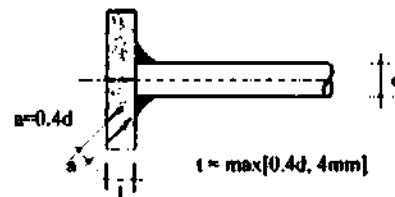


Σχήμα 8.3.2.3-10 Ράβδος παρεμβλλόμενη σε έλασμα

Για την περίπτωση του Σχ.8.3.2.3-11, όπου η ράβδος συγκολλείται μετωπικά επί του ελάσματος, το άκρο της ράβδου πρέπει να κοπεί με ακρίβεια κάθετα ως προς τον άξονά της. Κατά τη συγκόλληση πρέπει να εξασφαλίζεται ότι η διατομή της ράβδου στηρίζεται και πιέζεται πάνω στην πλάκα (χωρίς διάκενο).



Σχήμα 8.3.2.3-11 Μετωπική συγκόλληση ράβδου σε έλασμα

Στο Παράρτημα Π4 δίνονται λεπτομέρειες για τη συγκόλληση με σπινθηρισμούς. Η μέθοδος αυτή δε συνιστάται στα συνήθη εργοτάξια.

Στο Παράρτημα Π4 δίνονται λεπτομέρειες για τη συγκόλληση με συμπίεση (σύνθλιψη) και αέριο. Η μέθοδος αυτή δε συνιστάται στα συνήθη εργοτάξια.

Στο Παράρτημα Π4 δίνονται λεπτομέρειες για τη συγκόλληση με αντίσταση. Η μέθοδος αυτή δε συνιστάται στα συνήθη εργοτάξια.

Συνιστάται να αποφεύγεται η συγκόλληση όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι ιδιαίτερα χαμηλή.

8.3.2.4 Συγκόλληση με σπινθηρισμούς

Εφαρμόζεται σύμφωνα με τον Πίνακα 8.3.2.2-1.

8.3.2.5 Συγκόλληση με συμπίεση (σύνθλιψη) και αέριο

Εφαρμόζεται σύμφωνα με τον Πίνακα 8.3.2.2-1.

8.3.2.6 Σημειακή συγκόλληση με αντίσταση

Εφαρμόζεται σύμφωνα με τον Πίνακα 8.3.2.2-1.

8.3.2.7 Γενικές επισημάνσεις

♦ Αντίξοες καιρικές συνθήκες

Η συγκόλληση δε θα γίνεται όταν βρέχει ή χιονίζει ή όταν φυσάει ισχυρός άνεμος, εκτός αν λαμβάνονται ειδικές προφυλάξεις (σκεπάσματα ή καλύμματα).

Οι επιφάνειες που συγκολλούνται πρέπει να είναι καθαρές και στεγνές και όταν παρατηρείται συμπύκνωση υδρατμών στην επιφάνειά τους, πρέπει να προηγείται ελαφρά θέρμανση για την απομάκρυνσή της.

Η θερμοκρασία μπορεί να εκτιμηθεί και με χρήση θερμοευαίσθητων χρωματοδεικτών του εμπορίου, που εφαρμόζονται στην επιφάνεια των ράβδων και έχουν μορφή κίμωνιας.

Η περίπτωση αφορά:

- Κοινά ηλεκτρόδια (π.χ. ρουτίλιου)
- Κοίλα ηλεκτρόδια στη μέθοδο MAG

Η διάμετρος των ηλεκτροδίων, ανάλογα με τη διάμετρο των ράβδων οπλισμού να είναι αυτή του Πίνακα 3.5.2.1-1.

♦ **Ανόρυξη θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της συγκόλλησης**

Για την αποφυγή υπερβολικής θέρμανσης στη διάρκεια της συγκόλλησης, η οποία θα μπορούσε να μειώσει τις μηχανικές ιδιότητες ή να προκαλέσει άλλες συνέπειες (π.χ. πακτώσεις με πλαστικά υλικά), η θερμοκρασία της ράβδου δεν πρέπει να ξεπεράσει τους 350°C σε μία απόσταση 25mm από τη θέση συγκόλλησης σε οποιαδήποτε διεύθυνση.

♦ **Ρυθμός απόφυξης της συγκόλλησης**

Η συγκόλληση αφήνεται να ψυχθεί ήρεμα και αργά. Απαγορεύεται η επιτάχυνση της απόφυξης με χρήση νερού ή άλλων μέσων.

♦ **Ανεξέλεγκτα (τυχαία) τόξα**

Τυχαία τόξα που δημιουργούνται κατά ανεξέλεγκτο τρόπο σε άλλα σημεία εκτός της συγκόλλησης πρέπει να αποφεύγονται. Τοπικές κηλίδες, ρωγμές ή άλλα ελαττώματα που προκύπτουν από τυχαία τόξα πρέπει να απομακρύνονται με μηχανικό τρόπο (τρόχισμα, κοπίδι), ώστε το υλικό να παραμένει υγιές.

♦ **Καθαρισμός της σκουριάς**

Όταν η τεχνική της συγκόλλησης χρησιμοποιεί σκουριά για την προστασία του μετάλλου, αυτή η σκουριά πρέπει να απομακρύνεται από κάθε κορδόνι πριν εφαρμοσθεί το επόμενο, καθώς και από το τελευταίο κορδόνι. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στην επαφή μεταξύ του μετάλλου συγκόλλησης και των παρειών της λοξοτομής του προς συγκόλληση μετάλλου.

♦ **Σημειακές συγκολλήσεις (πόντες)**

Απαγορεύονται οι σημειακές συγκολλήσεις σε φέροντα οπλισμό.

Οι σημειακές συγκολλήσεις, οι οποίες χρησιμοποιούνται μόνο με σκοπό τη συγκράτηση του οπλισμού στη θέση του κατά την τοποθέτηση και τη διαμόρφωση -και δεν προορίζονται να είναι φέρουσες- πρέπει να περιορίζονται στις απολύτως αναγκαίες.

Όταν γίνονται υπό μορφή συνδέσεων κατά παράθεση πρέπει να έχουν πάχος όχι μικρότερο των 4 mm και μήκος όχι μικρότερο των 25 mm.

Στις σημειακές συγκολλήσεις για σταυρωτές συγκολλήσεις που σκοπό έχουν να συγκρατήσουν στη θέση τους τις ράβδους οπλισμού πρέπει να έχουν πάχος τουλάχιστον το 1/3 της διαμέτρου της μικρότερης ράβδου ή 6mm όποιο είναι μεγαλύτερο.

♦ **Ελαττωματικές συνδέσεις**

Όταν οι συνδέσεις δεν ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις του Κανονισμού, το ελαττωματικό υλικό απομακρύνεται με μηχανικά μέσα και γίνεται νέα υγιής συγκόλληση.

♦ **Αναλόσιμα (Ηλεκτρόδια - Προστατευτικά Αέρια)**

Τα ηλεκτρόδια που χρησιμοποιούνται κατά τη χειρωνακτική ηλεκτροσυγκόλληση τόξου, ανεξάρτητα από το αν πρόκειται για συγκόλληση με επικάλυψη ή μετωπική, πρέπει να είναι με βασική επένδυση ή με όξινη επένδυση ρουτίλιου που τα μηχανικά χαρακτηριστικά τους είναι ανάλογα με εκείνα του βασικού μετάλλου.

Για τη χειρωνακτική ηλεκτροσυγκόλληση τήξου συνιστάται η χρήση ηλεκτροδίων ρουτίλιου, ιδιαίτερα όταν η συγκόλληση γίνεται επί τόπου στην οικοδομή ή σε ανοικτούς χώρους. Στην περίπτωση αυτή η συγκόλληση μπορεί να γίνει χωρίς ιδιαίτερες προφυλάξεις ακόμα και με υγρό καιρό. Με την έννοια της αλότητος στη συγκόλληση χαλύβων οαλισμός σκυροδέματος είναι σύμφωνο και το Γαλλικό Πρότυπο A 35-018/1978 που συνιστά για τούτο τη χρήση αποκλειστικά ηλεκτροδίων ρουτίλιου, χωρίς προθέρμανση ή μεταθέρμανση.

Στο Παράρτημα Π5 δίνεται ένας βοηθητικός κατάλογος ελέγχου (check list) για τον Επιβλέποντα Μηχανικό.

Ενδεικτικά αναφέρονται κίνδυνοι από πτώση, από ηλεκτρικό ρεύμα, από λειτουργία γερανών ή άλλων μηχανικών μέσων, από καύσιμα - θερμοληξία κλπ.

Όταν χρησιμοποιούνται βασικά ηλεκτρόδια πρέπει να εξαιρούνται απέναντι πριν από τη χρήση τους σε ειδικά φαρμάκτα εξαρτήματα και η συγκόλληση να εκτελείται από εξειδικευμένους στη χρήση βασικών ηλεκτροδίων συγκολλητές.

Κατά την ημιαυτόματη συγκόλληση με προστατευτικό αέριο, το μίγμα μπορεί να είναι είτε CO₂ είτε μίγμα CO₂-Α. Το ηλεκτρόδιο - σήμα πρέπει να είναι σύμφωνο με τους Κανονισμούς γι' αυτό το είδος συγκολλήσεων.

8.3.3 Ενώσεις με μηχανικά μέσα

Τα μέσα σύνδεσης και οι αντίστοιχες απαιτήσεις ορίζονται στην Παραγρ. 17.7.3 του ΝΕΚΩΣ-95.

8.4 Αγκυρώσεις

Οι τύποι και οι απαιτήσεις των αγκυρώσεων αναφέρονται στην Παραγρ. 17.6 του ΝΕΚΩΣ-95.

