



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών
Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
Συστήματα Αυτοματισμού

Μεταπτυχιακή εργασία

Κρίγγος Θεόφιλος

Διπλωματούχος Μηχανολόγος Μηχανικός Ε.Μ.Π.

**Σχεδιασμός και κατασκευή μεταλλικών δεξαμενών με
πίεση λειτουργίας που δεν υπερβαίνει τα 0,5bar για την
οδική μεταφορά επικίνδυνων αγαθών.**

Επιβλέπων: Δρ. - Μηχ. Δ. Κουλοχέρης

Αθήνα 2012

Περίληψη

Ο κλάδος των μεταφορών (χερσαία , θαλάσσια και εναέρια μεταφορά) έχει λάβει ραγδαία ανάπτυξη τον τελευταίο αιώνα. Οι απαιτήσεις της σύγχρονης εποχής επιβάλλουν να έχουμε μεταφορές γρήγορες και ασφαλείς τόσο για τα προϊόντα που μεταφέρονται όσο και για το ευρύτερο κοινωνικό σύνολο.

Ως εκ τούτου , μας απασχόλησε το θέμα του σχεδιασμού και της κατασκευής μεταλλικών δεξαμενών για την οδική μεταφορά επικίνδυνων αγαθών. Πριν παρουσιάσουμε όμως την κατασκευή και τον σχεδιασμό , είναι σκόπιμο να γνωριστούμε με τα λεγόμενα επικίνδυνα αγαθά. Για αυτό το λόγο ορίζονται , ταξινομούνται και αναφέρονται οι ιδιότητές τους καθώς και τα είδη των βυτιοφόρων οχημάτων που πραγματοποιούν τη μεταφορά τους.

Συνεπώς , μαθαίνοντας για το μεταφερόμενο προϊόν , είμαστε σε θέση πλέον να σχεδιάσουμε και να κατασκευάσουμε το μέσο μεταφορά τους , την μεταλλική δεξαμενή. Αρχίζοντας από το σχεδιασμό πρώτη μας ενέργεια είναι να αποφανθούμε για τη κυκλική ή μη κυκλική διατομή του περιβλήματος , ώστε να ληφθούν υπόψιν οι ανάλογες απαιτήσεις. Το υλικό του περιβλήματος θα μας καθορίσει το ελάχιστο πάχος του , το οποίο μπορεί να μειωθεί όπου η δεξαμενή προστατεύεται εναντίον ζημιάς του , αλλά δε πρέπει να είναι κάτω από το απόλυτο ελάχιστο. Καθορίζονται οι δυναμικές συνθήκες , οι συνθήκες πίεσης και οι μερικές συνθήκες κενού. Στη συνέχεια καθορίζονται αναλυτικά και με ακρίβεια τα εξαρτήματα της δεξαμενής. Εφόσον ολοκληρωθεί ο σχεδιασμός θα πρέπει να πιστοποιηθεί και αναφέρουμε με σαφήνεια τις διάφορες μεθόδους με τις οποίες μπορεί να πραγματοποιηθεί η πιστοποίηση.

Έχοντας πλέον περάσει στη φάση της κατασκευής μπορούμε να πούμε ότι περιλαμβάνει την κοπή και προετοιμασία του άκρου , μορφοποίηση , εν θερμώ διεργασία και συγκόλληση. Λαμβάνουμε υπόψιν της κατασκευές ανοχές και προβαίνουμε σε διόρθωση των ελαττωμάτων. Κατόπιν ακολουθεί ο προσδιορισμός της ανθεκτικότητας των υλικών με τη μέθοδο μέτρησης της ειδικής αντοχής.

Τέλος λόγω του ότι δε νοείται οποιαδήποτε μεταλλική κατασκευή χωρίς συγκόλληση , γίνεται ιδιαίτερη και εκτενής αναφορά στον τομέα των συγκολλήσεων , και πολύ περισσότερο στη συγκόλληση τόξου , δίνοντας έμφαση στη συγκολλητικότητα μετάλλων και κραμάτων , ποιότητα , έλεγχο και είδη συγκολλήσεων. Παραθέτουμε το τεχνικό περιεχόμενο της προδιαγραφής της διαδικασίας συγκόλλησης (WPS) και παραδείγματα συγκολλήσεων για την κατασκευή της δεξαμενής , τις διάφορες ενισχύσεις , τις προσκολλήσεις και τέλος τις

προσαρτήσεις φλαντζών , περιλαίμιων , ενισχυμένων μαξιλαριών και καναλιών θέρμανσης στο περίβλημα.

Abstract

The transport sector (land, sea and air transport) has been developing rapidly over the past century. The requirements of modern times require that we have quick and safe transport for both goods transported and the wider community.

Therefore , we addressed the issue of design and construction of tanks for the carriage of dangerous goods. But before presenting the construction and design , we should be acquainted with what hazardous goods are. For this reason , defined , classified and listed their properties and the types of tank vehicles engaged in transportation.

Therefore , learning about the product transported , we are now able to design and construct the transportation means , the metal tank. Starting from design our first action is to decide on the non-circular or circular cross-section of the shell so as to take into account such requirements. The material of the shell will determine us the minimum thickness , which can be reduced where the tank is protected against damage , but should not be below the absolute minimum. Determine the dynamic conditions , pressure and partial vacuum. It then sets out in detail and accurately the components of the tank. Once completed the design must be certified and indicate clearly the various methods by which to undertake a certification.

Having now passed the stage of construction we can say that involves cutting and edge preparation, forming, and hot bonding process. We take account of the construction tolerances and corrects defects. Then followed the determination of resistance of materials using the method of measurement of specific resistance.

Finally , because it means any metal manufacturing without welding , becomes particularly and extensive reference to the weld area , and much more in arc welding, emphasizing to the ability to be welded metals and alloys , quality , control and weld types. Here are the technical content of the welding procedure specification (WPS) and welding examples for the construction of the tank , the various aids , attachments , and finally mount flanges , collars , rigid heating pads and the housing channel to the shell.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ-ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΑ ΑΓΑΘΑ

<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ</u> : ΠΡΟΛΟΓΟΣ-ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ</u> : ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΑ ΦΟΡΤΙΑ.....	8
2.1 Ορισμός - Ταξινόμηση.....	8
2.2 Ιδιότητες επικίνδυνων υλικών.....	9
2.3 Μεταφορά επικίνδυνων υλικών.....	10
2.4 Γενικές οδηγίες σε περιπτώσεις διαρροών.....	10
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ</u> : ΕΙΔΗ ΒΥΤΙΟΦΟΡΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ.....	13
3.1 Ορισμοί.....	13
3.2 Συνοπτικές βασικές απαιτήσεις των σταθερών δεξαμενών (βυτιοφόρα οχήματα).....	14

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ</u> : ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ.....	21
4.1 Περιβλήματα.....	21
4.1.1 Διατομή περιβλήματος.....	21
4.1.2 Πάχος περιβλήματος.....	21
4.2 Δυναμικές συνθήκες.....	28
4.3 Συνθήκες πίεσης.....	29
4.4 Μερικές συνθήκες κενού.....	30
4.5 Εξαρτήματα δεξαμενής.....	30
4.5.1 Ανοίγματα και ανθρωποθυρίδες.....	30
4.5.2 Δακτυλίδια και κλεισίματα.....	31
4.5.3 Καλύμματα πλακών.....	31
4.5.4 Βάσεις για τον εξοπλισμό των υπηρεσιών.....	31
4.5.5 Διαχωρίσματα περιβλημάτων , πλάκες διόγκωσης και διαφράγματα.....	31
4.5.6 Προσαρτήματα στο περίβλημα.....	32
4.5.7 Δομή στήριξης του περιβλήματος.....	33
4.5.8 Προστασία του εξοπλισμού εξυπηρέτησης τοποθετούμενου στην οροφή της δεξαμενής.....	34
4.5.8.1 Γενικές απαιτήσεις.....	34
4.5.8.2 Ελάχιστες απαιτήσεις.....	34

<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ</u> : ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.....	43
5.1 Πιστοποίηση σχεδιασμού.....	43
5.2 Μέθοδοι διακρίβωσης.....	43
5.2.1 Δυναμικές δοκιμές.....	44
5.2.2 Ανάλυση πιέσεων με πεπερασμένα στοιχεία.....	46
5.2.3 Μνεία σχεδιασμού.....	48
5.2.4 Μεθοδολογία της υπολογιστικής μεθόδου.....	50
5.2.4.1 Υπολογισμός της πίεσης στα εξαρτήματα της δεξαμενής.....	74
5.2.4.2 Άκρο που αποτελείται από διάφορα συγκολλημένα στοιχεία.....	74
5.2.4.3 Σύμβολα και μονάδες.....	75
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ</u> : ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ.....	77
6.1 Κοπή και προετοιμασία άκρου.....	77
6.2 Μορφοποίηση.....	78
6.2.1 Εν θερμώ διεργασία.....	79
6.2.2 Συγκόλληση.....	79
6.3 Κατασκευαστικές ανοχές.....	80
6.4 Διόρθωση των ελαττωμάτων.....	82
6.4.1 Διόρθωση των ελαττωμάτων συγκόλλησης.....	82
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ</u> : ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ.....	83
7.1 Κατασκευαστικές ανοχές.....	83
7.2 Συσκευή.....	83
7.3 Δοκίμιο συναρμολόγησης.....	84
7.4 Δείγματα των υλικών που θα δοκιμαστούν.....	88
7.5 Διαδικασία.....	90
7.6 Αποτελέσματα.....	91
7.6.1 Τιμές των δοκιμών.....	91
7.6.2 Υπολογισμός των αποτελεσμάτων.....	92
7.6.3 Αποδοχή του υλικού.....	92
7.7 Παγκόσμια ανθεκτικότητα.....	92

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ

ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ

<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΩΟ : ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΤΟΞΟΥ</u>	95
8.1 Γενικά.....	95
8.2 Συγκολλητότητα μετάλλων και κραμάτων.....	98
8.3 Ποιότητα και έλεγχος συγκολλήσεων.....	101
8.4 Συγκόλληση τόξου.....	103
8.4.1 Τεχνική του επενδεδυμένου ηλεκτροδίου (SMA)	104
8.4.2 Ηλεκτροσυγκόλληση σε αδρανή ατμόσφαιρα.....	106
8.4.2.1 Μέθοδος T.I.G.....	107
8.4.2.2 Μέθοδος M.I.G.	108
8.4.2.3 Μέθοδος M.A.G.....	108
8.4.3 Άλλες αυτόματες μέθοδοι.....	109
8.4.3.1 Υπέρηχοι.....	110
8.4.3.2 Laser.....	111
8.4.3.3 Τριβή.....	112
8.4.3.4 Πλάσμα.....	113
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ : ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΕΓΚΡΙΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΤΟΞΟΥ</u> <u>ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ</u>	114
9.1 Τεχνικό περιεχόμενο της προδιαγραφής της διαδικασίας συγκόλλησης (WPS).....	114
9.2 Σχετιζόμενα με τον κατασκευαστή.....	114
9.3 Σχετιζόμενα με το μητρικό υλικό.....	115
9.3.1 Τύπος μητρικού υλικού.....	115
9.3.2 Διαστάσεις υλικού.....	115
9.4 Κοινά σε όλες τις διαδικασίες συγκόλλησης.....	115
9.4.1 Διαδικασία συγκόλλησης.....	115
9.4.2 Σχεδιασμός αρμών.....	115
9.4.3 Θέση συγκόλλησης.....	116
9.4.4 Προετοιμασία αρμού.....	116
9.4.5 Τεχνική συγκόλλησης.....	116
9.4.6 Πίσω κοίλανση.....	116
9.4.7 Υποστήριξη.....	116

9.4.8	Αναλώσιμα συγκόλλησης.....	117
9.4.9	Ηλεκτρικές παράμετροι.....	117
9.4.10	Μηχανική και αυτοματοποιημένη συγκόλληση.....	117
9.4.11	Θερμοκρασία προθέρμανσης.....	117
9.4.12	Θερμοκρασία περάσματος.....	118
9.4.13	Διατήρηση θερμοκρασίας προθέρμανσης.	118
9.4.14	Στήλη θερμότητας για την απελευθέρωση του υδρογόνου.....	118
9.4.15	Στήλη συγκόλλησης μετά από θερμική επεξεργασία.....	118
9.4.16	Θωράκιση του αερίου.....	118
9.4.17	Θερμότητα εισόδου.....	119
9.5	Ιδιαίτερα σε ομάδα διαδικασιών συγκόλλησης.....	119
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ : ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΛΑΙΜΩΝ , ΦΛΑΝΤΖΩΝ ΚΑΙ ΤΕΛΕΙΩΜΑΤΩΝ.....</u>		121
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΔΕΚΑΤΟ : ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ.....</u>		123
11.1	Κατασκευή δεξαμενής.....	123
11.1.1	Ταινία συγκολλήσεως.....	123
11.1.2	Είδη συνδέσεων.....	124
11.1.2.1	Συνδέσεις άκρων.....	124
11.1.2.2	Ραφές με επικάλυψη.....	129
11.1.2.3	Γωνιακές συνδέσεις.....	131
11.1.2.4	Συνδέσεις , άλλες από γωνιακές , εσωτερικών χωρισμάτων και διογκωμένων ελασμάτων.....	133
11.2	Προσαρτήσεις των ενισχύσεων.....	140
11.2.1	Προσαρτήσεις των ενισχύσεων σχεδιασμένες να απορροφούν τις δυναμικές πιέσεις.....	140
11.2.2	Προσαρτήσεις των ενισχύσεων σχεδιασμένες να μην απορροφούν τις δυναμικές πιέσεις.....	141
11.3	Προσκολλήσεις των κλάδων.....	141
11.4	Προσαρτήσεις φλαντζών , περιλαίμιων και ενισχυμένων μαξιλαριών στο περίβλημα...	144
11.5	Προσαρτήσεις φλαντζών στους κλάδους.....	146
11.6	Προσαρτήσεις καναλιών θέρμανσης στα περιβλήματα.....	148
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		150

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

-

ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΑ ΑΓΑΘΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ - ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Πρόλογος

Η διπλωματική αυτή εργασία έλαβε χώρο την περίοδο 2011 – 2012 και πραγματεύεται το θέμα του σχεδιασμού και της κατασκευής μεταλλικών δεξαμενών για τη μεταφορά επικίνδυνων αγαθών. Για την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω κάποιους αξιέπαινους ανθρώπους που χωρίς τη συμβολή τους δε θα ήταν εφικτή η εκπόνησή της. Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου και επιβλέπων της εργασίας μου κύριο Κουλοχέρη Δημήτριο για τη βοήθεια που μου προσέφερε , παρέχοντάς μου το κατάλληλο υλικό και καθοδηγώντας με προς τη σωστή κατεύθυνση , ώστε το αποτέλεσμα αυτής της προσπάθειας να είναι πραγματικά αξιοθαύμαστο. Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ανθρώπους με τους οποίους ήρθα σε επαφή και μου μετέδωσαν τη τεχνογνωσία τους , ώστε να κατανοήσω καλύτερα το αντικείμενο το οποίο πραγματεύεται αυτή η εργασία.

Εισαγωγή

Ο τίτλος της διπλωματικής αυτής εργασίας προδίδει εν μέρει και το περιεχόμενό της. Κρίνεται όμως σκόπιμο να αποσαφηνιστούν κάποιες έννοιες , ώστε οι αναγνώστες να κατανοήσουν όσο γίνεται περισσότερο για ποια ακριβώς αγαθά προσορίζονται οι συγκεκριμένες δεξαμενές , ποια η επικινδυνότητά τους και θα αναφερθούν τα είδη των βυτιοφόρων οχημάτων που φέρνουν εις πέρας τις οδικές μεταφορές αυτών των αγαθών. Για αυτόν ακριβώς τον λόγο στο πρώτο μέρος της εργασίας θα εστιάσουμε σε αυτά τα σημεία.

Στη συνέχεια , στο δεύτερο μέρος της εργασίας γίνεται εκτενή αναφορά στο σχεδιασμό και στην κατασκευή , παραθέτοντας όλους τους κανόνες και μεθοδολογίες , ώστε να πληρούνται όλες οι απαιτήσεις.

Τέλος , στο τρίτο και τελευταίο μέρος αναφερόμαστε στην κύρια εργασία που πραγματοποιεί τα όσα αναφέρονται στο δεύτερο μέρος , δηλαδή στη συγκόλληση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΑ ΦΟΡΤΙΑ

2.1 Ορισμός - Ταξινόμηση

Ως επικίνδυνα φορτία ορίζονται τα εμπορεύματα , είδη και υλικά από τα οποία μπορούν να προκύψουν κίνδυνοι για το κοινωνικό σύνολο , τη ζωή και την υγεία των ανθρώπων και των ζώων καθώς και για τη δημόσια τάξη και ασφάλεια. Οι κίνδυνοι αυτοί είναι δυνατό να οφείλονται στη φύση , τις ιδιότητες και την κατάσταση αυτών των φορτίων , καθώς και σε τυχόν ατύχημα κατά τη μεταφορά τους. Η βιομηχανία και οι άλλες δραστηριότητες του ανθρώπου απαιτούν την καθημερινή μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων επικίνδυνων εμπορευμάτων. Η διακίνηση των επικινδύνων φορτίων μπορεί να οδηγήσει σε ιδιαίτερα σοβαρό ατύχημα. Ακόμα και όταν οι μεταφερόμενες ποσότητες είναι μικρές , ο κίνδυνος εμφάνισης ατυχήματος μεγάλης έκτασης είναι υπαρκτός. Άλλωστε η ίδια η φύση της μεταφοράς επιβάλλει την κυκλοφορία των επικινδύνων φορτίων σε δημόσιο χώρο (δρόμο, λιμάνι ή αεροδρόμιο) , μακριά από το ελεγχόμενο περιβάλλον μιας βιομηχανικής εγκατάστασης. Υπάρχουν μάλιστα περιπτώσεις , όπου η πρόκληση ατυχήματος δεν οφείλεται σε παραλείψεις που αφορούν αυστηρά το μεταφερόμενο φορτίο , αλλά στους συνήθεις κινδύνους της κυκλοφορίας.

Η ταχεία ανάπτυξη και επέκταση της τεχνολογικής μας κοινωνίας έχει υιοθετήσει την εμφάνιση , ανάπτυξη και χρήση περισσότερων των 50.000 υλικών που χαρακτηρίζονται Επικίνδυνα Υλικά. Τα περισσότερα από αυτά θεωρούνται ασφαλή μέχρις ότου απελευθερωθούν από το σύστημα διαφύλαξής τους , συσκευασίας του. Εν τω μεταξύ καινούργια υλικά συνεχώς εμφανίζονται. Το πρόβλημα της πυρόσβεσης διαφόρων χημικών ουσιών εμφανίζεται σε πολλές περιπτώσεις , όπως στη χρήση , επεξεργασία , παραγωγή , αποθήκευση , διακίνηση , ακόμα και στη διάθεση των διαφόρων χημικών προϊόντων.

Πολλές φορές οι άνθρωποι οι οποίοι εμπλέκονται με τη διακίνηση ενός επικίνδυνου φορτίου δεν έχουν την κατάλληλη εκπαίδευση και δεν γνωρίζουν τις ιδιομορφίες του.

Η επικινδυνότητά τους είναι ανάλογη με τις φυσικοχημικές και τις χημικές ιδιότητές τους. Τα συμπτώματα από εκθέσεις σε χημικές ύλες εξαρτώνται μεταξύ των άλλων από τη

συγκέντρωση και διάρκεια της έκθεσης , καθώς και την επιδεκτικότητα και επιρροή που έχει ο οργανισμός του καθένα.

Η κατωτέρω ταξινόμηση βασίζεται στο διεθνή χαρακτηρισμό UN.

ΔΙΑΚΡΙΣΗ	ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΕΣ ΟΥΣΙΕΣ
Κατηγορία (Κλάση) 1	Εκρηκτικά
Κατηγορία (Κλάση) 2	Αέρια: συμπιεσμένα, υγροποιημένα, ή διαλυμένα υπό πίεση.
Κατηγορία (Κλάση) 3	Εύφλεκτα υγρά
Κατηγορία (Κλάση) 4	Εύφλεκτα στερεά, ουσίες αυθόρμητα υποκείμενες σε καύση, ουσίες που, σε επαφή με το νερό, ελκύουν ευανάφλεκτα αέρια
Κατηγορία (Κλάση) 5	Οξειδωτικά, οξειδωτικές ουσίες (παράγοντες) και οργανικά υπεροξειδία
Κατηγορία (Κλάση) 6	Δηλητηριώδεις (τοξικές) και μολυσματικές ουσίες
Κατηγορία (Κλάση) 7	Ραδιενεργά υλικά
Κατηγορία (Κλάση) 8	Διαβρωτικά
Κατηγορία (Κλάση) 9	Διάφορες επικίνδυνες ουσίες

Ο λεπτομερής σχεδιασμός και κατασκευή δεξαμενών , που πραγματευόμαστε στη συγκεκριμένη εργασία , γίνεται για δεξαμενές βυτιοφόρων οχημάτων που μεταφέρουν εύφλεκτα υγρά (κλάση 3).

2.2 Ιδιότητες επικίνδυνων υλικών

Σημείο ανάφλεξης : Η χαμηλότερη θερμοκρασία στην οποία ένα υγρό υπό κανονική ατμοσφαιρική πίεση σχηματίζει αρκετούς ατμούς , ώστε το μίγμα με τον αέρα να γίνεται εύφλεκτο και με την παρουσία εναύσματος να δημιουργεί φλόγα.

Θερμοκρασία αυτανάφλεξης : Η χαμηλότερη θερμοκρασία στην οποία ένα εύφλεκτο αέριο ή αέριο μίγμα θα ανάψει χωρίς την παρουσία φλόγας ή σπινθήρα.

Όρια εκρηκτικότητας : Όρια μέσα στα οποία η περιεκτικότητα του αέρα σε εύφλεκτα στοιχεία υπό μορφή αερίων σχηματίζει μίγμα εκρηκτικό.

Πυκνότητα αερίων : Δείχνει κατά πόσον το συγκεκριμένο αέριο είναι ελαφρύτερο ή βαρύτερο του αέρα.

Πυκνότητα υγρών : Δείχνει κατά πόσο το συγκεκριμένο υγρό είναι ελαφρύτερο ή βαρύτερο του νερού.

Διαλυτότης : Δείχνει κατά πόσο το υλικό είναι ευδιάλυτο στο νερό ή όχι και εάν παρουσία νερού μπορεί να προκληθεί βίαιη αντίδραση.

Σημείο αποσύνθεσης : Η θερμοκρασία κατά την οποία το υλικό μπορεί να αποσυντεθεί σε επικίνδυνα αέρια

2.3 Μεταφορά επικίνδυνων υλικών

Οδικώς με βυτιοφόρα διαμερισματοποιημένα , οχήματα επικαθήμενα , συρόμενα (ρυμουλκά μετά ρυμουλκομένου) νταλίκες , φορτηγά. Έτσι άλλοι είναι οι κίνδυνοι που υπάρχουν όταν μία ουσία μεταφέρεται ή αποθηκεύεται , όπου υπερέχουν οι κίνδυνοι πυρκαγιάς ή έκρηξης ή ξαφνικής έκθεσης του εργαζόμενου σε υψηλές συγκεντρώσεις από τυχόν διαφυγή της ουσίας και άλλοι οι κίνδυνοι που προέρχονται από καθημερινή έκθεση του εργαζόμενου σε χαμηλές συγκεντρώσεις.

2.4 Γενικές οδηγίες σε περιπτώσεις διαρροών.

Στις περιπτώσεις διαρροών , όταν δεν έχει ακόμα σημειωθεί πυρκαγιά, οι διαρροές περιορίζονται χρησιμοποιώντας σφήνες , κλείνοντας επιστόμια ή με ειδικά συστήματα που προσαρμόζονται στα βυτιοφόρα βαγόνια ή οχήματα.

Χρειάζεται προσοχή και πρέπει να φέρετε πλήρη προστατευτικό εξοπλισμό , ώστε να μην είναι εκτεθειμένο το δέρμα και η αναπνευστική οδός σε πιθανή επαφή με το χημικό υγρό.

Όταν η διαρρέουσα συσκευασία δημιουργεί κινδύνους έκθεσης , μπορεί να είναι δυνατό να μεταφερθεί σε ασφαλές μέρος. Αν η διαρροή προέρχεται από ένα σημείο στο κάτω μέρος του βυτίου και δεν είναι δυνατό να ταπωθεί και τυχαίνει το υγρό να είναι ελαφρύτερο από το νερό , μπορούμε να ρίχνουμε νερό στο βυτίο που θα βγαίνει από το σημείο της διαρροής. Αν διαρρέει ένα εύφλεκτο αέριο ή πολύ πτητικό εύφλεκτο υγρό, εξαλείψατε όλες τις πιθανές πηγές ανάφλεξης και αν υπάρχει κίνδυνος ανάφλεξης από μη ελεγχόμενα αίτια , προστατέψατε τους ανθρώπους σας , με κατάλληλες ασπίδες ή με συνεχή καταιονισμό νερού.

Μικρές ποσότητες υγρών , που έχουν διαρρεύσει στο οδόστρωμα , καλύπτονται με άμμο και άλλα απορροφητικά υλικά. Αν τα χημικά προϊόντα δεν αντιδρούν με το νερό μπορεί να γίνει πλύση του σημείου στο οποίο έχουν διαρρεύσει τα υγρά , ώστε να περιοριστούν οι κίνδυνοι τοξικότητας και ευφλεκτότητας.

Αν παρουσιαστεί τέτοια περίπτωση σε μία πολυσύχναστη περιοχή , μπορεί να καλυφθεί το υγρό με ένα στρώμα ειδικού αφρού. Αν πάλι είναι διαλυτό στο νερό ή βαρύτερο αυτού , το καταιονίζουμε με νερό. Ταυτόχρονα , πρέπει να εξαλειφθούν όλες οι πιθανές εστίες ανάφλεξης , ειδικά προς τη μεριά που φυσά αέρας και προς την οποία κατευθύνεται το νέφος. Όταν είναι πολύ μεγάλη η ποσότητα που διέρρευσε , πρέπει να ενημερωθούν οι κάτοικοι της περιοχής και εφ' όσον απαιτείται να πραγματοποιηθεί εκκένωση της περιοχής.

Αν η χημική ένωση αντιδρά με το νερό , μην επιχειρήσετε κατάσβεση με νερό. Ωστόσο , μπορείτε να χρησιμοποιήσετε νερό για να σβήσετε την πυρκαγιά στο σκελετό του κτιρίου φτάνει οι χημικές ενώσεις να περιέχονται σε στεγανές συσκευασίες.

Πληροφορηθείτε ποια είναι η χημική ένωση , τι κίνδυνος υπάρχει από εκτιθέμενα κτίρια και βασιζόμενοι στις δυνάμεις που διαθέτετε (ανθρώπινο δυναμικό , εξοπλισμός , παροχή νερού , αφρού) αποφασίζετε αν μπορείτε να κάνετε κάτι άλλο , εκτός από το να ειδοποιήσετε την αστυνομία και τις ενδιαφερόμενες επιχειρήσεις.

Αν δείτε ένα σύννεφο από ατμούς να βγαίνει από συντρίμια βυτίου ή βαγονιού τρένου, μην προσπαθήσετε να μάθετε τι περιέχει το όχημα τρέχοντας προς αυτό, γιατί υπάρχει φόβος να εκτεθείτε σε δηλητηριώδεις ή διαβρωτικούς ατμούς, ακόμα κι αν φοράτε αναπνευστική συσκευή. Βρείτε το προσωπικό του βυτίου ή τρένου και κοιτάξτε τη φορτωτική. Αν το όχημα μεταφέρει διάφορα χημικά προϊόντα και δεν μπορείτε να διαβάσετε τους αριθμούς των βυτίων στα οποία σημειώθηκε διαρροή και γνωρίζετε ότι το όχημα μεταφέρει εύφλεκτα υγρά μπορείτε να υποθέσετε ότι υπάρχει κίνδυνος έκρηξης.

Όλα αυτά όμως δεν είναι κατ' ανάγκη δικά σας προβλήματα. Αν το ατύχημα σημειώθηκε σε απομονωμένο σημείο και δεν υπάρχει κάποιος στην επικίνδυνη ζώνη (που μπορεί να καλύπτει 2 km αν φυσάει αέρας) , τότε μπορείτε να αποφασίσετε να μην επέμβετε και να εκκενώσετε την περιοχή από τυχόν παρευρισκόμενους. Αν όμως το ατύχημα έγινε στο κέντρο της πόλης , τότε είστε υποχρεωμένοι να επέμβετε και να εξουδετερώσετε τα διασπαρμένα χημικά ή να περιορίσετε τη διαρροή. Όταν το συμβάν σχετίζεται μ' ένα υγρό χημικό προϊόν , οι ενέργειές σας εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες , όπως το μέγεθος και το είδος της συσκευασίας , το σημείο ανάφλεξης του υγρού , την πτητικότητα του , την τοξικότητά , την αντίδρασή του με το νερό , την πυκνότητά του κ.λπ.

Προσοχή :

Μη χρησιμοποιήσετε νερό σε «λιωμένο μολύβι», άλατα, πυκνό θειικό οξύ ή σε άλλα χημικά προϊόντα.

Η πυρόσβεση με νερό δεν είναι αποτελεσματική όταν γίνεται σε εύφλεκτα υγρά που είναι πτητικά , παρά μόνον όταν γίνεται με τη μορφή καταιονισμού. Πιθανόν να χρειάζεται παράλληλη πυρόσβεση με «πυρ/ρες ξηράς κόνεως».

Θα διαπιστώσετε ότι ο καλύτερος τρόπος κατάσβεσης είναι με την εφαρμογή επιφανειακού πυροσβεστικού μέσου , είτε ξηράς κόνεως , είτε αφρού ή υδάτινου φιλμ. Αν η χημική ένωση προκαλεί τη διάσπαση του αφρού , μπορεί να χρησιμοποιηθεί ειδικός , για την περίπτωση αυτή , αφρός.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΕΙΔΗ ΒΥΤΙΟΦΟΡΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

3.1 Ορισμοί

Όχημα : σημαίνει οποιοδήποτε όχημα , είτε πλήρες , ημιτελές ή ολοκληρωμένο , που προορίζεται για τη μεταφορά επικίνδυνων εμπορευμάτων οδικώς.

Όχημα EX/II ή Όχημα EX/III : σημαίνει ένα όχημα που προορίζεται για τη μεταφορά εκρηκτικών ουσιών και ειδών (Κλάση 1).

Όχημα FL : σημαίνει ένα όχημα που προορίζεται για τη μεταφορά υγρών με σημείο ανάφλεξης όχι υψηλότερο από 60°C (με εξαίρεση το καύσιμο ντίζελ που είναι σύμφωνο με το πρότυπο EN 590:2004 , το αεριέλαιο , και το πετρέλαιο θέρμανσης (ελαφρύ) – UN1202 – με σημείο ανάφλεξης , όπως καθορίζεται στο πρότυπο EN 590:2004 , σε σταθερές δεξαμενές ή αποσυνδεόμενες δεξαμενές με χωρητικότητα μεγαλύτερη από 1,00m³ , ή σε εμπορευματοκιβώτια δεξαμενές ή φορητές δεξαμενές με χωρητικότητα μεγαλύτερη από 3,00m³ , ή ένα όχημα που προορίζεται για τη μεταφορά εύφλεκτων αερίων σε σταθερές δεξαμενές ή αποσυνδεόμενες δεξαμενές με χωρητικότητα μεγαλύτερη από 1,00m³ , ή σε εμπορευματοκιβώτια – δεξαμενές ή φορητές δεξαμενές ή MEGCs με χωρητικότητα μεγαλύτερη από 3,00m³ , ή όχημα με συστοιχία δοχείων με χωρητικότητα μεγαλύτερη από 1,00m³ , που προορίζεται για τη μεταφορά εύφλεκτων αερίων.

Όχημα OX : σημαίνει ένα όχημα που προορίζεται για τη μεταφορά υπεροξειδίου του υδρογόνου , σε υδατικό διάλυμα σταθεροποιημένο με περισσότερο από 60 % υπεροξείδιο του υδρογόνου (Κλάση 5.1, UN2015) σε σταθερές δεξαμενές ή αποσυνδεόμενες δεξαμενές χωρητικότητας μεγαλύτερης από 1,00m³ , ή σε εμπορευματοκιβώτια – δεξαμενές ή φορητές δεξαμενές χωρητικότητας μεγαλύτερης από 1,00m³ .

Όχημα AT : σημαίνει ένα όχημα , άλλο από EX/III , FL ή OX, που προορίζεται για τη μεταφορά επικίνδυνων εμπορευμάτων σε σταθερές δεξαμενές ή αποσυνδεόμενες δεξαμενές χωρητικότητας μεγαλύτερης από 1,00m³ ή σε δεξαμενές – εμπορευματοκιβώτια , φορητές δεξαμενές ή MEGCs χωρητικότητας μεγαλύτερης από 3,00m³ , ή όχημα με συστοιχία δοχείων με χωρητικότητα μεγαλύτερη από 1,00m³ , άλλων από οχήματα FL.

Πλήρες Όχημα : σημαίνει οποιοδήποτε όχημα , το οποίο δεν χρειάζεται περαιτέρω συμπλήρωση (π.χ. εκ κατασκευής κλειστά φορτηγά , φορτηγά , ελκυστήρες , ρυμουλκούμενα).

Ημιτελές Όχημα : σημαίνει οποιοδήποτε όχημα , το οποίο χρειάζεται συμπλήρωση σε τουλάχιστον ένα περαιτέρω στάδιο (π.χ. πλαίσιο αυτοκινούμενου οχήματος , πλαίσιο ρυμουλκούμενου).

Ολοκληρωμένο Όχημα : σημαίνει οποιοδήποτε όχημα , το οποίο είναι το αποτέλεσμα διαδικασίας πολλών επιμέρους σταδίων (π.χ. πλαίσιο ή αυτοκινούμενο πλαίσιο με αμάξωμα).

Εγκεκριμένο Όχημα : σημαίνει οποιοδήποτε όχημα , το οποίο έχει εγκριθεί με βάση τον Κανονισμό ECE 1052 , ή την Οδηγία 98/91/EC3.

Έγκριση ADR : σημαίνει την πιστοποίηση , από αρμόδια αρχή ενός συμβαλλόμενου κράτους μέλους , ότι ένα μεμονωμένο όχημα που προορίζεται για τη μεταφορά επικινδύνων εμπορευμάτων πληροί τις σχετικές τεχνικές απαιτήσεις ως EX/II , EX/III , FL , OX ή AT όχημα.

3.2 Συνοπτικές βασικές απαιτήσεις των σταθερών δεξαμενών (βυτιοφόρα οχήματα)

Τα περιβλήματα , τα προσαρτήματα αυτών και ο λειτουργικός και κατασκευαστικός εξοπλισμός τους θα σχεδιάζονται ώστε να αντέχουν χωρίς απώλεια περιεχομένου (εκτός από ποσότητες του αερίου που διαφεύγουν από τυχόν ειδικούς εξαεριστήρες) :

- τις στατικές και δυναμικές εντάσεις σε κανονικές συνθήκες μεταφοράς
- τις προβλεπόμενες ελάχιστες εντάσεις

Οι δεξαμενές και τα μέσα πρόσδεσης αυτών θα είναι ικανά να απορροφούν , υπό το μέγιστο επιτρεπτό φορτίο , τις δυνάμεις που ασκούνται από:

- προς την κατεύθυνση πορείας : το διπλάσιο του συνολικού βάρους ,
- σε ορθή γωνία με την κατεύθυνση πορείας : το συνολικό βάρος ,
- κατακόρυφα προς τα άνω : το συνολικό βάρος ,
- κατακόρυφα προς τα κάτω : το διπλάσιο του ολικού βάρους.

Τα τοιχώματα των περιβλημάτων θα έχουν τουλάχιστον το πάχος που ορίζεται παρακάτω.

Τα περιβλήματα θα σχεδιάζονται και θα κατασκευάζονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του τεχνικού κώδικα αναγνωρισμένου από την αρμόδια αρχή , στο οποίο επιλέγεται το υλικό και ορίζεται το πάχος του περιβλήματος λαμβάνοντας υπόψη τις μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες πλήρωσης και εργασίας , με τις ελάχιστες απαιτήσεις να ικανοποιούνται. Οι συγκολλήσεις θα γίνονται επιδέξια και θα προσφέρουν την πληρέστερη δυνατή ασφάλεια. Η εκτέλεση και ο έλεγχος των σημείων συγκόλλησης θα συμμορφώνονται με τις κατάλληλες απαιτήσεις. Θα λαμβάνονται μέτρα για την προστασία των περιβλημάτων από τον κίνδυνο παραμόρφωσης σαν αποτέλεσμα αρνητικής εσωτερικής πίεσης.

Περιβλήματα σχεδιασμένα να είναι εξοπλισμένα με βαλβίδες κενού θα πρέπει να είναι ικανά να αντέξουν , χωρίς μόνιμη παραμόρφωση , μια εξωτερική πίεση όχι λιγότερη από 21kPa (0.21 bar) πάνω από την εσωτερική πίεση.

Οι βαλβίδες κενού θα πρέπει να έχουν ρυθμιστεί για να ανακουφίζουν σε προδιαγραφή κενού όχι μεγαλύτερη από τη σχεδιασμένη πίεση κενού της δεξαμενής. Περιβλήματα , τα οποία δεν έχουν σχεδιαστεί να είναι εξοπλισμένα με βαλβίδες κενού θα πρέπει να είναι ικανά να αντέξουν , χωρίς μόνιμη παραμόρφωση , μια εξωτερική πίεση όχι λιγότερη από 40 kPa (0.4 bar) πάνω από την εσωτερική πίεση.

Υλικά για περιβλήματα

Τα περιβλήματα θα κατασκευάζονται από κατάλληλα μεταλλικά υλικά (από φερριτικό χάλυβα , ωστενιτικό χάλυβα ή κράμα αλουμινίου) τα οποία , θα είναι ανθεκτικά σε ψαθυρή θραύση και στη ρηγμάτωση διάβρωσης λόγω καταπόνησης μεταξύ των $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ και $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Επιπλέον πρέπει να είναι κατάλληλα για μορφοποίηση. Εάν η επαφή μεταξύ της μεταφερόμενης ουσίας και του υλικού που χρησιμοποιείται για την κατασκευή του περιβλήματος συνεπάγεται προοδευτική μείωση του πάχους των τοιχωμάτων , το πάχος αυτό θα αυξάνεται κατά την κατασκευή σε κατάλληλο βαθμό. Αυτό το πρόσθετο πάχος για την αναπλήρωση της διάβρωσης δεν θα λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό του πάχους των τοιχωμάτων του περιβλήματος. Για συγκολλημένα περιβλήματα θα χρησιμοποιούνται μόνο υλικά άψογης συγκολλησιμότητας των

οποίων η επαρκής κρουστική αντοχή σε θερμοκρασία περιβάλλοντος μπορεί να είναι εγγυημένη , ιδίως στις ραφές συγκόλλησης και τις γειτονικές τους ζώνες.

Όπου προβλέπεται η προστασία του περιβλήματος έναντι βλάβης από πλευρική πρόσκρουση ή ανατροπή , η αρμόδια αρχή μπορεί να επιτρέψει να μειωθούν τα προαναφερόμενα ελάχιστα πάχη αναλόγως της προβλεπόμενης προστασίας με τα εν λόγω πάχη να μην είναι μικρότερα των 3 mm στην περίπτωση μαλακού χάλυβα ή από ισοδύναμο πάχος στην περίπτωση άλλων υλικών για περιβλήματα όχι μεγαλύτερα των 1.80m σε διάμετρο. Για περιβλήματα με διάμετρο που υπερβαίνει τα 1.80m το προαναφερόμενο ελάχιστο πάχος θα αυξάνεται στα 4mm στην περίπτωση μαλακού χάλυβα και σε ισοδύναμο πάχος στην περίπτωση άλλου μετάλλου.

Προστασία έναντι βλάβης

- Για περιβλήματα με κυκλική ή ελλειψοειδή διατομή που έχουν μέγιστη ακτίνα καμπυλότητας 2m , το περίβλημα θα είναι εξοπλισμένο με ενισχυτικά μέλη που συμπεριλαμβάνουν χωρίσματα , πλάκες διογκώσεως ή εξωτερικούς ή εσωτερικούς δακτυλίους τοποθετημένους , έτσι ώστε να ικανοποιείται τουλάχιστον ένας από τους ακόλουθους όρους :

- ✓ Απόσταση μεταξύ δύο συνεχόμενων ενισχυτικών στοιχείων όχι πάνω από 1.75m.
- ✓ Όγκος περιεχόμενος μεταξύ δύο χωρισμάτων ή πλακών διογκώσεως όχι μεγαλύτερος από 7500lt

- Η κατακόρυφη διατομή του δακτυλίου , μαζί με το αντίστοιχο μέσο σύνδεσης , θα έχει ροπή αντιστάσεως τουλάχιστον 10cm³.

- Οι εξωτερικοί δακτύλιοι δεν θα έχουν προεξέχοντα άκρα με ακτίνα μικρότερη των 2.5mm.

- Το πάχος των χωρισμάτων και πλακών διογκώσεως δε θα είναι σε καμία περίπτωση μικρότερο από εκείνο του περιβλήματος.

- Το πάχος των περιβλημάτων για διαμερίσματα μικρότερα από 5000lt σε χωρητικότητα δε θα είναι μικρότερο από την τιμή του παρακάτω πίνακα :

Μέγιστη ακτίνα καμπυλότητας του περιβλήματος (m)	Χωρητικότητα του περιβλήματος ή του διαμερίσματος (m ³)	Ελάχιστο πάχος (mm) Μαλακός χάλυβας
≤2.0	≤5.0	3
2 - 3	≤3.5	3
	>3.5 αλλά ≤5.0	4

Το πάχος των χωρισμάτων και των πλακών διόγκωσης δε θα είναι σε καμιά περίπτωση μικρότερο από αυτό του περιβλήματος.

- Οι πλάκες διόγκωσης και τα χωρίσματα θα είναι κοίλα , με βάθος κοιλώματος όχι μικρότερο από 10cm , ή θα είναι πτυχωμένα , ανάγλυφα ή με άλλο τρόπο ενισχυμένα , ώστε να δίνουν ισοδύναμη αντοχή. Η επιφάνεια της πλάκας διόγκωσης θα είναι τουλάχιστον 70% του εμβαδού της διατομής της δεξαμενής στην οποία είναι προσαρτημένη η πλάκα διόγκωσης.

Ιδιότητες των υλικών

- Αντοχή στην κρούση
 - ✓ Τα υλικά από φερριτικό χάλυβα πρέπει να έχουν αντοχή σε κρούση όχι λιγότερη από 34 j/cm² στους -200C. Οι δοκιμές διεξάγονται στα φύλλα των υλικών ή στις ραφές συγκόλλησης , όπου το πάχος του φύλλου είναι πάνω από 5mm.
- Όριο διαρροής
- Αντοχή σε εφελκυσμό
- Επιμήκυνση μετά τη θραύση

Συμβατότητα των υλικών περιβλήματος με τις ουσίες που μεταφέρουν


- Ο κατασκευαστής πρέπει να διαθέσει μια λίστα με τα επικίνδυνα αγαθά που μπορούν να μεταφερθούν χωρίς ζημιά στη δεξαμενή. Οι ουσίες ή το σύνολο των ουσιών που εγκρίθηκαν στο πιστοποιητικό πρέπει να είναι συμβατές με τα χαρακτηριστικά της δεξαμενής και του εξοπλισμού της.
- Αν η επαφή μεταξύ της μεταφερόμενης ουσίας και του υλικού που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή του περιβλήματος θεωρείται πιθανόν να συνεπάγει σταδιακή μείωση στο πάχος των τοιχωμάτων , οπότε αυτό το πάχος θα πρέπει να αυξηθεί στην παραγωγή κατά μια κατάλληλη ποσότητα , κάτι το οποίο δε λαμβάνεται υπόψιν στον καθορισμό του ελάχιστου πάχους περιβλήματος.
- Αν το περίβλημα είναι εξοπλισμένο με μια μη μεταλλική προστατευτική επένδυση , χρησιμοποιούνται μόνο υλικά και τα μέσα συγκόλλησης τους στο περίβλημα που παραμένουν στεγανά.
- Αν το περίβλημα που προορίζεται για μεταφορά υγρών με σημείο ανάφλεξης όχι παραπάνω από 60 °C είναι εξοπλισμένο με μη αγώγιμη προστατευτική επένδυση , πρέπει να παρθούν προφυλάξεις για να αποτραπεί η συσσώρευση ηλεκτροστατικών φορτίσεων που θα μπορούσαν να προκαλέσουν κίνδυνο ανάφλεξης.

Άλλες κατασκευαστικές απαιτήσεις

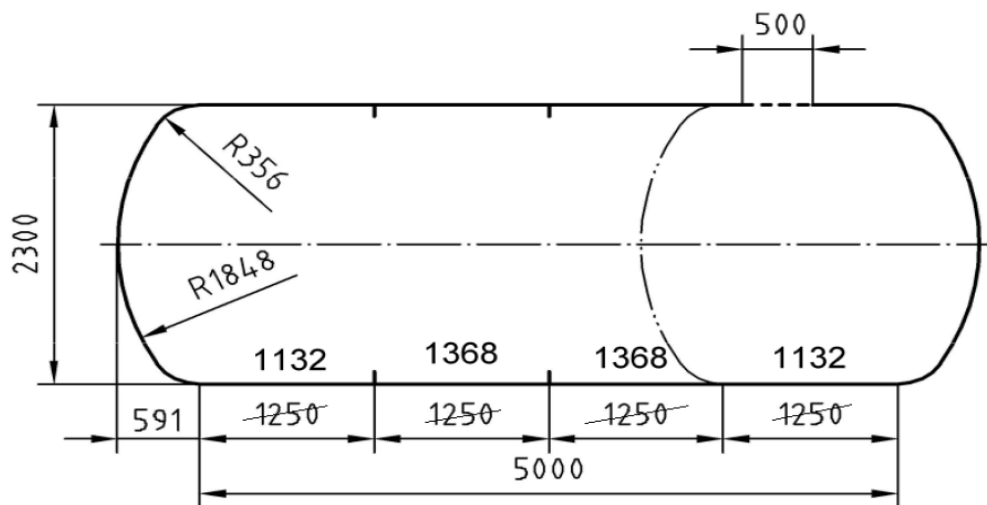
Η προστατευτική επένδυση θα είναι έτσι σχεδιασμένη , ώστε η στεγανότητά της να είναι ανέπαφη , ανεξάρτητα από την παραμόρφωση που είναι δυνατό να συμβεί υπό κανονικές συνθήκες μεταφοράς.

Η θερμική μόνωση θα είναι έτσι σχεδιασμένη ώστε να μην εμποδίζει τη πρόσβαση σε , ή τη λειτουργία των συσκευών εκκένωσης και πλήρωσης και των βαλβίδων ασφαλείας.

Αν τα περιβλήματα που προορίζονται για τη μεταφορά εύφλεκτων υγρών με σημείο ανάφλεξης όχι πάνω από 61 °C έχουν μη μεταλλικές προστατευτικές επενδύσεις (εσωτερικές στρώσεις) , τα περιβλήματα και οι προστατευτικές επενδύσεις θα είναι έτσι σχεδιασμένα , ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος ανάφλεξης από ηλεκτροστατικά φορτία. Θα αποφεύγεται κάθε επαφή με μέταλλο που μπορεί να προκαλέσει ηλεκτροχημική οξείδωση. Τα περιβλήματα θα διαθέτουν

τουλάχιστον ένα εξάρτημα γειώσεως που θα επισημαίνεται σαφώς με το σύμβολο  ικανό να συνδεθεί ηλεκτρικά.

Τα εξαρτήματα και προσαρτήματα που τοποθετούνται στο άνω μέρος της δεξαμενής θα προστατεύονται έναντι βλάβης προκαλούμενης από ανατροπή. Η προστασία αυτή μπορεί να πάρει τη μορφή ενισχυτικών δακτυλίων, προστατευτικών κουβουκλίων ή εγκαρσίων ή επιμηκών μελών σχήματος τέτοιου ώστε να παρέχεται αποτελεσματική προστασία.



Συσκευή ασφαλείας

Οι δεξαμενές πρέπει να έχουν εξαεριστικό σύστημα και μια συσκευή ασφαλείας για την αποτροπή των περιεχομένων να χυθούν, εάν η δεξαμενή ανατραπεί.

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

ΚΑΙ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ

4.1 Περιβλήματα

4.1.1 Διατομή περιβλήματος

Ένα περιβλήμα μπορεί να έχει κυκλική ή μη κυκλική διατομή. Για περιβλήματα μη κυκλικής διατομής :

- α) η ακτίνα της κυρτότητας του τοιχώματος του περιβλήματος δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 2m στα πλάγια και τα 3m ακτίνα από το άνω και κάτω μέρος ,
- β) θα πρέπει να υπάρχει μια ελάχιστη ακτίνα των 200mm συνδέοντας το άνω/κάτω και τις πλευρικές κυρτότητες ,
- γ) πρέπει να υπολογίζεται μια ισοδύναμη διάμετρος στη βάση της διατομής ,
- δ) οι προβολές του περιβλήματος έξω από τη βασική διατομή του πρέπει να κρατούνται στο ελάχιστο και να παρέχεται προστασία από όλες τις κατευθύνσεις στο περιβλήμα.

