασμού.

3. ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ

E.Σ.	: Εργαστήριο Συγκολλήσεων
DIN	: Deutsche Industrie Normen
MIG	: Metall Inert Gas
MAG	: Metall Aktiv Gas
MAGC	: Μέθοδος συγκολλήσεως MAG με αέριο προστασίας καθαρό CO ₂
MAGM	: Μέθοδος συγκολλήσεως MAG με αέριο προστασίας μείγμα
MIGS / MAGS	: Μέθοδος συγκολλήσεως MIG / MAG με εναπόθεση προσθέτου υλικού υπό μορφή ψεκασμού
MAG I	: Μέθοδος συγκολλήσεως MAG με εναπόθεση πρόσθετου υλικού σφαιροειδώς
MAG k	: Μέθοδος συγκολλήσεως MAG με εναπόθεση πρόσθετου υλικού με βραχυκυκλωμένο τόξο
MIGp / MAGp	: Μέθοδος συγκολλήσεως MIG / MAG με εναπόθεση πρόσθετου υλικού με παλμικό τόξο
O.E.	: Οδηγία Εργασίας

4. ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ

Π.Δ 70/90 (ΦΕΚ 31/Α/14-3-90) : Υγιεινή και Ασφάλεια των Εργαζομένων σε Ναυπηγικές Εργασίες.

DIN 1910 /4 : Schweißen, Schutzgasschweißen Verfahren
Συγκολλήσεις, Τρόπος συγκολλήσεως με αέριο προστασίας.

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 4/10
	<u>15. ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ MIG / MAG</u>	Ο.Ε. 2001-15

DIN 32526 : Schutzgase zum Schweißen
Αέρια προστασίας δια συγκολλήσεως.

DIN 8559/1 : Schweisszusätze für das Schutzgasschweißen. Drahtelektroden
Schweissdrähte und Massivstäbe für das Schutzgasschweißen von
unlegierten und legierten Stähle.
Εναποτιθέμενο πρόσθετο υλικό συγκολλήσεως με αέριο προστασίας.
Ηλεκτρόδια σύρματα δια κανονικούς χάλυβες και κράματα αυτών.

DIN 17100 : Allgemeine Baustähle.
Κοινοί χάλυβες.

5. ΜΕΘΟΔΟΣ

5.1 Αρμοδιότητες

Η παρούσα οδηγία εφαρμόζεται από όλα τα τμήματα και υπηρεσίες των Ε.Σ. που εμπλέκονται στον τομέα των νέων κατασκευών, επισκευών, και βιομηχανικών έργων, όπου εφαρμόζεται η μέθοδος συγκολλήσεως MIG / MAG.

5.2 Αρχή λειτουργίας

Το τόξο λειτουργεί μεταξύ του βασικού μετάλλου και του ηλεκτροδίου (σύρμα) το οποίο είναι ταυτόχρονα και ο μεταφορέας πρόσθετου υλικού. Το προστατευτικό αέριο μπορεί να είναι αδρανές (MIG) ή ενεργό (MAG). Στο **Σχήμα 1**, στην επόμενη σελίδα, φαίνεται ο μηχανισμός λειτουργίας της μεθόδου όπου το σύρμα είναι ένα συνεχές ηλεκτρόδιο, το οποίο είναι τυλιγμένο σε μπομπίνα και προωθείται μέσω των προωθητικών ραούλων προς το ηλεκτροληπτικό ακροφύσιο και εν συνεχεία προς το τόξο.

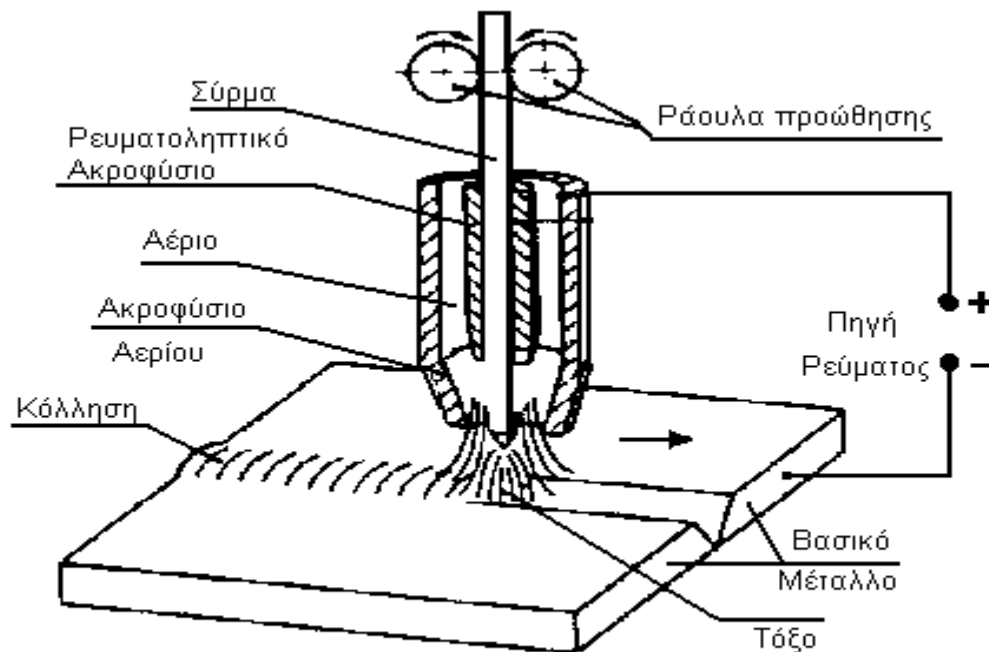
Το σύρμα συνδέεται πάντα με τον θετικό πόλο της μηχανής, το δε βασικό μέταλλο με τον αρνητικό.

Το αέριο προστασίας διέρχεται από τον χώρο μεταξύ των δυο ακροφυσίων, εκρέει κεντρικά γύρω από το σύρμα καλύπτοντας τόσο το υλικό εναποθέσεως, όσο και το λιωμένο υλικό (μπάνιο) του βασικού μετάλλου.

Παρά τη μικρή διάμετρο του σύρματος η μέθοδος λειτουργεί με υψηλή ένταση ρεύματος ($I > 100/\text{mm}^2$) και χαμηλή τάση ($U = 20-30 \text{ V}$).

Μια σχηματική αναπαράσταση της μεθόδου βλέπουμε στο **Σχήμα 1** που ακολουθεί :

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 5/10
	<u>15. ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ MIG / MAG</u>	Ο.Ε. 2001-15



ΣΧΗΜΑ 1 : Σχηματική παράσταση Μεθόδου MIG / MAG

5.3 Μηχανές συγκολλήσεως

Οι μηχανές συγκολλήσεως χρησιμοποιούν συνεχές ρεύμα ή παλμορεύματα με μετασχηματιστές και σύστημα διορθώσεως, δηλαδή μετατροπείς του εναλλασσόμενου ρεύματος σε συνεχές και λειτουργούν σχεδόν με σταθερή τάση. Οι μηχανές διαθέτουν σύστημα ακριβείας σε ότι αφορά τις ρυθμίσεις, έτσι ώστε να υπάρχει πλήρης έλεγχος των παραμέτρων και κυρίως σε φάσεις βραχυκυκλώματος του τόξου όπου η ένταση του ρεύματος λαμβάνει στιγμιαία μέγιστες τιμές και προκαλεί ανωμαλία στην λειτουργία του τόξου.

Προς αποφυγήν του προβλήματος αλλά και κυρίως, όταν κολλάμε με βραχυκυκλωμένο τόξο, η μηχανή είναι ειδικά εξοπλισμένη με σύστημα το οποίο επιβραδύνει τον χρόνο αυξήσεως του ρεύματος με αποτέλεσμα το τόξο να λειτουργεί ήρεμα και με πολύ λιγότερα πιτσιλίσματα.

Πριν από την συγκόλληση ο συγκολλητής θα πρέπει να ελέγξει τις παραμέτρους συγκολλήσεως :

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 6/10
	<u>15. ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ MIG / MAG</u>	Ο.Ε. 2001-15

- Ταχύτητα αερίου 18-20 l/min, εάν απαιτείται
- Ρεύμα
- Τάση
- Ταχύτητα τροφοδοσίας του σύρματος

Οι μηχανές αυτές έχουν δύο δυνατότητες ρυθμίσεως :

α) Την χαρακτηριστική ευθεία της μηχανής U/I

β) Την ταχύτητα του σύρματος στη συσκευή προωθήσεως . Εάν π.χ. ρυθμίσουμε τις παραμέτρους έτσι, ώστε να αντιπροσωπεύουν μία μεσαία χαρακτηριστική της μηχανής, τότε το κανονικό μήκος του τόξου κυμαίνεται 3-5 mm. **Εάν τώρα αυξήσουμε την ταχύτητα του σύρματος το μήκος του τόξου μικραίνει**, άρα μικραίνει και η αντίσταση του τόξου. Ελαττωμένης της αντιστάσεως του τόξου με σχεδόν σταθερή τάση αυξάνεται η ένταση (I) του ρεύματος (νόμος του Ohm) με αποτέλεσμα να έχουμε βραχυκυκλώματα, πιτσιλίσματα και τυχόν σφάλματα στη συγκόλληση. Η αύξηση της εντάσεως έχει επίσης ως αποτέλεσμα την αύξηση της ισχύος εναποθέσεως που σημαίνει υπερβολική κατανάλωση σύρματος και για να γίνει επαναφορά του τόξου στην κανονική λειτουργία θα πρέπει **να αυξήσουμε** την άλλη χαρακτηριστική της μηχανής, δηλαδή **την τάση του ρεύματος (U)**. Εάν τώρα αντιθέτως μειώσουμε την ταχύτητα του σύρματος, θα πρέπει να μειώσουμε και την τάση του ρεύματος (U).

5.4 Τρόπος εναποθέσεως προσθέτου υλικού

Ως γνωστόν (παρ. 2) η μορφή της σταγόνας του προς εναπόθεση πρόσθετου υλικού, εξαρτάται άμεσα από την φύση του προστατευτικού αερίου και από τις παραμέτρους συγκολλήσεως. Υπάρχουν οι ακόλουθοι τρόποι εναποθέσεως :

5.4.1 Δια ψεκασμού (MIGS / MAGS) : Οι σταγόνες είναι πολύ μικρές, ελεύθερες από βραχυκυκλώματα, και η τροφοδοσία γίνεται με μεγάλη συχνότητα. Το τόξο λειτουργεί συνήθως στην μεγίστη περιοχή ισχύος του, λόγω δε υψηλής εντάσεως το πρόσθετο υλικό (σύρμα) και το βασικό υλικό (μπάνιο) αποκτούν μεγάλη ρευστότητα με αποτέλεσμα ο τρόπος αυτός εναποθέσεως να είναι κατάλληλος μόνον για επίπεδη και οριζόντια θέση συγκολλήσεως.

Εφαρμόζεται : Σε χοντρά ελάσματα κυρίως για ενδιάμεσα πάσα (γεμίσματα) και επικαλύψεις, με αέριο προστασίας Ar + 5% CO₂.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 7/10
	<u>15. ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ MIG / MAG</u>	Ο.Ε. 2001-15

5.4.2 Σφαιροειδής (MAG I) : Το μέγεθος της σταγόνας γίνεται τόσο, που πολλές φορές πριν την τελική αποκόλληση λόγω του μεγέθους και των

ταλαντεύσεων, που εκτελεί, γεφυρώνει την απόσταση μεταξύ μάνιου και σύρματος με αποτέλεσμα να γίνεται βραχυκύκλωμα, που σημαίνει στιγμιαίο σβήσιμο και άναμμα του τόξου με τα σχετικά πιτσιλίσματα, άρα το τόξο δεν είναι τελείως ελεύθερο από βραχυκυκλώματα.

Η αποκοπή της σταγόνας γίνεται δια της βαρύτητας λόγω μεγέθους και ο τρόπος μεταφοράς οφείλεται κυρίως στο αέριο CO₂ και στην υψηλή πυκνότητα ρεύματος.

Το τόξο λειτουργεί επίσης στην μεγίστη περιοχή της ισχύος του και περιορίζεται μόνον σε επίπεδη και οριζόντια θέση συγκόλλησης.

Εφαρμόζεται : Σε χοντρά ελάσματα, με αέρια προστασίας CO₂ ή μείγμα Ar + CO₂.

5.4.3 Με βραχυκυκλωμένο τόξο (MAG k) : Ο τρόπος αυτός εναποθέσεως πρόσθετου υλικού επιτυγχάνεται, όταν το μήκος του τόξου είναι σχετικά μικρό και οι παράμετροι (U), (I) στο κατώτατο όριο, δηλαδή το τόξο λειτουργεί στην ελαχίστη περιοχή ισχύος.

Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η μεγέθυνση της σταγόνας ακόμη και αν συγκολλούμε με CO₂.

Το τόξο λειτουργεί, με το που δημιουργείται η σταγόνα μέσα στο τόξο, εφάπτεται αμέσως με το λιωμένο υλικό του βασικού μετάλλου λόγω μικρού μήκους και γεφυρώνει το ηλεκτρόδιο με το βασικό μέταλλο, πριν αποκοπεί. Με το γεφύρωμα γίνεται βραχυκύκλωμα το τόξο σβήνει, ταυτόχρονα δε έχουμε πτώση τάσεως και αύξηση της εντάσεως, οι ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις με την βοήθεια των επιφανειακών τάσεων του μάνιου προκαλούν την αποκοπή της σταγόνας οπότε το τόξο επαναλειτουργεί.

Εφαρμόζεται : Για τη συγκόλληση λεπτών ελασμάτων, πρώτο πάσο (ρίζα) και σε όλες τις θέσεις με αέριο προστασίας CO₂ ή μείγμα.

5.4.4 Με παλμορεύματα (παλμικό τόξο) MIGP / MAGP : Ο τρόπος αυτός εναποθέσεως είναι τεχνητός και λειτουργεί σχετικά με χαμηλή ένταση και θερμική ενέργεια χωρίς να βραχυκυκλώνει το τόξο. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε σύρμα μεγαλύτερης διαμέτρου και η συχνότητα των παλμών κυμαίνεται μεταξύ 25 και 100 Hz. Έτσι με την αύξηση της συχνότητας των παλμών αυξάνεται και η ισχύς του τόξου. Σε συχνότητα 100 Hz εμφανίζεται περίπου το φαινόμενο εναποθέσεως με ψεκασμό.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 8/10
	<u>15. ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ MIG / MAG</u>	Ο.Ε. 2001-15

Εφαρμόζεται : Σε όλες τις περιπτώσεις και σε περιοχές όπου με άλλο τρόπο η συγκόλληση είναι σχεδόν αδύνατη π.χ. σε υλικά Cu, Ni, κ.τ.λ. και πάχη από 3 έως 1,5 mm.

Ως αέρια προστασίας χρησιμοποιούνται μείγματα :

- Ar + O₂ (O₂ = 1 - 5 %).
- Ar + CO₂ (CO₂ < 18 %).

5.5 Εκλογή των κατάλληλων αερίων προστασίας

5.5.1 Αδρανή αέρια Αργόν (Ar), Ήλιον (He) : Τα αέρια αυτά προστατεύουν το τόξο από την ατμόσφαιρα χωρίς να συμμετέχουν σε καμία χημική αντίδραση. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε μη σιδηρούχα υλικά, δηλαδή σε αυτά που κατά την συγκόλληση τείνουν να οξειδωθούν όπως π.χ. Al, Mg, Cu, Ni, Ti και τα κράματά τους.

Η καθαρότητα των αερίων για τα αναφερόμενα υλικά επιβάλλεται να είναι > 97 %.

Το Ήλιον (He) δημιουργεί πολύ πιο λαμπερό και θερμό τόξο, προκαλεί μεγάλη διείδυση σε βάθος και πλάτος, έχει όμως υψηλό κόστος. Κατά την συγκόλληση των ανοξειδωτων χαλύβων χρησιμοποιούμε καθαρό Αργόν (Ar), σε ορισμένες περιπτώσεις όμως ανοξειδωτων χαλύβων μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μείγμα Ar + O₂ που δεν πρέπει να υπερβαίνει το 3 %.

5.5.2 Ενεργά αέρια Ar + CO₂, CO₂ : Τα ενεργά αέρια που αποτελούνται από μείγμα Αργού και διοξειδίου του άνθρακα ή καθαρό διοξείδιο, ως γνωστόν (παρ. 2), συμμετέχουν στη συγκόλληση διότι σε υψηλή θερμοκρασία ένα μέρος του CO₂ διασπάται σε CO + O.

Αν τα μόρια των αερίων CO και O καταλήξουν σε ψυχρότερα στρώματα του τόξου δηλαδή προς το βασικό μέταλλο, είναι δυνατόν να γίνει επανασύνδεση με αποτέλεσμα να ελευθερωθεί θερμότητα η οποία επιδρά άμεσα επί του βασικού μετάλλου, δηλαδή το μπάνιο γίνεται θερμότερο.

Εάν τώρα συγκρίνουμε τα δύο τόξα αργού και διοξειδίου του άνθρακα θα δούμε ότι η συμπύκνωση ενέργειας στο τόξο του CO₂ είναι πολύ μεγαλύτερη από εκείνη του Αργού (Ar), άρα το τόξο του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) έχει μεγαλύτερη ενέργεια, άρα μεγαλύτερη διείδυση, θερμική παροχή, παραγωγικότητα κ.τ.λ. Επίσης σε υψηλά κραματωμένους χάλυβες δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αέριο με CO₂, διότι υπάρχει κίνδυνος ενανθράκωσης στη συγκόλληση.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 9/10
	<u>15. ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ MIG / MAG</u>	Ο.Ε. 2001-15

Η κατανάλωση αερίου ανάλογα και με το περιβάλλον εργασίας κυμαίνεται 10 - 12 φορές την διάμετρο του σύρματος (ιδανικές συνθήκες) δηλαδή εάν συγκολλούμε με σύρμα 1,2 mm η παροχή στο ακροφύσιο είναι 12 - 14 l /min.

Στον **Πίνακα 1**, που ακολουθεί, φαίνονται οι τρόποι εναποθέσεως, οι θέσεις, η ένταση (A) και η τάση (V) του ρεύματος καθώς επίσης και η διάμετρος του σύρματος.

Φ Σύρμα mm	Εναπόθεση δια Ψεκασμού και Σφαιροειδής		Μεταβατική εναπόθεση		Εναπόθεση δια βραχυκυκλώματος	
	A	V	A	N	A	V
0,8	140-180	23-28	110-150	18-22	50-130	14-18
1,0	180-250	24-30	130-200	18-24	70-160	16-19
1,2	220-320	25-32	170-250	19-26	120-200	17-20
1,6	260-390	26-34	200-300	22-28	150-200	18-21
	<u>Χρησιμοποιούνται:</u> για μέτρια και χοντρά ελάσματα για πάσα γεμίσματος με επικάλυψη <u>Θέσεις :</u> Επίπεδη Οριζόντια		<u>Χρησιμοποιείται :</u> για μέτρια πάχη ελασμάτων <u>Θέσεις :</u> επίπεδη- οριζόντια και τυχόν κατεβατό		<u>Χρησιμοποιείται :</u> για ψιλά ελάσματα σε όλες τις θέσεις για μέτρια και χοντρά ελάσματα σε δυσμενείς θέσεις πρώτο πάσο (ρίζα) σε ελάσματα και σωλήνες	

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 10/10
	<u>15. ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΜΕ ΤΗ</u> <u>ΜΕΘΟΔΟ MIG / MAG</u>	Ο.Ε. 2001-15

5.6 Εφαρμογή της οδηγίας

Η γενική αυτή οδηγία εφαρμόζεται από το προσωπικό συγκολλήσεων του Ε.Σ. ως ακολούθως :

- Η μέθοδος MAG χρησιμοποιείται σε ελαφρώς μη κραματωμένους χάλυβες, όπως σε κοινούς χάλυβες κατά DIN 17100, σε χάλυβες αντοχής έναντι χαμηλής ή υψηλής θερμοκρασίας, σε χάλυβες με ψιλόκκοκη δομή κ.τ.λ. Το ανώτατο όριο περιεκτικότητας σε άνθρακα (C) των προς συγκόλληση χαλύβων ορίζεται σε 0,22 %.

Ως ελάχιστα πάχη ορίζονται τα ακόλουθα, για :

- Μη κραματωμένους χάλυβες 0,7 mm
- Ανοξείδωτους 1 mm
- Αλουμίνιο 3 mm
- Νικέλιο και κράματα αυτού 3mm
- Χαλκό 5mm

Ως ανώτερο πάχος ορίζεται αυτό των 50 mm.

- Η μέθοδος MIG χρησιμοποιείται για συγκόλληση μη σιδηρούχων υλικών π.χ. Al, AlMg, AlSi, Cu, CuNi, AlMn. Επίσης νικέλιο και κράματα αυτού όπως NiCr (inconel), NiCr (Monel), NiCrMo (Hasterlog). Η μέθοδος MIGM χρησιμοποιείται και για τη συγκόλληση ανοξείδωτων και πυρίμαχων χαλύβων με μείγμα αερίου Ar+CO₂.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 1/7
	<u>16. ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗ ΜΗ ΚΑΙ ΕΛΑΦΡΩΣ</u> <u>ΚΡΑΜΑΤΩΜΕΝΩΝ ΧΑΛΥΒΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001- 16

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1 ΣΚΟΠΟΣ**
- 2 ΟΡΙΣΜΟΙ**
 - 2.1 Τεχνικό προσωπικό
 - 2.2 Προθέρμανση
 - 2.3 Εναποτιθέμενο υλικό
 - 2.4 Μικτοκρύσταλλος
 - 2.5 Μαρτενσίτης
 - 2.6 Θερμοκρασία προθερμάνσεως (Preheat Temperature)
 - 2.7 Διαγράμματα Χρόνου - Θερμοκρασίας - Μετασχηματισμού (ZTU - Diagram ή TTT - Diagram)
 - 2.8 Ωστενίτης
 - 2.9 Φερριτίτης
 - 2.10 Περλίτης
 - 2.11 Ενδιάμεση Θερμοκρασία (Interpass Temperature)
- 3 ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ**
- 4 ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ**
- 5 ΜΕΘΟΔΟΣ**
 - 5.1 Αρμοδιότητες
 - 5.2 Διαδικασία
 - 5.2.1 Γενικά
 - 5.2.2 Προθέρμανση χαλύβων για συγκόλληση

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 2/7
	<u>16. ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗ ΜΗ ΚΑΙ ΕΛΑΦΡΩΣ</u> <u>ΚΡΑΜΑΤΩΜΕΝΩΝ ΧΑΛΥΒΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001- 16

1. ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της Οδηγίας αυτής είναι να δώσει βασικές πληροφορίες και κατευθύνσεις στο τεχνικό προσωπικό των ηλεκτροσυγκολλητών και των ελασματοουργών για τις αναγκαίες προθερμάνσεις των χαλύβων πριν την φλογοκοπή και κατά την ηλεκτροσυγκόλλησή τους.

2. ΟΡΙΣΜΟΙ

2.1 Τεχνικό προσωπικό

Ως τεχνικό προσωπικό κάθε ειδικότητας ορίζεται όλη η ιεραρχία του προσωπικού από τον τεχνίτη έως και τον τμηματάρχη.

2.2 Προθέρμανση

Η προθέρμανση είναι η θερμική κατεργασία του χάλυβα με σκοπό τη μείωση δημιουργίας των ρωγμών είτε επί του βασικού και του εναποτιθέμενου μετάλλου κατά την συγκόλληση, είτε επί των ακμών του μετάλλου κατά την φλογοκοπή. Βελτιώνει επίσης την συγκολλησιμότητα του χάλυβα επιβραδύνοντας την ψύξη του. Μειώνει τις τάσεις συρρικνώσεως και προλαμβάνει έτσι την αύξηση της σκληρότητας με την αποφυγή δημιουργίας Μαρτενσίτη, που είναι ευαίσθητος σε ρωγμές. Ελαττώνει την παγίδευση του Υδρογόνου στη συγκόλληση, η οποία με την ταυτόχρονη παρουσία σκληρών μικτοκρυστάλλων δημιουργεί συχνά τα γνωστά ρήγματα λόγω υδρογόνου.

Σκληρυμένοι κατά την συγκόλληση χάλυβες ή αντίστοιχοι με θερμική κατεργασία είναι δυνατόν κατά την προθέρμανση να βλαφθούν ανεπανόρθωτα εκτός των επιτρεπτών ορίων.

2.3 Εναποτιθέμενο υλικό

Είναι το είδος και γενικότερα η μορφή της σταγόνας του προς εναπόθεση πρόσθετου υλικού του ηλεκτροδίου.

2.4 Μικτοκρύσταλλος

Είναι ο κρύσταλλος εκείνος ο οποίος αποτελείται από περισσότερα του ενός και διαφορετικά άτομα π.χ. χρυσός και χαλκός.

ΣΥΝΤΑΞΗ Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	ΕΓΚΡΙΣΗ Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	ΕΚΔΟΣΗ 1	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ 0	ΗΜ/ΝΙΑ
---------------------------------	---------------------------------	--------------------	------------------------	---------------

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 3/7
	16. ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗ ΜΗ ΚΑΙ ΕΛΑΦΡΩΣ ΚΡΑΜΑΤΩΜΕΝΩΝ ΧΑΛΥΒΩΝ	Ο.Ε. 2001- 16

2.5 Μαρτενσίτης

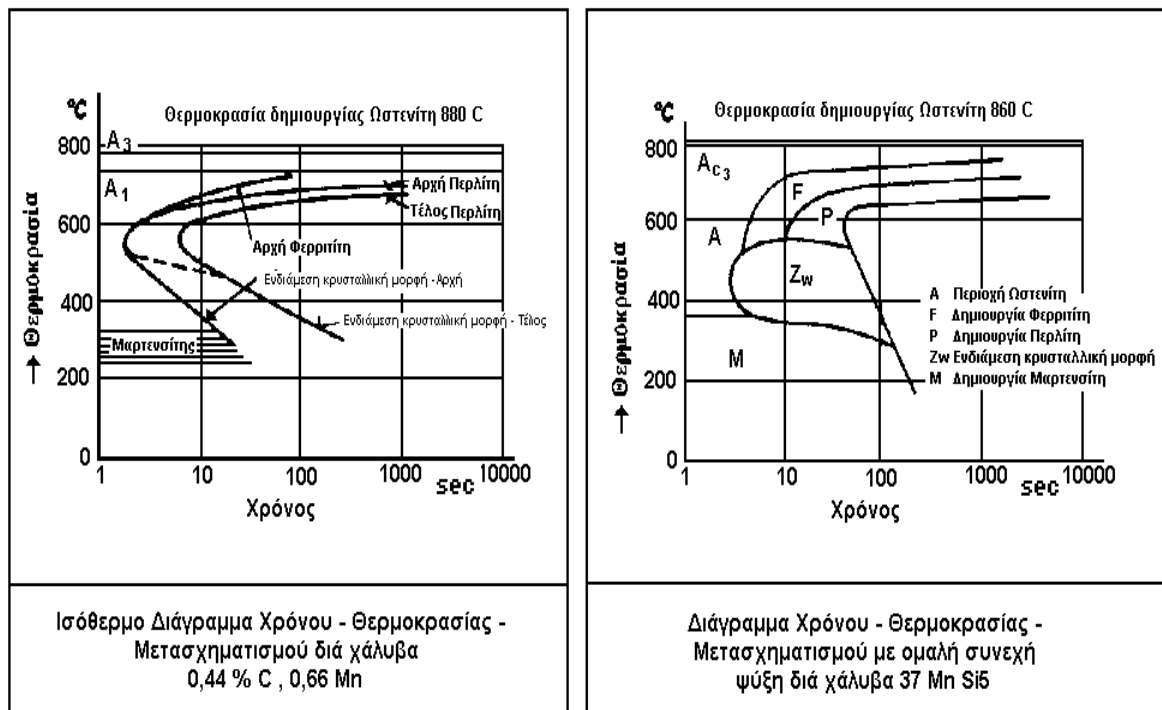
Είναι κρυσταλλική μορφή του χάλυβα που δημιουργείται σε μεγάλες ταχύτητες απόψυξης, βελονοειδούς μορφής, εξαρτώμενη άμεσα από το ποσοστό περιεκτικότητας του άνθρακα. Χαρακτηρίζεται από μεγάλη σκληρότητα και αντοχή σε εφελκυσμό, αλλά μικρή επιμήκυνση.

2.6 Θερμοκρασία προθερμάνσεως (Preheat Temperature)

Είναι η θερμοκρασία στην περιοχή της ραφής όταν αρχίζει η διαδικασία της συγκόλλησης και η οποία κατά την διάρκεια της διαδικασίας δεν θα πρέπει να κατέλθει κάτω από το επιτρεπτό όριο.

2.7 Διαγράμματα Χρόνου - Θερμοκρασίας - Μετασχηματισμού (ZTU Diagram ή TTT - Diagram)

Είναι τα διαγράμματα του Σχήματος 1, τα οποία δίνουν το ποσοστό μετατροπής του ωστενίτη σε περλίτη κατά την ψύξη και του υπολειπόμενου ωστενίτη σε μαρτενσίτη κατά την απόψυξη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Η μετατροπή του ωστενίτη μπορεί να γίνει σε σταθερή θερμοκρασία, δηλαδή ισοθερικά ή με ομαλή συνεχή ψύξη του χάλυβα σε λουτρό και κατόπιν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.



ΣΧΗΜΑ 1 : Διαγράμματα Χρόνου - Θερμοκρασίας - Μετασχηματισμού

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 4/7
	16. ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗ ΜΗ ΚΑΙ ΕΛΑΦΡΩΣ ΚΡΑΜΑΤΩΜΕΝΩΝ ΧΑΛΥΒΩΝ	Ο.Ε. 2001- 16

2.8 Ωστενίτης

Είναι μικτοκρύσταλλος σιδήρου και άνθρακα (Fe_3C) τύπου (γ), κυβικής μορφής με άτομα τόσο στις κορυφές όσο και στο κέντρο των επιφανειών των εδρών του κύβου.

2.9 Φερριτίτης

Είναι μικτοκρύσταλλος σιδήρου και άνθρακα (Fe_3C) τύπου (α), κυβικής μορφής με άτομα στις κορυφές και άτομο στο κέντρο του κύβου.

2.10 Περλίτης

Είναι μίγμα μικτοκρυστάλλων τύπου (α), δηλαδή κυβικής μορφής με ένα άτομο στο κέντρο του κύβου και καρβιδίου του σιδήρου (Fe_3C).

2.11 Ενδιάμεση θερμοκρασία (Interpass Temperature)

Είναι η θερμοκρασία στην περιοχή της ραφής της συγκόλλησης αμέσως μετά τη διέλευση του τόξου.

3. ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ

Ε.Σ.	: Εργαστήριο Συγκολλήσεων
Ο.Ε.	: Οδηγία Εργασίας
DIN	: Deutsche Industrie Normen Γερμανικά Πρότυπα Βιομηχανίας
ZTU	: Zeit Temperatur Umwandlungs diagram Διάγραμμα Μετασχηματισμού στο χρόνο και θερμοκρασία
Π.Δ.	: Προεδρικό Διάταγμα
ΦΕΚ	: Φύλλον Εφημερίδος της Κυβερνήσεως
SEW	: Stahl Eisen Werkstoffblatt Φυλλάδιο Χάλυβος και Σιδήρου

4. ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ

Π.Δ. 70 / 90 : Υγιεινή και Ασφάλεια των Εργαζομένων σε Ναυπηγικές Εργασίες
ΦΕΚ 31/Α/14-3-90

DIN 17100 : Allgemeine Baustahle
Γενικοί Κατασκευαστικοί χάλυβες

SEW 089 / 70 : Feinkornstahle
Λεπτόκοκκοι Χάλυβες

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 5/7
	<u>16. ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗ ΜΗ ΚΑΙ ΕΛΑΦΡΩΣ</u> <u>ΚΡΑΜΑΤΩΜΕΝΩΝ ΧΑΛΥΒΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001- 16

5. ΜΕΘΟΔΟΣ

5.1 Αρμοδιότητες

Η οδηγία αυτή εφαρμόζεται από όλα τα τμήματα και υπηρεσίες του Ε.Σ. που ασχολούνται με τις συγκολλήσεις χαλύβων.

5.2 Διαδικασία

5.2.1 Γενικά

Η μεταβολή θερμοκρασίας ως προς το χρόνο και ο συσχετιζόμενος με αυτή μετασχηματισμός της εσωτερικής κρυσταλλικής δομής των χαλύβων έχουν σοβαρή επίδραση στις μηχανικές ιδιότητες της ραφής της συγκόλλησης με αποτέλεσμα να δημιουργούνται πολλές φορές ρωγμές στη ραφή ή στις ακμές των ελασμάτων που κόπηκαν με φλογοκοπή. Για τους λόγους αυτούς είναι αναγκαίο οι χάλυβες ανάλογα με την χημική τους σύσταση, το πάχος, το είδος της ενώσεως, το ηλεκτρόδιο, τη μετέπειτα κατεργασία και τη θερμοκρασία του τεμαχίου να προθερμαίνονται για τη συγκόλληση.

5.2.2 Προθέρμανση χαλύβων για συγκόλληση

Τα προς συγκόλληση μέταλλα θα πρέπει να είναι στεγνά και να έχουν θερμοκρασία μεγαλύτερη από 15°C. Σκληροί και υψηλής αντοχής χάλυβες και ηλεκτρόδια εκτός του τύπου χαμηλού υδρογόνου, απαιτούν προθέρμανση προς αποφυγή ευθραυστότητας και ρωγμών. Στον **Πίνακα Ι** της οδηγίας αυτής φαίνονται οι χάλυβες με τις αντίστοιχες θερμοκρασίες προθερμάνσεως. Η προθέρμανση πρέπει να εκτείνεται σε μεγάλο μέρος της επιφάνειας περί την ραφή και η απαιτούμενη θερμοκρασία να διατηρείται σε απόσταση τουλάχιστον 75 mm απ' αυτή. Όσο το επιτρέπει η κατασκευή, η προθέρμανση πρέπει να γίνεται από το πίσω μέρος έτσι ώστε να δημιουργηθούν οι καλύτερες προϋποθέσεις προθερμάνσεως του ελάσματος καθ' όλο το πάχος.

Κατ' εξαίρεση, επειδή κατά την προθέρμανση με φλόγα η θερμοκρασία της επιφάνειας είναι κατά πολύ μεγαλύτερη αυτής εσωτερικά του τοιχώματος συνιστάται η προθέρμανση και η μέτρηση της θερμοκρασίας να γίνεται και από τις δύο πλευρές του ελάσματος.

Κατά την προθέρμανση με φλόγα, η φλόγα θα πρέπει να είναι ομοιόμορφη χωρίς δημιουργία καπνού και να προθερμαίνει τη ραφή καθ' όλο το μήκος. Προπάνιο ή υγραέριο είναι προτιμητέα έναντι της ασετιλίνης λόγω ηπιότερης φλόγας.

Τις περισσότερες φορές η θερμότητα που εκλύεται κατά την συγκόλληση δεν είναι ικανή να διατηρήσει τη θερμοκρασία προθερμάνσεως στην περιοχή της συγκόλλησης, γιατί το υπόλοιπο ψυχρό μέταλλο την απορροφά γρήγορα, ιδιαίτερα στα ελάσματα με μεγάλο πάχος. Για τον λόγο αυτό, η θερμοκρασία προθερμάνσεως θα πρέπει να ελέγχεται τακτικά με ενδεικτικά θερμοκρασίας όπως κιμωλίες ή

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 6/7
	<u>16. ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗ ΜΗ ΚΑΙ ΕΛΑΦΡΩΣ</u> <u>ΚΡΑΜΑΤΩΜΕΝΩΝ ΧΑΛΥΒΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001- 16

θερμόμετρα επαφής. Εάν η θερμοκρασία προθερμάνσεως και η ενδιάμεση δεν διατηρηθούν σωστά τότε προκαλούνται σκληρύνσεις και ρωγμές στο μέταλλο με απώτερο αποτέλεσμα την αστοχία του κατά την χρήση και επειδή τέτοιου είδους λάθη δεν είναι δυνατόν να εντοπισθούν με τους γνωστούς τρόπους όπως ραδιογραφίες, μαγνητικά σωματίδια και οπτικούς ελέγχους θα πρέπει να δίδεται η απαραίτητη προσοχή στην διατήρηση της θερμοκρασίας προθερμάνσεως και της αντίστοιχης ενδιάμεσης.

Τόσο η πτώση των δύο βασικών θερμοκρασιών όπως αναφέραμε, όσο και η άνοδος αυτών πέρα των επιτρεπτών ορίων επιδρούν αρνητικά στις ιδιότητες της συγκολλήσεως.

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 7/7
	<u>16. ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗ ΜΗ ΚΑΙ ΕΛΑΦΡΩΣ</u> <u>ΚΡΑΜΑΤΩΜΕΝΩΝ ΧΑΛΥΒΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001- 16

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 1/2
	<u>17. ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗ ΜΗΧΑΝΩΝ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-17

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1 ΣΚΟΠΟΣ**
- 2 ΠΗΓΕΣ**
- 3 ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗ**

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 1/27
	<u>18. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-18

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1 ΣΚΟΠΟΣ**
- 2 ΠΗΓΕΣ**
- 3 ΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ**
 - 3.1** Εισαγωγή
 - 3.2** Ορισμοί
 - 3.3** Ταξινόμηση τυπικών σφαλμάτων συγκόλλησης
 - 3.3.1** Ταξινόμηση κατά A.W.S.
 - 3.3.2** Ταξινόμηση κατά I.I.W.
- 4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ, ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ, ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΚΑΙ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΥΠΙΚΩΝ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ**
 - 4.1** Ρωγμές
 - 4.1.1** Προέλευση και διόρθωση
 - 4.1.2** Σημαντικότητα
 - 4.2** Σπηλαιώσεις
 - 4.2.1** Προέλευση και διόρθωση
 - 4.2.2** Σημαντικότητα
 - 4.3** Στερεά εγκλείσματα
 - 4.3.1** Προέλευση και διόρθωση
 - 4.3.2** Σημαντικότητα
 - 4.4** Ατελής τήξη ή διείσδυση
 - 4.4.1** Προέλευση και διόρθωση
 - 4.4.2** Σημαντικότητα
 - 4.5** Ατελές σχήμα ή ανώμαλη όψη ραφής
 - 4.5.1** Προέλευση και διόρθωση
 - 4.5.2** Σημαντικότητα
 - 4.6** Διάφορα άλλα σφάλματα
- 5 ΕΠΙΠΕΔΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ**
 - 5.1** Σκοπός
 - 5.2** Επίπεδα ποιότητας

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 2/27
	<u>18. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-18

1. ΣΚΟΠΟΣ

Να περιγραφούν τα σφάλματα συγκολλήσεων και τα όρια αποδοχής τους για τα επίπεδα ποιότητας των συγκολλήσεων που έχουν οριστεί. Ταυτόχρονα να παρουσιαστούν εικόνες των σφαλμάτων αυτών ανά κατηγορία. Τέλος να δοθούν οδηγίες πρόληψής τους και να περιγραφούν οι τρόποι διόρθωσης τους.