8.5 Έλεγχος και παραλαβή τοποθετημένου σπλισμού

Ο Επιβλέπων Μηχανικός υποχρεούται να ελέγχει πριν από τη σκυροδέτηση την τήρηση των διατάξεων του Κανονισμού αυτού.

8.6 Ασφάλεια και Υγιεινή των εργαζομένων

Κατά τη διάρκεια εργασιών όπλισης (διαμόρφωσης και τοποθέτησης) θα τηρούνται οι ισχύουσες διατάξεις για την Ασφάλεια και την Υγιεινή των εργαζομένων.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι (Πληροφοριακό) : ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΣΗΜΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΧΑΛΥΒΩΝ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ**1 Σήμανση και αναγνώριση χαλύβων.**

Μέχρι το 1969 που εκδόθηκε το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EU 80-69 ήταν σε ισχύ στη χώρα μας οι διατάξεις του Κανονισμού του 1954 "Για την Μελέτην και Εκτέλεσιν Οικοδομικών Έργων εξ Ωκλισμένου Σκυροδέματος", που δημοσιεύθηκε στο ΦΕΚ 160Α, 1954. Με βάση αυτές τις κανονιστικές διατάξεις ήταν δυνατή η παραγωγή και χρήση λείων ράβδων κατηγορίας St I, λείων ή με νευρώσεις κατηγορίας St IIIa και St IVa και μόνο με νευρώσεις κατηγοριών St IIIβ και St IVβ (Πίνακας 1). Στις διατάξεις του Κανονισμού του 1954 δεν υπήρχε πρόβλεψη για διάκριση των διαφορετικών κατηγοριών χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος (Χ.Ο.Σ.) με νευρώσεις με βάση τη διάταξη των νευρώσεων, και όπως προαναφέρθηκε ήταν δυνατή και η παραγωγή και χρήση διαφορετικών κατηγοριών λείων χαλύβων.

Με την εμφάνιση του Προτύπου EU 80-69 για πρώτη φορά παρουσιάζεται και καθιερώνεται ο τρόπος σήμανσης και αναγνώρισης των διαφορετικών κατηγοριών Χ.Ο.Σ., της χώρας και της μονάδας παραγωγής τους. Με την ύπαρξη ενισχυμένων νευρώσεων με διαφορετική διάταξη, όπως φαίνεται στα Σχ.1 και 2, γίνεται η διάκριση των διαφορετικών κατηγοριών και πιστοποιούνται υποδηλώνεται και η έναρξη αναγνώρισης της χώρας και της μονάδας παραγωγής.

Η αναγνώριση της ταυτότητάς τους γίνεται μέσω ενός συστήματος κανονικών κλάσιων νευρώσεων ανάμεσα σε ενισχυμένες πλέγιες νευρώσεις που συμβολίζουν δύο αριθμούς επαναλαμβανόμενους κάθε 1,0m περίπου, στη μία σειρά των παράλληλων νευρώσεων της ράβδου. Ο πρώτος αριθμός μεταξύ 1 και 4 δηλώνει τη χώρα παραγωγής, ενώ ο δεύτερος αριθμός, δηλώνει τη μονάδα παραγωγής. Στον Πίνακα 2 αναφέρεται ο αριθμός των νευρώσεων που συμβολίζει τη χώρα παραγωγής, με βάση το EU 80-69. Με τα τρία λοιπά διαφορετικά πεδία νευρώσεων ανάμεσα σε ενισχυμένες (πεδία Α, Β, C) υπήρχε η διάκριση κατηγορίας και η έναρξη της σήμανσης από το πεδίο Α, η αναγνώριση της χώρας παραγωγής από το πεδίο Β και η αναγνώριση του παραγωγού από το πεδίο C. Σημειώνεται ότι το εν λόγω Πρότυπο αναφερόταν σε χάλυβες συγκολλησίμους υπό προοπτικές και δεν είχε κανένα περιορισμό στη χημική σύσταση του προϊόντος. Παρόμοιο τρόπο σήμανσης της μονάδας και της χώρας παραγωγής καθόριζε και το πρότυπο DIN 488/72.

Το 1985 εκδίδεται το Πρότυπο EU 80-85, το οποίο αντικαθιστά το EU 80-69. Το νέο Πρότυπο αναφέρεται μόνο σε συγκολλησίμους χάλυβες, κατηγορίας FeB400 και FeB500. Οι δύο αυτές κατηγορίες χαλύβων αναγνωρίζονται από το διαφορετικό τρόπο διάταξης των νευρώσεων, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 3. Έτσι καθιερώνεται πλέον ο τρόπος διάκρισης της κατηγορίας να γίνεται από τη διαφορετική διάταξη των νευρώσεων και όχι από το πεδίο Α, το οποίο δηλώνει την έναρξη της σήμανσης και για τις δύο κατηγορίες. Στη νέα αυτή έκδοση του EU 80-85 αναφέρεται πλέον και ο κωδικός αριθμός 8 για την Ελλάδα μαζί με την Τουρκία (βλέπε Πίνακα 3).

Λίγους μήνες πριν είχε αναθεωρηθεί και το DIN 488/84 το οποίο επίσης αναφέρεται σε συγκολλησίμους χάλυβες κατηγορίας BS1 420s και BS1 500s με παρόμοιο τρόπο διάκρισης των δύο κατηγοριών (βλέπε Σχ. 4).

Λίγο αργότερα, το 1987, παρουσιάζονται πλέον και τα δύο Ελληνικά πρότυπα ΕΛΟΤ 959 και ΕΛΟΤ 971 εκ των οποίων το μεν πρώτο ταυτίζεται με το EU 80-69 ως προς τις κατηγορίες των χαλύβων (S220, S400, S500) και αναφέρεται σε Χ.Ο.Σ. συγκολλησίμους υπό προοπτικές, το δε δεύτερο με το EN 80-85 που αναφέρεται στις κατηγορίες συγκολλησίμων Χ.Ο.Σ. S400s και S500s.

Δυστυχώς, και στα δύο Ελληνικά Πρότυπα, ενώ γίνεται αναφορά στην υποχρέωση του παραγωγού για διαφορετικό τρόπο σήμανσης των κατηγοριών Χ.Ο.Σ. δεν καθορίζεται ο τρόπος αυτός με αποτέλεσμα μέχρι σήμερα να επικρατεί χάος ως προς τον τρόπο διάκρισης των διάφορων κατηγοριών χαλύβων, παρ'όλο που οι Έλληνες παραγωγοί χαλύβων ακολουθούν πιστά τη σήμανση της χώρας και της μονάδας παραγωγής. Ως εκ τούτου η διάκριση των διάφορων κατηγοριών χαλύβων είναι ασαφής.

2 Η χρήση των Χ.Ο.Σ. στη χώρα μας

Μέχρι την αρχή της δεκαετίας του 1960 η κατηγορία χάλυβα που χρησιμοποιούνταν στη χώρα μας ήταν ο χάλυβας St I κατά DIN 488 ή S220 κατά ΕΛΟΤ 959, δηλ. λείες ράβδοι, προϊόν θερμής έλασης από χάλυβα, συγκολλησίμο υπό προοπτικές, η τυπική χημική σύνθεση του οποίου φαίνεται στον Πίνακα 4. Ο χάλυβας αυτός ελάχιστα χρησιμοποιείται σήμερα.

Από τη δεκαετία του 60 και μετά εμφανίζεται ο χάλυβας St III (κατά DIN 488) που από το 1987 μέχρι σήμερα διατίθεται με την ονομασία S400 (κατά ΕΛΟΤ 959). Πρόκειται για ράβδους με νευρώσεις, από χάλυβα συγκολλησίμο υπό

προβιοθέσεις, που οφείλει την αντοχή του στη χημική του σύνθεση και είναι προϊόν θερμής έλασης. Η τυπική χημική του σύνθεση φαίνεται στον Πίνακα 4 και χρησιμοποιείται και αυτός ελάχιστα σήμερα. Στη χώρα μας χρησιμοποιήθηκε με τρεις διαφορετικές σημάνσεις, αυτές του Σχήματος 5.

Την ίδια περίοδο, τις δεκαετίες '60 και '70, εμφανίζεται και ο ελικοχάλυβας, που ήταν προϊόν ψυχρής καταργασίας. Η ψυχρή καταργασία ήταν η στρέψη του προϊόντος που προερχόταν από θερμή έλαση και είχε τη χημική σύνθεση του χάλυβα St I. Μετά τη στρέψη αποκτούσε την αντοχή του χάλυβα St III. Η μορφή των ράβδων του χάλυβα αυτού είναι αυτή του Σχήματος 6, ενώ η τυπική χημική του σύνθεση φαίνεται στον Πίνακα 4.

Στις αρχές της δεκαετίας του '90 εμφανίζονται στη χώρα μας οι νευροχάλυβες St IV (κατά DIN 488) ή S500s και S500 (κατά ΕΛΟΤ 971 και 959 αντίστοιχα). Πρόκειται για χάλυβες υψηλής αντοχής, συγκολλησίμους (S500s) ή συγκολλησίμους από προβιοθέσεις (S500).

Κατά την ίδια περίοδο εμφανίστηκε ο χάλυβας κατηγορίας S400s (κατά ΕΛΟΤ 971), ο οποίος είναι συγκολλησίμους με μηχανικά χαρακτηριστικά όμοια του St III αλλά χρησιμοποιήθηκε ελάχιστα.