4.1.2 Πάχος περιβλήματος

- Ελάχιστο πάχος περιβλήματος
- ✓ Το πάχος των περιβλημάτων φτιαγμένων από μαλακό χάλυβα δε πρέπει να είναι μικρότερο από τις ακόλουθες τιμές , εκτός αν πληρούνται οι συνθήκες που καθορίζονται στην επόμενη παράγραφο :
- 5mm , εάν η διάμετρος της δεξαμενής δεν είναι παραπάνω από 1,8m ,
 - 6mm , εάν η διάμετρος της δεξαμενής είναι παραπάνω από 1,8m (εκτός από την περίπτωση που τα περιβλήματα προορίζονται για τη μεταφορά ουσιών υπό μορφής πούδρας και κόκκων).

- ✓ Εάν το περιβλήμα είναι φτιαγμένο από άλλο υλικό , το ισοδύναμο ελάχιστο πάχος πρέπει να καθορίζεται , σύμφωνα με τη σχέση 1.

$$e_1 = \frac{464 \cdot e_0}{\sqrt{(8 \cdot m_1 + 41)^2}} \quad (1)$$

- ✓ Εάν το πάχος του περιβλήματος αυξάνεται για να αποτρέψει τις διαβρωτικές ουσίες , αυτό το επιπρόσθετο πάχος δε πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν στον υπολογισμό του ελάχιστου πάχους περιβλήματος.
- ✓ Το πραγματικό ελάχιστο πάχος δε πρέπει να είναι κάτω από το απόλυτο ελάχιστο που φαίνεται στον πίνακα 1.

- Μείωση ελάχιστου πάχους περιβλήματος

Το ελάχιστο πάχος μπορεί να μειωθεί από ένα μέγιστο των 2mm του χάλυβα αναφοράς (ή ισοδύναμο πάχος σε άλλο υλικό , υπολογισμένο χρησιμοποιώντας τη σχέση 1) , όπου η δεξαμενή προστατεύεται εναντίον ζημιάς του περιβλήματος όπως αναφέρεται στις επόμενες δύο παραγράφους , αλλά δε πρέπει να είναι κάτω από το απόλυτο ελάχιστο που φαίνεται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1 : Απόλυτο ελάχιστο πάχος περιβλήματος.

Διάμετρος ^α m	Ελάχιστο πάχος περιβλήματος			
	Ωστενικοί χάλυβες mm	Άλλοι χάλυβες mm	Καθαρό αλουμίνιο mm	Κράματα αλουμινίου mm
≤ 1,80	2,5 ^β	3	6	4
> 1,80	3	4	8	5
^α Για μη κυκλική διατομή ανάτρεξε στο 2.3.1				
^β Για δεξαμενοδοχεία και κινητές δεξαμενές που δε προστατεύονται εναντίον ζημιών , το πάχος περιβλήματος δε πρέπει να είναι σε καμία περίπτωση μικρότερο των 3mm ανεξάρτητα του χρησιμοποιούμενου υλικού.				

- Προστασία εναντίον ζημιάς του περιβλήματος
- a) Τα βυτιοφόρα οχήματα και οι αποσυναρμολογούμενες δεξαμενές πρέπει να θεωρείται πως προστατεύονται εναντίον ζημιάς , όταν λαμβάνονται ένα από τα ακόλουθα μέτρα. Διαστάσεις που αναφέρονται σε αποστάσεις μεταξύ ενισχυμένων στοιχείων πρέπει να λαμβάνονται μεταξύ των σημείων πρόσδεσής τους στο περίβλημα της δεξαμενής :

- ✓ Για περιβλήματα με κυκλική ή ελλειπτική διατομή με μέγιστη ακτίνα καμπυλότητας τα 2m , το περίβλημα εξοπλίζεται με ενισχυμένα στοιχεία που αποτελείται από διαμερίσματα ή πλάκες διόγκωσης , ή εξωτερικά ή εσωτερικά δακτυλίδια , τοποθετούνται έτσι ώστε να ικανοποιείται κατά ελάχιστο μια από τις ακόλουθες συνθήκες :

- η απόσταση μεταξύ 2 παρακείμενων στοιχείων ενίσχυσης είναι μικρότερη από ή ίση με 1,75m ,
- ο όγκος που περιέχεται μεταξύ 2 χωρισμάτων ή πλακών διόγκωσης είναι μικρότερος από ή ίσος με 7500l.

Ένα δακτυλίδι και το συνδεδεμένο περίβλημα πρέπει να έχουν ροπή αντίστασης τουλάχιστον 10cm³ στον χάλυβα αναφοράς , ή μια ισοδύναμη ροπή αντίστασης σε άλλο μέταλλο , όταν υπολογίζεται γύρω από τον ουδέτερο παράλληλο άξονα του περιβλήματος. Εξωτερικά στοιχεία ενίσχυσης δε πρέπει να έχουν προβαλλόμενες άκρες με μια ακτίνα μικρότερη από τα 2,5mm.

- ✓ Για περιβλήματα με διπλά τοιχώματα που έχουν ένα ενδιάμεσο επίπεδο από άκαμπτο στερεό υλικό (π.χ. αφρός , το λιγότερο 50mm πάχους) , η εξωτερική πλευρά έχει ένα πάχος όχι λιγότερο των 0,5mm μαλακού χάλυβα , 0,8mm αλουμινίου ή 2mm πλαστικού υλικού ενισχυμένου με ίνες. Για άλλα μονωτικά υλικά (π.χ. ορυκτοβάμβακα , το λιγότερο 100mm πάχους) , η εξωτερική πλευρά έχει ένα πάχος όχι λιγότερο των 0,8mm ωστενιτικού χάλυβα , η εξωτερική πλευρά στο τελείωμά της μπορεί να είναι ένα πλαστικό υλικό ενισχυμένο με ίνες με ένα πάχος το λιγότερο 3mm.

Άλλοι συνδυασμοί υλικών χρησιμοποιούνται για να παρέχουν προστασία έναντι ζημιάς πρέπει να έχουν συγκεκριμένη ανθεκτικότητα , όπως καθορίζεται στο έβδομο

κεφάλαιο , ισοδύναμα στο ελάχιστο πάχος , και το πάχος του εσωτερικού τοιχώματος του συνδυασμού δε πρέπει να είναι μικρότερο από την ελάχιστη τιμή που καθορίστηκε στον πίνακα 1.

- ✓ Για περιβλήματα σχημάτων με όχι κυκλική ή ελλειπτική διατομή με μέγιστη ακτίνα καμπυλότητας τα 2m , το περίβλημα παρέχεται με επιπλέον προστασία σε όλο το μέσο σημείο του καθέτου του ύψους και πάνω σε λιγότερο από 30% του ύψους του σχεδιασμένη με τέτοιο τρόπο , ώστε να προσφέρει συγκεκριμένη ανθεκτικότητα , όπως καθορίζεται στο έβδομο κεφάλαιο , το λιγότερο ίσο σε αυτό το περίβλημα το κατασκευασμένο σε χάλυβα αναφοράς πάχους 5mm για ένα περίβλημα διαμέτρου που δε ξεπερνάει το 1,80m ή 6mm για ένα περίβλημα διαμέτρου που ξεπερνάει το 1,80m.

Η επιπλέον προστασία πρέπει να εφαρμόζεται με διαρκή τρόπο στο εξωτερικό του περιβλήματος. Αυτή η απαίτηση πρέπει να θεωρείται ότι έχει εκπληρωθεί χωρίς περαιτέρω απόδειξη της συγκεκριμένης ανθεκτικότητας , όταν :

- εμπεριέχει τη συγκόλληση του δίσκου του ίδιου υλικού με του περιβλήματος της περιοχής που επιμηκύνεται , έτσι ώστε το πάχος του περιβλήματος να μην είναι το μικρότερο από το ελάχιστο ,
 - φλαντζωτά τελειώματα σε όλο το πάχος χρησιμοποιούνται με την επιπλέον προστατευτική πλευρά να καλύψει στο ελάχιστο το ένα τρίτο του μήκους της φλάντζας.
- ✓ Για περιβλήματα που έχουν φτιαχτεί με μονά τελειώματα έχοντας το καθοριζόμενο ελάχιστο πάχος , το περίβλημα έχει διαμερίσματα και πλάκες διόγκωσης με τις ακόλουθες απαιτήσεις :
 - η χωρητικότητα μεταξύ των δύο διαμερισμάτων να είναι μικρότερη ή ίση των 7500lt ,
 - ο όγκος μεταξύ διαμερίσματος και πλάκας διόγκωσης να είναι μικρότερη ή ίση των 4000lt.
 - ✓ Για περιβλήματα που έχουν φτιαχτεί με διπλά τελειώματα , το περίβλημα έχει διαμερίσματα και πλάκες διόγκωσης με τις ακόλουθες απαιτήσεις :

- η χωρητικότητα μεταξύ των δύο διαμερισμάτων να είναι μικρότερη ή ίση των 7500lt ,
- ο όγκος μεταξύ διαχωρίσματος και πλάκας διόγκωσης να είναι μικρότερη ή ίση των 4000lt ,

Το εσωτερικό τελείωμα πρέπει να έχει ένα πάχος το ελάχιστο ίσο με το μικρότερο πάχος που καθορίζεται από τον πίνακα 1 και το εξωτερικό τελείωμα ένα πάχος το λιγότερο 2mm στο ατσάλι αναφοράς ή ένα ισοδύναμο πάχος σε άλλο μέταλλο , που υπολογίζεται βάσει της σχέσης 1.

- ✓ Για περιβλήματα που έχουν φτιαχτεί με διπλά τελειώματα με διαχωρισμό που υπερβαίνει τα 100mm , τα τελειώματα που είναι σύμφωνα με τις απαιτήσεις που καθορίστηκαν στην προηγούμενη περίπτωση , το περίβλημα έχει διαχωρίσματα διατεταγμένα με τέτοιο τρόπο η χωρητικότητα μεταξύ των διαχωρισμάτων να είναι μικρότερη ή ίση των 7500lt.
- ✓ Για σχήματα περιβλημάτων με όχι κυκλική ή ελλειπτική διατομή με μέγιστη ακτίνα καμπυλότητας τα 2m , όλες οι ακόλουθες συνθήκες πρέπει να εκπληρούνται :
 - ο όγκος που περιέχεται μεταξύ γειτονικών διαχωρισμάτων ή πλακών διόγκωσης να μην υπερβαίνει τα 7500lt ,
 - ο όγκος οποιουδήποτε διαμερίσματος να μην υπερβαίνει τα 15000lt , εκτός από την περίπτωση δεξαμενών για την αποκλειστική μεταφορά υγρών θερμοκρασίας ίσης με 100°C ή παραπάνω και κάτω από το σημείο ανάφλεξης ,
 - η απόσταση μεταξύ γειτονικών διαχωρισμάτων και πλακών διόγκωσης να μην υπερβαίνει τα 1,4m ,
 - οι γωνιακές ακτίνες συνδεόμενες με τις πάνω πλάγιες και κάτω ακτίνες να μην είναι μικρότερες των 300mm ,
 - τα πάχη των τελειωμάτων συμμορφώνονται βάσει των απαιτήσεων για περιβλήματα που έχουν φτιαχτεί με μονά ή διπλά τελειώματα , ανάλογα με τη περίπτωση.

- ✓ Για αποσυναρμολογούμενες δεξαμενές παρέχεται προστασία σε όλες τις μεριές από τις πλευρικές πτώσεις ή από την καμπίνα του φέροντος οχήματος.

- ✓ Για σχήματα περιβλημάτων με όχι κυκλική ή ελλειπτική διατομή με μέγιστη ακτίνα καμπυλότητας τα 2m , όταν εφαρμόζονται απαιτήσεις για καθολική αντοχή , πρέπει να εκπληρώνονται όλες οι ακόλουθες συνθήκες :
 - ο όγκος που περιέχεται μεταξύ γειτονικών διαχωρισμάτων ή πλακών διόγκωσης να μην υπερβαίνει τα 7500lt ,
 - ο όγκος οποιουδήποτε διαμερίσματος να μην υπερβαίνει τα 15000lt εκτός από την περίπτωση δεξαμενών για την αποκλειστική μεταφορά υγρών θερμοκρασίας ίσης με 100°C ή παραπάνω και κάτω από το σημείο ανάφλεξης ,
 - η απόσταση μεταξύ γειτονικών διαχωρισμάτων και πλακών διόγκωσης να μην υπερβαίνει τα 1,75m ,
 - η μέση απόσταση μεταξύ γειτονικών διαχωρισμάτων ή πλακών διόγκωσης να μην υπερβαίνει τα 1,4m ,
 - οι γωνιακές ακτίνες συνδεόμενες με τις πάνω πλάγιες και κάτω ακτίνες να μην είναι μικρότερες των 250mm ,
 - τα πάχη των τελειωμάτων συμμορφώνονται βάσει των απαιτήσεων για περιβλήματα που έχουν φτιαχτεί με μονά ή διπλά τελειώματα , ανάλογα με τη περίπτωση ,
 - για περιβλήματα φτιαγμένα με διπλά τελειώματα με χώρισμα που υπερβαίνει τα 100mm , τα τελειώματα πρέπει να συμμορφώνονται βάσει των απαιτήσεων που καθορίζονται παραπάνω ,
 - το ασθενέστερο 4m τμήμα του περιβλήματος έχει μια παγκόσμια ανθεκτικότητα τουλάχιστον 100kNm.

- ✓ Για παγκόσμιες ανθεκτικότητες πρέπει να χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες τιμές :
 - για διαχωρίσματα ή πλάκες διόγκωσης με μέγιστο πάχος που καθορίζεται από τον υπολογισμό του ελάχιστου πάχους : 40kNm
 - για διαχωρίσματα ή πλάκες διόγκωσης με ελάχιστο πάχος που καθορίζεται βάσει της μείωσής του : 20kNm
 - για τελειώματα : 20kNm

Υψηλότερες τιμές παγκόσμιων ανθεκτικότητων ή παγκόσμιες ανθεκτικότητες για άλλους τύπους μελών ενίσχυσης πρέπει μόνο να χρησιμοποιούνται , εάν επιβεβαιώνονται από δοκιμές που διεξήχθησαν βάσει αντίστοιχης παραγράφου του έβδομου κεφαλαίου ή ισοδύναμα εγκεκριμένα από την αρμόδια αρχή.

- b) Περιβλήματα σταθερών δεξαμενών και αποσυναρμολογούμενων δεξαμενών που είτε είναι κατ' ανώτατο όριο 5000lt χωρητικότητας ή διαιρούμενων σε διαμερίσματα δεξαμενών όχι περισσότερο των 5000lt χωρητικότητας θεωρείται ότι πρέπει να προστατευθούν ενάντια ζημιάς , εάν το πάχος τους στον μαλακό χάλυβα ή το ισοδύναμο πάχος τους υπολογισμένο σύμφωνα με τη σχέση 1 για άλλα υλικά δεν είναι μικρότερο από τις τιμές του πίνακα 2 :

Πίνακας 2 : Ελάχιστο πάχος περιβλήματος για μικρές και διαμερισματοποιημένες δεξαμενές.

Χωρητικότητα περιβλήματος ή διαμερίσματος περιβλήματος m ³	Μέγιστη ακτίνα κυρτότητας πάνω και κάτω m	Μέγιστη ακτίνα κυρτότητας πλευρών m	Ελάχιστο πάχος χάλυβα αναφοράς mm	Άλλοι χάλυβες mm	Ωστενιτικοί ανοξείδωτοι χάλυβες mm	Κράμματα αλουμινίου mm	Καθαρό αλουμίνιο mm
≤ 3,50	3	2	3	3	2,5	4	6
> 3,50 αλλά ≤ 5	3	2	4	4	3	5	8
≤ 5	2	2	3	3	2,5	4	6

Δοχεία δεξαμενών και κινητά αμαξώματα θεωρείται ότι πρέπει να προστατευθούν έναντι ζημιάς όταν υιοθετείται ένα από τα ακόλουθα μέτρα :

- το περίβλημα είναι φτιαγμένο με διπλά τοιχώματα ή
- υπάρχει μια δομή , που ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του ISO 1496-3 , στην οποία το περίβλημα υποστηρίζεται από έναν πλήρη σκελετό συμπεριλαμβανομένου διαμήκη και εγκάρσια δομικά μέλη.

4.2 Δυναμικές συνθήκες

A) Οι κατάλληλες δυναμικές συνθήκες στη θερμοκρασία σχεδιασμού και οι απαιτήσεις της δοκιμής πίεσης του προτύπου EN 12972 πρέπει να πληρούνται χωρίς να υπερβαίνουν τα επίπεδα της πίεσης σχεδιασμού.

➤ Θερμοκρασία σχεδιασμού

Το ελάχιστο όριο της θερμοκρασίας σχεδιασμού πρέπει να είναι μεταξύ των -20°C έως $+50^{\circ}\text{C}$. Όπου η δεξαμενή πιθανόν να υπόκειται σε πολύ σοβαρές συνθήκες, το εύρος της θερμοκρασίας σχεδιασμού πρέπει να επεκταθεί μέσα στο όριο -40°C έως $+50^{\circ}\text{C}$. Το εύρος της θερμοκρασίας σχεδιασμού δεξαμενών που προορίζονται για ουσίες που μεταφέρονται σε αυξημένες θερμοκρασίες, το ελάχιστο που πρέπει να επεκταθεί είναι στη μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας.

➤ Πίεση σχεδιασμού

Η μέγιστη πίεση στο υλικό της δεξαμενής και στη δομή στήριξής της δε πρέπει να ξεπερνάει το ελάχιστο της $0,75 R_e$ ή $0,5 R_m$, για δοχεία δεξαμενών και για κινητά αμαξώματα δεξαμενών. Η πίεση του υλικού της δομής στήριξης δε πρέπει να ξεπερνάει το $0,66 R_e$.

B) Τα περιβλήματα, τα παρελκόμενά τους και ο δομικός εξοπλισμός τους (συμπεριλαμβανομένων των χωρισμάτων) πρέπει να είναι σχεδιασμένα να αντέχουν τις δυνάμεις και τις δυναμικές πιέσεις προερχόμενες από το συνδυασμό της υψηλότερης τιμής των P_v ή P_{ts} με, χωριστά, καθένα από τα ακόλουθα, χωρίς να υπερβαίνουν την πίεση σχεδιασμού:

- προς την κατεύθυνση του οχήματος, μια επιτάχυνση των 2g στη μέγιστη επιτρεπόμενη μάζα (στην περίπτωση αυτοφερόμενων ρυμουλκούμενων η μέγιστη επιτρεπτή μάζα θα πρέπει να περιλαμβάνει τη μάζα των αξόνων, τροχών και λάστιχων και πρέπει να

θεωρείται ότι ενεργεί στο σημείο ζεύξης), αν λαμβάνονται υπ' όψιν οι πλάκες διόγκωσης στους υπολογισμούς, η επίδρασή τους πρέπει να αποδειχθεί,

- σε δεξιές γωνίες της κατεύθυνσης του οχήματος, μια επιτάχυνση του 1g επιδρά στη μέγιστη μάζα,
- κάθετα προς τα πάνω, μια επιτάχυνση του 1g επιδρά στη μέγιστη μάζα,
- κάθετα προς τα κάτω, μια επιτάχυνση του 2g επιδρά στη μέγιστη μάζα.

Γ) Με τις ακόλουθες εξαιρέσεις, μια δεξαμενή που έχει μέγιστο μήκος λιγότερο από τα 2,9m πρέπει να σχεδιάζεται να αντέχει τις δυνάμεις που καθορίζονται στο Β, εκτός από το ότι σε όλες τις οριζόντιες κατευθύνσεις οι δυνάμεις πρέπει να είναι διπλάσιες της συνολικής μάζας:

- μια δεξαμενή μόνιμα τοποθετημένη στο πλαίσιο του οχήματος,
- μια αποσυναρμολογημένη δεξαμενή σε οδικό όχημα, στου οποίου το πλαίσιο μπορεί να ταιριάζει μόνο σε ένα προσανατολισμό.

4.3 Συνθήκες πίεσης

- Το περίβλημα της δεξαμενής πρέπει να είναι σχεδιασμένο να αντέχει μια μέγιστη πίεση δοκιμής, η οποία πρέπει να είναι μεγαλύτερη από:

α) την πίεση που δημιουργείται από μια στήλη νερού ισοδύναμη με 2 φορές του βάθους της δεξαμενής πολλαπλασιαζόμενη με τη σχετική πυκνότητα του πιο πυκνού συστατικού που μεταφέρεται,

β) την πίεση που δημιουργείται από μια στήλη νερού ισοδύναμη με 2 φορές του βάθους της δεξαμενής,

γ) 1,3 φορές της μέγιστης πίεσης λειτουργίας.

- Για διατροφικές δεξαμενές και για δεξαμενές με διαμερίσματα πρέπει να είναι σχεδιασμένα να αντέχουν μια πίεση δοκιμής που υποβάλλει όλα τα μέρη ενός διαμερίσματος σε μια πίεση το λιγότερο ίση με:

$1,3 * (P_{ts} + \text{το επικρατές ρευστό της πιο πυκνής ουσίας που μεταφέρεται})$

- Η πίεση δοκιμής πρέπει να σχετίζεται με το υψηλότερο σημείο του θαλάμου.

4.4 Μερικές συνθήκες κενού

Το περίβλημα και τα χωρίσματα πρέπει να είναι ικανά να αντέχουν μια συνθήκη κενού 3kPa κάτω της ατμοσφαιρικής πίεσης.

4.5 Εξαρτήματα δεξαμενής

4.5.1 Ανοίγματα και ανθρωποθυρίδες

Κάθε δεξαμενή και διαμέρισμα με χωρητικότητα των 3000lt ή μεγαλύτερη πρέπει να παρέχεται με ανθρωποθυρίδα για να επιτρέπεται η επιθεώρηση του εσωτερικού της. Δεξαμενές και διαμερίσματα με χωρητικότητα μικρότερη των 3000lt πρέπει να παρέχονται είτε με ένα άνοιγμα για επιθεώρηση είτε με μια ανθρωποθυρίδα.

Οι διάμετροι των ανοιγμάτων πρέπει να είναι :

- Όχι μικρότερες των 100mm και όχι μεγαλύτερες των 300mm για ανοίγματα με σκοπό την επιθεώρηση ,
- Όχι μικρότερες των 500mm για κυκλικές ανθρωποθυρίδες ,
- Για μη κυκλικές ανθρωποθυρίδες καμία από τις διαστάσεις δε πρέπει να είναι μικρότερη των 500mm.

Σημείωση : Είναι σκόπιμο να επιτρέπεται η πρόσβαση με όλα τα απαραίτητα διασσωστικά μέσα συμπεριλαμβανόμενων των αυτοδύναμων αναπνευστικών συσκευών. Οι ελάχιστες διαστάσεις των ανθρωποθυρίδων και των ανοιγμάτων επιθεώρησης σε επενδυμένα περιβλήματα πρέπει να διατηρούνται μετά την εφαρμογή της επένδυσης.

4.5.2 Δακτυλίδια και κλεισίματα

Τα δακτυλίδια και οι φλάντζες ενός ανοίγματος πρέπει να συμμορφώνονται σύμφωνα με το κεφάλαιο. Καλύμματα πλακών , στερεώσεις και οι όψεις τους που σφραγίζονται πρέπει να σχεδιάζονται να αντέχουν μια εσωτερική πίεση όχι μικρότερη των 265kPa. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στον σχηματισμό των ανοιγμάτων , των όψεων που σφραγίζονται και των καλυμμάτων των πλακών πρέπει να είναι σε συμφωνία με την παράγραφο 3.2.

4.5.3 Καλύμματα πλακών

Κλεισίματα που καλύπτουν τα ανοίγματα με μια εσωτερική διάμετρο των 200mm ή μεγαλύτερη πρέπει να φτιάχνονται από μεταλλικά υλικά σε συμφωνία με τη παράγραφο 3.2.

4.5.4 Βάσεις για τον εξοπλισμό των υπηρεσιών

Οι βάσεις του εξοπλισμού των υπηρεσιών πρέπει να είναι διατεταγμένες , έτσι ώστε να παρέχουν προστασία έναντι του κινδύνου ο εξοπλισμός να ξεβιδωθεί ή καταστραφεί , και πρέπει να πληροί κάθε δυνατή απαίτηση καθοριζόμενη από τον κατασκευαστή του εξοπλισμού.

4.5.5 Διαχωρίσματα περιβλημάτων , πλάκες διόγκωσης και διαφράγματα

Οι πλάκες διόγκωσης και τα διαχωρίσματα πρέπει να είναι είτε :

- κοίλα , με βάθος κοιλότητας όχι λιγότερο από 100mm ή
 - αυλακωτά , με περίγραμμα ή αλλιώς ενισχυμένα
- a) Διαχωρίσματα και πλάκες διόγκωσης , συμπεριλαμβάνοντας κάθε πλάκα υποστήριξης , πρέπει να είναι συνεχώς συγκολλημένα στο περίβλημα εκτός εκείνων που προβλέπονται στην παράγραφο c.
- b) Το πάχος των διαχωρισμάτων και των πλακών διόγκωσης δεν πρέπει να είναι μικρότερο από το ελάχιστο πάχος του περιβλήματος. Για τα διαχωρίσματα , οι ιδιότητες των υλικών

πρέπει να είναι το ελάχιστο οι ίδιες με εκείνες του περιβλήματος , όταν έχουν το ελάχιστο πάχος.

- c) Πλάκες διόγκωσης , διαφράγματα και ενισχυμένα στοιχεία επεκτεινόμενα περισσότερο από τα 70mm από την εσωτερική επιφάνεια του περιβλήματος πρέπει να έχουν ανοίγματα πάνω , κάτω και πλάγια για να βοηθούν στο άδειασμα της δεξαμενής σε μερική ή ολική ανατροπή και να αποτραπεί να παγιδευτεί ο ατμός καθιστώντας το επίπεδο του συστήματος ανίχνευσης ανενεργό κατά τη διάρκεια του γεμίσματος. Τα ανοίγματα στην οροφή πρέπει να έχουν μια συνολική διατμηματική περιοχή το λιγότερο 2000mm² υπεράνω μιας οριζόντιας γραμμής 100mm από κάτω του διατμηματικού περιβλήματος. Τα ανοίγματα στον πυθμένα πρέπει μαζί με όλα τα φρεάτια να επιτρέπουν την πλήρη αποστράγγιση στο σημείο απόρριψης.
- d) Τα διαμερίσματα που γειτνιάζουν με τα άκρα δε πρέπει να είναι εφοδιασμένα με διαμήκη χωρίσματα. Όπου διαμήκη διαφράγματα και πλάκες διόγκωσης εφοδιάζονται σε διαμερίσματα που γειτνιάζουν με τα άκρα , πρέπει να υπάρχει μια ξεκάθαρη απόσταση των 200mm μεταξύ τους και του τέλους της δεξαμενής σε κάθε σημείο.

4.5.6 Προσαρτήματα στο περίβλημα

- a) Ενισχύσεις στα προσαρτήματα του περιβλήματος πρέπει να σχεδιάζονται , έτσι ώστε η καθορισμένη πίεση της παραγράφου 4.2 να μην υπερβαίνεται.
- b) Τα μέσα με τα οποία τα προσαρτήματα ταιριάζουν στο περίβλημα πρέπει να σχεδιάζονται λαμβάνοντας υπ' όψιν τον σκοπό των προσαρτημάτων και τον κίνδυνο ζημιάς στο περίβλημα όταν το προσάρτημα υπόκειται σε πρόσθετες δυνάμεις.
- c) Οι εγκαταστάσεις αποστράγγισης πρέπει να παρέχονται , όπου αντιθέτως δημιουργούνται σφραγισμένοι χώροι μεταξύ του προϊόντος που περιέχει το φλοιό του περιβλήματος και εσωτερικά ή εξωτερικά προσαρτήματα , και ενισχύσεις. Οι εγκαταστάσεις αποστράγγισης δεν πρέπει να σφραγίζονται.
- d) Οι σωλήνες που περνούν μέσα στο περίβλημα πρέπει να τοποθετούνται και να σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος της ζημιάς του περιβλήματος , όταν εξωτερικές δυνάμεις εφαρμόζονται στους σωλήνες ή στο περίβλημα. Σωλήνες με εσωτερική διάμετρο που υπερβαίνει τα 55mm , με μήκος έξω από το περίβλημα περισσότερο των 50mm σε κάθε μέρος , πρέπει να σχεδιάζονται έτσι

ώστε , σε περίπτωση τυχαίας ζημιάς στο σωλήνα έξω από τη δεξαμενή , το εξωτερικό τμήμα του σωλήνα σπάει χωρίς να προκαλείται ζημιά στο περίβλημα. Το πάχος τοιχώματος των σωλήνων δεν πρέπει να είναι μικρότερο από το πάχος που δείχνει ο πίνακας 3 , ή του πάχους του περιβλήματος , όποιο από τα δύο είναι μικρότερο. Ανοικτές σωληνώσεις που περνούν μέσα από το περίβλημα που δε χρησιμοποιούνται για αποστράγγιση πρέπει να εκτείνονται έξω από το περίβλημα για ένα ελάχιστο μήκος των 20mm.

Πίνακας 3 : Ελάχιστο πάχος σωλήνων που περνούν μέσα από το περίβλημα.

Εσωτερική διάμετρος mm	Ωστενικός χάλυβας mm	Μαλακός χάλυβας mm	Κράμα αλουμινίου mm
≤ 55	2,5	3,0	4,0
> 55	3,0	4,0	5,0

4.5.7 Δομή στήριξης του περιβλήματος

- Οι δομές στήριξης του περιβλήματος πρέπει να σχεδιάζονται , έτσι ώστε οι πιέσεις που καθορίζονται στην παράγραφο 4.2 να μην υπερβαίνονται , όταν υπόκεινται σε στατικές και δυναμικές φορτισμένες δυνάμεις καθοριζόμενες στην ίδια παράγραφο.
- Οι δομές στήριξης του περιβλήματος για να συγκολληθούν στο περίβλημα πρέπει να παρέχονται με μια πλάκα υποστήριξης ή εντοπισμένη ενίσχυση ως μέσο για να είναι σύμφωνο με την παράγραφο 4.5.7. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για τις πλάκες υποστήριξης ή άλλες ενισχύσεις , συγκολλημένα απ' ευθείας στο περίβλημα πρέπει να είναι γνωστό ότι είναι συμβατά με το υλικό του περιβλήματος , και ικανά να συγκολλούνται χωρίς να παράγουν ελαττώματα.

4.5.8 Προστασία του εξοπλισμού εξυπηρέτησης τοποθετούμενου στην οροφή της δεξαμενής.

4.5.8.1 Γενικές απαιτήσεις

- a) Προστασία έναντι ζημιάς προκαλούμενη από ανατροπή πρέπει να παρέχεται στο περίβλημα της δεξαμενής , έτσι ώστε να περιέχει ολόκληρο τον εξοπλισμό εξυπηρέτησης τοποθετούμενο στην οροφή του περιβλήματος που συνδέεται με το εσωτερικό του περιβλήματος.
- b) Οι συσκευές προστασίας και οι θέσεις τοποθέτησης για τον εξοπλισμό εξυπηρέτησης πρέπει να σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο , ώστε ο εξοπλισμός εξυπηρέτησης να τοποθετείται στο ανώτερο τμήμα του περιβλήματος το ελάχιστο 25mm στην περιφέρεια της προστατευτικής συσκευής.
- c) Όταν η περιοχή που περιβάλλεται από συσκευή προστασίας δεν αυτοαποστραγγίζεται , πρέπει να προβλέπεται ένα σύστημα αποστράγγισης.
- d) Η πλήρης προστασία της οροφής της δεξαμενής πρέπει να σχεδιάζεται να αντέχει , χωρίς μόνιμη παραμόρφωση , στατική φόρτιση , κάθετα εφαρμοζόμενη , ίση με το διπλάσιο του μικτού βάρους του βυτιοφόρου. Αυτή η απαίτηση πρέπει να θεωρείται ότι πληρείται όταν η συσκευή προστασίας συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις που καθορίζονται στην παράγραφο 4.5.8.2.

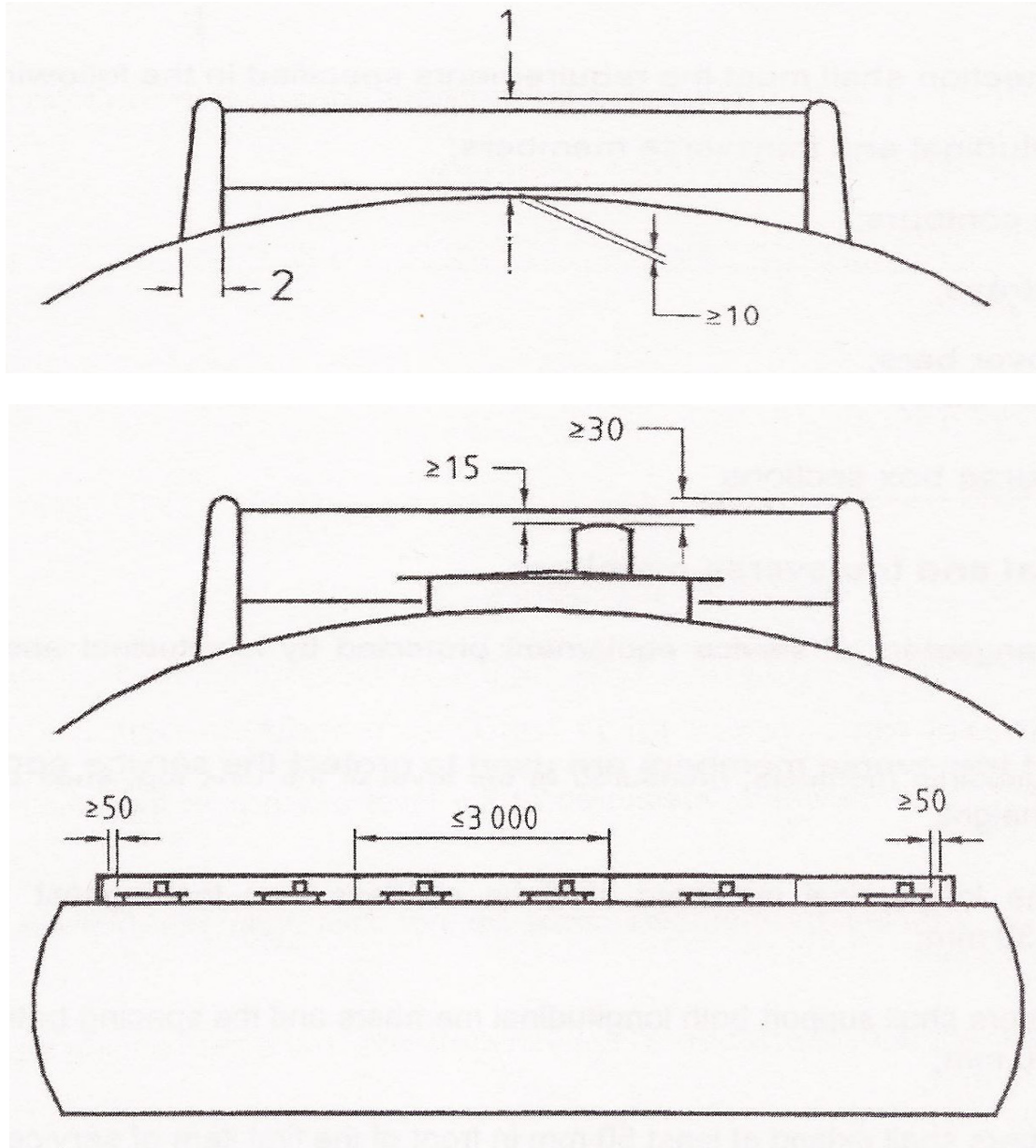
4.5.8.2 Ελάχιστες απαιτήσεις

A. Γενικά

Ειδικές μορφές προστασίας πρέπει να πληρούν τις απαιτήσεις που καθορίζονται στις ακόλουθες υποπαραγράφους.

B. Διαμήκη και εγκάρσια μέλη

Μια τυπική διάταξη του εξοπλισμού εξυπηρέτησης προστατευόμενου από διαμήκη και εγκάρσια μέλη παρουσιάζεται στην εικόνα 1.

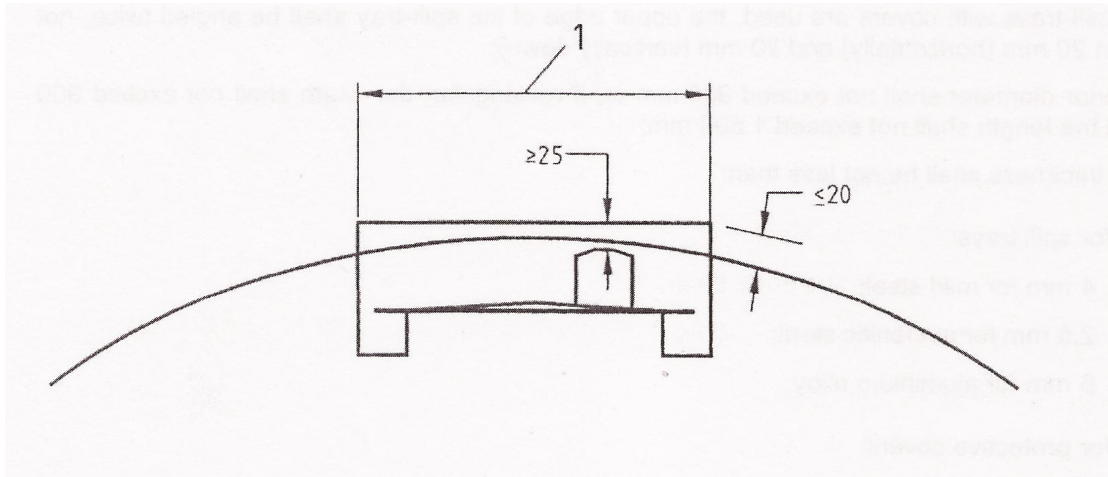


Εικόνα 1 : Τυπική διάταξη του εξοπλισμού εξυπηρέτησης προστατευόμενου από διαμήκη και εγκάρσια άκρα. 1 : Ύψος του διαμήκους άκρου προστασίας πάνω στην κορυφή του περιβλήματος (μετρούμενου στην κορυφή της κεντρικής γραμμής του περιβλήματος) , 2 : Πλάτος του διαμήκους άκρου προστασίας (μετρούμενου στη βάση του) – όχι μικρότερο από το ένα τρίτο του ύψους.

Όπου τα διαμήκη και εγκάρσια μέλη χρησιμοποιούνται για να προστατεύουν τον εξοπλισμό εξυπηρέτησης :

- a. πρέπει να είναι σχεδιασμένα να αποτελούν ένα κλειστό τμήμα κουτιού , όταν τοποθετούνται στην οροφή της δεξαμενής ,
- b. το πλάτος των διαμήκη μελών , μετρημένα στο επίπεδο της κορυφής της δεξαμενής , δεν πρέπει να είναι μικρότερο από το ένα τρίτο του ύψους ,
- c. το ύψος των διαμήκη μελών δεν πρέπει να είναι μικρότερο από το υψηλότερο αντικείμενο του εξοπλισμού εξυπηρέτησης συν 30mm ,
- d. τα εγκάρσια μέλη πρέπει να υποστηρίζουν τα δύο διαμήκη μέλη και το κενό μεταξύ τους δε πρέπει να ξεπερνάει τα 3000mm ,
- e. τα εγκάρσια μέλη πρέπει να εκτείνονται το λιγότερο 50mm μπροστά από το πρώτο στοιχείο του εξοπλισμού εξυπηρέτησης και το λιγότερο 50mm πίσω από το τελευταίο στοιχείο του εξοπλισμού εξυπηρέτησης ,
- f. το ύψος των εγκαρσίων μελών δε πρέπει να είναι μικρότερο από το υψηλότερο στοιχείο του εξοπλισμού εξυπηρέτησης συν 15mm ,
- g. η κάθετη απόσταση μεταξύ των εγκαρσίων μελών και του περιβλήματος στην κεντρική γραμμή της δεξαμενής , δε πρέπει να είναι μικρότερη από τα 10mm ,
- h. η διατομή των εγκαρσίων μελών πρέπει να έχουν μια ελάχιστη ροπή αντίστασης σχετικά με τον οριζόντιο άξονα το λιγότερο 10cm^3 στον χάλυβα αναφοράς ή ισοδύναμα σε ένα άλλο μέταλλο. Η ροπή αντίστασης πρέπει να διατηρείται όπου παρέχονται αποκομμένα τμήματα για να αποχωρίζουν τη συλλογή ατμών ή άλλες σωληνώσεις.
- i. εγκάρσια άκρα πρέπει να έχουν το λιγότερο ένα άνοιγμα αποστράγγισης στο χαμηλότερο σημείο ,
- j. το πάχος τοιχώματος των διαμήκη άκρων και των εγκαρσίων άκρων δε πρέπει να είναι μικρότερο από :
 - 2,5 mm για μαλακό χάλυβα ,
 - 2 mm για ωστενιτικό χάλυβα ,
 - 4 mm για κράμα αλουμινίου.
- k. Τα διαμήκη άκρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για συλλογή ατμού.

C. Περιγραμμένα περιβλήματα

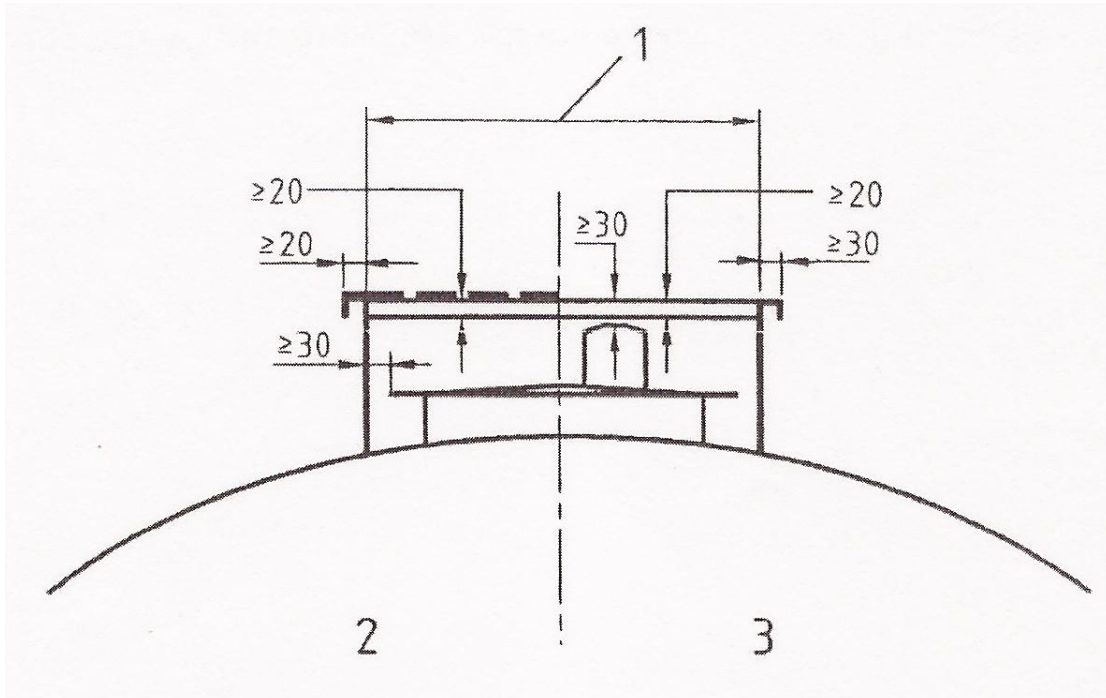


Εικόνα 2 : Τυπική διάταξη εξοπλισμού εξυπηρέτησης προστατευόμενου από το περίγραμμα του περιβλήματος. 1 : ≤ 700 εξωτερικά

Όταν τα στοιχεία του εξοπλισμού εξυπηρέτησης τοποθετούνται εντελώς μέσα στο περίγραμμα του περιβλήματος για προστασία :

- a) πρέπει να τοποθετούνται σε προστατευτικό δακτύλιο σε εσοχή μέσα στο περίβλημα (εξωτερικό περίβλημα δεξαμενής) με τέτοιο τρόπο , ώστε να είναι το λιγότερο 25mm μέσα στο περίγραμμα της επάνω άκρης του δακτυλίου ,
- b) ο δακτύλιος δε πρέπει να εκτείνεται έξω από το περίγραμμα του περιβλήματος πάνω από 20mm ,
- c) η εξωτερική διάμετρος του προστατευτικού δακτυλίου δε πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 700mm ,
- d) το πάχος τοιχώματος του δακτυλίου δε πρέπει να είναι μικρότερο από :
 - 6 mm για μαλακό χάλυβα ,
 - 4 mm για ωστενιτικό χάλυβα ,
 - 8 mm για κράμα αλουμινίου.

D. Δίσκοι υπερχειίλισης



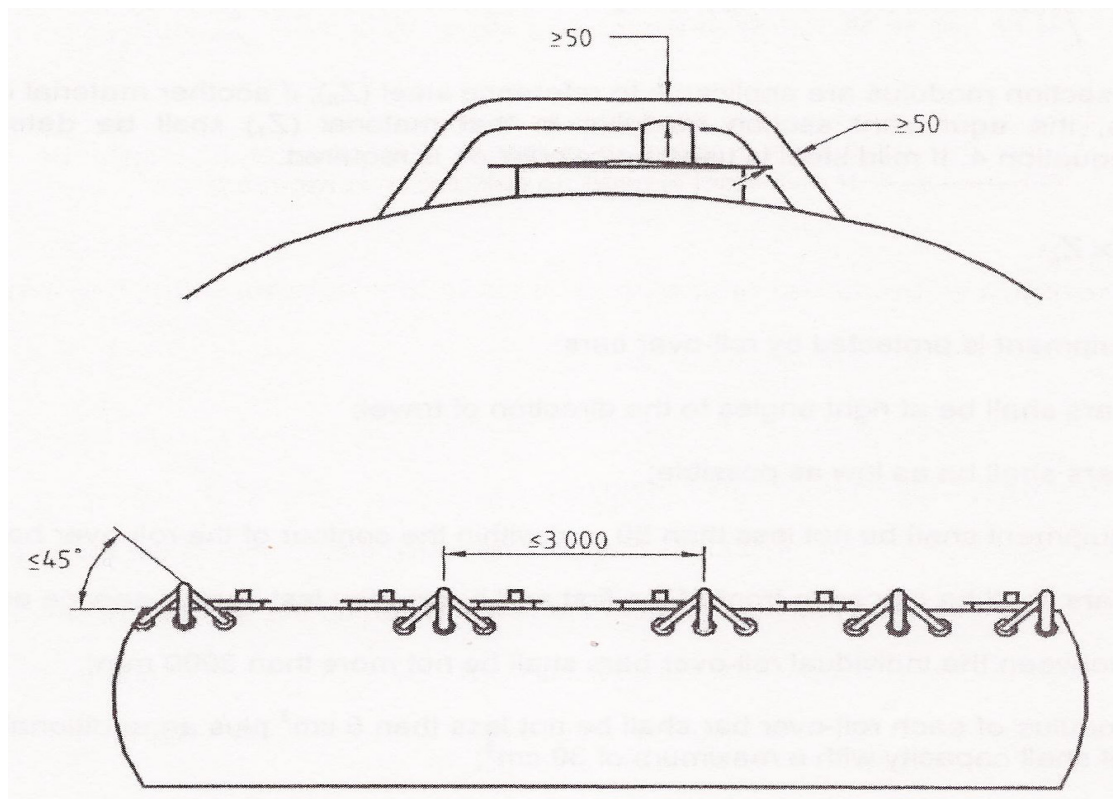
Εικόνα 3 : Τυπική διάταξη εξοπλισμού εξυπηρέτησης προστατευόμενου από δίσκους υπερχειίλισης. 1 : ≤ 900 πλάτος διαμέτρου , ≤ 1500 μήκος (αν είναι ορθογώνιο) , 2 : Δίσκος υπερχειίλισης με κάλυμμα , 3 : Δίσκος υπερχειίλισης χωρίς κάλυμμα

Όταν χρησιμοποιούνται δίσκοι υπερχειίλισης για την προστασία του εξοπλισμού εξυπηρέτησης :

- πρέπει να έχουν το ύψος του υψηλότερο στοιχείου του εξοπλισμού εξυπηρέτησης συν 30mm ,
- πρέπει να εσωκλείουν όλα τα εξαρτήματα του εξοπλισμού εξυπηρέτησης εντελώς με ένα ελάχιστο πλευρικό διάκενο των 30mm ανάμεσα στο δίσκο υπερχειίλισης και του εξοπλισμού που προστατεύεται ,
- όπου χρησιμοποιούνται δίσκοι υπερχειίλισης χωρίς καλύμματα , το επάνω άκρο του δίσκου υπερχειίλισης πρέπει να αγκιστρώνεται δύο φορές , σε απόσταση όχι μικρότερη από 20mm (οριζοντίως) και 20mm (καθέτως) ,
- όπου χρησιμοποιούνται δίσκοι υπερχειίλισης με καλύμματα , το επάνω άκρο του δίσκου υπερχειίλισης πρέπει να αγκιστρώνεται δύο φορές , σε απόσταση όχι μικρότερη από 30mm (οριζοντίως) και 20mm (καθέτως) ,

- e) η εξωτερική διάμετρος δε πρέπει να επεκτείνεται παραπάνω από 900mm ή , αν είναι ορθογώνιο , το πλάτος δε πρέπει να επεκτείνεται παραπάνω από 900mm και το μήκος δε πρέπει να επεκτείνεται παραπάνω από 1500mm ,
- f) το πάχος τοιχώματος δε πρέπει να είναι μικρότερο από :
- για δίσκους υπερχείλισης:
 - 4 mm για μαλακό χάλυβα ,
 - 2,5 mm για ωστενιτικό χάλυβα ,
 - 6 mm για κράμα αλουμινίου.
 - για προστατευτικά καλύμματα:
 - 2 mm για μαλακό χάλυβα ,
 - 1,5 mm για ωστενιτικό χάλυβα ,
 - 3 mm για κράμα αλουμινίου.