2. ΠΗΓΕΣ

- ΝΑΥΠΗΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ (ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ), Βασ. Παπάζογλου Καθηγητή Ε.Μ.Π.
- Τυπικά Σφάλματα Συγκολλήσεων, άρθρο του Βασ. Παπάζογλου Καθηγητή Ε.Μ.Π. στην Επιθεώρηση Ναυτικής Τεχνολογίας, Τεύχος 31.
- Διεθνή Πρότυπα : ISO 2553, ISO 4063, ISO 5817, ISO 6520.

3. ΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ

3.1 Εισαγωγή

Ο καθορισμός των συνολικών απαιτήσεων ποιότητας μιας συγκολλητής κατασκευής είναι μια πολύ σημαντική προσπάθεια, στην οποία παίρνουν μέρος ομάδες μελετητών και μηχανικών. Σκοπός της όλης προσπάθειας είναι η καταλογογράφηση των απαιτήσεων που θα οδηγήσουν στο να καταστεί το προϊόν κατάλληλο για την επιδιωκόμενη χρήση. Οι απαιτήσεις αυτές δεν πρέπει να είναι ούτε πολύ αυστηρές, γιατί έτσι θα αυξηθεί το κόστος παραγωγής χωρίς λόγο, ούτε πολύ χαλαρές, γιατί αυτό μπορεί να οδηγήσει σε υψηλό κόστος συντήρησης και ελάττωση της χρήσιμης ζωής του προϊόντος.

Με βάση τις οδηγίες που παρέχονται από τους κώδικες και τις προδιαγραφές, πρέπει για το σκοπό αυτό να ληφθούν υπόψη οι ακόλουθοι βασικοί παράγοντες :

1) Συνθήκες Υπηρεσίας

- (α) Εντατική κατάσταση. Πρέπει να χρησιμοποιηθούν κατάλληλα μεγέθη συγκολλήσεων ώστε να μη δημιουργούνται υπερβολικά υψηλές τάσεις.
- (β) Είδος τάσεων. Όπου υπάρχουν δυναμικές ή εναλλασσόμενες φορτίσεις, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η κόπωση.

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 3/27
	<u>18. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-18

(γ) Θερμοκρασίες υπηρεσίας. Χαμηλές και υψηλές θερμοκρασίες απαιτούν μελέτη έναντι ψαθυρής θραύσης και ερπυσμού αντίστοιχα.

(δ) Διάβρωση και φθορά.

- 2) **Ιδιότητες Υλικών**. Πρέπει να επιλέγεται τις κατάλληλες ιδιότητες αντοχής, δυσθραυστότητας, αντοχής σε διάβρωση, κ.λ.π. Ακόμη, ο κατασκευαστής δεν πρέπει να χρησιμοποιεί κατεργασίες που χειροτερεύουν τις ιδιότητες αυτές, π.χ. ψυχρή και θερμή διαμόρφωση, θερμικές κατεργασίες μετά τη συγκόλληση, υπερβολική ή ανεπαρκής πρόσδοση θερμότητας.
- 3) **Γεωμετρικές Ατέλειες**. Η μελέτη πρέπει να περιορίζει τις γεωμετρικές ατέλειες, έτσι ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος ρηγμάτωσης. Ο κατασκευαστής πρέπει να χρησιμοποιεί μεθόδους που να μην επιτρέπουν τη δημιουργία τους στις συγκολλήσεις.
- 4) **Κίνδυνος Δημιουργίας Σφαλμάτων Συγκόλλησης**. Ο κίνδυνος δημιουργίας σφαλμάτων είναι μεγάλος όταν, μέταλλα που συγκολλούνται δύσκολα, συγκολλούνται σε περίεργες θέσεις ή σε μέρη που είναι δύσκολη η εφαρμογή ποιοτικού ελέγχου.
- 5) **Κίνδυνος μη Εντοπισμού Σφαλμάτων Συγκόλλησης**. Οι αυχενικές συγκολλήσεις είναι γενικά δύσκολο να ελεγχθούν εσωτερικά.
- 6) **Επιπτώσεις Πιθανής Αστοχίας**. Όπου η πιθανότητα αστοχίας του προϊόντος είναι μεγάλη, εκεί μπορεί να χρειάζεται καλύτερη ποιότητα και αυξημένες ανάγκες ελέγχου.

3.2 Ορισμοί

Η ορολογία που χρησιμοποιείται διεθνώς για θέματα που αφορούν τον ποιοτικό έλεγχο συγκολλήσεων προκαλεί, δυστυχώς, πολλές φορές σύγχυση στους ασχολούμενους με την περιοχή αυτή. Για το λόγο αυτό, το Διεθνές Ινστιτούτο Συγκολλήσεων (International Institute of Welding) έχει προτείνει τη χρησιμοποίηση των ακόλουθων όρων, με τους αντίστοιχους ορισμούς τους :

3.2.1 Κριτήρια αποδοχής (Acceptance Criteria)

Τα όρια για την αποδοχή ή μη αποδοχή σφαλμάτων εκφραζόμενα σε ενδείξεις που λαμβάνονται από μια συγκεκριμένη μέθοδο μη καταστρεπτικού ελέγχου (π.χ. μέγιστο επιτρεπόμενο ύψος ηχοπαλμού, όρια ενδείξεων σε ραδιογραφίες, κ.λ.π.).

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 4/27
	<u>18. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-18

3.2.2 Σφάλμα (Defect)

Κάθε απόκλιση ενός κατασκευασμένου προϊόντος από το ιδανικό, υποθετικό προϊόν. Επειδή σε πολλά φαινόμενα και κατασκευαστικές διεργασίες υπάρχουν στοχαστικά (τυχαία) στοιχεία, ορισμένα σφάλματα θα παρουσιάζονται πάντα σε ένα κατασκευασμένο προϊόν. Τα σφάλματα αυτά λαμβάνονται συνήθως υπόψη με τη χρήση κατάλληλων συντελεστών ασφαλείας και με άλλους τρόπους. Επομένως, η ύπαρξη ορισμένων σφαλμάτων είναι αποδεκτή επειδή οι συντελεστές ασφαλείας, κ.λ.π. εγγυώνται ότι το προϊόν είναι κατάλληλο για την επιδιωκόμενη χρήση του. Το κατά πόσο η ύπαρξη των σφαλμάτων αυτών είναι αποδεκτή καθορίζεται από τις ανοχές, τις αποδεκτές αποκλίσεις, και - για συγκολλήσεις - από το κρίσιμο μέγεθος σφάλματος.

3.2.3 Σφάλματα συγκολλήσεων (Defects in Welds)

Τα σφάλματα συγκολλήσεων διακρίνονται σε γεωμετρικές ατέλειες και σε μεταλλουργικές αποκλίσεις. Ο όρος, όμως, σφάλμα αναφέρεται μόνο σε γεωμετρικές ατέλειες.

3.2.4 Έλεγχος (Examination)

Εξέταση των συγκολλήσεων, των υλικών, των εξαρτημάτων, ή της καταλληλότητας των υπηρεσιών. Ο έλεγχος των συγκολλήσεων είναι συνήθως μη καταστρεπτικός [ΜΚΕ] (Non Destructive Examination [NDE]). Ο έλεγχος δίνει ένα ποσοτικό ή ποιοτικό μέτρο ενός ή περισσότερων χαρακτηριστικών του προϊόντος.

3.2.5 Καταλληλότητα για επιδιωκόμενη χρήση (Fitness - for - Purpose)

Ένα προϊόν είναι κατάλληλο για την επιδιωκόμενη χρήση του, αν λειτουργήσει ικανοποιητικά στη χρήση του σε όλη τη διάρκεια της υπολογισμένης ζωής του. Το προϊόν μπορεί να χειροτερέψει στη διάρκεια της χρήσης του, αλλά όχι σε τέτοιο βαθμό που να υποστεί θραύση και κατόπιν πλήρη κατάρρευση.

3.2.6 Ελάττωμα (Flaw)

Συνώνυμο της γεωμετρικής ατέλειας.

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 5/27
	<u>18. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-18

3.2.7 Επιθεώρηση (Inspection)

Η διαδικασία της μέτρησης, της εξέτασης, της δοκιμής, ή οποιασδήποτε άλλης μεθόδου για την ανεύρεση ορισμένων χαρακτηριστικών ενός προϊόντος, συνδυαζόμενη με την αποτίμηση των αποτελεσμάτων σε σχέση με τις προδιαγραφμένες τιμές των χαρακτηριστικών αυτών. Το τελικό αποτέλεσμα μιας επιθεώρησης είναι η αποδοχή ή απόρριψη του προϊόντος.

3.2.8 Σύστημα επιθεώρησης (Inspection System)

Γενικός όρος που περιλαμβάνει το προσωπικό, τις προδιαγραφές, τον εξοπλισμό, την οργάνωση και οτιδήποτε άλλο έχει σχέση με την επιθεώρηση.

3.2.9 Ποιοτική επιβεβαίωση (Quality Assurance)

Όλες οι ενέργειες που με τον ένα ή τον άλλο τρόπο συνεισφέρουν στην απόκτηση της βεβαιότητας ότι το προϊόν θα λειτουργήσει ικανοποιητικά κατά τη διάρκεια της επιδιωκόμενης χρήσης του (καταλληλότητα για επιδιωκόμενη χρήση).

3.2.10 Δοκιμή (Testing)

Εύρεση της δυνατότητας ενός προϊόντος να αντέξει σε συγκεκριμένες φυσικές, χημικές, περιβαλλοντικές καταστάσεις.

3.2.11 Πάχος συγκόλλησης

- A. Πάχος αυχενικής συγκόλλησης, a, ονομαστικό πάχος λαιμού : Ύψος του μεγαλύτερου ισοσκελούς τριγώνου που μπορεί να εγγραφεί στην τομή της συγκόλλησης.
- B. Πάχος μετωπικής συγκόλλησης, s : Ελάχιστη απόσταση της επιφάνειας της συγκόλλησης από το βαθύτερο σημείο της διείσδυσης, που δε μπορεί να είναι μεγαλύτερη από το πάχος του παχύτερου κομματιού που συγκολλάται.

3.2.12 Κοντά σφάλματα

Ένα ή περισσότερα σφάλματα συνολικού μήκους όχι μεγαλύτερου από 25 mm σε κάθε 100 mm συγκόλλησης ή μέχρι 25 % του μήκους συγκόλλησης αν αυτή είναι κάτω από 100 mm..

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 6/27
	<u>18. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-18

3.2.13 Μακριά σφάλματα

Ένα ή περισσότερα σφάλματα συνολικού μήκους μεγαλύτερου από 25 mm για κάθε 100 mm συγκόλλησης ή πάνω από 25 % του μήκους συγκόλλησης αν αυτή είναι κάτω από 100 mm.

3.2.14 Προβαλλόμενη επιφάνεια

Η επιφάνεια που υπολογίζεται από τον πολλαπλασιασμό του μήκους της συγκόλλησης επί το μέγιστο πλάτος της.

3.2.15 Περιοχή επιφανειακής ρωγμής

Η περιοχή που μετριέται μετά από τη θραύση.

3.3 Ταξινόμηση Τυπικών Σφαλμάτων Συγκόλλησης

Τα διάφορα είδη σφαλμάτων συγκόλλησης, η προέλευση και η σημαντικότητά τους αναλύονται με αρκετή λεπτομέρεια στα επόμενα κεφάλαια. Εδώ θα γίνει μια προσπάθεια ταξινόμησης τους, έτσι ώστε ο αναγνώστης να αποκτήσει μια εποπτεία όλου του φάσματός τους.

3.3.1 Ταξινόμηση κατά A.W.S.

Η American Welding Society διακρίνει τρεις μεγάλες κατηγορίες σφαλμάτων συγκόλλησης :

- (α) Σφάλματα που οφείλονται στη μέθοδο και την εκτέλεση της συγκόλλησης.
- (β) Μεταλλουργικά σφάλματα.
- (γ) Σφάλματα που οφείλονται στη μελέτη.

Ο Πίνακας 1, που ακολουθεί, δείχνει σε ποια από τις μεγάλες αυτές κατηγορίες κατατάσσεται κάθε ένα από τα επί μέρους τυπικά σφάλματα συγκολλήσεων. Πρέπει, βέβαια, να σημειωθεί ότι η επί μέρους αυτή κατάταξη του πίνακα δεν είναι απόλυτη, μια και μερικά από τα σφάλματα έχουν δευτερογενείς αιτίες δημιουργίας και σε κάποια άλλη από τις αναφερόμενες ομάδες.

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 7/27
	<u>18. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-18

Σφάλματα Οφειλόμενα στην Εκτέλεση της Συγκόλλησης

A. Γεωμετρικά

- Ελαττωματική ευθυγράμμιση ελασμάτων (misalignment)
- Υποκοπή (undercut)
- Υπερβολική κυρτότητα επιφάνειας (concavity or convexity)
- Υπερβολική ενίσχυση όψης (excessive reinforcement)
- Ανεπαρκής ενίσχυση όψης (improper reinforcement)
- Υπερκαλυψη (overlap)
- Τρέξιμο μετάλλου (burn - through)
- Ατελής διείσδυση (incomplete penetration)
- Ατελής τήξη (lack of fusion)
- Συστολή (shrinkage)
- Ανώμαλη επιφάνεια όψης ραφής (surface irregularity)

B. Άλλα

- Ανάματα τόξου (arc strikes)
- Εγκλείσματα σκουριάς (slag inclusions)
- Εγκλείσματα βολφραμίου (tungsten inclusions)
- Στρώματα οξειδίων (oxide films)
- Εκτοξεύσεις μετάλλου (spatter)

Μεταλλουργικά Σφάλματα

A. Ρωγμές (cracks)

- Θερμές (hot)
- Ψυχρές ή καθυστερημένες (cold or delayed)
- Αναθέρμανσης (reheat)
- Σχάση κατά φυλλώσεις (lamellar tearing)

B. Πόροι (porosity)

- Σφαιρικοί (spherical)
- Επιμήκεις (elongated)
- Σκωληκότρυπες (worm - hole)

Γ. Αλλαγή δομής στη θερμαινόμενη περιοχή

Σφάλματα Οφειλόμενα στη Μελέτη

A. Περιοχές συγκέντρωσης τάσεων

B. Λανθασμένη διαμόρφωση ακμών

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 : ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΥΠΙΚΩΝ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 8/27
	<u>18. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-18

Γενικά, πρέπει να αναφερθεί στο σημείο αυτό ότι το κατά πόσο κάποιο σφάλμα είναι επικίνδυνο ή όχι δεν εξαρτάται μόνο από το είδος του, αλλά και από το σχήμα του, δηλαδή το αν είναι επίπεδο ή τρισδιάστατο. Για παράδειγμα, αναφέρεται ότι τα επίπεδα σφάλματα, όπως οι ρωγμές, η ατελής τήξη και η ατελής διείσδυση, προκαλούν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις τάσεων από τα αντίστοιχα τρισδιάστατα. Επομένως, θα πρέπει να εξετάζονται πάντα και τα ακόλουθα χαρακτηριστικά των σφαλμάτων :

- 1) Μέγεθος
- 2) Αμβλύτητα
- 3) Κατεύθυνση ως προς τις κύριες εξωτερικές και παραμένουσες τάσεις.
- 4) Θέση σε σχέση με τη συγκόλληση και τις εξωτερικές επιφάνειές της.

Σφάλματα που βρίσκονται σε θέση ή κατεύθυνση τέτοια ώστε οι υπάρχουσες τάσεις να τείνουν να τα μεγαλώσουν είναι πιο επικίνδυνα από άλλα παρόμοια που δεν έχουν αυτή την τοποθέτηση. Επίσης σφάλματα που βρίσκονται επάνω ή κοντά στην επιφάνεια συγκόλλησης μπορεί να είναι πιο επικίνδυνα από άλλα σφάλματα παρόμοιου σχήματος, που βρίσκονται όμως στο εσωτερικό της συγκόλλησης.

Ένας άλλος τρόπος κατάταξης των σφαλμάτων συγκόλλησης βασίζεται στο τμήμα της συγκολλητής κατασκευής που εμφανίζονται. Διακρίνονται έτσι σφάλματα που εμφανίζονται στο μέταλλο συγκόλλησης (weld metal), στη θερμαινόμενη περιοχή (heat - affected zone), και στο βασικό μέταλλο (base metal).

3.3.2 Ταξινόμηση κατά I.I.W.

Το Διεθνές Ινστιτούτο Συγκολλήσεων (International Institute of Welding, I.I.W.) κατατάσσει τα σφάλματα συγκολλήσεων σε έξι μεγάλες κατηγορίες. Σε κάθε μια από τις κατηγορίες αυτές, που περιλαμβάνει αριθμό ομοειδών σφαλμάτων, δίνεται και ένας αριθμός σειράς ως εξής :

Σειρά 100, Ρωγμές.

Περιλαμβάνει τις διαμήκεις, εγκάρσιες, κρατήρα κ.λ.π.

Πίνακας 2

Σειρά 200, Σπηλαιώσεις.

Περιλαμβάνει τις φυσαλίδες αερίων, τους εσωτερικούς και επιφανειακούς πόρους, τη συστολή, κ.λ.π.

Πίνακας 3

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 9/27
	<u>18. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-18

Σειρά 300, Στερεά εγκλείσματα.

Περιλαμβάνει τα εγκλείσματα σκουριάς, βολφραμίου, οξειδίων, ξένων ουσιών, κ.λ.π.

Πίνακας 4

Σειρά 400, Ατελής τήξη, ή διείσδυση.

Περιλαμβάνει την ατελή τήξη, την ατελή διείσδυση, κ.λ.π.

Πίνακας 5

Σειρά 500, Ατελές σχήμα ή ανώμαλη όψη ραφής.

Περιλαμβάνει την υποκοπή, την υπερβολική ενίσχυση όψης, το ανεπαρκές γέμισμα, το ακατάλληλο σχήμα αυχενικής συγκόλλησης, την υπερκάλυψη, κ.λ.π.

Πίνακας 6

Σειρά 600, Διάφορα άλλα σφάλματα.

Περιλαμβάνει τα ανάματα τόξου, την εκτόξευση μετάλλου, την ανώμαλη επιφάνεια, κ.λ.π.

Πίνακας 7

Με την παραπάνω ταξινόμηση, έγινε δυνατή η ορθολογιστική καταλογογράφηση όλων των γνωστών σφαλμάτων συγκόλλησης. Δόθηκαν τριψήφιοι αριθμοί σε ομάδες σφαλμάτων και τετραψήφιοι αριθμοί σε συγκεκριμένα σφάλματα που ανήκουν σε μια ομάδα. Για την καλύτερη κατανόηση του συστήματος αυτού αναφέρεται το ακόλουθο παράδειγμα :

Σειρά 200 : Σηλαιώσεις

Ομάδα 201 : Πόροι

Σφάλμα 2011 : Ομοιόμορφα κατνομεμημένοι πόροι

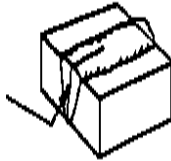
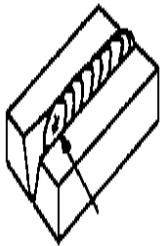
Σφάλμα 2013 : Συγκεντρωμένοι πόροι

Σφάλμα 2015 : Επιμήκεις πόροι

Τέλος σημειώνεται ότι η ταξινόμηση κατά I.I.W. έχει γίνει διεθνές πρότυπο με αριθμό ISO 6520.

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

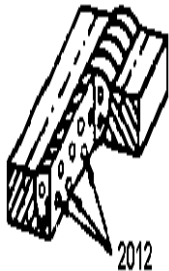
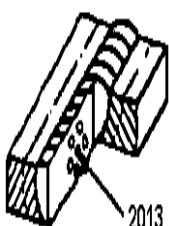
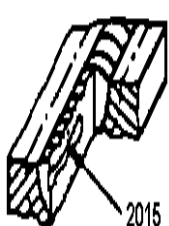
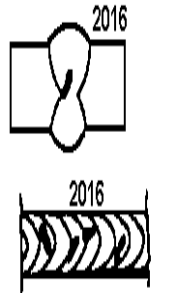
Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 10/27
	18. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ	Ο.Ε. 2001-18

ΣΕΙΡΑ 100	Περιγραφή	Σχήμα	Υπεύθυνος Σφάλματος	Πιθανή Αιτία Σφάλματος	Διορθωτικές Ενέργειες
A	Διαμήκης Ρωγμή Επιφανειακή		Σχεδιασμός X	1. Λάθος ηλεκτρόδιο 2. Ένωση με υψηλό περιορισμό	1. Χρήση κατάλληλου ηλεκτροδίου 2. Μειώστε τη δυσκαμψία ή αλλάξτε την ακολουθία συγκόλλησης. Χρησιμοποιείστε μέταλλο μεγαλύτερης ολκιμότητας 3. Χρησιμοποιείστε ενδιάμεση θέρμανση ή προθέρμανση για να μειώσετε το ρυθμό ψύξης. 4. Κατάλληλη διαμόρφωση ένωσης.
			Συγκολλητής X		
			Συνεργείο		
B	Διαμήκης Ρωγμή Εσωτερική		Σχεδιασμός X	3. Γρήγορη ψύξη της συγκόλλησης. 4. Κακή διαμόρφωση ένωσης.	
			Συγκολλητής X		
			Συνεργείο		
C	Ρωγμή Κρατήρα		Σχεδιασμός	1. Κρατήρας του βασικού υλικού δε γεμίστηκε σωστά.	1. Γέμισμα κρατήρα με κατάλληλη τεχνική.
			Συγκολλητής X		
			Συνεργείο		
D	Εγκάρσια Ρωγμή		Σχεδιασμός X	1. Ακατάλληλο ηλεκτρόδιο. 2. Γρήγορη ψύξη. 3. Μικρές συγκολλήσεις για αναλογικά μεγαλύτερα κομμάτια.	1. Χρησιμοποιείστε κατάλληλο ηλεκτρόδιο. 2. Χρησιμοποιείστε μεγαλύτερο ηλεκτρόδιο, περισσότερο ρεύμα ή προθέρμανση. 3. Μεγαλύτερη συγκόλληση, πιθανόν μεγαλύτερο ηλεκτρόδιο.
			Συγκολλητής X		
			Συνεργείο X		

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 : ΣΕΙΡΑ 100 - Ρωγμές

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

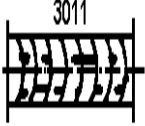

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 11/27
	18. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ	Ο.Ε. 2001-18

ΣΕΙΡΑ 200	Περιγραφή	Σχήμα	Υπεύθυνος Σφάλματος	Πιθανή Αιτία Σφάλματος	Διορθωτικές Ενέργειες
A	Πόροι ομοιόμορφα καταναμεμένοι	 2012	Σχεδιασμός	ΓΕΝΙΚΑ 1. Συγκόλληση στην επιφάνεια μετάλλου με σκόνη, λάδι, υγρασία ή βαφή. 2. Υγρά ηλεκτρόδια 3. Ακατάλληλο βασικό μέταλλο. 4. Πολύ χαμηλή ένταση ρεύματος. 5. Ακατάλληλο αέριο προστασίας. 6. Υγρασία στο αέριο προστασίας. 7. Μη ικανοποιητική προστασία αερίου. 8. Υγρή σκόνη συγκόλλησης 9. Βρώμικη επιφάνεια ηλεκτροδίου. 10. Συγκόλληση πάνω σε ποντάρισμα που έγι-νε με SAW. 11. Ατελής προστασία αερίου λόγω ελαττωματικού εξοπλισμού, περιβαλλοντικών συνθηκών κ.λ.π.	1. Καθαρίστε καλά τις ενώσεις και την περιοχή γύρω από τις ενώσεις πριν ξεκινήσετε τη συγκόλληση. 2. Χρησιμοποιείστε φρέσκα ηλεκτρόδια ή θερμάνετε τα ηλεκτρόδια που έχουν εκτεθεί σε υγρό περιβάλλον. 3. Χρησιμοποιείστε κατάλληλο βασικό μέταλλο, πιθανή η χρήση ηλεκτροδίων χαμηλού υδρογόνου. 4. Αυξήστε την ένταση. 5. Χρησιμοποιείστε τον προδιαγραφόμενο τύπο αερίου. 6. Ελέγξτε / συντηρήστε τον εξοπλισμό σας. 7. Διορθώστε την απόσταση ακροφυσίου - μετάλλου και την παροχή του αερίου. 8. Χρησιμοποιείστε GMAW για ποντάρισμα. 9. Χρήση φρέσκιας σκόνης ή αφύγρανση υγρής. 10. Καθαρισμός ηλεκτροδίου.
			Συγκολλητής X		
			Συνεργείο X		
B	Πόροι Συγκεντρωμένοι	 2013	Σχεδιασμός		
			Συγκολλητής X		
			Συνεργείο X		
C	Πόροι Σωληνοειδής	 2015	Σχεδιασμός		
			Συγκολλητής X		
			Συνεργείο X		
D	Σκωληκότρυπες	 2016 2016	Σχεδιασμός		
			Συγκολλητής X		
			Συνεργείο X		

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 : ΣΕΙΡΑ 200 - Σπηλαιώσεις

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

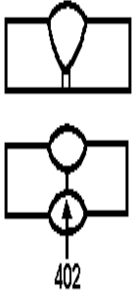


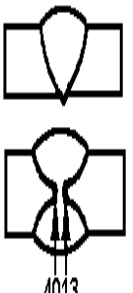
Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 12/27
	<u>18. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-18

ΣΕΙΡΑ 300	Περιγραφή	Σχήμα	Υπεύθυνος Σφάλματος	Πιθανή Αιτία Σφάλματος	Διορθωτικές Ενέργειες
A	Εγκλεί- σματα σκουριάς		Σχεδιασμός	1. Εγκλείσμος σκουριάς μεταξύ των στρώσεων. 2. Επαναλαμβανόμενα εγκλείσματα σκουριάς στις άκρες των κορδο-νιών. 3. Ανώμαλη επιφάνεια ακμών. 4. Ακατάλληλη μέθοδος συγκόλλησης ή λάθος ρύθμιση τάσης ή έντασης. 5. Για τη SAW - εγκλείσματα σκόνης συγκόλλησης	1. Καθαρίστε τη στερεοποιημένη σκουριά (πάστα) καλά. 2. Απομακρύνετε τη σκουριά. 3. Αποφύγετε υπερβολική καμπυλότητα σχήματος του κορδονιού. 4. Λειάνατε την επιφάνεια των ακμών. 5. Χρησιμοποιείστε σωστή μέθοδο και τεχνική συγκόλλησης. 6. Κατευθύνετε το ηλεκτρόδιο σωστά, αυξήστε το ρεύμα. 7. Πιθανό λάθος στην προετοιμασία / διαμόρφωση της ένωσης.
			Συγκολλητής X		
			Συνεργείο		
B	Εγκλεί- σματα οξειδίων		Σχεδιασμός		
			Συγκολλητής X		
			Συνεργείο X		
C	Εγκλεί- σματα σκόνης συγκόλλη- σης		Σχεδιασμός		
			Συγκολλητής X		
			Συνεργείο		
			Σχεδιασμός		
			Συγκολλητής		
			Συνεργείο		

ΠΙΝΑΚΑΣ 4 : ΣΕΙΡΑ 300 - Στερεά εγκλείσματα

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

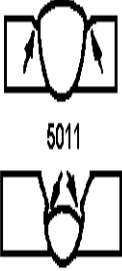
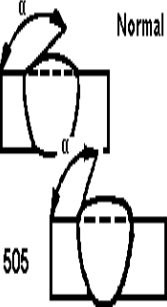
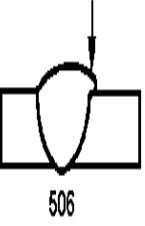

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 13/27
	18. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ	Ο.Ε. 2001-18

ΣΕΙΡΑ 400	Περιγραφή	Σχήμα	Υπεύθυνος Σφάλματος	Πιθανή Αιτία Σφάλματος	Διορθωτικές Ενέργειες
A	Ατελής διείσδυση	 402	Σχεδιασμός X	1. Πολύ γρήγορη ταχύτητα. 2. Πολύ μεγάλο ηλεκτρόδιο. 3. Χαμηλό ρεύμα συγκόλλησης 4. Κακή διαμόρφωση ένωσης. 5. Ακατάλλη- λη συναρ- μογή όπως μικρή απόσταση τεμαχίων. 6. Ακατάλλη- λη ταχύτητα. 7. Ακατάλλη- λο μήκος τόξου. 8. Ατελής τήξη ρίζας.	1. Μειώστε την ταχύτητα. 2. Χρησιμοποιεί- στε ηλεκτρόδιο σωστού μεγέθους. 3. Αυξήστε το ρεύμα για μεγαλύτερη διείσδυση. 4. Καλύτερη διαμόρφωση ένωσης. 5. Χρησιμοποιεί- στε συναρμογή κατάλληλη για τη διαμόρφωση της ένωσης που συγκολλάται. 6. Υψηλή ταχύτητα θα μειώσει την πλήρη τήξη. 7. Χαμηλότερη ταχύτητα θα προκαλέσει πλήρη τήξη. 8. Διατηρήστε το σωστό μήκος τόξου. 9. Κατευθύνετε το ηλεκτρόδιο ακριβώς στη ρίζα. 10. Κατευθύνετε το τόξο στην προπορευόμενη λίμνη τηγμένου μετάλλου. Ένταση ρεύματος πολύ χαμηλή, τάση πολύ χαμηλή ρυθμίστε διορθωτικά. Σταματήστε λίγο την κίνηση κατά τη συγκόλληση για να προλάβει να λιώσει το μέταλλο.
			Συγκολλητής X		
			Συνεργείο		
B	Ατελής τήξη πλευράς διαμόρφω- σης	 4011	Σχεδιασμός X		
			Συγκολλητής X		
			Συνεργείο		
C	Ατελής τήξη μεταξύ στρώσεων	 4012	Σχεδιασμός		
			Συγκολλητής X		
			Συνεργείο		
D	Ατελής Τήξη ρίζας	 4013	Σχεδιασμός		
			Συγκολλητής X		
			Συνεργείο		

ΠΙΝΑΚΑΣ 5 : ΣΕΙΡΑ 400 - Ατελής τήξη ή διείσδυση

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 14/27
	18. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ	Ο.Ε. 2001-18

ΣΕΙΡΑ 500	Περιγραφή	Σχήμα	Υπεύθυνος Σφάλματος	Πιθανή Αιτία Σφάλματος	Διορθωτικές Ενέργειες	
A	Υποκοπή	 5011	Σχεδιασμός	1. Κακός χειρισμός ηλεκτροδίου. 2. Μεγάλη ένταση ρεύματος. 3. Ακατάλληλο μέγεθος ηλεκτροδίου. 4. Ακατάλληλο ηλεκτρόδιο για τη συγκεκριμένη θέση συγκόλλησης. 5. Λάθος γωνία ηλεκτροδίου.	1. Κινείστε το ηλεκτρόδιο ομοιόμορφα χάνοντας παύσεις στις ακμές. 2. Ρυθμίστε την ένταση στην προδιαγραφόμενη τιμή. 3. Χρησιμοποιήστε το κατάλληλο για τη θέση συγκόλλησης ηλεκτρόδιο. 4. Διορθώστε τη γωνία του ηλεκτροδίου ώστε να γεμίσετε την υποκοπή. 5. Χρησιμοποιήστε το κατάλληλο μέγεθος για το μέγεθος της συγκόλλησης.	
			Συγκολλητής			X
			Συνεργείο			
B	Ατελές σχήμα υπερβολική καμπυλότητα επιφάνειας συγκόλλησης	 505	Σχεδιασμός	1. Υπερβολική διείδυση ρίζας. 2. Πολύ χαμηλή ταχύτητα συγκόλλησης. 3. Υπερβολική ενίσχυση όψης. 4. Άπλωμα της αυχενικής συγκόλλησης κατά το οριζόντιο και μείωση κατά το κατακόρυφο επίπεδο.	1. Πολύ μεγάλο άνοιγμα ρίζας. 2. Πολύ υψηλό ρεύμα συγκόλλησης. 3. Αυξήστε την ταχύτητα. 4. Μειώστε την τάση και το μήκος του τόξου. 5. Μειώστε το ρεύμα, χρησιμοποιήστε μικρότερο ηλεκτρόδιο.	
			Συγκολλητής			X
			Συνεργείο			
C	Υπερκάλυψη	 506	Σχεδιασμός	1. Υπερβολική διείδυση ρίζας. 2. Πολύ χαμηλή ταχύτητα συγκόλλησης. 3. Υπερβολική ενίσχυση όψης. 4. Άπλωμα της αυχενικής συγκόλλησης κατά το οριζόντιο και μείωση κατά το κατακόρυφο επίπεδο.	1. Πολύ μεγάλο άνοιγμα ρίζας. 2. Πολύ υψηλό ρεύμα συγκόλλησης. 3. Αυξήστε την ταχύτητα. 4. Μειώστε την τάση και το μήκος του τόξου. 5. Μειώστε το ρεύμα, χρησιμοποιήστε μικρότερο ηλεκτρόδιο.	
			Συγκολλητής			X
			Συνεργείο			
D	Ατελές σχήμα υπερβολική ασυμμετρία	 5091 5093	Σχεδιασμός	1. Υπερβολική διείδυση ρίζας. 2. Πολύ χαμηλή ταχύτητα συγκόλλησης. 3. Υπερβολική ενίσχυση όψης. 4. Άπλωμα της αυχενικής συγκόλλησης κατά το οριζόντιο και μείωση κατά το κατακόρυφο επίπεδο.	1. Πολύ μεγάλο άνοιγμα ρίζας. 2. Πολύ υψηλό ρεύμα συγκόλλησης. 3. Αυξήστε την ταχύτητα. 4. Μειώστε την τάση και το μήκος του τόξου. 5. Μειώστε το ρεύμα, χρησιμοποιήστε μικρότερο ηλεκτρόδιο.	
			Συγκολλητής			X
			Συνεργείο			

ΠΙΝΑΚΑΣ 6 : ΣΕΙΡΑ 500 - Ατελές σχήμα

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 15/27
	<u>18. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-18

ΣΕΙΡΑ 600	Περιγραφή	Σχήμα	Υπεύθυνος Σφάλματος	Πιθανή Αιτία Σφάλματος	Διορθωτικές Ενέργειες
A	Κακή εμφάνιση		Σχεδιασμός	1. Ένταση ρεύματος πολύ χαμηλή ή πολύ υψηλή. 2. Ακατάλλη- λη τεχνική. 3. Κακό ηλεκτρόδιο. 4. Ανομοιό- μορφη ταχύτητα.	1. Ακολουθείστε σωστά την προδιαγραφή. 2. Πρόσθετη εκπαίδευση. 3. Χρησιμοποιεί- στε φρέσκο και κατάλληλο ηλεκτρόδιο. 4. Περισσότερη εκπαίδευση, εξά- σκηση, εμπειρία.
			Συγκολλητής X		
			Συνεργείο		
B	Υπερβο- λικό Πιτσίλι-σμα		Σχεδιασμός	1. Φύσημα τόξου. 2. Υπερβολι- κή ένταση ρεύματος. 3. Πολύ μακρύ τόξο. 4. Ακατάλ- ληλο ηλε- κτρόδιο.	1. Μειώστε το φύ- σημα του τόξου. 2. Ρυθμίστε κατάλληλα το ρεύμα. 3. Μειώστε το τόξο - μειώστε την τάση του ρεύματος. 4. Χρησιμοποιεί- στε το κατάλληλο ηλεκτρόδιο.
			Συγκολλητής X		
			Συνεργείο		
C	Ελαττώ- ματα επιφάνειας συγκολλη- σεων ή βασικού μετάλλου από χρήση εργαλείων		Σχεδιασμός		
			Συγκολλητής X		
			Συνεργείο		
			Σχεδιασμός		
			Συγκολλητής		
			Συνεργείο		

ΠΙΝΑΚΑΣ 7 : ΣΕΙΡΑ 600 - Διάφορα

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 16/27
	<u>18. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-18

4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ, ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ, ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΚΑΙ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΥΠΙΚΩΝ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια προσπάθεια λεπτομερέστερης περιγραφής των σημαντικότερων σφαλμάτων συγκόλλησης με βάση την ταξινόμηση κατά I.I.W. Η περιγραφή περιλαμβάνει, εκτός από τον ορισμό των σφαλμάτων, τις πιθανές πηγές προέλευσης τους, τις διαδικασίες που πρέπει να ακολουθηθούν για την κατά το δυνατό αποφυγή τους, και τη σημαντικότητά τους.

4.1 Ρωγμές (Cracks)

Οι ρωγμές αποτελούν την πρώτη βασική κατηγορία σφαλμάτων συγκόλλησης. Η ρωγμή ορίζεται σαν " μια ασυνέχεια υλικού οφειλόμενη σε θραύση και χαρακτηριζόμενη από οξύ άκρο και μεγάλους λόγους μήκους και πλάτους προς το άνοιγμά της ". Οι ρωγμές αποτελούν την πιο επικίνδυνη μορφή σφάλματος σε συγκολλητές κατασκευές, γιατί κάτω από κατάλληλες συνθήκες μπορούν να επεκταθούν με μεγάλη ταχύτητα και να προκαλέσουν κατάρρευση της κατασκευής.

Ρωγμές σε συγκολλήσεις συμβαίνουν όταν μια ή και οι δυο ακόλουθες καταστάσεις συμβαίνουν :

- α) Το υλικό είναι ψαθυρό.
- β) Εφελκυστικές τάσεις (παροδικές ή μόνιμες) υψηλής έντασης είναι παρούσες.