Η κατηγορία χάλυβα S500 χρησιμοποιήθηκε στη χώρα μας και χρησιμοποιείται και σήμερα με δύο διαφορετικές μορφές νευρώσεων, αυτές του Σχήματος 7. Στον Πίνακα 4 αναφέρεται η τυπική χημική σύνθεσή του.

Οι χάλυβες κατηγορίας S500 είναι προϊόντα θερμής έλασης χωρίς καμία παραπέρα θερμική ή ψυχρή καταργασία και οφείλουν την αντοχή τους στη χημική τους σύνθεση. Χάλυβες S500, προϊόντα ψυχρής καταργασίας, χρησιμοποιούνται μόνο στα αλέγματα.

Σε αντίθεση με τους παραπάνω χάλυβες, οι χάλυβες κατηγορίας S400s και S500s που χρησιμοποιήθηκαν και χρησιμοποιούνται σήμερα στη χώρα μας είναι συγκολλησίμους και προϊόντα θερμής έλασης χωρίς καμία παραπέρα καταργασία ή προϊόντα θερμής έλασης που ακολουθείται από μια άμεση εν σειρά διαδικασία θερμικής καταργασίας. Στη μεν πρώτη περίπτωση η υψηλή αντοχή επιτυγχάνεται με προσθήκη νιόβιου (Nb), βαναδίου (V) ή τιτανίου (Ti), ενώ στη δεύτερη περίπτωση με μια επιφανειακή μαρτενιτική βαφή του χάλυβα.

Στο Σχήμα 8 φαίνεται η μορφή των νευρώσεων του χάλυβα κατηγορίας S400s που χρησιμοποιήθηκε στη χώρα μας και ελάχιστα χρησιμοποιείται σήμερα, ενώ στο Σχήμα 9 φαίνονται οι δύο διαφορετικές μορφές νευρώσεων με τις οποίες σημαίνεται ο χάλυβας S500s που χρησιμοποιείται και έχει επικρατήσει σε μεγάλο βαθμό στη χώρα μας σήμερα. Η μεν πρώτη σήμανση συμφωνεί με τα πρότυπα DIN 488 και EU 80-85, ενώ η δεύτερη με το νέο Ευρωπαϊκό πρότυπο ENV 10080. Η τυπική χημική σύνθεση της κατηγορίας αυτής φαίνεται στον Πίνακα 4.

3 Συμπέρασμα

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω είναι αδύνατη τις περισσότερες φορές η σαφής δίκριση της κατηγορίας ενός Χ.Ο.Σ. Ως εκ τούτου οι αξιόπιστες πληροφορίες για τη χρονολογία κατασκευής ενός έργου είναι απαραίτητο βοήθημα. Για πιο σίγουρο τρόπο αναγνώρισης της κατηγορίας ενός χάλυβα προτείνεται η χημική ανάλυση ενός μικρού τεμαχίου (π.χ. περίπου 25mm), ανάλυση που μπορεί να πραγματοποιηθεί σε εργαστήριο, και η μακροσκοπική εξέταση του ίδιου δοκιμίου προκειμένου να διαπιστωθεί εάν είναι προϊόν θερμικής καταργασίας ή όχι.

Τέλος, για τη διάκριση της χώρας και της μονάδας παραγωγής ενός Χ.Ο.Σ., στον Πίνακα 5 αναφέρονται οι κωδικοί σήμανσης των Ελληνικών βιομηχανιών, καθώς επίσης και οι σημάνσεις βιομηχανιών του εξωτερικού που προϊόντα τους έχουν εισαχθεί στη χώρα μας.

Βιβλιογραφία

- Ευρωπαϊκά πρότυπα EU 80-69 και EU 80-85
- Ελληνικά πρότυπα ΕΛΟΤ 959 και ΕΛΟΤ 971
- Γερμανικά πρότυπα DIN 488/72 και DIN 488/84
- Αρχείο ΚΕΔΕ - ΥΠΕΧΩΔΕ

Πίνακας 1 Κατηγορίες ΧΟΣ σύμφωνα με διατάξεις του ΦΕΚ 160Α - 1954

Κατηγορία	Μορφή επιφανείας	Τρόπος παραγωγής	μια f_y (MPa)	μια f_t (MPa)	ϵ_{10} %
I	Λ	Θ.Ε.-Χ.	220	340-500	18
IIIα	Λ ή Ν	Θ.Ε.-Χ.	420 ή 400 ⁽¹⁾	500	18
IIIβ	N	Ψ.Κ.	420 ή 400 ⁽¹⁾	500	8
IVα	Λ ή Ν	Θ.Ε.-Χ.	500	-	16
IVβ	N	Ψ.Κ.	500	-	8

Σημ.: Λ = Λείες ράβδοι, Ν = Ράβδοι με νευρώσεις, Θ.Ε.-Χ. = Θερμή έλαση, Ψ.Κ. (Ψ.Κ.-Ο. ή Ψ.Κ.-Σ.) = Ψυχρή κατεργασία.

⁽¹⁾ f_y min 420 MPa για d έως 18 mm και 400 MPa για d > 18 mm.

Πίνακας 2 Ταυτοποίηση χώρας παραγωγής σύμφωνα με ΕΥ 80-69.

ΧΩΡΑ	Αριθμός κανονικών νευρώσεων μεταξύ αρχής και επόμενης ενισχυμένης νευρώσης
Γερμανία	1
Βέλγιο, Λουξεμβούργο, Ολλανδία.	2
Γαλλία	3
Ιταλία	4

Πίνακας 3 Ταυτοποίηση χώρας παραγωγής σύμφωνα με ΕΥ 80-85.

ΧΩΡΑ	Αριθμός κανονικών νευρώσεων μεταξύ αρχής και επόμενης ενισχυμένης νευρώσης
Γερμανία	1
Βέλγιο, Λουξεμβούργο, Ολλανδία.	2
Γαλλία	3
Ιταλία	4
Η.Β., Ιρλανδία	5
Δανία, Φινλανδία, Νορβηγία, Σουηδία	6
Πορτογαλία, Ισπανία	7
Ελλάδα, (Τουρκία)	8

Πίνακας 4 Τοπικές χημικές συνθέσεις, τρόποι παραγωγής και περίοδοι χρήσης διάφορων κατηγοριών Χ.Ο.Σ.

Κατηγορία χάλυβα	Τοπική χημική σύνθεση				Τρόπος παραγωγής	Περίοδος χρήσης (Δεκαετίας)
	C%	Mn%	Si%	V%		
St I ή S 220	0,08-0,12	≈0,50	≈0,10	-	Θ.Ε.-Χ.	έως '60
St III ή S 400	0,30-0,40	0,80-1,00	0,20-0,30	-	Θ.Ε.-Χ.	'60 έως '90
St III ή S 400s	≈0,15	0,60-1,00	0,15-0,30	-	Θ.Ε.-Θ.	αρχές '90
St III ελικ/βας	0,10-0,15	≈0,50	≈0,10	-	Θ.Ε. & Ψ.Κ.	'60 & '70
St IV ή S 500	0,35-0,40	1,00-1,20	0,20-0,30	0,02-0,03	Θ.Ε.-Χ.	αρχές '90
St IV ή S 500	0,40-0,45	≈1,20	0,20-0,30	-	Θ.Ε.-Χ.	αρχές '90
St IV ή S 500s	0,18-0,20	1,00-1,20	0,20-0,30	0,04-0,09	Θ.Ε.-Χ.	αρχές '90
St IV ή S 500s	0,15-0,20	0,60-1,00	0,15-0,30	-	Θ.Ε.-Θ.	αρχές '90

Σημ.: Θ.Ε.-Χ. Θερμή έλαση

Θ.Ε.-Θ. Θερμή έλαση με εν σειρά θερμική κατεργασία

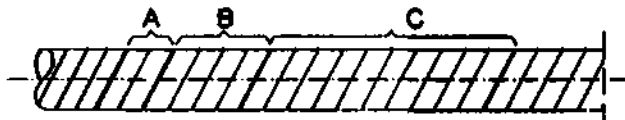
Ψ.Κ. (Ψ.Κ.-Ο. ή Ψ.Κ.-Σ.) Ψυχρή κατεργασία (με ολική ή με στρέψη)

Πίνακας 5 Κωδικοί αριθμοί σήμανσης Ελληνικών και ξένων βιομηχανιών.

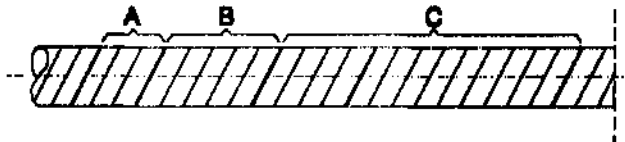
α/α	Κωδικός αριθμός	Χώρα παραγωγής	Βιομηχανία	Παρατηρήσεις
1	8 - 13	Ελλάδα	ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΗ	
2	8 - 14	Ελλάδα	ΣΙΔΕΝΟΡ	
3	8 - 15	Ελλάδα	ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΑ	
4	8 - 18	Ελλάδα	ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	
5	8 - 24	Ελλάδα	ΣΙΔΕΝΟΡ (SOVEL)	
6	8 - 6	Ελλάδα	ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΚΗ ΧΑΛΥΨ	Δεν παράγει πλέον
7	4 - 5	Ιταλία	FERALPI SIDERURGICA	
8	4 - 7	Ιταλία	FERRIERE NORD	
9	4 - 9	Ιταλία	OFFICINE E FON. GALTAROSSA	
10	4 - 15	Ιταλία	LEALI LUIGI	
11	4 - 26	Ιταλία	ALFA ACCIAI	
12	5 - 4	Ην.Βασίλειο	ALPHA STEEL	
13	1 - 9	Γερμανία	HES	
14	8 - 7	Τουρκία	ICDAS	
15	-	Τουρκία	COLAKOGLU	CM *
16	-	Τουρκία	ICDAS	ICTR *
17	-	Τουρκία	HABAS	H *
18	8 - 17	Τουρκία	EKINCILER DEMIR VE CELIK SANAYI	
19	-	Μολδαβία	-	MOLDOVA *
20	1 - 1**	Ουκρανία	KRIVOROZHSTAL	

* Υπάρχουν ανάγλυφα τα στοιχεία αυτά πάνω στη ράβδο.