Ε. Υπερυψωμένες αμπάρες



Εικόνα 4 : Τυπική διάταξη εξοπλισμού εξυπηρέτησης προστατευόμενου από υπερυψωμένες αμπάρες.

Οι υπερυψωμένες αμπάρες πρέπει να τοποθετούνται στα ενισχυμένα στοιχεία του περιβλήματος , όπως είναι τα διαχωρίσματα και οι πλάκες διόγκωσης.

Οι τιμές της ροπής αντίστασης είναι εφαρμόσιμες στον χάλυβα αναφοράς (Z_0) , αν χρησιμοποιείται άλλο υλικό για τις υπερυψωμένες αμπάρες , η ισοδύναμη ροπή αντίστασης για αυτό το υλικό (Z_1) , πρέπει να υπολογίζεται σύμφωνα με την παρακάτω εξίσωση :

$$Z_1 = \frac{10000}{R_{m1} \cdot A_1} \cdot Z_0 \quad (2)$$

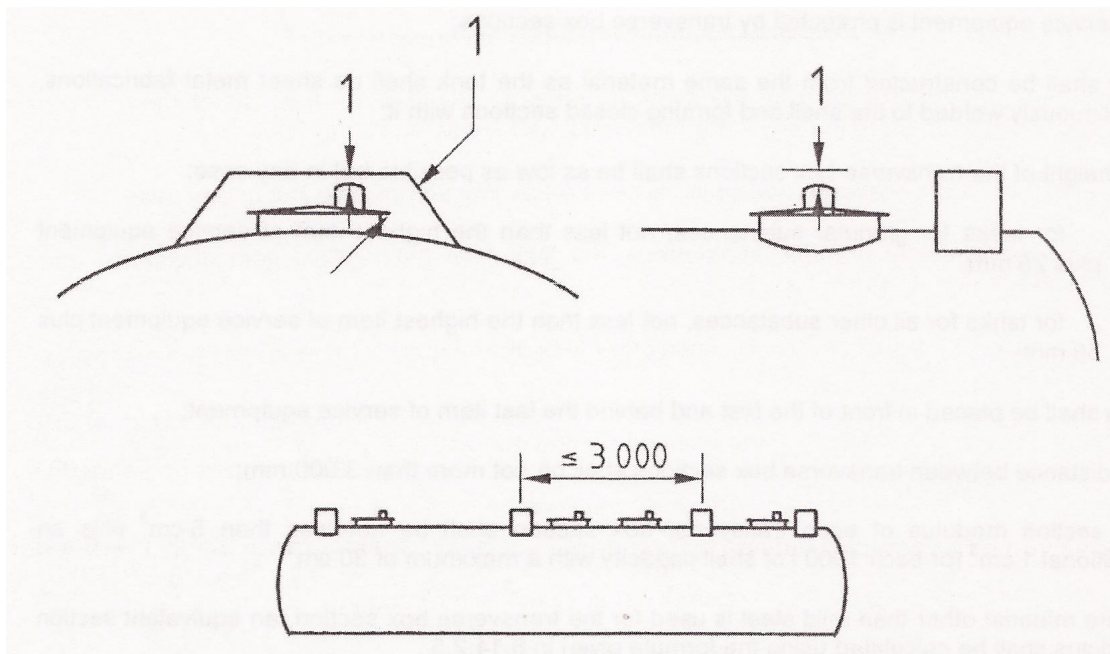
Εάν χρησιμοποιείται μαλακός χάλυβας δε χρειάζεται υπολογισμός.

Όπου ο εξοπλισμός εξυπηρέτησης προστατεύεται από υπερυψωμένες αμπάρες :

- a) οι υπερυψωμένες αμπάρες πρέπει να είναι σε κάθετες γωνίες στην κατεύθυνση της πορείας ,
- b) οι υπερυψωμένες αμπάρες πρέπει να είναι χαμηλές όσο είναι δυνατόν ,
- c) ο εξοπλισμός εξυπηρέτησης δε πρέπει να είναι μικρότερος από 50mm μέσα στο περίγραμμα της υπερυψωμένης αμπάρας ,
- d) οι υπερυψωμένες αμπάρες πρέπει να είναι τοποθετημένες μπροστά από το πρώτο και πίσω από το τελευταίο στοιχείο του εξοπλισμού εξυπηρέτησης ,
- e) η απόσταση μεταξύ των ατομικών υπερυψωμένων αμπάρων δε πρέπει να είναι παραπάνω από 3000mm ,
- f) η ροπή αντίστασης κάθε υπερυψωμένης αμπάρας δε πρέπει να είναι μικρότερη από 5cm^3 συν επιπλέον 1cm^3 για κάθε 1000lt χωρητικότητας περιβλήματος με ένα μέγιστο των 30cm^3 ,
- g) οι υπερυψωμένες αμπάρες και οι ενισχύσεις πρέπει να συνδέονται στο περίβλημα σε τοπικά ενισχυμένα μέρη για να μειώσουν τους κινδύνους της ζημιάς του περιβλήματος ,
- h) οι υπερυψωμένες αμπάρες στηρίζονται για σταθερότητα στον διαμήκη άξονα του περιβλήματος ,
- i) η γωνία του περιβλήματος των ενισχύσεων δε πρέπει να είναι παραπάνω από 45° ,
- j) οι ενισχύσεις πρέπει να προσδένονται όσο ψηλότερα είναι δυνατόν στην υπερυψωμένη αμπάρα ,

- κ) η ροπή αντίστασης των ενισχύσεων μαζί δε πρέπει να είναι μικρότερη από την τιμή της υπερυψωμένης αμπάρας ,
- λ) όπου χρησιμοποιούνται ενισχυμένα ελάσματα για ενισχύσεις , η αντοχή τους σε κάμψη δε πρέπει να είναι μικρότερη από τα συστήματα σωληνώσεων σύμφωνα με τα h , l , j , k.

F. Εγκάρσια τμήματα κουτιών.



Εικόνα 5 : Τυπική διάταξη εξοπλισμού εξυπηρέτησης προστατευόμενου από εγκάρσια τμήματα κουτιών. 1 : ≥ 25 για κοκκώδεις ουσίες , 2 : ≥ 50 για όλες τις άλλες ουσίες.

Όπου ο εξοπλισμός εξυπηρέτησης προστατεύεται από εγκάρσια τμήματα κουτιών :

- a) πρέπει να κατασκευάζονται από το ίδιο υλικό με του περιβλήματος της δεξαμενής , όπως κατασκευές από λαμαρίνα συνεχώς συγκολλημένες στο περίβλημα και σχηματίζοντας κλειστά τμήματα με αυτό ,
- b) το ύψος των εγκάρσιων τμημάτων κουτιών πρέπει να είναι όσο χαμηλότερα είναι δυνατόν , αλλά σε κάθε περίπτωση :
- για δεξαμενές για κοκκώδεις ουσίες , όχι μικρότερο από υψηλότερο στοιχείο του εξοπλισμού εξυπηρέτησης συν 25mm ,

- για δεξαμενές για όλες τις άλλες ουσίες , όχι μικρότερο από υψηλότερο στοιχείο του εξοπλισμού εξυπηρέτησης συν 50mm ,
- c) πρέπει να τοποθετούνται μπροστά από το πρώτο και πίσω από το τελευταίο στοιχείο του εξοπλισμού εξυπηρέτησης ,
- d) η απόσταση μεταξύ εγκάρσιων τμημάτων κουτιών δε πρέπει να είναι παραπάνω από 3000mm ,
- e) η ροπή αντίστασης για κάθε εγκάρσιο τμήμα κουτιού δε πρέπει να είναι μικρότερη από 5cm^3 συν επιπλέον 1cm^3 για κάθε 1000lt χωρητικότητας περιβλήματος με ένα μέγιστο των 30cm^3 ,
- f) όπου χρησιμοποιείται άλλο υλικό από αυτό του μαλακού χάλυβα για το εγκάρσιο τμήμα κουτιού , μια ισοδύναμη ροπή αντίστασης πρέπει να υπολογίζεται χρησιμοποιώντας την εξίσωση που δίνεται από τη σχέση 2 ,
- g) εάν το πλάτος του εγκάρσιου τμήματος κουτιού είναι μεγαλύτερο από το ύψος του , μετρούμενο στο υψηλότερο σημείο πάνω στο περίβλημα , δεν είναι απαραίτητη επιπλέον ενίσχυση , αλλιώς οι διατάξεις της παραγράφου Ε πρέπει να εφαρμόζονται.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

5.1 Πιστοποίηση σχεδιασμού

Ο σχεδιασμός μιας δεξαμενής πρέπει να πιστοποιείται σε συμφωνία με μια ή με συνδυασμό των μεθόδων που ακολουθούν :

- για περιβλήματα με κυκλική διατομή , να εφαρμόζεται η οδηγία EN 14025 ή όποια άλλη μέθοδος που επεξηγείται στο παρόν κεφάλαιο ,
- για περιβλήματα με μη κυκλικές διατομές :
 - ✓ δυναμική δοκιμή ,
 - ✓ ανάλυση τάσεων με πεπερασμένα στοιχεία ,
 - ✓ σχεδιασμός αναφοράς βασιζόμενος στην εμπειρία της αρμόδιας αρχής με υπάρχοντα σχέδια δεξαμενής ,
 - ✓ μέθοδο υπολογισμού.

Πρέπει να παραχθεί τεύχος τεκμηρίωσης που να παράσχει στοιχεία για την πιστοποίηση του σχεδιασμού.

5.2 Μέθοδοι διακρίβωσης

Μία ή συνδυασμός μεθόδων που καθορίζονται στο 5.2.1 έως 5.2.4 πρέπει να χρησιμοποιούνται για τη διακρίβωση του σχεδιασμού της δεξαμενής και δομής για την πρόσδεσή της στο όχημα.

5.2.1 Δυναμικές δοκιμές

Μετρήσεις της επιτάχυνσης και συναφών καταπονήσεων πρέπει να πραγματοποιούνται κατά τους τρόπους των ακόλουθων δοκιμών (μέθοδοι για διακρίβωση των φορτίων που καθορίζονται στην παράγραφο 4.2.B) :

- Δοκιμή πέδησης.

Η πέδηση πρέπει να διεξάγεται σε επίπεδη και στεγνή πίστα με μια επιτάχυνση περίπου 0,6g. Οι μετρούμενες τιμές πρέπει να επεκταθούν γραμμικά έως την επιθυμητή 2g.

- Οδηγώντας σε ανώμαλο δρόμο.

Δεν είναι απαραίτητο να οδηγείτε σε μια πίστα δοκιμών που χρησιμοποιείται στην κατασκευή αυτοκινήτων για τη διασφάλιση της αντοχής. Επίπεδες πίστες με εμπόδια (για παράδειγμα ξύλινες προεξοχές 45mm ύψος και κλίση στην κατεύθυνση της κίνησης , σε απόσταση που αντιστοιχεί μεταξύ του πρώτου και του τελευταίου άξονα του βυτίου) είναι επαρκείς. Τα εμπόδια πρέπει να είναι τοποθετημένα εναλλάξ στη δεξιά και στην αριστερή πλευρά. Η ταχύτητα του βυτίου στο δρόμο και το ύψος των εμποδίων πρέπει να είναι τέτοιες ώστε οι τιμές των αποτελεσμάτων να επιτρέπουν επέκταση έως τα 2g.

- Οδηγώντας αργά σε κύκλο ελάχιστης διαμέτρου 15m (εφαρμοζόμενο σε συνδυασμούς οχημάτων που δεν υπερβαίνουν το συνολικό μήκος των 18,65m , για άλλους συνδυασμούς οχημάτων άλλες διαμέτροι με τόννευση μπορούν να εφαρμοστούν).

Η ταχύτητα πρέπει να είναι τέτοια ώστε το όριο της ανατροπής του βυτίου στο δρόμο να μην επιτυγχάνεται. Εάν είναι απαραίτητο , θα πρέπει να παρέχεται υποστηρικτική συσκευή. Όταν έχει επιτευχθεί μια εγκάρσια επιτάχυνση των 0,4g πρέπει να πραγματοποιείται μια γραμμική επέκταση.

Γραμμική προέκταση των μετρούμενων καταπονήσεων πρέπει να πραγματοποιείται για να λαμβάνεται υπ' όψη :

- η διαφορά μεταξύ των μετρούμενων επιταχύνσεων και των επιταχύνσεων σχεδιασμού που καθορίστηκαν παραπάνω ,
- η διαφορά μεταξύ της μάζας του υγρού δοκιμής (νερό) και της μέγιστης μάζας της ουσίας που δείχνεται στην πινακίδα της δεξαμενής.

Οι παραπάνω δοκιμές πρέπει να πραγματοποιούνται με τη δεξαμενή γεμάτη με νερό το λιγότερο έως το 97% της χωρητικότητάς της. Όταν αυτό προκαλεί υπερφόρτωση του οχήματος για δοκιμή , η διαδικασία δοκιμής πρέπει να το λαμβάνει αυτό υπ' όψη και η διαδικασία να συμφωνηθεί με την αρμόδια αρχή , για παράδειγμα , για δεξαμενές με διαμερίσματα , μερικά διαμερίσματα μπορούν να αφεθούν άδεια και η δοκιμή να επαναλαμβάνεται με αυτά τα διαμερίσματα γεμάτα. Όμως , σε όλες τις περιπτώσεις το κάθε διαμέρισμα πρέπει να γεμίζεται στην ονομαστική του χωρητικότητα με το υγρό δοκιμής και όχι απλά να φορτώνεται με βάρος.

Πρόγραμμα δοκιμών

Το περιεχόμενο και οι λεπτομέρειες του προγράμματος δοκιμών πρέπει να συμφωνείται για κάθε ξεχωριστή περίπτωση με την αρμόδια αρχή.

Όργανα μετρήσεως της καταπόνησης πρέπει να προσδένονται σε περιοχές της δεξαμενής και τα εξαρτήματά της που αναμένεται να υποστούν τις πιο έντονες πιέσεις (πιο συγκεκριμένα οι περιοχές στο κάτω μέρος των βυτιών κατασκευάζονται να είναι αυτοσυντήρητες , όπου σύμφωνα με την εμπειρία εμφανίζονται οι κορυφές πίεσης). Τα όργανα μετρήσεως της καταπόνησης πρέπει να βαθμονομούνται σε μηδενικό φορτίο (άδεια δεξαμενή).

Οι τιμές της επιτάχυνσης στις x,y,z συντεταγμένες πρέπει να μετρούνται με επιταχυνσιόμετρα τοποθετούμενα στις ακόλουθες υποστηρικτικές δομές της δεξαμενής :

- ✓ για μονοκόμματα φορτηγά βυτία , στις μπροστινές και τις πίσω στηρίξεις της δεξαμενής ,
- ✓ για ημιρυμουλκούμενα , πάνω από τον πείρο και το πίσω μέρος του φορείου ,
- ✓ για ζεύξεις ρυμουλκούμενων , πάνω από το μπροστινό και πίσω μέρος του φορείου ,
- ✓ για αυτοφερόμενες δεξαμενές (χωρίς διαμήκες πλαίσιο στο κάτω μέρος) , μπροστά.

Οι μέγιστες πιέσεις που προκύπτουν από αύξηση του περιεχομένου της δεξαμενής στην κατεύθυνση της οδήγησης πρέπει να καθορίζονται από έναν αισθητήρα τοποθετούμενου στη

μπροστινή άκρη του διαμερίσματος της δεξαμενής με το μέγιστο όγκο και στο ένα τρίτο του βάθους από τον πάτο της δεξαμενής.

5.2.2 Ανάλυση πιέσεων με πεπερασμένα στοιχεία

- Επιλογή λογισμικού

Το λογισμικό του υπολογιστή που χρησιμοποιείται για την ανάλυση των πιέσεων με πεπερασμένα στοιχεία πρέπει :

- ✓ να είναι ικανό να αναλύει λεπτά περιβλήματα ,
- ✓ να είναι ικανό να υπολογίζει τις καμπτικές πιέσεις διαμέσου του πάχους του υλικού ,
- ✓ να είναι ικανό να υπολογίζει τα ελαττώματα του περιβλήματος ,
- ✓ αυτόματα να παράγει ειδοποιήσεις όταν η στοιχειώδης μορφή , ο λόγος πλευρών υπερβαίνουν τα όρια που έχουν τεθεί από τον προμηθευτή του λογισμικού ,
- ✓ να είναι ικανό να εμφανίζει το μοντέλο με τέτοιο τρόπο ώστε ακούσιες διακοπές στις συνδέσεις των στοιχείων να είναι σαφώς ορατές ,
- ✓ να είναι ικανό να εμφανίζει τα διπλά στοιχεία ,
- ✓ να έχει ένα σύστημα μοντελοποίησης ικανό να εφαρμόζει υδροστατική πίεση ,
- ✓ να έχει την ικανότητα να αυτοεντοπίζει τη μέγιστη πίεση διαφράγματος και να εντοπίζει επακόλουθα επόμενα μέγιστα σημεία πίεσης.

- Επικύρωση

Ο κατασκευαστής της δεξαμενής πρέπει να υποβάλλει στην αρμόδια αρχή με στοιχεία ότι ο κατασκευαστής είναι εξουσιοδοτημένος να χρησιμοποιεί το λογισμικό και ότι το λογισμικό έχει ενημερωθεί με τις τελευταίες παραμέτρους. Πρέπει να παρέχει στην αρμόδια αρχή κατάλληλα παραδείγματα επικύρωσης λεπτού κελύφους εάν τέτοια παραδείγματα είναι διαθέσιμα.

Ο κατασκευαστής πρέπει να παρέχει στην αρμόδια αρχή πρόσβαση και στο μοντέλο και στο λογισμικό με τέτοιο τρόπο , ώστε η αρμόδια αρχή να μπορεί να ελέγχει το μοντέλο για όλα από τα ακόλουθα :

- ✓ στοιχειώδη γεωμετρία ,
- ✓ στοιχειώδεις πάχος ,
- ✓ στοιχειώδεις πιέσεις ,
- ✓ εξωτερικά σημεία που εφαρμόζονται σε κομβικά σημεία ,
- ✓ τυχόν περιορισμούς κομβικών σημείων στην άκρη του μοντέλου.

Σημείωση :

Εάν δεν υπάρχουν διαθέσιμα παραδείγματα , η αρμόδια αρχή πρέπει να επικυρώσει την ανάλυση μετρώντας το ένα ή και τα δύο από τα ακόλουθα :

- ✓ πίεση στο περίβλημα (με όργανα μετρήσεως της καταπόνησης) κατά τη διάρκεια της δοκιμής πίεσης ,
- ✓ παρεκτροπή κατά τη διάρκεια δοκιμής υδραυλικής πίεσης.

- Έγκριση

Ο κατασκευαστής πρέπει να αποδείξει στην αρμόδια αρχή ότι όλα τα ακόλουθα κριτήρια θα ικανοποιηθούν :

- ✓ το μοντέλο να είναι επαρκώς λεπτομερές , ειδικότερα στις περιοχές με τα υποστηρίγματα ,
- ✓ το πρότυπο είναι χαρακτηριστικό της ολοκληρωμένης δομής της δεξαμενής που ενδέχεται να προκαταλάβει τις πιέσεις στο περίβλημα ,
- ✓ οι περιορισμοί του λογισμικού δεν πρέπει να υπερβαίνονται ,
- ✓ κάθε από τις ακόλουθες περιπτώσεις φορτίου έχει εφαρμοστεί σωστά και η συνισταμένη των πιέσεων στο περίβλημα δε πρέπει να υπερβαίνει τα όρια που καθορίστηκαν στην παράγραφο 4.2.A :

- πίεση δοκιμής όπως 4.3 ,
 - πίεση δοκιμής διαμερισμάτων όπως 4.3 ,
 - λειτουργικές απαιτήσεις καθοριζόμενες στην παράγραφο 4.2.B.
- ✓ καμιά από τις παραπάνω περιπτώσεις δε παράγουν πιέσεις οπουδήποτε στη δομή , που είναι πιθανόν να οδηγήσει σε πλαστική παραμόρφωση που θα καθιστούσε άκυρη την ανάλυση.
- Διαρκή καταγραφή

Ο κατασκευαστής πρέπει να παρέχει στην αρμόδια αρχή αναγνωρισμένα μέσα αποθήκευσης που περιέχουν λεπτομερείς πληροφορίες :

- ✓ του προτύπου και όλων των περιπτώσεων φορτίου ,
- ✓ τις υπολογισμένες πιέσεις και ελαττώματα για όλες τις περιπτώσεις φορτίων.

5.2.3 Μνεία σχεδιασμού

Οι νέοι σχεδιασμοί πρέπει να εγκρίνονται εφόσον ο κατασκευαστής παρουσιάσει έναν ικανοποιητικό φάκελο πάνω σε υπάρχον σχεδιασμό αναφοράς. Ως ελάχιστα , αυτός ο φάκελος πρέπει να περιλαμβάνει τα ακόλουθα :

- ✓ πέντε συνεχόμενους σειριακούς αριθμούς κατασκευαστών πανομοιότυπων δεξαμενών αναφοράς ,
- ✓ τις ημερομηνίες των πιέσεων δοκιμών των πρώτων και τελευταίων δεξαμενών του συνόλου παραγωγής αναφοράς ,
- ✓ τα πιστοποιητικά επιθεώρησης της αρμόδιας αρχής για όλες τις πέντε δεξαμενές που δείχνουν ότι όλες ήταν ελεύθερες περιβλήματος , διαμερίσματος , διογκωμένων ελασμάτων , διαφραγμάτων και υποστήριξης ζημιάς το λιγότερο 6 χρόνια (5 χρόνια στην

- περίπτωση των δεξαμενών εμπορευματοκιβωτίων) μετά την ημερομηνία της αρχικής δοκιμής πίεσης για οποιαδήποτε από τις υποψήφιες δεξαμενές αναφοράς ,
- ✓ γραπτή δήλωση που λαμβάνεται από τους ιδιοκτήτες των δεξαμενών στην αρμόδια αρχή δηλώνοντας ότι το περίβλημα , τα διαμερίσματα , τα διογκωμένα ελάσματα , διαφράγματα και υποστηρίξεις δεν επισκευάστηκαν κατά την περίοδο πιστοποίησης. Εάν οποιοσδήποτε δεξαμενές του συνόλου παραγωγής αναφοράς έχουν αποτελέσει αντικείμενο κατά λάθος επισκευής του περιβλήματος ή των υποστηρίξεων τότε το μέγεθος του συνόλου παραγωγής αναφοράς πρέπει να αυξηθεί σε επτά συνεχόμενους σειριακούς αριθμούς. Το διευρυμένο σύνολο παραγωγής αναφοράς δε πρέπει να περιλαμβάνει περισσότερες της μιας δεξαμενής που έχει αποτελέσει αντικείμενο μιας τέτοιας ζημιάς ή επισκευής ,
 - ✓ μια δήλωση που λαμβάνεται από την αρμόδια αρχή , όπου ο υποκείμενος σχεδιασμός καλύπτεται από το σχεδιασμό αναφοράς με τον τρόπο που απαιτείται από το EN 12972:2007 , 4.1.1 ,
 - ✓ μια δήλωση που λαμβάνεται από την αρμόδια αρχή ως προς το αν οι δυνατότητες του περιβλήματος , διαμερισμάτων , διογκωμένων ελασμάτων , διαφραγμάτων και υποστηρίξεων στον υποκείμενο σχεδιασμό απαιτούν περαιτέρω ανάλυση ή δοκιμές ,
 - ✓ αντίγραφα των πρωτότυπων σχεδίων του κατασκευαστή για τον σχεδιασμό αναφοράς και τον υποκείμενο σχεδιασμό.

Εάν το υπάρχον περίβλημα και τα δομικά του στοιχεία έχουν αποδειχθεί ότι είναι ικανά να αντέχουν τις δυνάμεις κατά τη διάρκεια της λειτουργίας μετά το εφαρμοζόμενο χρονικό διάστημα , θεωρείται ότι πληροί τις απαιτήσεις τις παραγράφου 4.2.B.

Σημείωση :

Η αρμόδια αρχή μπορεί τότε να επιτρέψει στον κατασκευαστή να χρησιμοποιήσει αυτόν τον τύπο της κατασκευής για τον σχεδιασμό των νέων δεξαμενών , υπό την προϋπόθεση ότι οι διακυμάνσεις στο σχεδιασμό είναι μέσα στα όρια του EN 12972:2007 , 4.1.1.

Μια από τις μεθόδους που δίνονται στις παραγράφους 5.2.1 έως 5.2.3 πρέπει να χρησιμοποιείται για να υπολογίζει πιέσεις στις περιοχές που δε καλύπτονται από τη παρακάτω μεθοδολογία της υπολογιστικής μεθόδου (όπως οι υποστηρίξεις της δεξαμενής ή εξαρτήματα).

5.2.4 Μεθοδολογία της υπολογιστικής μεθόδου

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται για τη διακρίβωση του σχεδιασμού των δεξαμενών με :

- κυκλικές ή ελλειπτικές τομές και
- άλλες τομές με P_{ts} να μην υπερβαίνουν τα 0,14bar (14kPa).

Τα αποτελέσματα καθορίζουν το ελάχιστο πάχος που θα εφαρμοστεί για τα διαφορετικά μέρη του περιβλήματος.

a) Ελάχιστα εγκρινόμενα πάχη

Τα ελάχιστα εγκρινόμενα πάχη για τα συστατικά του περιβλήματος της δεξαμενής πρέπει να καταγράφονται στον πίνακα 4.

Πίνακας 4 : Ελάχιστο θεσπιζόμενο πάχος

<u>Περιγραφή</u>	<u>Σύμβολο</u>	<u>Μονάδες</u>	<u>Τιμή</u>
Τοίχωμα περιβλήματος 1	e_{v1}	mm	
Τοίχωμα περιβλήματος 2	e_{v2}	mm	
Τοίχωμα περιβλήματος 3	e_{v3}	mm	
Τοίχωμα περιβλήματος 4	e_{v4}	mm	
Μπροστινό άκρο	e_{fav}	mm	

Πίσω άκρο		e_{far}	mm	
Χώρισμα	1	e_{f1}	mm	
Χώρισμα	2	e_{f2}	mm	
Χώρισμα	3	e_{f3}	mm	
Χώρισμα	4	e_{f4}	mm	
Σημείωση : Ο αριθμός των σειρών του πίνακα μπορεί να προσαρμοστεί στη μορφή της δεξαμενής.				

b) Ελάχιστο πάχος τοιχωμάτων , τελειωμάτων και εγκλεισμάτων

Με βάση τα κύρια χαρακτηριστικά του περιβλήματος , το ελάχιστο πάχος των συστατικών του περιβλήματος πρέπει να καθορίζεται όπως παρακάτω. Τα αποτελέσματα πρέπει να καταγράφονται στον πίνακα 5 , ως υποχρεωτικά ελάχιστα πάχη.

Τα υποχρεωτικά ελάχιστα πάχη για τα συστατικά του περιβλήματος της δεξαμενής πρέπει να καταγράφονται στον πίνακα 5 και 6 , όπως ακολούθως :

- Υπολογισμένα ,

Το ελάχιστο επιτακτικό υπολογισμένο πάχος είναι μεγαλύτερο από :

$$e = \frac{P_c \cdot D}{2\sigma} \quad \text{ή} \quad e = \frac{P_e \cdot D}{2\sigma \cdot \lambda}$$

Πίνακας 5 : Υπολογισμένα πάχη

	D mm	σ^a N/mm ²	λ^b	P_c^c MPa	P_e MPa	e mm
Τοίχωμα περιβλήματος 1						
Μπροστινό άκρο 2						
Πίσω άκρο 3						
Σημείωση : Ο αριθμός των σειρών του πίνακα μπορεί να προσαρμοστεί στη μορφή της δεξαμενής.						
a σ σε συνθήκη δοκιμής – δεξ πίνακα 13						
b $\lambda=1$ εάν η πίεση σχεδίασης είναι υψηλότερη από τη πίεση δοκιμής (συντελεστής συγκόλλησης)						
c Βλέπε πίνακα 8						

- Απαιτούμενα ή ισοδύναμα πάχη.

Πίνακας 6 : Απαιτούμενα ή ισοδύναμα πάχη

		e_0^a and/or e^e	e_1^a and/or e^e
Τοίχωμα περιβλήματος	1		
	2		
	3		
	4		
Μπροστινό άκρο			
Πίσω άκρο			

		Χωρίσματα				
Συνολικό πάχος συμπεριλαμβανομένου συμπληρωματικής προστασίας ^{c d}	Τοίχωμα περιβλήματος	1				
		2				
		3				
		4				
	Μπροστινό άκρο					
	Πίσω άκρο					
Σημείωση : Ο αριθμός των σειρών του πίνακα μπορεί να προσαρμοστεί στη μορφή της δεξαμενής.						
<p>a e_0=ελάχιστο πάχος του χάλυβα αναφοράς σε mm</p> <p>b e_1=ισοδύναμο πάχος=$\frac{464e_0}{\sqrt{(Rm1 \cdot A1)^2}}$ (πίνακας 12)</p> <p>c Εάν εφαρμόζονται</p> <p>d Δεξαμενή με τομέα άλλο από κυκλικό ή ελλειπτικό</p> <p>e Επιβαλλόμενο πάχος από απαιτήσεις σχετικές με την ουσία που μεταφέρεται</p>						

c) Κύρια χαρακτηριστικά του περιβλήματος

Τα κύρια χαρακτηριστικά του περιβλήματος πρέπει να καταγράφονται στους παρακάτω πίνακες :

- κύριες διαστάσεις του περιβλήματος ,

Πίνακας 7 : Παράμετροι διαστάσεων

N ^ο	Στοιχείο	Σύμβολο	Μονάδα	Τιμή
1	Ολικό μήκος δεξαμενής	L_t	Mm	
2	Μέγιστο μικτό βάρος (γεμάτη δεξαμενή και όχημα)	M	N	
3	Ωφέλιμο φορτίο (μέγιστο μικτό βάρος – απόβαρο)	Q	N	
4	Υποστηρικτική πίσω θέση	L_b	Mm	
5	Απόσταση μεταξύ υποστηριγμάτων	L_{ep}	Mm	
6	Μπροστινή υποστηρικτική αντίδραση	F_{r1}	N	
7	Πισινή υποστηρικτική αντίδραση	F_{r2}	N	
8	Μέγιστη πυκνότητα του μεταφερόμενου προϊόντος	D	Kg/m ³	
9	Μέγιστο ύψος πλήρωσης	h	mm	α
10	Μέγιστη εσωτερική διάμετρος ή ισοδύναμη διάμετρος για μη κυκλικές τομές	D	mm	α
11	Άρθρωση εσωτερικής ακτίνας	r	mm	α
12	Κορώνα εσωτερικής ακτίνας	R_1	mm	α
13	Φαινόμενη απόδοση δύναμης σε θερμοκρασία σχεδιασμού	R_{et}	N/mm ²	
14	Δύναμη εφελκυσμού στη θερμοκρασία σχεδιασμού	R_{mt}	N/mm ²	
15	Βάρος του μεταφερόμενου προϊόντος στο διαμέρισμα	M_p	N	
16	Μέτρο ελαστικότητας σε εφελκυσμό (μέτρο του Γιανγκ)	E	N/mm ²	
17	Απόσταση από το πίσω μέρος της δεξαμενής στο σημείο μέγιστης ροπής κάμψης	X	mm	

18	Μισή γωνία κωνικού φακέλου	β	$^{\circ}$	
α : αυτές οι τιμές θα συμπληρωθούν σε μεταγενέστερους πίνακες				

- πιέσεις οφειλόμενες στο προϊόν που μεταφέρεται ,

Πίνακας 8 : Πιέσεις

N ⁰	Πίεση	Σύμβολο	Μονάδα	Τιμή
1	Πίεση ατμών στη θερμοκρασία σχεδιασμού (μανομετρική πίεση)	P_{vd}	MPa	
2	Πίεση ανοίγματος της βαλβίδας ασφαλείας ή στομίου (μανομετρική πίεση)	P_{ts}	MPa	
3	Πίεση εκκένωσης (μανομετρική πίεση)	P_d	MPa	
4	Πίεση πλήρωσης (μανομετρική πίεση)	P_r	MPa	
5	Μέγιστη πίεση λειτουργίας ^β	P_{ms}	MPa	
6	Στατική πίεση (μανομετρική πίεση)	P_{ta}	MPa	α
7	Δυναμική πίεση	P_{dyn}	MPa	α
8	Πίεση δοκιμής της δεξαμενής (μανομετρική πίεση)	P_e	MPa	
9	Πίεση δοκιμής σε κάθε διαμέρισμα	P_{ec}	MPa	
10	Πίεση υπολογισμού	P_c	MPa	
β : η τιμή υπολογίζεται στον πίνακα 9				
α : P_{ms} είναι η μέγιστη των P_{vd} , P_{ts} , P_d και P_r				

- πίεση υπολογισμού στις συνθήκες εξυπηρέτησης ,

Πίνακας 9 : Υπολογισμός πίεσης σε συνθήκες εξυπηρέτησης

	Μονάδες	Τοίχωμα περιβλήματος				Μπροστινό άκρο	Πίσω άκρο	Χωρίσματα					
		1	2	3	4			1	2	3	4		
Εσωτερική διατομή S_t	mm ²												
Διάμετρος D	mm ^a												
Μέγιστο βάρος ουσίας διαμέρισμα M_c	N					e							
Μέγιστη πυκνότητα d	Kg/m ³												
Μέγιστο ύψος h	mm												
1	$P_{ta} 1^b$	MPa											
2	$2xP_{ta} 1$	MPa											
3	$2xP_{ta} water$	MPa											
4	P_{ms}	MPa											
5	$P_{ms}+P_{ta} 1$	MPa											
6	$P_{ms}+2P_{ta} 1$	MPa											
7	$P_{ms}+P_{ta} 1+2P_{dyn}^c$	MPa					e						
8	P_c^d	MPa											
Σημείωση 1 : Ο αριθμός των στηλών του πίνακα μπορεί να προσαρμοστεί στο συνολικό σχεδιασμό της δεξαμενής.													
Σημείωση 2 : Οι σκιασμένες περιοχές δεν είναι εφαρμόσιμες.													

a Για μη κυκλικό τομέα $D=2 \sqrt{\frac{St}{\pi}}$

b $P_{ta1} = \frac{g \cdot d \cdot h}{10^6}$

c $P_{dyn} = \frac{Mc}{St}$

d Για κάθε θεωρούμενο στοιχείο, P_c είναι η μέγιστη τιμή πίεσης από το 1 έως το 7.

e Δε συμπληρώνεται για δεξαμενές που έχουν ορισμένη κατεύθυνση πορείας.

- θερμοκρασία λειτουργίας,

Πίνακας 10 : Θερμοκρασία λειτουργίας

Σχεδιασμού (λειτουργίας) θερμοκρασία (μόνο αν είναι μεγαλύτερη από +50°C ή χαμηλότερη από -20°C)	°C
Θερμοκρασία (t)	

- μηχανικά χαρακτηριστικά των συστατικών των υλικών του περιβλήματος και των εξαρτημάτων,

Πίνακας 11 : Υλικά δεξαμενής και εξαρτημάτων

	Μονάδες	Τοίχωμα περιβλήματος	Μπροστινό άκρο	Πίσω άκρο	Χωρίσματα
Τύπος υλικού					
Τάξη					
Πρότυπα ή προδιαγραφές					
R_m	N/mm ²				

R_{mt} στη θερμοκρασία σχεδιασμού	N/mm ²				
$R_e \alpha$	N/mm ²				
R_{et} στη θερμοκρασία σχεδιασμού	N/mm ²				
E	N/mm ²				
α Στο 0,2% ή για ωστενιτικούς χάλυβες στο 1%					

- $R_m \times A$ επιλεγόμενες τιμές για τον υπολογισμό του ισοδύναμου πάχους ,

Πίνακας 12 : Επιλεγμένες τιμές για τον υπολογισμό του ισοδύναμου πάχους

	Μονάδες	Τοίχωμα περιβλήματος	Μπροστινό άκρο	Πίσω άκρο	Χωρίσματα
R_{m1}	N/mm ²				
A_1	%				
$R_m \times A$					

- μέγιστες επιτρεπτές πιέσεις στις συνθήκες δοκιμής και εξυπηρέτησης.

Πίνακας 13 : Μέγιστες πιέσεις

	Μονάδες	Τοίχωμα περιβλήματος	Μπροστινό άκρο	Πίσω άκρο	Χωρίσματα
$0,5R_m^a$	N/mm ²				
$0,75R_e^a$	N/mm ²				
$0,5R_{mt}^b$	N/mm ²				

$0,75R_{et}^b$	N/mm^2				
$R_e 1,5^c$	N/mm^2				
$R_{et} 1,5^c$	N/mm^2				
Επιλεγμένη τιμή σ στη συνθήκη δοκιμής ^d	N/mm^2				
Επιλεγμένη τιμή σ στη συνθήκη εξυπηρέτησης ^e	N/mm^2				
Επιλεγμένη τιμή σ στη συνθήκη εξυπηρέτησης για εμπορευματοκιβώτια δεξαμενών ^f	N/mm^2				
E στη θερμοκρασία περιβάλλοντος	N/mm^2				
<p>Σημείωση : σ είναι η χαμηλότερη επιτρεπτή πίεση</p> <p>a Για όλες τις δεξαμενές</p> <p>b Για όλες τις δεξαμενές</p> <p>c Μόνο για εμπορευματοκιβώτια δεξαμενών στη συνθήκη εξυπηρέτησης</p> <p>d Χαμηλότερη τιμή του a</p> <p>e Χαμηλότερη τιμή του a και b</p> <p>f Χαμηλότερη τιμή του a , b και c</p>					

Το ελάχιστο πάχος του περιβλήματος σύμφωνα με την παράγραφο 4.1.2 για περιβλήματα που προστατεύονται έναντι ζημιάς πρέπει να εισάγονται στον πίνακα 6 (άρθρο b της παρούσας παραγράφου).

d) Διακρίβωση των πιέσεων στην συνθήκη δοκιμής

Διακρίβωση των πιέσεων στην συνθήκη δοκιμής σε συμφωνία με την παράγραφο 4.3 (βλέπε f της παρούσας παραγράφου) με σεβασμό στις τιμές που καθορίστηκαν στην παράγραφο 4.2 , δηλαδή στο :

$$\sigma = \min\{0,75R_e; 0,5R_m\}$$

(πίνακας 13)

e) Διακρίβωση των πιέσεων στη συνθήκη εξυπηρέτησης

Διακρίβωση των πιέσεων στη συνθήκη εξυπηρέτησης με σεβασμό στις τιμές των μέγιστων επιβεβλημένων πιέσεων , δηλαδή στο :

$$\sigma = \min\{0,75R_{et}; 0,5R_{mt}\}$$

(πίνακας 11)

με τις υπολογισμένες πιέσεις να είναι ίσες με αυτές που καθορίζονται όπως παρακάτω :

- ✓ διαμήκη τοιχώματα : P_{ts} αυξάνεται από τη στατική πίεση ίση με το διπλάσιο του ύψους της πιο πυκνής ουσίας που μεταφέρεται σε κάθε τμήμα περιβλήματος που μελετάται ,
- ✓ τελειώματα :

- για τα μπροστινά τελειώματα μιας επισκευασμένης δεξαμενής και τα τελειώματα των δεξαμενών εμπορευματοκιβωτίων / κινητά αμαξώματα : P_{ts} αυξάνεται από τη στατική πίεση λόγω του ύψους της πιο πυκνής ουσίας που μεταφέρεται για το τελείωμα που μελετάται , και από τη δυναμική πίεση λόγω της επιτάχυνσης 2g της ουσίας που μεταφέρεται στο μπροστινό τελείωμα ,

- για το πίσω τελείωμα μιας επισκευασμένης δεξαμενής : P_{ts} αυξάνεται από τη στατική πίεση λόγω του ύψους της πιο πυκνής ουσίας που μεταφέρεται για το πίσω τελείωμα που μελετάται.
- ✓ διαμερίσματα : P_{ts} αυξάνεται από τη στατική πίεση λόγω του ύψους της πιο πυκνής ουσίας που μεταφέρεται για το διαμέρισμα του περιβλήματος που μελετάται.

Η διακρίβωση των πιέσεων συνθήκη εξυπηρέτησης πρέπει να καταγράφεται , όπως ακολούθως :

- Περιφερειακές πιέσεις στα τοιχώματα των περιβλημάτων
- ✓ Κυκλικοί ή μη κυκλικοί κυλινδρικοί τομείς τοιχώματος (τοίχωμα περιβλήματος n°)

$$\sigma = \frac{P_c \cdot D}{2e_n \cdot \lambda}$$

με :

$P_c = \dots$ MPa (πίνακας A.2) , $D = \dots$ mm , $e_n = \dots$ mm (πίνακας 4) , $\lambda = \dots$

Πίνακας 14 : Πίεση στη συνθήκη εξυπηρέτησης

Περιγραφή		σ υπολογισμένο ^a N/mm ²	σ μέγιστο επιτρεπτό στη συνθήκη εξυπηρέτησης (βλέπε πίνακα 13) N/mm ²
Τοίχωμα περιβλήματος	1		
	2		
	3		

	4		
<p>Σημείωση : Ο αριθμός των σειρών του πίνακα μπορεί να προσαρμοστεί στη μορφή της δεξαμενής.</p> <p>a σ υπολογισμένο ≤ σ μέγιστο στη συνθήκη εξυπηρέτησης</p>			

- ✓ Κυκλικοί ή μη κυκλικοί κωνικοί τομείς τοιχώματος (τοιχώμα περιβλήματος no....)

$$\sigma = \frac{P_c \cdot D}{2 \cdot \cos \beta \cdot e_v \cdot \lambda}$$

με :

$P_c = \dots \text{MPa}$ (βλέπε πίνακα 8) , $D = \dots \text{mm}$, $\beta = \dots$ μισή γωνία στην κορυφή του κωνικού φακέλου (βλέπε Α.5.2.1) , $\cos \beta = \dots$, $e_v = \dots \text{mm}$ (βλέπε πίνακα 4) , $\lambda = \dots$

Πίνακας 15 : Πιέσεις στις συνθήκες εξυπηρέτησης

Περιγραφή		σ υπολογισμένο ^a N/mm ²	σ μέγιστο επιτρεπτό στη συνθήκη εξυπηρέτησης (βλέπε πίνακα 13) N/mm ²
Τοίχωμα περιβλήματος	1		
	2		
	3		
	4		
<p>Σημείωση : Ο αριθμός των σειρών του πίνακα μπορεί να προσαρμοστεί στη μορφή της δεξαμενής.</p> <p>a σ υπολογισμένο ≤ σ μέγιστο στη συνθήκη εξυπηρέτησης</p>			

- Μεταφερόμενες δυναμικές πιέσεις στα τοιχώματα του περιβλήματος (πίνακας 14)

- ✓ Υπό κανονικές συνθήκες μεταφοράς

- Πίεση λόγω κάμψης

Για κυλινδρικές – κωνικές δεξαμενές η μέγιστη πίεση μπορεί να εντοπιστεί οπουδήποτε στο σημείο μέγιστης στιγμής της κάμψης.

Για κυλινδρικές δεξαμενές με κυκλικό ή μη κυκλικό τομέα , οι ακόλουθοι υπολογισμοί εφαρμόζονται :

i. θέση της μέγιστης στιγμής της κάμψης :

$$X = \frac{Fr^2 \cdot Lt}{M} = \dots\dots\dots \text{mm (πίνακας 7)}$$

ii. τιμή της μέγιστης στιγμής κάμψης (B_m) :

$$B_m \max = Fr^2 \cdot (X - L_b) - \frac{M \cdot X^2}{2 \cdot Lt} \text{ (πίνακας 7)}$$

$$B_m \max = \dots\dots\dots \text{Nmm}$$

iii. Εσωτερική διατομή του τοιχώματος περιβλήματος στο σημείο της μέγιστης στιγμής κάμψης :

$$S_t = \dots\dots\dots \text{mm}^2 \text{ (πίνακας 9)}$$

iv. Πάχος του τοιχώματος περιβλήματος :

$$e_v = \dots\dots\dots \text{mm (πίνακας 4)}$$

v. ελάχιστη ροπή αντίστασης της διατομής του τοιχώματος περιβλήματος σχετικά με τον οριζόντιο ουδέτερο άξονα στο σημείο της μέγιστης στιγμής κάμψης :

$$Z_2 = \dots\dots\dots \text{mm}^3$$

vi. πίεση κάμψης :

$$\sigma_x = \frac{E \cdot m \cdot \mu_{\max}}{Z \cdot t} \dots\dots\dots \text{N/mm}^2$$

➤ Εφελκυστική τάση λόγω της πίεσης κατά τη μεταφορά.

i. Δύναμη

$$T_1 = P_{ms} \cdot S_t = \dots\dots\dots \text{N (πίνακες 8 και 9)}$$

ii. Μήκος της περιμέτρου του τοιχώματος περιβλήματος στη διατομή σχετική στο σημείο της μέγιστης στιγμής κάμψης :

$$l = \dots\dots\dots \text{mm}$$

iii. Πίεση υπό αυτή τη δύναμη :

$$\sigma_{tr} = \frac{T_1}{l \cdot \mu} = \dots\dots\dots \text{N/mm}^2$$

➤ Εφελκυστική τάση λόγω της στατικής πίεσης.

i. Δύναμη

$$T_2 = P_{ta1} \cdot S_t = \dots\dots\dots \text{N (πίνακας 9)}$$

ii. Πίεση υπό αυτή τη δύναμη :

$$\sigma_{ta} = \frac{T}{l \cdot \mu} = \dots\dots\dots \text{N/mm}^2$$

- Συνδυασμένη πίεση υπό κανονικές συνθήκες μεταφοράς

$$\sigma_1 = \frac{\sigma_x + \sigma_{tr} + \sigma_{ta}}{\lambda} = \dots\dots\dots \text{N/mm}^2 \leq \sigma \text{ μέγιστο στη συνθήκη εξυπηρέτησης (πίνακας 13)}$$

- ✓ Υπό δυναμικές συνθήκες μεταφοράς

- Συνδυασμένη πίεση υπό την πίεση κατά τη διάρκεια μεταφοράς , με στατική πίεση και 2g κάθετη.

$$\sigma_2 = \frac{2\sigma_x + \sigma_{tr} + \sigma_{ta}}{\lambda} = \dots\dots\dots \text{N/mm}^2 \leq \sigma \text{ μέγιστο στη συνθήκη εξυπηρέτησης (πίνακας 13)}$$

- Εφελκυστική τάση λόγω διαμήκης δύναμης του προϊόντος στη δεξαμενή με 2g.

- i. Ωφέλιμο φορτίο

$$Q = \dots\dots\dots \text{N (πίνακας 7)}$$

$$\sigma_t = \frac{2 \cdot Q}{I_{xx}} = \dots\dots\dots \text{N/mm}^2 \leq \sigma \text{ μέγιστο στη συνθήκη εξυπηρέτησης (πίνακας 13)}$$

- Συνδυασμένη πίεση υπό την πίεση κατά τη διάρκεια μεταφοράς , με 1g κάθετη και 2g διαμήκης.

$$\sigma_3 = \frac{\sigma_x + 2\sigma_{tr} + \sigma_t}{\lambda} = \dots\dots\dots \text{N/mm}^2 \leq \sigma \text{ μέγιστο στη συνθήκη εξυπηρέτησης (πίνακας 13)}$$

- Πιέσεις στα άκρα (για εκείνα τα μηχανικά και γεωμετρικά χαρακτηριστικά με κυκλικό ή μη κυκλικό τομέα)

- ✓ Υπό πίεση στην κοιλότητά τους

$$\sigma = \frac{P_c \cdot R_1 \cdot C}{2 \cdot e \cdot f \cdot \lambda}$$

με τιμές όπως καθορίζονται στους πίνακες 16 και 17.