Όλες οι ρωγμές που εμφανίζονται σε συγκολλητές κατασκευές μπορούν να ταξινομηθούν κατά δύο τρόπους :

- Ανάλογα με τη θέση τους.
- Ανάλογα με τις συνθήκες δημιουργίας τους.

A. Ταξινόμηση ρωγμών με κριτήριο την εμφάνιση και τη θέση

Στο μέταλλο συγκόλλησης διακρίνονται τα ακόλουθα τρία είδη :

- 1) Εγκάρσιες ρωγμές, που είναι σχεδόν κάθετες στον άξονα της συγκόλλησης. Σε μερικές περιπτώσεις έχει παρατηρηθεί επέκταση των ρωγμών αυτών και στο βασικό μέταλλο.
- 2) Διαμήκειες ρωγμές, που εκτείνονται παράλληλα προς τον άξονα της συγκόλλησης και που βρίσκονται συνήθως στο μέσο του μετάλλου συγκόλλησης. Αυτές οι ρωγμές δημιουργούνται είτε σαν επέκταση ρωγμών κρατήρα, είτε σαν επέκταση ρωγμής προηγούμενης στρώσης που δεν αφαιρέθηκε.

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 17/27
	<u>18. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-18

- 3) Ρωγμές κρατήρα, που εμφανίζονται όταν γίνει λανθασμένη διακοπή της διαδικασίας συγκόλλησης. Οι ρωγμές αυτές έχουν συνήθως αστεροειδές σχήμα.

Διακρίνονται επίσης δυο είδη ρωγμών στο βασικό μέταλλο :

- 1) Εγκάρσιες ρωγμές, που παρουσιάζονται συνήθως σε αυχενικές συγκολλήσεις χαλύβων υψηλής σκληρότητας, όπου η απόσταση μεταξύ της άκρης της συγκόλλησης και της ελεύθερης ακμής του ενός ελάσματος είναι σχετικά μικρή.
- 2) Διαμήκης ρωγμές, που είναι παράλληλες προς τη συγκόλληση, αλλά βρίσκονται στο βασικό μέταλλο. Μπορεί να είναι επεκτάσεις ρωγμών κάτω από την απόθεση (underbead cracks). Στην περίπτωση αυχενικών συγκολλήσεων διακρίνομε τους ακόλουθους δύο τύπους :
 - (α) Ρωγμές βάσης (toe cracks), που εκτείνονται από τη βάση της αυχενικής συγκόλλησης προς το βασικό μέταλλο. Συνήθως ξεκινούν από υποκοπές.
 - (β) Ρωγμές ρίζας (root cracks), που ξεκινούν από τη ρίζα της αυχενικής συγκόλλησης και εκτείνονται στο βασικό μέταλλο.

B. Ταξινόμηση ρωγμών με κριτήριο τις συνθήκες δημιουργίας

Ρωγμές που δημιουργούνται σε υψηλές θερμοκρασίες, συνήθως κατά τη διάρκεια της στερεοποίησης του μετάλλου κοντά στη θερμοκρασία τήξης, ονομάζονται θερμές (hot cracks). Ανάλογα, οι ψυχρές ρωγμές (cold cracks) δημιουργούνται μετά τη στερεοποίηση του μετάλλου συγκόλλησης και είναι αποτέλεσμα υψηλών τάσεων. Στην περίπτωση του χάλυβα ονομάζονται και καθυστερημένες ρωγμές (delayed cracks), γιατί εμφανίζονται αρκετή ώρα μετά την απόψυξη της συγκόλλησης, με κύριο αίτιο τη συσσώρευση υδρογόνου.

4.1.1 Προέλευση και Διόρθωση

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, οι δυο βασικοί λόγοι δημιουργίας ρωγμών σε συγκολλήσεις είναι η ψαθυρότητα του υλικού και η ύπαρξη υψηλών εφελκυστικών τάσεων. Με βάση τους λόγους αυτούς είναι δυνατή η πρόληψη μεγάλου μέρους των ρωγμών, τόσο στο μέταλλο συγκόλλησης, όσο και στο βασικό μέταλλο.

Στην περίπτωση του μετάλλου συγκόλλησης, οι ρωγμές μπορεί να αποφευχθούν αν ακολουθηθούν μία ή περισσότερες από τις ακόλουθες διαδικασίες :

- 1) Αλλαγή στο χειρισμό του ηλεκτροδίου, ή στις ηλεκτρικές συνθήκες συγκόλλησης, ώστε να βελτιωθεί η σύνθεση του υλικού απόθεσης.

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 18/27
	<u>18. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-18

- 2) Ελάττωση της ταχύτητας συγκόλλησης ώστε να αυξηθεί το πάχος της απόθεσης και, έτσι, να δημιουργηθεί περισσότερο μέταλλο συγκόλλησης που να μπορεί να αντέξει στις αναπτυσσόμενες τάσεις.
- 3) Χρήση προθέρμανσης, ώστε να ελαττωθούν οι θερμικές τάσεις.
- 4) Χρήση ηλεκτροδίων μικρής περιεκτικότητας σε υδρογόνο.
- 5) Κατάλληλη διαδικασία συγκόλλησης ώστε να ελαττωθούν οι τάσεις συστολής.
- 6) Αποφυγή συνθηκών ταχείας απόψυξης της συγκόλλησης, ώστε να αποφευχθεί ψαθυροποίησή της.

Στην περίπτωση των ρωγμών που εμφανίζονται στο βασικό μέταλλο, και κυρίως στη θερμαινόμενη ζώνη, κύρια αίτια είναι τα μεταλλουργικά χαρακτηριστικά του υλικού (έλλειψη ολκιμότητας). Επομένως η δημιουργία αυτών των ρωγμών μπορεί να αποφευχθεί με τους ακόλουθους τρόπους :

- 1) Χρήση προθέρμανσης ώστε να υπάρχει έλεγχος της ταχύτητας απόψυξης.
- 2) Ελεγχόμενη πρόσδοση θερμότητας.
- 3) Χρήση του κατάλληλου ηλεκτροδίου.
- 4) Σωστός έλεγχος των υλικών συγκόλλησης.

Για τη συγκεκριμένη περίπτωση των καθυστερημένων ρωγμών που εμφανίζονται συνήθως στους χάλυβες υψηλής αντοχής και που οφείλονται στο υδρογόνο, αποφυγή της δημιουργίας τους μπορεί να γίνει με τους ακόλουθους τρόπους :

- 1) Χρήση μεθόδου συγκόλλησης ή ηλεκτροδίου που παρέχει λίγο ή καθόλου υδρογόνο.
- 2) Συνδυασμός διαδικασιών συγκόλλησης και θερμικών κατεργασιών που προκαλούν τη διάχυση του υδρογόνου έξω από το μέταλλο, ή που οδηγούν στη δημιουργία κρυσταλλικών δομών μη ευαίσθητων σε αυτό.
- 3) Χρήση διαδικασιών συγκόλλησης που έχουν σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία χαμηλών τιμών τάσης.

4.1.2 Σημαντικότητα

Οι ρωγμές, σε όλες τους τις μορφές, αποτελούν το πιο σημαντικό από όλα τα άλλα σφάλματα συγκολλήσεων. Από τη φύση της, η ρωγμή έχει πολύ οξεία άκρα που δρουν σα σημεία υψηλής συγκέντρωσης τάσεων. Για το λόγο αυτό, όλοι οι διεθνείς και εθνικοί κανονισμοί που διέπουν συγκολλητές κατασκευές δεν επιτρέπουν την ύπαρξη ρωγμών, ανεξαρτήτως μεγέθους, σε συγκολλήσεις. Όλες οι ρωγμές που εντοπίζονται με οποιαδήποτε μέθοδο μη καταστρεπτικού ελέγχου πρέπει να επιδιορθώνονται.

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 19/27
	<u>18. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-18

Με τη σημερινή εξέλιξη της θεωρίας της θραύσης (fracture mechanics), όμως, είναι δυνατή η αξιολόγηση της σημασίας των ρωγμών σε συγκολλητές κατασκευές. Έτσι, όταν ακολουθείται η φιλοσοφία της καταλληλότητας για την επιδιωκόμενη χρήση (fitness - for - purpose), είναι δυνατό να επιτρέπεται η ύπαρξη ορισμένων ρωγμών δεδομένου μεγέθους, κατεύθυνσης και θέσης.

4.2 Σπηλαιώσεις (Cavities)

Οι σπηλαιώσεις αποτελούν τη δεύτερη μεγάλη κατηγορία των σφαλμάτων συγκόλλησης κατά την I.I.W. Το πιο συνηθισμένο τέτοιο σφάλμα είναι οι πόροι, που ορίζονται σα «σπηλαιώδεις ασυνέχειες που δημιουργούνται από την παγίδευση αερίων κατά τη διάρκεια της στερεοποίησης». Οι πόροι είναι συνήθως σφαιρικοί, αν και μερικές φορές μπορεί να είναι και επιμήκεις.

Οι πόροι μπορεί να είναι επιφανειακοί ή εσωτερικοί. Τους πρώτους μπορούμε να τους δούμε με γυμνό μάτι και να τους προσδιορίσουμε με οπτικές τεχνικές. Για τους εσωτερικούς, όμως, πόρους απαιτούνται τεχνικές εσωτερικού προσδιορισμού (π.χ. ραδιογραφία).

Ανάλογα με την κατανομή και τη μορφή των πόρων διακρίνονται οι ακόλουθες υποκατηγορίες:

- 1) Ομοιόμορφα κατανεμημένοι πόροι (uniformly scattered porosity), που βρίσκονται σε συγκολλήσεις μιας ή πολλαπλών στρώσεων, και που οφείλονται γενικά σε λανθασμένη διαδικασία συγκόλλησης ή σε ακατάλληλα υλικά. ή και στα δύο.
- 2) Συγκεντρωμένοι πόροι (cluster porosity) , που οφείλονται σε λανθασμένο άναμμα ή σβήσιμο του ηλεκτρικού τόξου.
- 3) Γραμμική κατανομή πόρων (linear porosity), που συναντάται κατά μήκος της άκρης της συγκόλλησης. της ρίζας της ή μεταξύ διαδοχικών στρώσεων. Οφείλεται σε απελευθέρωση αερίων από ξένες ουσίες κατά μήκος μιας συγκεκριμένης επιφάνειας.
- 4) Σωληνοειδείς πόροι (riping porosity), όρος που αναφέρεται για τους επιμήκεις πόρους. Στην περίπτωση των αυχενικών συγκολλήσεων, οι πόροι αυτοί εκτείνονται συνήθως από τη ρίζα της συγκόλλησης προς την όψη της.

4.2.1 Προέλευση και διόρθωση

Κατά τη διάρκεια της συγκόλλησης, υπάρχουν πάντοτε διαλυμένα αέρια στο τηγμένο μέταλλο. Καθώς το μέταλλο συγκόλλησης στερεοποιείται, πόροι δημιουργούνται όταν τα διαλυμένα αυτά αέρια εξακολουθούν να υπάρχουν σε ποσότητες μεγαλύτερες από αυτές που τους επιτρέπει η διαλυτότητά τους στο στερεό πια μέταλλο. Οι βασικοί λόγοι για την παγίδευση των αερίων έχουν σχέση με τη μέθοδο και διαδικασία της συγκόλλησης, και μερικές φορές με αυτή τη χημική σύσταση του μετάλλου. Συγκεκριμένα, οι δυο πρώτοι λόγοι είναι και οι

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 20/27
	<u>18. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-18

σημαντικότεροι, γιατί είναι εκείνοι που ελέγχουν τον ρυθμό απόψυξης, άρα και στερεοποίησης του μετάλλου.

Τα αέρια που βρίσκονται συνήθως διαλυμένα στο τηγμένο μέταλλο συγκόλλησης είναι τα εξής : υδρογόνο, οξυγόνο, άζωτο, μονοξειδίο του άνθρακα, διοξειδίο του άνθρακα, υδρατμοί, αργό και ήλιο. Από αυτά, το υδρογόνο θεωρείται σαν η κυριότερη αιτία της δημιουργίας πόρων σε συγκολλήσεις, αφού μπορεί να εισέλθει στο τηγμένο μέταλλο από πολλές πηγές, π.χ. ατμοσφαιρικό αέρα, επένδυση ηλεκτροδίων, υγρασία κ.λ.π. Το άζωτο μπορεί να δημιουργήσει πόρους σε συγκολλήσεις χάλυβα και κραμάτων νικελίου. Προέρχεται από την ατμόσφαιρα ή από μόλυνση του αερίου προστασίας. Τέλος, το διαλυμένο στο τηγμένο μέταλλο οξυγόνο μπορεί επίσης να προκαλέσει πόρους. Το οξυγόνο αυτό προέρχεται από οξειδία των ηλεκτροδίων και της επιφάνειας του μετάλλου, και από την ατμόσφαιρα.

4.2.2 Σημαντικότητα

Η σπουδαιότητα των πόρων σε σφάλμα συγκολλήσεων έχει ερευνηθεί σε μεγάλο βάθος, τόσο θεωρητικά, όσο και πειραματικά. Έχει αποδειχθεί ότι ύπαρξη πόρων σε ποσοστό 2 έως 3%, ποσοστό γενικά μεγαλύτερο από αυτό που επιτρέπουν οι διάφοροι κανονισμοί, έχει ασήμαντη επίδραση στη στατική αντοχή των συγκολλήσεων. Το ίδιο ισχύει και για την ολκιμότητα. αν και η επίδραση εδώ αυξάνει όσο αυξάνει η αντοχή του υλικού.

Όσον αφορά την ψαθυρή θραύση, η επίδραση των πόρων είναι γενικά μικρή. Στην περίπτωση αυτή πρέπει να δοθεί έμφαση στο γεγονός ότι δεν έχει σημασία τόσο ο αριθμός των πόρων, όσο το μέγεθος και το σχήμα τους.

Η επίδραση των πόρων στην αντοχή σε θραύση από κόπωση συγκολλητών κατασκευών έχει ερευνηθεί σε μεγάλο βάθος λόγω της σημαντικότητας της, κυρίως στην περίπτωση συγκολλήσεων κατά συμβολή με ή χωρίς ενίσχυση όψης (weld reinforcement). Το γενικό συμπέρασμα είναι ότι η ύπαρξη ενίσχυσης όψης δημιουργεί σημεία συγκέντρωσης τάσεων, κάτι που υπερκαλύπτει οποιαδήποτε

επίδραση που μπορεί να έχουν οι πόροι. Εάν, όμως, αποξεστεί η ενίσχυση όψης τότε οι πόροι που πιθανά εμφανίζονται στην επιφάνεια είναι δυνατό να οδηγήσουν σε θραύση από κόπωση, μιας και είναι γνωστό ότι το είδος αυτής της θραύσης ξεκινά από επιφανειακά σφάλματα. Από την άλλη μεριά, η ύπαρξη πόρων, μέσα σε λογικά όρια, σε αυχενικές συγκολλήσεις δεν φαίνεται να έχει σημαντική επίδραση στην αντοχή τους σε κόπωση.

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 21/27
	<u>18. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-18

4.3 Στερεά Εγκλείσματα (Solid Inclusions)

Τα στερεά εγκλείσματα, η τρίτη κατηγορία σφαλμάτων κατά την I.I.W. Εμφανίζονται κυρίως στο εσωτερικό των συγκολλήσεων και περιλαμβάνουν κάθε ξένη ουσία που παγιδεύεται στο μέταλλο συγκόλλησης.

Το πιο συνηθισμένο είδος τέτοιου σφάλματος είναι τα εγκλείσματα σκουριάς (slag inclusions), που ορίζονται σαν « μη μεταλλικές στερεές ουσίες που παγιδεύονται στο μέταλλο συγκόλλησης, ή μεταξύ μετάλλου συγκόλλησης και βασικού μετάλλου ». Άλλο παρόμοιο είδος εγκλείσματος είναι το εγκλείσμα σκόνης (flux inclusion), που προέρχεται από την παγίδευση σκόνης από την επένδυση των ηλεκτροδίων ή σκόνης της μεθόδου συγκόλλησης με βυθισμένο τόξο (submerged arc welding). Και τα δύο αυτά είδη εγκλεισμάτων μπορεί να έχουν μορφή συνεχή, διακεκομμένη, ή να έχουν τυχαία κατανομή. Σε όλες τις περιπτώσεις έχουν στρογγυλεμένα άκρα.

Σε ορισμένα μέταλλα, και κύρια σε αυτά που σχηματίζουν οξειδικές επιστρώσεις υψηλής θερμοκρασίας, υπάρχει η πιθανότητα δημιουργίας εγκλεισμάτων οξειδίου (oxide inclusions) στο μέταλλο συγκόλλησης. Η περίπτωση της συγκόλλησης αλουμινίου είναι χαρακτηριστική. Το οξείδιο του αλουμινίου δημιουργείται πολύ γρήγορα στην ατμόσφαιρα και μπορεί να παγιδευτεί πολύ εύκολα στο μέταλλο συγκόλλησης, αν δεν παρθούν οι κατάλληλες προφυλάξεις.

Τέλος στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται και τα εγκλείσματα βολφραμίου (tungsten inclusions), υπό μορφή σωματιδίων παγιδευμένων στο μέταλλο συγκόλλησης που έχει εναποτεθεί με συγκόλληση σε αδρανές αέριο με ηλεκτρόδιο βολφραμίου (gas tungsten arc welding, GTAW). Το σφάλμα αυτό συμβαίνει εάν το ηλεκτρόδιο βολφραμίου ακουμπήσει το τηγμένο μέταλλο συγκόλλησης, ή εάν το ρεύμα συγκόλλησης είναι υπερβολικά υψηλό, ώστε να προκαλέσει τήξη και μεταφορά σταγόνων βολφραμίου από το ηλεκτρόδιο στο τηγμένο μέταλλο συγκόλλησης.

4.3.1 Προέλευση και διόρθωση

Η σκουριά (slag), που δημιουργείται σε αρκετές μεθόδους συγκόλλησης και που είναι αποτέλεσμα χημικών αντιδράσεων, κανονικά επιπλέει στην επιφάνεια του τηγμένου μετάλλου συγκόλλησης λόγω χαμηλότερης ειδικής πυκνότητας της, καθώς και για ενεργειακούς λόγους. Υπάρχει, όμως μια σειρά παραγόντων που μπορεί να εμποδίσουν την επίπλευση της σκουριάς, με αποτέλεσμα την παγίδευση της. Τέτοιοι παράγοντες είναι το υψηλό ιξώδες του μετάλλου συγκόλλησης, πολύ γρήγορη στερεοποίηση του μετάλλου συγκόλλησης, υπερβολικά χαμηλή θερμοκρασία, λανθασμένος χειρισμός του ηλεκτροδίου, υποκοπή σε προηγούμενες στρώσεις, ακατάλληλη γεωμετρική διαμόρφωση των ακμών για συγκόλληση, κ.λ.π.

Γενικά, δηλαδή, παρατηρείται ότι η ύπαρξη εγκλεισμάτων σκουριάς προέρχεται από λανθασμένη εφαρμογή της μεθόδου συγκόλλησης. Τα κυριότερα από αυτά τα λάθη είναι :

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 22/27
	<u>18. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-18

- 1) Ατελής τεχνική χειρισμού του ηλεκτροδίου.
- 2) Η σκουριά να τρέχει μπροστά από τη συγκόλληση λόγω λανθασμένης τοποθέτησης του προϊόντος που συγκολλάται.
- 3) Ατελής αφαίρεση της σκουριάς από προηγούμενα στρώματα στην περίπτωση συγκόλλησης πολλαπλών στρώσεων.
- 4) Ακατάλληλο σχήμα ενδιάμεσης στρώσης σε συγκόλληση πολλαπλών στρώσεων.
- 5) Παρουσία καλαμίνας ή σκουριάς στο βασικό μέταλλο.
- 6) Χρήση ηλεκτροδίων με χαλαρή επένδυση.

Η αποφυγή των παραπάνω λαθών αποτελεί σημαντική εγγύηση και για την αποφυγή δημιουργίας εγκλεισμάτων σκουριάς.

4.3.2 Σημαντικότητα

Η επίδραση των στερεών εγκλεισμάτων στη συμπεριφορά των συγκολλητών κατασκευών είναι παρόμοια με εκείνη που αναφέρθηκε προηγούμενα για τους πόρους.

4.4 Ατελής Τήξη ή Διείσδυση (Incomplete fusion or penetration)

Η τέταρτη κατηγορία σφαλμάτων κατά I.I.W. περιλαμβάνει δυο πολύ σημαντικά και διαφορετικά σφάλματα, τα οποία δυστυχώς πολλές φορές συγχέονται μεταξύ τους. Με τον όρο ατελής τήξη (incomplete fusion) εννοείται η μη επίτευξη πλήρους τήξης του μετάλλου συγκόλλησης με το βασικό μέταλλο, ή των στρώσεων μετάλλου συγκόλλησης μεταξύ τους. Το σφάλμα αυτό μπορεί να συμβεί σε οποιοδήποτε σημείο της συγκόλλησης. Με άλλα λόγια, ατελής τήξη σημαίνει ότι το απόθεμα συγκόλλησης δεν γέμισε τελείως όλο τον χώρο μεταξύ των διαμορφωμένων ακμών, ή ότι υπάρχει κενό μεταξύ αποθεμάτων ή στρώσεων, ή ότι υπάρχει κενό στη ρίζα της συγκόλλησης.

Από την άλλη μεριά, ατελής διείσδυση (inadequate joint penetration) σημαίνει ότι η διείσδυση που επιτεύχθηκε είναι μικρότερη από την απαιτούμενη, και, επομένως, η συγκόλληση δεν είναι επαρκής για την προοριζόμενη εφαρμογή. Από καθαρά τεχνική σκοπιά, το σφάλμα αυτό μπορεί να συμβεί μόνο στην περίπτωση που η προδιαγραφή της συγκόλλησης απαιτεί διείσδυση του μετάλλου συγκόλλησης πέρα από την αρχική διαμόρφωση των ακμών των υπό συγκόλληση ελασμάτων. Όταν η συγκόλληση αποτύχει στο να διεισδύσει στην περιοχή της ένωσης, που για την τήξη της απαιτεί διείσδυση, τότε η περιοχή αυτή λέγεται ότι έχει ατελή διείσδυση.

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 23/27
	<u>18. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-18

4.4.1 Προέλευση και διόρθωση

Το σφάλμα της ατελούς τήξης, σχεδόν πάντα συμβαίνει σαν αποτέλεσμα λανθασμένης εφαρμογής των τεχνικών συγκόλλησης για δεδομένη γεωμετρία και μέθοδο συγκόλλησης. Τα σημαντικότερα από τα λάθη αυτά είναι :

- 1) Ανεπαρκής πρόσδοση θερμότητας λόγω χαμηλής έντασης ρεύματος, ή υψηλής ταχύτητας συγκόλλησης.
- 2) Λανθασμένη τοποθέτηση του ηλεκτροδίου.
- 3) Τρέξιμο τηγμένου μετάλλου μπροστά από τη συγκόλληση λόγω κακής τοποθέτησης των προς συγκόλληση κομματιών.
- 4) Υπερβολικά υψηλή αυτεπαγωγή στο ηλεκτρικό κύκλωμα κατά τη διάρκεια της μεταφοράς μετάλλου με βραχυκύκλωση στη μέθοδο συγκόλλησης με προστασία αερίου και μεταλλικό ηλεκτρόδιο (gas metal arc welding, GMAW).
- 5) Μη απομάκρυνση οξειδίων ή σκουριάς από τις όψεις της συγκόλλησης ή από προηγούμενες στρώσεις.
- 6) Λανθασμένος τύπος ή μέγεθος ηλεκτροδίου.
- 7) Ακατάλληλη διαμόρφωση ακμών.
- 8) Ανεπαρκής προστασία με αέριο.

Με την αποφυγή των παραπάνω λαθών ελαχιστοποιείται και η πιθανότητα της δημιουργίας ατελούς τήξης.

Και στην περίπτωση της ατελούς διείσδυσης, οι σημαντικότερες πηγές προέλευσης είναι η λανθασμένη τεχνική συγκόλλησης και η γεωμετρική διαμόρφωση των ακμών. Πιο συγκεκριμένα, τα κυριότερα λάθη που οδηγούν στο σφάλμα αυτό είναι :

- 1) Υπερβολικά παχιά όψη της ρίζας, ή ανεπαρκές άνοιγμα ρίζας.
- 2) Χρήση ακατάλληλης ακολουθίας συγκόλλησης.
- 3) Ανεπαρκής πρόσδοση θερμότητας λόγω χαμηλής έντασης ρεύματος, ή υψηλής ταχύτητας συγκόλλησης.
- 4) Μεγάλη διάμετρος ηλεκτροδίου.
- 5) Υπερβολικά υψηλή αυτεπαγωγή στο ηλεκτρικό κύκλωμα κατά τη διάρκεια της μεταφοράς μετάλλου με βραχυκύκλωση στη μέθοδο συγκόλλησης GMAW.
- 6) Μη ευθυγράμμιση στη συγκόλληση της δεύτερης πλευράς.

Πολλές από τις παραπάνω αιτίες μπορούν να διορθωθούν με τη χρήση μιας μεθόδου συγκόλλησης που εγγυάται μεγάλη διείσδυση.

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 24/27
	<u>18. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-18

4.4.2 Σημαντικότητα

Ο τρόπος με τον οποίο το σφάλμα της ατελούς τήξης επηρεάζει τη συμπεριφορά των συγκολλητών κατασκευών είναι σχεδόν ίδιος με εκείνο των πόρων και των στερεών εγκλεισμάτων.

Από την άλλη μεριά, το σφάλμα της ατελούς διείσδυσης είναι πολύ σημαντικότερο, γιατί οι περιοχές που δεν έχουν υποστεί διείσδυση, και κυρίως η ρίζα επιτρέπουν την ανάπτυξη συγκέντρωσης τάσεων που μπορούν να προκαλέσουν κατάρρευση. Το φαινόμενο αυτό είναι ιδιαίτερα επικίνδυνο στην περίπτωση που η συγκόλληση πρόκειται να καταπονηθεί με εναλλασσόμενα φορτία, γιατί έτσι μπορεί να προκληθεί ρωγμή που να οδηγήσει σε ταχεία κατάρρευση.

4.5 Ατελές Σχήμα ή Ανώμαλη Όψη Ραφής (Imperfect shape or unacceptable contour)

Στην πέμπτη κατηγορία σφαλμάτων συγκόλλησης κατά την I.I.W. περιλαμβάνεται μεγάλος αριθμός σφαλμάτων που έχουν σχέση με τη γεωμετρία της ραφής. Τα κυριότερα από τα σφάλματα αυτά περιγράφονται παρακάτω :

- 1) Υποκοπή (undercut), που είναι ένα από τα σημαντικότερα σφάλματα της κατηγορίας αυτής. Συνήθως συναντάται στη ρίζα ή το πρόσωπο της συγκόλλησης παράλληλα προς την ένωση του μετάλλου συγκόλλησης και του βασικού μετάλλου.
- 2) Υπερκάλυψη (overlap), παράλληλο προς τον άξονα της συγκόλλησης.
- 3) Ανεπαρκές γέμισμα (underfill), που ορίζεται σαν την εσοχή, στην όψη ή τη ρίζα της συγκόλλησης, που είναι χαμηλότερη από το επίπεδο του βασικού μετάλλου.
- 4) Υπερβολική ενίσχυση όψης (excessive reinforcement) που είναι το αντίθετο του προηγούμενου σφάλματος.
- 5) Ανεπαρκής διάσταση ραφής (insufficient leg).
- 6) Υπερβολική κυρτότητα όψης (excessive convexity).

4.5.1 Προέλευση και διόρθωση

Η υποκοπή προέρχεται κυρίως είτε από λανθασμένες τεχνικές συγκόλλησης, είτε από υπερβολικά υψηλή ένταση ρεύματος.

Για την υπερκάλυψη, οι βασικές πηγές προέλευσης είναι οι λανθασμένες τεχνικές συγκόλλησης, η λανθασμένη επιλογή των υλικών συγκόλλησης και η ακατάλληλη προετοιμασία του βασικού μετάλλου πριν τη συγκόλληση.

Το ανεπαρκές γέμισμα οφείλεται στο ότι ο συγκολλητής παρέλειψε να κάνει όλες τις στρώσεις, όπως απαιτούν οι προδιαγραφές. Συνήθως, το σφάλμα αυτό διορθώνεται με την προσθήκη μιας ή περισσότερων στρώσεων μετάλλου

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 25/27
	<u>18. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-18

συγκόλλησης.

Για τα υπόλοιπα σφάλματα της κατηγορίας αυτής αναφέρεται ότι προέρχονται από λανθασμένη εφαρμογή των προδιαγραφομένων συνθηκών συγκόλλησης (τάση, ένταση ρεύματος, ταχύτητα συγκόλλησης, τύπος ηλεκτροδίου, κ.λ.π.).

4.5.2 Σημαντικότητα

Τα σφάλματα της υποκοπής, της υπερκάλυψης και της υπερβολικής ενίσχυσης όψης δημιουργούν οξείς εγχοπές στην επιφάνεια των συγκολλήσεων. Αυτό σημαίνει ότι δημιουργούνται περιοχές υψηλής συγκέντρωσης τάσεων, με αποτέλεσμα την πιθανότητα έναρξης ρηγματώσεων που μπορούν να οδηγήσουν σε αστοχία της συγκόλλησης.

Το σφάλμα της ανεπαρκούς διάστασης ραφής σημαίνει ελάττωση της αντοχής της συγκόλλησης κι έτσι μπορεί να συμβεί αστοχία της κατασκευής.

4.6 Διάφορα Άλλα Σφάλματα

Η τελευταία κατηγορία σφαλμάτων συγκόλλησης κατά I.I.W. καταλαμβάνει τα σφάλματα εκείνα που δεν ανήκουν σε καμία από τις προηγούμενες. Τα κυριότερα από αυτά είναι :

- 1) Ανάματα τόξου (arc strikes), που συμβαίνουν όταν ο συγκολλητής ανάψει κατά λάθος το τόξο πάνω στο βασικό μέταλλο που γειτονεύει με το μέταλλο συγκόλλησης, με αποτέλεσμα την προσωρινή τήξη μικρού όγκου από το βασικό μέταλλο.
- 2) Υπερβολική εκτόξευση μετάλλου (excessive spatter), που συμβαίνει στην επιφάνεια του βασικού μετάλλου κοντά στη συγκόλληση.
- 3) Διάφορα διαστατικά σφάλματα , όπως ελαττωματική ευθυγράμμιση ελασμάτων (misalignment), λανθασμένη προετοιμασία ακμών (incorrect joint preparation), κ.λ.π.

4.6.1 Προέλευση και διόρθωση

Τα ανάματα τόξου γίνονται, όπως αναφέρθηκε και πριν, κατά λάθος. Για το λόγο αυτό, σε ορισμένες συγκολλήσεις τοποθετείται προστατευτικό κάλυμμα στην περιοχή γύρω από τη συγκόλληση.

Η υπερβολική εκτόξευση μετάλλου μπορεί να οφείλεται σε μαγνητικό φύσημα (arc blow), σε λανθασμένη επιλογή ηλεκτροδίου ή έντασης ρεύματος, ή σε υπερβολικά μεγάλο μήκος του τόξου συγκόλλησης. Μπορεί να διορθωθεί με χρήση εναλλασσόμενου ρεύματος, με ρύθμιση της έντασης ρεύματος στη σωστή τιμή για το χρησιμοποιούμενο ηλεκτρόδιο, κ.λ.π.

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 26/27
	<u>18. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-18

4.6.2 Σημαντικότητα

Τα ανάματα τόξου είναι ανεπίτρεπτα σε ορισμένες συγκολλητές κατασκευές, γιατί το τηγμένο βασικό μέταλλο μπορεί να υποστεί ρηγματώση από την ταχεία απόψυξη, ή γιατί μπορεί να δημιουργηθεί επιφανειακός πόρος στην περιοχή αυτή. Οι ασυνέχειες αυτές μπορούν, κάτω από κατάλληλες συνθήκες, να οδηγήσουν σε ρηγματώσεις μεγάλης έκτασης.

Η υπερβολική εκτόξευση μετάλλου μπορεί να μη θεωρηθεί ότι είναι σημαντικό σφάλμα, αποτελεί όμως ένδειξη λανθασμένης τεχνικής συγκόλλησης που, κατά πάσα πιθανότητα, κρύβει την ύπαρξη άλλων σημαντικότερων σφαλμάτων.

5. ΕΠΙΠΕΔΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ

5.1 Σκοπός

Να οριστούν τα επίπεδα ποιότητας συγκολλήσεων σε συνάρτηση με τα σφάλματα συγκολλήσεων που περιγράφονται παραπάνω.

Η παρούσα οδηγία εφαρμόζεται :

- Σε μη - κραματωμένους και κραματωμένους χάλυβες.
- Στις ακόλουθες μεθόδους συγκολλήσεων (ISO 4063) :
 - 1) Μέθοδος επενδεδυμένου ηλεκτροδίου χωρίς προστασία αερίου (SMAW).
 - 2) Μέθοδος βυθισμένου τόξου (SAW).
 - 3) Μέθοδος αναλίσκόμενου ηλεκτροδίου με προστασία αερίου (GMAW).
 - 4) Μέθοδος μη αναλίσκόμενου ηλεκτροδίου με προστασία αερίου (GTAW).
 - 5) Μέθοδος τόξου πλάσματος (PAW).
- Σε μεθόδους χειρός, μηχανοποιημένης και αυτόματης συγκόλλησης.
- Σε όλες τις θέσεις.
- Για περιοχή πάχους υλικών από 3 έως 63 mm.

Στην παρούσα οδηγία δεν καλύπτεται η μεταλλουργική ποιότητα του βασικού μετάλλου και του μετάλλου συγκόλλησης όπως το μέγεθος του κόκκου, η σκληρότητα κ.λ.π.

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 27/27
	<u>18. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001-18

5.2 Επίπεδα Ποιότητας

Τα επίπεδα ποιότητας των συγκολλήσεων δίνονται στον **Πίνακα 8** που ακολουθεί :

Σύμβολα Επιπέδων Ποιότητας	Επίπεδα Ποιότητας
D	Μέτριο
C	Μέσο
B	Αυστηρό

ΠΙΝΑΚΑΣ 8 : Επίπεδα ποιότητας συγκολλήσεων

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	27/3/2001

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 1/16
	<u>19. ΜΗ-ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ</u> <u>ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001 -19

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1 ΣΚΟΠΟΣ**
- 2 ΠΗΓΕΣ**
- 3 ΜΗ-ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ**
 - 3.1** Εισαγωγή
 - 3.2** Γενικά
 - 3.3** Μαγνητοσκοπικός έλεγχος
 - 3.3.1** Μέθοδος μαγνητισμού
 - 3.3.2** Τεχνικές μαγνητισμού
 - 3.3.3** Τύποι ελέγχου
 - 3.3.4** Μέσα ανίχνευσης
 - 3.4** Διεσδυτικά υγρά
 - 3.4.1** Τρόπος εφαρμογής των Δ.Υ.
 - 3.4.2** Ιδιότητες των Δ.Υ.
 - 3.4.3** Φάσεις εφαρμογής των Δ.Υ.
 - 3.5** Ο έλεγχος με υπέρηχους
 - 3.5.1** Οι υπέρηχοι ως κυματισμοί
 - 3.5.2** Μέθοδοι ελέγχου με υπέρηχους
 - 3.5.3** Η ευαισθησία της μεθόδου
 - 3.6** Ραδιογραφικός έλεγχος
 - 3.6.1** Μέθοδος ραδιογραφικού ελέγχου
 - 3.6.2** Ραδιογραφικός έλεγχος με ακτίνες Χ
 - 3.6.3** Ραδιογραφικός έλεγχος με ακτίνες γ
 - 3.6.4** Οι ραδιογραφικές ταινίες
 - 3.6.5** Ραδιογραφική ευαισθησία
 - 3.7** Συμπεράσματα
- 4 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ - ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΜΗ-ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ**
 - 4.1** Περίληψη
 - 4.2** Ακολουθητέα μέθοδος ελέγχου
 - 4.3** Εφαρμογή της κατάλληλης τεχνικής
 - 4.4** Ποσοστό και χρόνος διεξαγωγής του ελέγχου
 - 4.5** Αποδοχή συγκόλλησης
 - 4.6** Επάρκεια ελεγκτή

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 2/16
	<u>19. ΜΗ-ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ</u> <u>ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001 -19

1. ΣΚΟΠΟΣ

Να αναφερθούν οι μέθοδοι Μη-Καταστρεπτικού Ελέγχου που μπορούν να εφαρμοστούν στο Εργαστήριο Συγκολλήσεων καθώς και οι κανονισμοί του και οι εφαρμογές του στις διάφορες συγκολλήσεις.

2. ΠΗΓΕΣ

- ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ (ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ), Βασ. Παπάζογλου και Γ. Παπαδημητρίου Καθηγητών Ε.Μ.Π.
- ΝΑΥΠΗΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ (ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ), Βασ. Παπάζογλου Καθηγητή Ε.Μ.Π.
- Ο Μη-Καταστρεπτικός Έλεγχος, άρθρο του Γρηγόρη Φαμπρή Διπλ. Μηχανολόγου Μηχανικού.
- Κανονισμοί - Εφαρμογές του Μη-Καταστρεπτικού Ελέγχου των Συγκολλήσεων, άρθρο του Λεονάρδου Χατζηανδρέου Πυρηνικού Φυσικού.

3. ΜΗ-ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

3.1 Εισαγωγή

Πρέπει να είναι εξ αρχής γνωστό ότι το θέμα του Μη-Καταστρεπτικού ελέγχου [ΜΚΕ] (Non Destructive Examination [NDE]) δε μπορεί να είναι ξέχωρο από το γενικότερο εκείνου του ελέγχου ποιότητας. Γι' αυτό η καθαρά τεχνολογική γνώση του πρώτου ξεκομμένη από τις έννοιες και τις αρχές που κυβερνούν το δεύτερο θα ήταν τουλάχιστον ατελής.

Συνοπτικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι ο έλεγχος ποιότητας γενικά και ο Μη Καταστρεπτικός ειδικά συντείνουν στη δημιουργία και έλεγχο της εγγύησης ποιότητας (Q.A.).