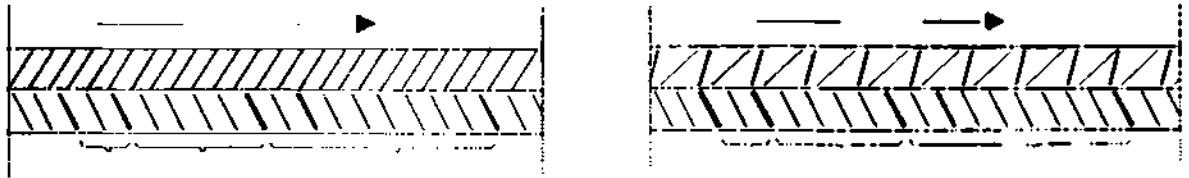
** Αντί για ενισχυμένες πλάγιες νευρώσεις υπάρχουν κουκίδες πάνω σε κανονικού πάχους νευρώσεις.



Σχήμα 1 Χάλυβας κατηγορίας FeB40 EU 80-69



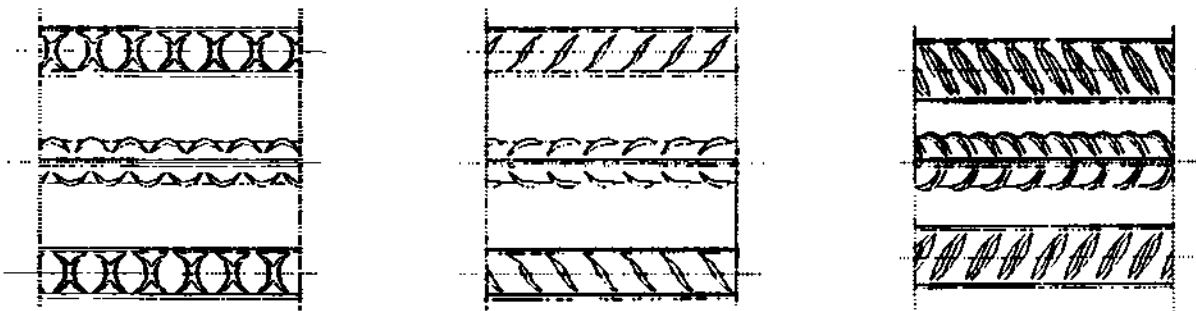
Σχήμα 2 Χάλυβας κατηγορίας FeB50 EU 80-69



Σχήμα 3 Χάλυβες κατηγορίας FeB400 και FeB500 σύμφωνα με EU 80-85



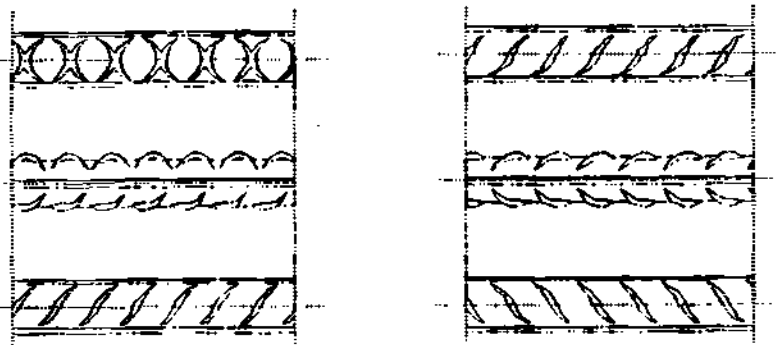
Σχήμα 4 Χάλυβες κατηγορίας BS4 420e και BS4 500e κατά DIN 488-84



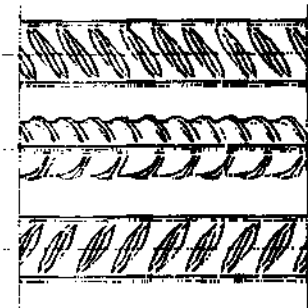
Σχήμα 5 Σημάνσεις χάλυβα κατηγορίας S 400 ή S III



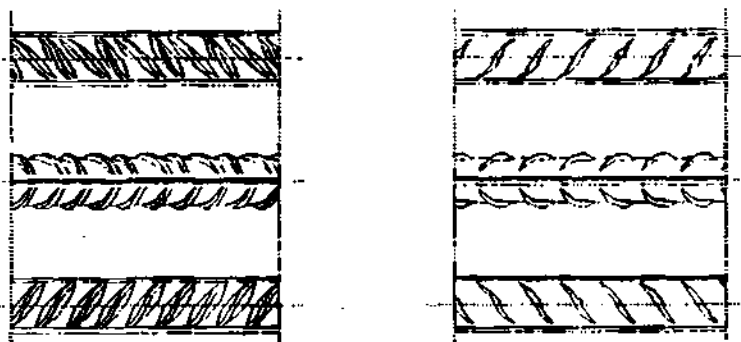
Σχήμα 6 Ελικοειδής κατηγόριας S 400 ή St III



Σχήμα 7 Σημένσις χάλυβα S 500 ή St IV



Σχήμα 8 Σήμενη χάλυβα S 400e



Σχήμα 9 Σημένσις χάλυβα κατηγορίας S 500e ή St IV

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 (Πληροφοριακό) : ΧΗΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΥ ΔΕΣΜΕΥΟΥΝ ΤΟ ΑΖΩΤΟ

Υπάρχει κάποια ασάφεια σχετικά με την υποσημείωση υπ' αριθμόν 1 του Πίνακα 3.5.1-1. Δεν διασαφηνίζεται επακριβώς η μέγιστη επιτρεπόμενη περιεκτικότητα αζώτου όταν συνυπάρχουν στοιχεία που το δεσμεύουν και κυρίως δεν αναφέρονται τα στοιχεία αυτά. Η έρευνα έχει δείξει ότι τα στοιχεία που δεσμεύουν το άζωτο, τόσο κατά τη χύτευση όσο και κατά τη θερμή έλαση του χάλυβα, είναι τα στοιχεία των ομάδων IVA (Ti, Zr, Hf), VA (V, Nb, Ta), και IIIB (B, Al) του Περιοδικού Συστήματος, καθώς επίσης και το W. Είναι επίσης γνωστό ότι το επίπεδο διαλυτότητας του αζώτου στον υγρό χάλυβα αυξάνει, όσο αυξάνει η συγκέντρωση των εν λόγω στοιχείων. Το ποσοστό του δεσμευμένου αζώτου από τα στοιχεία αυτά υπό τη μορφή νιτρίδων διαφέρει ανάλογα με το στοιχείο. Νιτρίδια μπορούν να σχηματιστούν τόσο κατά τη διαδικασία της χύτευσης του χάλυβα, όσο και κατά την φάση επαναθέρμανσης των μπιγερτών (ωστενιτοποίηση - ανακρυστάλλωση) και της μετέπειτα θερμής έλασης. Τα νιτρίδια γίνονται πολύ σταθερά ενώσεις με την πτώση της θερμοκρασίας και βρίσκονται στα τελικά προϊόντα σαν μη μεταλλικά εγκλεισμάτα. Το ποσοστό του αζώτου που απελευθερώνεται σε διάλυση εντός των κρυστάλλων του τελικού προϊόντος πρέπει να είναι χαμηλό, γιατί διαφορετικά θα υπάρξουν προβλήματα και από πλευράς ανωμαλιών στην επιφάνεια του τελικού προϊόντος, αλλά και λόγω του φαινομένου της γήρανσης από παραμόρφωση (strain aging), κατά το οποίο ο χάλυβας υφίσταται σκλήρυνση και ψαθυροποίηση σαν αποτέλεσμα γήρανσης λόγω πλαστικής παραμόρφωσης. Σύμφωνα με το prEN10080-1/99 το μέγιστο τελικό ποσοστό του αζώτου χωρίς την ύπαρξη στοιχείων που το δεσμεύουν είναι 0,014% ή 140 ppm. Προφανώς το μέγιστο αυτό ποσοστό αζώτου μπορεί να βρίσκεται σε διάλυση στους κόκκους του χάλυβα χωρίς περαιτέρω προβλήματα στις μηχανικές ιδιότητες του προϊόντος.