Πίνακας 16 : Δεδομένα για να χρησιμοποιηθούν για υπολογισμό

	Μονάδες	Μπροστινό άκρο	Πίσω άκρο
P_c (πίνακας A.3)	MPa		
R_1 (η μέγιστη ακτίνα καμπυλότητας)	mm		
r	mm		
$C^a = \frac{1}{4} \left(3 + \sqrt{\frac{R_1}{r}} \right)$			
λ^b			
e_f εφαρμοζόμενο (βλέπε 5.2.4a)	mm		
<p>a $C=1$, στην περίπτωση ημισφαιρικών άκρων $C=0,93$, στην περίπτωση ελλειπτικών άκρων με αξονική αναλογία=1,9:1.</p> <p>b στην περίπτωση που τα συγκολλημένα στοιχεία στις άκρες συναρμολογούνται σύμφωνα με τις διατάξεις του 5.2.4.2 , δε χρειάζεται να παίρνεται υπ' όψη ο συντελεστής συγκόλλησης.</p>			

Πίνακας 17 : Πίεση στις συνθήκες εξυπηρέτησης

	σ υπολογισμένο ^a N/mm ²	σ μέγιστο στη συνθήκη εξυπηρέτησης (πίνακας 13) N/mm ²
Μπροστινό άκρο		
Πίσω άκρο		

a σ υπολογισμένο ≤ σ μέγιστο στη συνθήκη εξυπηρέτησης

✓ Υπό πίεση στην καμπυλότητά τους

$$E_c = \frac{100 \cdot R_1^2 \cdot 2,2 \cdot P_c}{36,6 \cdot e_f^3}$$

Πίνακας 18 : Δεδομένα για να χρησιμοποιηθούν για υπολογισμό

	Μονάδες	Μπροστινό άκρο (e_{fav})	Πίσω άκρο (e_{far})
P_c (πίνακας 9)	MPa		
R_1 (η μέγιστη ακτίνα καμπυλότητας)	mm		
e_f εφαρμοζόμενο (βλέπε 5.2.4a)	mm		

Πίνακας 19 : Σύγκριση μέτρου ελαστικότητας στις συνθήκες εξυπηρέτησης

	E υπολογισμένο ^a : E_c N/mm ²	E (πίνακας 13) N/mm ²
Μπροστινό άκρο		
Πίσω άκρο		
a E υπολογισμένο ≤ E στη συνθήκη εξυπηρέτησης		

- Πιέσεις στα διαμερίσματα (για εκείνα τα μηχανικά και γεωμετρικά χαρακτηριστικά που έχουν κυκλική ή μη κυκλική διατομή)

✓ Υπό πίεση στην κοιλότητά τους.

$$\sigma = \frac{P_c \cdot R_1 \cdot C}{2 \cdot e_f \cdot \lambda}$$

Πίνακας 20 : Δεδομένα για να χρησιμοποιηθούν για υπολογισμό

	Μονάδες	Στενά σχηματισμένο διαμέρισμα
P_c (πίνακας 9)	MPa	
R_1 (η μέγιστη ακτίνα καμπυλότητας)	mm	
r	mm	
$C^a = \frac{1}{4} \left(3 + \sqrt{\frac{R_1}{r}} \right)$		
λ^b		
e_f εφαρμοζόμενο (πίνακας 4)		

Σημείωση : Ο αριθμός των στηλών του πίνακα μπορεί να προσαρμοστεί στη μορφή της δεξαμενής.

a $C=1$, στην περίπτωση ημισφαιρικών άκρων

$C=0,93$, στην περίπτωση ελλειπτικών άκρων με αξονική αναλογία=1,9:1.

b Στην περίπτωση που τα συγκολλημένα στοιχεία στις άκρες συναρμολογούνται σύμφωνα με τις διατάξεις του 5.2.4.2 , δε χρειάζεται να παίρνεται υπ' όψη ο συντελεστής

συγκόλλησης.

Πίνακας 21 : Πίεση στις συνθήκες εξυπηρέτησης

	σ υπολογισμένο ^a N/mm ²	σ μέγιστο στη συνθήκη εξυπηρέτησης N/mm ²
Στενά σχηματισμένο διαμέρισμα		
Σημείωση : Ο αριθμός των στηλών του πίνακα μπορεί να προσαρμοστεί στη μορφή της δεξαμενής.		
a σ υπολογισμένο ≤ σ μέγιστο στη συνθήκη εξυπηρέτησης		

✓ Υπό πίεση στην καμπυλότητά τους

$$E_c = \frac{100 \cdot R_1^2 \cdot 2,2 \cdot P_c}{36,6 \cdot e \cdot f^2}$$

Πίνακας 22 : Δεδομένα για να χρησιμοποιηθούν για υπολογισμό

	Μονάδες	Στενά σχηματισμένο διαμέρισμα
P _c (πίνακας 9)	MPa	
R ₁ (η μέγιστη ακτίνα καμπυλότητας)	mm	
e _f εφαρμοζόμενο (βλέπε πίνακα 4)	mm	
Σημείωση : Ο αριθμός των στηλών του πίνακα μπορεί να προσαρμοστεί στη μορφή της δεξαμενής.		

Πίνακας 23 : Σύγκριση μέτρου ελαστικότητας στις συνθήκες εξυπηρέτησης

	Ε υπολογισμένο ^a : E _c N/mm ²	E (πίνακας 13) N/mm ²
Στενά σχηματισμένο διαμέρισμα		
Σημείωση 1 : Ο αριθμός των στηλών του πίνακα μπορεί να προσαρμοστεί στη μορφή της δεξαμενής.		
Σημείωση 2 : Το E _c είναι το υπολογισμένο μέτρο ελαστικότητας		
a E υπολογισμένο ≤ E στη συνθήκη εξυπηρέτησης		

f) Διακρίβωση των πιέσεων στην πίεση δοκιμής

Η διακρίβωση των πιέσεων στην πίεση δοκιμής πρέπει να καταγράφεται όπως ακολούθως :

- Στα τοιχώματα του περιβλήματος
- ✓ Κυκλική ή μη κυκλική κυλινδρική τομείς τοιχώματος (τοιχώμα περιβλήματος no....)

$$\sigma = \frac{P_e \cdot D}{2 \cdot t \cdot \lambda}$$

με :

$P_e = \dots$ MPa (πίνακας A.2) , $D = \dots$ mm (πίνακας 7) , $e_v = \dots$ mm (πίνακας 4) , $\lambda = \dots$

Πίνακας 24 : Πίεση στη πίεση δοκιμής

Περιγραφή		σ υπολογισμένο N/mm ²	σ μέγιστο επιτρεπτό στη συνθήκη δοκιμής N/mm ²
Τοίχωμα περιβλήματος	1		
	2		
	3		
	4		
<p>Σημείωση : Ο αριθμός των σειρών του πίνακα μπορεί να προσαρμοστεί στη μορφή δεξαμενής.</p> <p>a σ υπολογισμένο \leq σ μέγιστο επιτρεπτό</p> <p>b Βλέπε πίνακα 13</p>			

✓ Κυκλικοί ή μη κυκλικοί κωνικοί τομείς τοιχώματος (τοιχώμα περιβλήματος no....)

$$\sigma = \frac{P_e \cdot D}{2 \cdot \cos\beta \cdot e_v \cdot \lambda}$$

με :

$P_e = \dots$ MPa (πίνακας 8) , $D = \dots$ mm , $\beta = \dots$ μισή γωνία στην κορυφή του κωνικού φακέλου (β μέγιστη $= 30^0$) , $\cos\beta = \dots$, $e_v = \dots$ mm (βλέπε πίνακα 4) , $\lambda = \dots$

Πίνακας 25 : Πίεση στη πίεση δοκιμής

Περιγραφή		σ υπολογισμένο ^a N/mm ²	σ μέγιστο επιτρεπτό στη συνθήκη δοκιμής ^b N/mm ²
Τοίχωμα περιβλήματος	1		
	2		
	3		
	4		
<p>Σημείωση : Ο αριθμός των σειρών του πίνακα μπορεί να προσαρμοστεί στη μορφή της δεξαμενής.</p> <p>a σ υπολογισμένο ≤ σ μέγιστο επιτρεπτό</p> <p>b Βλέπε 5.2.4c</p>			

- Στα τελειώματα (για εκείνα τα μηχανικά και γεωμετρικά χαρακτηριστικά που έχουν κυκλικές ή μη κυκλικές διατομές)

✓ Πίεση στην κοίλη επιφάνεια

$$\sigma = \frac{P_e \cdot R_1 \cdot C}{2 \cdot \lambda \cdot e \cdot f}$$

Πίνακας 26 : Δεδομένα για να χρησιμοποιηθούν για υπολογισμό

	Μονάδες	Μπροστινό άκρο	Πίσω άκρο
P _e	MPa		

R_1^a	mm		
r	mm		
$C^b = \frac{1}{4} \left(3 + \sqrt{\frac{R_1}{r}} \right)$			
λ^c			
e_{fav} και εφαρμοζόμενο (πίνακας 4)	mm		
<p>a Η μέγιστη ακτίνα της καμπυλότητας</p> <p>b $C=1$, στην περίπτωση ημισφαιρικών άκρων $C=0,93$, στην περίπτωση ελλειπτικών άκρων με αξονική αναλογία=1,9:1.</p> <p>c Που αποτελείται από συγκολλημένα στοιχεία : στην περίπτωση όταν οι άκρες φτιάχνονται από συγκολλημένα στοιχεία συναρμολογούνται σύμφωνα με τις διατάξεις του 5.2.4.2 , δε χρειάζεται να παίρνεται υπ' όψη ο συντελεστής συγκόλλησης.</p>			

Πίνακας 27 : Πίεση στη πίεση δοκιμής

Περιγραφή	σ υπολογισμένο ^a N/mm ²	σ μέγιστο επιτρεπτό στη συνθήκη δοκιμής (πίνακας 13) N/mm ²
Μπροστινό άκρο		
Πίσω άκρο		
a σ υπολογισμένο \leq σ μέγιστο επιτρεπτό		

✓ Πίεση στην κυρτή τους όψη

$$E_c = \frac{100 \cdot R1^2 \cdot 2.2 \cdot P_e}{36.6 \cdot e_f^2}$$

Πίνακας 28 : Δεδομένα για να χρησιμοποιηθούν για υπολογισμό

	Μονάδες	Μπροστινό άκρο (e_{fav})	Πίσω άκρο (e_{far})
P_e (πίνακας 8)	MPa		
R_1 (πίνακας 7)	mm		
e_f προσαρμοσμένο (πίνακας 4)	mm		

Πίνακας 29 : Μέτρο ελαστικότητας στις συνθήκες δοκιμής

	Ε υπολογισμένο $^a: E_c \text{ N/mm}^2$	Ε μέγιστο στη θερμοκρασία περιβάλλοντος (πίνακας 13) N/mm^2
Μπροστινό άκρο		
Πίσω άκρο		
$^a E \text{ υπολογισμένο} \leq E \text{ μέγιστο}$		

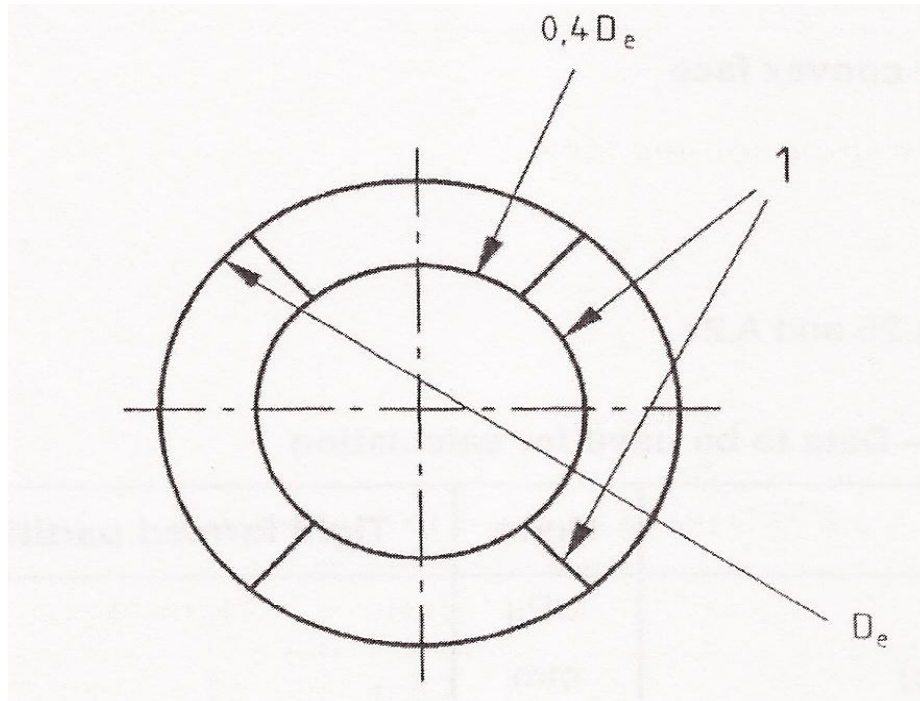
5.2.4.1 Υπολογισμός της πίεσης στα εξαρτήματα της δεξαμενής

Ο υπολογισμός των πιέσεων των εξαρτημάτων της δεξαμενής πρέπει να είναι σύμφωνος με τις μεθόδους που περιγράφονται στα 5.2.1 και 5.2.2 ή σύμφωνα με μια αναλυτική μέθοδο που υπολογίζει με ακρίβεια τις πιέσεις λόγω του φορτίου που καθορίζεται στο 4.2B.

5.2.4.2 Άκρο που αποτελείται από διάφορα συγκολλημένα στοιχεία

Οι κανόνες διαστασιολόγησης εφαρμόζονται στα ακόλουθα άκρα :

- ημισφαιρικά άκρα , ανεξάρτητα από τη θέση συγκόλλησης ,
- άκρα , όπου οι συγκολλήσεις είναι μεταξύ $0,4D_e$ του κεντρικού άξονα ή , εάν έξω από το $0,4D_e$, είναι σε μια πλάνη που περιλαμβάνει τον κεντρικό άξονα.

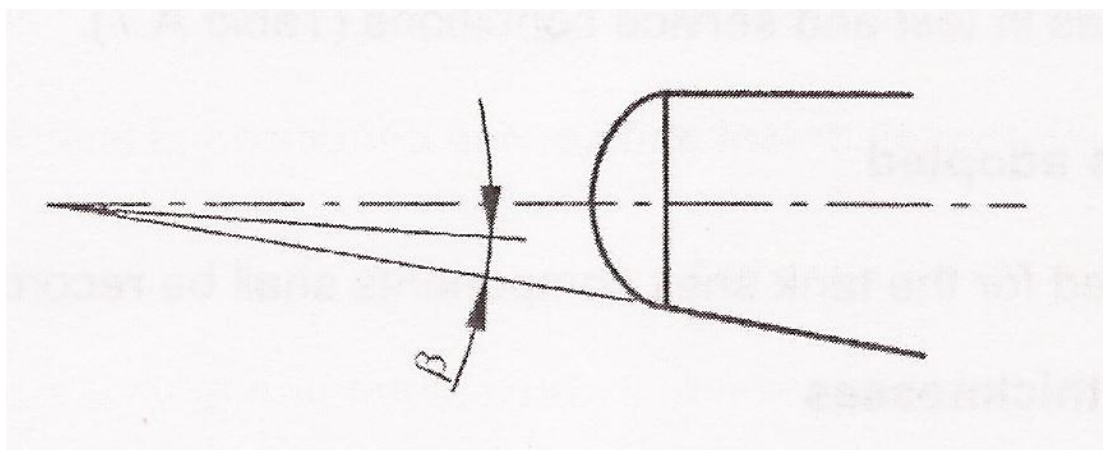


Εικόνα 6 : Δείχνει ένα παράδειγμα από ένα άκρο που εφαρμόζεται η δεύτερη παραπάνω συνθήκη. 1 : συγκολλήσεις , D_e τέλος διαμέτρου.

5.2.4.3 Σύμβολα και μονάδες

Η εικόνα 7 απεικονίζει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά του περιβλήματος της δεξαμενής :

- σώμα δεξαμενής : σχήμα (συμπληρώνεται από τον κατασκευαστή) ,
- τομέας(συμπληρώνεται από τον κατασκευαστή).



Εικόνα 7 : κύρια χαρακτηριστικά δεξαμενής

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Οι διαδικασίες κατασκευής πρέπει να είναι τέτοιες , ώστε ο βαθμός διαμόρφωσης που απαιτείται για ένα λεπτομερή σχεδιασμό περιβλήματος δε δημιουργεί ρωγμές ή άλλα σημάδια καταπόνησης του υλικού του περιβλήματος.

Ο κατασκευαστής του περιβλήματος πρέπει να διατηρεί ένα σύστημα αναγνώρισης για το υλικό που χρησιμοποιείται στην κατασκευή , έτσι ώστε για όλα τα υλικά του περιβλήματος να μπορεί να ανιχνευθεί η προέλευσή τους. Το σύστημα πρέπει να :

- εντάσσει τις ενδεδειγμένες διαδικασίες που στοχεύουν στην επαλήθευση των υλικών του περιβλήματος και την υποστηρικτική δομή τους που λαμβάνονται από τους προμηθευτές , και ότι πρέπει να βασίζονται στην παροχή πιστοποιητικών υλικού και / ή αποδεκτές δοκιμές ,
- καθορίζεται ότι πριν από την κοπή και σχηματίζοντας τα μέρη του περιβλήματος , το αρχικό σήμα αναγνώρισης μεταφέρεται σε οποιοδήποτε μέρος που θα ήταν χωρίς τη σήμανση μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας .

6.1 Κοπή και προετοιμασία άκρου

Το υλικό πρέπει να κοπεί σε μέγεθος και σχήμα με θερμική κοπή , μηχανική κατεργασία , ψυχρή κοπή ή άλλη κατάλληλη μέθοδο. Επιφάνειες που έχουν κοπεί με θερμική διεργασία πρέπει να καθαριστούν με μηχανική κατεργασία ή λείανση για να απομακρυνθούν σοβαρές εγχοπές , σκουριά μετάλλου και πουρί. Ελάσματα πάνω του 10mm πάχους που έχουν υποστεί ψυχρή κοπή πρέπει να καθαριστούν πριν τη συγκόλληση. Οι κομμένες άκρες από κράματα φερίτικού χάλυβα , που έχουν κοπεί με θερμική διεργασία , πρέπει να καθαριστούν με λείανση ή μηχανική κατεργασία για μια απόσταση το λιγότερο 1,5mm , εκτός αν ο κατασκευαστής μπορεί να αποδείξει ότι το υλικό δεν επηρεάστηκε αρνητικά από τη διεργασία κοπής.

Άκρα που πρόκειται να συγκολληθούν πρέπει να επιθεωρούνται μετά την προετοιμασία και το κόψιμο , και η συγκόλληση πρέπει να εκτελείται μόνο αν δεν υπάρχει τίποτα από τα παρακάτω ελαττώματα :

- σκίσιμο του υλικού (λεπτά ελάσματα) ,
- ελαττώματα στο κοπτικό εργαλείο του τόνου ,
- ραγίσματα από πίεση λόγω της κοπής με οξυγόνο ,
- επικαθίσεις χαλκού ή άνθρακα ,
- ανοιχτή ψαλίδα στην επιφάνεια ,
- ίχνη χρώματος , εκτός και αν το χρώμα δεν αναμένεται να επηρεάσει αρνητικά την ποιότητα της συγκόλλησης ,
- ίχνη γράσου ή άλλη μίανση της επιφάνειας που μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά την ποιότητα της συγκόλλησης ,
- εγκλείσματα σκουριάς.

6.2 Μορφοποίηση

Τα υλικά πρέπει να μορφοποιούνται στο επιθυμητό σχήμα με κάθε κατάλληλη διεργασία που προβλέπει ότι η έκταση των στροφών και των ακτινών δεν υπερβαίνουν τα καθορισμένα στο τυποποιημένο υλικό. Μετά τη μορφοποίηση , το πάχος δεν πρέπει να είναι μικρότερο από το ελάχιστο , όπως υπολογίζεται σε προηγούμενο κεφάλαιο. Τα ελάσματα πρέπει να μορφοποιούνται στο σωστό περίγραμμα μέχρι τις άκρες τους εκτός και αν καθαρίζονται μετά τη μορφοποίηση.

Εάν τα ελάσματα συνενώνονται μαζί με συγκόλληση οξυγόνου πριν από τη μορφοποίηση , η ένωση πρέπει να δοκιμάζεται με μη καταστροφικές μεθόδους. Μετά τη μορφοποίηση όταν η ακτίνα του μορφοποιημένου τομέα είναι μικρότερη από 20 φορές του πάχους του υλικού για χάλυβες και 40 φορές του πάχους του υλικού για αλουμίνιο.

Σημείωση :

Όταν φύλλα διαφορετικού πάχους συνενώνονται μαζί με συγκόλληση οξυγόνου πριν τη μορφοποίηση , η τιμή του παχύτερου φύλλου λαμβάνεται ως πάχος.

Κατά την εφαρμογή , η ίδια η συγκόλληση πρέπει να εδράζεται στο έδαφος πριν από την μορφοποίηση για να αποφευχθούν σοβαρές πιέσεις στη συγκόλληση.

6.2.1 Εν θερμώ διεργασία

Έντονη παραμένουσα σκουριά μετά από κάθε διεργασία μορφοποίησης εν θερμώ πρέπει να απομακρύνονται με μια διεργασία που έχει αποδειχθεί ότι δε μειώνει τις μηχανικές και τις αντιδιαβρωτικές ιδιότητες που απαιτούνται από τον αρχικό σχεδιασμό.

Ελάσματα ωστενιτικού χάλυβα που πρόκειται να θερμανθούν ή να επεξεργαστούν με θέρμανση πρέπει να θερμαίνονται ομοιόμορφα σε ουδέτερη ή οξειδωτική ατμόσφαιρα , χωρίς παρουσία φλόγας , σε μια θερμοκρασία που δεν υπερβαίνει την καυτή θερμοκρασία λειτουργίας που προτείνεται από τον κατασκευαστή του υλικού. Η μορφοποίηση δε πρέπει να πραγματοποιείται εάν η θερμοκρασία του υλικού έχει πέσει κάτω από τους 900⁰C , αργή ψύξη μεταξύ 750⁰C και 600⁰C πρέπει να αποφεύγεται.

6.2.2 Συγκόλληση

Οι διαδικασίες της συγκόλλησης πρέπει να εγκρίνονται σύμφωνα με τα σχετικά μέρη του EN ISO 15609-1 , EN ISO 15609-2 ή EN ISO 15614 , ανάλογα με την περίπτωση. Στο τρίτο μέρος περιγράφεται η διαδικασία συγκόλλησης για διεργασίες συγκόλλησης τόξου.

Η κατασκευή των συγκολλημένων περιβλημάτων πρέπει να πραγματοποιείται από άτομα που είναι πιστοποιημένα κατά το EN 287-1 ή EN ISO 9606-2 , ανάλογα με τη περίπτωση.

Οι λεπτομέρειες συγκόλλησης πρέπει να επιλέγονται να παίρνουν υπ' όψη :

- τη μέθοδο της κατασκευής ,
- τις συνθήκες συντήρησης ,
- την ικανότητα να πραγματοποιούν απαραίτητα μη καταστροφικές δοκιμές.

Όπου κάθε τμήμα του περιβλήματος φτιάχνεται σε δύο ή περισσότερα περιφερειακά τμήματα , είτε :

- οι διαμήκεις συγκολλήσεις των παρακείμενων τμημάτων πρέπει να χωρίζονται με όχι λιγότερο από 50mm , ή
- μια εγκάρσια συγκόλληση πρέπει να αντικαθίσταται από κυκλικό έλασμα του ίδιου υλικού με μια διάμετρο όχι μικρότερη των 150mm , εκτός και αν η εφαρμοζόμενη διεργασία της εγκάρσιας συγκόλλησης περιλαμβάνεται στις εγκεκριμένες διαδικασίες συγκόλλησης του περιβλήματος.

Πρόχειρες συνδέσεις συγκολλημένες ευθέως στο περίβλημα , πρέπει να διατηρούνται σε ένα ελάχιστο δυνατόν. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για πρόχειρες συνδέσεις , πρέπει να είναι γνωστό ότι είναι συμβατά με το υλικό του περιβλήματος , για παράδειγμα ικανά να υπόκεινται συγκόλληση χωρίς να παράγουν ελαττώματα. Οι πρόχειρες συνδέσεις πρέπει να απομακρύνονται από το περίβλημα πριν από την υδραυλική δοκιμή. Η τεχνική απομάκρυνσης πρέπει να είναι τέτοια ώστε να μην υποβαθμίζει την ακεραιότητα του περιβλήματος. Κάθε απαραίτητη διόρθωση συγκολλώντας κατεστραμμένες περιοχές πρέπει να ληφθούν υπ' όψη. Ανόμοιες μεταλλικές συνδέσεις πρέπει να συγκολλώνται σε ενδιάμεσα στοιχεία , όπως γεμίσματα , τα οποία συνδέονται μόνιμα στο περίβλημα. Συμβατά υλικά συγκόλλησης πρέπει να χρησιμοποιούνται σε ανόμοιες μεταλλικές συνδέσεις.

Όλες οι συγκολλήσεις πρέπει να εξετάζονται μακροσκοπικά σε ολόκληρο το μήκος τους. Ένα ποσοστό των συγκολλήσεων πρέπει να υπόκεινται σε μη καταστροφικούς ελέγχους. Η εξέταση πρέπει να είναι είτε με ραδιογραφικό έλεγχο ή έλεγχο με υπερήχους. Ο έλεγχος με υπερήχους δε πρέπει να χρησιμοποιείται σε δεξαμενές από ανοξείδωτο χάλυβα ή ως το μοναδικό μέσο ελέγχου για δεξαμενές που έχουν πάχος μικρότερο των 6mm. Οι δοκιμές πρέπει να πραγματοποιούνται από αρμόδιο και πιστοποιημένο άτομο.

6.3 Κατασκευαστικές ανοχές

Όταν παρεμβάλλεται μια μεταβατική συστολή , η μετατόπιση των επιφανειών των παρακείμενων ελασμάτων σε διαμήκεις συγκολλήσεις και περιμετρικές ραφές δε πρέπει να είναι

περισσότερο από 25% του πάχους του παχύτερου ελάσματος και δε πρέπει να υπερβαίνει το 1mm.

Όταν παρεμβάλλεται συστολή μεταξύ των επιφανειών , αυτή πρέπει να έχει μια κλίση όχι μεγαλύτερη από ένα σε τρία.

Όταν απομακρύνεται υλικό από το έλασμα για να παρεμβληθεί η συστολή , το πάχος του κάθε ελάσματος δε πρέπει να μειώνεται παρακάτω από αυτό που απαιτείται για το σχεδιασμό.

Σημείωση :

Η συστολή μπορεί να περιέχει το πάχος της συγκόλλησης , η κατώτερη επιφάνεια χτίζεται με προσθήκη λιωμένου μετάλλου εάν είναι απαραίτητο.

Η απόσταση μεταξύ κάθε επιφάνειας του ελάσματος με το μεγαλύτερο πάχος και η κεντρική γραμμή των συστολικών ραφών του λεπτότερου ελάσματος πρέπει να είναι :

- για διαμήκεις ραφές , όχι μικρότερη από 35% του πάχους του λεπτότερου ελάσματος ,
- για περιμετρικές ραφές , όχι μικρότερη από 25% του πάχους του λεπτότερου ελάσματος.

Διογκώσεις και κοιλώματα πρέπει να εξομαλύνονται και το βάθος τους , μετράται ως απόκλιση από την κανονική καμπυλότητα ή από τη γραμμή του κυλινδρικού περιβλήματος , πρέπει να μην είναι μεγαλύτερο από το 2% από το μήκος ή το πλάτος τους.

Το πάχος των τοιχωμάτων του περιβλήματος μετά την κατασκευή δε πρέπει να είναι μικρότερο από το καθοριζόμενο ελάχιστο πάχος και οποιοσδήποτε μεταβολές στο πάχος πρέπει να είναι σταδιακές.

Η ολοκλήρωση της δεξαμενής πρέπει να συμμορφώνεται με τις ακόλουθες απαιτήσεις :

- το συνολικό βάθος στο τελείωμα , αποκλειόμενης οποιασδήποτε φλάντζας , δεν πρέπει να είναι μικρότερη από το βάθος που καθορίζεται από το σχεδιασμό ,
- οποιαδήποτε αρθρωτή ακτίνα πρέπει να μην είναι μικρότερη από αυτή που καθορίζεται από το σχεδιασμό ,
- οποιαδήποτε στεφανιαία ακτίνα πρέπει να μην είναι μεγαλύτερη από αυτή που καθορίζεται από το σχεδιασμό.

6.4 Διόρθωση των ελαττωμάτων

Τα ελαττώματα πρέπει να διορθώνονται με μηχανική ή θερμική διεργασία ή με συνδυασμό και των δύο.

Ελαττώματα στην επιφάνεια του μητρικού υλικού , χτυπήματα στα τόξα , σημάδια από εργαλεία , σημάδια από κοψίματα κτλ πρέπει να απομακρύνονται με λείανση. Ο πυθμένας πρέπει να έχει μια ομαλή μετάβαση με τις γύρω περιοχές.

Οποιαδήποτε διόρθωση πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις παραγράφους 6.1 – 6.3. Μετά την ολοκλήρωση της διόρθωσης το πάχος του υλικού πρέπει να είναι μεταξύ των ανοχών του σχεδιασμού και ποτέ σε καμία περίπτωση μικρότερο από το ελάχιστο πάχος που καθορίζεται σε συμφωνία με την παράγραφο 4.1.2. Μετά την ολοκλήρωση της διόρθωσης , η περιοχή που επηρεάστηκε από αυτήν , πρέπει να εξετάζεται βάση κατάλληλης διαδικασίας , εξαρτώμενη από τη μέθοδο της διόρθωσης (μηχανική ή θερμική) και , στην περίπτωση της συγκόλλησης , σε βαθμό όχι μικρότερο από αυτό που καθορίζεται στην παράγραφο 6.2.

6.4.1 Διόρθωση των ελαττωμάτων συγκόλλησης

Ο βαθμός της διόρθωσης πρέπει να καθορίζεται από τη θέση , το μέγεθος και τον τύπο του ελαττώματος. Πρέπει να αποτελείται από είτε από διόρθωση του ελαττώματος και της γύρω περιοχής μόνο , είτε από πλήρη απομάκρυνση της συγκόλλησης που περιέχει το ελάττωμα.

Διόρθωση με λείανση ή άλλη διεργασία περιλαμβανομένης της απομάκρυνσης του υλικού το οποίο δε περιέχει συγκόλληση πρέπει να ολοκληρωθεί δίνοντας μια ομαλή μετάβαση με τις γύρω περιοχές.

Μια θερμικά σκαλισμένη κοιλότητα πρέπει να πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας ηλεκτρόδια που είναι πιθανόν να ελαχιστοποιούν την επίδρασή τους στις παραμένουσες επιφάνειες του υλικού. Όταν ανθρακικά ή ανθρακικά ηλεκτρόδια από χάλυβα χρησιμοποιούνται σε περιβλήματα από ανοξείδωτο χάλυβα , η επιφάνεια του υλικού στην περιοχή που υπόκειται σε κοίλανση πρέπει να φτάσει σε ένα βάθος όχι μικρότερο από 0,3mm πριν από περαιτέρω εργασία διόρθωσης. Η περιοχή του διορθωμένου ελαττώματος πρέπει να εξετάζεται σύμφωνα με την παράγραφο 6.2.2.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ

7.1 Κατασκευαστικές ανοχές

Η μέθοδος σύγκρισης αποτελείται από τον προσδιορισμό της συγκεκριμένης ανθεκτικότητας του :

- υλικού που χρησιμοποιείται για το περίβλημα έχοντας ένα ελάχιστο πάχος υπολογισμένο σύμφωνα με την παράγραφο 4.1.2 , και
- προτεινόμενου συνδυασμού των υλικών για κατασκευή διπλού τοιχώματος.

7.2 Συσκευή

Μηχανή δοκιμής , ικανή να εφαρμόζει δύναμη το ελάχιστο 1000kN , με ικανοποιητική διαδρομή , ώστε να επιτρέψει στη δοκιμή να ολοκληρωθεί σε μια εφαρμογή με την ταχύτητα διείδυσης , όπως παρακάτω. Η μηχανή δοκιμής πρέπει να ενσωματώνει :

- ένα σύστημα ελέγχου , που επιτρέπει την προεπιλογή της ταχύτητας διείδυσης (2mm/s σε 4mm/s) και εξασφαλίζει ότι είναι σταθερή ,
- μια μηχανή μέτρησης δύναμης , σύμφωνα με τις απαιτήσεις της κατηγορίας 1 της μηχανής δοκιμής ,
- μια μηχανή μέτρησης εκτοπίσματος , έχοντας μια ακρίβεια και ανάλυση του 0,5% ,
- εξοπλισμός παρακολούθησης και καταγραφής , που έχει έναν X , Ψ σχεδιογράφο που χρησιμοποιείται για παρακολούθηση με ένα χρόνο απόκρισης μικρότερο από 20% από το χρονικό διάστημα ανόδου του σήματος εισόδου , και ένα καταγραφικό σύστημα ικανό να καταγράφει συγχρόνως τα σήματα δύναμης και εκτοπίσματος. Ψηφιακές συσκευές εγγραφής και σχεδιογράφοι θα δειγματίζουν σε ένα αρκετά υψηλό ποσοστό , ώστε να

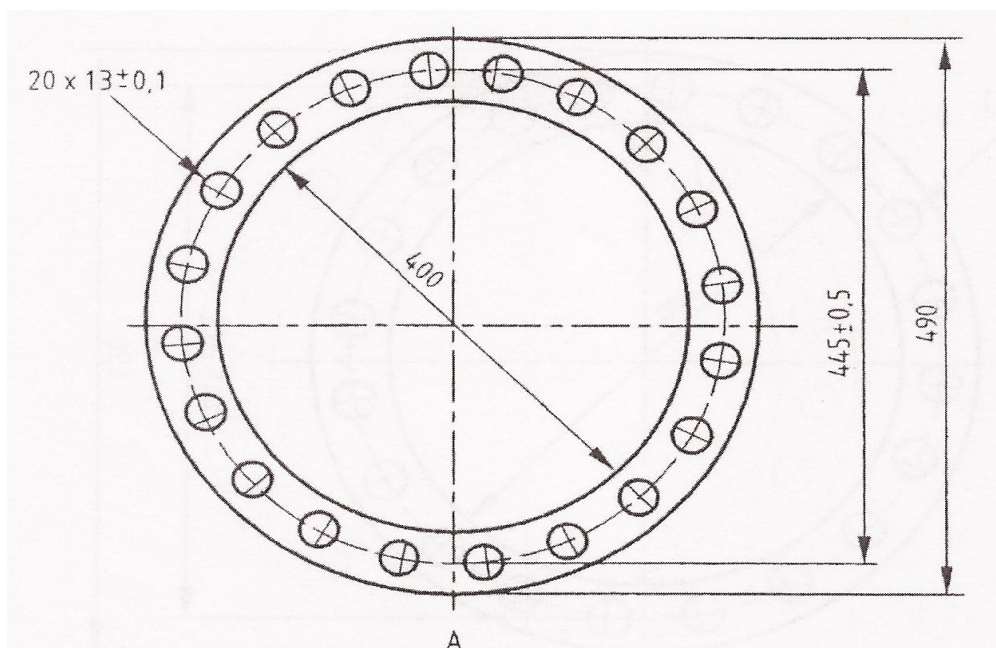
εξασφαλίζεται ότι επιτυγχάνεται μια πραγματική αντιπροσώπευση της καμπύλης φορτίου / μετατόπισης ,

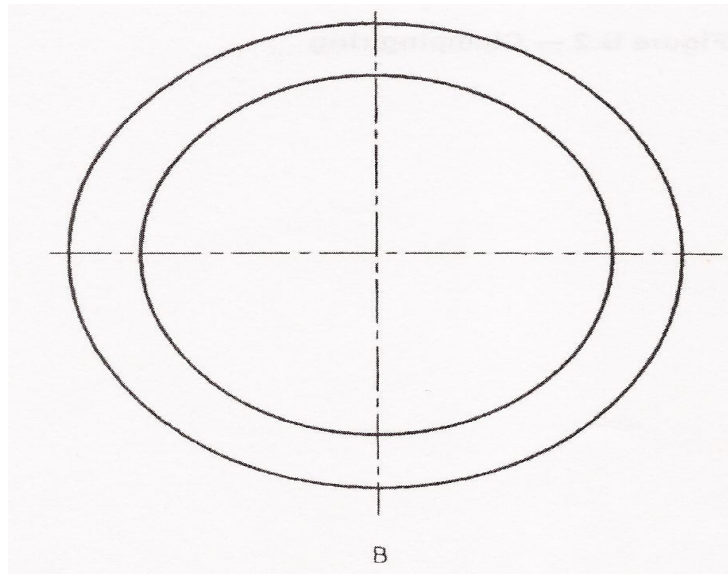
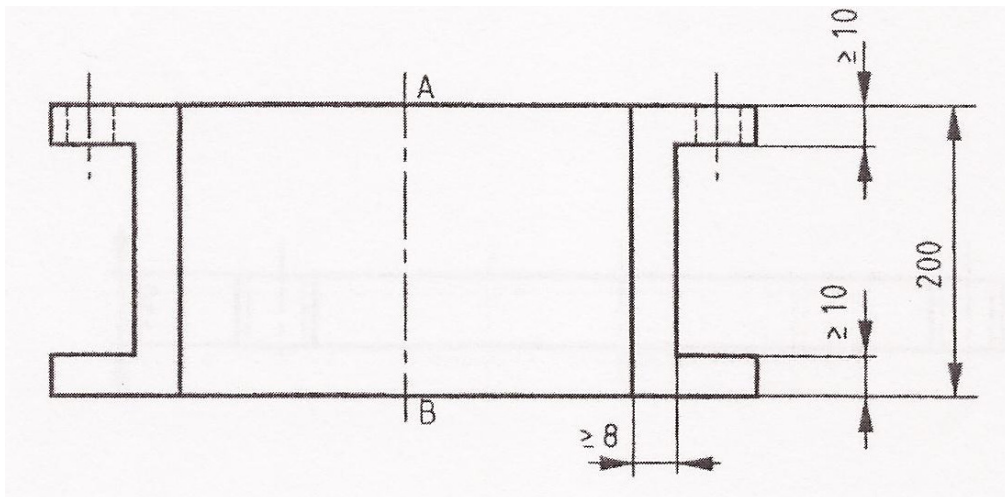
- ένα υποστήριγμα , που υποστηρίζει τη βάση του δοκίμιου συναρμολόγησης τοποθετούμενου έτσι ώστε μια ελάχιστη κίνηση της συναρμολόγησης κατά τη διάρκεια της δοκιμής που μπορεί να συνεισφέρει στη συνολικά καταγραφόμενη μετατόπιση. Εάν το τοποθετούμενο δοκίμιο συναρμολόγησης δεν υποστηρίζεται γύρω από την πλήρη περιφέρεια της φλάντζας βάσης του σώματος της μηχανής , μια βάση μπορεί να χρησιμοποιηθεί με εξαρτήματα για να προσκολληθεί το τοποθετούμενο δοκίμιο συναρμολόγησης στη μηχανή. Η βάση δε πρέπει να είναι μικρότερη από 38mm πάχους.

7.3 Δοκίμιο συναρμολόγησης

Αποτελείται από :

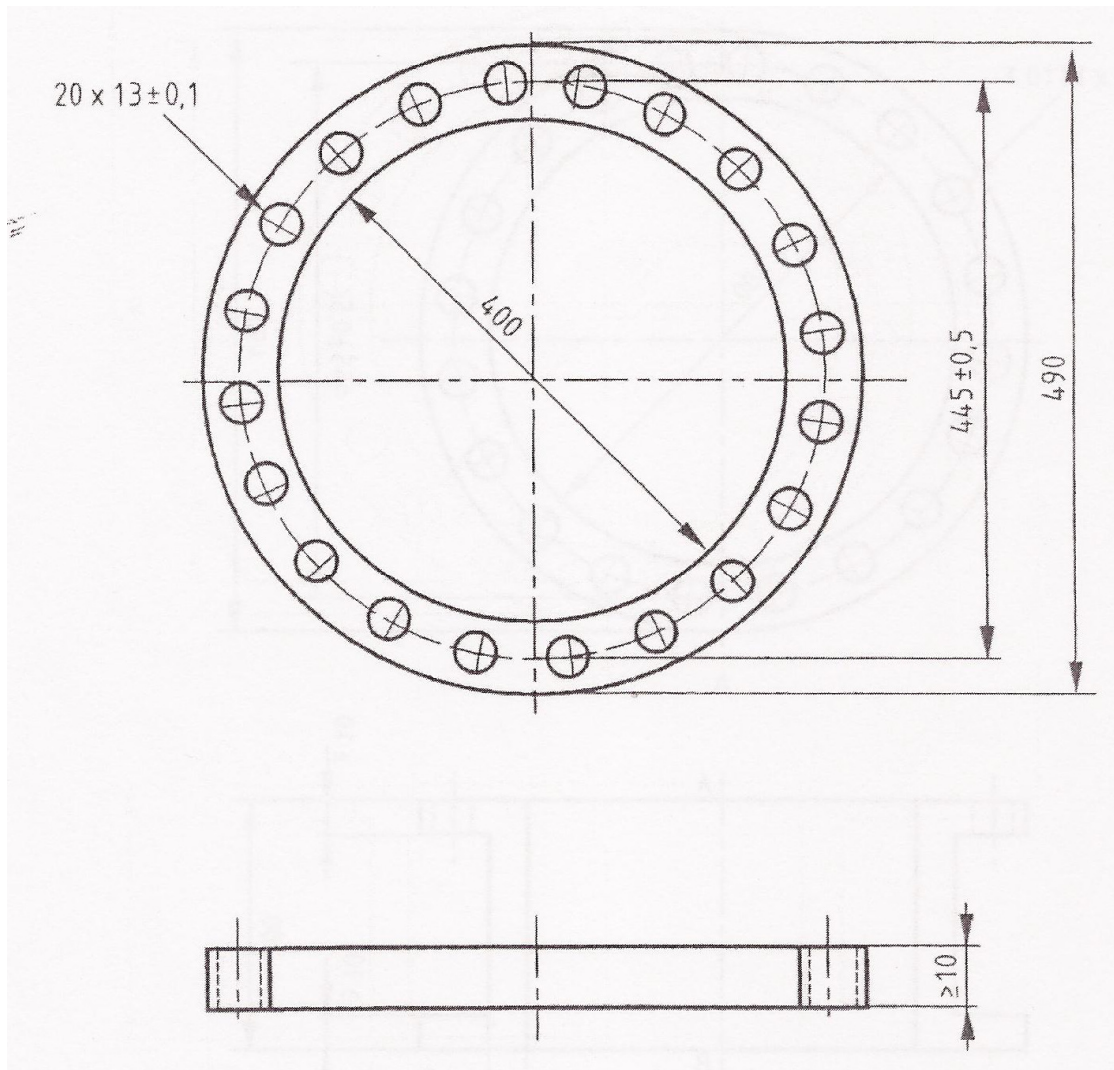
- ένα σώμα του τοποθετούμενου δοκίμιου συναρμολόγησης , κατασκευάζεται από ανθρακούχο χάλυβα και ανταποκρίνεται στις διαστάσεις που δίνονται στην εικόνα 8. Η κατώτερη φλάντζα πρέπει να ανταποκρίνεται στις συνολικές διαστάσεις που δίνονται στην εικόνα 8. Η μέθοδος προσκόλλησης της βάσης στη μηχανή δοκιμής θα καθορίσει την ανάγκη για τυχόν τρύπες σε αυτή τη φλάντζα για κοχλίες κτλ.





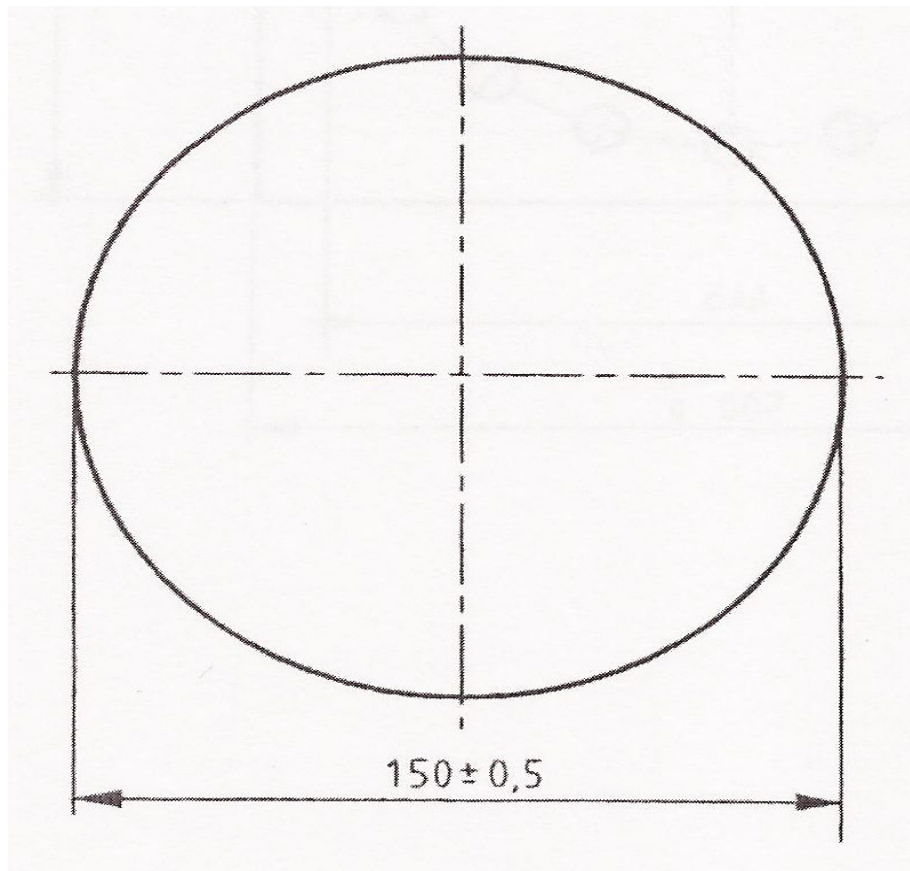
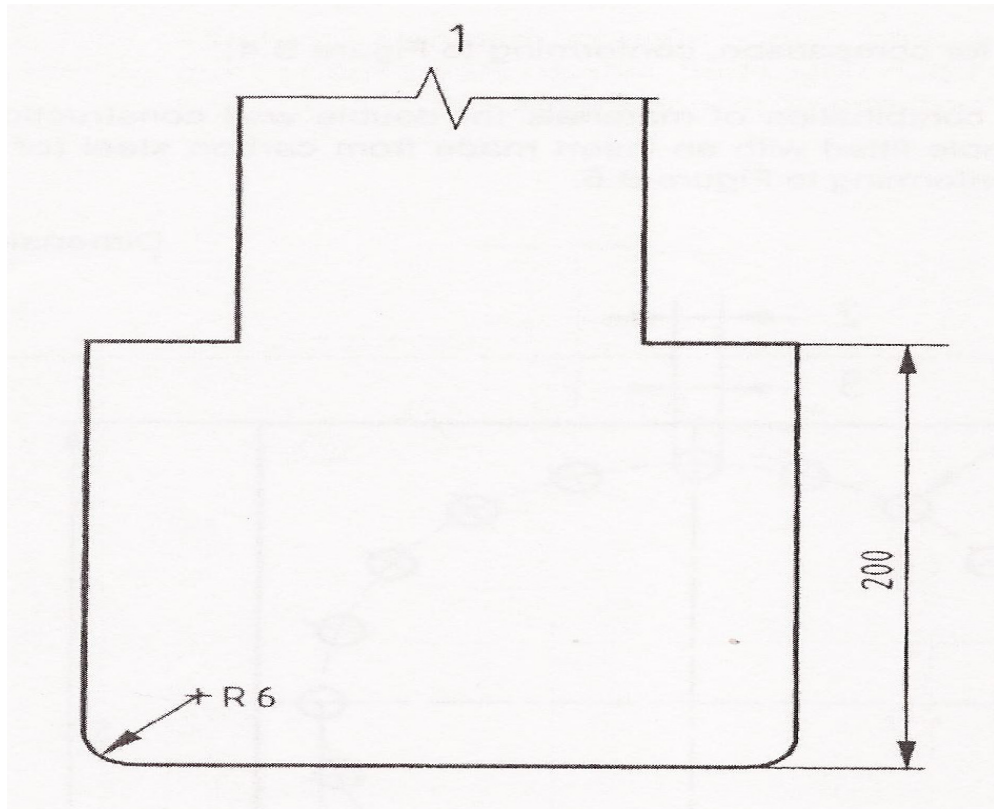
Εικόνα 8 : Το σώμα του τοποθετούμενου δοκίμιου συναρμολόγησης

- ένα δακτύλιο σύσφιξης , φτιαγμένο από χάλυβα και ανταποκρίνεται στις διαστάσεις που δίνονται στην εικόνα 9 της επόμενης σελίδας ,



Εικόνα 9 : Δακτύλιος σύσφιξης

- μια ράβδο δοκιμής , κατασκευασμένη από μαλακό χάλυβα , ή ισοδύναμο χάλυβα. Πρέπει να ανταποκρίνεται στις διαστάσεις που δίνονται στην εικόνα 10 της επόμενης σελίδας. Πρέπει να κατασκευάζεται και να σχεδιάζεται για να διασφαλίζεται η σωστή συναρμογή με τη μηχανή δοκιμής , και πρέπει να έχει επιφάνεια φινιρίσματος λεπτότερη από 0,8μm.