3.2 Γενικά

Είναι όλες οι μέθοδοι που χρησιμοποιώντας μέσα (κυρίως φυσικά) δίνουν τη δυνατότητα να διερευνηθεί η ακεραιότητα, η φύση ή σύνθεση των υλικών ή κατασκευασμάτων και τα αποτελέσματα μερικών κατεργασιών χωρίς να μεταβάλουν ή καταστρέψουν τη φυσική τους κατάσταση.

Τα πιο κοινά μέσα ανίχνευσης στις Μεθόδους Μη Καταστρεπτικού Ελέγχου είναι :

ΣΥΝΤΑΞΗ Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	ΕΓΚΡΙΣΗ Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	ΕΚΔΟΣΗ 1	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ 0	ΗΜ/ΝΙΑ
---------------------------------	---------------------------------	--------------------	------------------------	---------------

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 3/16
	<u>19. ΜΗ-ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ</u> <u>ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001 -19

- Τα μαγνητικά και ηλεκτρομαγνητικά πεδία (Μ. Τ.)
- Τα δεισδυτικά υγρά (Ρ.Τ.)
- Οι υπέρηχοι (U.T.)
- Οι ακτίνες Χ ή γ (R.T.)
- Τα παρασιτικά ρεύματα (E.T.)
- Η Θερμοκρασία κ.λ.π.

Από αυτές η πρώτη χρησιμοποιηθείσα μέθοδος ήταν η ραδιογραφική, τελευταία η θερμογραφία.

Στην Ευρώπη η διάδοση των N.D.T. στη δεκαετία του '50 υπήρξε εκπληκτική. Αυτό οφείλεται στο ότι ήταν απαραίτητο να γνωρίζουμε εκ των προτέρων την ποιότητα και ανθεκτικότητα των προϊόντων υψηλής τεχνολογίας και τις ανάγκες ασφαλείας στις εγκαταστάσεις.

Εδώ θα πρέπει να υπενθυμίσουμε ότι ο έλεγχος ποιότητας δεν είναι μόνο απλή ενέργεια ή εκτέλεση των δοκιμών αλλά είναι κυρίως ταξινόμηση των αποτελεσμάτων και διαγνωστική επανεξέταση των ιδίων, είναι επίσης πληροφοριακή και συμβουλευτική ενέργεια για τη διάρθρωση των ενδεχομένων βλαβών.

Τέλος, ας ξαναθυμηθούμε ότι τόσο ο έλεγχος ποιότητας όσο και ο Μη Καταστρεπτικός είναι μέρη του γενικότερου συστήματος της Εγγύησης Ποιότητας (Ο.Α.). Ο Μη Καταστρεπτικός έλεγχος συγκεκριμένα πρέπει να παρέχει στο σύστημα δύο βασικές εξυπηρετήσεις :

A) Την εκτέλεση των δοκιμών, απ' ευθείας συνδεδεμένων με την παραγωγή ή τον έλεγχο και την παροχή των αποτελεσμάτων των ιδίων με τον πιο σίγουρο και εκτενή δυνατό τρόπο.

B) Την παροχή συμβουλευτικών προσανατολισμών σχετικά με :

- τα όρια της ιδιαιτέρας Μη Καταστρεπτικής μεθόδου.
- την καλύτερευση αυτής της μεθόδου και της εφαρμοζόμενης τεχνολογίας.
- τον προκαθορισμένο standard ποιότητας των προϊόντων ή της παραγωγής.
- τη σκοπιμότητα των δοκιμών.

Ας εξετάσουμε τώρα μία προς μία τις Μη Καταστρεπτικές Μεθόδους.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 4/16
	<u>19. ΜΗ-ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ</u> <u>ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001 -19

3.3 Μαγνητοσκοπικός Έλεγχος

3.3.1 Μέθοδος μαγνητισμού

Ο Μαγνητοσκοπικός Έλεγχος συνίσταται στην δημιουργία ενός μαγνητικού πεδίου στο υπό έλεγχο μέταλλο. Ως εκ τούτου είναι δυνατός μόνο στα μαγνητιζόμενα

μέταλλα και για ελαττώματα επιφανείας αμέσως κάτω από την επιφάνεια (2-3 mm), τουλάχιστον στους παραδοσιακούς τρόπους εφαρμογής του.

Πράγματι υπάρχουν σύγχρονοι τρόποι εφαρμογής, συνήθως αυτόματοι, που επιτρέπουν τον έλεγχο 10-15 mm βάθος από την επιφάνεια.

Ο μαγνητοσκοπικός έλεγχος είναι δυνατός γιατί στο σημείο ασυνέχειας του υλικού οι γραμμές της μαγνητικής ροής υφίστανται μια παρέκκλιση. Κατά κάποιο τρόπο, θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι γραμμές της μαγνητικής ροής ξεπερνούν το " εμπόδιο " υπερπηδώντας το, γι' αυτό δημιουργούν στο σημείο εξόδου και επανεισόδου, βάσει της αρχής κατανομής του μαγνητισμού, ένα μαγνητικό δίπολο (N-S). Το μαγνητικό αυτό δίπολο είναι σε θέση, φυσικά, να έλξει ενδεχομένως μαγνητικές σκόνες που βρίσκονται στο σημείο αυτό.

Η δύναμη έλξης του μαγνητικού δίπολου εξαρτάται από την ποσότητα της εξερχόμενης μαγνητικής ροής και αυτή αντίστοιχα από :

- την ένταση της ίδιας της ροής
- το μέγεθος και τη μορφή της βλάβης
- τον προσανατολισμό της βλάβης (αυτές που εντοπίζονται ευκολότερα είναι οι κάθετες προς τη ροή)
- τη φύση της βλάβης
- την απόσταση της βλάβης από την ελεγχόμενη επιφάνεια.

Το μέσο που πιο συχνά χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό των βλαβών είναι οι μαγνητικές σκόνες. Αυτές αποτελούνται βασικά από οξειδία σιδήρου κατάλληλα κατεργασμένα και χρωματισμένα.

Το μέγεθος, η μορφή και το χρώμα των κοκκιδίων της μαγνητικής σκόνης επιδρούν, όπως θα δούμε, σημαντικά, στην ευαισθησία της μεθόδου.

Ως προς αυτό, θα μπορούσαμε να ορίσουμε την ευαισθησία κατά τον εξής τρόπο:

Θεωρείται **ευαισθησία** μιας οποιασδήποτε Μη Καταστρεπτικής Μεθόδου η μεγαλύτερη ή μικρότερη δυνατότητα ανακάλυψης βλαβών μικρού μεγέθους.

Σχετικά με την επίδραση του μεγέθους, της μορφής και του χρώματος των κοκκιδίων στην ευαισθησία της μαγνητικής μεθόδου ας θυμηθούμε ότι όσο πιο μεγάλα είναι τα κοκκίδια τόσο πιο ισχυρό πρέπει να είναι το δίπολο για να μπορέσει να τα έλξει, γι αυτό, και επειδή οι μικρές βλάβες δίνουν αδύνατα δίπολα, είναι χρήσιμο τα κοκκίδια να μην υπερβαίνουν σε διάμετρο τα 150 μm.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 5/16
	19. ΜΗ-ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	Ο.Ε. 2001 -19

Πάνω σ' αυτό ας υπογραμμισθεί ότι στη στεγνή μέθοδο (μέσο αιώρησης της σκόνης ο αέρας) το μέγεθος μπορεί να πάει από τα 15 έως τα 300 μm ενώ στις υγρές (μέσο αιώρησης ένα υγρό) είναι πολύ μικρότερο, από 1 έως 30 μm.

Σχετικά με το σχήμα, θα πρέπει να τονιστεί ότι τα οβάλ κοκκίδια διατάσσονται καλύτερα και ευκολότερα κατά μήκος των γραμμών ροής από τα σφαιρικά σε σχέση με τα οποία έχουν όμως μικρότερη ευκινησία.

Τέλος, για το χρώμα των κοκκιδίων πρέπει να πούμε ότι από αυτό εξαρτάται η χρωματική αντίθεση (contrast) μεταξύ σκόνης και εξεταζόμενης επιφάνειας. Ως προς αυτό είναι ευνόητο ότι τη μεγαλύτερη αντίθεση την έχουμε με τις φθορίζουσες σκόνες.

Πράγματι σ' αυτή την περίπτωση η αντίθεση είναι φως - σκοτάδι. Ποσοτικά η αντίθεση φως - σκοτάδι είναι κατά δέκα φορές μεγαλύτερη της χρωματικής.

Για όλους τους παραπάνω λόγους τα χρησιμοποιούμενα κοκκίδια στη στεγνή μέθοδο είναι ένα κράμα, οβάλ και σφαιρικών, μεγάλων και μικρών (μέση διάμετρος 150 μm) καταλλήλου χρώματος.

Οι βασικές μέθοδοι μαγνητισμού είναι δύο :

- 1) Με απευθείας εισδοχή του μαγνητικού πεδίου.
- 2) Με απευθείας εισδοχή του ηλεκτρικού ρεύματος.

3.3.2 Τεχνικές μαγνητισμού

Υπάρχουν οι ακόλουθες τεχνικές μαγνητισμού :

- Μέθοδος με ηλεκτρόδια.
- Μέθοδος με ηλεκτρομαγνήτη.
- Μέθοδος με απευθείας ηλεκτρική επαφή (το ρεύμα διαπερνά ολόκληρο το υπό έλεγχο αντικείμενο).
- Μέθοδος των δύο περιελίξεων.

3.3.3 Τύποι ελέγχου

A) Με απευθείας μαγνητισμό (συνεχής μέθοδος).

Η διανομή της σκόνης γίνεται ταυτόχρονα με το μαγνητισμό.

B) Με τον απομένοντα μαγνητισμό (μη συνεχής μέθοδος).

Η σκόνη διανέμεται μετά από τον μαγνητισμό

3.3.4 Μέσα ανίχνευσης

Τα μέσα ανίχνευσης είναι οι ουσίες ή οι συσκευές μέσω των οποίων εντοπίζεται η απόκλιση της μαγνητικής ροής. Αυτά, όπως ξέρουμε, είναι κυρίως οι μαγνητικές σκόνες, χρωματισμένες ή φθορίζουσες σε ξηρή ή υγρή αιώρηση και οι ειδικές προς αυτό συσκευές που χρησιμοποιούν σαν όργανα ανίχνευσης τα πλακίδια Hall ή τις περιελίξεις επαγωγής.

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 6/16
	<u>19. ΜΗ-ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ</u> <u>ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001 -19

Σχετικά με τις περιελίξεις επαγωγής πρέπει να θυμηθούμε ότι η εξέλιξη τόσο αυτών όσο και των σχετικών συσκευών επέτρεψαν ευαισθησίες και ταχύτητες ελέγχου που προηγούμενα ήταν ασύλληπτες.

3.4 Διεισδυτικά Υγρά

3.4.1 Τρόπος εφαρμογής των Δ.Υ.

Η μέθοδος ελέγχου με διεισδυτικά υγρά είναι μια Μη- Καταστρεπτική μέθοδος που επιτρέπει την εξερεύνηση και τον εντοπισμό των επιφανειακών βλαβών στα μη πορώδη υλικά.

Μετά από προσεκτικό καθαρισμό της εξεταζόμενης επιφάνειας διανέμεται σε αυτή το υγρό και του δίνεται ο χρόνος να διεισδύσει. Μετά από τη διείδυση καθαρίζεται και πάλι η επιφάνεια από τα πλεονάσματα του Δ.Υ. και διανέμεται ένα απορροφητικό μέσο (σε μορφή spray ή υγρή διάλυση).

Η παρατήρηση των σχηματιζόμενων σημείων αρχίζει αμέσως μετά την εφαρμογή της απορροφητικής ουσίας. Η επιτυχία και ευαισθησία της μεθόδου συνδέεται με τη δυνατότητα εντοπισμού της βλάβης.

3.4.2 Ιδιότητες των Δ.Υ.

Μια από τις σημαντικότερες ιδιότητες των διεισδυτικών υγρών είναι η " διαβρεχτικότητα " τους. Αυτή εξαρτάται από :

- την καθαριότητα της εξεταζόμενης επιφάνειας
- το σχήμα της βλάβης
- τις διαστάσεις της βλάβης
- την επιφανειακή τάση του Δ.Υ.

Είναι αυτονόητο ότι όσο πιο χαμηλή είναι η διαβρεχτική ικανότητα των Δ.Υ. τόσο πιο χαμηλή είναι η ευαισθησία της μεθόδου.

3.4.3 Φάσεις εφαρμογής της μεθόδου των Δ.Υ.

Οι φάσεις εφαρμογής της μεθόδου των Δ.Υ. εξαρτώνται από τον τύπο του Δ.Υ. και είναι οι ακόλουθες :

- Προετοιμασία της επιφάνειας.
- Εφαρμογή του Δ.Υ.
- Αναμονή για τη διείδυση του υγρού.
- Πλύσιμο (με ή χωρίς την εφαρμογή γαλακτοποιού).
- Εφαρμογή της απορροφητικής ουσίας (αποτύπωση)
- Παρατήρηση των σημείων και εκτίμηση τους.
- Τελικός καθαρισμός.

ΣΥΝΤΑΞΗ Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	ΕΓΚΡΙΣΗ Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	ΕΚΔΟΣΗ 1	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ 0	ΗΜ/ΝΙΑ
---------------------------------	---------------------------------	--------------------	------------------------	---------------

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 7/16
	<u>19. ΜΗ-ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ</u> <u>ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001 -19

3.5 Ο Έλεγχος με Υπέρηχους

3.5.1 Οι υπέρηχοι ως κυματισμοί

Οι υπέρηχοι είναι ελαστικοί κυματισμοί όπως και οι ακουστικοί, μόνο που η συχνότητα τους είναι μεγαλύτερη από αυτή που οι ανθρώπινες ακουστικές αισθήσεις μπορούν να συλλάβουν (16.000 Hz).

Οι συχνότητες που χρησιμοποιούνται στο βιομηχανικό υπερηχητικό έλεγχο πάνε από 0,5 MHz έως 5 MHz.

Θα δούμε αργότερα τη σημασία της κατάλληλης, ως προς την ευαισθησία του ελέγχου, εκλογής της συχνότητας.

Προς το παρόν πρέπει να πούμε ότι οι υπέρηχοι μεταδίδονται στα διάφορα υλικά (εκτός από το ελαστικό και τα πορώδη) με καθορισμένη ταχύτητα η οποία εξαρτάται τόσο από το συγκεκριμένο μέσο όσο και από τον τύπο κυματισμού και αντανακλώνεται όταν συναντήσουν στο υλικό που μεταδίδονται εμπόδια διαφορετικών ακουστικών ιδιοτήτων.

Η διαφορά ταχύτητας από το ένα μέσο στο άλλο οφείλεται στο ότι οι ελαστικές δια-διατομικές δυνάμεις είναι διαφορετικές στα διάφορα υλικά και στις διάφορες μέσα σ' αυτά κατευθύνσεις, π.χ. στους χάλυβες οι διαμήκεις κυματισμοί μεταδίδονται με ταχύτητα 5850 m / sec και οι εγκάρσιοι με 3200 m / sec (περίπου).

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι στα διάφορα υλικά μπορούν να εφαρμοστούν διάφοροι τύποι παλμών.

Πράγματι σ' όλα σχεδόν τα μέταλλα μπορούμε να έχουμε :

- διαμήκεις κυματισμούς
- εγκάρσιους κυματισμούς
- επιφανειακούς κυματισμούς
- κυματισμούς του Lamb κ.λ.π.

Στα υγρά και τα αεριώδη όμως έχουμε, από τη στιγμή που αυτά μπορούν να μεταδώσουν μόνο δυνάμεις τάσεως (+ ή -), διαμήκεις κυματισμούς.

3.5.2 Μέθοδοι ελέγχου με υπέρηχους

Δύο είναι οι βασικοί μέθοδοι ελέγχου με υπέρηχους :

- Η Αντανεκλαστική.
- Η Διαφανείας.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 8/16
	<u>19. ΜΗ-ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ</u> <u>ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001 -19

3.5.3 Η ευαισθησία της μεθόδου

Αποδεικνύεται αναλυτικά και έχει παρατηρηθεί πρακτικά ότι η ευαισθησία είναι τόσο μεγαλύτερη όσο μικρότερο είναι το μήκος κύματος των υπερήχων. Αυτό σημαίνει ότι για να αυξήσουμε την ευαισθησία πρέπει να υιοθετήσουμε μεγαλύτερες συχνότητες π.χ. περνώντας από τα 2 MHz στα 4 MHz.

Σχετικά με την ευαισθησία και τον εντοπισμό της βλάβης, θα πρέπει να κάνουμε τις πιο κάτω τελικές παρατηρήσεις.

Ο εντοπισμός μιας βλάβης εξαρτάται :

- 1) Από το μέγεθος της, γιατί από αυτό εξαρτάται η ποσότητα της αντανακλαστικής ενέργειας.
- 2) Από την απόσταση της βλάβης από τον πομποδέκτη, γιατί από αυτήν εξαρτώνται οι ολικές απώλειες.
- 3) Από το μέγεθος των κρυσταλλικών κοκκιδίων, γιατί από αυτό εξαρτώνται και οι ειδικές απώλειες.
- 4) Από την κλίση της επιφάνειας της βλάβης ως προς τον άξονα της δέσμης (η ιδανική κλίση είναι 90°), γιατί και από αυτήν εξαρτάται η αντανακλαζόμενη ποσότητα υπερήχων.
- 5) Από τη σύσταση της βλάβης, γιατί η σταθερή αντανακλαστικότητα εξαρτάται, εκτός από τα άλλα και από τη σχέση z_1/z_2 (z_1 & z_2 είναι οι ακουστικές φαινόμενες αντιστάσεις του εξεταζόμενου υλικού και του υλικού της βλάβης).

Από τον προηγούμενο έλεγχο λείπουν όλες εκείνες οι φυσικοηλεκτρικές συνθήκες σχετικές προς το σύστημα πομποδέκτης - καλώδιο - συσκευή.

Σχετικά με αυτό η ιδανική απόδοση του συστήματος εξαρτάται από τον ακριβή εντοπισμό των συνθηκών συντονισμού που ταυτίζονται με τον ακριβή εντοπισμό της σύνθετης αντίστασης του κυκλώματος (πομποδέκτης - καλώδιο - συσκευή).

Όσον αφορά τον χαρακτηρισμό της βλάβης αυτός στον παραδοσιακό έλεγχο είναι σχεδόν αδύνατος. Οι πληροφορίες δηλαδή που έχουμε από τα ηλεκτρικά σήματα (στην αναπαράσταση A) είναι του τύπου ΝΑΙ - ΟΧΙ. Μόνο προσωπικό ειδικευμένο και σε συγκεκριμένα προϊόντα μπορεί να εκφέρει σχετική γνώμη.

Παρ' όλα αυτά, τα τελευταία χρόνια αναπτύχθηκαν μέθοδοι όπως οι αναπαραστάσεις B, C, P και η ακουστική ολογραφία από τις οποίες έχουμε πολύ περισσότερες πληροφορίες ως προς το μέγεθος και τη μορφή της βλάβης.

Αλλά η μέθοδος που τελικά έχει αρχίσει να δίνει απάντηση στο ερώτημα " τι είδους βλάβη είναι ; ποιας μορφής και μεγέθους ; " είναι η ανάλυση μέσω κομπιούτερ του ηλεκτρικού σημείου της βλάβης. Ο συλλογισμός πάνω στον οποίο στηρίζεται η μέθοδος είναι ο εξής :

Το ηλεκτρικό σήμα της βλάβης είναι (τουλάχιστον) η συνισταμένη των συνεισφορών :

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 9/16
	<u>19. ΜΗ-ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ</u> <u>ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001 -19

- του πομποδέκτη
- του υλικού
- της βλάβης (φύση, μορφή, μέγεθος).

Για αυτό, αν αφαιρέσουμε τη συνεισφορά του πομποδέκτη και του υλικού μένουν τα στοιχεία της βλάβης.

3.6 Ραδιογραφικός Έλεγχος

3.6.1 Μέθοδος ραδιογραφικού ελέγχου

Ο ραδιογραφικός έλεγχος είναι από χρόνια τώρα ο πιο διαδεδομένος Μη Καταστρεπτικός Έλεγχος για την εξέταση του εσωτερικού των συγκολλήσεων.

Ο έλεγχος αυτός γίνεται με ακτίνες X ή γ που παράγονται από ειδικές ραδιογενείς συσκευές ή ραδιενεργά ισότοπα όπως το Ir192, το Co60, το Cs 137 κ.λ.π. Οι ακτίνες που χρησιμοποιούνται στο ραδιογραφικό έλεγχο είναι της ίδιας φύσεως των φωτεινών εκκίσεων, μικρότερου όμως μήκους κύματος και μεγαλύτερης ενέργειας.

Οι ακτίνες αυτές από την ιδιότητα που έχουν να ιονίζουν τα άτομα των αερίων που διασχίζουν λέγονται ιονίζουσες ακτίνες.

Το μήκος κύματος των ακτινών είναι αντιστρόφως ανάλογο προς την ενέργειά τους :

$$\lambda = h.c / W = c.h / eV$$

όπου :

- λ = μήκος κύματος
- h = σταθερά του Plank
- c = ταχύτητα φωτός
- W = ενέργεια φωτονίου
- eV = ηλεκτρονιοβόλτ ενέργειας

Από την παραπάνω σχέση είναι δυνατόν, στην περίπτωση των ραδιογενών συσκευών, να έχουμε το μήκος κύματος λ_0 που χαρακτηρίζει τις ακτίνες του συνεχούς φάσματος με τη μεγαλύτερη ενέργεια και τη μεγαλύτερη διείσδυση.

Αλλά ας ξαναγυρίσουμε στις αρχές που διέπουν το ραδιογραφικό έλεγχο. Ο έλεγχος αυτός είναι δυνατός από την στιγμή που οι ιονίζουσες ακτίνες μπορούν να διαπεράσουν, βάσει της ενέργειάς τους και τα μη διαφανή σώματα στο κοινό.

3.6.2 Ραδιογραφικός Έλεγχος με ακτίνες X

Ας υποθέσουμε π.χ. ότι έχουμε προς εξέταση ένα έλασμα που περιλαμβάνει μια βλάβη κενού. Αν δεν υπήρχε βλάβη η εξερχόμενη ακτινοβολία I_e θα ήταν ομοιόμορφη σ' όλη την κατανομή της. Σ' αυτήν την περίπτωση όμως και στο σημείο ακριβώς της βλάβης η εξερχόμενη ένταση I'_e θα είναι μεγαλύτερη της I_e ($I'_e > I_e$).

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 10/16
	<u>19. ΜΗ-ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ</u> <u>ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001 -19

Γι' αυτό, αν στην επιφάνεια εξόδου τοποθετηθεί μία ραδιογραφική ταινία, αυτή στο σημείο ακριβώς εξόδου της I_e θα είναι μια πιο σκοτεινή από τα σημεία που υπέστησαν την ακτινοβολία με ένταση I_e .

Τα ελαττώματα έχουν λοιπόν σαν αποτέλεσμα να καθιστούν μη ομοιόμορφη την κατανομή της έντασης της εξερχόμενης ακτινοβολίας και η ραδιογραφική ταινία έχει προορισμό να καταστήσει εμφανείς αυτές τις ανομοιομορφίες, μέσω διαφορετικών βαθμών μαυρίσματος.

Περילהπτικά μπορούμε να πούμε τα εξής :

- Κάθε κενό μεταφράζεται σε μια μαύρη σκιά.
- Κάθε αύξηση του πάχους μεταφράζεται σε μια άσπρη σκιά.

Τα κύρια χαρακτηριστικά των ραδιογενών συσκευών είναι τα εξής :

- Η μέγιστη ανοδική τάση (200, 300, 400 KV).
- Το μέγιστο ανοδικό ρεύμα (5 - 10 mA, 20 - 25 mA).
- Το μέγεθος του στίγματος εστίας (2x2 mm στα 200 KV - 5 mA).
- Το βάρος (π.χ. για μια συσκευή των 200 KV -5 mA είναι 35 - 70 Kg).
- Ο τύπος (μονομπλόκ ή με τους μετασχηματιστές ξεχωριστά).
- Ο τύπος του (κύματος) ρεύματος (ευθυγραμμισμένο, παλλόμενο, κ.λ.π.).
- Η σχέση διακοπής (δηλαδή η εναλλαγή παύσης σε σχέση με το χρόνο λειτουργίας πέρασμα του ρεύματος). π.χ. διακοπή 50 % σημαίνει ότι επί 5' περνά το ρεύμα και 5' όχι.
- Η ανάγκη δικτύου ψύξεως της συσκευής με νερό.

3.6.3 Ραδιογραφικός έλεγχος με ακτίνες γ

Πρακτικά η τεχνική του ελέγχου με ακτίνες γ δε διαφέρει από τον έλεγχο με ακτίνες X.

Όπως ήδη αναφέρθηκε οι ακτίνες γ παράγονται από τεχνητά ραδιοϊσότοπα τα πιο χρησιμοποιούμενα από τα οποία είναι το Ir192 το Co60 και το Cs137. Συγκεκριμένα το Ir192 και το Co60 επιτυγχάνονται βομβαρδίζοντας με ροή νετρονίων το Ir191 και το Co59.

Το Cs137 παράγεται από κατεργασία των ατομικών σταχτών του ουρανίου στους ατομικούς συσσωρευτές.

3.6.4 Οι ραδιογραφικές ταινίες

Μια ραδιογραφική ταινία είναι ένα πλαστικό φύλλο καλυμμένο και στις δυο όψεις του με άλατα αργύρου, ευαίσθητα τόσο στο κοινό φως όσο και στις ακτίνες X ή γ .

Μια ταινία που έχει εκτεθεί σε μια ένταση π.χ. I επί χρόνο t παρουσιάζεται μετά την εμφάνιση περισσότερο ή λιγότερο σκοτεινή σε σχέση με τις τιμές του $I \times t$.

Η καμπύλη που εκφράζει αυτή τη σχέση λέγεται "ευαισθητομετρική καμπύλη".

ΣΥΝΤΑΞΗ Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	ΕΓΚΡΙΣΗ Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	ΕΚΔΟΣΗ 1	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ 0	ΗΜ/ΝΙΑ
---------------------------------	---------------------------------	--------------------	------------------------	---------------

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 11/16
	<u>19. ΜΗ-ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ</u> <u>ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001 -19

3.6.5 Ραδιογραφική ευαισθησία

Συνήθως η ευαισθησία ραδιογραφίας, που στην πραγματικότητα είναι η συνισταμένη πολλών παραγόντων, εκτιμάται μέσω των " δεικτών ποιότητας εικόνας " (I.Q.I.)

Οι διάφοροι κανονισμοί, ASME, DIN, ENOR, προτείνουν διάφορα είδη I.Q.I. Όλοι όμως βασίζονται στα ίδια κριτήρια : " Η βαθμολόγηση της ευαισθησίας γίνεται με τεχνητές προκαθορισμένες ασυνέχειες πάχους ".

Η ελάχιστη ποσοστιαία (%) εκτιμώμενη διαφορά πάχους αντιπροσωπεύει, τουλάχιστον όσον αφορά στην αντίθεση (contrast) και στον ορισμό (definition) τη ραδιογραφική ευαισθησία.

Στην Ευρώπη το περισσότερο χρησιμοποιούμενο I.Q.I. είναι των κανονισμών DIN που αποτελείται από μια σειρά συρμάτων προκαθορισμένων διαμέτρων και του ίδιου με τη ραφή υλικού.

3.7 Συμπεράσματα

Δεν είναι δυνατό σε αυτές τις σύντομες σημειώσεις να αναπτυχθούν εκτενώς όλα τα θέματα σχετικά με το " Μη Καταστρεπτικό Έλεγχο ".

Τελειώνοντας, υπενθυμίζουμε μόνο ότι ο έλεγχος των συγκολλήσεων δεν μπορεί να περιορισθεί στο Μη Καταστρεπτικό.

Πράγματι τρεις είναι οι κύριες φάσεις του :

- 1) Έλεγχος πριν από την συγκόλληση.
Συνίσταται στην κριτική ανάλυση της μελέτης.
- 2) Έλεγχος κατά τη συγκόλληση.
Αυτός στην ουσία συνίσταται στην παροχή της " υποστήριξης " κατά την κατασκευή.
- 3) Έλεγχος μετά από τη συγκόλληση.
Οπτικός για τις εξωτερικές βλάβες και ανωμαλίες.
Μη Καταστρεπτικός για τις εσωτερικές.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 12/16
	<u>19. ΜΗ-ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ</u> <u>ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001 -19

4. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ - ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΜΗ-ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ

4.1 Περίληψη

Οι τεχνικοί κανονισμοί, που αναφέρονται στο Μη Καταστρεπτικό Έλεγχο των συγκολλήσεων, περιέχουν υποδείξεις σχετικά με :

- Την ακολουθητέα μέθοδο ελέγχου.
- Την εφαρμογή της κατάλληλης σε κάθε περίπτωση τεχνικής.
- Το ποσοστό και το χρόνο διεξαγωγής του ελέγχου.
- Τα κριτήρια αποδοχής των συγκολλήσεων.
- Τα προσόντα των ατόμων που θα διεξάγουν τον έλεγχο.

4.2 Ακολουθητέα Μέθοδος Ελέγχου

Η ύπαρξη διαφόρων μεθόδων Μη Καταστρεπτικού ελέγχου των συγκολλήσεων οφείλεται στο γεγονός ότι δεν υπάρχει μέθοδος ικανή μόνη της να δώσει λύση στο πρόβλημα. για διάφορους λόγους.

Ένας λόγος είναι ότι κάθε μέθοδος παρουσιάζει εκλεκτική ευαισθησία στην ανίχνευση των διαφόρων ειδών σφαλμάτων που συναντιούνται στις συγκολλήσεις. Έτσι π.χ. η μέθοδος της ραδιογραφίας μειονεκτεί της μεθόδου των υπέρηχων στην ανίχνευση ρηγματών, σφάλματος αποφασιστικής σημασίας για την αντοχή της συγκολλήσεως.

Άλλος λόγος είναι η αδυναμία εφαρμογής μιας μεθόδου στην πράξη, όπως π.χ. η ραδιογράφιση συγκολλήσεως όταν η μια μόνο πλευρά της είναι προσιτή.

Επίσης, όταν το πάχος των συγκολληθέντων ελασμάτων είναι πολύ μικρό, δε συνιστάται η χρησιμοποίηση υπέρηχων λόγω μειωμένης διαγνωστικής ικανότητας της μεθόδου στην περίπτωση αυτή.

Η μορφή της συγκολλήσεως, εξάλλου, μπορεί επίσης να επηρεάσει τις διαγνωστικές ικανότητες μιας μεθόδου, όπως συμβαίνει με τη ραδιογράφιση συγκολλήσεων μορφής T.

Για πολλούς λοιπόν λόγους, ορισμένοι από τους οποίους ενδεικτικά αναφέρθηκαν, η έκφραση ότι, η « τάδε μέθοδος είναι πλεονεκτική έναντι της δείνα » δεν είναι επιτυχής, εκτός αν αναφέρεται σε συγκεκριμένη περίπτωση ελέγχου. Δεν τίθεται, κατά συνέπεια, θέμα ανταγωνισμού των διαφόρων μεθόδων. Αντίθετα σε αρκετές περιπτώσεις και μάλιστα όταν οι καταπονήσεις είναι υψηλές, επιζητείται από τους κανονισμούς η εφαρμογή δύο ή και τριών μεθόδων προς έλεγχο της ίδιας συγκολλήσεως π.χ. σφαιρικές δεξαμενές (ραδιογραφία - υπέρηχοι), συγκολλήσεις μεγάλου πάχους (μαγνητική μέθοδος, ραδιογραφία ή υπέρηχοι).

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 13/16
	19. ΜΗ-ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	Ο.Ε. 2001 -19

4.3 Εφαρμογή της Κατάλληλης Τεχνικής

Κάθε μέθοδος ελέγχου μπορεί να εφαρμοστεί στην πράξη με διάφορες τεχνικές. Αν πάρουμε σαν παράδειγμα την « κλασική » μέθοδο της ραδιογραφίας, μπορούμε την ίδια συγκόλληση να τη ραδιογραφήσουμε με διάφορες τεχνικές και να πάρουμε ραδιογραφήματα με διαφορετική ευκρίνεια. Δηλαδή το πλήθος και η ακρίβεια των πληροφοριών που παίρνουμε από το ραδιογράφημα εξαρτάται από τη ραδιογραφική τεχνική που εφαρμόστηκε.

Θα μπορούσε λοιπόν να προκύψει το συμπέρασμα ότι η καταλληλότερη τεχνική είναι αυτή που οδηγεί στην επίτευξη της μέγιστης ραδιογραφικής ευαισθησίας. Αυτό έχει μόνο θεωρητική αξία γιατί, στην πράξη, η συνεχής τροποποίηση των παραμέτρων που συνιστούν μια ραδιογραφική τεχνική, με στόχο το μέγιστο της ευαισθησίας είναι και άσκοπο και μπορεί να καταστήσει την εφαρμογή της μεθόδου ανέφικτη.

Πειραματική εργασία έδειξε ότι αυξάνοντας την απόσταση πηγής ακτινοβολίας και αντικειμένου βελτιώνονται οι διαγνωστικές δυνατότητες της μεθόδου.

Η αύξηση όμως της παραπάνω αποστάσεως πέραν ενός ορίου, ενώ πρακτικά ουδεμία βελτίωση πρόσφερε, οδηγούσε παράλληλα σε χρόνους ακτινοβολήσεως που βρίσκονται τελείως έξω από τις δυνατότητες της πρακτικής εφαρμογής.

Συνεπώς με τον όρο « κατάλληλη τεχνική » δεν νοείται αυτή που παρέχει τη μεγαλύτερη ευαισθησία ελέγχου αλλά αυτή που εξασφαλίζει την ελάχιστη απαιτούμενη ευαισθησία σε συνδυασμό με το μικρότερο κόστος. Η εφαρμογή αυτής ακριβώς της τεχνικής ζητείται από τους κανονισμούς, οι οποίοι δίνουν τόσο τα τεχνικά στοιχεία για την επίτευξή της όσο και τα κριτήρια για να διαπιστωθεί αυτό.

Υπάρχουν βέβαια περιπτώσεις στην πράξη, που δεν είναι δυνατή η πιστή εφαρμογή της τεχνικής, όπως την προβλέπει ο κανονισμός.

Κατά τη ραδιογράφιση π.χ. συγκολλήσεως ελασμάτων μικρού πάχους είναι πιθανόν λόγω στενότητας χώρου να μην είναι δυνατή η χρησιμοποίηση συσκευής παραγωγής ακτινών X ή ακόμα να μη μπορεί να τηρηθεί η ελάχιστη καθοριζόμενη απόσταση πηγής ακτινοβολίας και αντικειμένου. Στην περίπτωση αυτή εναπόκειται στο ραδιογράφο να τροποποιήσει κάποια απώλεια ευκρίνειας λόγω κακής γεωμετρίας.

Σε κάθε περίπτωση πάντως αλλαγής τονίζεται στους κανονισμούς ότι πρέπει να γίνει σχετική αναφορά στο πιστοποιητικό του ελέγχου.

Όπως λοιπόν προκύπτει, κάθε μέθοδος Μη Καταστρεπτικού Ελέγχου δεν έχει απεριόριστες διαγνωστικές δυνατότητες. Συνεπώς η έκφραση που συνηθίζεται, μετά το πέρας ενός ελέγχου και τη μη ανεύρεση σφαλμάτων, ότι « δεν υπάρχουν σφάλματα » είναι άστοχη. Η έκφραση « με την τεχνική που ακολουθήθηκε δεν βρέθηκαν σφάλματα » είναι η σωστή, γιατί δεν είναι δυνατόν με λέξεις να ξεπερνιούνται οι περιορισμένες, όπως τονίστηκε, δυνατότητες οποιασδήποτε μεθόδου με όποια τεχνική και αν η μέθοδος αυτή εφαρμόστηκε.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 14/16
	19. ΜΗ-ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	Ο.Ε. 2001 -19

4.4 Ποσοστό και Χρόνος Διεξαγωγής του Ελέγχου

Το ποσοστό του ολικού μήκους των συγκολλήσεων σε μια κατασκευή που προβλέπεται από τους κανονισμούς να ελεγχθεί, εξαρτάται από το σκοπό για τον οποίο προορίζεται να λειτουργήσει η κατασκευή. Έτσι μπορεί να κυμαίνεται από ένα μικρό αριθμό μέχρι και το 100 %.

Ακόμα είναι δυνατόν στον τεχνικό κανονισμό σε περίπτωση δειγματοληπτικού ελέγχου, να υποδεικνύονται « σημεία » που πρέπει οπωσδήποτε να ελεγχθούν όπως π.χ. είναι οι συναντήσεις οριζοντίων και κατακόρυφων συγκολλήσεων. Επίσης το ποσοστό του ελέγχου συμβαίνει αρκετές φορές να εξαρτάται από τον αριθμό των συγκολλητών που απασχολούνται στο Έργο.

Φυσικά το τελικό ποσοστό του ελέγχου θα εξαρτηθεί από τα προκύπτοντα ενδιαμέσως αποτελέσματα.

Ο Μη Καταστροφικός Έλεγχος των συγκολλήσεων πριν από την έναρξη της κατασκευής για να δοκιμαστούν οι συγκολλητές στη συγκολλητική διαδικασία που θα ακολουθηθεί στο Έργο.

Η ίδια η κατασκευή μπορεί να ελεγχθεί κατά το στάδιο της προόδου της ή και μετά το πέρας της.

Συνιστάται γενικά ο έλεγχος να παρακολουθεί την εξέλιξη της συγκολλητικής εργασίας. Η σωστή διαδικασία συγκολλήσεως και η ικανότητα συγκολλητών είναι στοιχεία αναγκαία αλλά όχι πάντοτε αρκετά για να εξασφαλίσουν την επιθυμητή ποιότητα της εργασίας. Οι δυσμενείς συνθήκες που μπορεί να επικρατούν σε ορισμένες έστω θέσεις της κατασκευής είναι ικανές να έχουν καθοριστικά αρνητικές επιπτώσεις (π.χ. ύπαρξη υγρασίας, ανεπαρκής φωτισμός κ.λ.π.).