Παρακάτω υπολογίζονται οι μέγιστες περιεκτικότητες του αζώτου στον χάλυβα, δεσμευμένου και μη, για τα πλέον σημαντικά στοιχεία όπως Al (αργίλιο ή αλουμίνιο), B (βόριο), V (βανάνιο), Nb (νιόβιο) και Ti (τιτάνιο). Το Zr (ζιρκόνιο) αντιδρά σημαντικά με το άζωτο αλλά αποφεύγεται επειδή παρουσιάζει ιδιαίτερα προβλήματα στη χύτευση του χάλυβα. Οι υπολογισμοί γίνονται για τη φάση της επαναθέρμανσης των μπιγερτών, δηλαδή την ωστενιτοποίηση, ανακρυστάλλωση και θερμή έλαση. Στις θερμοκρασίες αυτές (1127°C ή 1400 K περίπου) τα γινόμενα διαλυτότητας στον ωστενίτη (γ-φάση) είναι:

$$[\%Al] [\%N] = 1,0 \cdot 10^{-4} \quad (II-1)$$

με προϊόν το AlN, και για ενδεικτική τιμή π.χ. 0,040% Al η ισορροπία δίνει περίπου 25 ppm N.

$$[\%B] [\%N] = 1,8 \cdot 10^{-3} \quad (II-2)$$

με προϊόν το BN, και για ενδεικτική τιμή π.χ. 20 ppm B η ισορροπία δίνει 90 ppm N.

$$[\%V] [\%N] = 2,3 \cdot 10^{-3} \quad (II-3)$$

με προϊόν το VN, και για ενδεικτική τιμή π.χ. 0,10 % V η ισορροπία δίνει περίπου 230 ppm N.

$$[\%Ti] [\%N] = 1,3 \cdot 10^{-6} \quad (II-4)$$

με προϊόν το TiN, και για ενδεικτική τιμή π.χ. 0,03 % Ti η ισορροπία δίνει περίπου 0,5 ppm N.

$$[\%Nb] [\%N] = 3,5 \cdot 10^{-4} \quad (II-5)$$

με προϊόν το NbN, και για ενδεικτική τιμή π.χ. 0,05 % Nb η ισορροπία δίνει περίπου 70 ppm N.

$$[\%Nb] [\%C]^{0,7} [\%N]^{0,2} = 2,3 \cdot 10^{-3} \quad (II-6)$$

με προϊόν το Nb(C,N) με ατομική σύσταση $NbC_{0,7}N_{0,2}$, και για ενδεικτική τιμή π.χ. 0,05 % Nb η ισορροπία δίνει περίπου 0,6ppm N.

Ειδικότερα:

- ♦ Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης κατακρήμνισης του AlN φαίνεται ότι για κάθε 0,01% Al στον γ-Fe κατακρήμνίζονται περίπου 0,0052 % N ή 52 ppm N, και μέχρι του ορίου των 0,04 % Al δεσμεύονται περίπου 208 ppm N, προσθέτοντας δε και τα 140 ppm N που επιτρέπονται να υπάρχουν αδέσμευτα στον χάλυβα χωρίς πρόβλημα στις μηχανικές ιδιότητες, συμπεραίνεται ότι το άζωτο μπορεί να φθάσει τα επίπεδα των 0,0348% ή 348 ppm N max στο τελικό προϊόν για 0,04% Al max.
- ♦ Ομοίως, κάθε ppm B δεσμεύει περίπου 1,3 ppm N, οπότε για μέχρι 20 ppm B max το άζωτο μπορεί να φθάσει τα επίπεδα των 0,0165% N ή 165 ppm N (25+140 ppm N).
- ♦ Το Ti κατακρήμνίζει περίπου 29 ppm N για κάθε 0,01% Ti. Στην πράξη η δέσμευση του αζώτου από το τιτάνιο έχει ήδη ξεκινήσει από τη στιγμή της χύτευσης του χάλυβα με αποτέλεσμα το Al να παίζει περισσότερο τον ρόλο του αποξειδωτικού παρά της δέσμευσης του αζώτου. Για ένα ποσοστό 0,03% Ti η συγκέντρωση του αζώτου στο τελικό προϊόν μπορεί να φθάσει τα 0,023% N ή 230 ppm N.
- ♦ Το V κατακρήμνίζει 27,5 ppm N για κάθε 0,01%V, και μέχρι του επιπέδου των 0,1%V μπορούν να δεσμευτούν μέχρι και 275 ppm N. Η ισορροπία όμως, σύμφωνα με την εξίσωση (II-3) δείχνει ότι η κατάκρημνιση VN είναι πρακτικά αδύνατη στον γ-Fe. Οντως, η δημιουργία VN γίνεται ουσιαστικά σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, δηλαδή στον α-Fe.

Στους 700°C (973 K), μια νέα συνθήκη ισορροπίας ισχύει σύμφωνα με τον τύπο:

$$[\%V] [\%N] = 8,1 \cdot 10^{-7} \quad (\Pi 2-7)$$

- ♦ Έτσι για τα επίπεδα μέχρι του 0,1%V ελάχιστα ppm N μπορούν να υπάρξουν διαλυμένα. Κατ' αυτόν τον τρόπο, για περιεκτικότητες βαναδίου στην περιοχή των 0,1% V η περιεκτικότητα σε N μπορεί να είναι μέχρι και 0,042% N ή 420 ppm N.
- ♦ Για το Nb (νιόβιο), η κατακρήμνιση νιτρίδιων του είναι ακόμη πιο πολύπλοκη καθώς επηρεάζεται και από την κατακρήμνιση σύνθετων μορφών καρβονιτρίδιων Nb(C,N). Η κατακρήμνιση γίνεται σε υψηλότερες θερμοκρασίες στον ωστενίτη. Γενικά όμως φαίνεται ότι για περιεκτικότητες 0,05%Nb περίπου, το άζωτο μπορεί να βρίσκεται στα επίπεδα των 0,022% N ή 220 ppm N.

Οι ανωτέρω θερμοδυναμικοί ισχυρισμοί επιβεβαιώνονται και από πλευράς κινητικής. Για τα στοιχεία εκτός του βαναδίου ο σχηματισμός νιτρίδιων συμβαίνει στον ωστενίτη σε υψηλότερες θερμοκρασίες. Η ταχύτητα διάχυσης των στοιχείων αυτών και του αζώτου στον γ -Fe είναι ο μηχανισμός που ελέγχει την αντίδραση. Ο συντελεστής διαχύσεως του αζώτου στον γ -Fe στους 1050°C (1323 K) είναι: $D = 2,12 \cdot 10^{-11} \text{ m}^2/\text{sec}$. Ακόμη και για μεγάλους κόκκους ωστενίτη, της τάξεως των 300 μm , ο απαιτούμενος χρόνος για τη διάχυση του αζώτου από το κέντρο ενός κόκκου στα όριά του δίνεται από την προσεγγιστική σχέση:

$$\tau = d^2/(16D) \quad (\Pi 2-8)$$

και ισούται προς 4,5 min, χρόνος επαρκής για να συμβεί το φαινόμενο στο φούρνο αναπαρακτώσεως.

Για το βανάδιο, η κατακρήμνιση γίνεται στον α -Fe τη στιγμή της θερμής έλασης κάτω από τους 700°C (973 K), όταν φυσικά έχει ήδη λάβει χώρα η εκτέλιξη κόκκων λόγω της μηχανικής καταπόνησης του υλικού από τη μεγάλη μείωση της διατομής του προϊόντος. Στις θερμοκρασίες αυτές ο συντελεστής διαχύσεως του αζώτου στον α -Fe είναι περίπου $D = 2,5 \cdot 10^{-11} \text{ m}^2/\text{sec}$. Ακόμη και για μεγάλους κόκκους φερρίτη, της τάξεως των 50 μm (για μικροφωμμετωμένους χάλυβες), ο απαιτούμενος χρόνος για τη διάχυση του αζώτου από το κέντρο ενός κόκκου στα όριά του που δίνεται από την προσεγγιστική σχέση ($\Pi 2-8$) ισούται προς 6,5 sec, χρόνος κανός για να συμβεί το φαινόμενο κατά τη διάρκεια της θερμής έλασης.

Βιβλιογραφία

1. D.B.Evans-R.D.Pehlke, Trans. TMS-AIME, 1964, vol. 230, σελ. 1651-1662, και 1965, vol. 233, σελ. 1620-1624.
2. Z.Morita-T.Tanaka-T.Yanai, 'Equilibria of Nitride Forming Reactions in Liquid Iron Alloys', Met. Trans. B, vol. 18B, 1987, σελ. 195-202.
3. P.D.Deeley, K.J.A. Kundig, H.R. Spindelow Jr., 'Ferroalloys & Alloying Additives Handbook', ShieldAlloy-Metallurg Alloy Corp., New York, 1981.
4. J.F.Elliott, 'Physical Chemistry of Liquid Steel', in Electric Furnace Steelmaking, Ed. C.R. Taylor, ISS-AIME, 1985, σελ. 315.
5. M.Vergauwens, 'Nitrogen in Steel', Heraeus Electro-Nite, 1996.
6. Reed-Hill, 'Physical Metallurgy Principles', 2nd Ed., D.Van Nostrand, σελ. 346.
7. E.T.Turkdogan, 'Causes and Effects of Nitride and Carbonitride precipitation in HSLA steels in relation to continuous casting', Steelmaking Conf. Proceedings, ISS, 1987, vol. 70, σελ. 399-416.
8. M.F.Ashby - D.R.H.Jones, 'Engineering Materials', 2nd Ed., Butterworth-Heinemann, vol. 1, 1996, σελ. 184.
9. Smithells Metals Reference Book, 6th Ed., Butterworths, 1983, σελ. 12-14 έως 12-16.
10. Guy-Hren, 'Elements of Physical Metallurgy', Addison Wesley, 3rd Ed., 1974, σελ. 454.
11. M.Gunziger-P.Wille, 'The Production of High Quality Reinforcing Bar Steels at Ferrowohlen AG/Switzerland', Union Carbide Deutschland GmbH, Dusseldorf, Germany.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3 (Πληροφοριακό) : ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ**1 Ιστορικό**

Όπως είναι γνωστό, η χρήση της ραδιενέργειας σε πολλές εφαρμογές (ερευνητικές, διαγνωστικές, θεραπευτικές, τεχνολογικές, στρατιωτικές) έχει αυξηθεί με αλματώδεις ρυθμούς κατά τις τελευταίες δύο δεκαετίες. Η χρησιμοποίηση τεχνητών ραδιενεργών υλικών καλύπτει σήμερα σχεδόν όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (πηγαϊοκοί σταθμοί), τη διάγνωση και θεραπεία ασθενειών (πηγαϊοκή ιατρική), τις εφαρμογές στην έρευνα και βιομηχανία (μέθοδοι ανάλυσης και χαρακτηρισμού υλικών, υψηλής ακρίβειας συστήματα μέτρησης) έως και πρακτικές εφαρμογές της καθημερινής ζωής (ανιχνευτές καπνού).