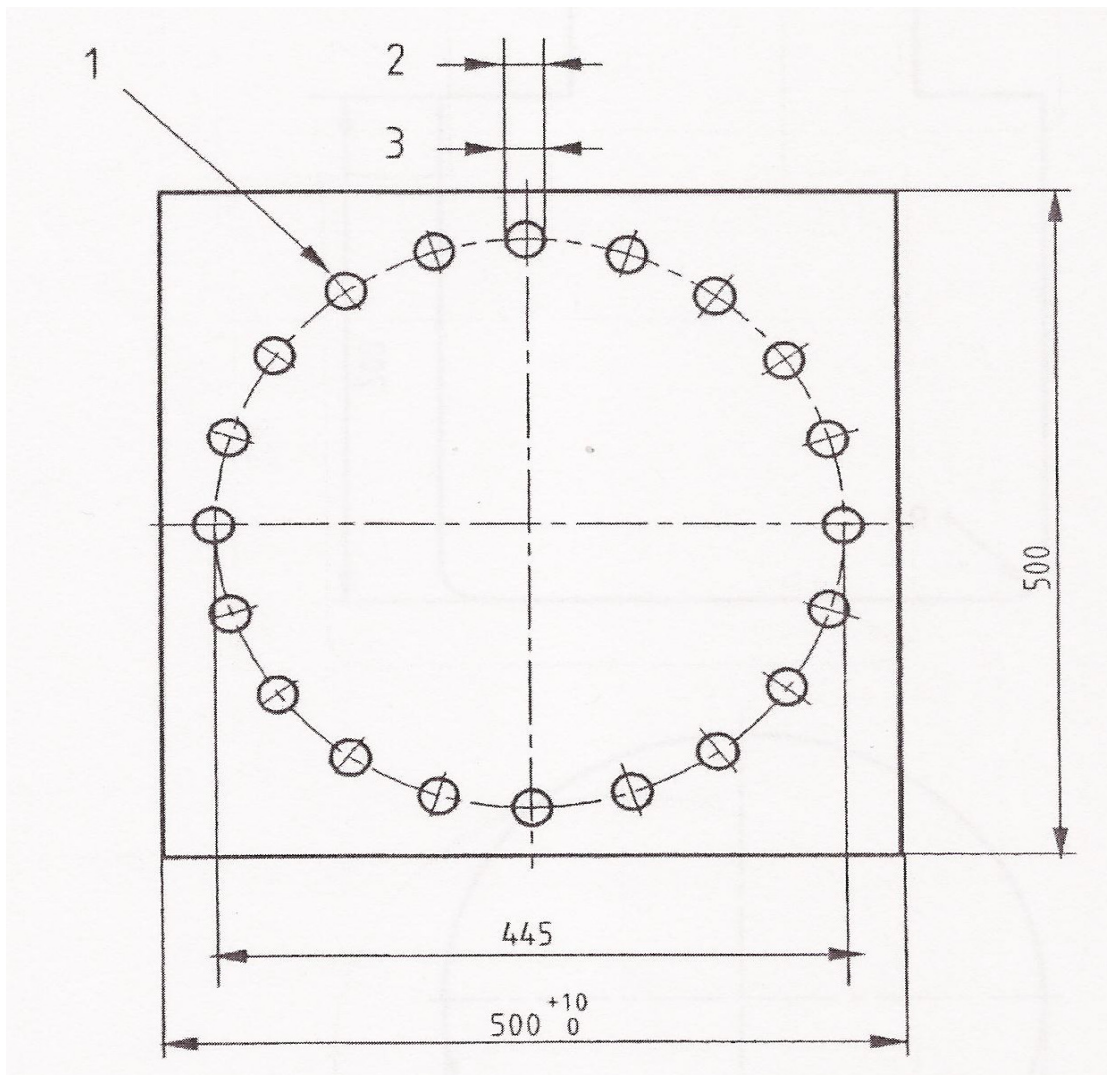


Εικόνα 10 : Ράβδος δοκιμής (1.Σχήμα και διαστάσεις για να ταιριάξουν στη μηχανή δοκιμής)

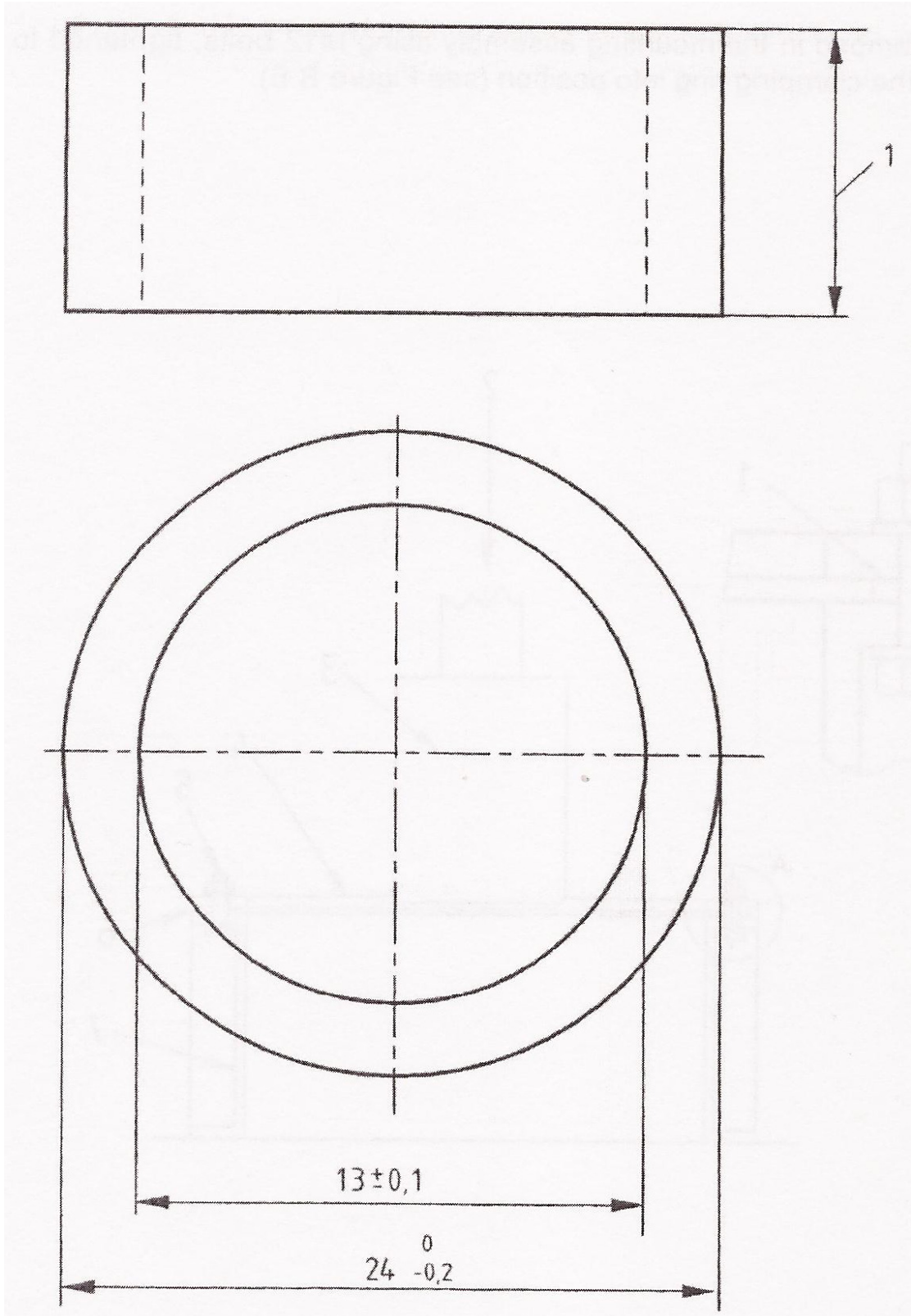
7.4 Δείγματα των υλικών που θα δοκιμαστούν

Τα δοκίμια πρέπει να είναι :

- ένα φύλλο του υλικού δοκιμής για σύγκριση , ανταποκρινόμενο στην εικόνα 11 ,
- ένα τμήμα του προτεινόμενου συνδυασμού των υλικών για κατασκευή διπλού τοιχώματος , ανταποκρινόμενο στην εικόνα 11 και με κάθε οπή να ταιριάζει με ένα ένθετο , κατασκευασμένο από ανθρακούχο χάλυβα (ή άλλο υλικό ισοδύναμης αντοχής) και ανταποκρινόμενο στην εικόνα 12.



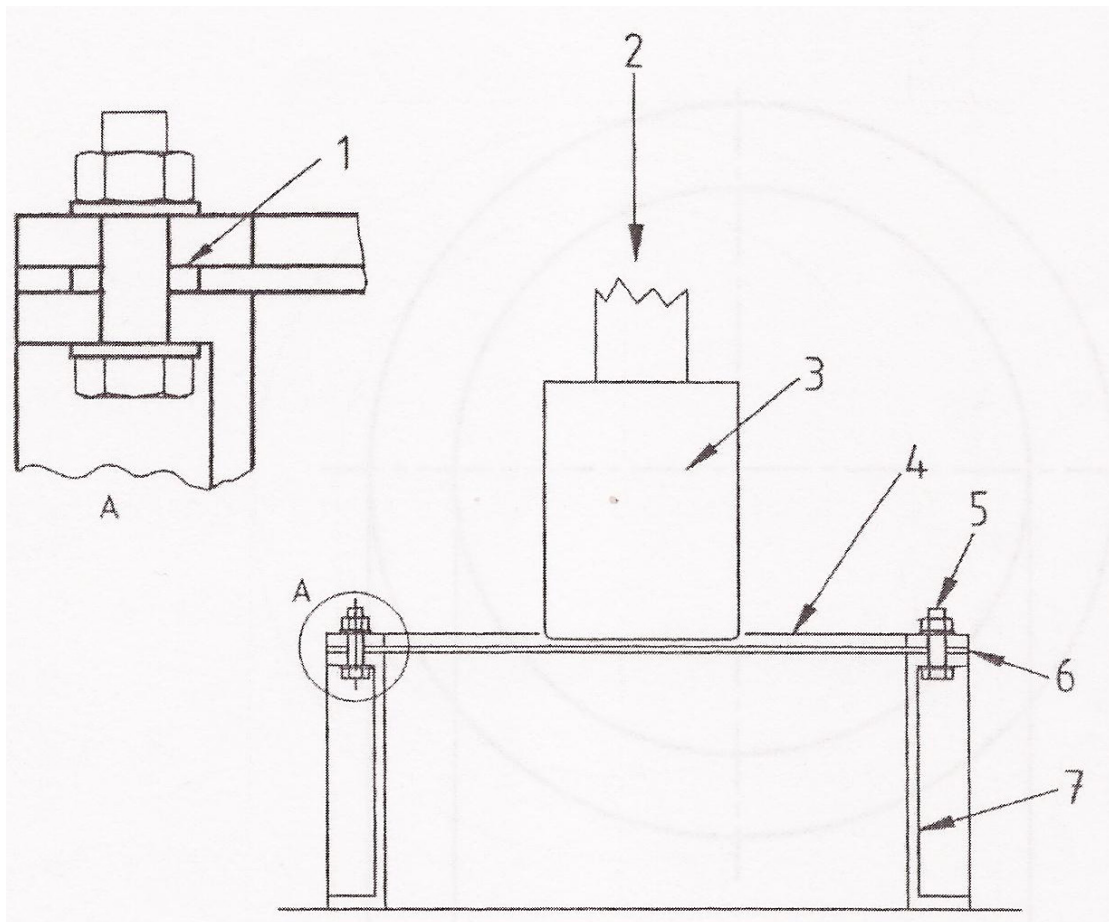
Εικόνα 11 : Δοκιμαστική πλάκα (1.20 οπές , 2. Οπές διαμέτρου $13,0 \pm 0,1$ για μεταλλικές δοκιμαστικές πλάκες , 3. Οπές διαμέτρου $24,0^{+0,2}_0$ για μη μεταλλικές δοκιμαστικές πλάκες)



Εικόνα 12 : Παξιμάδι (μόνο για μη μεταλλικές δοκιμαστικές πλάκες , 1.Πάχος σε συμφωνία με την αρμόδια αρχή ταιριαστό με το πάχος της δοκιμαστικής πλάκας

7.5 Διαδικασία

Κάθε δοκίμιο πρέπει να στερεώνεται στη συναρμολόγηση χρησιμοποιώντας κοχλίες M12 , συσφίγγοντας με ροπή το λιγότερο 70Nm , για την εξασφάλιση στη θέση του δακτυλίου σύσφιξης (βλέπε εικόνα 13).



Εικόνα 13 : Δακτύλιος δοκιμής συναρμολόγησης (1. Μόνο για μη μεταλλικές δοκιμαστικές πλάκες – χρησιμοποίησε παξιμάδια , 2. Δύναμη δοκιμής F , 3. Ράβδος δοκιμής (εικόνα 10) , 4. Δακτύλιος σύσφιξης (Εικόνα 9) , 5.20 κοχλίες και παξιμάδια M12 x 1,75 βαθμού 8.8 , 6.Δοκιμαστική πλάκα (Εικόνα 11) , 7.Σώμα (Εικόνα 8)

Η ράβδος δοκιμής πρέπει να καθαρίζεται , έτσι ώστε να συναντά τις απαιτήσεις για φινιρίσμα επιφανείας που καθορίζεται στο 7.3. Το τοποθετούμενο δοκίμιο συναρμολόγησης και η ράβδος δοκιμής πρέπει να τοποθετούνται στη μηχανή δοκιμής , έτσι ώστε το κέντρο της

ράβδου δοκιμής είναι σύμφωνη με το κέντρο του δοκιμίου και εντός 5mm από αυτό. Με τα όργανα μέτρησης αναμμένα , η ράβδος δοκιμής πρέπει να μετακινείται με μια ταχύτητα μεταξύ 2mm/s και 4mm/s προς και στο δοκίμιο μέχρι να προκαλέσει ρήξη στο δοκίμιο.

Τρεις δοκιμές πρέπει να πραγματοποιούνται στα δείγματα των υλικών του περιβλήματος με ένα ελάχιστο πάχος σε συμφωνία με την παράγραφο 4.1.2 , και τρεις δοκιμές στα δείγματα των πραγματικών υλικών ή του συνδυασμού υλικών και τα πάχη που προτείνονται για χρήση.

7.6 Αποτελέσματα

7.6.1 Τιμές των δοκιμών

Ο μέσος όρος των τριών επιμέρους τιμών δοκιμών πρέπει να χρησιμοποιείται για να καθορίσει το αποτέλεσμα για συγκεκριμένη αντοχή του κάθε δοκιμαζόμενου υλικού. Όταν μια από τις τρεις επιμέρους τιμές δοκιμών είναι παραπάνω από 5% και παρακάτω από 10% από το μέσο όρο τους , η ακόλουθη διαδικασία πρέπει να υιοθετείται :

- μια τέταρτη δοκιμή πρέπει να πραγματοποιηθεί ,
- η επιμέρους δοκιμή που είναι παραπάνω από 5% και παρακάτω από 10% από το μέσο όρο πρέπει να απορρίπτεται και να αντικαθίσταται από την τιμή που αποκτάται από την τέταρτη δοκιμή ,
- το νέο καθορισμένο αποτέλεσμα για συγκεκριμένη αντοχή πρέπει να είναι ο μέσος όρος των δύο γνήσιων επιμέρους τιμών δοκιμών που έχουν απομείνει συν την τέταρτη επιμέρους τιμή δοκιμής , και
- εάν τώρα μια από τις τιμές δοκιμής αποκλίνει παραπάνω από 5% από το νέο αποτέλεσμα , το αποτέλεσμα της δοκιμής πρέπει να απορρίπτεται και να επαναληφθεί η συνολική διαδικασία δοκιμής.

7.6.2 Υπολογισμός των αποτελεσμάτων

Η συγκεκριμένη ανθεκτικότητα είτε να μετρηθεί άμεσα από το μετρητικό σύστημα ή να υπολογιστεί από το γράφημα δυνάμεως – παραμόρφωσης προσδιορίζοντας την περιοχή κάτω από τη γραμμή.

7.6.3 Αποδοχή του υλικού

Ο προτεινόμενος συνδυασμός των υλικών για κατασκευή διπλού τοιχώματος θεωρείται ότι είναι αποδεκτός με την προϋπόθεση ότι το αποτέλεσμα της αντοχής της συγκεκριμένης αντοχής του δεν είναι μεγαλύτερο από 5% κάτω από το αποτέλεσμα της δοκιμής για το υλικό του περιβλήματος στο ισοδύναμο ελάχιστο πάχος.

7.7 Παγκόσμια ανθεκτικότητα

Υψηλές τιμές παγκόσμιων ανθεκτικοτήτων και παγκόσμιες ανθεκτικότητες για άλλους τύπους ενισχυμένων μελών πρέπει να επιβεβαιώνονται από τις ακόλουθες δοκιμές και περιορισμούς :

- το φορτίο στο τομέα του περιβλήματος (4m μήκος) πρέπει να εφαρμόζεται στη μια πλευρά κοντά στη κεντρική γραμμή του τομέα και σε ακτινική κατεύθυνση (κάθετα στην κατεύθυνση της κίνησης) ,
- η πίεση πρέπει να εφαρμόζεται σταθερά σε ολόκληρο το μήκος του τομέα της δεξαμενής με δέσμη δοκιμής 430mm πλάτους ,
- η διεισδυτική απόσταση δοκιμής πρέπει να είναι 250mm.

Η παγκόσμια ανθεκτικότητα που καθορίζεται για έναν τομέα δεξαμενής μήκους 4m είναι μια επαρκής προστασία ενάντια ζημιών , μόνο εάν το εξωτερικό περίβλημα δεν είναι σπασμένο. Εάν τα διαμερίσματα , οι πλάκες διόγκωσης και τα τελειώματα είναι εξοπλισμένα με πρόσθετα

σκληρυνόμενα μέλη , η τιμή της παγκόσμιας ανθεκτικότητας δε πρέπει να υπερβαίνει περισσότερο από το 50% των τιμών που δίνονται στο 1 ,2 ή 3 της τελευταίας παραγράφου της 4.1.2α).

Μια αναφορά της δοκιμής που διεξάγεται πρέπει να περιλαμβάνει μια περιγραφή των συνθηκών δοκιμής , μια εκτίμηση των αποτελεσμάτων δοκιμής και μια αξιολόγηση όσον αφορά την ακεραιότητα της κατασκευής της δεξαμενής.

Ένα πιστοποιητικό εκδίδεται επιβεβαιώνοντας ότι οι υψηλότερες τιμές της παγκόσμιας ανθεκτικότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν.

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ

ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΟΟ

ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΤΟΞΟΥ

8.1 Γενικά

Οι συγκολλήσεις ανήκουν στην κατηγορία των μόνιμων συνδέσεων ανάμεσα σε τεμάχια. Η σύνδεση αυτή επιτυγχάνεται μέσω της θερμότητας, είναι σύνδεση κρυσταλλική και έχει στόχο το τελικό τεμάχιο να έχει την ίδια αντοχή με τα αρχικά κομμάτια. Από την εποχή της αρχαιότητας εμφανίζονταν διαδικασίες συγκόλλησης, που βασιζόνταν κυρίως στη μέχρι τότε γνώση των υλικών. Έτσι, η συγκόλληση με χύτευση καθιερώθηκε από τους αρχαίους χρόνους ως η κύρια μορφή σύνδεσης και επισκευής σπασμένων κατασκευών από μπρούντζο ή χυτοσίδηρο. Άλλες μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η συγκόλληση σε κάμινο (καμινοσυγκόλληση), η κασσιτεροκόλληση, που χρησιμοποιείται μέχρι τις μέρες μας, ιδιαίτερα στη λευκοσιδηρουργία, η μπρουτζοκόλληση κ.λπ.. Η πιο κλασική μέθοδος συγκόλλησης, που είναι η συγκόλληση με οξυγονοασετυλίνη, εμφανίστηκε στην αρχή του εικοστού αιώνα. Από τότε πολλές διαφορετικές μέθοδοι έχουν ανακαλυφθεί και προσφέρονται για την πραγματοποίηση πολύπλοκων προϊόντων. Η λίστα με τα αντικείμενα ή προϊόντα, που έχουν συγκολλητά μέρη είναι ατελείωτη και περιλαμβάνει από στοιχεία ηλεκτρονικών κυκλωμάτων μέχρι πλοία, μηχανές αεριωθούμενων, αυτοκίνητα, γέφυρες, μεταλλικά έπιπλα, κτίρια με μεταλλικό σκελετό κ.λπ.. Οι συγκολλήσεις ως μέσο σύνδεσης αντικατέστησαν όλες τις μεθόδους λυόμενων συνδέσεων (κοχλιοσυνδέσεις, ηλώσεις), εκεί βέβαια που δε χρειαζόταν η σύνδεση να είναι λυόμενη. Για την παραγωγή σύνθετων κατασκευών, οι συγκολλήσεις αντικατέστησαν την πολύ δαπανηρότερη χύτευση. Τα πλεονεκτήματα των συγκολλήσεων απέναντι στη χύτευση είναι: οικονομία στο υλικό, μικρότερο κόστος και πραγματοποίηση σύνθετων κατασκευών, που με τη χύτευση είναι αδύνατες ή πολύ δύσκολες. Μειονεκτήματα που παρουσιάζουν οι συγκολλήσεις σχετίζονται κυρίως με τη συγκολλητικότητα των υλικών, δηλαδή την ιδιότητα ενός υλικού να μπορεί να συγκολληθεί.

Λέγοντας συγκόλληση εννοούμε τη μέθοδο, κατά την οποία δύο υλικά, συνήθως μέταλλα, συνδέονται μόνιμα μεταξύ τους μέσω τοπικής πρόσφυσης, που επιτυγχάνεται με κατάλληλο συνδυασμό θερμοκρασίας, πίεσης και μεταλλουργικών συνθηκών. Επειδή ο

συνδυασμός θερμοκρασίας και πίεσης μπορεί να κυμαίνεται από υψηλή θερμοκρασία με καθόλου πίεση , μέχρι υψηλή πίεση με χαμηλή θερμοκρασία , η συγκόλληση μπορεί να επιτευχθεί με μεγάλη ποικιλία συνθηκών , με αποτέλεσμα σήμερα να έχει αναπτυχθεί και να χρησιμοποιείται ευρήτατα στη βιομηχανία μεγάλος αριθμός μεθόδων συγκόλλησης. Γενικά , όμως , οι συγκολλήσεις μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο ομάδες :

- στις συγκολλήσεις τήξης που πραγματοποιούνται με πλήρωση της περιοχής σύνδεσης με τηγμένο συγκολλητικό υλικό (κόλληση) και
- στις συγκολλήσεις στερεάς φάσης ή πίεσης που πραγματοποιούνται με διάχυση του υλικού μέσω μιας ενδιάμεσης επιφάνειας σύνδεσης ή μέσω αυτόματης σύνδεσης των επιφανειών που έρχονται σε επαφή.

Οι συγκολλήσεις τήξης ανάλογα με την φύση του συγκολλητικού υλικού διακρίνονται σε :

- Αυτογενείς , όπου η κόλληση και τα συγκολλούμενα τεμάχια είναι από το αυτό ή παρόμοιο υλικό.

Η πηγή θερμότητας είναι ή ηλεκτρικό τόξο ή φλόγα ασετυλίνης ή δέσμη ηλεκτρονίων ή ακτίνες laser. Η πηγή θερμότητας χρησιμεύει για να τήξει είτε το συγκολλούμενο μέταλλο στην περιοχή της σύνδεσης , είτε το συγκολλητικό υλικό μέσα στη σύνδεση. Ο αρμός που πρόκειται να συγκολληθεί πρέπει να προετοιμάζεται κατάλληλα. Απαιτείται τοπικά λιώσιμο των προς συγκόλληση τεμαχίων και τοποθέτηση ή όχι ενός συγκολλητικού μέσου. Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων συγκολλήσεων είναι η οξυγονοσυγκόλληση , η ηλεκτροσυγκόλληση, η συγκόλληση με αντίσταση, με Laser κ.λπ..

- Ετερογενείς , όπου το υλικό κόλλησης και τεμαχίων είναι διαφορετικό.

Χρησιμοποιούνται συνήθως όταν :

- ✓ για διάφορους λόγους αποκλείεται η αυτογενής συγκόλληση όπως , π.χ. σε διαφορετικά συγκολλούμενα μέταλλα , για αποφυγή υπερθέρμανσης των τεμαχίων που έχει επιπτώσεις στην αντοχή τους ,

- ✓ επιδιώκεται θέρμανση των τεμαχίων σε θερμοκρασίες μικρότερες από το σημείο τήξης τους , π.χ. κατά τη συγκόλληση μεταλλικών δοχείων συσκευασίας ,
- ✓ η αντοχή της ετερογενούς συγκόλλησης είναι ικανοποιητική , στην περίπτωση μαζικής παραγωγής π.χ. κονσερβοποιία ,
- ✓ χρειάζεται να πληρωθούν μεταλλικές κοιλότητες ,
- ✓ δε χρειάζεται τοπική τήξη των αντικειμένων , που θα συγκολληθούν , παρά μόνο θέρμανση και εναπόθεση λιωμένου συγκολλητικού υλικού.

Τέτοιες συγκολλήσεις είναι η κασσιτεροκόλληση , η μπруντζοκόλληση κ.λπ..

Για να επιτευχθεί πρόσφυση μεταξύ δύο μετάλλων , πρέπει να υπάρχει κατάλληλος συνδυασμός επαρκούς γειννίασης και δραστηριότητας μεταξύ των τεμαχίων που θα συγκολληθούν , ώστε να σχηματιστούν κοινοί μεταλλικοί κρύσταλλοι. Περιοριστικοί παράγοντες στην περίπτωση αυτή είναι :

- συνήθεις ανωμαλίες των επιφανειών που βρίσκονται σε επαφή ,
- στρώματα οξειδίων ή ξένων ρύπων , όπως π.χ. μεταλλικά επιφανειακά επιστρώματα ,
- λεπτό στρώμα απορροφούμενου αερίου στην επιφάνεια οξειδίου.

Η τραχύτητα επιφάνειας εξουδετερώνεται είτε με επιβολή δύναμης , που προκαλεί πλαστική παραμόρφωση των ανωμαλιών και έτσι τα τεμάχια έρχονται σε πιο άμεση επαφή , είτε με τήξη των δύο επιφανειών.

Στις συγκολλήσεις στερεάς κατάστασης , τα στρώματα των ρύπων μπορούν να απομακρυνθούν με μηχανικό ή χημικό καθαρισμό πριν τη συγκόλληση ή προκαλώντας επαρκή ροή μετάλλου διαμέσου μιας εσωτερικής επιφάνειας, έτσι ώστε οι ακαθαρσίες να αποβληθούν από το συγκόλλημα (π.χ. εκρηκτική συγκόλληση). Στις συγκολλήσεις τήξης , όπου υπάρχει ροή τηγμένου μετάλλου , οι ρύποι απομακρύνονται με κατάλληλα χημικά αντιδραστήρια.

Εάν η συγκόλληση γίνεται υπό κενό και στις δύο μεθόδους οι ρύποι απομακρύνονται πιο εύκολα και η πρόσφυση επιτυγχάνεται άμεσα. Σε συνθήκες περιβάλλοντος οι ακαθαρσίες μπορεί

να συγκολληθούν μαζί με τα τεμάχια υπό την επίδραση μικρής φόρτισης , αν και κάτι τέτοιο δε προβλέπεται.

Γίνεται φανερό , λοιπόν , ότι οι διάφορες μέθοδοι συγκόλλησης διαφέρουν σημαντικά όχι μόνο στον τρόπο που συνδυάζονται και επιτυγχάνονται θερμοκρασία και πίεση , αλλά διαφέρουν ακόμα και ως προς την προσοχή που πρέπει να δίνεται στην καθαρότητα των μεταλλικών επιφανειών , πριν τη συγκόλλησή τους , καθώς και στην πιθανή οξείδωση ή ρύπανση των τεμαχίων κατά την διάρκεια της συγκόλλησης. Όταν χρησιμοποιούνται υψηλές θερμοκρασίες , τα περισσότερα μέταλλα επηρεάζονται δυσμενώς από το άμεσο περιβάλλον και αν συμβαίνει και τήξη , μπορεί να προκληθεί σοβαρή μεταλλαγή του μετάλλου. Ακόμη η μεταλλουργική δομή και η ποιότητα του μετάλλου μπορεί να επηρεαστεί , συνήθως δυσμενώς , από τη θέρμανση και τη ψύξη που συνοδεύουν τις περισσότερες μεθόδους συγκόλλησης και οι επιδράσεις αυτές πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη.

Συνοπτικά , για την επίτευξη καλών συγκολλήσεων είναι απαραίτητο να διατίθενται :

- α) επαρκής πηγή θερμότητας και πίεσης ,
- β) μέσα προστασίας ή καθαρισμού του μετάλλου ,
- γ) μέσα αποφυγής ή περιορισμού των δυσάρεστων μεταλλουργικών επιδράσεων.

8.2 Συγκολλητότητα μετάλλων και κραμάτων

Με τον όρο συγκολλητότητα εννοούμε την ικανότητα του μετάλλου να συγκολλάται σε μια κατασκευή , ικανοποιώντας συγχρόνως ορισμένες ιδιότητες και εκπληρώνοντας ορισμένους λειτουργικούς σκοπούς.

Οι μεταβλητές που εκφράζουν την ικανότητα του μετάλλου προς συγκόλληση είναι πολλές , όπως η μεταλλουργική δομή του βασικού μετάλλου , οι ακαθαρσίες , η μέθοδος κατεργασίας , η παρουσία αερίων. Προφανώς η καλή γνώση του διαγράμματος φάσεων και η συμπεριφορά του μετάλλου σε υψηλή θερμοκρασία για μια χρονική περίοδο είναι απαραίτητη.

Οι παράγοντες που έχουν άμεση επίδραση στη συγκολλητότητα ενός υλικού μπορούν να ταξινομηθούν ως εξής :

Από πλευράς μηχανικών ιδιοτήτων : η σκληρότητα , η αντοχή , το μέτρο ελαστικότητας , το όριο διαρροής , η ολκιμότητα , η ειδική θερμότητα , το σημείο τήξης , ο συντελεστής θερμικής διαστολής , η επιφανειακή τάση σε υψηλές θερμοκρασίες , η τάση προς διάβρωση.

Από πλευράς λειτουργικότητας : η προετοιμασία των προς συγκόλληση επιφανειών , οι προστασίες και τα αέρια , τα υλικά κολλήσεων , η ταχύτητα συγκόλλησης , η θέση της ραφής , η ταχύτητα απόψυξης , η προθέρμανση , τα επίπεδα των θερμοκρασιών.

Για τα συνήθη υλικά μπορούν να γίνουν οι εξής παρατηρήσεις :

A) Γενικά :

- Κράματα σιδήρου - άνθρακα

Η συγκολλητικότητα των χαλύβων εξαρτάται κυρίως από την περιεκτικότητά τους σε άνθρακα (C). Όσο λιγότερο άνθρακα έχει ένας χάλυβας , τόσο πιο μεγάλη συγκολλητικότητα έχει , δηλαδή συγκολλάται πιο εύκολα. Ανώτερο όριο περιεκτικότητας σε άνθρακα για εύκολη συγκόλληση είναι το 0.25%. Αν ένας χάλυβας έχει περιεκτικότητα πάνω από το 0,25% σε άνθρακα , τότε η συγκόλληση δεν μπορεί να είναι επιτυχής παρά μόνο κάτω από ειδικές συνθήκες. Στην περίπτωση αυτή , περιοχές της ραφής της συγκόλλησης υφίστανται βαφή , χάνουν τη μηχανική αντοχή τους και ψαθυροποιούνται. Οι χάλυβες αυτοί , με όριο άνθρακα πάνω από το 0,25% , μπορούν να συγκολληθούν , αν προθερμανθούν. Η προθέρμανση αυτή εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε άνθρακα και φθάνει μέχρι τους 425°C για χάλυβες με περιεκτικότητα 0,8% σε άνθρακα. Αντίστοιχα με τους ανθρακούχους χάλυβες , οι χάλυβες με μεγάλη περιεκτικότητα σε Si , Mn , S και P , δεν μπορούν να συγκολληθούν εύκολα και μόνο κάτω από ειδικές συνθήκες. Αντίθετα , οι χάλυβες με προσμείξεις Cu , Ni , Cr , Mo και V , δεν αντιμετωπίζουν πρόβλημα συγκόλλησης , εκτός αν όλες οι προσμείξεις ξεπερνάνε το 10%. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται κοινά κράματα σιδήρου – άνθρακα και η δυνατότητα συγκόλλησής τους.

Κατηγορία υλικού	Εύκολη συγκόλληση	Συγκόλληση σε ειδικές συνθήκες
Κοινά χάλυβες κατασκευών	St33, St34, St37, St42, St46, St52	St50, St60, St70
Χάλυβες επιβελτιώσεως	C22, Ck22, 25CrMo4	-
Χάλυβες ενανθράκωσης	C10, Ck10, C15, Ck15	Αυτοί που περιλαμβάνουν προσθήκες σε Cr, Ni, Mo
Χυτοχάλυβες	πρέπει %C <0.25% και άθροισμα προσθηκών < 10%	Ανοξείδωτοι χυτοχάλυβες
Χυτοσίδηροι	Λευκοί μαλακτικοποιημένοι	Όλοι οι υπόλοιποι χυτοσίδηροι

- Μη σιδηρούχα κράματα μετάλλων

Τα κράματα του χαλκού και του αλουμινίου μπορούν εύκολα να συγκολληθούν. Εξαιρούνται τα κράματα του αλουμινίου με πάνω από 5% μαγνήσιο και οι ορείχαλκοι με υψηλό ποσοστό ψευδαργύρου.

B) Ειδικά :

- Φαιός χυτοσίδηρος : Είναι σκληρός και συγκολλάται δύσκολα. Εφαρμόζεται μόνο αυτογενής συγκόλληση. Η προθέρμανση των τεμαχίων συνήθως επιβάλλεται.
- Μαλακός χυτοσίδηρος : Η συγκολλητότητά του εξαρτάται ανάλογα από τον χρόνο παραμονής του στην υψηλή θερμοκρασία ανόπτησης.
- Χάλυβες και χαλυβοκράματα : Οι συνήθεις χάλυβες έχουν καλή συγκολλητότητα , η οποία αυξάνει , όσο μειώνεται η περιεκτικότητα σε άνθρακα. Συγκολλούνται με αυτογενή συγκόλληση. Σε ανθρακούχους χάλυβες συνιστάται προθέρμανση των τεμαχίων για την αποφυγή οξείδωσης και υπερβολικής σκληρότητας.
- Χαλκός : Συγκολλάται δύσκολα με αυτογενή συγκόλληση , λόγω της μεγάλης θερμικής αγωγιμότητάς του.
- Μπρούτζος (κράμα Cu , Sn και Zn): Συγκολλάται καλά με αυτογενή συγκόλληση σε φλόγα ουδέτερη , ενώ δυσκολότερα με μεταλλικό ηλεκτρόδιο.
- Ορείχαλκος (κράμα Cu , Zn) : Συγκολλάται σχετικά εύκολα με αυτογενή συγκόλληση και με φλόγα πλούσια σε οξυγόνο.
- Αλουμίνιο και κράματά του : Επιδεκτά αυτογενούς συγκόλλησης με ειδικές μεθόδους. Η συγκόλληση γίνεται με ηλεκτρόδιο τροφοδοτούμενο αποκλειστικά με συνεχές ρεύμα και σε ατμόσφαιρα αδρανούς αερίου. Συγκόλληση με φλόγα επιτυγχάνεται δύσκολα.
- Μαγνήσιο και κράματά του : Επιδεκτά συγκολλήσεων με φλόγα υπό ορισμένες προϋποθέσεις , όπως το αλουμίνιο. Ηλεκτροσυγκόλληση τόξου σε συνήθη ατμόσφαιρα είναι αδύνατη.
- Μόλυβδος : Συγκολλάται συνήθως με φλόγα , σε οριζόντιες πάντα ραφές , λόγω της ρευστότητάς του.
- Ευγενή μέταλλα (Ag , Au , Pt) : Συγκολλούνται εύκολα με συγκόλληση με φλόγα. Δυνατή και η ηλεκτροσυγκόλληση τόξου με ηλεκτρόδιο από άνθρακα και ηλεκτροσυγκόλληση αντίστασης.

- Νικέλιο : Συγκολλάται δύσκολα με οξυγονοκόλληση και με ηλεκτροσυγκόλληση τόξου.
- Μέταλλο Monel : Συγκολλάται εύκολα με ηλεκτροσυγκόλληση τόξου με ηλεκτρόδιο από άνθρακα ή με μεταλλικό ηλεκτρόδιο.

8.3 Ποιότητα και έλεγχος συγκολλήσεων

Λόγω της θερμικής κατεργασίας και των μεταλλουργικών μεταβολών στη θέση μιας ραφής συγκόλλησης αναπτύσσονται ατέλειες και ασυνέχειες στη σύνδεση , με άμεσες συνέπειες στην ποιότητα της συγκόλλησης. Τα συνηθέστερα ελαττώματα είναι :

- Η εμφάνιση πόρων , που οφείλονται σε εγκλείσματα αερίων. Το πορώδες των ραφών συγκόλλησης μπορεί να αποφευχθεί χρησιμοποιώντας αποξειδωτικά μέσα ή επιτυγχάνοντας ικανοποιητική ρευστότητα του τηγμένου μετάλλου που επιτρέπει στα αέρια , που περιέχονται στη συγκόλληση , να απελευθερωθούν ή προκαλώντας κραδασμούς (vibrations) κατά τη διάρκεια στερεοποίησης της συγκόλλησης. Γενικά , η εμφάνιση πόρων δεν είναι ιδιαίτερα δυσάρεστη , εκτός αν υπάρχουν συγχρόνως και ρωγμές ή αν το υλικό είναι ψαθυρό ή αν η ραφή υπόκειται σε δυνάμεις κόπωσης.
- Εγκλείσματα σκουριάς προερχόμενα από οξειδία , επενδύσεις ηλεκτροδίων και αέρια που εγκλωβίζονται στη ραφή. Ακαθαρσίες από το περιβάλλον , όπου είναι ανενεργό το προστατευτικό αέριο , είναι δυνατόν να εγκλωβιστούν μέσα στη ραφή. Συγκολλήσεις που εκτελούνται κατά στρώματα πρέπει να ελέγχονται σε κάθε στρώμα ως προς την εναπόθεση σκουριάς.
- Ελλειπής τήξη , που μπορεί να οφείλεται σε πολλούς λόγους , όπως ανεπαρκή επίπεδα θερμοκρασίας στο βασικό μέταλλο , παρουσία οξειδίων , κακός καθαρισμός των προς συγκόλληση επιφανειών. Ανεπαρκής διεύθυνση της κόλλησης προκαλείται , όταν η ραφή δεν είναι αρκετά βαθιά και οφείλεται κυρίως σε χαμηλή παροχή θερμότητας και υψηλή ταχύτητα συγκόλλησης.
- Κακή εκτέλεση της συγκόλλησης με άμεσες δυσάρεστες συνέπειες στην αντοχή της ραφής.
- Ρωγμές στην περιοχή συγκόλλησης.

Με τον έλεγχο των συγκολλήσεων προσδιορίζεται η ποιότητα των ραφών και εντοπίζονται το είδος και η θέση τυχόν σφαλμάτων. Ο έλεγχος των συγκολλήσεων είναι απαραίτητος προκειμένου να διαπιστωθεί αν η συγκόλληση έχει την απαιτούμενη μηχανική αντοχή.

Ο έλεγχος αυτός μπορεί να γίνει με μεθόδους μη καταστροφικού ελέγχου, όπου εξετάζεται το δοκίμιο ή η ραφή χωρίς όμως να καταστραφεί, και με μεθόδους, όπου υποβάλλονται έτοιμα προϊόντα σε ανάλογες φορτίσεις, με αποτέλεσμα την καταστροφή τους μετά τον έλεγχο.

Οι κυριότεροι έλεγχοι συγκολλήσεων είναι :

A. Καταστροφικές δοκιμές :

Οι καταστροφικές δοκιμές έχουν αποτέλεσμα την καταστροφή του συγκολλητού αντικειμένου. Έτσι, για παράδειγμα, ο έλεγχος της αντοχής ενός συγκολλητού δοχείου πίεσης γίνεται με υδραυλική πίεση μέχρι την καταστροφή του δοχείου. Αν η καταστροφή προέλθει από θραύση των τοιχωμάτων του, εκτός της περιοχής της συγκόλλησης, τότε η συγκόλληση είναι ικανοποιητική. Αντίστοιχες δοκιμές γίνονται και σε τμήματα ενός συγκολλητού αντικειμένου. Οι κυριότερες δοκιμές που μπορεί να γίνουν σε δοκίμια συγκολλητού αντικειμένου είναι η δοκιμή εφελκυσμού, κρούσης, λυγισμού και σκληρότητας. Οι δοκιμές αυτές δε διαφέρουν από τις αντίστοιχες κλασικές δοκιμές μηχανικής αντοχής.

B) Μη καταστροφικές δοκιμές

Οι δοκιμές αυτές δεν καταστρέφουν το υπό εξέταση αντικείμενο και είναι ευρέως χρησιμοποιούμενες, ιδιαίτερα ο έλεγχος με ακτίνες X και γ. Αναλυτικά παρακάτω φαίνονται οι μη καταστροφικές μέθοδοι ελέγχου των συγκολλήσεων :

- Μηχανικός έλεγχος : Τα δοκίμια υποβάλλονται σε καταπονήσεις μεγαλύτερες από τις συνθήκες λειτουργίας τους και ελέγχεται η αντοχή τους.
- Οπτικός Έλεγχος : Ελέγχονται με το μάτι ή με όργανα το πάχος της ραφής μίας συγκόλλησης, τυχόν ρωγμές κ.λπ..

- Έλεγχος με ηλεκτρική αγωγιμότητα : Βασίζεται στη διακύμανση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας λόγω σφαλμάτων στη συγκόλληση. Είναι σχετικά αναξιόπιστη μεθοδολογία.
- Έλεγχος με φθορισμό : Αλείφεται η ραφή της συγκόλλησης με θειούχο ψευδάργυρο, που είναι φθορίζον υλικό, και στη συνέχεια, αφού σκουπιστεί η επιφάνεια, φωτίζεται και έτσι μπορεί να παρατηρηθούν ρωγμές, πόροι κ.λπ, στα οποία ο θειούχος ψευδάργυρος παραμένει και λάμπει.
- Μαγνητικός έλεγχος : Τοποθετούνται χαλύβδινα κομμάτια σε μαγνητικό πεδίο και από τη συνέχεια των μαγνητικών γραμμών φαίνεται αν υπάρχει ή όχι ανωμαλία στη συγκόλληση.
- Έλεγχος με υπερήχους : Μία δέσμη υπερήχων προσπίπτει στην ραφή της συγκόλλησης και ανακλάται. Σε περίπτωση που υπάρχει εσωτερικά στη ραφή κάποιο ελάττωμα, αυτό εντοπίζεται, επειδή η ανάκλαση του υπερήχου διακόπτεται και δεν είναι συνεχής. Η μέθοδος αυτή είναι από τις πιο αξιόπιστες αλλά απαιτεί ειδική προετοιμασία.
- Έλεγχος με ακτίνες X : Τα ελαττώματα της συγκόλλησης μεταφράζονται σε σκιές πάνω σε φιλμ μετά από προσβολή από ακτίνες X.
- Έλεγχος με ακτίνες γ : Οι ακτίνες γ έχουν πολύ μεγαλύτερη διεισδυτική ικανότητα από τις αντίστοιχες ακτίνες X. Σε αυτή την περίπτωση επίσης τα ελαττώματα της συγκόλλησης μεταφράζονται σε σκιές πάνω σε φιλμ μετά από προσβολή από ακτίνες γ.

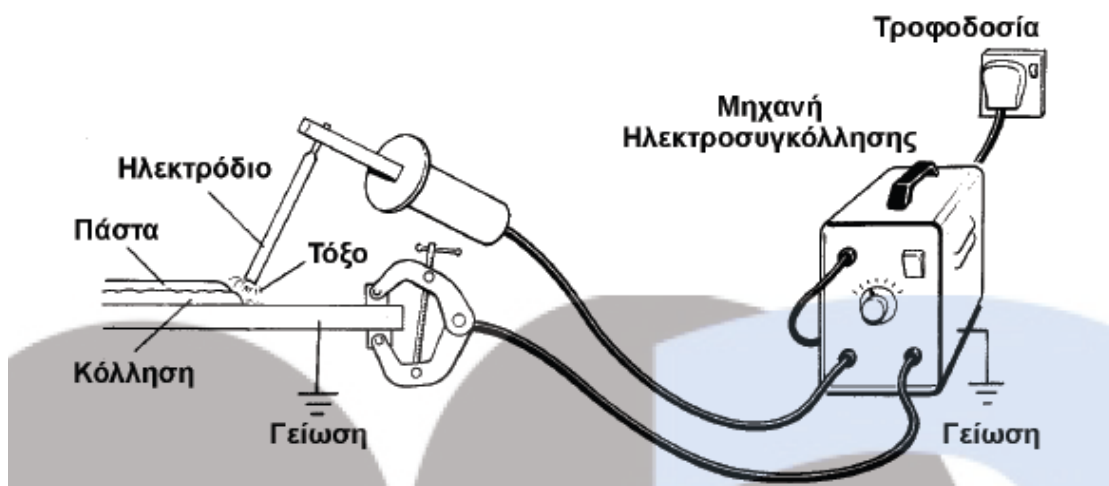
Επομένως , λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω θα επεκταθούμε στις αυτογενείς συγκολλήσεις και ειδικότερα στη συγκόλληση τόξου.

8.4 Συγκόλληση τόξου

Η συγκόλληση τόξου ή ηλεκτροσυγκόλληση στηρίζεται στη δημιουργία ηλεκτρικού τόξου ανάμεσα στο κομμάτι , που θέλουμε να κολληθεί , και σε ένα ηλεκτρόδιο , που είναι ταυτόχρονα και συγκολλητικό μέσο. Για να γίνει αυτό , το ηλεκτρόδιο και το κομμάτι συνδέονται με τους ακροδέκτες γεννήτριας ηλεκτρικού ρεύματος.

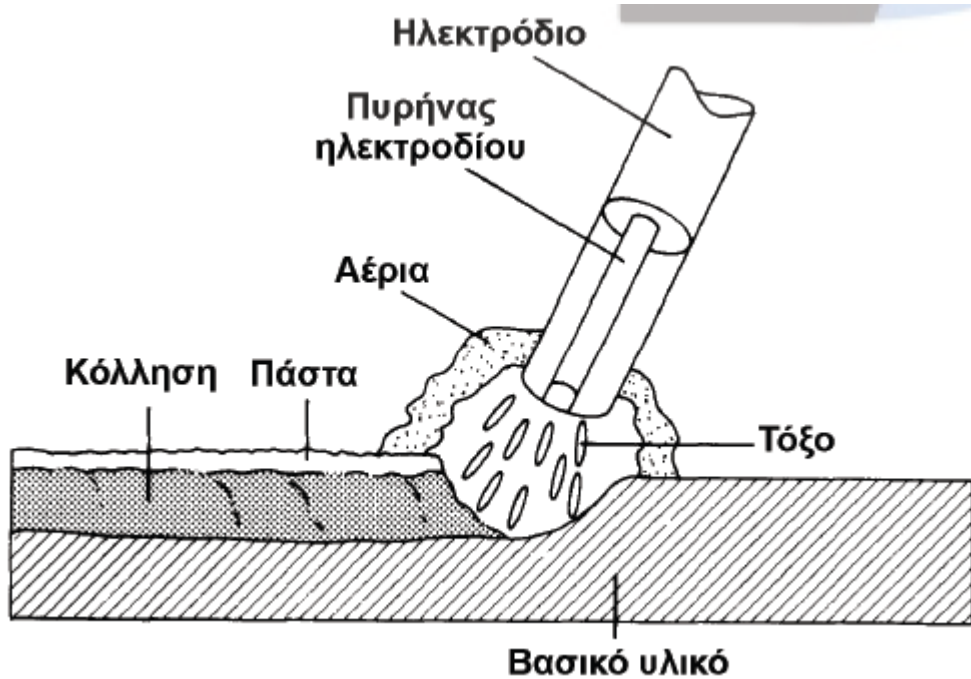
8.4.1 Τεχνική του επενδεδυμένου ηλεκτροδίου (SMA)

Η πιο γνωστή μέθοδος συγκόλλησης τόξου είναι η τεχνική του επενδεδυμένου ηλεκτροδίου (SMA). Μια τυπική γεννήτρια συγκόλλησης τροφοδοτεί με εναλλασσόμενη ή συνεχή τάση το ηλεκτρόδιο, το οποίο τοποθετείται κοντά στη σύνδεση, όπως φαίνεται στην εικόνα 14 και παράγει το ηλεκτρικό τόξο.