4.5 Αποδοχή Συγκολλήσεως

Η αποδοχή συγκολλήσεως εξαρτάται από το είδος, το μέγεθος και τη συγκέντρωση των σφαλμάτων που διαπιστώθηκαν σ' αυτή, σε συσχετισμό με τα ισχύοντα στην περίπτωση κριτήρια αποδοχής. Τα κριτήρια αυτά, όπως είναι φυσικό, ποικίλουν στις διάφορες περιπτώσεις και είναι αυστηρότερα όσο οι απαιτήσεις για την ασφάλεια και την οικονομική λειτουργία της κατασκευής είναι μεγαλύτερες.

Συνεπώς από μόνη της η έκφραση « η συγκόλληση έχει σφάλματα » δεν σημαίνει τίποτα, αν δεν συσχετίζεται με κάποια κριτήρια αποδοχής.

Τα κριτήρια αυτά πρέπει απαραίτητα να καθορίζονται μεταξύ των ενδιαφερομένων, πριν από τη διεξαγωγή του ελέγχου και τη διαπίστωση σφαλμάτων στις συγκολλήσεις.

Αυτό συνήθως γίνεται με απευθείας αναφορά σε κάποιο διεθνώς ακολουθούμενο κανονισμό ή σε οδηγίες Ινστιτούτου διεθνούς κύρους.

Ειδικά στο ραδιογραφικό έλεγχο συμβαίνει συχνά να γίνεται αναφορά στον Άτλαντα του Διεθνούς Ινστιτούτου Συγκολλήσεων. Ο Άτλαντας αυτός είναι μια συλλογή ραδιογραφήματων, που εμφανίζουν τα τυπικά συγκολλητικά σφάλματα. Ανάλογα με το είδος, το μέγεθος και τη συγκέντρωση των σφαλμάτων αυτών, τα ραδιογραφήματα ταξινομούνται σε πέντε βαθμίδες που αντιστοιχούν σε

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 15/16
	<u>19. ΜΗ-ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ</u> <u>ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001 -19

ισάριθμες ποιότητες συγκολλήσεως. Κάθε μια βαθμίδα χαρακτηρίζεται με ένα χρώμα ή με ένα αριθμό από το 1 έως το 5 με την ποιότητα της συγκολλήσεως να ελαττώνεται καθώς αυξάνεται ο χαρακτηριστικός αριθμός.

Η ταξινόμηση αυτή βέβαια δεν προσφέρει κριτήρια αποδοχής, αφού δεν αναφέρεται σε συγκεκριμένη κατασκευή. Παρέχει όμως τη δυνατότητα του καθορισμού ορίου αποδοχής μεταξύ δύο βαθμίδων της, ανάλογα με τη φύση της κατασκευής. Η ένταξη των ραδιογραφημάτων των ελεγχόμενων συγκολλήσεων σε κάποια ή κάποιες από τις βαθμίδες γίνεται με τη συγκριτική εξέταση των υπό κρίση ραδιογραφημάτων με αυτά του Άτλαντα.

Σχετικά τώρα, με την εξάρτηση της αποδοχής της συγκολλήσεως από το είδος των σφαλμάτων, παρατηρείται ότι έχει μεγάλη σημασία αν η συγκόλληση υφίσταται στατική ή δυναμική καταπόνηση. Σφάλματα όπως η ατελής διείσδυση ή ακόμα και η ατελής σύντηξη, σε περίπτωση στατικής καταπόνησεως, μπορεί μέχρι ενός ορίου να θεωρηθούν αποδεκτά. Τα ίδια αυτά σφάλματα, σε περίπτωση δυναμικής καταπόνησεως, απαγορεύονται ανεξαρτήτως μεγέθους. Κάτι ανάλογο συμβαίνει με τα εγκλείσματα αερίου καθώς και τα μη μεταλλικά. Σε περίπτωση δυναμικής καταπόνησεως οι τιμές του μεγίστου επιτρεπόμενου εγκλείσματος ή της μέγιστης επιτρεπόμενης συγκέντρωσης είναι σαφώς μικρότερες από τις τιμές που ισχύουν σε στατική καταπόνηση.

Τα κριτήρια αποδοχής μιας συγκολλήσεως, έτσι όπως αναφέρονται στους κανονισμούς, δίνουν τις κατευθύνσεις για την αξιολόγηση της ποιότητας της συγκολλήσεως.

Η αξιολόγηση όμως αυτή συνδέεται και με την προσωπικότητα του ατόμου που αξιολογεί. Το άτομο αυτό πρέπει να είναι καλός γνώστης της μεθόδου και των δυνατοτήτων της και ακόμα να λάβει υπόψη του όλα τα στοιχεία που συνιστούν την τεχνική που ακολουθήθηκε. Η τελική κρίση για την αποδοχή ή την επισκευή μιας συγκολλήσεως δεν πρέπει προφανώς να γίνεται με υπερβολική επιείκεια.

Ασφαλώς, όμως, όχι και με υπερβολική αυστηρότητα. Η « εύκολη » απόφαση για συνεχείς επισκευές οδηγεί πολλές φορές στο να γίνεται αποδεκτή τελικά μια ποιότητα χειρότερη της αρχικής.

4.6 Επάρκεια Ελεγκτή

Οι μέθοδοι Μη Καταστρεπτικού Ελέγχου, ανεξάρτητα από το ποσοστό αντικειμενικότητας που μπορεί να αποδοθεί στην κάθε μία, δεν στερούνται κάποιου ποσοστού υποκειμενικότητας. Πράγματι, όπως αναφέρθηκε, η ορθή εφαρμογή της ακολουθητέας τεχνικής αλλά και οι υποχρεωτικές τροποποιήσεις που γίνονται αρκετές φορές με πρωτοβουλία ελεγκτή, παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ευαισθησία του ελέγχου. Αλλά και στη συνέχεια, η ορθή αξιολόγηση των ευρημάτων του ελέγχου, που σχετίζεται με το χαρακτηρισμό της ποιότητας, δηλαδή της αποδοχής ή μη της συγκολλήσεως, συνδέεται άμεσα με την προσωπικότητα του ελεγκτή. Συνεπώς τα άτομα που διεξάγουν Μη Καταστρεπτικούς Ελέγχους πρέπει να διαθέτουν και επαρκείς γνώσεις και εμπειρία ώστε η εργασία τους να θεωρείται αξιόπιστη.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 16/16
	<u>19. ΜΗ-ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ</u> <u>ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ</u>	Ο.Ε. 2001 -19

Οι τεχνικοί κανονισμοί στο σημείο αυτό προβλέπουν μια κλιμάκωση των ελεγκτών ανάλογα με τις γνώσεις και την εμπειρία τους, με αντίστοιχη κλιμάκωση των αρμοδιοτήτων που μπορούν να έχουν κατά τον Έλεγχο. Σύμφωνα με την κλιμάκωση αυτή, άτομα επιπέδου Ι δεν επιτρέπεται να εργάζονται αυτοτελώς παρά μόνο κάτω από την επίβλεψη και τις οδηγίες ατόμου επιπέδου ΙΙ. Τα άτομα επιπέδου ΙΙ μπορούν να αναλάβουν την ευθύνη για την διεξαγωγή και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων ενός ελέγχου, σύμφωνα με προκαθορισμένο τεχνικό κανονισμό και οδηγίες που τους έχουν δοθεί. Άτομα επιπέδου ΙΙΙ επιτρέπεται να αναλάβουν πιο αυξημένες αρμοδιότητες όπως είναι, η σύνταξη οδηγιών για την διεξαγωγή του ελέγχου και κριτηρίων αποδοχής στις περιπτώσεις που ελλείπουν, η αξιολόγηση της επάρκειας ενός ατόμου για να χαρακτηριστεί αυτό ως ελεγκτής επιπέδου ΙΙ κ.λ.π.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 1/12
	<u>20. ΕΞΕΤΑΣΗ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ</u>	Ο.Ε. 2001-20

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1 ΣΚΟΠΟΣ**
- 2 ΠΗΓΕΣ**
- 3 ΕΞΕΤΑΣΗ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜΙΩΝ**
 - 3.1** Έκταση δοκιμασίας
 - 3.2** Θέση και κοπή δειγμάτων δοκιμής
 - 3.3** Καταστροφικές δοκιμές
 - 3.3.1** Δοκιμασία εγκάρσιου εφελκυσμού
 - 3.3.2** Δοκιμασία κάμψης
 - 3.3.3** Μακροσκοπική εξέταση
 - 3.3.4** Δοκιμή κρούσης
 - 3.3.5** Δοκιμασία σκληρότητας
 - 3.4** Επανάληψη δοκιμασίας

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 2/12
	<u>20. ΕΞΕΤΑΣΗ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ</u>	Ο.Ε. 2001-20

1. ΣΚΟΠΟΣ

Να αναφερθούν οι τεχνικές εξέτασης, δοκιμασίας και καταστρεπτικού ελέγχου των δοκιμίων, μετά την πραγματοποίηση της συγκόλλησης, που μπορούν να εφαρμοστούν στο Εργαστήριο Συγκολλήσεων.

2. ΠΗΓΕΣ

- Διεθνές Πρότυπο ISO 5817.
- Ευρωπαϊκά Πρότυπα EN 287 -1, 2 και EN 288 - 3, 4.

3. ΕΞΕΤΑΣΗ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΔΟΚΙΜΙΩΝ

3.1 Έκταση Δοκιμασίας

Η δοκιμασία των δοκιμίων, μετά τη συγκόλληση, περιλαμβάνει εκτός από το Μη-Καταστρεπτικό Έλεγχο και καταστρεπτική δοκιμασία, που πρέπει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις του **Πίνακα 1** :

ΣΥΝΤΑΞΗ Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	ΕΓΚΡΙΣΗ Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	ΕΚΔΟΣΗ 1	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ 0	ΗΜ/ΝΙΑ
---------------------------------	---------------------------------	--------------------	------------------------	---------------

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 3/12
	<u>20. ΕΞΕΤΑΣΗ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ</u>	Ο.Ε. 2001-20

Δοκίμιο	Τύπος δοκιμής	Έκταση δοκιμής	Σημείωση
Μετωπική συγκόλληση	Οπτική Ακτινογραφική ή υπερήχων Ανίχνευση επιφανειακών ρωγμών Δοκιμή εγκάρσιου εφελκυσμού Δοκιμή εγκάρσιας κάμψης Δοκιμή κρούσης Δοκιμή σκληρότητας Μακροσκοπική εξέταση	100 % 100 % 100 % 2 δείγματα 2 δείγματα ρίζας και 2 προσώπου 2 σειρές 2 απαιτείται 1 δείγμα	- - 1 - 2 6 3 -
Μετωπική ένωση T Σύνδεση κλάδου	Οπτική Ανίχνευση επιφανειακών ρωγμών Υπερήχων Δοκιμή σκληρότητας Μακροσκοπική εξέταση	100 % 100 % 100 % απαιτούνται 2 δείγματα	- 1 4 και 7 3 -
Γωνιακή συγκόλληση σε έλασμα Γωνιακή συγκόλληση σε σωλήνα	Οπτική Ανίχνευση επιφανειακών ρωγμών Μακροσκοπική εξέταση Δοκιμή σκληρότητας	100 % 100 % 2 δείγματα απαιτούνται	- 1 - 3

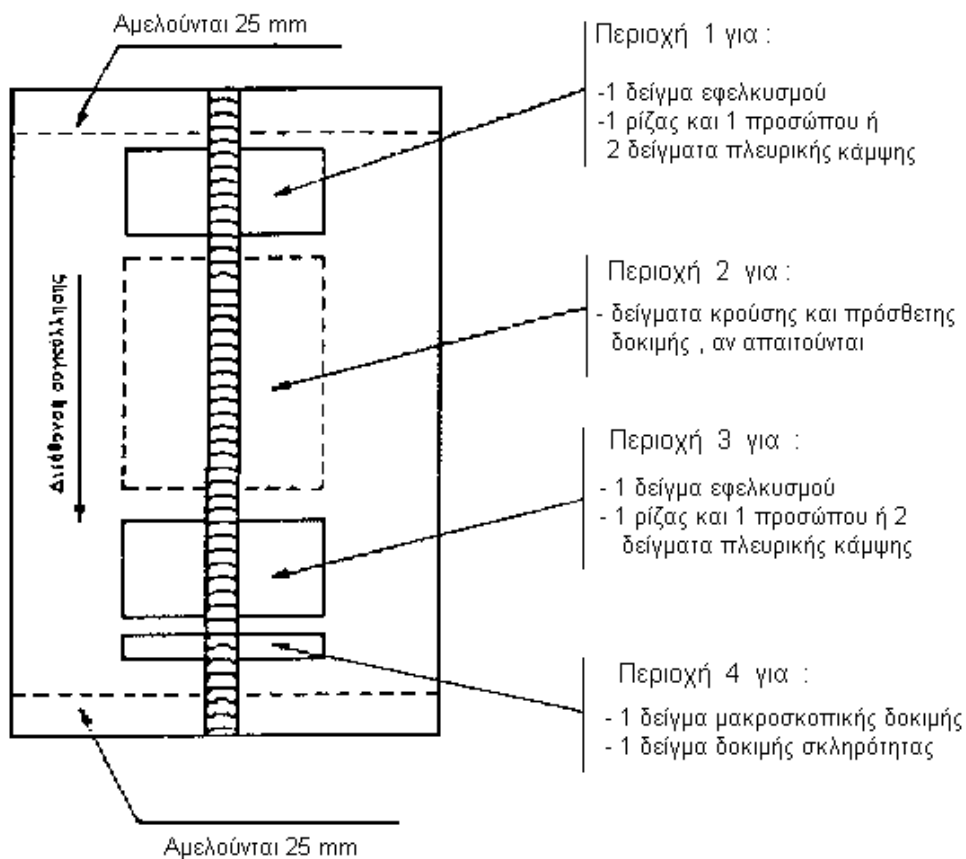
ΠΙΝΑΚΑΣ 1 : Εξέταση και δοκιμασία των δοκιμίων

3.2 Θέση και Κοπή Δειγμάτων Δοκιμής

Η θέση των δειγμάτων δοκιμής πρέπει να είναι σύμφωνα με τα **Σχήματα 1, 2, 3 και 4**. Τα δείγματα , που χρησιμοποιούνται στη δοκιμή, πρέπει να λαμβάνονται αφού η Μη Καταστροφική Εξέταση έχει δείξει ικανοποιητικά αποτελέσματα. Επιτρέπεται να λαμβάνονται τα δείγματα δοκιμής από θέσεις, αποφεύγοντας περιοχές που εμφανίζουν αποδεκτά σφάλματα.

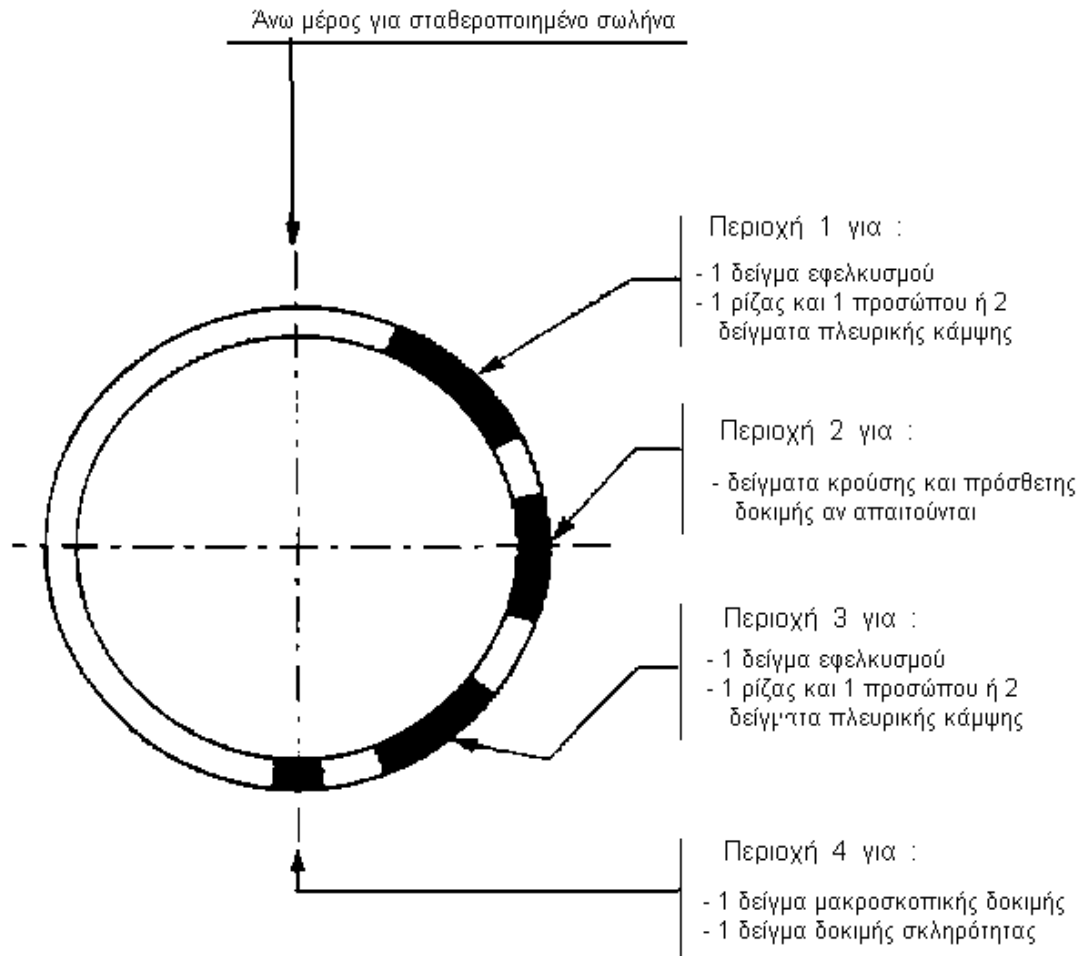
ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 4/12
	20. ΕΞΕΤΑΣΗ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ	Ο.Ε. 2001-20



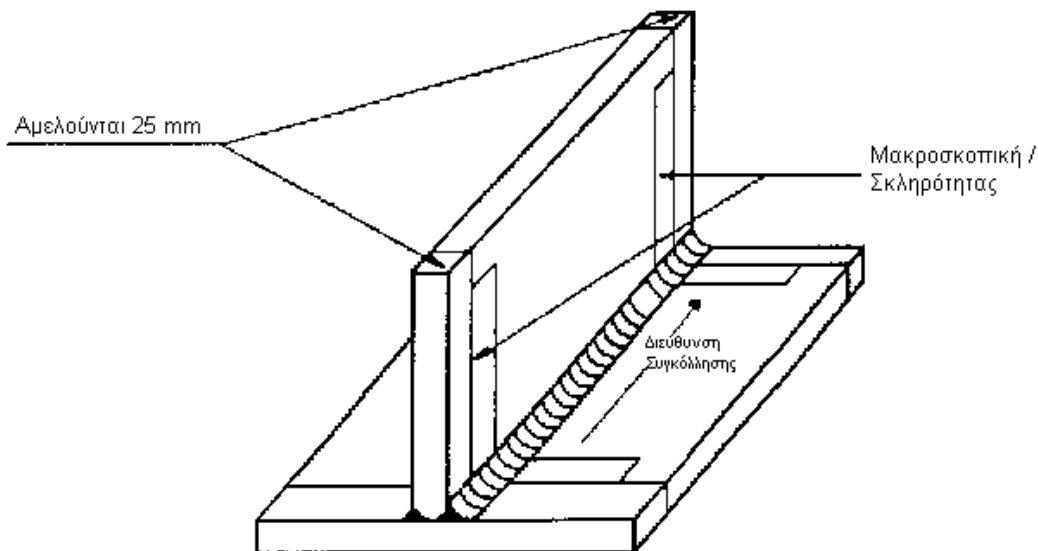
ΣΧΗΜΑ 1 : Θέση δειγμάτων δοκιμής για μετωπική συγκόλληση σε έλασμα

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 5/12
	<u>20. ΕΞΕΤΑΣΗ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ</u>	Ο.Ε. 2001-20

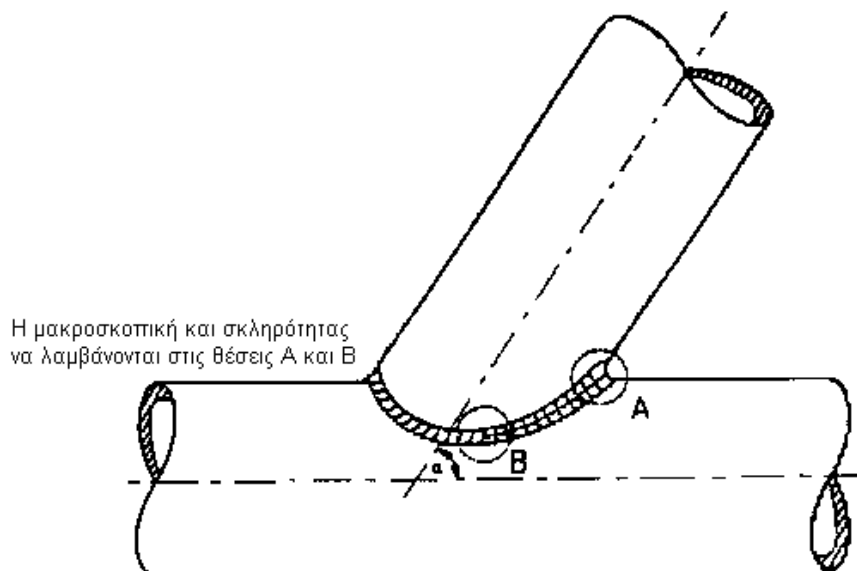


ΣΧΗΜΑ 2 : Θέση δειγμάτων δοκιμής για μετωπική συγκόλληση σε σωλήνα

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 6/12
	20. ΕΞΕΤΑΣΗ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ	Ο.Ε. 2001-20



ΣΧΗΜΑ 3 : Θέση δειγμάτων δοκιμής σε μετωπική συγκόλληση T ή γωνιακή συγκόλληση σε έλασμα



ΣΧΗΜΑ 4 : Θέση δειγμάτων για σύνδεση κλάδου ή γωνιακή συγκόλληση σε σωλήνα

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 7/12
	<u>20. ΕΞΕΤΑΣΗ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ</u>	Ο.Ε. 2001-20

3.3 Καταστροφικές Δοκιμές

3.3.1 Δοκιμασία εγκάρσιου εφελκυσμού

Για σωλήνες εξωτερικής διαμέτρου > 50 mm, η ενίσχυση της συγκόλλησης πρέπει να αφαιρείται κι από τα δύο πρόσωπα για να δίνει στο δείγμα δοκιμής πάχος ίσο προς το πάχος τοιχώματος του σωλήνα.

Για σωλήνες εξωτερικής διαμέτρου < 50 mm, και όταν χρησιμοποιούνται πλήρους διατομής σωλήνες μικρής διαμέτρου, η ενίσχυση της συγκόλλησης στην εσωτερική επιφάνεια του σωλήνα, μπορεί να επαφίεται γυμνή.

Η αντοχή εφελκυσμού του δείγματος δοκιμής πρέπει κανονικά να μην είναι λιγότερη από την αντίστοιχη καθορισμένη ελάχιστη τιμή για το συγγενές μέταλλο.

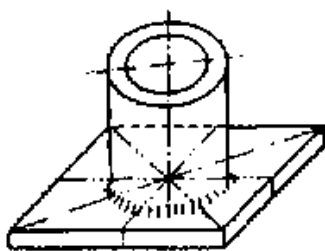
3.3.2 Δοκιμασία κάμψης

Για ενώσεις ανόμοιων μετάλλων ή ετερογενή μετωπική ένωση σε ελάσματα, μπορεί να χρησιμοποιείται ένα διάμηκες δείγμα καμπτικής δοκιμής αντί των εγκάρσιων καμπτικών δοκιμών.

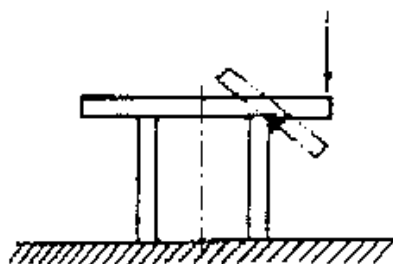
Η διάμετρος του διαμορφωτικού ή του εσωτερικού κυλίνδρου πρέπει να είναι 4 t και η καμπτική γωνία 120° , εκτός αν η χαμηλή ελατότητα του συγγενούς μετάλλου ή του προστιθέμενου μετάλλου επιβάλλουν άλλους περιορισμούς.

Κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας, τα δείγματα δοκιμής δεν πρέπει να εμφανίζουν οποιαδήποτε απλά ελαττώματα > 3 mm προς κάθε κατεύθυνση. Ελαττώματα που εμφανίζονται στις γωνίες ενός δείγματος δοκιμής κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας πρέπει να αγνοούνται κατά την αξιολόγηση.

Τα ακόλουθα **Σχήματα 5, 6, 7** παρουσιάζουν την προετοιμασία και τη δοκιμασία θραύσης δοκιμίων.



α) Τομή σε δείγματα δοκιμής

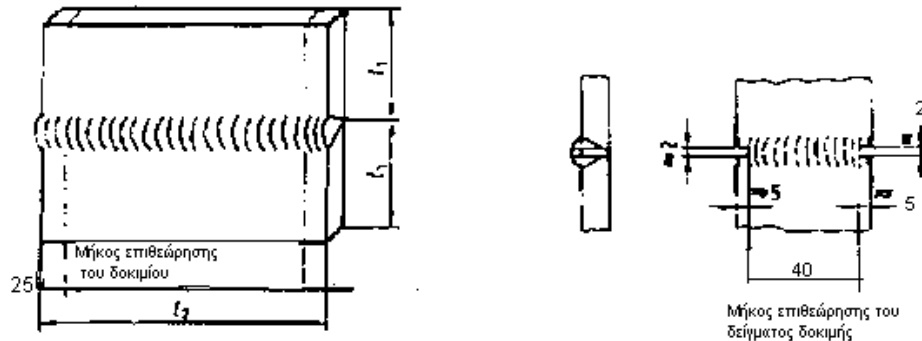


β) Δοκιμασία θραύσης

ΣΧΗΜΑ 5 : Προετοιμασία και δοκιμασία θραύσης δειγμάτων δοκιμής για γωνιακή συγκόλληση σε σωλήνα

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 8/12
	20. ΕΞΕΤΑΣΗ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ	Ο.Ε. 2001-20

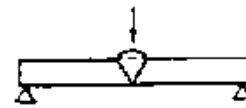


α) Τομή σε προσδιορισμένη ποσότητα των δειγμάτων δοκιμής

β) Προετοιμασία

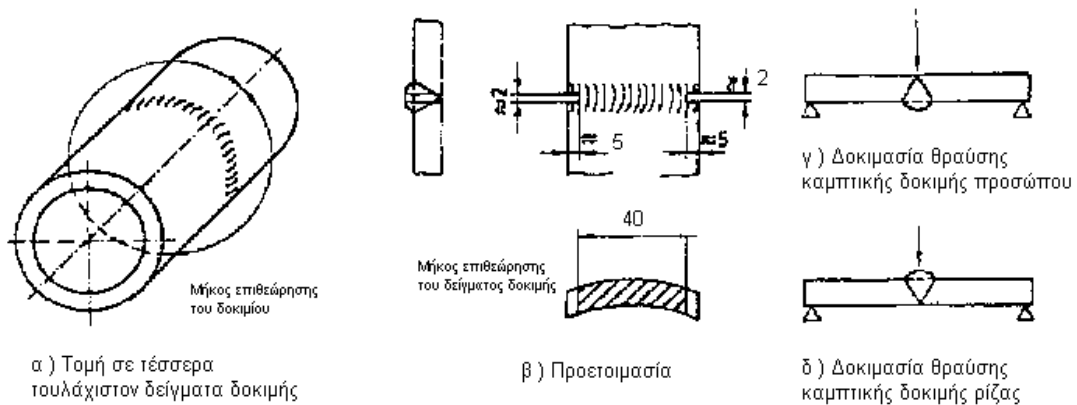


γ) Δοκιμασία θραύσης καμπτικής δοκιμής προσώπου



δ) Δοκιμασία θραύσης καμπτικής δοκιμής ρίζας

ΣΧΗΜΑ 6 : Προετοιμασία και δοκιμασία θραύσης δειγμάτων δοκιμής για μετωπική συγκόλληση σε έλασμα



α) Τομή σε τέσσερα τουλάχιστον δείγματα δοκιμής

β) Προετοιμασία

γ) Δοκιμασία θραύσης καμπτικής δοκιμής προσώπου

δ) Δοκιμασία θραύσης καμπτικής δοκιμής ρίζας

ΣΧΗΜΑ 7 : Προετοιμασία και δοκιμασία θραύσης δειγμάτων δοκιμής για μετωπική συγκόλληση σε σωλήνα

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 9/12
	<u>20. ΕΞΕΤΑΣΗ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ</u>	Ο.Ε. 2001-20

3.3.3 Μακροσκοπική εξέταση

Το δείγμα δοκιμής πρέπει να προετοιμάζεται και να χαράζεται επί μιας πλευράς που να εμφανίζει ευκρινώς τη γραμμή τήξης, τη Θ.Ε.Ζ. και την κατασκευή των περασμάτων. Η μακροσκοπική εξέταση πρέπει να περιλαμβάνει ανεπηρέαστο συγγενές μέταλλο.

Για την έγκριση της διαδικασίας συγκόλλησης τα σφάλματα στο δοκίμιο πρέπει να είναι μέσα στα όρια που καθορίζονται από το επίπεδο Β στο ISO 5817. Εξαιρέση αποτελούν οι ακόλουθοι τύποι σφαλμάτων : υπερβολική συγκόλληση μετάλλου, υπερβολική κυρτότητα, υπερβολικό πάχος λαιμού και υπερβολική διείδυση, για τα οποία πρέπει να εφαρμόζεται το επίπεδο C (Βλ. Ο.Ε. 2001-18).

3.3.4 Δοκιμή κρούσης

Τα δείγματα δοκιμής και η δοκιμασία για δοκιμές κρούσης για μετωπικές ενώσεις πρέπει να ακολουθούν τους παρακάτω κανόνες :

- 1) Για συγκόλληση μετάλλου , πρέπει να χρησιμοποιείται ο τύπος δείγματος δοκιμής VWT (V : εγκοπή V κατά Charpy - W : εγκοπή στη συγκόλληση μετάλλου - T : εγκοπή κατά μήκος του πάχους) και για το δείγμα Θ.Ε.Ζ. ο τύπος VHT (V : εγκοπή V κατά Charpy - H : εγκοπή στη Θ.Ε.Ζ. - T : εγκοπή κατά μήκος του πάχους). Από κάθε καθορισμένη θέση, κάθε σειρά πρέπει να συνίσταται από τρία δείγματα δοκιμής.
- 2) Τα δείγματα με εγκοπή V κατά Charpy πρέπει να χρησιμοποιούνται και να λαμβάνονται από 1 mm ως 2 mm κάτω από την επιφάνεια του συγγενούς μετάλλου και εγκάρσια προς τη συγκόλληση.
- 3) Η εγκοπή V πρέπει να κόπτεται καθέτως προς την επιφάνεια της συγκόλλησης.
- 4) Στη Θ.Ε.Ζ., η εγκοπή πρέπει να είναι στο 1 mm ως 2 mm από τη γραμμή τήξης και στη συγκόλληση μετάλλου η εγκοπή πρέπει να είναι στην κεντρική γραμμή συγκόλλησης.
- 5) Για πάχος > 50 mm , πρέπει να λαμβάνονται δύο πρόσθετες σειρές δειγμάτων, μία από τη συγκόλληση μετάλλου και μία από τη Θ.Ε.Ζ., μόλις κάτω από τη μέση του πάχους ή στην περιοχή της ρίζας της συγκόλλησης.
- 6) Η θερμοκρασία δοκιμής και η απορροφούμενη ενέργεια πρέπει να είναι σύμφωνα με τις καθορισμένες σχεδιαστικές απαιτήσεις για το ολοκληρωμένο προϊόν που εξετάζεται, προϋποθέτοντας ότι ικανοποιούνται οι ζητούμενες απαιτήσεις.
- 7) Για ενώσεις ανόμοιων μετάλλων , οι δοκιμές κρούσης πρέπει να διεξάγονται σε δείγματα από κάθε Θ.Ε.Ζ. σε κάθε συγγενές μέταλλο.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 10/12
	<u>20. ΕΞΕΤΑΣΗ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ</u>	Ο.Ε. 2001-20

3.3.5 Δοκιμασία σκληρότητας

Κατά τη δοκιμασία σκληρότητας το αποτύπωμα με το αντικείμενο μέτρησης και καταγραφής του πεδίου τιμών στην ένωση συγκόλλησης, πρέπει να γίνεται στη συγκόλληση, στις Θ.Ε.Ζ. και στο συγγενές μέταλλο. Αυτό θα περιλαμβάνει σειρές αποτυπώματος, μία απ' τις οποίες πρέπει να είναι το πολύ 2 mm κάτω από την επιφάνεια. Τυπικά παραδείγματα φαίνονται στο **Σχήμα 8**.

Για κάθε σειρά αποτυπώματος πρέπει να υπάρχουν τουλάχιστον τρία ξεχωριστά αποτυπώματα σε κάθε μέρος της συγκόλλησης, στη Θ.Ε.Ζ. (σε αμφότερες τις πλευρές) και στο συγγενές μέταλλο (σε αμφότερες τις πλευρές).

Για τη Θ.Ε.Ζ. το πρώτο αποτύπωμα πρέπει να τίθεται όσο το δυνατόν πλησιέστερα στη γραμμή τήξης.

Τα αποτελέσματα της δοκιμής σκληρότητας πρέπει να ικανοποιούν τις απαιτήσεις που δίνονται στον **Πίνακα 2**.

Ομάδες Χάλυβα	Μετωπικές και γωνιακές συγκολλήσεις απλού περάσματος		Μετωπικές και γωνιακές συγκολλήσεις πολλών περασμάτων	
	Θερμικά μη κατεργασμένες	Θερμικά κατεργασμένες	Θερμικά μη κατεργασμένες	Θερμικά κατεργασμένες
1, 2 (1)	380	320	350	320
3 (2)	450	(3)	420	(3)
4, 5	(3)	320	(3)	350
6	(3)	350	(3)	350
Ni < 4 %	(3)	300	320	300
Ni > 4 %	(3)	(3)	400	(3)

Σημείωση 1 : Εάν απαιτούνται δοκιμές σκληρότητας.

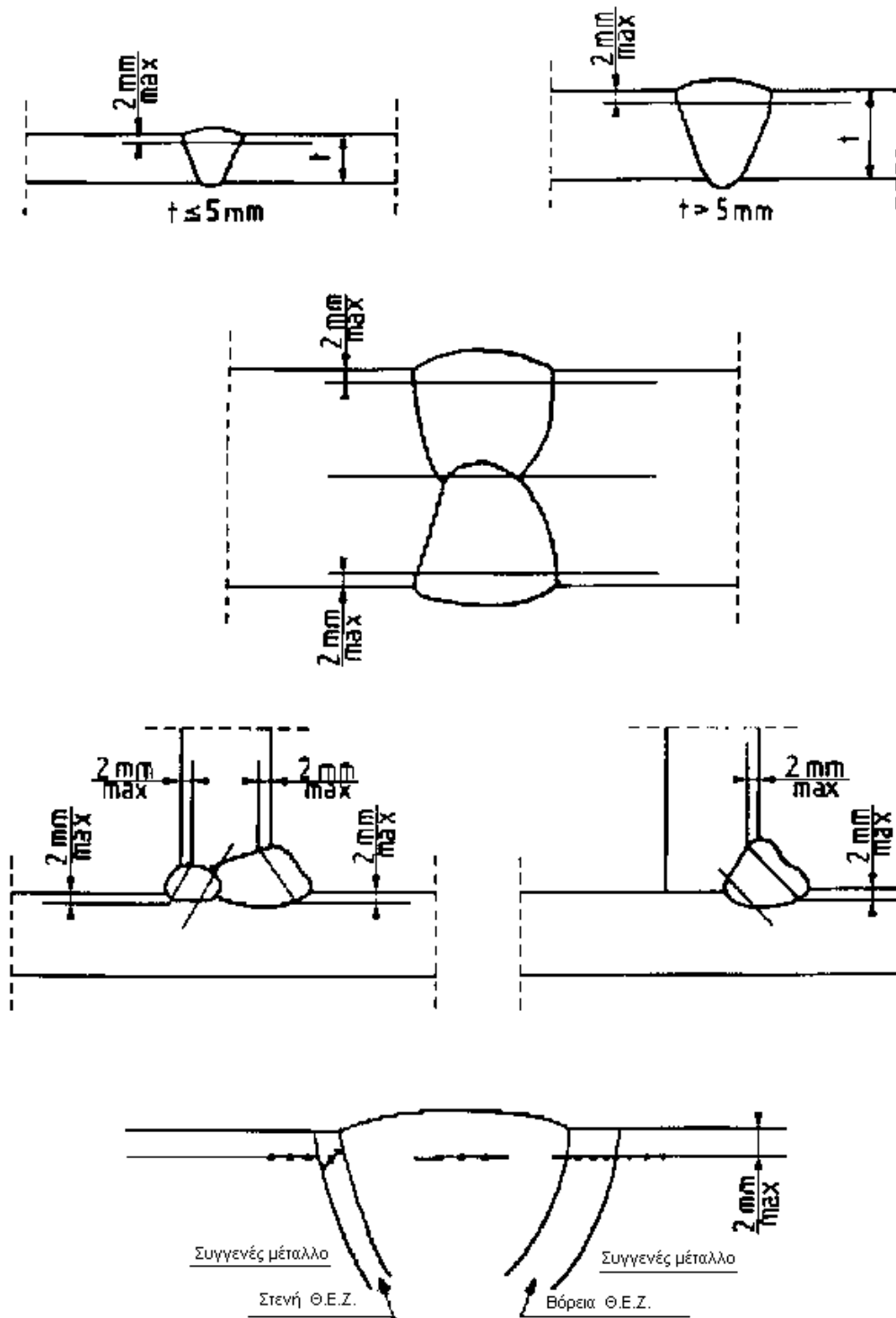
Σημείωση 2 : Για χάλυβες με ελάχιστο $Re > 885 \text{ N / mm}^2$, απαιτούνται ειδικές συμφωνίες.