Η ευρύτατη χρησιμοποίηση των τεχνητών ραδιενεργών υλικών εκτός από την θετικότερη συμβολή τους στην εξέλιξη του τεχνικού πολιτισμού, είχε, όπως είναι γνωστό, πολλές αρνητικές επιπτώσεις στον τομέα της ανθρώπινης υγείας, προερχόμενες όχι μόνο από την υπερβολική, καταχρηστική και χωρίς μέτρα προφύλαξης χρήση, αλλά και από την ανεξέλεγκτη διάθεσή τους από τους χρήστες μετά τη λήξη της λειτουργίας τους.

Παρά τα λαμβανόμενα μέτρα από τους εθνικούς φορείς ελέγχου των ραδιενεργών πηγών, είναι αναπόφευκτη η αδυναμία πλήρους ελέγχου της αγοράς, διακίνησης, χρήσης και απόρριψής τους. Η κατάσταση επιδεινώθηκε τα τελευταία χρόνια λόγω των ραγδαίων κοινωνικοπολιτικών αλλαγών στις χώρες της ανατολικής Ευρώπης, ενώ η πρόσφατη διεθνής εμπειρία απέδειξε ότι δεν είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντική ούτε στις θεωρούμενες χώρες υψηλού επιπέδου ελέγχου (Η.Π.Α., Βρετανία, Γαλλία, Γερμανία...).

Υπολογίζεται ότι περισσότερες από 2.000.000 ραδιενεργές πηγές χρησιμοποιούνται σήμερα νόμιμα σε όλο τον κόσμο. Σύμφωνα με μετρωσιμείς εκτιμήσεις τουλάχιστον 40 - 50 πηγές χάνονται κάθε χρόνο!

Τα κυριότερα φυσικά ραδιενεργά στοιχεία είναι το ουράνιο (U), ράδιο (Ra), θόριο (Th) και κάλιο (K), ενώ στα βαρύτερα τεχνητά ραδιενεργά στοιχεία συγκαταλέγονται τα κάσιο (Cs), κοβάλτιο (Co), αμερικό (Am), ιρίδιο (Ir) και στρόντιο (Sr).

2 Η ραδιενέργεια στη βιομηχανία χάλυβα

Η ανεξέλεγκτη απόρριψη ραδιενεργών πηγών ή/και αποβλήτων δημιουργεί κατά τα τελευταία 10 έτη προβλήματα στις βιομηχανίες χάλυβα και ιδιαίτερα στις χαλυβουργίες ανακύκλωσης παλαιοσίδηρου (χαλυβουργίες που χρησιμοποιούν ηλεκτρικούς κλιβάνους τήξης). Το πρόβλημα εντοσίζεται στην πιθανότητα, έστω και πάρα πολύ μικρή, ύπαρξης ραδιενεργών υλικών στον παλαιοσίδηρο, με πιθανά επακόλουθα την έκθεση των εργαζομένων σε κίνδυνο, καθώς και την παρουσία ραδιενέργειας στα προϊόντα ή/και στα παραπροϊόντα της βιομηχανίας.

Τα πρώτα περιστατικά ανίχνευσης ραδιενέργειας σε παλαιοσίδηρο εμφανίστηκαν στο τέλος της δεκαετίας του '80 σε χαλυβουργίες των Ηνωμένων Πολιτειών και της Σουηδίας και σφαιρούσαν ραδιενεργά απόβλητα από την πρώην Σοβιετική Ένωση. Όπως ήταν φυσικό τα μέτρα πρόληψης στράφηκαν προς τον έλεγχο των αποβλήτων πυρηνικών εργοστασίων, ιδιαίτερα για τον παλαιοσίδηρο προέλευσης ανατολικής Ευρώπης. Σύντομα όμως έγινε κατανοητό, με τη χρήση και των σύγχρονων μέσων ανίχνευσης που στα μεταξύ αναπτύχθηκαν, ότι εν δυνάμει πηγή κινδύνου, ίσως και μεγαλύτερης σπουδαιότητας, αποτελεί ο παλαιοσίδηρος οποιασδήποτε προέλευσης, λόγω της ανεξέλεγκτης απόρριψης ραδιενεργών πηγών.

Τα συχνότερα εμφανιζόμενα στον παλαιοσίδηρο ραδιενεργά ισότοπα είναι το Co-60, Cs-137, Ra-226, Th-232, U-238, Am-241 και Ir-192. Προέρχονται κυρίως από πηγές που χρησιμοποιούνται στην Ιατρική (όργανα διάγνωσης, θεραπείας, ραδιογραφικές κάμερες κ.α.) και στη βιομηχανία (όργανα μέτρησης διαστάσεων), καθώς και από προστατευτικά περιβλήματα των πυρηνικών πηγών.

Εκτός από τα παραπάνω τεχνητά ραδιενεργά υλικά, εμφανίζονται και τα φυσικά ραδιενεργά υλικά - NORM (Naturally Occurring Radioactive Materials), τα οποία αποτελούν, συνήθως, συγκεντρώσεις ραδιενεργού υλικού πάνω σε μεταλλικές επιφάνειες, όπως π.χ. σε αγωγούς πετρελαίου, αντλίες υγρών και εναλλάκτες θερμότητας.

Από το 1983 έως σήμερα υπήρξαν σε όλο τον κόσμο, περισσότερες από 60 καταγεγραμμένες περιπτώσεις επιβάρυνσης εγκαταστάσεων παραγωγής χάλυβα με ραδιενέργεια. Τα συνολικά έξοδα καθαρισμού των εγκαταστάσεων, απώλειες παραγωγικού χρόνου και διάθεσης των ραδιενεργών αποβλήτων, που προέκυψαν για τη βιομηχανία χάλυβα υπολογίζονται σε περισσότερα από 25 εκατομμύρια δολάρια.

3 Μέτρα ελέγχου

Την τελευταία δεκαετία έχουν αναπτυχθεί ιδιαίτερα ευαίσθητα και αποτελεσματικά όργανα ανίχνευσης, εντοπισμού και μέτρησης της ραδιενέργειας στον παλαισιδήρο και στον χάλυβα. Η βιομηχανία χάλυβα με τη χρησιμοποίησή τους αποβλέπει σε πρώτη φάση στην ανίχνευση ραδιενεργών υλικών στον παλαισιδήρο και στην απομόνωσή τους πριν εισέλθουν στην παραγωγική διαδικασία, και σε περίπτωση που αυτό δεν είναι δυνατό (παρτίωση πηγής με ισχυρή προστατευτική επένδυση) στον εντοπισμό και απομόνωσή τους κατά τη διάρκεια της παραγωγής.

Με τη χρήση των παραπάνω οργάνων η βιομηχανία χάλυβα αποσκοπεί:

- στην προστασία του προσωπικού
- στην αποφυγή επιβάρυνσης με ραδιενέργεια των παραγόμενων χυλίων
- στην προστασία του περιβάλλοντος (αποφυγή επιβάρυνσης με ραδιενέργεια των παραπροϊόντων)

Τα μέτρα πρόληψης και ελέγχου που λαμβάνονται στις χώρες της Δυτικής Ευρώπης και τις Ηνωμένες Πολιτείες περιλαμβάνουν σε πρώτη φάση τον έλεγχο του παλαισιδήρου (πιστοποιητικά απαλλαγής από ραδιενέργεια για τον εισαγόμενο, έλεγχός του στην είσοδο του εργοστασίου κυρίως με υπερευαίσθητους σταθερούς ανιχνευτές) και σε δεύτερη φάση τον έλεγχο κατά τη διάρκεια παραγωγής του χάλυβα (έλεγχος και προσδιορισμός ραδιενεργού ενεργότητας ανά παρτίδα με εργαστηριακό μετρητή ραδιενέργειας).

Από τα παραπάνω μέτρα ελέγχου ιδιαίτερα σημαντική αποδεικνύεται στην πράξη η χρήση των σταθερών ανιχνευτών για την ανίχνευση ραδιενέργειας στον παλαισιδήρο, κατά την είσοδό του στο εργοστάσιο. Η αύξηση του εντοπισμού ραδιενεργών υλικών στον παλαισιδήρο, τα τελευταία 10 έτη, είναι θεαματική και συνδέεται άμεσα με τη χρησιμοποίηση, από το 1988, των σταθερών ανιχνευτών.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4 (Πληροφοριακό): ΕΙΔΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ**1 Συγκόλληση με σπινθηρισμούς (flash welding)**

Η συγκόλληση με σπινθηρισμούς (flash welding) γίνεται ως εξής: Οι δύο ράβδοι που πρόκειται να συγκολληθούν συσφίγγονται η κάθε μία χωριστά σε μία διάταξη με σιαγόνες, η οποία ευθυγραμμίζει τα προς συγκόλληση άκρα και τα φέρνει σε επαφή, χωρίς όμως να ασκεί πίεση. Η διάταξη συνδέεται με το δευτερεύον κύκλωμα μετασχηματιστή.