Εικόνα 14 : Διάταξη ηλεκτροσυγκόλλησης

Η διαδικασία της συγκόλλησης φαίνεται στην εικόνα 15. Λόγω του ηλεκτρικού τόξου, αναπτύσσεται μεγάλη θερμοκρασία στη θέση κόλλησης, γύρω στους 4000 °C. Στη θερμοκρασία αυτή το μέταλλο που συγκολλάται λιώνει, ενώ από πάνω του δημιουργείται ένα στρώμα αερίων, που προέρχονται από την επένδυση του ηλεκτροδίου. Ταυτόχρονα με τη δημιουργία των αερίων, δημιουργείται πάνω από τη ραφή μία πάστα, επίσης από την επένδυση του ηλεκτροδίου. Η πάστα αυτή βοηθά στην τήξη του μετάλλου και εμποδίζει τη γρήγορη απόψυξη, που θα είχε συνέπεια να βαφεί η ραφή. Η ραφή συγκόλλησης προκύπτει από το λιωμένο μέταλλο που συγκολλάται και από λιωμένο μέταλλο του πυρήνα του ηλεκτροδίου. Ο συγκολλητής, για να ξεκινήσει τη διαδικασία συγκόλλησης, χτυπά ή τρίβει το ηλεκτρόδιο πάνω στο προς συγκόλληση τεμάχιο και στη συνέχεια το σηκώνει, διατηρώντας από κει και πέρα μία σταθερή απόσταση.



Εικόνα 15 : Διαδικασία ηλεκτροσυγκόλλησης

Πιο συγκεκριμένα , μολονότι η ολική πτώση τάσης είναι της τάξης των 20-40V (αρχικά 80V) , είναι πιθανή η εμφάνιση πεδίων υψηλών τάσεων (περίπου 1000V/cm) σε διάφορα σημεία του τόξου. Έτσι προκαλείται ιοντική κάθοδος στον ατμοσφαιρικό αέρα που υπάρχει στο διάκενο μεταξύ του ηλεκτροδίου και των προς συγκόλληση τεμαχίων. Θετικά ιόντα οδεύουν προς την αρνητικά φορτισμένη πλευρά του πεδίου , ενώ ηλεκτρόνια οδεύουν προς την θετικά φορτισμένη πλευρά. Το ηλεκτρόδιο μπορεί να είναι είτε αρνητικό (ευθείας πολικότητας) , είτε θετικό (ανάστροφης πολικότητας) ή μπορεί να αλλάζει πολικότητα μέχρι 60 φορές ανά sec (εναλλασσόμενης λειτουργίας). Τα ιόντα και τα ηλεκτρόνια επιταχύνονται από το πεδίο στην περιοχή του τόξου και αποκτούν κινητική ενέργεια. Όταν όμως προσκρούσουν είτε στο ηλεκτρόδιο , είτε στο βασικό μέταλλο , χάνουν αυτή την ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμότητα. Έτσι , και το ηλεκτρόδιο και προς συγκόλληση μέταλλο τήκονται μέσα στη σύνδεση. Τα ηλεκτρόνια μεταφέρουν μεγαλύτερη ενέργεια από τα ιόντα και επομένως είναι δυνατή μεγαλύτερη διείσδυση στην περιοχή της ραφής με ευθεία πολικότητα , ενώ περισσότερο υλικό πλήρωσης από το ηλεκτρόδιο επιτυγχάνεται με ανάστροφη πολικότητα. Επειδή το ηλεκτρόδιο εναποτίθεται μέσα στην ραφή , πρέπει να κατασκευάζεται από υλικό ανάλογο με τα συγκολλούμενα τεμάχια. Συνήθως για βασικό μέταλλο χάλυβα χρησιμοποιείται ηλεκτρόδιο από μαλακό χάλυβα , ενώ για βασικό μέταλλο αλουμίνιο το ηλεκτρόδιο κατασκευάζεται από κράμα αλουμινίου.

Το τηγμένο μέταλλο οξειδώνεται ταχύτατα και πρέπει να προστατεύεται , ώστε να αποφεύγεται υπερβολικό ποσοστό ακαθαρσιών στο εναπόθεμα. Στη μέθοδο SMA το ηλεκτρόδιο έχει εύτηκτη επένδυση , η οποία είτε καταπίπτει και σχηματίζει αεριώδη προστασία (κυτταρινικές επενδύσεις) είτε στρώμα σκουριάς (μεταλλική επένδυση) στην κορυφή του συγκολλήματος.

Σε μια πλήρως αυτόματη διαδικασία , είτε η λειτουργία , είτε η πηγή θερμότητας ρυθμίζεται με μηχανικό τρόπο , το τόξο ρυθμίζεται αυτόματα και το ηλεκτρόδιο τροφοδοτείται στην περιοχή σύνδεσης με προκαθορισμένο ρυθμό από ρολό σύρματος. Σε μια ημιαυτόματη διαδικασία το ηλεκτρόδιο τροφοδοτείται αυτόματα και το τόξο αυτορυθμίζεται , αλλά η πηγή θερμότητας κινείται στην περιοχή σύνδεσης με το χέρι. Οι συνήθεις αυτόματες (και ημιαυτόματες) μέθοδοι είναι : η ηλεκτροσυγκόλληση τόξου σε ατμόσφαιρα αδρανούς αερίου (MIG) και η ηλεκτροσυγκόλληση επενδεδυμένου ηλεκτροδίου σε ατμόσφαιρα CO₂. Εκτός από το γεγονός ότι αυτές οι μέθοδοι είναι αυτόματες χρησιμοποιούν είτε αδρανές αέριο (He ή Ar) ή CO₂ σαν προστασία μάλλον για το συγκόλλημα , αντί του στρώματος σκουριάς ή των κυτταρινικών αερίων προϊόντων της χειροκίνητης μεθόδου (SMA). Σε γενικές γραμμές , τούτο παρέχει υψηλής ποιότητας συγκολλήσεις (με λιγότερες ακαθαρσίες) , γεγονός σημαντικό για την συγκόλληση ειδικών χαλύβων κατασκευών και κραμάτων αλουμινίου , όπου η παρουσία οξειδίων αποτελεί μεγάλο πρόβλημα.

8.4.2 Ηλεκτροσυγκόλληση σε αδρανή ατμόσφαιρα

Οι συγκολλήσεις με αδρανή ατμόσφαιρα εξασφαλίζουν τη μόνωση της θέσης συγκόλλησης από τον αέρα , δηλαδή ουσιαστικά από το οξυγόνο και το άζωτο που επηρεάζουν τη συγκόλληση. Για τη μόνωση αυτή χρησιμοποιούνται τα αέρια Αργό (Ar) και Ήλιο (He). Από τα δύο αυτά αέρια χρησιμοποιείται περισσότερο το αργό , γιατί η παραγωγή του έχει μικρότερο κόστος. Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου ηλεκτροσυγκόλλησης σε αδρανή ατμόσφαιρα σε σχέση με την απλή ηλεκτροσυγκόλληση είναι :

- σταθερό ηλεκτρικό τόξο και εύκολη συγκόλληση ,
- ραφές συγκόλλησης με υψηλή μηχανική αντοχή ,
- μικρές παραμορφώσεις λόγω θέρμανσης ,

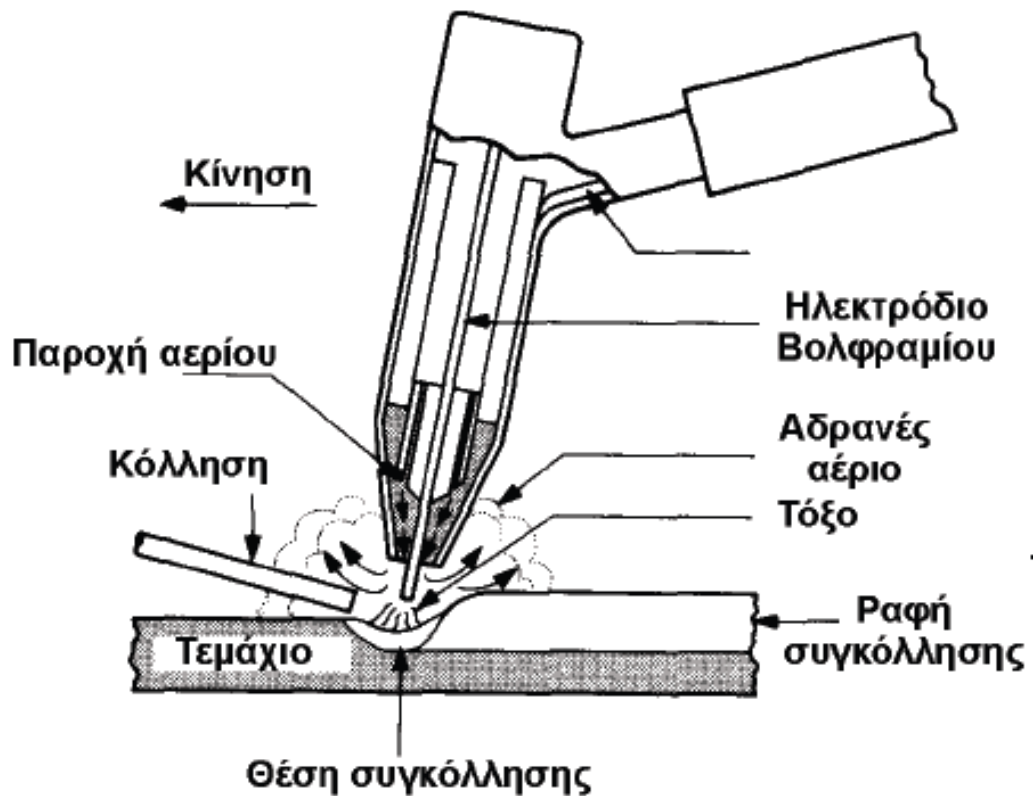
- απουσία επιβλαβών αναθυμιάσεων.

Η ηλεκτροσυγκόλληση σε αδρανή ατμόσφαιρα γίνεται με τρεις μεθόδους , τη μέθοδο T.I.G. (δίστηκτο ηλεκτρόδιο και αέριο αργό) , τη μέθοδο M.I.G. (καταναλισκόμενο ηλεκτρόδιο και αέριο αργό) και τη μέθοδο M.A.G. (καταναλισκόμενο ηλεκτρόδιο και ανθρακικά αέρια).

8.4.2.1 Μέθοδος T.I.G

Στην ηλεκτροσυγκόλληση T.I.G. (Tungsten Inert Gas) το ηλεκτρόδιο είναι από Βολφράμιο (W) και προκειμένου να αυξηθούν οι ηλεκτρικές του ιδιότητες προστίθενται Θόριο (Th) και Ζιρκόνιο (Zr). Το ηλεκτρόδιο δεν καταναλίσκεται , δηλαδή συμμετέχει στη συγκόλληση μόνο για να διατηρεί το ηλεκτρικό τόξο. Στη μέθοδο αυτή χρησιμοποιείται ως αδρανές αέριο το Αργό ή το Ήλιο ή μείγμα των δύο αερίων. Προκειμένου η συγκόλληση με τη μέθοδο T.I.G. να είναι επιτυχής , πρέπει τα κομμάτια που θα συγκολληθούν να είναι καθαρά και απαλλαγμένα από ακαθαρσίες. Η κόλληση που φαίνεται στο σχήμα επιλέγεται από ενώσεις των υλικών που πρόκειται να συγκολληθούν. Σε πολλές περιπτώσεις όμως η συγκόλληση πραγματοποιείται χωρίς κόλληση και μόνο με την τήξη των υλικών που πρόκειται να συγκολληθούν. Η μέθοδος T.I.G. χρησιμοποιείται για συγκόλληση των περισσότερων μετάλλων και μοιάζει σε πολλά σημεία με τη μέθοδο MIG , μόνο που εδώ το αναλώσιμο μεταλλικό σύρμα αντικαθίσταται από ένα μη αναλώσιμο ηλεκτρόδιο βολφραμίου. Λόγω του υψηλού σημείου τήξης του βολφραμίου , το ηλεκτρόδιο δε φθείρεται σε όλη τη διάρκεια της ηλεκτροσυγκόλλησης. Το συγκολλητικό υλικό τροφοδοτείται εξωτερικά στην ραφή συγκόλλησης.

Βασικά , η TIG είναι χειροκίνητη μέθοδος , μπορεί όμως να αυτοματοποιηθεί. Με τη μέθοδο TIG κυρίως , όπως και με τη μέθοδο MIG , επιτυγχάνονται ραφές συγκόλλησης πολύ καλής ποιότητας. Ιδιαίτερη εφαρμογή είναι η συγκόλληση λεπτών αντικειμένων λόγω της εξαιρετικής ποιότητας συγκόλλησης και της ποιότητας της τελικής επιφάνειας. Στην εικόνα 16 φαίνεται μία διάταξη συγκόλλησης με T.I.G..



Εικόνα 16 : Συγκόλληση T.I.G.

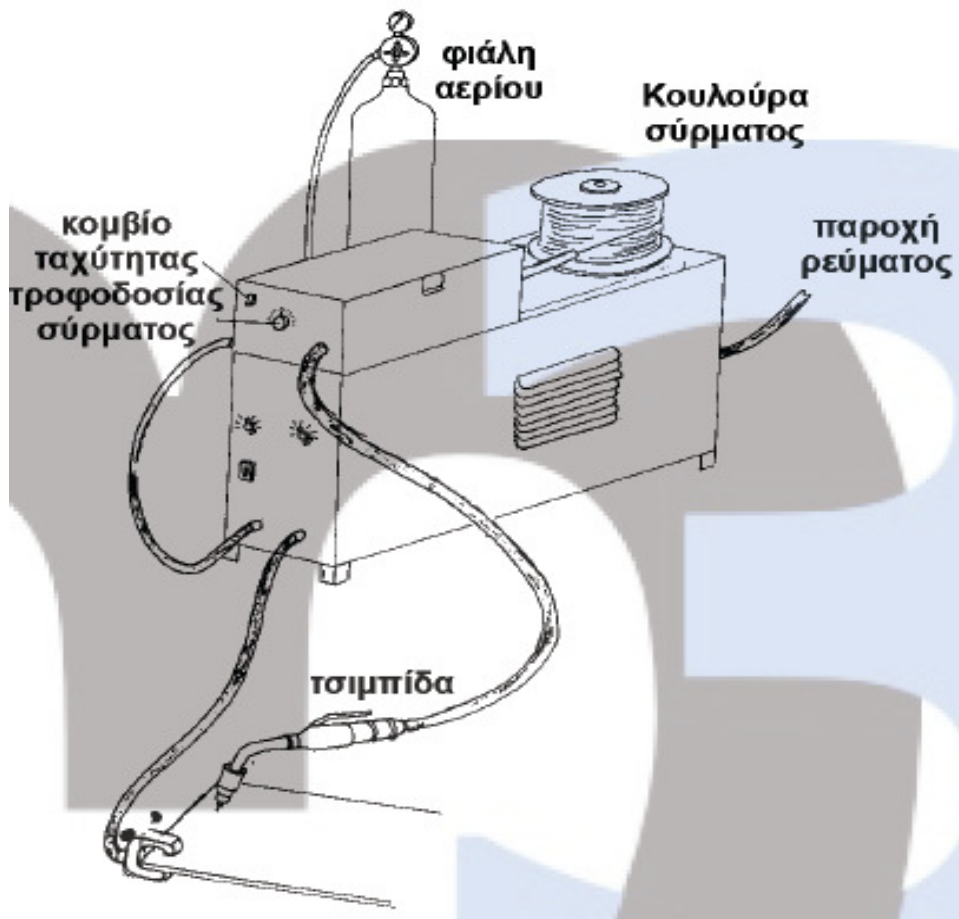
8.4.2.2 Μέθοδος M.I.G.

Στην ηλεκτροσυγκόλληση M.I.G. (Metal Inert Gas) το ηλεκτρόδιο αποτελεί και το συγκολλητικό υλικό. Το ηλεκτρόδιο δηλαδή καταναλίσκεται και τροφοδοτείται στη συγκόλληση από μία κουλούρα σύρματος. Το αέριο που χρησιμοποιείται είναι αργό ή μείγμα αργού με άλλα αδρανή αέρια. Το ηλεκτρόδιο στη συγκόλληση M.I.G. συνδέεται στο θετικό πόλο, σε αντίθεση με το ηλεκτρόδιο στη μέθοδο T.I.G., που συνδέεται στον αρνητικό πόλο και έτσι λιώνει ευκολότερα.

8.4.2.3 Μέθοδος M.A.G

Στην ηλεκτροσυγκόλληση M.A.G. (Metal Actif Gas) χρησιμοποιούνται ανθρακικά αέρια (διοξείδιο του άνθρακος CO₂) ή μείγμα ανθρακικών αερίων και αργού. Το

συγκολλητικό υλικό είναι σύρμα κυρίως από μαγγάνιο και πυρίτιο , ενώ περιέχει και πρόσθετα άλλων μετάλλων. Στην εικόνα 17 φαίνεται η διάταξη της συγκόλλησης M.A.G..



Εικόνα 17 : Διάταξη συγκόλλησης M.A.G.

8.4.3 Άλλες αυτόματες μέθοδοι

Η μέθοδος ηλεκτροσυγκόλλησης τόξου με προστασία μεταλλικής κόνης είναι μια άλλη αυτόματη μέθοδος , που χρησιμοποιείται κυρίως για τη σύνδεση βαρέων εξαρτημάτων. Ενώ οι τεχνικές SMA , MIG , CO₂ περιορίζονται πρακτικά στα 300A (15kW) περίπου , η μέθοδος της ηλεκτροσυγκόλλησης τόξου με προστασία μεταλλικής κόνης έχει ικανότητα μέχρι 1000A σε απλό τόξο (μέχρι 50 kW ισχύ). Στη μέθοδο αυτή το τόξο δημιουργείται κάτω από αραιό νέφος κόνης.

Είναι προφανές , επομένως , ότι η μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο σε οριζόντιες συγκολλήσεις.

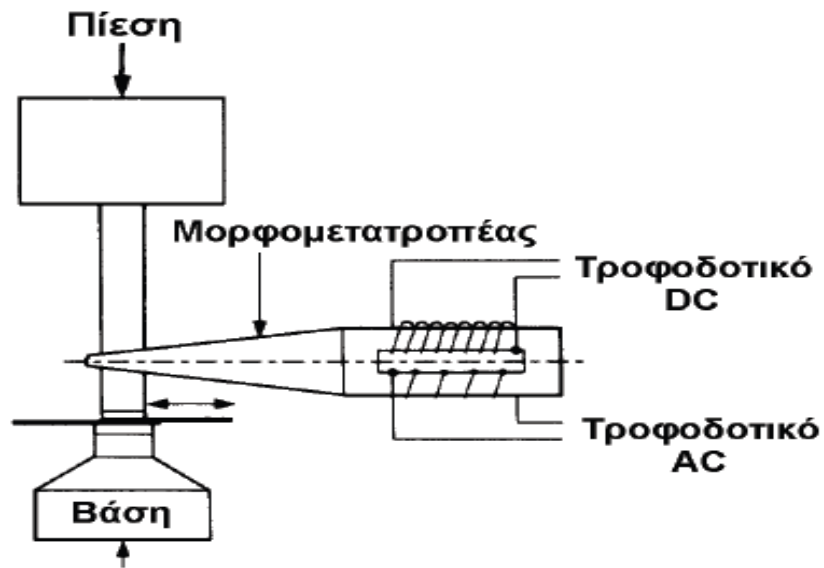
Για κατακόρυφες ραφές χρησιμοποιείται η μέθοδος συγκόλλησης με ηλεκτροσκωρίωση , που μοιάζει αρκετά με την ηλεκτροσυγκόλληση τόξου με προστασία μεταλλικής κόνης. Και στις δύο μεθόδους η θερμότητα παρέχεται κάτω από αραιό νέφος κόνης. Όμως , ενώ στη δεύτερη περίπτωση η θερμότητα προκαλείται από κάποιο τόξο , στη μέθοδο ηλεκτροσκωρίωσης η θερμότητα οφείλεται στην αντίσταση του ρεύματος στο στρώμα της σκουριάς.

Υπάρχουν και μερικές άλλες παρόμοιες μέθοδοι (πλάσματος τόξου , δέσμης ηλεκτρονίων και ακτίνων laser) που είναι γνωστές για το μεγάλο βάθος των ραφών συγκόλλησης. Η ηλεκτροσυγκόλληση πλάσματος τόξου είναι όμοια με τη μέθοδο TIG , με διαφοροποιημένο όμως το προσαρτημένο τόξο που παρέχει έντονη πηγή θερμότητας και επομένως επιτρέπει τη συγκόλληση σε μεγάλο βάθος. Η ηλεκτροσυγκόλληση δέσμης ηλεκτρονίων κάνει χρήση μιας συγκεντρωμένης δέσμης ηλεκτρονίων , ενώ στη συγκόλληση με ακτίνες laser χρησιμοποιείται μια ισχυρή πηγή φωτός.

Οι περισσότερες μέθοδοι τόξου παρέχουν ραφές μικρού σχετικά βάθους και επομένως , η προετοιμασία της σύνδεσης πρέπει να εξασφαλίζει απόλυτη ένωση. Στις περιπτώσεις που η πυκνότητα ενέργειας είναι υψηλή , όπως στη μέθοδο πλάσματος , δέσμης ηλεκτρονίων και ακτίνων laser , παράγεται συγκόλληση μεγάλου βάθους. Για λόγους σύγκρισης , αρκεί να αναφερθεί ότι η ηλεκτροσυγκόλληση τόξου με το χέρι περιορίζεται σε βάθος διείσδυσης της τάξης των 6mm , ενώ μια υψηλής ισχύος δέσμη ηλεκτρονίων διεισδύει μέχρι και βάθους 150m σε χάλυβα.

8.4.3.1 Υπερήχοι

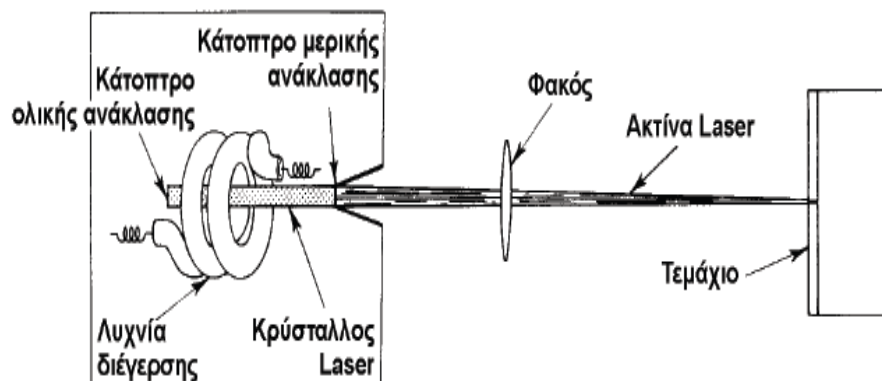
Η συγκόλληση με υπερήχους πρωτοεμφανίστηκε στα μέσα του 20ου αιώνα. Η συγκόλληση αυτή χρησιμοποιείται για τη σύνδεση μετάλλων, όπως είναι ο χαλκός , το νικέλιο , το αλουμίνιο κ.λπ.. Στη συγκόλληση με υπερήχους τα τεμάχια συνδέονται μεταξύ τους μέσω πίεσης με ταυτόχρονη ταλάντωση υψηλής συχνότητας. Η ταλάντωση αυτή προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας στη θέση συγκόλλησης και η πίεση ανάμεσα στα κομμάτια δημιουργεί την τελική σύνδεση. Στην εικόνα 17 φαίνεται η διαδικασία συγκόλλησης με υπερήχους.



Εικόνα 17 : Συγκόλληση με υπερήχους

8.4.3.2 Laser

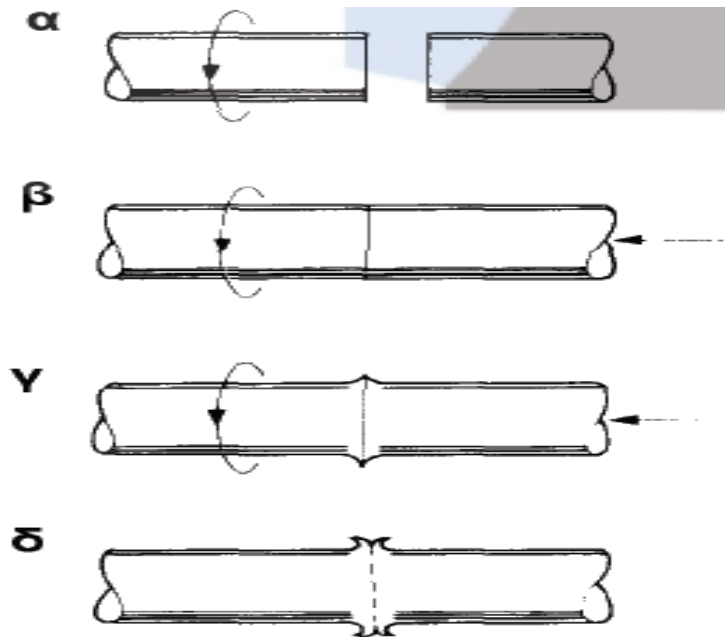
Η συγκόλληση με Laser πρωτοεμφανίστηκε γύρω στο 1950. Η συγκόλληση αυτή επιτυγχάνεται μέσω της θερμοκρασίας που αναπτύσσεται, όταν μία δέσμη ακτίνων Laser προσπίπτει πάνω στα τεμάχια που πρόκειται να συγκολληθούν. Στην εικόνα 18 φαίνεται η διαδικασία παραγωγής της ακτίνας Laser και η συγκόλληση.



Εικόνα 18 : Συγκόλληση με Laser

8.4.3.3 Τριβή

Στη συγκόλληση με τριβή δύο τεμάχια συγκολλώνται με τη βοήθεια της θερμότητας, που παράγεται από την τριβή του ενός πάνω στο άλλο. Στην πράξη, το ένα από τα δύο τεμάχια περιστρέφεται με μεγάλη ταχύτητα και συμπιέζεται πάνω στο τεμάχιο που θα συγκολληθεί. Οι μεταξύ τους επιφάνειες τρίβονται έντονα, θερμαίνονται μέχρι τη θερμοκρασία συγκόλλησης και τότε η περιστροφή σταματά. Με τη συνεχιζόμενη πίεση ανάμεσα στα δύο κομμάτια επιτυγχάνεται η συγκόλληση. Αυτή η μέθοδος έχει βρει εφαρμογές στη συγκόλληση των κοπτικών πλακιδίων σε μανέλες κοπτικών εργαλείων, συγκόλληση ράβδων κ.λπ.. Στην εικόνα 19 φαίνεται η διαδικασία συγκόλλησης ράβδων με τριβή.



Εικόνα 19 : Συγκόλληση με τριβή

Η διαδικασία που φαίνεται περιλαμβάνει :

- α) περιστροφή της μίας ράβδου ,
- β) περιστροφή της πρώτης ράβδου και ταυτόχρονη συμπίεση της δεύτερης ράβδου πάνω στην περιστρεφόμενη ,
- γ) επίτευξη της θερμοκρασίας συγκόλλησης και

δ) προκύπτει η συγκόλληση των ράβδων.

8.4.3.4 Πλάσμα

Η συγκόλληση με πλάσμα , που χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά γύρω στο 1960 , μοιάζει πολύ με την συγκόλληση TIG. Σε αυτού του τύπου τη συγκόλληση σχηματίζεται τόξο πλάσματος , μεταξύ ενός ηλεκτροδίου , το οποίο δεν καταναλίσκεται , και του μετάλλου που θα συγκολληθεί. Η μέθοδος αυτή , επειδή το τόξο πλάσματος αναπτύσσει μεγάλες θερμοκρασίες , δημιουργεί βαθύτερες ραφές από τις αντίστοιχες της συγκόλλησης TIG.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΕΓΚΡΙΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΤΟΞΟΥ

ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

9.1 Τεχνικό περιεχόμενο της προδιαγραφής της διαδικασίας συγκόλλησης (WPS)

Μια προκαταρκτική προδιαγραφή της διαδικασίας συγκόλλησης / προδιαγραφή της διαδικασίας συγκόλλησης (pWPS / WPS) πρέπει να παρέχει όλη την απαραίτητη πληροφόρηση που απαιτείται για να πραγματοποιηθεί μια συγκόλληση.

Οι προδιαγραφές της διαδικασίας συγκόλλησης καλύπτουν ένα συγκεκριμένο εύρος πάχους υλικού και επίσης καλύπτουν ένα εύρος μητρικών υλικών ακόμη και αναλώσιμα συγκόλλησης. Μερικοί κατασκευαστές προτιμούν παραδοσιακά να προετοιμάζουν οδηγίες εργασίας για κάθε συγκεκριμένη δουλειά ως μέρος της λεπτομερούς προγραμματισμού της παραγωγής.

Εύροι και ανοχές , σύμφωνα με το σχετικό πρότυπο των σειρών (βλέπε EN ISO 15607) και την εμπειρία του κατασκευαστή πρέπει να καθορίζονται κατά περίπτωση.

Οι μεταβλητές που απαριθμούνται είναι εκείνες που επηρεάζουν τη ποιότητα των συγκολλημένων αρμών.

9.2 Σχετιζόμενα με τον κατασκευαστή

- ταυτοποίηση του κατασκευαστή ,
- ταυτοποίηση του WPS ,
- αναφορά στην καταγραφή όρων της διαδικασίας συγκόλλησης (WPQR) ή άλλων εγγράφων που απαιτούνται (βλέπε EN ISO 15607 : 2003 , παράρτημα Γ).

9.3 Σχετιζόμενα με το μητρικό υλικό

9.3.1 Τύπος μητρικού υλικού

- προσδιορισμός του/ων υλικού/ών και προτύπου/ων αναφοράς ,
- αριθμός/οί της/ων ομάδας/ων όπως δίνονται στο CR ISO 15608.

Σημείωση : Ένα WPS μπορεί να καλύπτει μια ομάδα υλικών.

9.3.2 Διαστάσεις υλικού

- πάχος κυμαίνεται βάσει των αρμών ,
- εξωτερική διάμετρος κυμαίνεται για σωλήνες.

9.4 Κοινά σε όλες τις διαδικασίες συγκόλλησης

9.4.1 Διαδικασία συγκόλλησης

Διαδικασίες συγκόλλησης χρησιμοποιούνται σε συμφωνία με EN ISO 4063.

9.4.2 Σχεδιασμός αρμών

- ένα σκαρίφημα του σχεδιασμού/διαμόρφωσης του αρμού και διαστάσεις ή αναφορά σε πρότυπα που παρέχουν τέτοια πληροφόρηση.
- η αλληλουχία της συγκόλλησης που θα τρέξει δίνεται στο σκαρίφημα εάν είναι απαραίτητη για τις ιδιότητες της συγκόλλησης.

9.4.3 Θέση συγκόλλησης

Εφαρμόσιμες θέσεις συγκόλλησης σε συμφωνία με το EN ISO 6947.

9.4.4 Προετοιμασία αρμού

- μέθοδοι προετοιμασίας αρμού , καθάρισμα , απολίπανση , συμπεριλαμβανομένων των μεθόδων που θα χρησιμοποιηθούν ,
- εργαλεία , καρφιά και εξαρτήματα συγκόλλησης.

9.4.5 Τεχνική συγκόλλησης

- Ύφανση κατά περίπτωση.
για χειροκίνητη συγκόλληση το μέγιστο πλάτος της διαδρομής ,
για μηχανική και αυτοματοποιημένη συγκόλληση μέγιστη ύφανση ή εύρος , συχνότητα και χρόνος παραμονής της ταλάντωσης.
- Φακός , ηλεκτρόδιο και/ή συρμάτινη γωνία.

9.4.6 Πίσω κοίλανση

- η μέθοδος που θα χρησιμοποιηθεί ,
- βάθος και σχήμα.

9.4.7 Υποστήριξη

- η μέθοδος και ο τύπος της υποστήριξης , υποστηρικτικό υλικό και διαστάσεις ,
- για την υποστήριξη του αερίου , αέριο σε συμφωνία με την EN 439.

9.4.8 Αναλώσιμα συγκόλλησης

- ονομασία , κατασκευή (κατασκευαστή και εμπορική ονομασία) ,
- διαστάσεις (μέγεθος) ,
- χειρισμός (ψησίματος , έκθεσης στην ατμόσφαιρα , εκ νέου ξήρανση κτλ).

9.4.9 Ηλεκτρικές παράμετροι

- τύπος ρεύματος (εναλλασσόμενο ρεύμα (AC) ή συνεχές ρεύμα (DC)) και πολικότητα ,
- λεπτομέρειες παλμού συγκόλλησης (ρυθμίσεις μηχανής , επιλογή προγράμματος) κατά περίπτωση ,
- διακύμανση ρεύματος.

9.4.10 Μηχανική και αυτοματοποιημένη συγκόλληση

- διακύμανση ταχύτητας διάδοσης ,
- διακύμανση ταχύτητος τροφοδότησης σύρματος/ταινίας.

Εάν ο εξοπλισμός δεν επιτρέπει έλεγχο της μιας είτε της άλλης παραμέτρου , οι ρυθμίσεις της μηχανής πρέπει να καθορίζονται αντ' αυτού. Το εύρος της εφαρμογής για το WPS πρέπει τότε να περιορίζεται στον εξοπλισμό του συγκεκριμένου τύπου.

9.4.11 Θερμοκρασία προθέρμανσης

- η ελάχιστη θερμοκρασία που εφαρμόζεται στην αρχή και κατά τη διάρκεια της συγκόλλησης.
- προθέρμανση , εάν δεν απαιτείται από τη χαμηλότερη θερμοκρασία του τεμαχίου πριν από τη συγκόλληση.

9.4.12 Θερμοκρασία περάσματος

Μέγιστη και εάν είναι απαραίτητο ελάχιστη θερμοκρασία περάσματος.

9.4.13 Διατήρηση θερμοκρασίας προθέρμανσης

Η ελάχιστη θερμοκρασία στη ζώνη συγκόλλησης η οποία πρέπει να διατηρείται εάν η συγκόλληση διακοπεί.

9.4.14 Στήλη θερμότητας για την απελευθέρωση του υδρογόνου

- εύρος θερμοκρασίας ,
- ελάχιστος παραμένων χρόνος.

9.4.15 Στήλη συγκόλλησης μετά από θερμική επεξεργασία

Ο ελάχιστος χρόνος και το εύρος θερμοκρασίας για τη στήλη συγκόλλησης μετά από θερμική επεξεργασία ή γήρανση πρέπει να καθορίζεται ή να γίνεται αναφορά σε άλλα πρότυπα που καθορίζουν αυτή τη πληροφορία.

9.4.16 Θωράκιση του αερίου.

Ονομασία σε συμφωνία με την EN 439 και , ανάλογα με την περίπτωση , η σύνθεση , ο κατασκευαστής και η εμπορική ονομασία.

9.4.17 Θερμότητα εισόδου

Διακύμανση της θερμοκρασίας εισόδου (εάν καθορίζεται).

9.5 Ιδιαίτερα σε ομάδα διαδικασιών συγκόλλησης

- Διαδικασία 11 (δια χειρός συγκόλληση με τόξο)

Το εξαντλημένο μήκος του ηλεκτροδίου καταναλώνεται ή η ταχύτητα ταξιδιού.

- Διαδικασία 12 (βυθισμένη συγκόλληση τόξου)
 - ✓ Για πολλαπλά συστήματα ηλεκτροδίων ο αριθμός και η διαμόρφωση των συρμάτων ηλεκτροδίων και πολικότητα.
 - ✓ Η απόσταση επαφή σωλήνα/τεμαχίου : η απόσταση επαφής της άκρης του ακροφυσίου στην επιφάνεια του τεμαχίου.
 - ✓ Ροή : προσδιορισμό , κατασκευαστής και εμπορική ονομασία.
 - ✓ Επιπρόσθετο υλικό πλήρωσης.
 - ✓ Εύρος τάσης τόξου.
- Διαδικασία 13 (συγκόλληση τόξου μετάλλου θωρακισμένου με αέριο)
 - ✓ Ρυθμός ροής θωρακίζοντος αερίου και διάμετρος στομίου.
 - ✓ Αριθμός συρμάτων ηλεκτροδίων.
 - ✓ Επιπρόσθετο υλικό πλήρωσης.
 - ✓ Η απόσταση επαφής της άκρης του ακροφυσίου στην επιφάνεια του τεμαχίου.
 - ✓ Εύρος τάσης τόξου.
 - ✓ Τρόπος μεταφοράς των μετάλλων.

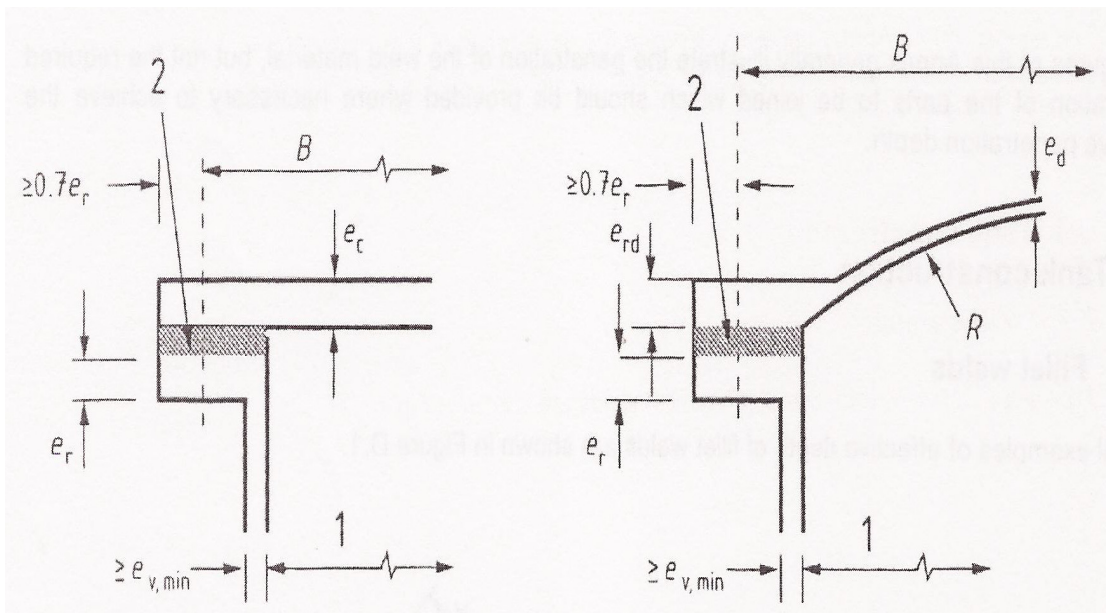
- Διαδικασία 14 (συγκόλληση με θωρακισμένο αέριο με μη αναλώσιμο ηλεκτρόδιο)
 - ✓ Ηλεκτρόδιο βολφραμίου : διάμετρος και κωδικοποίηση σύμφωνα με EN 26848.
 - ✓ Ρυθμός ροής θωρακίζοντος αερίου και διάμετρος στομίου.
 - ✓ Επιπρόσθετο υλικό πλήρωσης.

- Διαδικασία 15 (συγκόλληση τόξου με πλάσμα)
 - ✓ Παράμετροι αερίου πλάσματος , παράδειγμα σύνθεση , διάμετρος ακροφυσίου , ρυθμός ροής.
 - ✓ Ρυθμός ροής θωρακίζοντος αερίου και διάμετρος στομίου.
 - ✓ Τύπος τόξου.
 - ✓ Η απόσταση επαφή σωλήνα/τεμαχίου : η απόσταση από το ακροφύσιο στην επιφάνεια του τεμαχίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΛΑΙΜΩΝ , ΦΛΑΝΤΖΩΝ ΚΑΙ ΤΕΛΕΙΩΜΑΤΩΝ

Οι λαιμοί , οι φλάντζες και τα τελειώματα πρέπει να συμμορφώνονται με τα κριτήρια που απεικονίζονται στην εικόνα 20 και τις απαιτήσεις που καθορίζονται στον πίνακα 30.



Εικόνα 20 : Σχεδιασμός λαιμών , φλάντζων και τελειωμάτων (1.Μέσος όρος μέγιστων και ελάχιστων διαμέτρων , 2.Μόνο τσιμούχα ολόκληρου προσώπου , B. Κυκλική διάμετρος γηπέδου)

Πίνακας 30 : Απαιτήσεις για λαιμούς , φλάντζες και τελειώματα.

Παράμετρος	Απαίτηση
e_c	Το πάχος ενός επίπεδου κλεισίματος , e_c : σε mm , πρέπει να μην είναι μικρότερο $(0,03*B^2*P_x/\sigma_c)^{0,5}$ ή e_v , ελάχιστο , όποιο είναι το μεγαλύτερο.
e_d	Το πάχος ενός θολωτού κλεισίματος , e_d : σε mm , πρέπει να μην είναι μικρότερο $((P_x*R)/(20*\sigma_c))$ ή e_v , ελάχιστο , όποιο είναι το μεγαλύτερο.
e_r	Το πάχος μιας φλάντζας , e_r : σε mm , πρέπει να μην είναι μικρότερο από $((0,0445*B^2*P_x)/(\sigma_c))$ ή e_v , ελάχιστο , όποιο είναι το μεγαλύτερο.
e_{rd}	Το πάχος ενός θολωτού κλεισίματος φλάντζας , e_{rd} : σε mm , πρέπει να μην είναι μικρότερο $(0,083*P_x*R/\sigma_c)$ ή η υπολογισμένη τιμή του e_c , όποιο είναι το μεγαλύτερο.
S_B	Η συνολική έκταση σε εφελκυσμό , S_B : σε mm ² , από όλες τις βίδες τις κυκλικής διαμέτρου B πρέπει να μην είναι μικρότερη από $(N*B^2*P_x*10^{-4})$, όπου $N=8$.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΔΕΚΑΤΟ

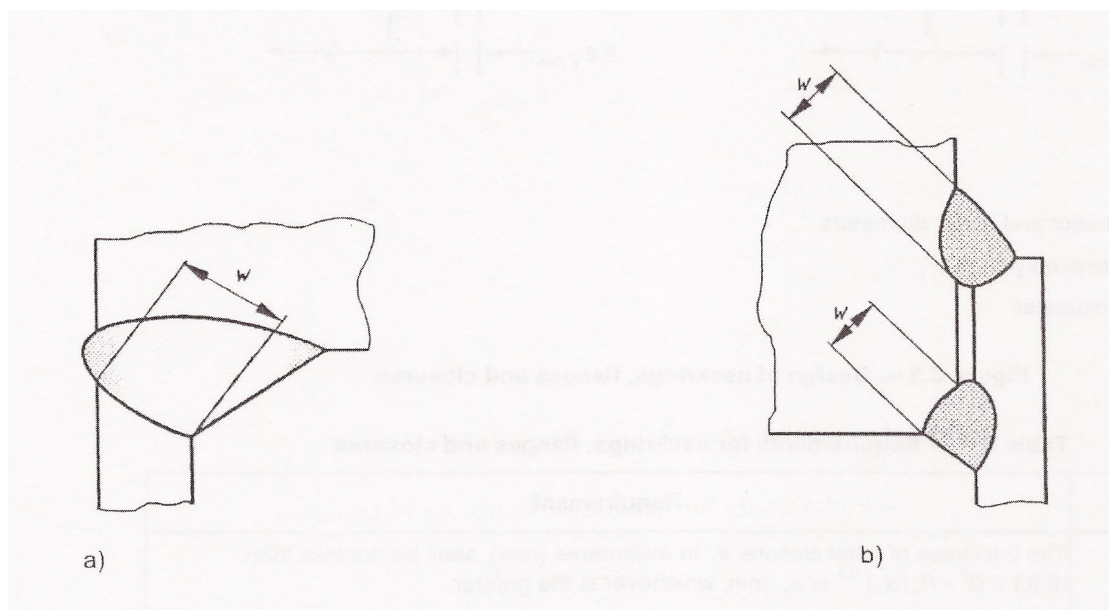
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ

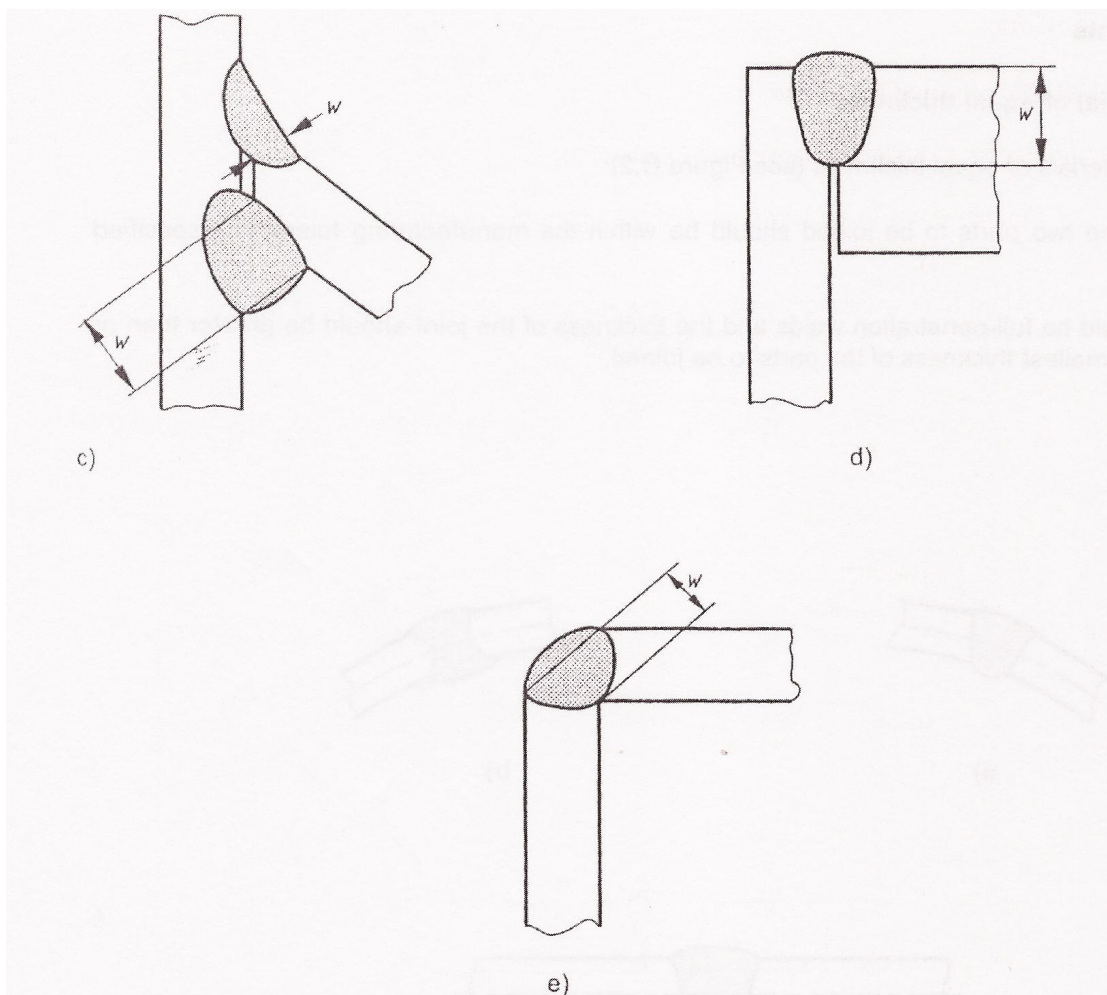
Οι μέθοδοι που παρουσιάζονται δεν είναι οι μόνες διαθέσιμες μέθοδοι και δεν πρέπει να περιορίζουν την ανάπτυξη της τεχνολογίας συγκολλήσεως με οποιοδήποτε τρόπο. Οι εικόνες γενικά απεικονίζουν τη διείσδυση του υλικού συγκόλλησης, αλλά όχι την απαιτούμενη προετοιμασία των τεμαχίων που θα ενωθούν, η οποία πρέπει να παρέχεται όπου είναι απαραίτητο να επιτευχθεί το ενεργό βάθος διείσδυσης.

11.1 Κατασκευή δεξαμενής

11.1.1 Ταινία συγκολλήσεως

Τυπικά παραδείγματα του ενεργού βάθους της ταινίας συγκολλήσεως παρουσιάζονται στην εικόνα 21.