Σημείωση 3 : Απαιτούνται ειδικές συμφωνίες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 : Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές σκληρότητας HV 10

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 11/12
	20. ΕΞΕΤΑΣΗ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ	Ο.Ε. 2001-20



ΣΧΗΜΑ 8 : Τυπικά παραδείγματα δοκιμασίας σκληρότητας

ΣΥΝΤΑΞΗ Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	ΕΓΚΡΙΣΗ Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	ΕΚΔΟΣΗ 1	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ 0	ΗΜ/ΝΙΑ
---------------------------------	---------------------------------	--------------------	------------------------	---------------

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 12/12
	<u>20. ΕΞΕΤΑΣΗ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ</u>	Ο.Ε. 2001-20

3.4 Επανάληψη δοκιμασίας

Αν το δοκίμιο αποτύχει να συμφωνεί με οποιαδήποτε των απαιτήσεων για οπτική εξέταση ή Μ.Κ.Ε., πρέπει να συγκολλείται ένα επιπλέον δοκίμιο και να υποβάλλεται στην ίδια εξέταση. Εάν αυτό το πρόσθετο δοκίμιο δε συμφωνεί με τις σχετικές απαιτήσεις, πρέπει η π.Π.Δ.Σ. να θεωρείται ως μη ικανή να συμμορφωθεί με τις απαιτήσεις, χωρίς την απαραίτητη τροποποίηση.

Αν οποιοδήποτε δείγμα δοκιμής αποτύχει να συμφωνεί με τις σχετικές απαιτήσεις, της παραγράφου 3.3, μόνο λόγω των γεωμετρικών σφαλμάτων συγκόλλησης, πρέπει να λαμβάνονται δύο επιπλέον δείγματα δοκιμής για καθένα απ' αυτά που απέτυχαν. Αυτά μπορεί να λαμβάνονται από το ίδιο δοκίμιο, εάν υπάρχει επαρκές υλικό διαθέσιμο, ή από ένα νέο δοκίμιο, και πρέπει να υποβάλλεται στην ίδια δοκιμή.

Αν οποιοδήποτε απ' αυτά τα πρόσθετα δείγματα δοκιμής δε συμφωνεί με τις σχετικές απαιτήσεις, πρέπει η π.Π.Δ.Σ. να θεωρείται ως μη ικανή να συμμορφωθεί με τις απαιτήσεις, χωρίς την απαραίτητη τροποποίηση.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 1/13
	<u>21. ΕΓΚΡΙΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001-21

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1 ΣΚΟΠΟΣ**
- 2 ΠΗΓΕΣ**
- 3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΓΚΡΙΣΗΣ**
 - 3.1** Γενικά
 - 3.1.1** Εφαρμογή
 - 3.1.2** Επίβλεψη
 - 3.2** Έγκριση με προηγούμενη εμπειρία συγκόλλησης
 - 3.3** Έγκριση με τη χρήση εγκεκριμένων αναλωσίμων συγκόλλησης
 - 3.4** Έγκριση με δοκιμές διαδικασίας συγκόλλησης
 - 3.5** Έγκριση με πρότυπη διαδικασία συγκόλλησης
 - 3.6** Έγκριση με δοκιμή συγκόλλησης πριν την παραγωγή
- 4 ΠΕΔΙΟ ΕΓΚΡΙΣΗΣ**
 - 4.1** Γενικά
 - 4.2** Σχετικά με τον κατασκευαστή
 - 4.3** Σχετικά με το υλικό
 - 4.3.1** Συγγενές μέταλλο
 - 4.3.2** Πάχος συγγενούς μετάλλου και διάμετρος σωλήνα
 - 4.3.3** Γωνία σύνδεσης κλάδου
 - 4.4** Κοινά προς όλες τις διεργασίες συγκόλλησης
 - 4.4.1** Διεργασία συγκόλλησης
 - 4.4.2** Θέσεις συγκόλλησης
 - 4.4.3** Προστιθέμενο μέταλλο, ταξινόμηση
 - 4.4.4** Προστιθέμενο μέταλλο, κατασκευή
 - 4.4.5** Τύπος ρεύματος
 - 4.4.6** Θερμική φόρτιση
 - 4.4.7** Θερμοκρασία προθέρμανσης
 - 4.4.8** Θερμοκρασία επάλληλου περάσματος
 - 4.4.9** Θερμική κατεργασία μετά τη συγκόλληση
 - 4.5** Ειδικά για τις διεργασίες
 - 4.5.1** Διεργασίες 111 και 114
 - 4.5.2** Διεργασία 12
 - 4.5.3** Διεργασίες 131,135 και 136
 - 4.5.4** Διεργασία 141
 - 4.5.5** Διεργασία 15
- 5 ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΑΚΟΛΟΥΘΗ ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΕΓΚΡΙΣΗΣ**

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 2/13
	<u>21. ΕΓΚΡΙΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001-21

1. ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της οδηγίας αυτής είναι να καθορίσει έναν αριθμό μεθόδων για την έγκριση των διαδικασιών συγκόλλησης.

2. ΠΗΓΕΣ

Ευρωπαϊκά Πρότυπα EN 288 -1, 288 -2.

3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΓΚΡΙΣΗΣ

3.1 Γενικά

Κάθε μέθοδος έγκρισης έχει συγκεκριμένα όρια εφαρμογής όσον αφορά τη διεργασία συγκόλλησης, το συγγενές μέταλλο και τα αναλώσιμα (αν χρησιμοποιούνται). Οι περιορισμοί για την εφαρμογή των διαφόρων μεθόδων έγκρισης διατυπώνονται παρακάτω.

Κάθε Π.Δ.Σ. πρέπει να εγκρίνεται από μία μόνο μέθοδο. Η χρήση ειδικής μεθόδου έγκρισης διαδικασίας συγκόλλησης, συχνά είναι μια υποχρεωτική απαίτηση ενός προτύπου εφαρμογής. Στην έλλειψη μιας τέτοιας απαίτησης, η μέθοδος έγκρισης πρέπει να συμφωνείται μεταξύ των συμβαλλομένων μερών κατά το στάδιο της αίτησης ή της ανάθεσης.

Το παράρτημα παρέχει κάποιες κατευθυντήριες οδηγίες για την εφαρμογή κάθε μεθόδου έγκρισης. Η έγκριση πρέπει να επιτυγχάνεται μ' έναν από τους ακόλουθους τύπους τεκμηρίωσης :

- Προηγούμενη εμπειρία συγκόλλησης.
- Εγκεκριμένα αναλώσιμα συγκόλλησης.
- Δοκιμές διαδικασίας συγκόλλησης.
- Πρότυπη διαδικασία συγκόλλησης.
- Δοκιμή συγκόλλησης πριν την παραγωγή.

3.1.1. Εφαρμογή

Ο κατασκευαστής πρέπει να εκπονήσει μια π.Π.Δ.Σ. και το Εργαστήριο Συγκολλήσεων πρέπει να εξασφαλίσει ότι είναι εφαρμόσιμη για την πραγματική παραγωγή, χρησιμοποιώντας την εμπειρία από προηγούμενες παραγωγές και τη γενική διαθέσιμη γνώση της τεχνολογίας συγκόλλησης. Επομένως μια π.Π.Δ.Σ. πρέπει να εγκρίνεται με μία από τις μεθόδους της 3.1.

Αν η έγκριση εμπεριέχει συγκόλληση δοκιμίων, τότε τα δοκίμια πρέπει να συγκολλούνται σύμφωνα με την π.Π.Δ.Σ.

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 3/13
	<u>21. ΕΓΚΡΙΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001-21

Όλες οι διαδικασίες συγκόλλησης πρέπει να εγκρίνονται πριν τη συγκόλληση πραγματικής παραγωγής.

3.1.2 Επίβλεψη

Όταν η έγκριση επιτυγχάνεται από μια δοκιμή διαδικασίας συγκόλλησης ή δοκιμή συγκόλλησης πριν την παραγωγή, όλες οι ενέργειες, περιλαμβάνοντας την προετοιμασία και το συναρμολόγημα σχετικά με τη συγκόλληση, την επιθεώρηση και τη δοκιμασία των δοκιμίων πρέπει να επιβεβαιώνονται από τον εξεταστή ή το φορέα των δοκιμών.

3.2 Έγκριση με Προηγούμενη Εμπειρία Συγκόλλησης

Ένας κατασκευαστής ίσως έχει μια Π.Δ.Σ. εγκεκριμένη με αναφορά σε προηγούμενη εμπειρία υπό τον όρο ότι αυτός μπορεί να αποδείξει με την κατάλληλη αυθεντική τεκμηρίωση, ανεξαρτήτως φύσεως, ότι έχει προηγουμένως συγκολλήσει ικανοποιητικά τον τύπο της ένωσης και των υλικών που εξετάζονται.

Το επιτρεπόμενο πεδίο για μια Π.Δ.Σ., εγκεκριμένη με αναφορά σε προηγούμενη εμπειρία, πρέπει να περιορίζεται στο (στα) πρότυπο (α) υλικό (ά), στη (στις) διεργασία (διεργασίες) συγκόλλησης, στο (στα) αναλώσιμο (α) και στα όρια των βασικών μεταβλητών, για τα οποία μπορεί να τεκμηριωθεί επαρκής προηγούμενη εμπειρία.

3.3 Έγκριση με Χρήση Εγκεκριμένων Αναλωσίμων Συγκόλλησης

Μερικά υλικά δεν επηρεάζουν σημαντικά την ποιότητα στις θερμικά επηρεαζόμενες ζώνες, με την προϋπόθεση, ότι οι θερμικές φορτίσεις διατηρούνται σε καθορισμένα όρια. Για τέτοια υλικά, μια Π.Δ.Σ. πρέπει να θεωρείται εγκεκριμένη, υπό τον όρο ότι τα αναλώσιμα συγκόλλησης είναι εγκεκριμένα και ότι όλες οι βασικές μεταβλητές είναι μέσα στο πεδίο για το οποίο ισχύει η έγκριση.

Η έγκριση με τη χρήση εγκεκριμένων αναλωσίμων συγκόλλησης πρέπει να περιορίζεται σε διεργασίες ηλεκτροσυγκόλλησης, χρησιμοποιώντας προστιθέμενα μέταλλα.

Όλες οι ενέργειες σχετικά με τη συγκόλληση, τη δοκιμασία και την επιθεώρηση των δοκιμίων πρέπει να είναι το καθήκον ενός ανεξάρτητου εξεταστή ή φορέα δοκιμών. Ο εξεταστής ή φορέας δοκιμής πρέπει να καθορίζει το επιτρεπόμενο πεδίο έγκρισης όσον αφορά τις βασικές μεταβλητές για τα εγκεκριμένα αναλώσιμα συγκόλλησης.

3.4 Έγκριση με Δοκιμές Διαδικασίας Συγκόλλησης

Οι δοκιμές διαδικασίας συγκόλλησης πρέπει να διεξάγονται σύμφωνα με τη διαδικασία που περιγράφεται στην Ο.Ε. 2001 - 20.

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 4/13
	<u>21. ΕΓΚΡΙΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001-21

3.5 Έγκριση με Πρότυπη Διαδικασία Συγκόλλησης

Μια Π.Δ.Σ. εκπονημένη από τον κατασκευαστή εγκρίνεται, εάν τα όρια για όλες τις μεταβλητές είναι μέσα στο πεδίο που επιτρέπεται από μια πρότυπη διαδικασία συγκόλλησης.

Μια πρότυπη διαδικασία συγκόλλησης πρέπει να εκπονείται και να εγκρίνεται από έναν ανεξάρτητο εξεταστή ή φορέα δοκιμών. Ο ανεξάρτητος εξεταστής ή φορέας δοκιμών πρέπει να επιβεβαιώνει την εκπόνηση μιας π.Π.Δ.Σ., τη συγκόλληση των δοκιμίων, τη δοκιμασία και την επιθεώρηση, και την εκπόνηση μιας τελικής Π.Δ.Σ. για τη δοκιμασία διαδικασίας, σύμφωνα με αυτή την Ο.Ε.

Εντούτοις, πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην κατάλληλη προδιαγραφή των βασικών μεταβλητών συγκόλλησης έτσι ώστε να γίνει η εγκεκριμένη Π.Δ.Σ. ανεξάρτητη από οποιαδήποτε ειδική κατασκευή μηχανής συγκόλλησης ή οποιοσδήποτε ειδικές συνθήκες κατά τη διάρκεια της συγκόλλησης των δοκιμίων.

Όταν εγκρίνεται από τον εξεταστή ή το φορέα δοκιμών, η τελική Π.Δ.Σ. καθίσταται πρότυπη διαδικασία συγκόλλησης, η οποία μπορεί κατόπιν να γίνει διαθέσιμη σε κάθε κατασκευαστή.

3.6 Έγκριση με Δοκιμή Συγκόλλησης πριν την Παραγωγή

Η έγκριση με δοκιμή συγκόλλησης πριν την παραγωγή, μπορεί να χρησιμοποιείται όπου το σχήμα και οι διαστάσεις των απαιτούμενων δοκιμίων δεν αντιπροσωπεύουν επαρκώς τη σύνδεση προς συγκόλληση, π.χ. συγκόλληση εξαρτήματος σε λεπτό σωλήνα.

Σε τέτοιες περιπτώσεις, πρέπει να κατασκευαστούν ένα ή περισσότερα δοκίμια που να προσομοιώνουν την ένωση παραγωγής με όλα τα βασικά χαρακτηριστικά, π.χ. διαστάσεις, συγκράτηση, επιδράσεις απόψυξης. Η δοκιμή πρέπει να διεξάγεται υπό τις συνθήκες που θα χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή.

Η επιθεώρηση και η δοκιμασία του δοκιμίου πρέπει να διενεργούνται όσο το δυνατό μέσα στις απαιτήσεις αυτής της Οδηγίας, αλλά αυτή η δοκιμασία ίσως χρειάζεται να συμπληρωθεί ή να αντικατασταθεί από ειδικές δοκιμές σύμφωνα με τη φύση της ένωσης που εξετάζεται και πρέπει να είναι αποδεκτές από τον εξεταστή ή τον φορέα δοκιμών.

Μια ικανοποιητική δοκιμή συγκόλλησης πριν την παραγωγή εγκρίνει οποιαδήποτε Π.Δ.Σ. κατά βάση όμοια με αυτή που χρησιμοποιήθηκε στη δοκιμή.

ΣΥΝΤΑΞΗ Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	ΕΓΚΡΙΣΗ Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	ΕΚΔΟΣΗ 1	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ 0	ΗΜ/ΝΙΑ
---------------------------------	---------------------------------	--------------------	------------------------	---------------

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 5/13
	<u>21. ΕΓΚΡΙΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001-21

4. ΠΕΔΙΟ ΕΓΚΡΙΣΗΣ

4.1 Γενικά

Όλες οι συνθήκες εγκυρότητας που καταγράφονται παρακάτω πρέπει να ικανοποιούνται ανεξάρτητα η καθεμιά από τις άλλες.

Αλλαγές εκτός των ορίων που καθορίζονται, πρέπει να απαιτούν μια νέα δοκιμή διαδικασίας συγκόλλησης.

4.2 Σχετικά με τον Κατασκευαστή

Μια έγκριση Π.Δ.Σ. που επιτυγχάνεται από έναν κατασκευαστή, είναι έγκυρη για συγκόλληση σε εργαστήρια ή χώρους υπό τον ίδιο τεχνικό και ποιοτικό έλεγχο αυτού του κατασκευαστή.

4.3 Σχετικά με το Υλικό

4.3.1 Συγγενές μέταλλο

4.3.1.1 Σύστημα ομαδοποίησης

Για να ελαχιστοποιηθεί η αχρείαστη αναπαραγωγή των δοκιμών διαδικασίας συγκόλλησης, οι χάλυβες πρέπει να ομαδοποιούνται όπως φαίνεται στον **Πίνακα 1**. Μια δοκιμή διαδικασίας που διεξάγεται μ' έναν από τους χάλυβες μιας ομάδας, καλύπτει τους χάλυβες χαμηλού κράματος της ίδιας ομάδας για τα σκόπιμα προστιθέμενα στοιχεία, αλλά όχι για τυχαίες προσμίξεις, ή τους χάλυβες με τη χαμηλότερη καθορισμένη τάση διαρροής αυτής της ομάδας, εφ' όσον τα αναλώσιμα συγκόλλησης που χρησιμοποιούνται για τη δοκιμή μπορούν επίσης να χρησιμοποιούνται για τους άλλους χάλυβες αυτής της ομάδας. Η ομάδα 2 καλύπτει την ομάδα 1. Τα υλικά μόνιμης υποστήριξης πρέπει να θεωρούνται ως συγγενές μέταλλο.

Για κάθε χάλυβα ή συνδυασμούς χάλυβα που δεν καλύπτονται από το σύστημα ομαδοποίησης, πρέπει να επιτυγχάνεται μια χωριστή έγκριση διαδικασίας συγκόλλησης.

Εάν ένας χάλυβας μπορεί να ανήκει σε δύο ομάδες, τότε θα πρέπει να ταξινομείται πάντα στη χαμηλότερη ομάδα.

ΣΥΝΤΑΞΗ Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	ΕΓΚΡΙΣΗ Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	ΕΚΔΟΣΗ 1	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ 0	ΗΜ/ΝΙΑ
---------------------------------	---------------------------------	--------------------	------------------------	---------------

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 6/13
	<u>21. ΕΓΚΡΙΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001-21

Ομάδα	Τύπος Χάλυβα
1	Χάλυβες με ελάχιστη καθορισμένη τάση διαρροής $Re \leq 355 \text{ N/mm}^2$ ή $Rm \leq 520 \text{ N/mm}^2$ και με ανάλυση σε % μη υπερβαίνουσα : C = 0,24 Si = 0,55 Mn = 1,60 Mo = 0,65 S = 0,045 P = 0,045 Οποιοδήποτε άλλο απλό στοιχείο = 0,3 Όλα τα άλλα στοιχεία συνολικά = 0,8
2	Εξομαλυσμένους ή θερμομηχανικά κατεργασμένους λεπτόκοκκους χάλυβες με μια καθορισμένη ελάχιστη τάση διαρροής $Re > 355 \text{ N/mm}^2$
3	Σκληρυμένους και βαμμένους λεπτόκοκκους χάλυβες με μια καθορισμένη ελάχιστη τάση διαρροής $Re > 500 \text{ N/mm}^2$
4	Χάλυβες με Cr 0,6 % μέγιστο, Mo 0,5 % μέγιστο, V 0,25 % μέγιστο. Βλέπε σημείωση 1.
5	Χάλυβες με Cr 9 % μέγιστο, Mo 1,2 % μέγιστο. Βλέπε σημείωση 1.
6	Χάλυβες με Cr 12 % μέγιστο, Mo 1 % μέγιστο, V 0,5 % μέγιστο. Βλέπε σημείωση 1.
7	Χάλυβες με Ni 9 % μέγιστο. Βλέπε σημείωση 1.
8	Φερριτικούς ή μαρτενσιτικούς ανοξείδωτους χάλυβες από 12 % ως 20 % Cr. Βλέπε σημείωση 1.
9	Ωστενιτικούς ανοξείδωτους χάλυβες.
<u>ΣΗΜΕΙΩΣΗ 1</u> : Για τις ομάδες 4 και 8 η σύνθεση του κράματος σχετίζεται με την ονομαστική ανάλυση του δείγματος.	

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 : Σύστημα ομαδοποίησης για χάλυβα

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 7/13
	<u>21. ΕΓΚΡΙΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001-21

4.3.1.2 Ενώσεις ανόμοιων μετάλλων

Το πεδίο έγκρισης για τις ενώσεις ανόμοιων μετάλλων δίνεται στον **Πίνακα 2**. Οποιαδήποτε ένωση ανόμοιων μετάλλων που δεν καλύπτεται από τον Πίνακα 2, πρέπει να απαιτεί μια ειδική δοκιμή χωρίς πεδίο έγκρισης.

Υπάρχουσες εγκεκριμένες δοκιμές διαδικασίας συγκόλλησης για ομάδα χάλυβα ή ενώσεις ανόμοιων μετάλλων	Πεδίο έγκρισης
2	2 συγκολλημένα σε 1
3	3 συγκολλημένα σε 1 3 συγκολλημένα σε 2
8 συγκολλημένα σε 2	8 συγκολλημένα σε 1 8 συγκολλημένα σε 2
8 συγκολλημένα σε 3	8 συγκολλημένα σε 1 8 συγκολλημένα σε 2 8 συγκολλημένα σε 3
9 συγκολλημένα σε 2 ή 9 συγκολλημένα σε 3	9 συγκολλημένα σε 1 9 συγκολλημένα σε 2 9 συγκολλημένα σε 3

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 : Πεδίο έγκρισης ενώσεων ανόμοιων μετάλλων

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 8/13
	<u>21. ΕΓΚΡΙΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001-21

4.3.2 Πάχος συγγενούς μετάλλου και διάμετρος σωλήνα

4.3.2.1 Γενικά

Το ονομαστικό πάχος t πρέπει να έχει τις ακόλουθες σημασίες :

- α) Για μετωπική ένωση :
- Το πάχος του συγγενούς μετάλλου, το οποίο είναι αυτό του λεπτότερου υλικού, για ενώσεις μεταξύ ανόμοιων παχών.
- β) Για γωνιακή συγκόλληση :
- Το πάχος του συγγενούς μετάλλου που εγκρίνεται για ενώσεις μεταξύ διαφορετικών παχών είναι αυτό του παχύτερου υλικού. Για κάθε εγκεκριμένο πεδίο πάχους, όπως στον **Πίνακα 3**, υπάρχει επίσης ένα συσχετισμένο πεδίο παχών λαιμού εγκεκριμένης γωνιακής συγκόλλησης, όπως δίνεται στην 4.3.2.3.
- γ) Για σύνδεση κλάδου τοποθετημένου επάνω :
- Το πάχος του σωλήνα του κλάδου.
- δ) Για σύνδεση κλάδου τοποθετημένου μέσα ή διαμέσου :
- Το πάχος του κύριου σωλήνα.
- ε) Για μετωπική ένωση T σε έλασμα :
- Το πάχος του προετοιμασμένου ελάσματος.

4.3.2.2 Πεδίο έγκρισης για μετωπικές συγκολλήσεις

Η έγκριση μιας δοκιμής διαδικασίας συγκόλλησης σε πάχος t , πρέπει να περιλαμβάνει έγκριση για πάχη μέσα στα ακόλουθα όρια που δίνονται στον **Πίνακα 3** :

Πάχος του δοκιμίου t	Πεδίο έγκρισης	
	για απλό πέρασμα ή απλό πέρασμα από τις δυο πλευρές	για συγκόλληση πολλαπλών περασμάτων
$t \leq 3$	0,8 t ως 1,1 t	t ως 2 t
$3 < t \leq 12$	0,8 t ως 1,1 t	3 ως 2 t
$12 < t \leq 100$	0,8 t ως 1,1 t	0,5 t ως 2 t (μεγ. 150)
$t > 100$	0,8 t ως 1,1 t	0,5 t ως 1,5 t

Για δοκιμές κάτω από το όριο κρούσης (12 mm), η έγκριση είναι < 12 mm, χωρίς δοκιμασία κρούσης.
Το πεδίο έγκρισης ίσως πρέπει να ελαττωθεί για να αποφεύγονται ρωγμές υδρογόνου.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 : Πεδίο έγκρισης για πάχος (διαστάσεις σε mm)

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 9/13
	<u>21. ΕΓΚΡΙΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001-21

4.3.2.3 Πεδίο έγκρισης για γωνιακές συγκολλήσεις

Επιπροσθέτως των απαιτήσεων του πίνακα 3, το πεδίο έγκρισης του πάχους λαιμού " a " πρέπει να είναι " 0,75a " ως " 1,5a ". Εντούτοις, μια δοκιμή με πάχος λαιμού ≥ 10 mm, πρέπει να δίνει έγκριση για όλα τα πάχη λαιμού ≥ 10 mm.

4.3.2.4 Πεδίο έγκρισης για τις διαμέτρους σωλήνων και τις συνδέσεις κλάδου

Η έγκριση μιας δοκιμής διαδικασίας συγκόλλησης σε διάμετρο D πρέπει να περιλαμβάνει έγκριση για διαμέτρους μέσα στα ακόλουθα όρια που δίνονται στον Πίνακα 4.

Διαστάσεις του δοκιμίου D (mm)	Πεδίο έγκρισης
$D \leq 168,3$	0,5 D ως 2 D
$D > 168,3$	$\geq 0,5 D$ και ελάσματα (βλ. 4.4.2)
D είναι η εξωτερική διάμετρος του σωλήνα ή η εξωτερική διάμετρος του σωλήνα του κλάδου. Η έγκριση που δίνεται για ελάσματα, καλύπτει επίσης τους σωλήνες, όταν η εξωτερική διάμετρος είναι > 500 mm.	

ΠΙΝΑΚΑΣ 4 : Πεδίο έγκρισης για σωλήνα και σύνδεση κλάδου

4.3.3 Γωνία σύνδεσης κλάδου

Μια δοκιμή διαδικασίας που διεξάγεται σε μια σύνδεση κλάδου με γωνία α , πρέπει να εγκρίνει όλες τις γωνίες κλάδου α_1 στο πεδίο $\alpha \leq \alpha_1 \leq 90^\circ$.

4.4 Κοινά προς Όλες τις Διαδικασίες Συγκόλλησης

4.4.1 Διεργασία συγκόλλησης

Η έγκριση είναι έγκυρη μόνο για τη διεργασία συγκόλλησης που χρησιμοποιήθηκε στη δοκιμή διαδικασίας συγκόλλησης. Σε μια δοκιμή διαδικασίας πολλαπλών διεργασιών, η έγκριση είναι έγκυρη μόνο για τη σειρά που χρησιμοποιήθηκε κατά τη διάρκεια της δοκιμής έγκρισης.

ΣΥΝΤΑΞΗ	ΕΓΚΡΙΣΗ	ΕΚΔΟΣΗ	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ
Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	1	0	

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 10/13
	<u>21. ΕΓΚΡΙΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001-21

ΣΗΜΕΙΩΣΗ : Για διαδικασίες πολλαπλών διεργασιών, κάθε διεργασία συγκόλλησης μπορεί να εγκριθεί ξεχωριστά ή σε συνδυασμό με άλλες διεργασίες. Ομοίως, μία ή περισσότερες διεργασίες μπορεί να διαγραφούν από μια εγκεκριμένη Π.Δ.Σ. με την προϋπόθεση ότι το πάχος της ένωσης είναι μέσα στο εγκεκριμένο πεδίο πάχους της (των) σχετικής (ών) διαδικασίας (ών) συγκόλλησης που εφαρμόζεται.

4.4.2 Θέσεις συγκόλλησης

Όταν δεν καθορίζονται απαιτήσεις ούτε κρούσης ούτε σκληρότητας, η συγκόλληση σε οποιαδήποτε θέση (σωλήνα ή έλασμα) εγκρίνεται για συγκόλληση σε όλες τις θέσεις (σωλήνα ή έλασμα).

Όταν καθορίζονται απαιτήσεις είτε κρούσης είτε σκληρότητας, οι δοκιμές κρούσης πρέπει να λαμβάνονται από τη θέση της υψηλότερης θερμικής φόρτισης και οι δοκιμές σκληρότητας πρέπει να λαμβάνονται από τη θέση της χαμηλότερης θερμικής φόρτισης, για να συγκρίνονται για όλες τις θέσεις.

4.4.3 Προστιθέμενο μέταλλο, ταξινόμηση

Το πεδίο έγκρισης των προστιθεμένων μετάλλων καλύπτει άλλα προστιθέμενα μέταλλα εφ' όσον αυτά είναι :

- είτε στην ίδια ομάδα εφελευστικών ιδιοτήτων, εκτός αν απαιτείται δοκιμασία κρούσης. Η αλλαγή στον τύπο επικάλυψης θα συνεπάγεται νέα έγκριση της διαδικασίας συγκόλλησης,
- ή μέσα στην ίδια ονομαστική χημική σύνθεση.

4.4.4 Προστιθέμενο μέταλλο, κατασκευή

Όταν απαιτείται δοκιμασία κρούσης, η έγκριση που δίνεται είναι εφαρμόσιμη μόνο στη συγκεκριμένη κατασκευή που χρησιμοποιείται στη δοκιμή διαδικασίας συγκόλλησης. Είναι επιτρεπτό, όταν ένα πρόσθετο δοκίμιο συγκολλείται, να αλλάζεται η συγκεκριμένη κατασκευή του προστιθεμένου μετάλλου προς άλλη, υποχρεωτικά με το ίδιο τμήμα της ταξινόμησης.

Αυτό το δοκίμιο πρέπει να συγκολλείται χρησιμοποιώντας ακριβώς τις ίδιες παραμέτρους συγκόλλησης όπως στη δοκιμή της πρωταρχικής διαδικασίας συγκόλλησης και πρέπει να δοκιμάζονται μόνο δείγματα δοκιμής κρούσης συγκόλλησης μετάλλου.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ : Αυτή η πρόβλεψη δεν εφαρμόζεται σε σύρμα με την ίδια ταξινόμηση και ονομαστική χημική σύνθεση.

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 11/13
	<u>21. ΕΓΚΡΙΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001-21

4.4.5 Τύπος ρεύματος

Η έγκριση που δίνεται είναι ο τύπος ρεύματος (AC, DC, παλμικό ρεύμα) και η πολικότητα που χρησιμοποιούνται στη δοκιμή διαδικασίας συγκόλλησης.

4.4.6 Θερμική φόρτιση

Οι απαιτήσεις αυτού του κεφαλαίου εφαρμόζονται μόνο όταν καθορίζεται ο έλεγχος της θερμικής φόρτισης.

Όταν εφαρμόζονται απαιτήσεις κρούσης, το ανώτερο όριο θερμικής φόρτισης που εγκρίνεται είναι 15 % μεγαλύτερο απ' αυτό που χρησιμοποιείται στη συγκόλληση του δοκιμίου.

Όταν εφαρμόζονται απαιτήσεις σκληρότητας, το κατώτερο όριο θερμικής φόρτισης που εγκρίνεται είναι 15 % χαμηλότερο απ' αυτό που χρησιμοποιείται στη συγκόλληση του δοκιμίου.

4.4.7 Θερμοκρασία προθέρμανσης

Το κατώτερο όριο έγκρισης είναι η ονομαστική θερμοκρασία προθέρμανσης που εφαρμόζεται στην αρχή της δοκιμής διαδικασίας συγκόλλησης.

4.4.8 Θερμοκρασία επάλληλου περάσματος

Το ανώτερο όριο έγκρισης είναι η ονομαστική θερμοκρασία επάλληλου περάσματος που επιτυγχάνεται στη δοκιμή διαδικασίας συγκόλλησης.

4.4.9 Θερμική κατεργασία μετά τη συγκόλληση

Δεν επιτρέπεται προσθήκη ή διαγραφή θερμικής κατεργασίας μετά τη συγκόλληση.

Το πεδίο θερμοκρασίας που χρησιμοποιείται για τη δοκιμή διαδικασίας συγκόλλησης είναι το εγκεκριμένο πεδίο. Όπου απαιτείται, οι ρυθμοί θέρμανσης, οι ρυθμοί ψύξης και ο χρόνος διατήρησης, πρέπει να σχετίζονται με το εξάρτημα παραγωγής.

4.5 Ειδικά για τις Διεργασίες

4.5.1 Διεργασίες 111 και 114

Η έγκριση που δίνεται είναι, για τη διάμετρο του χρησιμοποιούμενου ηλεκτροδίου στη δοκιμή διαδικασίας συγκόλλησης, συν ή πλην ένα μέγεθος διαμέτρου ηλεκτροδίου για κάθε πέρασμα, με εξαίρεση του περάσματος της ρίζας σε μετωπικές συγκολλήσεις μιας πλευράς χωρίς υποστήριξη, για το οποίο δεν επιτρέπεται αλλαγή του μεγέθους.

ΣΥΝΤΑΞΗ Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	ΕΓΚΡΙΣΗ Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	ΕΚΔΟΣΗ 1	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ 0	ΗΜ/ΝΙΑ
---------------------------------	---------------------------------	--------------------	------------------------	---------------

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 12/13
	<u>21. ΕΓΚΡΙΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001-21

4.5.2 Διεργασία 12

Η έγκριση που δίνεται περιορίζεται στο σύστημα σύρματος που χρησιμοποιείται στη δοκιμή διαδικασίας συγκόλλησης (π.χ. μονόκλωνο ή πολύκλωνο σύστημα).

Η έγκριση που δίνεται για το συλλίπασμα περιορίζεται στην κατασκευή και ταξινόμηση που χρησιμοποιείται για τη δοκιμή διαδικασίας συγκόλλησης.

4.5.3 Διεργασίες 131, 135 και 136

Η έγκριση που δίνεται για το προστατευτικό αέριο προσώπου και / ή πίσω πλευράς, περιορίζεται στον τύπο αερίου (ονομαστική σύνθεση) που χρησιμοποιείται στη δοκιμή διαδικασίας συγκόλλησης.

Η έγκριση που δίνεται περιορίζεται στο σύστημα σύρματος που χρησιμοποιείται στη δοκιμή διαδικασίας συγκόλλησης (π.χ. μονόκλωνο ή πολύκλωνο σύστημα).

4.5.4 Διεργασία 141

Η έγκριση που δίνεται για το προστατευτικό αέριο προσώπου και / ή πίσω πλευράς, περιορίζεται στον τύπο αερίου (ονομαστική σύνθεση) που χρησιμοποιείται στη δοκιμή διαδικασίας συγκόλλησης.

4.5.5 Διεργασία 15

Η έγκριση που δίνεται περιορίζεται στον τύπο του αερίου πλάσματος που χρησιμοποιείται στη δοκιμή διαδικασίας συγκόλλησης.

Η έγκριση που δίνεται για το προστατευτικό αέριο προσώπου και / ή πίσω πλευράς, περιορίζεται στον τύπο αερίου (ονομαστική σύνθεση) που χρησιμοποιείται στη δοκιμή διαδικασίας συγκόλλησης.

5. ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΡΙΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΑΚΟΛΟΥΘΗ ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΕΓΚΡΙΣΗΣ

Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός εθνικών προτύπων για προδιαγραφή και έγκριση διαδικασιών συγκόλλησης. Μολονότι όμοιας φύσης, οι απαιτήσεις διαφέρουν σε αρκετές λεπτομέρειες. Η παρούσα Οδηγία στηρίζεται στο Ευρωπαϊκό τυποποιημένο σύστημα για την προδιαγραφή και την έγκριση των διαδικασιών συγκόλλησης. Το Ευρωπαϊκό σύστημα θα πρέπει να συμφωνεί με τις αρχές των περισσότερων εθνικών προτύπων και θα πρέπει να επιτρέπει μια βαθμιαία μετάβαση σ' ένα πραγματικά Ευρωπαϊκό σύστημα.

ΣΥΝΤΑΞΗ Γ. ΚΟΚΚΑΛΑΡΑΣ	ΕΓΚΡΙΣΗ Β. ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ	ΕΚΔΟΣΗ 1	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ 0	ΗΜ/ΝΙΑ
---------------------------------	---------------------------------	--------------------	------------------------	---------------

Ε.Μ.Π. ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	ΣΕΛ. 13/13
	<u>21. ΕΓΚΡΙΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</u>	Ο.Ε. 2001-21

Η έγκριση με αναφορά σε προηγούμενη εμπειρία συγκόλλησης (βλέπε την 3.2) έχει έναν αριθμό εφαρμογών. Σε τέτοιες περιπτώσεις, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνον οι γνωστές από τη εμπειρία διαδικασίες συγκόλλησης που είναι αξιόπιστες.

Η έγκριση με τη χρήση εγκεκριμένου αναλώσιμου συγκόλλησης (βλέπε την 3.3) έχει χρησιμοποιηθεί για αρκετά χρόνια από μερικούς κλάδους της βιομηχανίας. Η έγκριση των αναλωσίμων συγκόλλησης διενεργείται σύμφωνα με τις εθνικές διατάξεις, εν αναμονή της καθιέρωσης των Ευρωπαϊκών διατάξεων πιστοποίησης.

Η έγκριση με δοκιμές διαδικασίας συγκόλλησης (βλέπε την 3.4) είναι τυποποιημένη σ' ένα μεγάλο αριθμό εθνικών προτύπων και χρησιμοποιείται ευρέως σε αρκετές χώρες. Μια δοκιμή διαδικασίας ίσως είναι μάλλον δαπανηρός τύπος έγκρισης. Η δοκιμή διαδικασίας χρειάζεται οποτεδήποτε οι ιδιότητες του υλικού του μετάλλου συγκόλλησης και οι θερμικά επηρεαζόμενες ζώνες είναι κρίσιμες για την εφαρμογή.

Η έγκριση με αναφορά σε πρότυπη διαδικασία συγκόλλησης (βλέπε την 3.5) επί του παρόντος χρησιμοποιείται μάλλον σε περιορισμένη έκταση. Καλύπτεται μόνο από λίγους εθνικούς κανόνες. Αυτός ο τύπος έγκρισης είναι ελκυστικός, επειδή έχει τη δυνατότητα να ελαττώνει το κόστος σχετικά με την έγκριση για το μεμονωμένο κατασκευαστή. Εθνικές διατάξεις για πρότυπες διαδικασίες συγκόλλησης αναπτύσσονται σήμερα σε αρκετές χώρες. Η παρούσα δέσμη Ευρωπαϊκών προτύπων θα πρέπει να είναι συμβατή με τις εθνικές διατάξεις.