Η συγκόλληση γίνεται σε δύο διαδοχικά στάδια: Στο πρώτο (στάδιο θέρμανσης) εφαρμόζεται ηλεκτρική τάση και οι ράβδοι συμπιέζονται προοδευτικά με τη βοήθεια κινούμενης διάταξης, ώστε το ηλεκτρικό κύκλωμα αποκαθίσταται μέσω λίγων σημείων της επιφάνειας συγκόλλησης που προεξέχουν, όπου η πυκνότητα του ρεύματος είναι μεγάλη. Δημιουργούνται τότε τοπικοί σπινθηρισμοί (flashes) που προκαλούν τήξη και εκτινάξεις πυρακτωμένου μετάλλου.

Όταν το τήγμα έχει αρχίσει να ξεχειλάει από την περιφέρεια της διατομής και η επιφάνεια έχει φθάσει στη θερμοκρασία συγκόλλησης, τότε, σ' ένα δεύτερο στάδιο διακόπτεται η εφαρμογή της ηλεκτρικής τάσης, και με μία ταχεία κίνηση εφαρμόζεται ισχυρή συμπίεση, οπότε επέρχεται αυτογενής συγκόλληση (forging stage).

Αυτή η τεχνική λέγεται "ψυχρή συγκόλληση με σπινθηρισμούς" επειδή δεν χρησιμοποιεί προθέρμανση των άκρων. Το μειονέκτημά της είναι ότι απαιτεί πολύ μεγάλη ισχύ.

Υπάρχει και η παραλλαγή της "θερμής συγκόλλησης με σπινθηρισμούς" όπου τα άκρα προθερμαίνονται από εξωτερική πηγή ή από ηλεκτρικούς παλμούς.

Η τεχνική δεν μπορεί να εφαρμοσθεί όταν η περιεκτικότητα του χάλυβα σε πυρίτιο υπερβαίνει το 0,8%, κατ' άλλους το 1,2%. Ο φωσφόρος δεν πρέπει να υπερβαίνει το 0,06% και το θείο το 0,05%.

Επίσης η τεχνική με προθέρμανση (θερμή) δεν επιτρέπεται να εφαρμοσθεί σε χάλυβες που έχουν διαμορφωθεί εν ψυχρώ.

Τα άκρα που θα συγκολληθούν πρέπει να καθαρισθούν καλά, καθώς και οι περιοχές σύσφιξης με τις σιαγόνες, ακ' όπου διέρχεται το ρεύμα.

Οι σιαγόνες πρέπει να βρίσκονται σε απόσταση από τη συγκόλληση ίση με 1,6 έως 2 φορές το πολύ τη διάμετρο των ράβδων.

Οι σπινθηρισμοί στη διάρκεια του σταδίου θέρμανσης καταναλώνουν ένα μήκος ίσο προς το 0,5 της διαμέτρου της ράβδου όταν δεν υπάρχει προθέρμανση και προς το 1,5 της διαμέτρου της ράβδου όταν υπάρχει προθέρμανση. Η απόσταση μεταξύ των δύο διατομών που συγκολλούνται είναι 5-7 mm.

Η απαιτούμενη ισχύς είναι της τάξεως του $0,025k W/mm^2$ της διατομής και η πίεση σφυρηλάτησης περίπου $60 N/mm^2$.

Η μηχανή φέρει ρυθμιζόμενο μετασχηματιστή και η επιλογή της έντασης και τάσης γίνεται μέσω διαγραμμάτων συναρτήσεως της διαμέτρου των ράβδων. Προτιμώνται οι αυτόματες μηχανές.

2 Συγκόλληση με συμπίεση (σύνθλιψη) και αέριο

Η συγκόλληση με συμπίεση και αέριο (pressure-gas welding) είναι παραλήσια με την προηγούμενη, με τη διαφορά ότι η θέρμανση των προς συγκόλληση επιφανειών γίνεται με τη βοήθεια οξυακετυλενικής φλόγας.

Οι δύο ράβδοι συσφίγγονται η κάθε μία χωριστά σε μία διάταξη με σιαγόνες, η οποία ευθυγραμμίζει τα προς συγκόλληση άκρα συγκρατώντας τα σε κάποια απόσταση.

Η συγκόλληση γίνεται σε δύο διαδοχικά στάδια: Στο πρώτο (στάδιο θέρμανσης) εφαρμόζεται θέρμανση στο διάκενο με τη βοήθεια καυστήρων οξυγόνου -αετιλίνης σε κυκλική διάταξη γύρω από τις ράβδους μέχρι να επέλθει τήξη των ράβδων. Τότε, σ' ένα δεύτερο στάδιο (σφυρηλάτησης) με μία ταχεία κίνηση εφαρμόζεται ισχυρή συμπίεση, οπότε επέρχεται αυτογενής συγκόλληση. Τότε μόνον διακόπτεται η λειτουργία των καυστήρων, η οποία πλην της θέρμανσης εξασφαλίζει και την προστασία του μετάλλου από την περιβάλλουσα ατμόσφαιρα.

Το κλειονέκτημά της μεθόδου είναι η χαμηλή επένδυση σε σχέση με την προηγούμενη τεχνική, ενώ το κόστος λειτουργίας είναι παραλήσιο.

Η παραγωγικότητα είναι περίπου 10 συγκολλήσεις την ώρα, ανάλογη προς την προηγούμενη τεχνική/Είναι ιδιαίτερα

αποδοτική για διαμέτρους άνω των 12 mm.

Πρέπει η θέρμανση να επιτυγχάνεται γρήγορα, διότι η παρατεταμένη θέρμανση οδηγεί σε ύψωση της θερμοκρασίας σε μεγάλη απόσταση από τη συγκόλληση. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της αντοχής, ιδιαίτερα για ράβδους που έχουν διαμορφωθεί εν ψυχρό.

Οι ράβδοι που θα συγκολληθούν κόβονται με καλό ψαλίδι, κλάιν ή τροχό. Τα άκρα τους δεν πρέπει να παρουσιάζουν την παραμικρή κάμψη.

Η απόσταση μεταξύ των απέναντι σιαγόνων πρέπει να είναι περίπου 4 φορές τη διάμετρο της ράβδου.

Η απόσταση μεταξύ των άκρων πρέπει να είναι περίπου το 1/10 της διαμέτρου της ράβδου μέχρι διάμετρο 30 mm και 3mm για μεγαλύτερες διαμέτρους.

3 Σημειακή συγκόλληση με αντίσταση

Η μέθοδος αυτή, αν δεν απαγορεύεται η χρήση της στο εργοστάσιο, λόγω του απαιτούμενου σταθερού εξοπλισμού προορίζεται ουσιαστικά για χρήση στα εργοστάσια ή στις επιχειρήσεις διαμόρφωσης οκλισμού.

Για την επίτευξη αναπαραγωγιμότητας των αποτελεσμάτων της συγκόλλησης πρέπει να ελέγχονται και προκαθορίζονται το ρεύμα συγκόλλησης, ο χρόνος συγκόλλησης και η δύναμη του ηλεκτροδίου. Γι' αυτό πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο μηχανές με αυτόματο έλεγχο. Το σύστημα θα πρέπει να έχει δυνατότητα μεταθέρμανσης της συγκόλλησης.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5 (Πληροφοριακό): ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΜΕΝΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ**1 Γενικότητες**

α) Η παραλαβή του τοποθετημένου οπλισμού είναι ο τελευταίος κρίκος μιας μακράς και υπεύθυνης αλυσίδας μελέτης και κατασκευής του έργου. Για την αποτελεσματικότητα του έργου όλοι οι κρίκοι είναι ισοδύναμοι. Καμιά σφή μελέτη δεν μπορεί να αντισταθμίσει μια ασφαλισμένη τοποθέτηση οπλισμού.

β) Επομένως, η παραλαβή του οπλισμού είναι μια πολύ κρίσιμη τεχνική φάση, η οποία απαιτεί:

- Εγκαιρή παρακολούθηση των εργασιών διαμορφώσεώς του, κατά τις απαιτήσεις των Κανονισμών και της μελέτης
- Ευμέθοδη εργασία ελέγχου, υπομονή και επιμονή στην αναζήτηση των λεπτομερειών, και επαρκεία διαθέσιμου χρόνου
- Βοηθητικό προσωπικό για την εκτέλεση των μετρήσεων και συμπαράσταση στην εντόπιση τυχόν κακοεργειών
- Όργανα μετρήσεως (όγκοι και εδαφομετρητές μετροταινίες, παχύμετρα για την -προσεγγιστική- μέτρηση διαμέτρων, ενδεχομένως φωτογραφική μηχανή).

Κατά την παραλαβή του οπλισμού είναι σκόπιμο να επανελέγχεται η τήρηση των απαιτήσεων ως προς την προδιαγραφόμενη από τη μελέτη κατηγορία χαλύβων και τις λοιπές τους ιδιότητες, από τα τυχόν απαιτούμενα πιστοποιητικά προελεύσεως ή δοκιμών.

Θα ελέγχεται επίσης η καθαρότητα των οπλισμών από τυχόν σκουριές ή λάδια ή άλλες ακαθαρσίες.

γ) Σε περίπτωση απαιτούμενων διορθώσεων του οπλισμού (ή και πλήρους απορρίψεως τμήματος ή συνόλου), οι αντίστοιχες παρατηρήσεις και απαιτήσεις εγγράφονται στο Ημερολόγιο του Έργου. Αν οι παρατηρήσεις είναι δυνατές να ικανοποιηθούν αμέσως, παρακολουθείται επί τόπου η συμμόρφωση ή χορηγούνται οι κατάλληλες οδηγίες στο βοηθητικό προσωπικό της επιβλέψης και τον εκπρόσωπο του εργολάβου.