Εικόνα 21 : Τυπικά παραδείγματα του ενεργού βάθους της ταινίας συγκολλήσεως

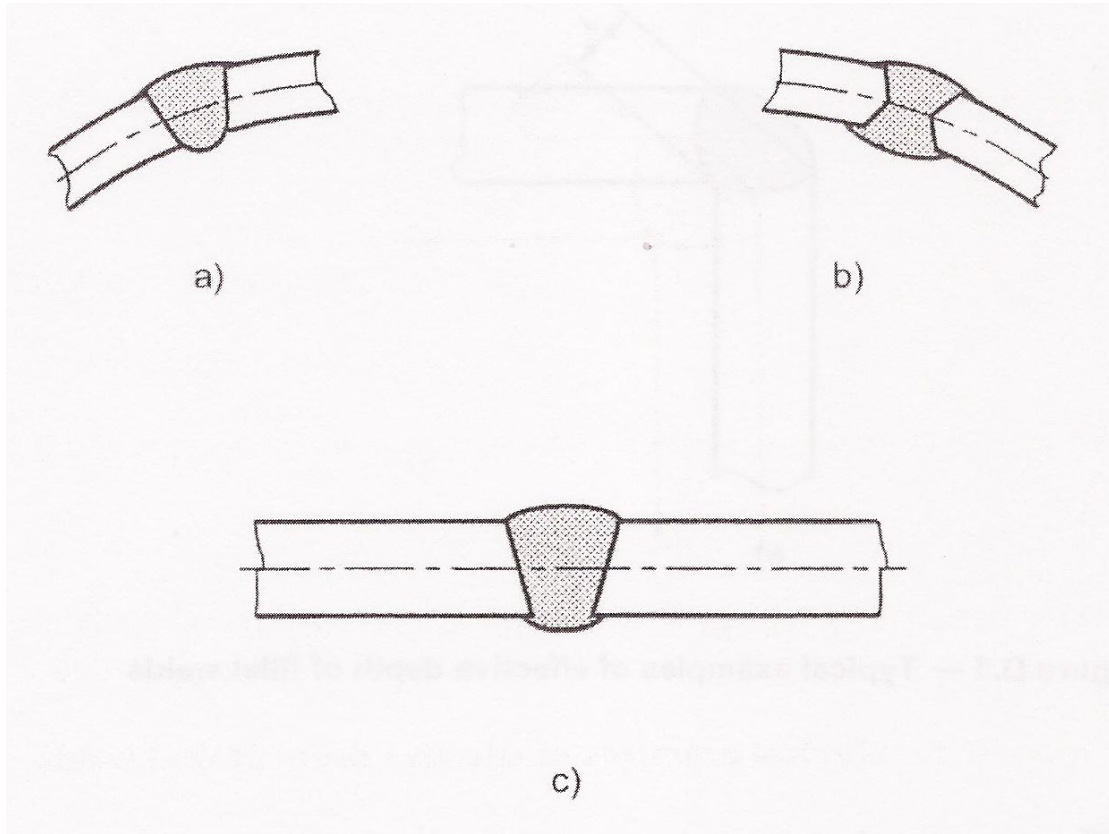
11.1.2 Είδη συνδέσεων

11.1.2.1 Συνδέσεις άκρων

- Υλικό ίσου πάχους

Όταν τα υλικά συγκόλλησης είναι ίσου πάχους (Εικόνα 22) :

- οι άξονες των δύο τεμαχίων προς συγκόλληση πρέπει να είναι εντός των κατασκευαστικών ανοχών που καθορίζονται στο 6.3 ,
- όλες οι συγκολλήσεις πρέπει να είναι συγκολλήσεις ολικής διείσδυσης και το πάχος της σύνδεσης πρέπει να είναι μεγαλύτερο από ή ίσο με το μικρότερο πάχος των τεμαχίων προς συγκόλληση.



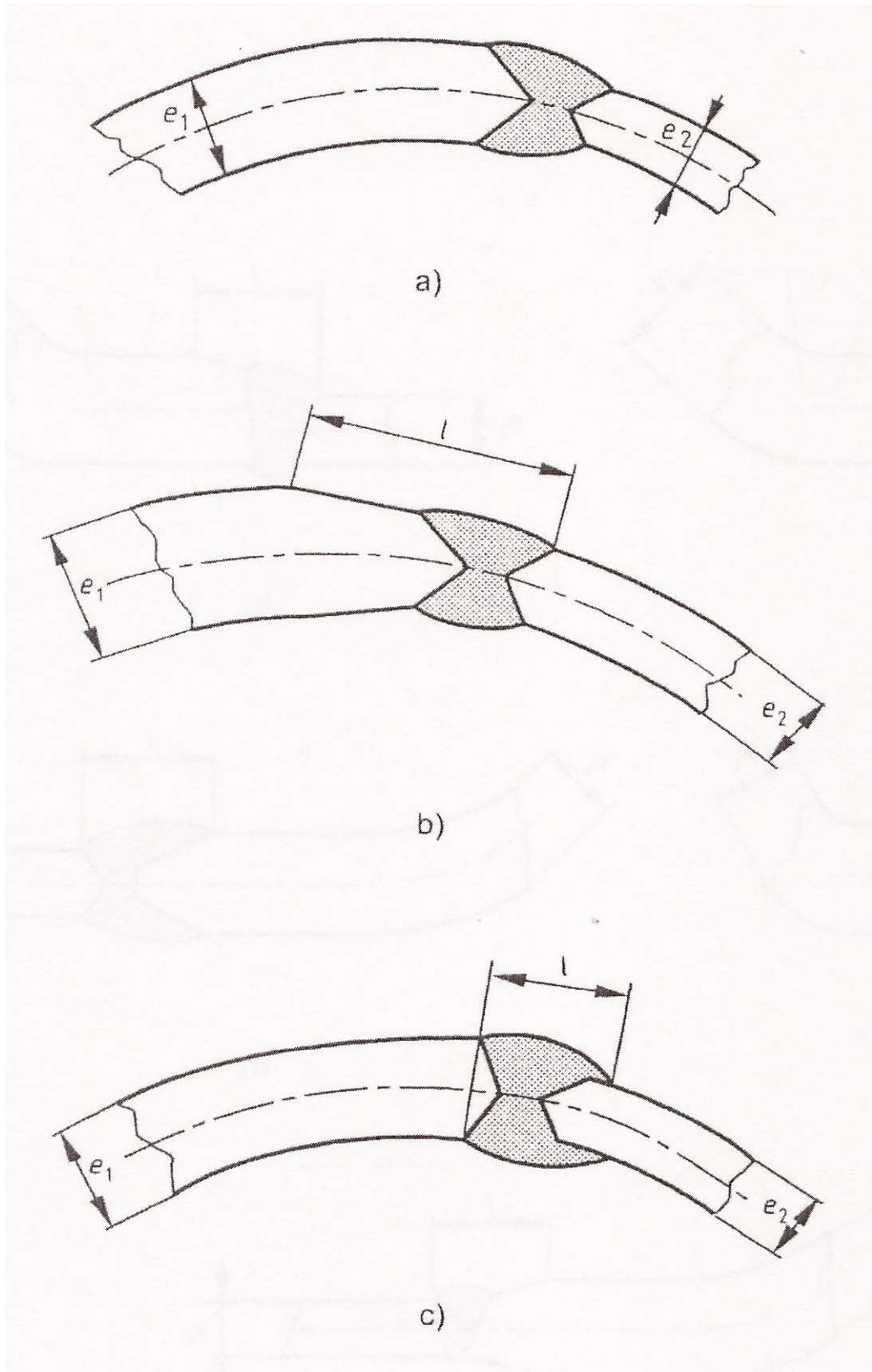
Εικόνα 22 : Τυπικά παραδείγματα συνδέσεων άκρου με ελάσματα ίσου πάχους

- Υλικό διαφορετικού πάχους

Όταν το υλικό συγκόλλησης είναι διαφορετικού πάχους :

- οι άξονες των δύο τεμαχίων προς συγκόλληση πρέπει να είναι εντός των κατασκευαστικών ανοχών που καθορίζονται στο 6.3 ,
- η μέγιστη κλίση μιας σύνδεσης δε πρέπει να υπερβαίνει ένα στα τρία (βλέπε Εικόνα 23β και γ). Όμως , αυτή η κλίση δεν είναι απαραίτητη όταν

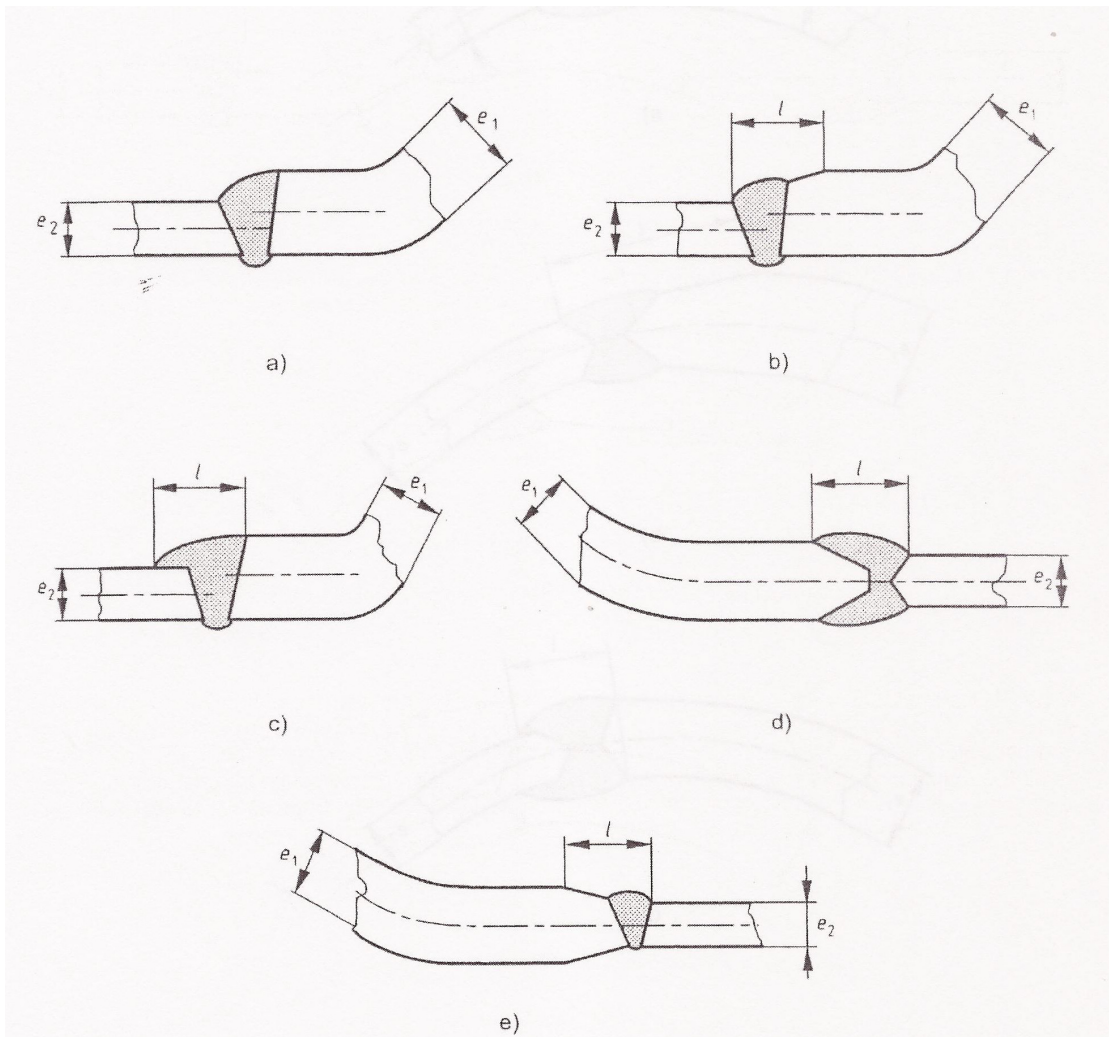
η μετατόπιση του προσώπου είναι μικρότερη από ή ίση με 2mm (εικόνα 23α και εικόνα 24α).



Εικόνα 23 : Τυπικά παραδείγματα συνδέσεων άκρου με ελάσματα διαφορετικού πάχους

Όταν συνδέεται ένα περίβλημα στο ένα άκρο :

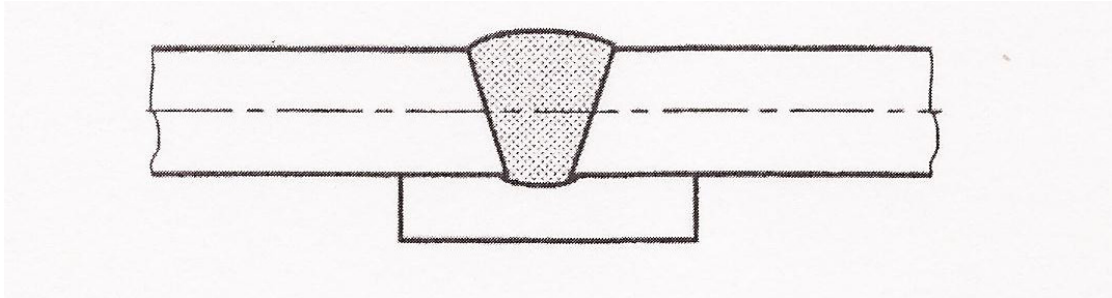
- η μέγιστη κλίση που μπορεί η σύνδεση να επιτύχει είναι μια στις τρεις ,
- οι κεντρικές γραμμές των τεμαχίων προς συγκόλληση μπορούν να αντισταθμιστούν σε σχέση με η μια την άλλη , αλλά αυτή η αντιστάθμιση δε πρέπει να υπερβαίνει την διάταξη των εξωτερικών ή εσωτερικών προσώπων (εικόνα 24).



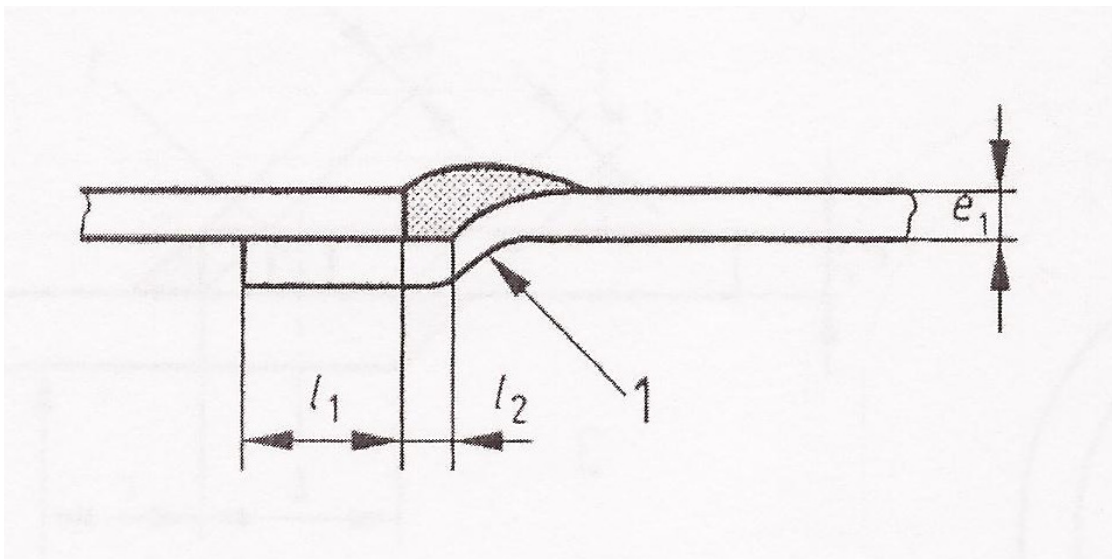
Εικόνα 24 : Τυπικά παραδείγματα συνδέσεων άκρου με περίβλημα

Μόνιμες υποστηρικτικές συνδέσεις ή συνδέσεις αιχμών μετάλλου διαμορφωμένου με εργαλείο πρέπει μόνο να χρησιμοποιούνται για περιμετρική σύνδεση τελειώματος , διαχωρίσματος , κυλινδρικού ελάσματος ή διαφράγματος σε ένα περίβλημα , όπου η εσωτερική

πρόσβαση δεν είναι δυνατή. Για συνδέσεις αιχμών μετάλλου διαμορφωμένου με εργαλείο, το συνολικό μήκος της αιχμής πρέπει να είναι το λιγότερο 2,2 φορές του πάχους του μέρους του μετάλλου διαμορφωμένου με εργαλείο και η συγκόλληση θα πρέπει να συγκλίνει στη βάση της ραφής σε ένα πλάτος μεγαλύτερο από ή ίσο με 0,7 φορές του πάχους του μέρους του μετάλλου διαμορφωμένου με εργαλείο (εικόνες 25 και 26).



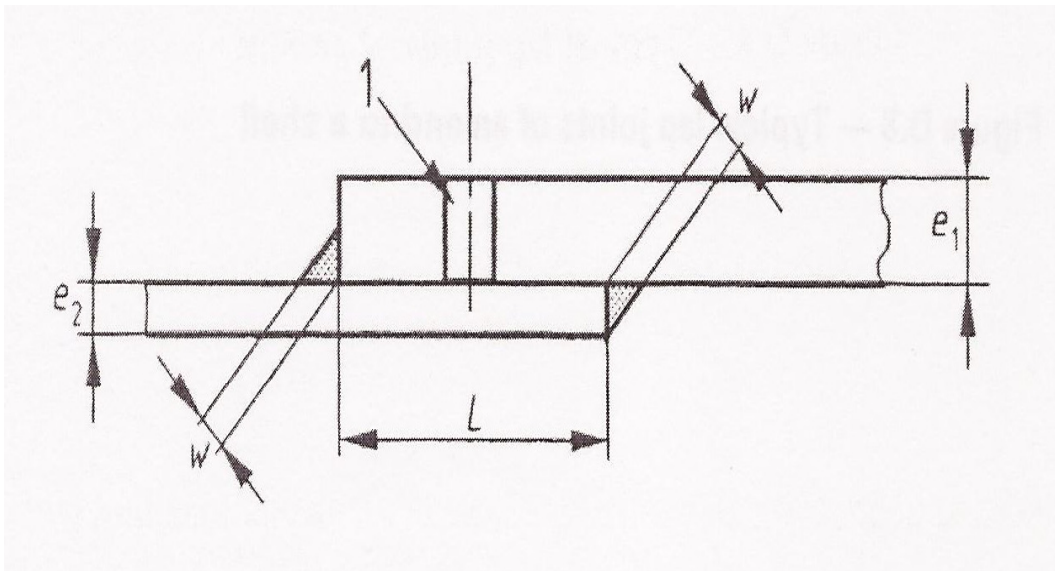
Εικόνα 25 : Τυπική σύνδεση άκρου με υποστηρικτικό έλασμα



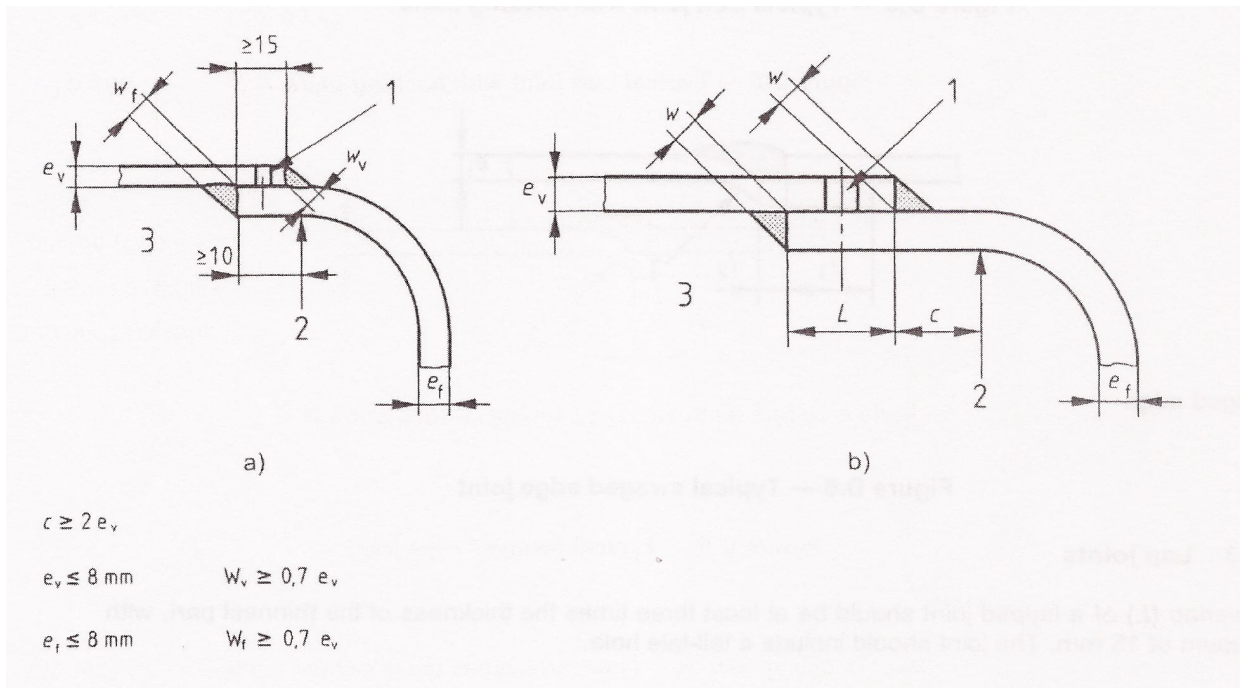
Εικόνα 26 : Τυπική σύνδεση άκρου μετάλλου διαμορφωμένου με εργαλείο (1. Άκρο μετάλλου διαμορφωμένο με εργαλείο)

11.1.2.2 Ραφές με επικάλυψη

Η επικάλυψη L μιας ραφής με επικάλυψη πρέπει να είναι το λιγότερο τρεις φορές του πάχους του λεπτότερου μέρους, με ένα ελάχιστο των 15mm. Η ραφή πρέπει να περιλαμβάνει μια ενδεικτική οπή. Οι ραφές πρέπει να πραγματοποιούνται σε κάθετο άκρο (εικόνες 27, 28 και 29). Όταν μια ραφή με επικάλυψη χρησιμοποιείται για την ένωση του τελειώματος ενός κελύφους οι διαστάσεις που δείχνονται στην εικόνα 28α πρέπει να χρησιμοποιούνται. Χωριστές συγκολλημένες ραφές με επικάλυψη είναι αποδεκτές για τελειώματα που έχουν κοιλότητα προς τα έξω, η ραφή πρέπει να περιέχει μια επικάλυψη το λιγότερο των 15mm (εικόνα 29).

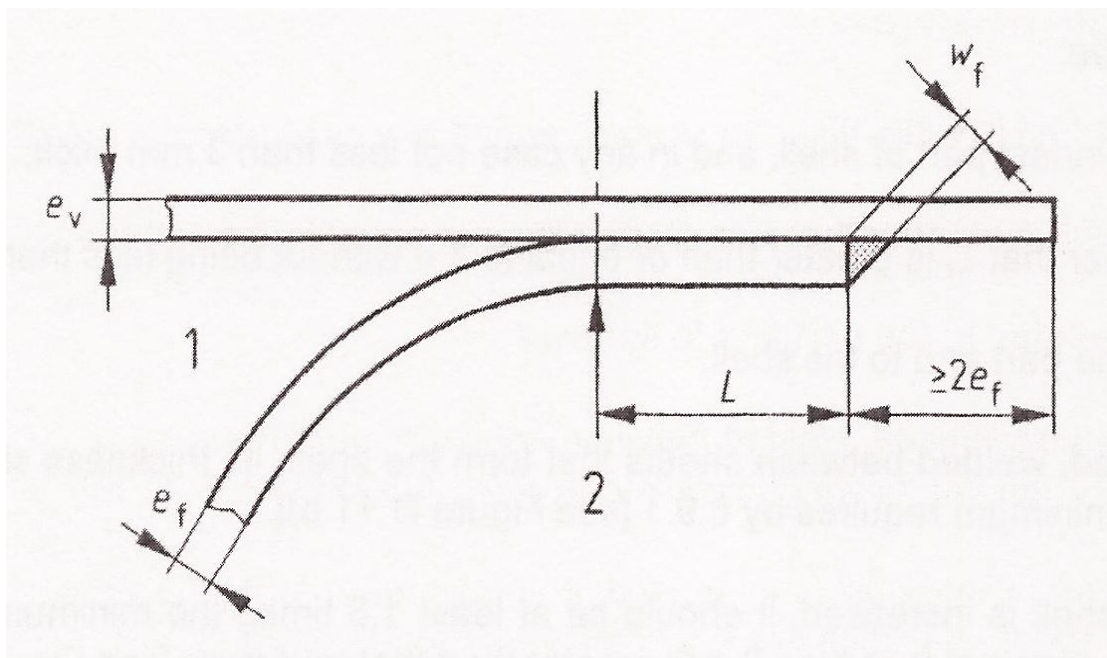


Εικόνα 27 : Τυπική ραφή με επικάλυψη (1.Ενδεικτική οπή)



Εικόνα 28 : Τυπικές ραφές με επικάλυψη ενός τελειώματος περιβλήματος (1.Ενδεικτική οπή .

2.Αρχή ακτίνας , 3.Μέσα στη δεξαμενή)

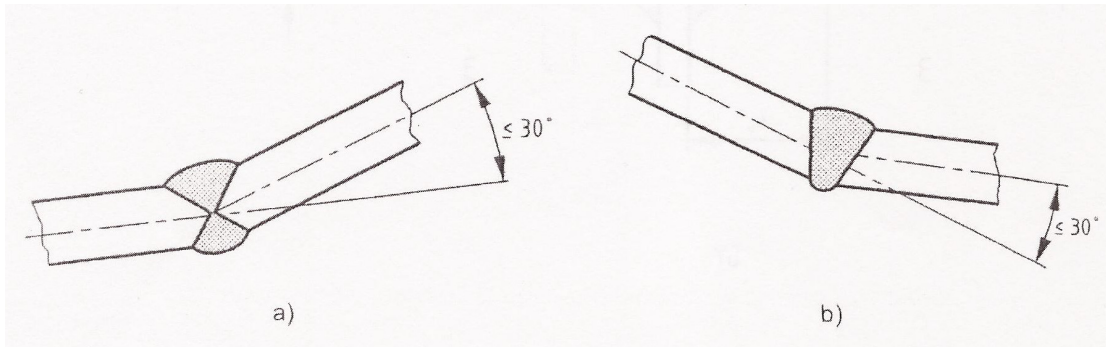


Εικόνα 29 : Τυπική χωριστή συγκόλληση ραφής με επικάλυψη ενός τελειώματος περιβλήματος

(1. Μέσα στη δεξαμενή . 2.Αρχή ακτίνας)

11.1.2.3 Γωνιακές συνδέσεις

Η συγκόλληση πρέπει να είναι συγκόλληση πλήρους διείσδυσης (εικόνα 30).



Εικόνα 30 : Τυπικές γωνιακές συνδέσεις

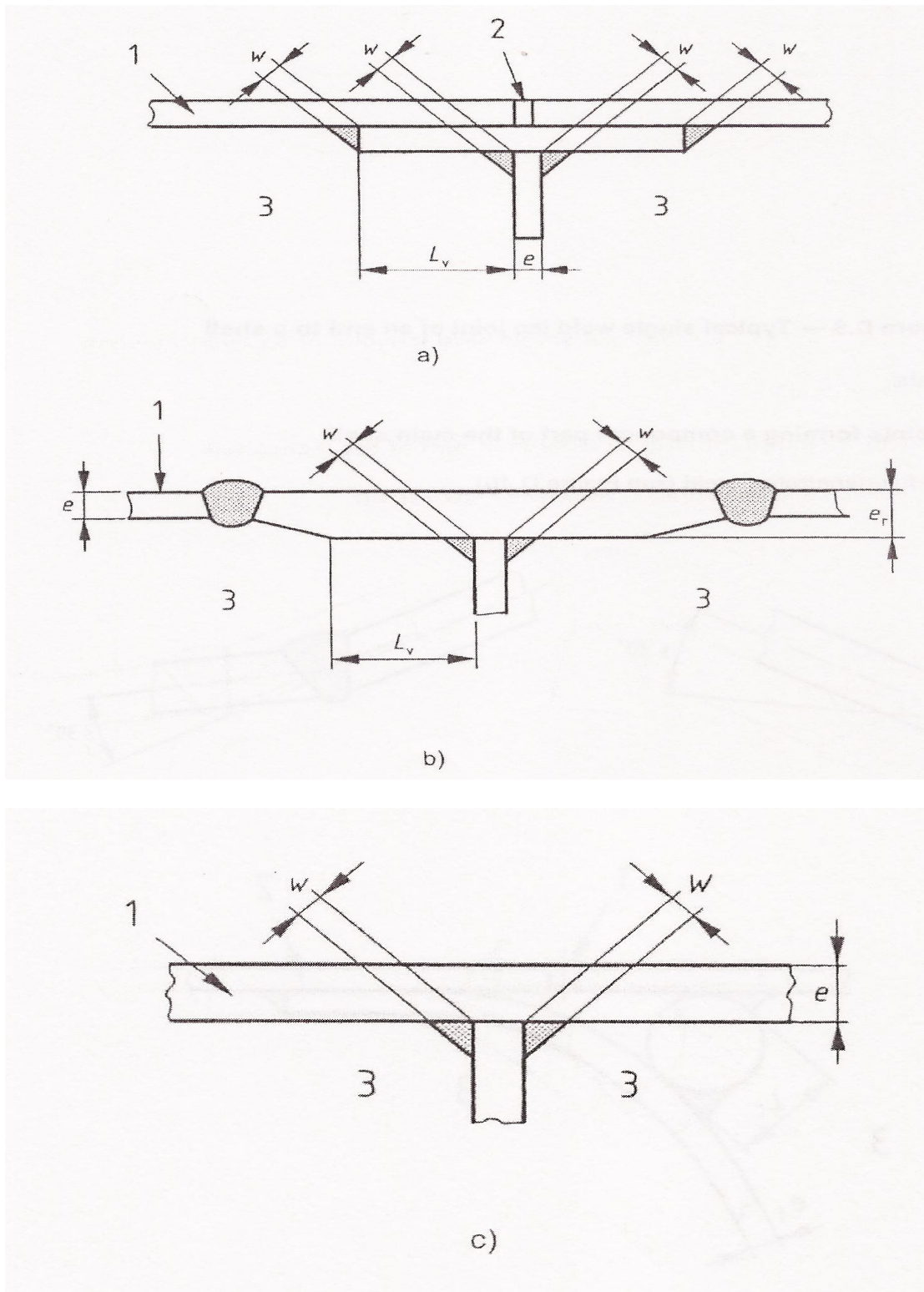
Για τελειώματα , διαχωρίσματα , διογκωμένων ελασμάτων και διαφράγματα , όπου φλαντζωτά τελειώματα δε χρησιμοποιούνται , το περίβλημα πρέπει να ενισχύεται.

Όταν ένα ενισχυμένο έλασμα χρησιμοποιείται , πρέπει να τοποθετείται μεταξύ του περιβλήματος και του τελειώματος , διαχωρίσματος , διογκωμένου ελάσματος ή διαφράγματος (εικόνα 31α).

Το ενισχυμένο έλασμα πρέπει να είναι :

- το λιγότερο τόσο λεπτό όσο το λεπτότερο μέρος ενός περιβλήματος , και σε κάθε περίπτωση όχι μικρότερο από 3mm πάχος ,
- διατεταγμένο με τέτοιο τρόπο ώστε το L_r είναι μεγαλύτερο ή ίσο με $3e$ χωρίς να είναι μικρότερο από 15mm ,
- συνεχώς συγκολλημένο στο μέρος και στο περίβλημα.

Όταν χρησιμοποιείται ένας δακτύλιος δυσκαμψίας , συγκολλήσεις μεταξύ φύλλων που σχηματίζουν το περίβλημα , το πάχος του πρέπει να είναι το ελάχιστο πάχος που απαιτείται από την παράγραφο 4.1.2 , και σε καμία περίπτωση όχι μικρότερο από 3mm και μεγαλύτερο από το ελάχιστο (εικόνα 31γ).

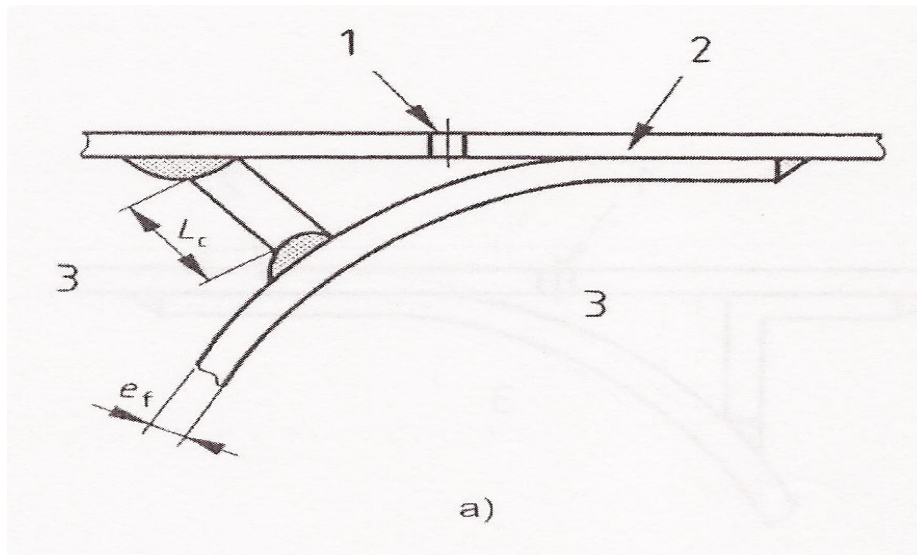


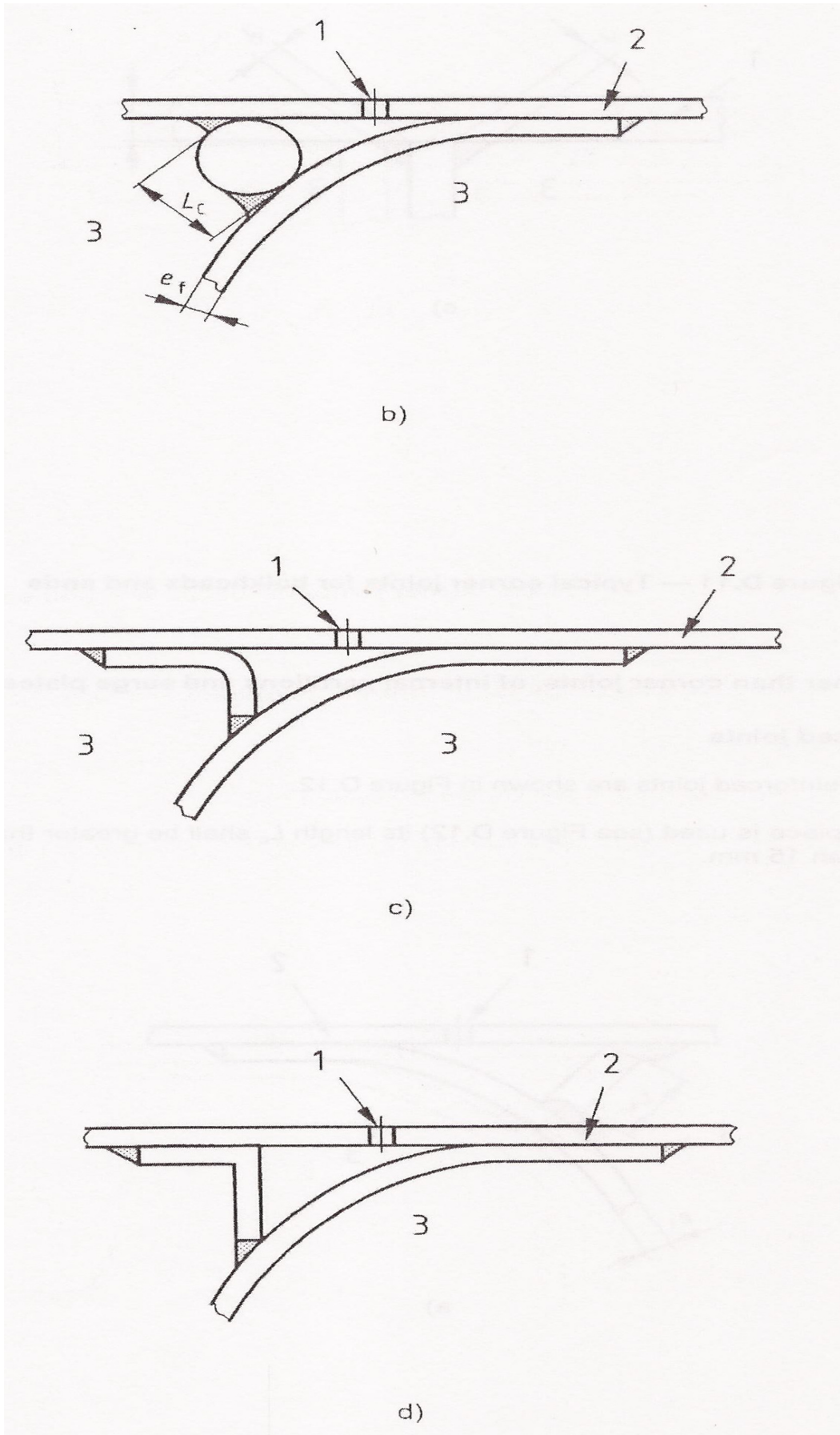
Εικόνα 31 : Τυπικές γωνιακές συνδέσεις για διαφράγματα και τελιώματα (1.Περίβλημα , 2. Ενδεικτική σπή , 3.Μέσα στη δεξαμενή)

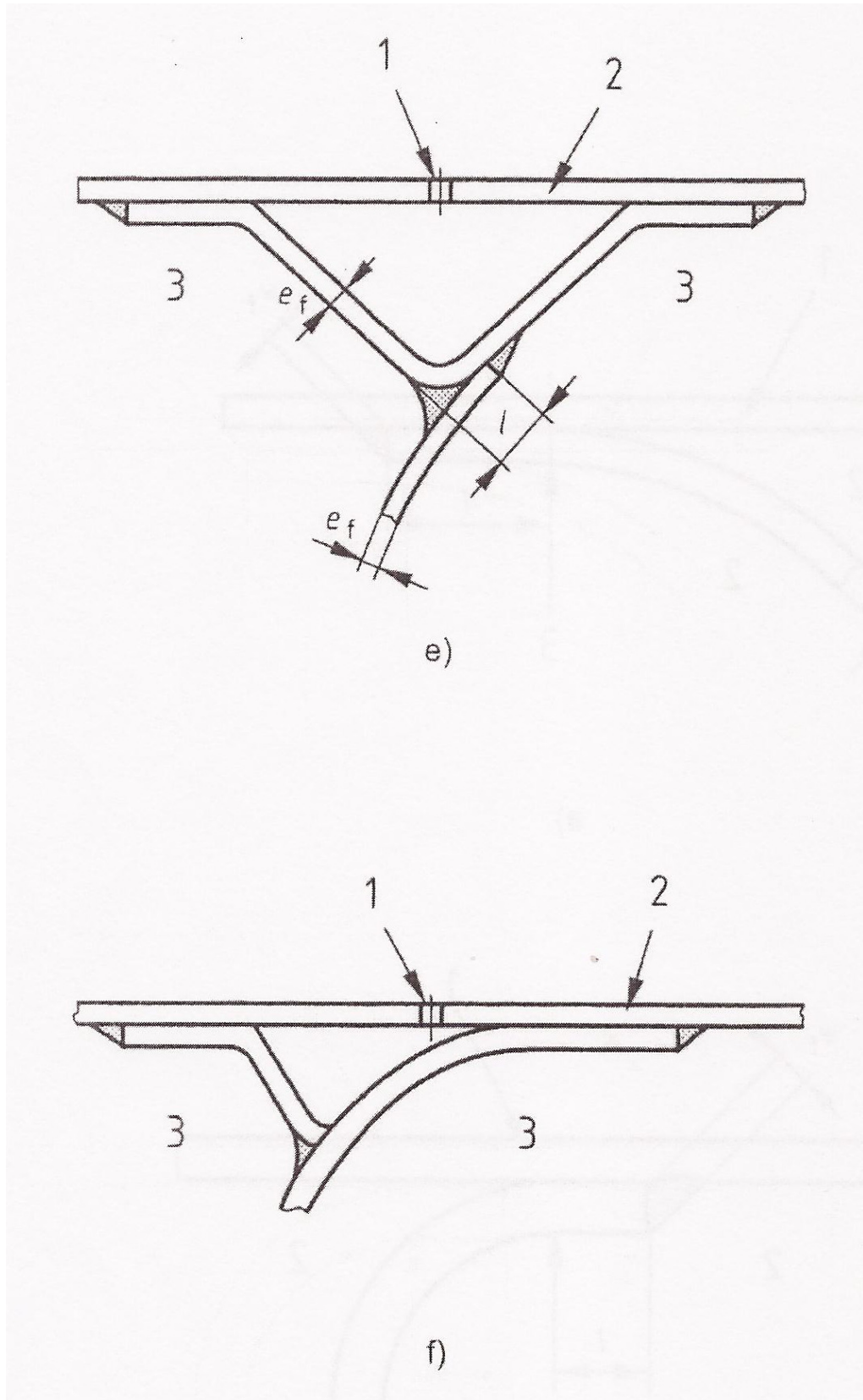
11.1.2.4 Συνδέσεις , άλλες από γωνιακές , εσωτερικών χωρισμάτων και διογκωμένων ελασμάτων

- Ενισχυμένες συνδέσεις

Όπου ένα ενισχυμένο τεμάχιο χρησιμοποιείται (εικόνα 32) το μήκος του L_c πρέπει να είναι μεγαλύτερο από ή ίσο του $3e_f$ χωρίς να είναι μικρότερο από 15mm.



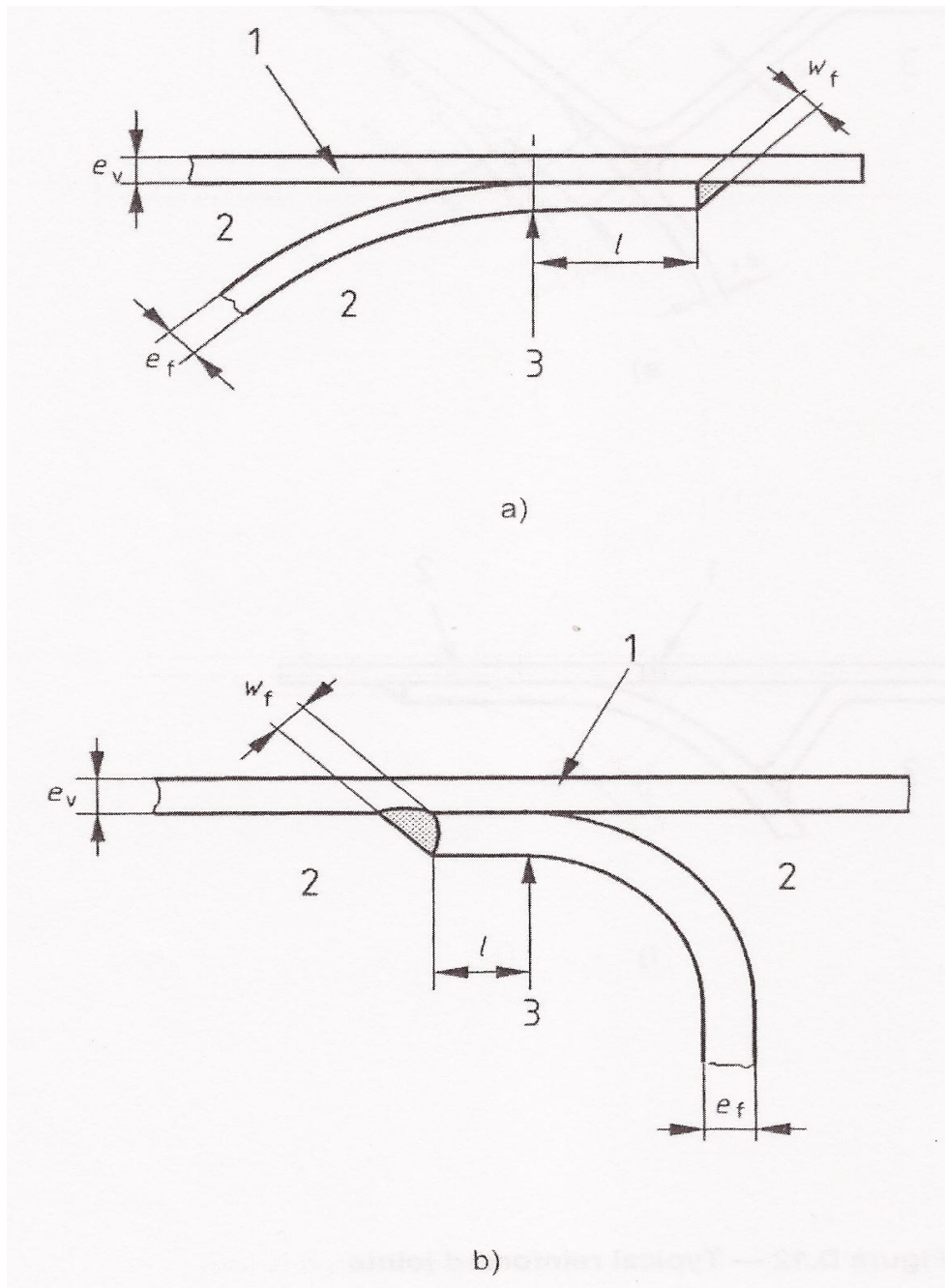




Εικόνα 32 : Τυπικές ενισχυμένες συνδέσεις (1.Ενδεικτική οπή, 2.Περίβλημα, 3.Μέσα στη δεξαμενή)

- Χωριστές συγκολλητές συνδέσεις

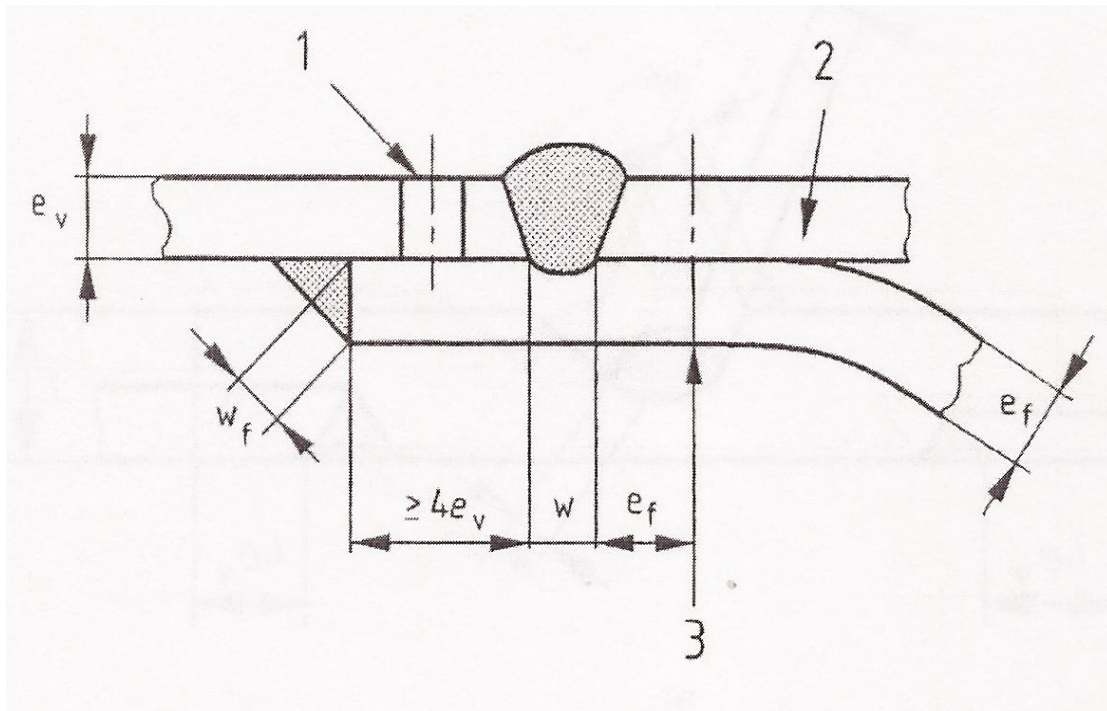
Η επικάλυψη L μιας ραφής με επικάλυψη πρέπει να είναι το λιγότερο τρεις φορές του πάχους του λεπτότερου μέρους με ένα ελάχιστο των 15mm (εικόνα 33).



Εικόνα 33 : Τυπικές χωριστές συγκολλητές συνδέσεις (1. Περίβλημα , 2.Μέσα στη δεξαμενή , 3.Αρχή ακτίνας)

- Διπλές συγκολλητές συνδέσεις

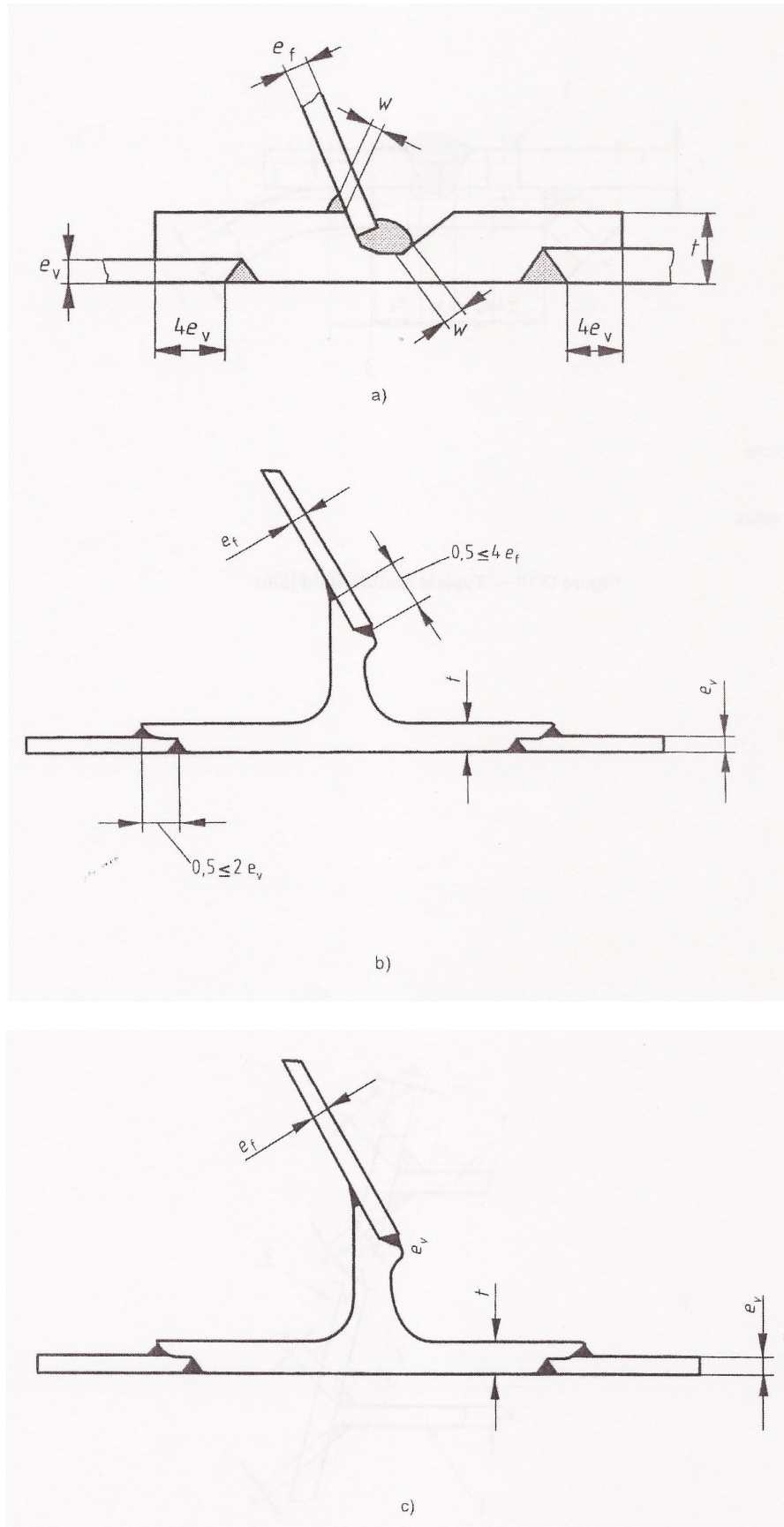
Ένα παράδειγμα τυπικής διπλής συγκολλητής σύνδεσης δείχνεται στην εικόνα 34.