Η έγκριση με δοκιμή συγκόλλησης πριν την παραγωγή (βλέπε 3.6) μνημονεύεται σπανίως στα εθνικά πρότυπα. Εντούτοις χρειάζεται, για ειδικές διαδικασίες συγκόλλησης. Η έγκριση με δοκιμή πριν την παραγωγή είναι η μόνη αξιόπιστη μέθοδος έγκρισης για μερικές διαδικασίες συγκόλλησης, των οποίων οι καταλήγουσες ιδιότητες της συγκόλλησης εξαρτώνται ισχυρά από συγκεκριμένες συνθήκες όπως : του εξαρτήματος, των ειδικών συνθηκών συγκράτησης, των αποψύξεων, κ.λ.π., που δε μπορούν να αναπαραχθούν με τυποποιημένα δοκίμια.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 1 : Η δοκιμασία των δοκιμίων ή ολοκληρωμένων προϊόντων μπορεί να διενεργείται κατά τη διάρκεια της πραγματικής παραγωγής, ως μέρος ενός στατιστικού προγράμματος ελέγχου ποιότητας, βασισμένο στην καταστρεπτική δοκιμασία. Τέτοια δοκιμασία παραγωγής δε θα πρέπει να χρησιμοποιείται ως αντικατάσταση της δοκιμασίας πριν την παραγωγή και μια απαίτηση για δοκιμασία πριν την παραγωγή δε θα πρέπει να λαμβάνεται για να αντικαταστήσει τη δοκιμασία της παραγωγής.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 2 : Σε αρκετές περιπτώσεις οι εφαρμόσιμες δοκιμές εκτελούνται πριν την παραγωγή ακόμη κι αν η διαδικασία συγκόλλησης είναι εγκεκριμένη. Παραδείγματα βρίσκονται ανατρέχοντας σε δοκιμές νέων μηχανών συγκόλλησης και σε δοκιμές καθιερωμένης (και εγκεκριμένης) διαδικασίας συγκόλλησης σε μια ασυνήθιστη ένωση ή θέση. Τα δοκίμια που συγκολλούνται κατά τις εφαρμόσιμες δοκιμές συνήθως εξετάζονται και δοκιμάζονται για σφάλματα μόνο. Η παραπομπή σ' αυτή την Οδηγία δε θα πρέπει να ερμηνεύεται ως απαίτηση για οποιαδήποτε εφαρμόσιμη δοκιμασία και μια απαίτηση για έγκριση της διαδικασίας συγκόλλησης ως δοκιμή πριν την παραγωγή.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1^ο

ΓΕΝΙΚΟΙ ΟΡΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ ΚΑΤΑ ΑΥΞΟΝΤΑ ΑΡΙΘΜΟ (Αγγλοελληνική Ορολογία)

NUMBER ΚΩΔΙΚΟΣ	TERM / ΟΡΟΣ	
	ENGLISH / ΑΓΓΛΙΚΟΣ	GREEK / ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ
Section 1. General welding terms Παράγραφος 1. Γενικοί όροι συγκολλήσεων		
10001	Welding	Συγκόλληση
10002	Weld	Ραφή
10003	Welder	Συγκολλητής
10004	Welding operator	Χειριστής συσκευής συγκόλλησης
10005	Welding plant	Εγκατάσταση για συγκόλληση
10006	Welding process	Διεργασία συγκόλλησης
10007	Manual welding	Συγκόλληση με το χέρι
10008	Semi-automatic welding	Ημι-αυτόματη συγκόλληση
10010	Mechanized welding	Μηχανοποιημένη συγκόλληση
10011	Automatic welding	Αυτόματη συγκόλληση
10012	Strength weld	Ραφή ικανή να παραλαμβάνει τάσεις
10013	Parent metal	Βασικό μέταλλο
10014	Filler metal	Προστιθέμενο μέταλλο
10015	Filler wire	Προστιθέμενο σύρμα
10016	Filler rod	Προστιθέμενη ράβδος
10017	Flux	Σκόνη, συλλίπασμα
10018	Deposited metal	Εναποτιθέμενο μέταλλο
10020	Weld metal	Μέταλλο συγκόλλησης
10021	Run	Στρώση (συγκόλλησης)

10022	Deposition rate	Ρυθμός εναπόθεσης
10023	Weld zone	Ζώνη συγκόλλησης
10024	Heat-affected zone ; HAZ	Θερμικά επηρεαζόμενη ζώνη, ΘΕΖ
10025	Fusion zone	Ζώνη τήξης
10026	Fusion line	Όριο τήξης
10027	Welding technique	Τεχνική συγκόλλησης
10028	Welding procedure	Διαδικασία συγκόλλησης
10030	Weld sequence	Ακολουθία συγκόλλησης
10031	Weld run sequence	Ακολουθία στρώσεων συγκόλλησης
10032	Stud welding	Συγκόλληση μπουζονιών
10033	Hard facing ; Hard surfacing	Σκληρή επικάλυψη
10034	Spatter	Πιτσίλισμα
10035	Duty cycle	Κύκλος λειτουργίας (συντελεστής χρήσης)
10036	Transferred arc	Μεταφερόμενο τόξο
10037	Non-transferred arc	Μη μεταφερόμενο τόξο
10038	Electrode pick-up	Εναποθέσεις στο ηλεκτρόδιο
10040	Pick-up from parent metal	Κραμάτωση από το βασικό μέταλλο
10041	Arc eye	Επιπεφυκίτιδα
10042	Electrode holder	Τσιμπίδα ηλεκτροδίου
10043	Welding glass	Γυαλιά συγκόλλησης
10044	Filter glass	Γυαλί προστασίας συγκολλητή
10045	Blowpipe	Σαλμός
10046	Flashback	Αναστροφή φλόγας

10047	Pressure regulator	Ρυθμιστής πίεσης
10048	Residual welding stress	Παραμένουσα τάση συγκόλλησης
10050	Pulse	Παλμός
10051	Pulse time	Διάρκεια παλμού
10052	Welding primer	Συγκολλησιμο προπαρασκευαστικό στρώμα βαφής
10053	Welding consumables	Αναλώσιμα συγκόλλησης
10054	Welding equipment	Εξοπλισμός συγκόλλησης
10055	Welding accessories	Παρελκόμενα συγκόλλησης
10056	Layer ; (pass)	Στρώση (συγκόλλησης)
10057	Building-up	Γέμισμα
10058	Surfacing	Επικάλυψη
10060	Joint preparation ; weld preparation	Προετοιμασία ένωσης, προετοιμασία ραφής
10061	Joint	Ένωση
10062	Burn-off rate	Ρυθμός ανάλωσης ηλεκτροδίου
10063	Gap ; air gap	Διάκενο, διάκενο αέρος
10064	Heat input	Προσδιδόμενη θερμότητα
10065	Welding fixture	Ιδιοσυσκευή συγκράτησης για συγκόλληση (καλίμπρα)
10066	Acceptance criteria	Κριτήρια αποδοχής
10067	Examiner	Εξεταστής
10068	Test body	Οργανισμός δοκιμών
10070	Welding procedure specification ; WPS	Προδιαγραφή διαδικασίας συγκόλλησης (ΠΔΣ)
10071	Welding procedure qualification record ; WPQR	Έκθεση καταλληλότητας διαδικασίας συγκόλλησης (ΕΚΔΣ)

10072	Welding procedure approval record ; WPAR	Έκθεση έγκρισης διαδικασίας συγκόλλησης (ΕΕΔΣ)
10073	Welding variable	Παράμετρος συγκόλλησης
10074	Essential variable	Σημαντική μεταβλητή
10075	Additional variable	Πρόσθετη μεταβλητή
10076	Standard material	Τυποποιημένο υλικό
10077	Batch of standard material	Παρτίδα τυποποιημένου υλικού
10078	Group of standard materials	Ομάδα τυποποιημένων υλικών
10080	Re-start	Επανάναυση (τόξου)
10081	Post weld heat treatment	Θερμική κατεργασία μετά τη συγκόλληση
10082	Plasma gas	Πλάσμα αερίου
10083	Preheating	Προθέρμανση
10084	Cooling rate	Ρυθμός ψύξης
10085	Heating rate	Ρυθμός θέρμανσης
10086	Current rate	Εύρος έντασης ρεύματος
10087	Electrical characteristics	Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά

NUMBER ΚΩΔΙΚΟΣ	TERM / ΟΡΟΣ	
	ENGLISH / ΑΓΓΛΙΚΟΣ	GREEK / ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ
<p>Section 2. Terms relating to welding with pressure Παράγραφος 2. Όροι σχετικοί με συγκόλληση με πίεση</p> <p>Sub-section 2.1 General terms for welding with pressure Υπο-παράγραφος 2.1 Γενικοί όροι συγκόλλησης με πίεση</p>		
21001	Faying surface	Επιφάνεια επαφής (ηλεκτροδίου-αντικειμένου)
21002	Interface	Διεπιφάνεια
21003	HF induction welding	Συγκόλληση επαγωγής με υψίσυχο ρεύμα
21004	Upset metal	Παραμορφούμενο μέταλλο
21005	Upset allowance	Ανοχή παραμόρφωσης
21006	Upset speed	Ταχύτητα παραμόρφωσης
21007	Welding cycle	Κύκλος συγκόλλησης
21008	Upset force	Δύναμη παραμόρφωσης
21010	Upset pressure	Πίεση παραμόρφωσης
21011	Total allowance	Συνολική ανοχή
21012	Upset length	Μήκος παραμόρφωσης
21013	Forging force ; forge force	Δύναμη σφυρηλάτησης
21014	Forging pressure ; forge pressure	Πίεση σφυρηλάτησης
21015	Forging time ; (forge time)	Διάρκεια σφυρηλάτησης
21016	Dwell	Παραμονή (σε κίνηση ταλάντωσης)
21017	Dwell time	Διάρκεια παραμονής

21018	HF pressure welding	Συγκόλληση με πίεση και υψίσυχο ρεύμα
21020	Gas pressure welding	Οξυγονοκόλληση με πίεση
21021	Ultrasonic welding	Συγκόλληση με υπερήχους
21022	Diffusion welding	Συγκόλληση διάχυσης
21023	Explosive cladding	Επικάλυψη με έκρηξη
21024	MIAB welding ; [magnetically-impelled arc butt welding]	Μετωπική συγκόλληση μαγνητικά καθοδηγούμενου τόξου

NUMBER ΚΩΔΙΚΟΣ	TERM / ΟΡΟΣ	
	ENGLISH / ΑΓΓΛΙΚΟΣ	GREEK / ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ
Section 2. Terms relating to welding with pressure Παράγραφος 2. Όροι σχετικοί με συγκόλληση με πίεση		
Sub-section 2.2 Terms relating only to resistance welding Υπο-παράγραφος 2.2 Όροι σχετικοί με συγκόλληση ηλεκτρικής αντίστασης		
22001	Resistance welding	Συγκόλληση ηλεκτρικής αντίστασης
22002	Resistance butt welding	Μετωπική συγκόλληση ηλεκτρικής αντίστασης
22003	Flash welding	Συγκόλληση αντίστασης με περιμετρική διόγκωση άκρων
22004	Spot welding	Συγκόλληση κατά σημεία
22005	Stitch welding	Διακοπτόμενη συγκόλληση
22006	Multiple spot welding	Πολλαπλή συγκόλληση κατά σημεία
22007	Series spot welding	Πολλαπλή συγκόλληση κατά σημεία
22008	Seam welding	Συγκόλληση αντίστασης συνεχούς γραμμής
22010	Projection welding	Συγκόλληση με προεκβολή
22011	Resistance stud welding	Συγκόλληση μπουζονιών ηλεκτρικής αντίστασης
22012	Percussion welding	Κρουστική συγκόλληση
22013	HF resistance welding	Συγκόλληση ηλεκτρικής αντίστασης με υψίσυχνο ρεύμα
22014	Cross-wire welding	Συγκόλληση πλέγματος
22015	Resistance welding electrode	Ηλεκτρόδιο συγκόλλησης ηλεκτρικής αντίστασης

22016	Electrode shank	Κορμός ηλεκτροδίου
22017	Electrode wheel	Δισκοειδές ηλεκτρόδιο
22018	Flashing allowance	Ανοχή μήκους λόγω περιμετρικής διόγκωσης άκρων
22020	Electrode pressure	Πίεση στο ηλεκτρόδιο
22021	Flashing time	Διάρκεια περιμετρικής διόγκωσης
22022	Upset time	Διάρκεια παραμόρφωσης
22023	Upset current time	Διάρκεια ρεύματος παραμόρφωσης
22024	Cool time	Διάρκεια ψύξης
22025	Weld time	Διάρκεια συγκόλλησης
22026	Hold time	Διάρκεια συγκράτησης
22027	Welding current	Ένταση ρεύματος συγκόλλησης
22028	Flashing current	Ένταση ρεύματος περιμετρικής διόγκωσης
22030	Flashing travel	Διαδρομή περιμετρικής διόγκωσης
22031	Flashing speed	Ταχύτητα περιμετρικής διόγκωσης
22032	Throat depth	Βάθος λαιμού
22033	Throat gap	Άνοιγμα λαιμού
22034	Indirect spot welding	Έμμεση συγκόλληση κατά σημεία
22035	Force delay time	Χρονική καθυστέρηση σφυρηλάτησης
22036	Backing electrode	Ηλεκτρόδιο υποστήριξης
22037	Upset current	Ένταση ρεύματος παραμόρφωσης
22038	Flashing loss	Απώλεια λόγω περιμετρικής διόγκωσης
22040	Flashing	Περιμετρική διόγκωση άκρων

NUMBER ΚΩΔΙΚΟΣ	TERM / ΟΡΟΣ	
	ENGLISH / ΑΓΓΛΙΚΟΣ	GREEK / ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ
<p>Section 2. Terms relating to welding with pressure Παράγραφος 2. Όροι σχετικοί με συγκόλληση με πίεση</p> <p>Sub-section 2.3 Terms relating only to friction welding Υπο-παράγραφος 2.3 Όροι σχετικοί μόνο με τη συγκόλληση τριβής</p>		
23001	Friction welding	Συγκόλληση τριβής
23002	Friction force	Δύναμη τριβής
23003	Friction pressure	Πίεση τριβής
23004	Friction speed	Ταχύτητα τριβής
23005	Friction time	Διάρκεια τριβής
23006	Forging speed	Ταχύτητα σφυρηλάτησης
23007	Burn-off length	Μήκος ανάλωσης ηλεκτροδίου

NUMBER ΚΩΔΙΚΟΣ	TERM / ΟΡΟΣ	
	ENGLISH / ΑΓΓΛΙΚΟΣ	GREEK / ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ
Section 3. Terms relating to fusion welding (welding without pressure) Παράγραφος 3. Όροι σχετικοί με τη συγκόλληση τήξης (συγκόλληση χωρίς πίεση)		
Sub-section 3.1 General terms for fusion welding Υπο-παράγραφος 3.1 Γενικοί όροι για συγκόλληση τήξης		
31001	Fusion welding	Συγκόλληση τήξης
31002	Back-step sequence	Ακολουθία κατά ανάστροφα βήματα (ακολουθία οπισθοδρόμησης)
31003	Back step welding	Συγκόλληση κατά ανάστροφα βήματα (συγκόλληση οπισθοδρόμησης)
31004	Continuous welding	Συνεχής ραφή
31005	Intermittent weld	Διακοπτόμενη ραφή
31006	Butt weld	Μετωπική ραφή
31007	Square butt weld	Μετωπική ραφή χωρίς λοξοτομή
31008	Single-V butt weld	Μετωπική ραφή απλού V
31010	Double-V butt weld	Μετωπική ραφή διπλού V
31011	Single-U butt weld	Μετωπική ραφή απλού U
31012	Double-U butt weld	Μετωπική ραφή διπλού U
31013	Single-J butt weld	Μετωπική ραφή απλού J
31014	Double-J butt weld	Μετωπική ραφή διπλού J
31015	Fillet weld	Αυχενική συγκόλληση
31016	Tack weld	Ραφή πονταρίσματος, τσίμπημα
31017	Plug weld	Ραφή σε σχισμή (αλληλοεπικαλυμένων ελασμάτων)

31018	Seal weld	Ραφή σφράγισης
31020	Edge weld	Ραφή ακμής
31021	Butt joint	Μετωπική ένωση
31022	T-joint	Ένωση T
31023	T-butt joint	Μετωπική ένωση T
31024	Approved consumable	Εγκεκριμένο αναλώσιμο
31025	Heterogeneous assembly	Ετερογενής συναρμολόγηση
31026	Lap joint	Ένωση με επικάλυψη
31027	Corner joint	Γωνιακή ένωση
31028	Edge joint	Ένωση ακμής
31030	Root (of weld)	Ρίζα (ραφής)
31031	Root face	Πρόσωπο ρίζας (πατούρα)
31032	Root side	Πλευρά της ρίζας
31033	Face side	Πρόσωπο συγκόλλησης
31034	Feather edge	Αιχμηρή ακμή
31035	Land	Πρόσωπο ρίζας
31036	Edge preparation	Προετοιμασία άκρων ένωσης
31037	Toe	Ακμή ραφής
31038	Angle of bevel	Γωνία φρέζας (ή λοξοτομής)
31040	Included angle	Γωνία ανοίγματος (λοξοτομής)
31041	Root radius	Ακτίνα ρίζας
31042	Leg	Σκέλος αυχενικής συγκόλλησης
31043	Leg strength	Μήκος σκέλους αυχενικής συγκόλλησης
31044	Actual throat thickness	Πραγματικό πάχος αυχενικής συγκόλλησης

31045	Design throat thickness	Πάχος σχεδιασμού αυχενικής συγκόλλησης
31046	Effective throat thickness	Ενεργό πάχος αυχενικής συγκόλλησης
31047	Weld width	Πλάτος ραφής
31048	Reinforcement	Υπερύψωση ραφής
31050	Excess weld metal	Υπερβολική ποσότητα μετάλλου συγκόλλησης
31051	Weld slope	Γωνία κλίσης ραφής
31052	Weld rotation	Γωνία περιστροφής ραφής
31053	Welding position	Θέση συγκόλλησης
31054	Flat position	Επίπεδη θέση (συγκόλλησης)
31055	Horizontal vertical position	Οριζόντια θέση (συγκόλλησης) σε κατακόρυφο επίπεδο
31056	Vertical position up	Κατακόρυφη θέση (συγκόλλησης) προς τα πάνω (ανεβατό)
31057	Vertical position down	Κατακόρυφη θέση (συγκόλλησης) προς τα κάτω (κατεβατό)
31058	Horizontal overhead position	Οριζόντια οροφιαία θέση (συγκόλλησης)
31060	Horizontal position	Οριζόντια θέση (συγκόλλησης)
31061	Overhead position	Οροφιαία θέση (συγκόλλησης)
31062	Inclined position	Θέση (συγκόλλησης) σε κεκλιμένο επίπεδο
31063	Manipulator	Συσκευή ρύθμισης θέσης
31064	Bead	Κορδόνι (συγκόλλησης)
31065	Penetration bead	Κορδόνι διείσδυσης
31066	Full penetration weld	Ραφή πλήρους διείσδυσης

31067	Partial penetration weld	Ραφή μερικής διείσδυσης
31068	Root run ; root pass	Στρώση ρίζας
31070	Sealing run	Στρώση σφράγισης
31071	Melt run	Στρώση γεμίματος
31072	Weld pool	Λουτρό συγκόλλησης
31073	Run-on plate	
31074	Run-off plate	
31075	Permanent backing	Μόνιμη υποστήριξη
31076	Permanent backing ring	Μόνιμος δακτύλιος υποστήριξης
31077	Temporary backing	Προσωρινή υποστήριξη
31078	Temporary backing ring	Προσωρινός δακτύλιος υποστήριξης
31080	Fusible insert	Τηκόμενο υποστήριγμα
31081	Welding speed	Ταχύτητα συγκόλλησης
31082	Rate of travel ; (travel speed)	Ταχύτητα μετακίνησης
31083	Slag	Σκουριά
31084	Wire guide	Οδηγός σύρματος
31085	Interpass temperature	Θερμοκρασία στρώσεων
31086	Stringer bead	Στενό (τραβηκτό) κορδόνι συγκόλλησης
31087	Contact tube	Ακροφύσιο ηλεκτρικής επαφής
31088	Aluminothermic welding ; (thermit welding)	Αργιλιοθερμική συγκόλληση, συγκόλληση με θερμίτη
31090	Electroslag welding	Συγκόλληση ηλεκτροσκωρίασης
31091	Gas backing	Προστασία ρίζας με αέριο
31092	Gas flow rate	Ρυθμός ροής αερίου

31093	Trailing gas shield	Ακολουθούμενη προστασία με αέριο
31094	Baking oven	Φούρνος αποξήρανσης
31095	Drying oven	Φούρνος αποξήρανσης
31096	Quiver	Φορητός φούρνος αποξήρανσης (φουρνάκι)
31097	Tack sequence	Ακολουθία ραφών πονταρίσματος
31098	Dilution	Αραίωση
31100	Welding procedure requirements	Απαιτήσεις διαδικασίας συγκόλλησης

NUMBER ΚΩΔΙΚΟΣ	TERM / ΟΡΟΣ	
	ENGLISH / ΑΓΓΛΙΚΟΣ	GREEK / ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ
Section 3. Terms relating to fusion welding (welding without pressure) Παράγραφος 3. Όροι σχετικοί με τη συγκόλληση τήξης (συγκόλληση χωρίς πίεση)		
Sub-section 3.2 Terms relating only to arc welding Υπο-παράγραφος 3.2 Όροι σχετικοί μόνο με τη συγκόλληση τόξου		
32001	Arc welding	Συγκόλληση τόξου
32002	Metal-arc welding	Συγκόλληση τόξου με μεταλλικό ηλεκτρόδιο
32003	Manual metal-arc-welding ; MMA welding	Συγκόλληση ΤΕΗ Συγκόλληση τόξου με επενδεδυμένο ηλεκτρόδιο
32004	Carbon-arc welding	Συγκόλληση τόξου με ηλεκτρόδια άνθρακα
32005	MAG welding ; metal active-gas welding	Συγκόλληση ΜΗΠΕΑ Συγκόλληση τόξου με μεταλλικό ηλεκτρόδιο και προστατευτικό ενεργό αέριο
32006	MIG welding ; metal inert-gas welding	Συγκόλληση ΜΗΠΑΑ Συγκόλληση τόξου με μεταλλικό ηλεκτρόδιο και προστατευτικό αδρανές αέριο
32007	TIG welding ; tungsten inert-gas welding	Συγκόλληση με ηλεκτρόδιο βολφραμίου και προστατευτικό αδρανές αέριο
32008	Submerged arc welding ; SA welding	Συγκόλληση βυθισμένου τόξου
32010	Electrogas welding	Ηλεκτροαέρια συγκόλληση
32011	Arc spot welding	Ποντάρισμα με συγκόλληση τόξου (συγκόλληση τόξου κατά σημεία)
32012	Metal-arc spot welding	Συγκόλληση τόξου κατά σημεία με μεταλλικό ηλεκτρόδιο

32013	MIG spot welding	Συγκόλληση ΜΗΠΕΑ κατά σημεία
32014	TIG spot welding	Συγκόλληση κατά σημεία με ηλεκτρόδιο βολφραμίου και προστατευτικό αδρανές αέριο
32015	Arc stud welding	Συγκόλληση τόξου μπουζονιών
32016	Electrode	Ηλεκτρόδιο
32017	Non-consumable electrode	Μη αναλίσκόμενο ηλεκτρόδιο
32018	Consumable electrode	Αναλίσκόμενο ηλεκτρόδιο
32020	Covered electrode	Επενδεδυμένο ηλεκτρόδιο
32021	Tubular cored electrode	Σωληνοειδές ηλεκτρόδιο (σύρμα)
32022	Flux cored electrode	Παραγεμισμένο σωληνοειδές ηλεκτρόδιο (σύρμα)
32023	Metal cored electrode	Ηλεκτρόδιο με πυρήνα παραγεμισμένο με μεταλλικά ρινίσματα
32024	Rutile electrode	Ηλεκτρόδιο ρουτιλίου
32025	Cellulosic electrode	Ηλεκτρόδιο κυτταρίνης
32026	Basic electrode	Βασικό ηλεκτρόδιο
32027	Hydrogen controlled electrode	Ηλεκτρόδιο ελεγχόμενης περιεκτικότητας σε υδρογόνο
32028	Iron powder electrode	Ηλεκτρόδιο σκόνης σιδήρου
32030	Iron oxide electrode	Ηλεκτρόδιο οξειδίου του σιδήρου
32031	Contact electrode	Ηλεκτρόδιο επαφής
32032	Welding head	Κεφαλή συσκευής συγκόλλησης
32033	Arc voltage	Τάση τόξου
32034	No-load voltage	Τάση άνευ φορτίου
32035	Open circuit voltage	Τάση ανοικτού κυκλώματος

32036	Arc welding power source	Πηγή ρεύματος συγκόλλησης τόξου
32037	Constant voltage welding power source	Πηγή ρεύματος συγκόλλησης σταθερής τάσης
32038	Drooping characteristic welding power source	Πηγή ρεύματος συγκόλλησης με κατερχόμενη χαρακτηριστική
32040	Motor generator welding power source	Πηγή ρεύματος συγκόλλησης τύπου μηχανοκίνητης γεννήτριας
32041	Rectifier welding power source ; (welding rectifier)	Πηγή ρεύματος συγκόλλησης τύπου ανορθωτή
32042	Inverter welding power source	Πηγή ρεύματος συγκόλλησης τύπου μετατροπέα
32043	Arcing time	Χρόνος λειτουργίας τόξου
32044	Main arc	Πρωτεύον τόξο
32045	Pilot arc	Τόξο οδηγός
32046	Gas shield	Προστασία με αέριο
32047	Torch	Καυστήρας
32048	Gun	Πιστόλι (συγκόλλησης)
32050	Plasma torch	Καυστήρας πλάσματος
32051	Torch angle	Γωνία αποθέτησης καυστήρα
32052	Electrode extension	Ελεύθερο μήκος ηλεκτροδίου
32053	Metal transfer	Μεταφορά μετάλλου (συγκόλλησης)
32054	Globular transfer	Μεταφορά με σταγόνες
32055	Spray transfer	Μεταφορά με ψεκασμό
32056	Particle transfer frequency	Συχνότητα μεταφοράς σωματιδίων
32057	Dip transfer	Μεταφορά με βύθιση (με βραχυκύκλωση)
32058	Electrode efficiency	Απόδοση ηλεκτροδίου

32060	Wire feed rate	Ταχύτητα προώθησης σύρματος (ηλεκτροδίου)
32061	Stub end	Υπόλοιπο ηλεκτροδίου
32062	Stray arcing ; stray flash	Εσφαλμένη θέση ένωσης τόξου
32063	Wandering arc	Περιπλανώμενο τόξο
32064	MIG pulsed-arc welding	Συγκόλληση ΜΗΠΑΑ με παλμορεύματα
32065	TIG pulsed-arc welding	Συγκόλληση με ηλεκτρόδιο βολφραμίου και προστατευτικό αδρανές αέριο με παλμορεύματα
32066	Plasma arc welding	Συγκόλληση με τόξο πλάσματος
32067	Arc welding transformer	Μετασχηματιστής συγκόλλησης τόξου
32068	d.c. welding generator	Γεννήτρια συγκόλλησης σ.ρ. (συνεχούς ρεύματος)
32070	a.c. welding generator	Γεννήτρια συγκόλλησης ε.ρ. (εναλλασσόμενου ρεύματος)
32071	Engine driven welding power source	Μηχανοκίνητη συσκευή συγκόλλησης
32072	Static characteristic	Στατική χαρακτηριστική
32073	Dynamic characteristic	Δυναμική χαρακτηριστική
32074	Arc blow	Φύσημα τόξου (μαγνητικό)
32075	Arc length	Μήκος τόξου
32076	Gravity welding	Συγκόλληση βαρύτητας
32077	Gas-shielded arc welding	Συγκόλληση τόξου με προστατευτικό αέριο
32078	Gas-shielded metal-arc welding	Συγκόλληση τόξου με μεταλλικό ηλεκτρόδιο και προστατευτικό αέριο

32080	Micro-plasma arc welding	Συγκόλληση τόξου με μικρο-πλάσμα (με πλάσμα μικρής έντασης ρεύματος)
32081	Strip cladding	Επικάλυψη με ταινία
32082	Deposition efficiency	Απόδοση εναπόθεσης

NUMBER ΚΩΔΙΚΟΣ	TERM / ΟΡΟΣ	
	ENGLISH / ΑΓΓΛΙΚΟΣ	GREEK / ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ
Section 3. Terms relating to fusion welding (welding without pressure) Παράγραφος 3. Όροι σχετικοί με τη συγκόλληση τήξης (συγκόλληση χωρίς πίεση)		
Sub-section 3.3 Terms relating only to gas welding Υπο-παράγραφος 3.3 Όροι σχετικοί μόνο με την οξυγονοκόλληση		
33001	Gas welding	Οξυγονοκόλληση
33002	Oxy-acetylene welding	Συγκόλληση οξυγόνου-ασετιλίνης
33003	Neutral flame	Ουδέτερη φλόγα
33004	Reducing flame	Αναγωγική φλόγα
33005	Carburizing flame	Αναγωγική (ανθρακούχα) φλόγα
33006	Oxidizing flame	Οξειδωτική φλόγα
33007	Leftward welding	Συγκόλληση προς τα αριστερά
33008	Rightward welding	Συγκόλληση προς τα δεξιά

NUMBER ΚΩΔΙΚΟΣ	TERM / ΟΡΟΣ	
	ENGLISH / ΑΓΓΛΙΚΟΣ	GREEK / ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ
<p>Section 3. Terms relating to fusion welding (welding without pressure) Παράγραφος 3. Όροι σχετικοί με τη συγκόλληση τήξης (συγκόλληση χωρίς πίεση)</p> <p>Sub-section 3.4 Terms relating only to electron beam welding Υπο-παράγραφος 3.4 Όροι σχετικοί μόνο με τη συγκόλληση με δέσμη ηλεκτρονίων</p>		
34001	Electron beam welding	Συγκόλληση με δέσμη ηλεκτρονίων
34002	Electron gun	Συσκευή εκπομπής ηλεκτρονίων
34003	Low voltage electron gun	Συσκευή εκπομπής ηλεκτρονίων χαμηλής τάσης
34004	Medium voltage electron gun	Συσκευή εκπομπής ηλεκτρονίων μέσης τάσης
34005	High voltage electron gun	Συσκευή εκπομπής ηλεκτρονίων υψηλής τάσης
34006	Beam current	Ένταση ρεύματος δέσμης
34007	Beam power	Ισχύς δέσμης
34008	Beam power density	Ενεργειακή πυκνότητα δέσμης
34010	Beam pulsing	Πάλμωση δέσμης

NUMBER ΚΩΔΙΚΟΣ	TERM / ΟΡΟΣ	
	ENGLISH / ΑΓΓΛΙΚΟΣ	GREEK / ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ
<p>Section 3. Terms relating to fusion welding (welding without pressure) Παράγραφος 3. Όροι σχετικοί με τη συγκόλληση τήξης (συγκόλληση χωρίς πίεση)</p> <p>Sub-section 3.5 Terms relating only to light radiation welding Υπο-παράγραφος 3.5 Όροι σχετικοί μόνο με συγκόλληση με ακτινοβολούμενη θερμότητα</p>		
35001	Light radiation welding	Συγκόλληση με ακτινοβολούμενη θερμότητα
35002	Laser welding	Συγκόλληση με λέιζερ
35003	Laser	Λέιζερ
35004	Solid state laser	Λέιζερ στερεής κατάστασης
35005	Gas laser	Λέιζερ αερίου

NUMBER ΚΩΔΙΚΟΣ	TERM / ΟΡΟΣ	
	ENGLISH / ΑΓΓΛΙΚΟΣ	GREEK / ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ
Section 4. Terms relating to braze welding and brazing Παράγραφος 4. Όροι σχετικοί με τη μπρουτζοκόλληση και σκληρή κόλληση		
40001	Braze welding	Μπρουτζοκόλληση (ετερογενής συγκόλληση)
40002	brazing	Σκληρή κόλληση

NUMBER ΚΩΔΙΚΟΣ	TERM / ΟΡΟΣ	
	ENGLISH / ΑΓΓΛΙΚΟΣ	GREEK / ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ
Section 5. Terms relating to testing Παράγραφος 5. Όροι σχετικοί με δοκιμές		
50001	Test piece ; test specimen	Δοκίμιο
50002	All-weld metal test specimen	Δοκίμιο από μέταλλο συγκόλλησης
50003	Transverse bend specimen	Εγκάρσιο δοκίμιο κάμψης
50004	Longitudinal bend specimen	Διάμηκες δοκίμιο κάμψης
50005	Face bend test	Δοκιμή σε κάμψη προσώπου συγκόλλησης
50006	Reverse bend test	Δοκιμή σε κάμψη με αντίθετη διεύθυνση
50007	Root bend test	Δοκιμή σε κάμψη από την πλευρά της ρίζας συγκόλλησης
50008	Side bend test	Δοκιμή σε κάμψη πλευρικής διατομής συγκόλλησης
50010	Cracking test	Δοκιμή ρηγμάτωσης
50011	Hot cracking test	Δοκιμή θερμής ρηγμάτωσης
50012	Peel test	Δοκιμή αποχωρισμού
50013	Slug test	Δοκιμή πυγμής

NUMBER ΚΩΔΙΚΟΣ	TERM / ΟΡΟΣ	
	ENGLISH / ΑΓΓΛΙΚΟΣ	GREEK / ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ
Section 6. Terms relating to weld imperfections Παράγραφος 6. Όροι σχετικοί με σφάλματα συγκόλλησης		
60001	Imperfection	Σφάλμα
60002	Metallurgical deviation	Μεταλλουργική απόκλιση
60003	Excessive penetration	Υπερβολική διείσδυση
60004	Incompletely filled groove	Ατελές γέμισμα
60005	Undercut	Υπόσκαμμα
60006	Continuous undercut	Συνεχές υπόσκαμμα
60007	Intermittent undercut	Διακοπτόμενο υπόσκαμμα
60008	Overlap	Επικάλυψη
60010	Surface pitting	Επιφανειακή ευλογίαση (επιφανειακός βελονισμός)
60011	Crack	Ρωγμή
60012	Hot crack ; solidification crack	Θερμή ρωγμή, ρωγμή στερεοποίησης
60013	Cold crack	Ψυχρή ρωγμή
60014	Lack of fusion	Ατελής τήξη
60015	Lack of sidewall fusion	Ατελής τήξη στις παρειές της ραφής
60016	Lack of root fusion	Ατελής τήξη στη ρίζα
60017	Lack of inter-run fusion	Ατελής τήξη μεταξύ διαδοχικών στρώσεων
60018	Incomplete penetration	
60020	Inclusion	Ατελής διείσδυση

60021	Linear inclusion	Έγκλεισμα
60022	Solid inclusion	Γραμμικό έγκλεισμα
60023	Oxide inclusion	Στερεό έγκλεισμα
60024	Tungsten inclusion	Έγκλεισμα οξειδίου
60025	Copper inclusion	Έγκλεισμα βολφραμίου
60026	Gas pore	Έγκλεισμα χαλκού
60027	Gas cavity ; (blowhole)	Πόρος
60028	Porosity	Φυσαλίδα αερίου
60030	Uniform porosity	Πορώδες
60031	Localized porosity	Ομοιόμορφο πορώδες
60032	Linear porosity	Τοπικό πορώδες
60033	Elongated cavity	Γραμμικό πορώδες
60034	Shrinkage cavity	Επιμήκης σπηλαίωση
60035	Wormhole	Σπηλαίωση συστολής
60036	Burn-through	Σκωληκοειδές πορώδες
		Διάτρηση

NUMBER ΚΩΔΙΚΟΣ	TERM / ΟΡΟΣ	
	ENGLISH / ΑΓΓΛΙΚΟΣ	GREEK / ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ
Section 7. Terms relating to thermal cutting Παράγραφος 7. Όροι σχετικοί με θερμική κοπή		
70001	Stack cutting	Κοπή επαλλήλων τεμαχίων
70002	Oxygen-arc cutting	Οξυγονοκοπή με ηλεκτρικό τόξο
70003	Gouging	Σκάψιμο
70004	Flame gouging	Σκάψιμο με φλόγα
70005	Arc gouging	Σκάψιμο με (ηλεκτρικό) τόξο
70006	Kerf	Αρμός κοπής
70007	Waterjet cutting	Κοπή με δέσμη νερού
70008	Oxygen cutting	Οξυγονοκοπή
70010	Flame cutting	Φλογοκοπή
70011	Powder cutting	Κοπή με σκόνη
70012	Oxygen lance	Σωλήνας οξυγόνου
70013	Air-arc cutting	Κοπή οξυγόνου με πεπιεσμένο αέρα
70014	Plasma arc cutting	Κοπή με τόξο πλάσματος
70015	Laser cutting	Κοπή με λέιζερ
70016	Gas jet laser cutting	Κοπή με λέιζερ και δέσμη αερίου

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2^ο

**ΑΛΦΑΒΗΤΙΚΟ ΑΓΓΛΟΕΛΛΗΝΙΚΟ ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ
ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ**

NUMBER ΚΩΔΙΚΟΣ	TERM / ΟΡΟΣ	
	ENGLISH / ΑΓΓΛΙΚΟΣ	GREEK / ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ
A		
32070	a.c. welding generator	γεννήτρια συγκόλλησης ε.ρ. (εναλλασσόμενου ρεύματος)
10066	acceptance criteria	κριτήρια αποδοχής
31044	actual throat thickness	πραγματικό πάχος αυχενικής συγκόλλησης
10075	additional variable	πρόσθετη μεταβλητή
70013	air-arc cutting	κοπή τόξου με πεπιεσμένο αέρα
10063	air gap	διάκενο αέρος
50002	all-weld metal test specimen	δοκίμιο από μέταλλο συγκόλλησης
31088	aluminothermic welding	αργλιοθερμική συγκόλληση, συγκόλληση με θερμίτη
31038	angle of bevel	γωνία φρέζας (ή λοξοτομής)
31024	approved consumable	εγκεκριμένο αναλώσιμο
32074	arc blow	(μαγνητικό) φύσημα τόξου
10041	arc eye	επιπεφυκίτιδα
70005	arc gouging	σκάψιμο με (ηλεκτρικό) τόξο
32075	arc length	μήκος τόξου
32011	arc spot welding	ποντάρισμα με συγκόλληση τόξου (συγκόλληση τόξου κατά σημεία)
32015	arc stud welding	συγκόλληση τόξου μπουζονιών
32033	arc voltage	τάση τόξου
32001	arc welding	συγκόλληση τόξου