δ) Με το πέρας της παραλαβής τοποθετημένου οπλισμού ή επαναπαραλαβής διορθωθέντος, δίνεται εντολή συνεχίσεως των εργασιών (διαστρώσεως σκυροδέματος) ή, όπου απαιτείται, συντάσσεται Πρωτόκολλο Παραλαβής Αφανών Εργασιών με βάση τους Πίνακες Αναπτυγμάτων Οπλισμών στο οποίο, ενδεικτικώς, σημειώνονται και τα ακόλουθα:

- Στοιχεία του συνολικού έργου και του ελεγχθέντος τμήματος
- Ονόματα εκπροσώπων κατασκευαστή και επιβλέποντα που παρέστησαν και συνεπογράφων το Πρωτόκολλο
- Τυχόν υπάρχουσες παρατηρήσεις.

2 Ευστάθεια και ακεραιότητα τοποθετημένου οπλισμού

α) Ελέγχεται η ικανότητα των ράβδων να μη μετακινηθούν και των κλωβών να μην παραμορφωθούν, ως σύνολο ή ως μέρη, απ' τις θέσεις όπου έχουν τοποθετηθεί, λόγω:

- Του βάρους των τεχνικών και του εξοπλισμού
- Τυχών προσκρούσεων από εργαλεία ή μηχανές
- Του βάρους και της κινήσεως του σκυροδέματος καθώς εκχύνεται
- Της χρήσεως των δονητών.

β) Προς τούτο ελέγχονται:

- Τα δεσμίματα των ράβδων σε επαρκώς αντιπροσωπευτικό δείγμα ανά περιοχή
- Η ελαστικότητα και η ακεραιότητα των συγκολλήσεων (αν υπάρχουν)
- Η στήριξη των κλωβών ή των ράβδων στον πυθμένα του ξυλοτύπου ή η ανάρτησή-τους όπου είναι αναγκαίο
- Η επάρκεια των διαδρόμων εργασίας (περάσματα, προσωρινές γεφυρώσεις) που απαιτούνται πάνω απ' τους κλωβούς για την ευόδωση της σκυροδετήσεως χωρίς να κινδυνεύει η ευστάθεια και η ακεραιότητα του οπλισμού
- Η ελαστικότητα διόδων των δονητών συμπιεστές του σκυροδέματος χωρίς να χρειασθεί η ανεξέλεγκτη διάνοιξη τέτοιων διόδων κατά τη διάρκεια σκυροδετήσεως.

3 Γεωμετρία ράβδων οπλισμού

Προς τούτο ελέγχονται τα ακόλουθα:

α) Διάμετροι και αριθμός ράβδων

β) Αποστάσεις ράβδων οριζόντιες και κατακόρυφες

γ) Τοποθέτηση τυχόν "ομάδων ράβδων"

δ) Ευθυγραμμία ράβδων (αποφυγή αθέλητων καμπυλοτήτων ή τοακισμάτων εκτός της περιοχής αγκυρώσεων)

ε) Ανεμπίδιστο πέρασμα ράβδων σε θέσεις διαστονώσεων και κόμβων, χωρίς τοπικά έδακιάματα

στ) Ορθότητα ματισμάτων και αναμιγνύων

ζ) Ορθότητα κλεισίματος και αγκυρώσεων συνδετήρων και συνδέσιμων (π.χ. με διπλό γάντζο 135°) και κατάσχυρης επαφής τους με τους διαμήκεις οπλισμούς.

4 Επάρκεια επικαλύψεων οπλισμού

α) Ελέγχεται το απομένον πάχος του προσταθόμενου σκυροδέματος πάνω, κάτω ή δίπλα στους ακραίους οπλισμούς, ώστε να προστατεύονται επαρκώς από τη διείσδυση εξωτερικών βλαπτικών υγρών ή αερίων, και να διαθέτουν την αναγκαία συνάρτηση.

β) Προς τούτο ελέγχονται:

- Οι αποστάσεις των "ακραίων" οπλισμών (διαμήκων ή συνδετήρων ή των εγκυρώσεων αυτών) από το κατώπι ή από την ιδιαιτή τελική επάνω επιφάνεια του σκυροδέματος
- Η επάρκεια των αντίστοιχων αποστατήρων, σε αριθμό και αντοχή και η καταλληλότητα του υλικού τους.

Ο έλεγχος αυτό διεξάγεται σε επαρκώς μεγάλο πλήθος ράβδων και θέσεων μέσα σε κάθε δομικό στοιχείο, ώστε να θεωρηθεί εξασφαλισμένη η αντιπροσωπευτικότητα αυτών των ελέγχων. Το πλήθος αυτό είναι αντίστροφη συνάρτηση της εμπειρίας και της ικανότητας του ελέγχοντος.

5 Γενική παρατήρηση

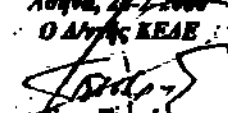
Ο παραλαβόμενος έχει επίσης το δικαίωμα, χρησιμοποιώντας τη γνώση και την εμπειρία του, να υποδείξει τυχόν εμφανή ανεπάρκειες οπλισμού, και να εισηγηθεί εγγράφως και προφορικά ή και να επιβάλει αμέσως επί τόπου, τις σχετικές συμπληρώσεις - ιδίως σε τοπικούς δευτερογενείς οπλισμούς (όπως όσες μεγάλες διαστάσεων γωνίες στοιχείων, βοηθητικοί οπλισμοί, κ.ά.) ανεξαρτήτως και λέρα από τις αναγραφές των σχεδίων ή υλοτόπων της μελέτης.



Ο Κανονισμός Τεχνολογίας Χαλύβδων Οπλισμού Σκυροδέματος (ΚΤΧ) συντάχθηκε από Επιτροπή που συγκροτήθηκε με την Δ14/23666/17.12.98 Απόφαση του Υφυπουργού Π.Ε.Χ.Ω.Δ.Ε. κ.Χρήστου Βαρελή και λειτουργήσε στο ΚΕΔΕ στα πλαίσια του Επισ. ποιότητας.

Μέλη της Επιτροπής ήταν οι :

- | | |
|--------------------------|--|
| 1. Σωτήριος Τσιούρης | Χημικός Μηχανικός Διευθυντής στο ΚΕΔΕ, Πρόεδρος της Επιτροπής |
| 2. Γεωργία Αγκυριανή | Χημικός Μηχανικός στο Εργαστήριο Μετάλλων του ΚΕΔΕ |
| 3. Γεώργιος Βαρσοφάκης | Αν. Καθ. Παν. Αθηνών - Πρόεδρος του ΕΛΟΤ |
| 4. Θεόδ. Βουλκιάδης | Πολιτικός Μηχανικός, Μελετητής |
| 5. Κωνσταντίνος Μάραλης | Μηχανολόγος Μηχανικός στη Χαλυβουργία Θεσσαλίας |
| 6. Αβραάμ Μπαταράκης | Δρ. Μεταλλουργός Μηχανικός στη ΣΙΔΕΝΟΡ |
| 7. Παναγ. Μαιρισιδής | Μεταλλουργός Μηχανικός στη Θώραξ Αντισεισμική |
| 8. Σπυρίδων Μουσιάνος | Μεταλλουργός Μηχανικός στο Εργαστήριο Μετάλλων του ΚΕΔΕ |
| 9. Γεώργιος Μπατής | Δρ. Χημικός Μηχανικός, Αν. Καθ. Ε.Μ.Π στον Τομέα Εκπαίδευσης και Τεχνικής των Υλικών |
| 10. Γεωργ. Παπαδημητρίου | Δρ. Μεταλλουργός Μηχανικός, Καθ. ΕΜΠ στον Τομέα Μεταλλουργίας και Τεχν. Υλικών, Εργαστ. Συγκολλήσεων |
| 11. Αλέξανδρος Πλιάκας | Δρ. Πολιτικός Μηχανικός, Αδκτορας ΕΜΠ στον Τομέα Δομοστατικής, Εργαστ. Οπλισμ. Σκυροδέματος |
| 12. Παναγιώτης Σισμάνης | Δρ. Μεταλλουργός στην Ελληνική Χαλυβουργία |
| 13. Βασίλειος Σκαρλίτης | Χημικός στη Χαλυβουργική |
| 14. Σταυριανός Σούλης | Μεταλλουργός Μηχανικός, ΕΔΠ ΕΜΠ στον Τομέα Μεταλλουργίας και Τεχν. Υλικών, Εργαστ. Συγκολλήσεων |
| 15. Θεοδόσιος Τάσιος | Πολιτικός Μηχανικός, Ομοτ. Καθ. ΕΜΠ στον Τομέα Δομοστατικής, Εργαστ. Οπλισμ. Σκυροδέματος |
| 16. Κωνσταντίνος Τρέζος | Πολιτικός Μηχανικός, Επικ. Καθ. ΕΜΠ στον Τομέα Δομοστατικής, Εργαστ. Οπλισμ. Σκυροδέματος |
| 17. Μίλε Κρονόπουλος | Πολιτικός Μηχανικός, Επ. Συν. Καθ. ΕΜΠ στην Τομέα Δομοστατικής, Εργαστ. Οπλισμ. Σκυροδέματος |

Αθήνα, 28/2/2000
 Ο Διευθ. ΚΕΔΕ

 Σωτ. Τσιούρης
 Χημ. Μηχανικός με Α' β