32036	arc welding power source	πηγή ρεύματος συγκόλλησης τόξου
32067	arc welding transformer	μετασχηματιστής συγκόλλησης τόξου
32043	arcing time	χρόνος λειτουργίας τόξου
10011	automatic welding	αυτόματη συγκόλληση
B		
31002	back-step sequence	ακολουθία κατά ανάστροφα βήματα (ακολουθία οπισθοδρόμησης)
31003	back-step welding	συγκόλληση κατά ανάστροφα βήματα (συγκόλληση οπισθοδρόμησης)
22036	backing electrode	ηλεκτρόδιο υποστήριξης
31094	baking oven	φούρνος αποξήρανσης
32026	basic electrode	βασικό ηλεκτρόδιο
10077	batch of standard material	παρτίδα τυποποιημένου υλικού
31064	bead	κορδόνι (συγκόλλησης)
34006	beam current	ένταση ρεύματος δέσμης
34007	beam power	ισχύς δέσμης
34008	beam power density	ενεργειακή πυκνότητα δέσμης
34010	beam pulsing	πάλμωση δέσμης
60027	blowhole	φουσαλίδα αερίου
10045	blowpipe	σαλμός
40001	braze welding	μπρουτζοκόλληση (ετερογενής συγκόλληση)
40002	brazing	σκληρή κόλληση
10057	building-up	γέμισμα

23007	burn-off length	μήκος ανάλωσης ηλεκτροδίου
10062	burn-off rate	ρυθμός ανάλωσης ηλεκτροδίου
60036	burn through	διάτρηση
31021	butt joint	μετωπική ένωση
31006	butt weld	μετωπική ραφή
C		
32004	carbon-arc welding	συγκόλληση τόξου με ηλεκτρόδιο άνθρακα
33005	carburizing flame	αναγωγική (ανθρακούχα) φλόγα
32025	cellulosic electrode	ηλεκτρόδιο κυτταρίνης
60013	cold crack	ψυχρή ρωγμή
32037	constant voltage welding power source	πηγή ρεύματος συγκόλλησης σταθερής τάσης
32018	consumable electrode	αναλίσκόμενο ηλεκτρόδιο
32031	contact electrode	ηλεκτρόδιο επαφής
31087	contact tube	ακροφύσιο ηλεκτρικής επαφής
60006	continuous undercut	συνεχές υπόσκαμμα
31004	continuous weld	συνεχής ραφή
22024	cool time	διάρκεια ψύξης
10084	cooling rate	ρυθμός ψύξης
60025	copper inclusion	έγκλεισμα χαλκού
31027	corner joint	γωνιακή ένωση
32020	covered electrode	επενδεδυμένο ηλεκτρόδιο
60011	crack	ρωγμή
50010	cracking test	δοκιμή ρηγμάτωσης

22014	cross-wire welding	συγκόλληση πλέγματος
10086	current rate	εύρος έντασης ρεύματος
D		
32068	d.c. welding generator	γεννήτρια συγκόλλησης σ.ρ. (συνεχούς ρεύματος)
10018	deposited metal	εναποτιθέμενο μέταλλο
32082	deposition efficiency	απόδοση εναπόθεσης
10022	deposition rate	ρυθμός εναπόθεσης
31045	design throat thickness	πάχος σχεδιασμού αυχενικής συγκόλλησης
21022	diffusion welding	συγκόλληση διάχυσης
31098	dilution	αραίωση
32057	dip transfer	μεταφορά με βύθιση (με βραχυκύκλωση)
31014	double-J butt weld	μετωπική ραφή διπλού J
31012	double-U butt weld	μετωπική ραφή διπλού U
31010	double-V butt weld	μετωπική ραφή διπλού V
32038	drooping characteristic welding power source	πηγή ρεύματος συγκόλλησης με κατερχόμενη χαρακτηριστική
31095	drying oven	φούρνος αποξήρανσης
10035	duty cycle	κύκλος λειτουργίας (συντελεστής χρήσης)
21016	dwel	παραμονή (σε κίνηση ταλάντωσης)
21017	dwel tine	διάρκεια παραμονής
32073	dynamic characteristic	δυναμική χαρακτηριστική

E		
31028	edge joint	ένωση ακμής
31036	edge preparation	προετοιμασία άκρων ένωσης
31020	edge weld	ραφή ακμής
31046	effective throat thickness	ενεργό πάχος αυχενικής συγκόλλησης
10087	electrical characteristics	ηλεκτρικά χαρακτηριστικά
32010	electrogas welding	ηλεκτροαέρια συγκόλληση
31090	electroslag welding	συγκόλληση ηλεκτροσκωρίασης
32016	electrode	ηλεκτρόδιο
32058	electrode efficiency	απόδοση ηλεκτροδίου
32052	electrode extension	ελεύθερο μήκος ηλεκτροδίου
10042	electrode holder	τσιμπίδα ηλεκτροδίου
10038	electrode pick-up	εναποθέσεις στο ηλεκτρόδιο
22020	electrode pressure	πίεση στο ηλεκτρόδιο
22016	electrode shank	κορμός ηλεκτροδίου
22017	electrode wheel	δισκοειδές ηλεκτρόδιο
34001	electron beam welding	συγκόλληση με δέσμη ηλεκτρονίων
34002	electron gun	συσκευή εκπομπής ηλεκτρονίων
60033	elongated cavity	επιμήκης σπηλαίωση
32071	engine driven welding power source	μηχανοκίνητη συσκευή συγκόλλησης
10074	essential variable	σημαντική μεταβλητή
10067	examiner	εξεταστής
31050	excess weld metal	υπερβολική ποσότητα μετάλλου συγκόλλησης

60003	excessive penetration	υπερβολική διείσδυση
21023	explosive cladding	επικάλυψη με έκρηξη
F		
50005	face bend test	δοκιμή σε κάμψη προσώπου συγκόλλησης
31033	face side	πρόσωπο συγκόλλησης
21001	faying surface	επιφάνεια επαφής (ηλεκτροδίου-αντικειμένου)
31034	feather edge	αιχμηρή ακμή
10014	filler metal	προστιθέμενο μέταλλο
10016	filler rod	προστιθέμενη ράβδος
10015	filler wire	προστιθέμενο σύρμα
31015	fillet weld	αυχενική συγκόλληση
10044	filter glass	γυαλί προστασίας συγκολλητή
70010	flame cutting	φλογοκοπή
70004	flame gouging	σκάψιμο με φλόγα
22003	flash welding	συγκόλληση αντίστασης με περιμετρική διόγκωση άκρων
10046	flashback	αναστροφή φλόγας
22040	flashing	περιμετρική διόγκωση άκρων
22018	flashing allowance	ανοχή μήκους λόγω περιμετρικής διόγκωσης άκρων
22028	flashing current	ένταση ρεύματος περιμετρικής διόγκωσης
22038	flashing loss	απώλεια λόγω περιμετρικής διόγκωσης
22031	flashing speed	ταχύτητα περιμετρικής διόγκωσης

22021	flashing time	διάρκεια περιμετρικής διόγκωσης
22030	flashing travel	διαδρομή περιμετρικής διόγκωσης
31054	flat position	επίπεδη θέση συγκόλλησης
10017	flux	σκόνη, συλλίπασμα
32022	flux cored electrode	παραγεμισμένο σωληνοειδές ηλεκτρόδιο
22035	forge delay time	χρονική καθυστέρηση σφυρηλάτησης
21013	forge force	δύναμη σφυρηλάτησης
21014	forge pressure	πίεση σφυρηλάτησης
21015	forge time	διάρκεια σφυρηλάτησης
21013	forging force	δύναμη σφυρηλάτησης
21014	forging pressure	πίεση σφυρηλάτησης
23006	forging speed	ταχύτητα σφυρηλάτησης
21015	forging time	διάρκεια σφυρηλάτησης
23002	friction force	δύναμη τριβής
23003	friction pressure	πίεση τριβής
23004	friction speed	ταχύτητα τριβής
23005	friction time	διάρκεια τριβής
23001	friction welding	συγκόλληση τριβής
31066	full penetration weld	ραφή πλήρους διείσδυσης
31080	fusible insert	τηκόμενο υποστήριγμα
10026	fusion line	όριο τήξης
31001	fusion welding	συγκόλληση τήξης
10025	fusion zone	ζώνη τήξης

G		
10063	gap	διάκενο
31091	gas backing	προστασία ρίζας με αέριο
60027	gas cavity	φυσαλίδα αερίου (πόρος)
31092	gas flow rate	ρυθμός ροής αερίου
70016	gas jet laser cutting	κοπή με λέιζερ και δέσμη αερίου
35005	gas laser	λέιζερ αερίου
60026	gas pore	πόρος
21020	gas pressure welding	οξυγονοκόλληση με πίεση
32046	gas shield	προστασία με αέριο
32077	gas-shielded arc welding	συγκόλληση τόξου με προστατευτικό αέριο
32078	gas-shielded metal arc welding	συγκόλληση τόξου με μεταλλικό ηλεκτρόδιο και προστατευτικό αέριο
33001	gas welding	οξυγονοκόλληση
32054	globular transfer	μεταφορά με σταγόνες
70003	gouging	σκάνιμο
32076	gravity welding	συγκόλληση βαρύτητας
10078	group of standard materials	ομάδα τυποποιημένων υλικών
32048	gun	πιστόλι (συγκόλλησης)
H		
10033	hard facing	σκληρή επικάλυψη
10033	hard surfacing	σκληρή επικάλυψη
10024	HAZ (heat affected zone)	ΘΕΖ (θερμικά επηρεαζόμενη ζώνη)

10064	Heat input	προσδιδόμενη θερμότητα
10085	Heating rate	ρυθμός θέρμανσης
31025	Heterogeneous assembly	ετερογενής συναρμολόγηση
21003	HF induction welding	συγκόλληση επαγωγής με υψίσυχο ρεύμα
21018	HF pressure welding	συγκόλληση με πίεση και υψίσυχο ρεύμα
22013	HF resistance welding	συγκόλληση ηλεκτρικής αντίστασης με υψίσυχο ρεύμα
34005	high voltage electron gun	συσκευή εκπομπής ηλεκτρονίων υψηλής τάσης
22026	hold time	διάρκεια συγκράτησης
31058	horizontal overhead position	οριζόντια οροφιαία θέση (συγκόλλησης)
31060	horizontal position	οριζόντια θέση (συγκόλλησης)
31055	horizontal vertical position	οριζόντια θέση (συγκόλλησης) σε κατακόρυφο επίπεδο
60012	hot crack	θερμή ρωγμή (ρωγμή στερεοποίησης)
50011	hot cracking test	δοκιμή θερμής ρηγμάτωσης
32027	hydrogen controlled electrode	ηλεκτρόδιο ελεγχόμενης περιεκτικότητας σε υδρογόνο
I		
60001	imperfection	σφάλμα
31062	inclined position	θέση (συγκόλλησης) σε κεκλιμένο επίπεδο
31040	included angle	γωνία ανοίγματος λοξοτομής
60020	inclusion	έγκλεισμα
60018	incomplete penetration	ατελής διείσδυση

60004	incompletely filled groove	ατελές γέμισμα
22034	indirect spot welding	έμμεση συγκόλληση κατά σημεία
21002	interface	διεπιφάνεια
60007	intermittent undercut	διακοπτόμενο υπόσκαμμα
31005	intermittent weld	διακοπτόμενη ραφή
31085	interpass temperature	θερμοκρασία μεταξύ στρώσεων
32042	inverted welding power source	πηγή ρεύματος συγκόλλησης τύπου μετατροπέα
32030	iron oxide electrode	ηλεκτρόδιο οξειδίου του σιδήρου
32028	iron powder electrode	ηλεκτρόδιο σκόνης σιδήρου
J		
10061	joint	ένωση
10060	joint preparation	προετοιμασία ένωσης
K		
70006	kerf	αρμός κοπής
L		
60014	lack of fusion	ατελής τήξη
60017	lack of inter-run fusion	ατελής τήξη μεταξύ διαδοχικών στρώσεων
60016	lack of root fusion	ατελής τήξη στη ρίζα
60015	lack of sidewall fusion	ατελής τήξη στις παρειές της ραφής
31035	land	πρόσωπο ρίζας
31026	lap joint	ένωση με επικάλυψη
35003	laser	λείζερ

70015	laser cutting	κοπή με λέιζερ
35002	laser welding	συγκόλληση με λέιζερ
10056	layer	στρώση (συγκόλλησης)
33007	leftward welding	συγκόλληση προς τα αριστερά
31042	leg	σκέλος αυχενικής συγκόλλησης
31043	leg length	μήκος σκέλους αυχενικής συγκόλλησης
35001	light radiation welding	συγκόλληση με ακτινοβολούμενη θερμότητα
60021	linear inclusion	γραμμικό έγκλεισμα
60032	linear porosity	γραμμικό πορώδες
60031	localized porosity	τοπικό πορώδες
50004	longitudinal bend specimen	διάμηκες δοκίμιο κάμψης
34003	low voltage electron gun	συσκευή εκπομπής ηλεκτρονίων χαμηλής τάσης
M		
32005	MAG welding	συγκόλληση ΜΗΠΕΑ
21024	magnetically - impelled arc butt welding	μετωπική συγκόλληση μαγνητικά καθοδηγούμενου τόξου
32044	main arc	πρωτεύον τόξο
31063	manipulator	συσκευή ρύθμισης θέσης
32003	manual metal-arc welding	συγκόλληση τόξου με επενδεδυμένο ηλεκτρόδιο
10007	manual welding	συγκόλληση με το χέρι
10010	mechanized welding	μηχανοποιημένη συγκόλληση
34004	medium voltage electron gun	συσκευή εκπομπής ηλεκτρονίων μέσης τάσης

31071	melt run	στρώση γεμίσματος
32005	metal active-gas welding	συγκόλληση με μεταλλικό ηλεκτρόδιο και προστατευτικό ενεργό αέριο
32012	metal-arc spot welding	συγκόλληση τόξου κατά σημεία με μεταλλικό ηλεκτρόδιο
32002	metal-arc welding	συγκόλληση τόξου με μεταλλικό ηλεκτρόδιο
32023	metal cored electrode	ηλεκτρόδιο με πυρήνα παραγεμισμένο με μεταλλικά ρινίσματα
32006	metal inert-gas welding	συγκόλληση με μεταλλικό ηλεκτρόδιο και προστατευτικό αδρανές αέριο
32053	metal transfer	μεταφορά μετάλλου (συγκόλλησης)
60002	metallurgical deviation	μεταλλουργική απόκλιση
21024	MIAB welding	μετωπική συγκόλληση μαγνητικά καθοδηγούμενου τόξου
32080	micro-plasma arc welding	συγκόλληση τόξου με μικρο-πλάσμα (με πλάσμα μικρής έντασης ρεύματος)
32064	MIG pulsed-arc welding	συγκόλληση ΜΗΠΙΑΑ με παλμορεύματα
32013	MIG spot welding	συγκόλληση ΜΗΠΙΑΑ κατά σημεία
32006	MIG welding	συγκόλληση ΜΗΠΙΑΑ
32003	MMA welding	συγκόλληση ΤΕΗ
32040	motor generator welding power source	πηγή ρεύματος συγκόλλησης τύπου μηχανοκίνητης γεννήτριας
22006	multiple spot welding	πολλαπλή συγκόλληση κατά σημεία

N		
33003	neutral flame	ουδέτερη φλόγα
32035	no-load voltage	τάση άνευ φορτίου
32017	non-consumable electrode	μη αναλίσκόμενο ηλεκτρόδιο
10037	non-transferred arc	μη μεταφερόμενο τόξο
O		
32035	open-circuit voltage	τάση ανοικτού κυκλώματος
31061	overhead position	οροφιαία θέση συγκόλλησης
60008	overlap	επικάλυψη
60023	oxide inclusion	έγκλεισμα οξειδίου
33006	oxidizing flame	οξειδωτική φλόγα
33002	oxy-acetylene welding	συγκόλληση οξυγόνου-ασετιλίνης
70008	oxygen cutting	οξυγονοκοπή
70012	oxygen lance	σωλήνας οξυγόνου
70002	oxygen-arc cutting	οξυγονοκοπή με ηλεκτρικό τόξο
P		
10013	parent metal	βασικό μέταλλο
31067	partial penetration weld	ραφή μερικής διείσδυσης
32056	particle transfer frequency	συχνότητα μεταφοράς σωματιδίων
10056	pass	στρώση (συγκόλλησης)
50012	peel test	δοκιμή αποχωρισμού
31065	penetration bead	κορδόνι διείσδυσης
22012	percussion welding	κρουστική συγκόλληση
31075	permanent backing	μόνιμη υποστήριξη

31076	permanent backing ring	μόνιμος δακτύλιος υποστήριξης
10040	pick-up from parent metal	κραμάτωση από το βασικό μέταλλο
32045	pilot arc	τόξο οδηγός
70014	plasma arc cutting	κοπή με τόξο πλάσματος
32066	plasma arc welding	συγκόλληση με τόξο πλάσματος
10082	plasma gas	πλάσμα αερίου
32050	plasma torch	καυστήρας πλάσματος
31017	plug weld	ραφή σε σχισμή αλληλοεπικαλυμένων ελασμάτων
60028	porosity	πορώδες
10081	post weld heat treatment	θερμική κατεργασία (μετά τη συγκόλληση)
70011	powder cutting	κοπή με σκόνη
10083	preheating	προθέρμανση
10047	pressure regulator	ρυθμιστής πίεσης
22010	projection welding	συγκόλληση με προεκβολή
10050	pulse	παλμός
10051	pulse time	διάρκεια παλμού
Q		
31096	quiver	φορητός φούρνος αποξήρανσης (φουρνάκι)
R		
31082	rate of travel	ταχύτητα μετακίνησης
32041	rectifier welding power source	πηγή ρεύματος συγκόλλησης τύπου ανορθωτή
33004	reducing flame	αναγωγική φλόγα

31048	reinforcement	υπερύψωση ραφής
10048	residual welding stress	παραμένουσα τάση συγκόλλησης
22002	resistance butt welding	μετωπική συγκόλληση ηλεκτρικής αντίστασης
22011	resistance stud welding	συγκόλληση μπουζονιών ηλεκτρικής αντίστασης
22001	resistance welding	συγκόλληση ηλεκτρικής αντίστασης
22015	resistance welding electrode	ηλεκτρόδιο συγκόλλησης ηλεκτρικής αντίστασης
10080	re-start	επανάναυση (τόξου)
50006	reverse bend test	δοκιμή σε κάμψη με αντίθετη διεύθυνση
33008	rightward welding	συγκόλληση προς τα δεξιά
31030	root (of weld)	ρίζα (ραφής)
50007	root bend test	δοκιμή σε κάμψη από την πλευρά της ρίζας συγκόλλησης
31031	root face	πρόσωπο ρίζας (πατούρα)
31041	root radius	ακτίνα ρίζας
31068	root run	στρώση ρίζας
31068	root pass	στρώση ρίζας
31032	root side	πλευρά της ρίζας
10021	run	στρώση (συγκόλλησης)
31074	run-off plate	
31073	run-on plate	
32024	rutile electrode	ηλεκτρόδιο ρουτιλίου

S		
32008	SA welding	συγκόλληση βυθισμένου τόξου
31018	seal weld	ραφή σφράγισης
31070	sealing run	στρώση σφράγισης
22008	seam welding	συγκόλληση αντίστασης συνεχούς γραμμής
10008	semi-automatic welding	ημι-αυτόματη συγκόλληση
22007	series spot welding	πολλαπλή συγκόλληση κατά σημεία
60034	shrinkage cavity	σπηλαίωση συστολής
50008	side bend test	δοκιμή σε κάμψη πλευρικής διατομής συγκόλλησης
31013	single-J butt weld	μετωπική ραφή απλού J
31011	single-U butt weld	μετωπική ραφή απλού U
31008	single-V butt weld	μετωπική ραφή απλού V
31083	slag	σκουριά
50013	slug test	δοκιμή πυγμής
60022	solid inclusion	στερεό έγκλεισμα
35004	solid state laser	λείζερ στερεής κατάστασης
60012	solidification crack	ρωγμή στερεοποίησης (θερμή ρωγμή)
10034	splatter	πιτσίλισμα
22004	spot welding	συγκόλληση κατά σημεία
32055	spray transfer	μεταφορά με ψεκασμό
31007	square butt weld	μετωπική ραφή χωρίς λοξοτομή
70001	stack cutting	κοπή επαλλήλων τεμαχίων
10076	standard material	τυποποιημένο υλικό

32072	static characteristic	στατική χαρακτηριστική
22005	stitch welding	διακοπτόμενη συγκόλληση
32062	stray arcing	εσφαλμένη θέση ένωσης τόξου
32062	stray flash	εσφαλμένη θέση ένωσης τόξου
10012	strength weld	ραφή ικανή να παραλαμβάνει τάσεις
32034	striking voltage	τάση ένωσης τόξου
31086	stringer bead	στενό (τραβηχτό) κορδόνι συγκόλλησης
32081	strip cladding	επικάλυψη με ταινία
32061	stub end	υπόλοιπο ηλεκτροδίου
10032	stud welding	συγκόλληση μπουζονιών
32008	submersed arc welding	συγκόλληση βυθισμένου τόξου
60010	surface pitting	επιφανειακή ευλογίαση, επιφανειακός βελονισμός
10058	surfacing	επικάλυψη
T		
31023	T-butt joint	μετωπική ένωση T
31022	T-joint	ένωση T
31097	tack sequence	ακολουθία ραφών πονταρίσματος
31016	tack weld	ραφή πονταρίσματος, τσίμπημα
31077	temporary backing	προσωρινή υποστήριξη
31078	temporary backing ring	προσωρινός δακτύλιος υποστήριξης
10068	test body	φορέας δοκιμών
50001	test piece	δοκίμιο

50001	test specimen	δοκίμιο
31088	thermit welding	αργιλιοθερμική συγκόλληση
22032	throat depth	βάθος λαιμού
22033	throat gap	άνοιγμα λαιμού
32065	TIG pulsed arc welding	συγκόλληση TIG με παλμορεύματα
32014	TIG spot welding	συγκόλληση κατά σημεία με ηλεκτρόδιο βολφραμίου και προστατευτικό αδρανές αέριο
32007	TIG welding	συγκόλληση με ηλεκτρόδιο βολφραμίου και προστατευτικό αδρανές αέριο (συγκόλληση TIG)
31037	toe	ακμή ραφής
32047	torch	καυστήρας
32051	torch angle	γωνία τοποθέτησης καυστήρα
21011	total allowance	συνολική ανοχή
31093	trailing gas shield	ακολουθούμενη προστασία με αέριο
10036	transferred arc	μεταφερόμενο τόξο
50003	transverse bend specimen	εγκάρσιο δοκιμής κάμψης
31082	travel speed	ταχύτητα μετακίνησης
32021	tubular cored electrode	σωληνοειδές ηλεκτρόδιο (σύρμα)
60024	tungsten inclusion	έγκλεισμα βολφραμίου
32007	tungsten inert-gas welding	συγκόλληση με ηλεκτρόδιο βολφραμίου και προστατευτικό αδρανές αέριο
U		
21021	ultrasonic welding	συγκόλληση με υπερήχους

60005	undercut	υπόσκαμμα
60030	uniform porosity	ομοιόμορφο πορώδες
21005	upset allowance	ανοχή παραμόρφωσης
22037	upset current	ένταση ρεύματος παραμόρφωσης
22023	upset current time	διάρκεια ρεύματος παραμόρφωσης
21008	upset force	δύναμη παραμόρφωσης
21012	upset length	μήκος παραμόρφωσης
21004	upset metal	παραμορφούμενο μέταλλο
21010	upset pressure	πίεση παραμόρφωσης
21006	upset speed	ταχύτητα παραμόρφωσης
22022	upset time	διάρκεια παραμόρφωσης
V		
31057	vertical position down	κατακόρυφη θέση (συγκόλλησης) προς τα κάτω (κατεβατό)
31056	vertical position up	κατακόρυφη θέση (συγκόλλησης) προς τα άνω (ανεβατό)
W		
32063	wandering arc	περιπλανώμενο τόξο
70007	waterjet cutting	κοπή με δέσμη νερού
10002	weld	ραφή
10020	weld metal	μέταλλο συγκόλλησης
31072	weld pool	λουτρό συγκόλλησης
10060	weld preparation	προετοιμασία συγκόλλησης
31052	weld rotation	γωνία περιστροφής ραφής
10031	weld run sequence	ακολουθία στρώσεων συγκόλλησης

10030	weld sequence	ακολουθία συγκόλλησης
31051	weld slope	γωνία κλίσης ραφής
22025	weld time	διάρκεια συγκόλλησης
31047	weld width	πλάτος ραφής
10023	weld zone	ζώνη συγκόλλησης
10001	welder	συγκολλητής
10055	welding	συγκόλληση
10053	welding accessories	παρελκόμενα συγκόλλησης
22027	welding current	αναλώσιμα συγκόλλησης
21007	welding cycle	ένταση ρεύματος συγκόλλησης
10054	welding equipment	εξοπλισμός συγκόλλησης
10065	welding fixture	ιδιοσυσκευή συγκράτησης για συγκόλληση (καλίμπρα)
10043	welding glass	γυαλιά συγκόλλησης
32032	welding head	κεφαλή συσκευής συγκόλλησης
10004	welding operator	χειριστής συσκευής συγκόλλησης
10005	welding plant	εγκατάσταση για συγκόλληση
31053	welding position	θέση συγκόλλησης
10052	welding primer	συγκολλησιμο προπαρασκευαστικό στρώμα βαφής
10028	welding procedure	διαδικασία συγκόλλησης
10071	welding procedure approval record	έκθεση έγκρισης διαδικασίας συγκόλλησης
10071	welding procedure qualification record	έκθεση καταλληλότητας διαδικασίας συγκόλλησης
31100	welding procedure requirements	απαιτήσεις διαδικασίας συγκόλλησης

10070	welding procedure specification	προδιαγραφή διαδικασίας συγκόλλησης
10006	welding process	διεργασία συγκόλλησης
32041	welding rectifier	πηγή ρεύματος συγκόλλησης τύπου ανορθωτή
31081	welding speed	ταχύτητα συγκόλλησης
10027	welding technique	τεχνική συγκόλλησης
10073	welding variable	παράμετρος συγκόλλησης
32060	wire feed rate	ταχύτητα προώθησης σύρματος (ηλεκτροδίου)
31084	wire guide	οδηγός σύρματος
60035	wormhole	σκωληκοειδές πορώδες
10071	WPAR	ΕΕΔΣ
10071	WPQR	ΕΚΔΣ
10070	WPS	ΠΔΣ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3^ο

ΤΡΙΓΛΩΣΣΗ ΟΡΟΛΟΓΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ (Αγγλικά – Γαλλικά - Γερμανικά)

ENGLISH	FRANCAISE	DEUTSCH
A		
Alternating current (A.C.)	Courant alternatif	Wechselstrom
Acid electrodes	Electrode acide	Es-elektrode
Adhesive bonding	Collage	Kleben
Arc blow	Soufflage de l'arc	Lichtbogenblasen
Arc spot welding	Soudage par points a l'arc	Lichtbogenpunkt-schweissen
Arc welding	Soudage a l'arc	Lichtbogenschweissen
Automatic control	Commande automatique	Steuerung
Automation	Automatisation	Automatisierung
B		
Backing techniques	Support du bain	Badsicherung
Basic electrodes	Electrode basique	Kb-elektrode
Basic fluxes	Flux basique	Basisches flussmittel
Blowpipe	Chalumeau	Schweissbrenner
Braze metal	Metal fondu de brasage fort	Lötgut (hartlöten)
Braze welding (brazing)	Soudobrasage	Fugenlöten
Brazed joints	Assemblage par brasage fort	Lötverbindung (hartlöten)
Building up by welding	Rechargement	Freiformschweissen
Bulkwelding	Soudage sous flux avec metal supplementaire	Up-schweissen (eisenhaltiges schweisspulver)
Butt joints	Assemblage bout a bout	Stumpfstoss
Butt welds	Soudage bout a bout	Stumpfnah

Buttering	Beurrage	Puffern
C		
Capping passes	Passe terminale	Decklage
CO ₂ Welding	Soudage sous CO ₂	CO ₂ -Schweissen
Codes of practice	Code de bonne pratique	Richtlinie
Cored filler wire	Fil lourre	Fülldrahtelektrode
Covered electrodes	Electrode enrobee	Umhüllte Stabelektrode
Current	Intensite electricque	Elektrischer Strom
D		
Deposited metal	Metal depose	Reines schweissgut
Diffusion welding	Soudage par diffusion	Diffusionschweissen
Dip brazing	Brasage fort au trempe	Tauchlöten
Dip soldering	Brasage tendre au trempe	Weichlöten
Dip transfer	Transfert part court-circuit	Kurzlichtbogen
E		
EB welding	Soudage par faisceau d' electrons	Elektronenstrahl-Schweissen
Edge joints	Assemblage sur chant	Parallelstoss
Edge preparation	Preparation sur chant	Nahtvorbereitung
Edge welds	Soudure sur chant	Stirrnaht
Electron beams	Faisceau d' electrons	Elektronenstrahl
Electron guns	Canon a electrons	Elektronenstrahlanlage
Electroslag welding	Soudage sous laitier	Es-schweissen

F		
Filler materials	Produit d'apport	Zusatzwerkstoff
Fillet welds	Soudure d'angle	Kehlnaht
Filling passes	Passe de remplissage	Zwischenlage
Friction welding	Soudage par friction	Reibschweißen
Fusion boundary	Zone de liaison	Schmelzlinie
Fusion spot welding	Soudage par joints par fusion	Schmelzpunktschweißen
Fusion welding	Soudage par fusion	Schmelzschweißen
Fusion zone	Zone fondue	Schmelzzone
G		
Gas shielded arc welding	Soudage sous protection gazeuse	Schutzgasschweißen
Gas welding	Soudage aux gaz	Gasschweißen
Globular transfer	Transfert globulaire	Langlichtbogen
GMA welding	Soudage sous gaz avec fil fusible	Metall-Schutzgas-Schweißen
Gravity welding	Soudage en corniche	Schwerkraft-Lichtbogenschweißen
GTA welding	Soudage par pression a chaud	WIG-Schweißen
H		
Hardfacing	Rechargement dur	Panzern
Heat affected zone	Zone thermatiquement affectee	Wärmeeinflusszone
Horizontal vertical position	Soudage en corniche	Querposition

Hot pressure welding	Soudage par pression a chaud	Warmpressschweissen
I		
Induction brazing	Brasage fort par induction	Induktionslöten
Inert gases	Gaz rare	Edelgas
Inertia friction welding	Soudage par inertie	Schwungradreibschweissen
Intermittent welds	Soudure discontinue	Unterbrochene Naht
Iron powder electrodes	Electrode a la poudre de fer	Fe-Elektrode
Iron powder fluxes	Flux a la poudre de fer	Eisenhaltiges Schweisspulver
J		
Jigs	Montage pour assemblage	Spannvorrichtung
Joint clearance	Jeu de brasage	Lötspalt
Joint preparation	Preparation du joint	Nahtvorbereitung
K		
L		
Lack of fusion	Manque de fusion	Bindefehler
Lack of penetration	Manque de penetrasion	Ungenügende Durchschweissung
Lamellar tearing	Arrachement lamellaire	Lamellenriss
Lap joints	Assemblage a recouvrement	Überlappstoss
Laser cutting	Coupage au laser	Laserstrahlschneiden
Laser welding	Soudage au laser	Laserstrahlschweissen
Leg length	Cote de soudure d' angle	Nahtschenkel

M		
MAG welding	Soudage MAG	MAG-Schweissen
Magnetic particle testing	Magnetoscopie	Magnetpulverprüfung
Manipulators	Manipulateur	Drehvorrichtung
Manual operation	Operation manuelle	Manueller Vorgang
MMA welding	Soudage manuelle avec electrode enrobee	Lichtbogenhand-schweissen
Multiple electrode welding	Soudage avec electrodes multiples	Mehrelektrodenschweissen
Multirun welding	Soudage multipasse	Mehrlagenschweissen
N		
Narrow gap welding	Soudage avec faible ecartement des bords	Engspaltschweissen
Non-consumable electrodes	Electrode non fusible	Nichtabschmelzende Elektrode
O		
One side welding	Soudage d' un seul cote	Einseitiges Schweissen
Orbital welding	Soudage avec rotation excentree	Schweissen-Orbital
P		
Plasma cutting	Coupage au plasma	Plasmaschneiden
Plasma welding	Soudage au plasma	Plasmaschweissen
Plug welds	Soudure en bouchon	Lochnaht
Postheating	Postchauffage	Nachwärmen
Powder cutting	Coupage a la poudre	Pulverbrennschneiden
Power factor	Facteur de puissance	Leistungsfaktor

Pressure welding	Soudage par pression	Pressschweissen
Process parameters	Parametre	Verfahrensparameter
Process procedures	Mode operatoire	Verfahrensausführung
Process qualification	Qualification du prosede	Verfahrenszulassung
Projection welding	Soudage par bossages	Buckelschweissen
Q		
Quality assurance	Assurance de la qualite	Qualitätskontrolle
Quality control	Controle de qualite	Gütesicherung
R		
Reheat cracking	Fissuration au rechauffage	Wiederwärmungsriiss
Resistance welding	Soudage par resistance	Widerstandsschweissen
Roller seam welding	Soudage a la molette	Rollennahtschweissen
Root face	Meplat	Steg
Root run	Passe de fond	Worzellage
S		
Segregation	Segregation	Seigerung
Semi-automatic control	Commande semi-automatique	Teilmechanisierung
Series welding	Soudage avec electrode en serie	Serienlichtbogen Schweissen
Site welding	Soudage sur chantier	Baustellenschweissen
Slag	Laitier	Schlacke
Spot welding	Soudage par resistance par joints	Punktschweissen
Spot welds	Soudure par points	Punktnaht

Stop start defects	Defaut d' appet et d' amorçage	Ansatzfehler
Strip electrodes	Electrode en bande	Bandelektrode
Stud welding	Soudage des goujons	Bolzenschweissen
Submerged-arc welding	Soudage sous flux	Up-Schweissen
Surface condition	Etat de surface	Oberflächeneigenschaften
Synergic welding	Soudage synergique	Schmelzschweissen (andere Schweissverfahren)
T		
Tack welding	Soudage de pointage	Heftschweissen
Thermit welding	Soudage alouminothermique	Thermitschweissen
Tolerances	Tolerance	Toleranz
Torches	Torche	Elektrischer
Transfer efficiency	Coefficient de transfert	Ausbringung
Transition pieces	Piece intermediaire	Übergangsstück
Tungsten electrodes	Electrode en tungstene	Wolframelektrode
Two sided welding	Soudage de deux cotes	Zweiseitiges Schweissen
U		
Undercut	Caniveau	Einbrandkerbe
V		
Vertical down	Soudage en descendant	Fallposition
Vertical position	Soudage vertical	Senkrechtposition
Vertical up	Soudage en montant	Steigposition
Voltage	Tension electrique	Elektrische Spannung

W		
Waveform	Forme d' onde	Wellenform
Weld bonding	Soudage par joints et collage	Punktschweissen-kleben
Weld metal	Metal fondu de soudage	Schweissgut
Weld zone	Zone de soudure	Schweisszone
Weldability	Soudabilite	Schweisbarkeit
Welding	Soudage	Schweissen
Welding fluxes	Flux de soudage	Schweisspulver
Welding generators	Generatuer de soudage	Schweissgenerator
Welding heads	Tete de soudage	Schweisskopf
Welding position	Position de soudage	Schweisposition
Welding rectifiers	Redresseur de soudage	Schweissgleichrichter
Welding shops	Atelier de soudage	Schweisshalle
Welding transformers	Transformateur de soudage	Schweisstransformator
Wire feed	Devidage du fil d' apport	Drahtzufuhr

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. David Hoyle, “ISO 9000, Quality Systems, handbook”, Second edition, Butterworth-Heinemann Ltd 1994.
2. N.T. Burgess, “Quality Assurance Of Welded Construction”, Second edition, Elsevier Applied Science Publishers, London and New Work 1985.
3. Thomas A. Ratliff, “The Lobatory Quality Assurance System : A manual of quality procedures with related forms”, Second edition, Van Nostrand Reinhold, New York 1993.
4. Janet L. Novack, “The ISO 9000 Documentation Toolkit”, Prentice Hall PTR, New Jersey 1995.
5. Μαρκαντόνη Μαρία, «Σύστημα Διασφάλισης Ποιότητας της Εργαστηριακής Μονάδας Παροχής Υπηρεσιών Ναυπηγικής Τεχνολογίας : Μία πρώτη προσέγγιση», διπλωματική εργασία, 1997.
6. Ανδρέα Αθ. Ζωντανού, «Σύστημα Διασφάλισης Ποιότητας Ναυπηγείων Ελευσίνας», διπλωματική εργασία, 1992.
7. Γιαννόπαπας Πέτρος, «Οργάνωση και Μελέτη Εργαστηρίου Συγκολλήσεων», διπλωματική εργασία, 1999.
8. EN 287-1 : Δοκιμασία έγκρισης συγκολλητών - Συγκόλληση με τήξη - Μέρος 1^ο : Χάλυβες.
9. EN 287-2 : Δοκιμασία έγκρισης συγκολλητών - Συγκόλληση με τήξη - Μέρος 2^ο : Αλουμίνιο και κράματα αλουμινίου.
10. EN 288-1 : Προδιαγραφή και καταλληλότητα διαδικασιών συγκόλλησης για μεταλλικά υλικά - Μέρος 1^ο : Γενικοί κανόνες για συγκόλληση με τήξη.
11. EN 288-2 : Προδιαγραφή και καταλληλότητα διαδικασιών συγκόλλησης για μεταλλικά υλικά - Μέρος 2^ο : Προδιαγραφή διαδικασίας συγκόλλησης για ηλεκτροσυγκόλληση.
12. EN 288-3 : Προδιαγραφή και καταλληλότητα διαδικασιών συγκόλλησης για μεταλλικά υλικά - Μέρος 3^ο : Δοκιμές διαδικασίας συγκόλλησης για την ηλεκτροσυγκόλληση χαλύβων.
13. EN 288-4 : Προδιαγραφή και καταλληλότητα διαδικασιών συγκόλλησης για μεταλλικά υλικά - Μέρος 4^ο : Δοκιμές διαδικασίας συγκόλλησης για την ηλεκτροσυγκόλληση αλουμινίου και κραμάτων του.
14. Engineering Procedure : “Heat Treatment of Weldments”.
15. ΕΛΟΤ 1042.