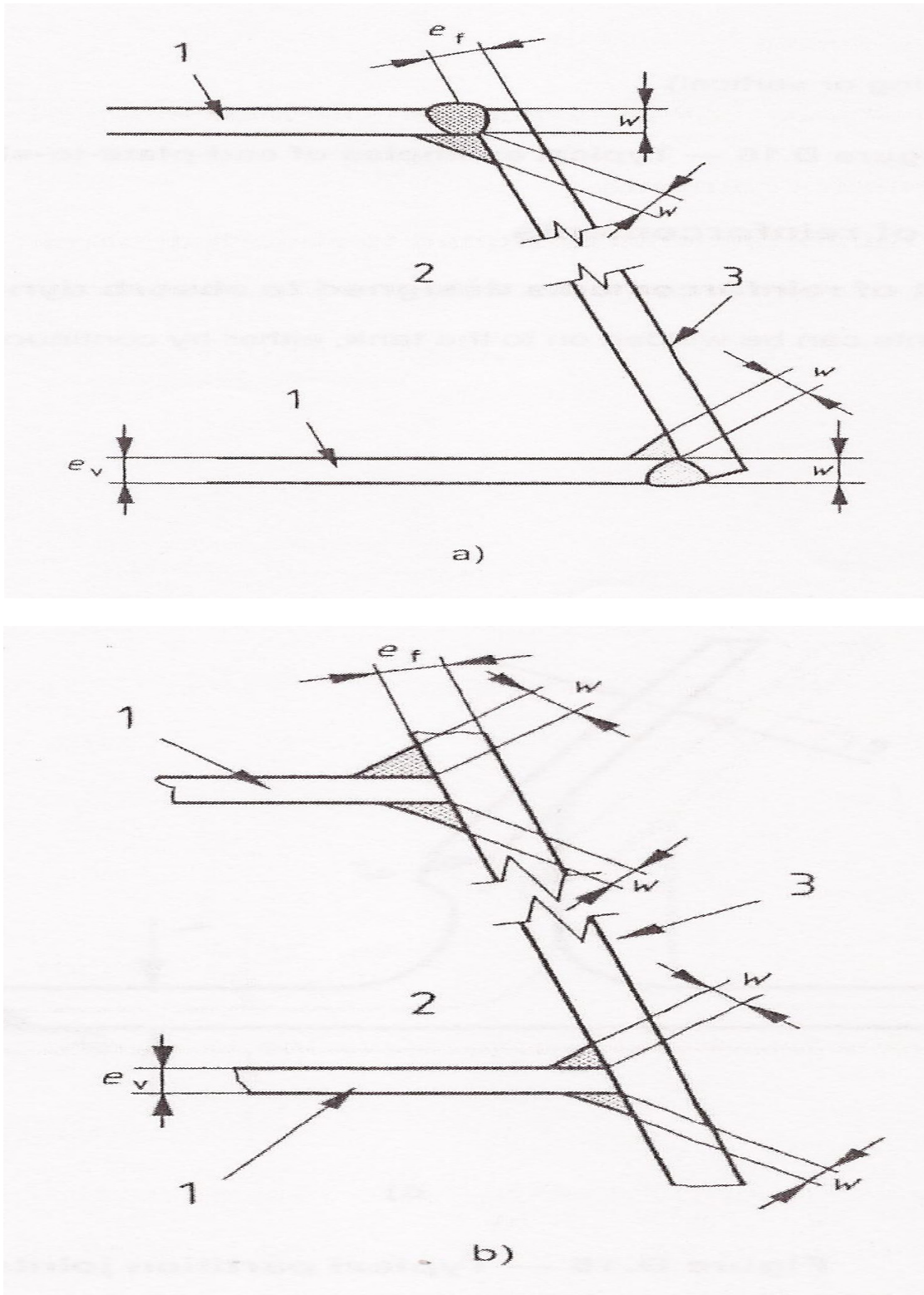
Εικόνα 34 : Τυπική διπλή συγκολλητή σύνδεση χωριστές συγκολλητές συνδέσεις (1.Ενδεικτική οπή , 2.Περίβλημα , 3.Αρχή ακτίνας)

- Διαχώρισμα και τελείωμα ελάσματος στη σύνδεση περιβλήματος

Όπου οι συνδέσεις διαχωρισμάτων ενσωματώνουν έναν δακτύλιο δυσκαμψίας , συγκολλήσεις μεταξύ φύλλων που σχηματίζουν το περίβλημα , το πάχος του (t) πρέπει να είναι το λιγότερο μεγαλύτερο από το ελάχιστο που απαιτείται από την παράγραφο 4.1.2 (εικόνες 35 , 36 που ακολουθούν).



Εικόνα 35 : Τυπικές συνδέσεις διαχωρισμάτων

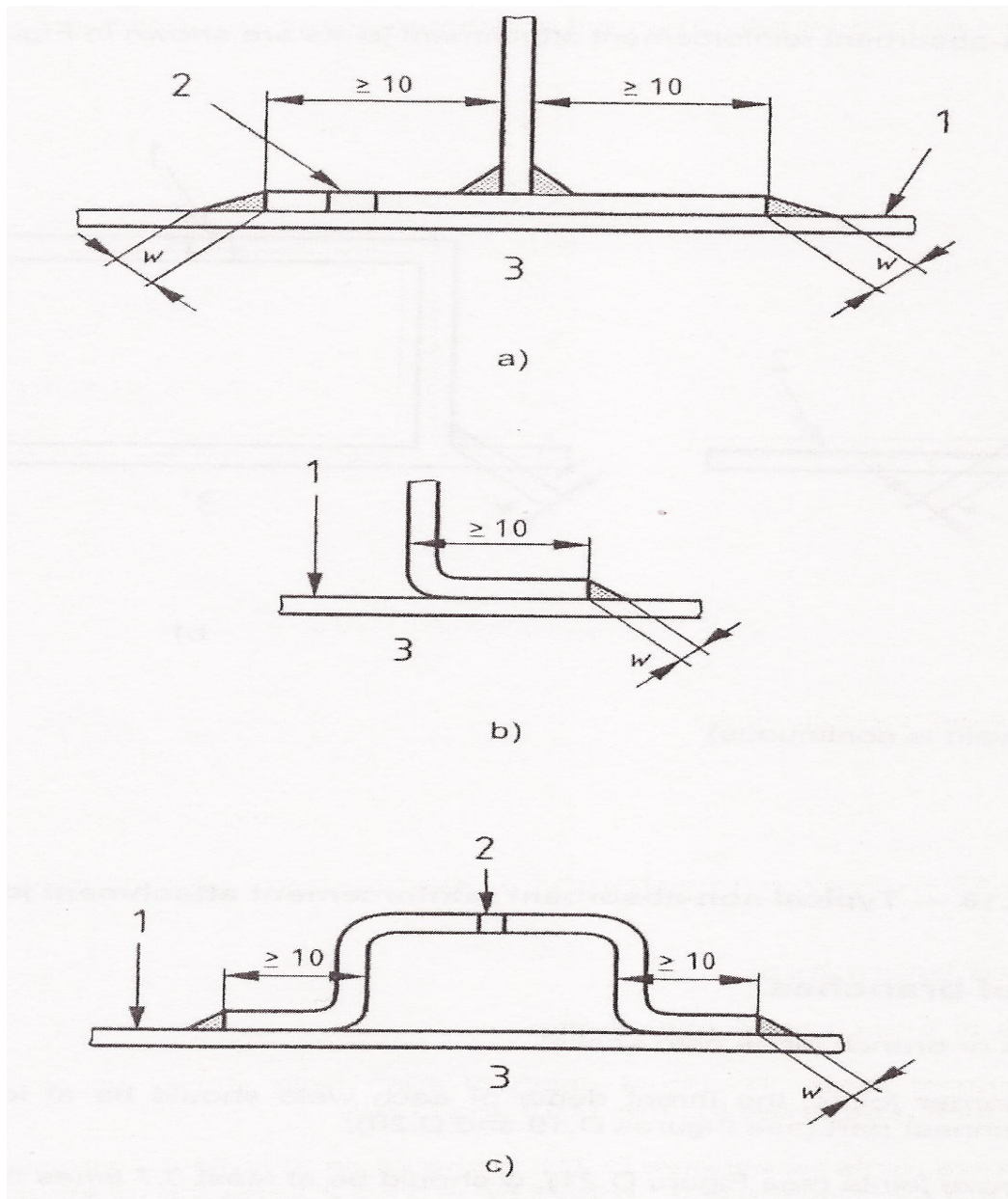


Εικόνα 36 : Τυπικά παραδείγματα τελειωμάτων ελασμάτων σε συνδέσεις περιβλήματος (1.Περίβλημα , 2.Μέσα στη δεξαμενή , 3.Τελειώματα καμπυλωμένα ακτινικά (επικλινή ή κάθετα))

11.2 Προσαρτήσεις των ενισχύσεων

11.2.1 Προσαρτήσεις των ενισχύσεων σχεδιασμένες να απορροφούν τις δυναμικές πιέσεις

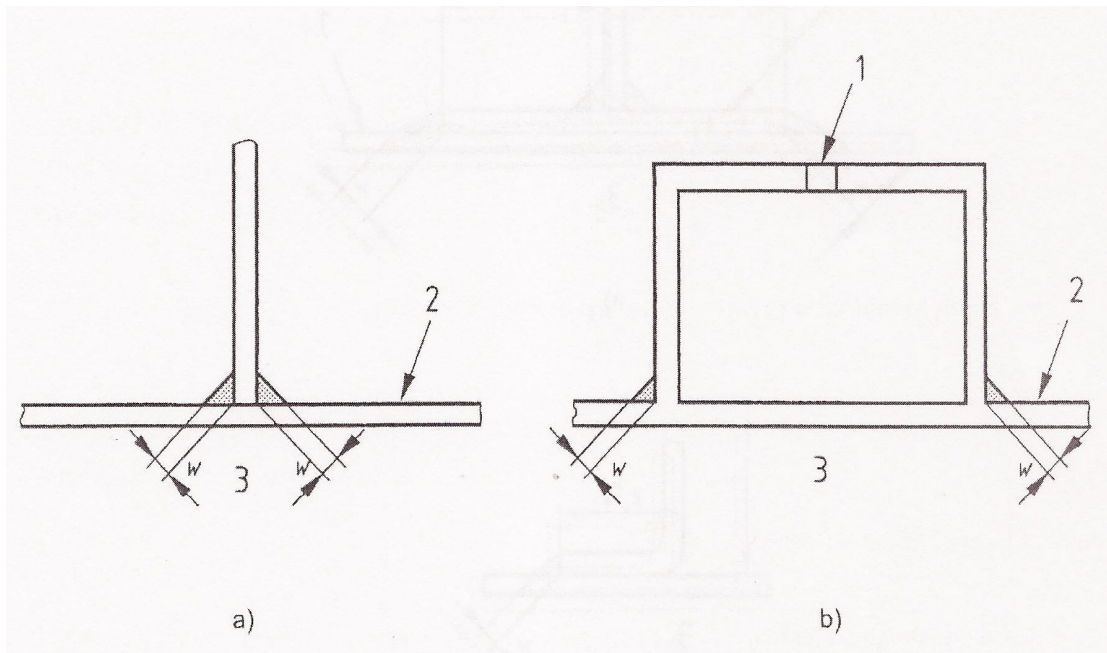
Εξωτερικές ενισχύσεις μπορούν να συγκολληθούν στη δεξαμενή, είτε με συνεχή ή μη συνεχή συγκόλληση (εικόνα 37).



Εικόνα 37 : Τυπικές ενισχυμένες προσκολλημένες συνδέσεις (1.Περίβλημα, 2.Ενδεικτική οπή, 3.Μέσα στη δεξαμενή)

11.2.2 Προσαρτήσεις των ενισχύσεων σχεδιασμένες να μην απορροφούν τις δυναμικές πιέσεις

Ενισχύσεις μπορούν να συγκολληθούν χωρίς ούτε μια ζώνη διανομής ή ένα έλασμα διανομής. Όπου η ενίσχυση είναι εξωτερική, οι συγκολλήσεις μπορούν να είναι συνεχής ή μη συνεχής, όπου η ενίσχυση είναι εσωτερική οι συγκολλήσεις πρέπει να είναι συνεχής (εικόνα 32).



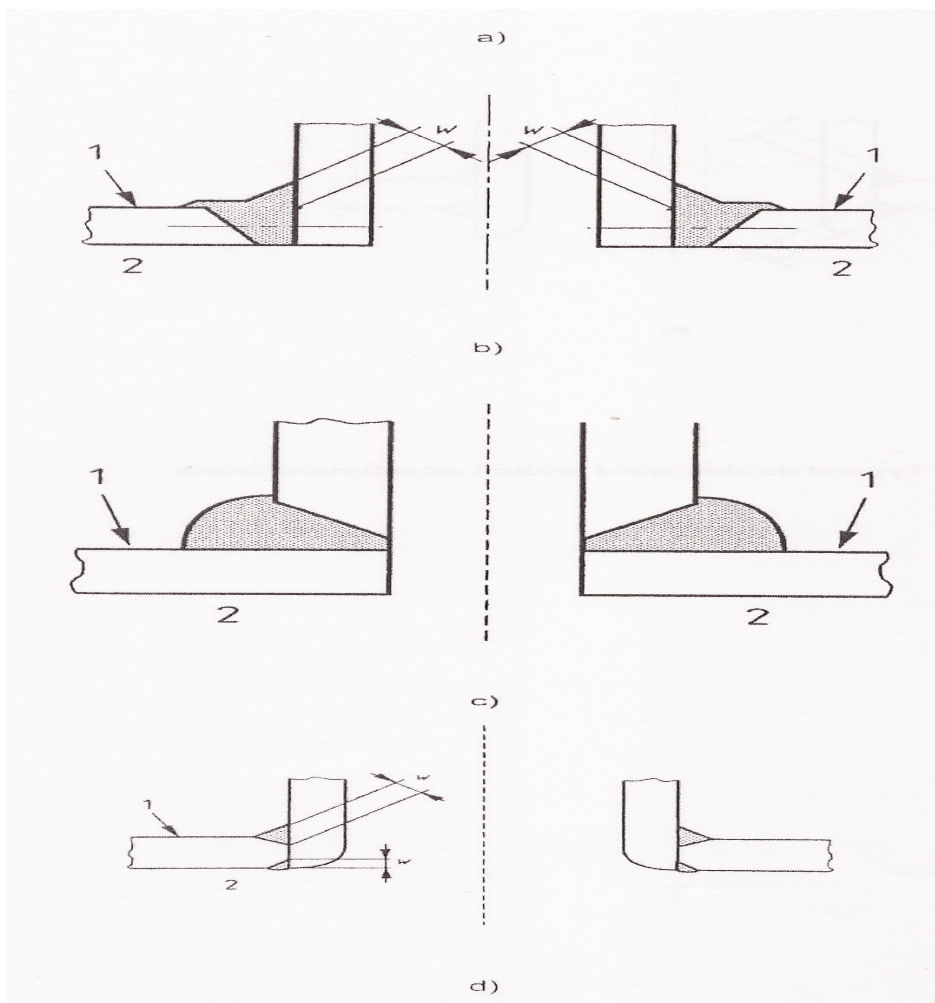
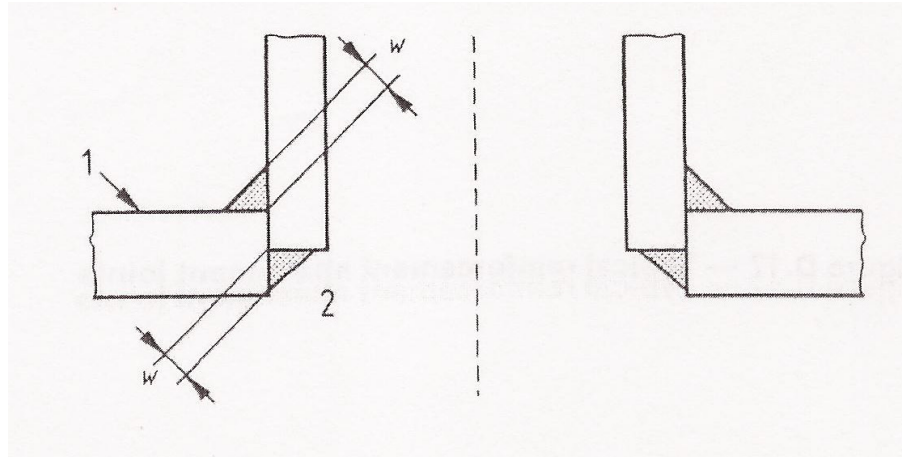
Εικόνα 38 : Τυπικές μη απορροφούμενες ενισχύσεις προσαρτημένες σε συνδέσεις (1.Ενδεικτική οπή (όταν η συγκόλληση είναι συνεχής), 2.Περίβλημα, 3. Μέσα στη δεξαμενή)

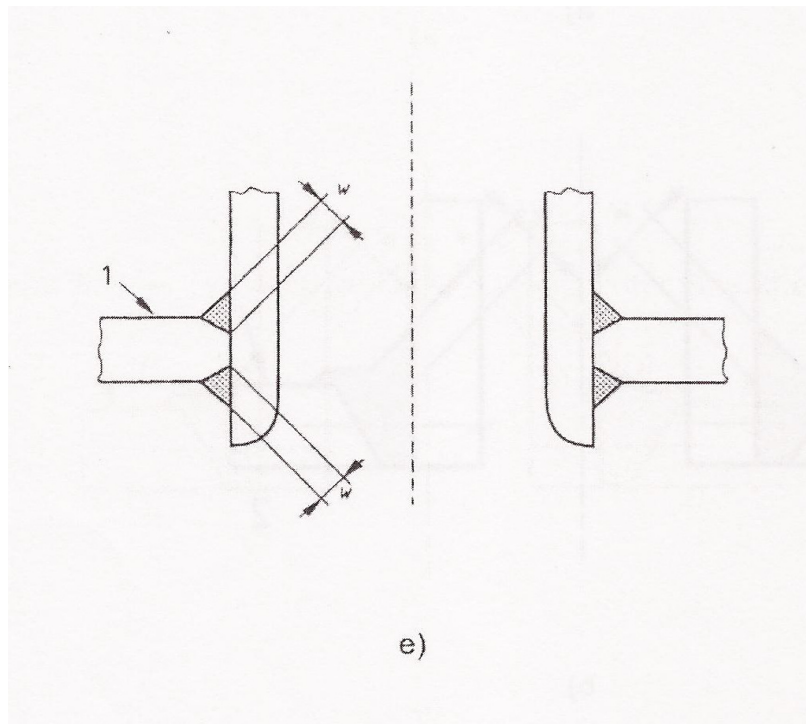
11.3 Προσκολλήσεις των κλάδων

Όταν ενώνονται κλάδοι ή κλάδοι σωλήνων μέσα στα περιβλήματα :

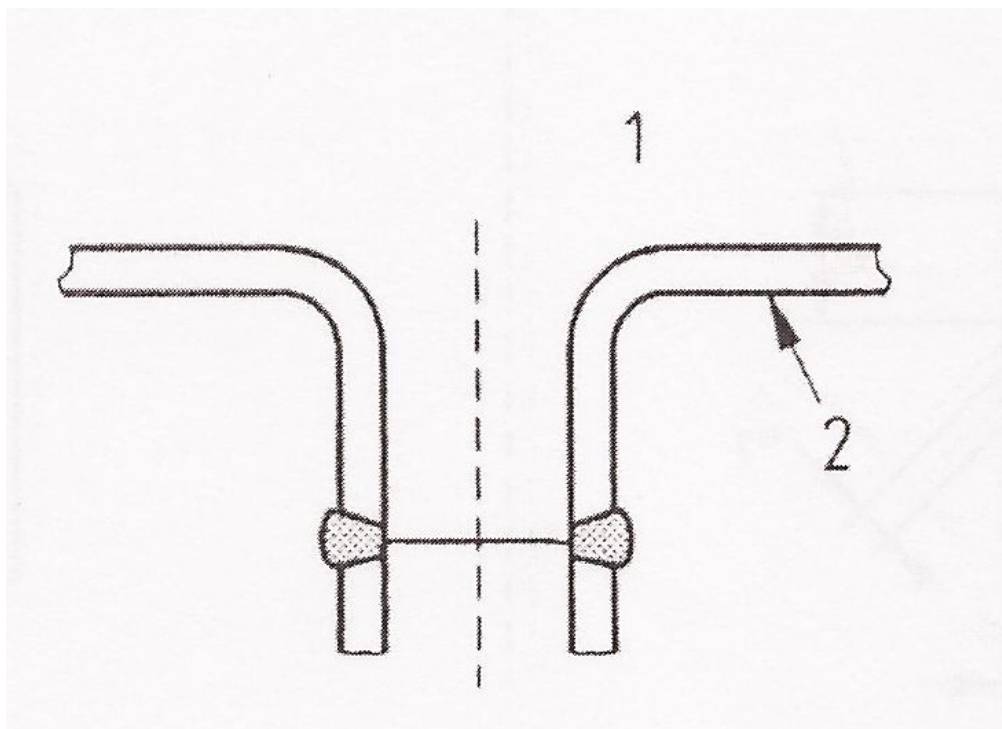
- για διπλές συγκολλήσεις γωνιακών συνδέσεων, το βάθος του λαιμού της κάθε συγκόλλησης πρέπει να είναι το λιγότερο 0,7 φορές του πάχους του λεπτότερου μέρους (εικόνες 39 και 40),

- για ραφές με επικάλυψη ή ραφές με μανίκι (εικόνα 41) , το w πρέπει να είναι το λιγότερο 0,7 φορές του πάχους του λεπτότερου μέρους , και το μήκος επικάλυψης L πρέπει να είναι το λιγότερο 3 φορές του ελάχιστου πάχους.

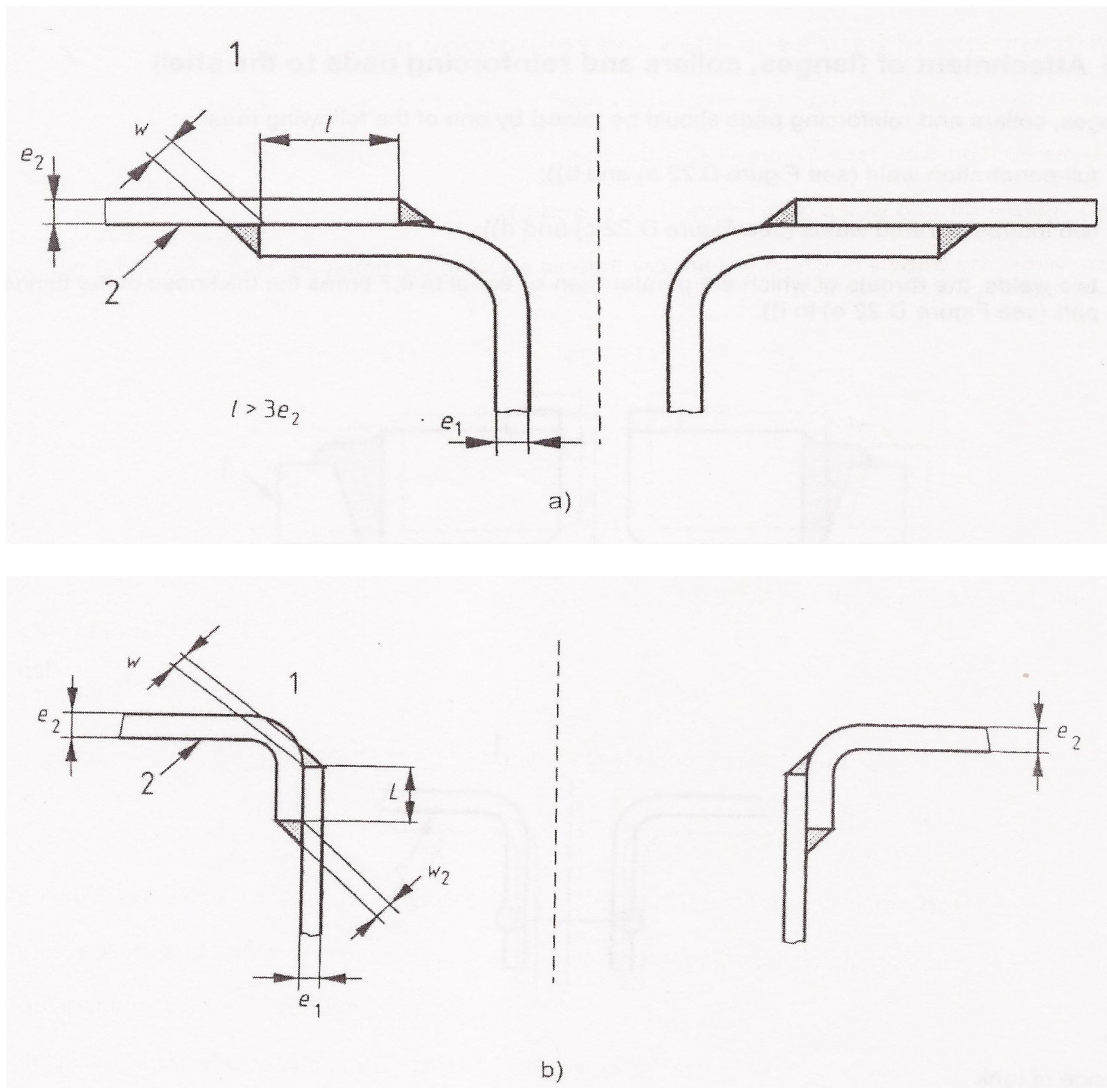




Εικόνα 39 : Τυπικές διπλές συγκολλήσεις συνδέσεων προσαρτημένων κλάδων (1.Περίβλημα , 2.Μέσα στη δεξαμενή)



Εικόνα 40 : Τυπικός κλάδος άκρου σύνδεσης (1. Μέσα στη δεξαμενή , 2.Περίβλημα)

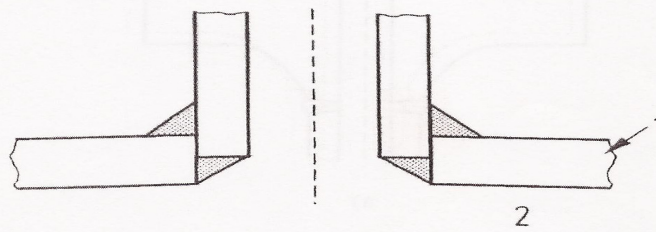
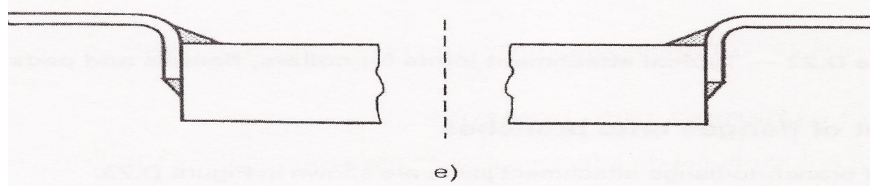
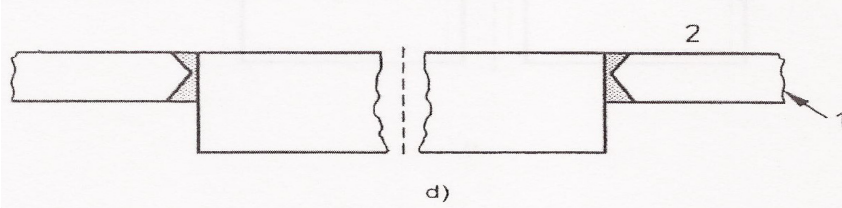
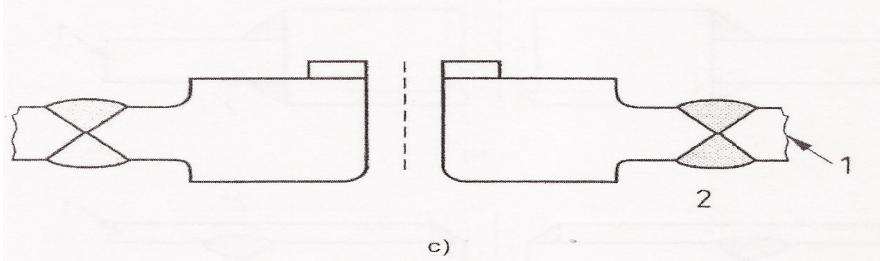
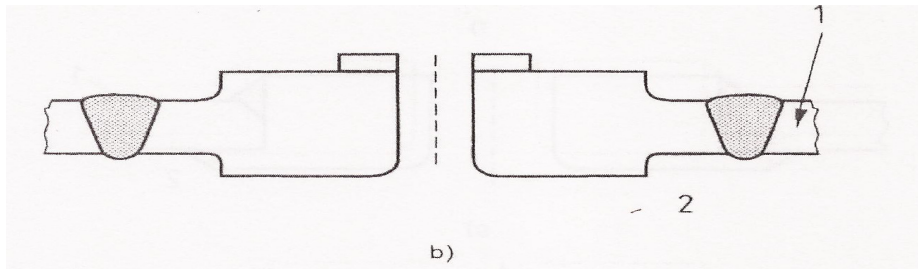
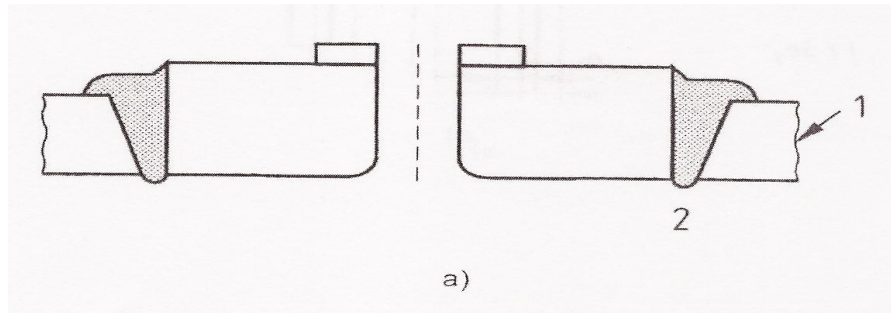


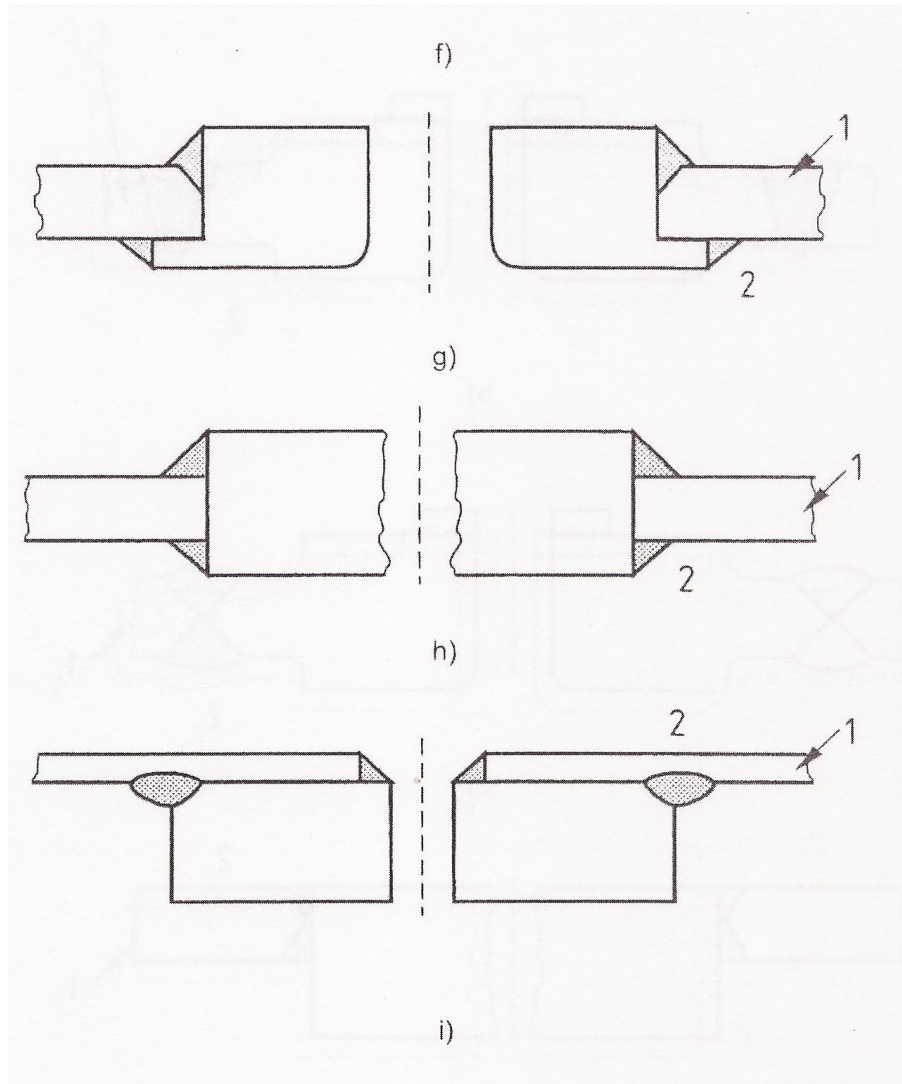
Εικόνα 41 : Τυπικές συνδέσεις προσαρτήματος μανικιών (1. Μέσα στη δεξαμενή , 2.Περίβλημα)

11.4 Προσαρτήσεις φλαντζών , περιλαίμιων και ενισχυμένων μαξιλαριών στο περίβλημα

Φλάντζες , περιλαίμια και ενισχυμένα μαξιλάρια πρέπει να ενώνονται με έναν από τους ακόλουθους τρόπους :

- α) συγκόλληση πλήρης διείδυσης (εικόνα 42α και β) ,
- β) δύο αλληλοδιαπεραστικές συγκολλήσεις (εικόνα 42γ και δ) ,
- γ) δύο συγκολλήσεις , οι λαιμοί των οποίων είναι μεγαλύτεροι από ή ίσοι με 0,7 φορές του πάχους του λεπτότερου μέρους (εικόνα 42ε και στ).

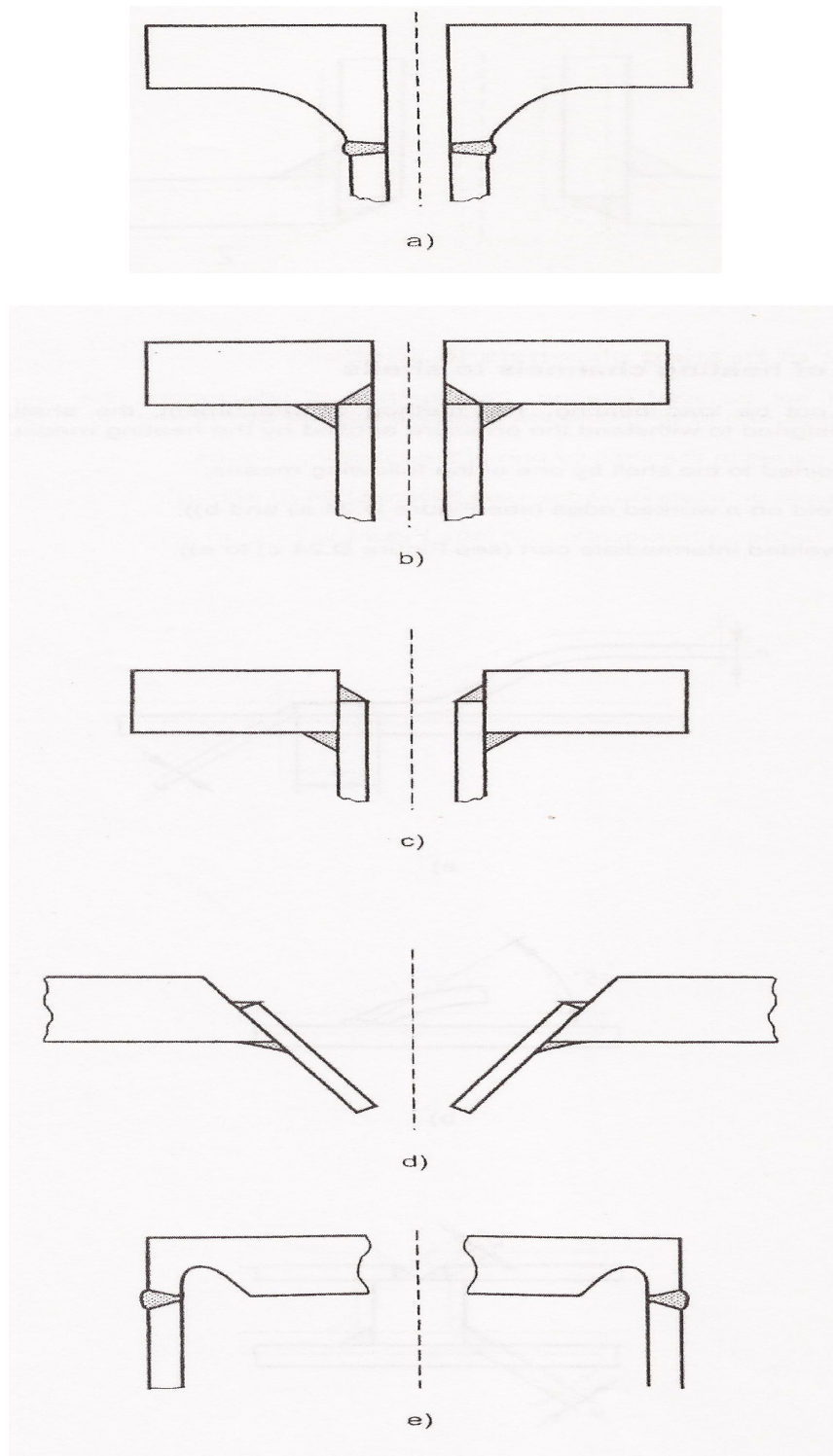




**Εικόνα 42 : Τυπικές συνδέσεις προσαρτήσεων για φλάντζες , περιλαίμια και μαξιλάρια
(1.Περίβλημα , 2.Μέσα στη δεξαμενή)**

11.5 Προσαρτήσεις φλαντζών στους κλάδους

Τυπικά παραδείγματα προσαρτήσεων συνδέσεων κλάδων σε φλάντζες δείχνονται στην εικόνα 43.



Εικόνα 43 : Τυπικές συνδέσεις προσαρτήσεων κλάδων σε φλάντζες

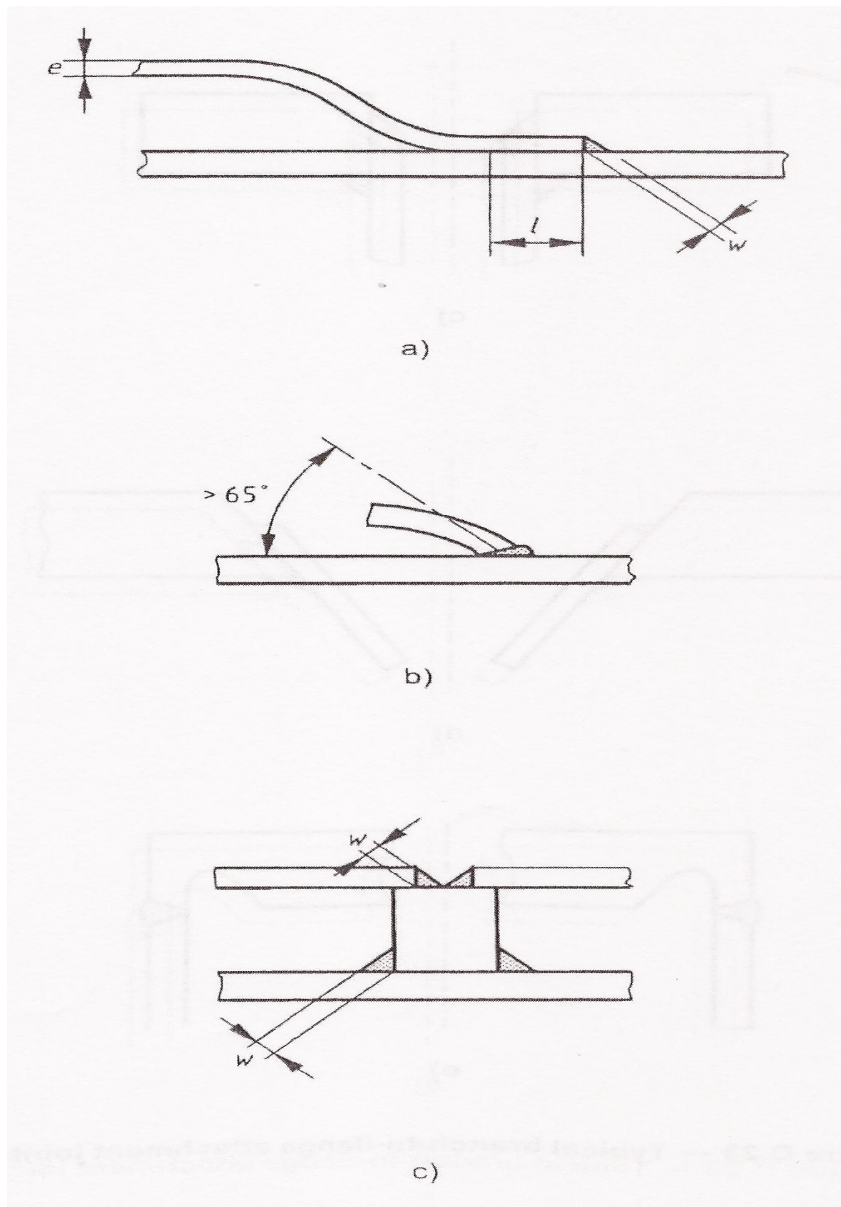
11.6 Προσαρτήσεις καναλιών θέρμανσης στα περιβλήματα

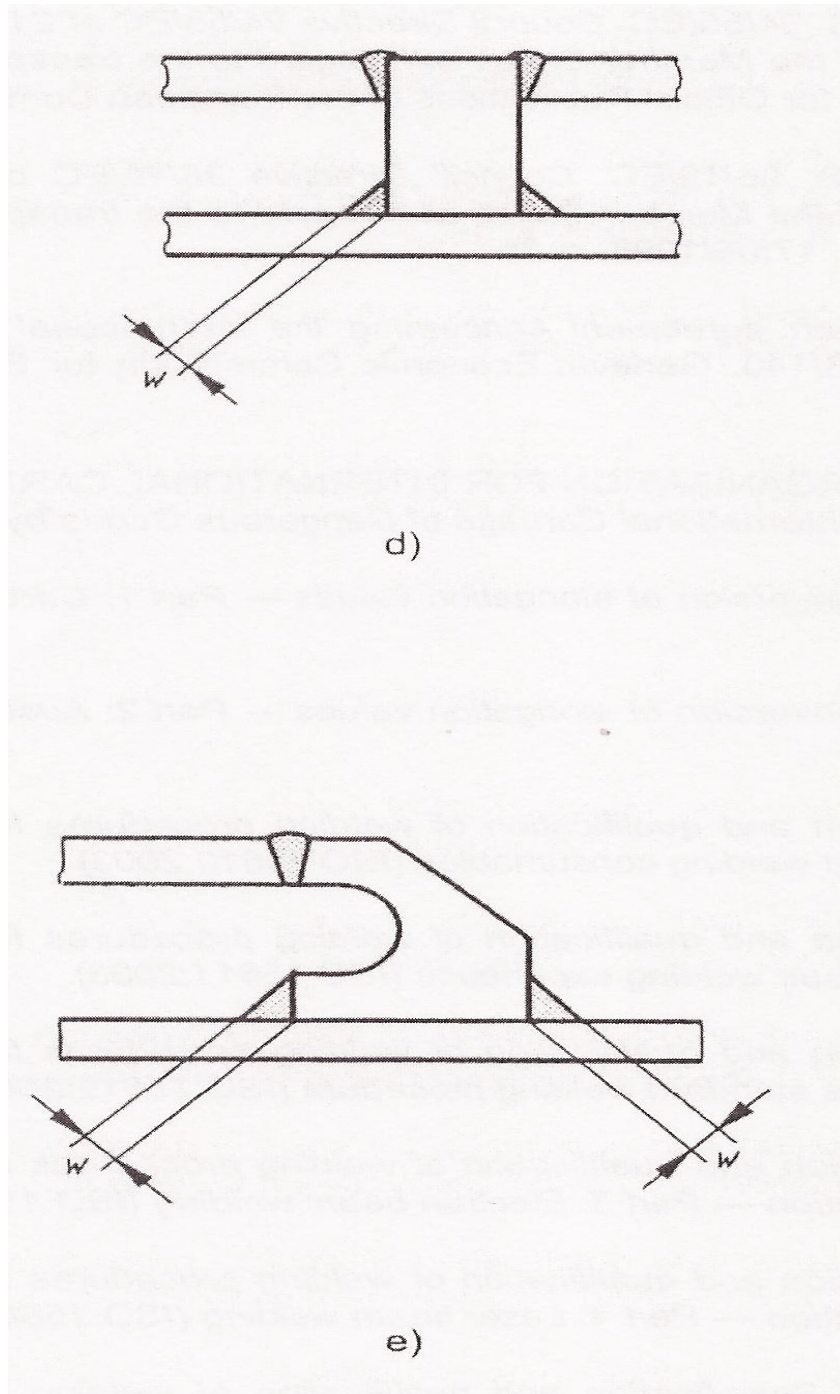
Οι προσαρτήσεις δε θα πρέπει να φέρουν φορτίο. Η μέθοδος της προσάρτησης, το περίβλημα και το κανάλι θέρμανσης πρέπει να σχεδιάζονται να αντέχουν την πίεση που εφαρμόζεται από τα μέσα θέρμανσης.

Οι προσαρτήσεις μπορούν να ενωθούν στο περίβλημα με έναν από τους ακόλουθους τρόπους :

α) με μια μονή συγκόλληση στο εργαζόμενο άκρο (εικόνα 44α και β) ,

β) με τη βοήθεια ενός ενδιάμεσου συγκολλημένου μέρους (εικόνα 44γ έως ε).





Εικόνα 44 : Τυπικές προσαρτήσεις καναλιών θέρμανσης στα περιβλήματα

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) UNITED NATIONS. European agreement concerning the international carriage of dangerous goods by road , ECE/TRANS/140. Geneva : Economic Commission for Europe Inland Transport Committee. (Commonly known as ADR).
- 2) ΕΛΟΤ EN 13094:2008 : Tanks for transport of dangerous goods - Metallic tanks with a working pressure not exceeding 0,5bar – Design and construction.
- 3) EN 14025 Tanks for transport of dangerous goods – Metallic pressure tanks – Design and construction
- 4) EN ISO 15607 Specification and qualification of welding procedures for metallic materials – General rules (ISO 15607:2003)
- 5) EN ISO 15609-1 Specification and qualification of welding procedures for metallic materials – Welding procedure specification – Part 1 : Arc welding (ISO 15609-1:2004)
- 6) EN ISO 15609-2 Specification and qualification of welding procedures for metallic materials – Welding procedure specification – Part 2 : Gas welding (ISO 15609-2:2001)
- 7) EN ISO 15609-3 , Specification and qualification of welding procedures for metallic materials – Welding procedure specification – Part 3 : Electron beam welding (ISO 15609-3 : 2004)
- 8) EN ISO 15609-4 , Specification and qualification of welding procedures for metallic materials – Welding procedure specification – Part 3 : Laser beam welding (ISO 15609-4 : 2004)
- 9) EN ISO 15610 , Specification and qualification of welding procedures for metallic materials – Qualification based on tested welding consumables (ISO 15610 : 2003)
- 10) EN ISO 15611 , Specification and qualification of welding procedures for metallic materials – Qualification based on previous welding experience (ISO 15611 : 2003)
- 11) EN ISO 15612 , Specification and qualification of welding procedures for metallic materials – Qualification by adoption of standard welding procedure (ISO 15612 : 2004)
- 12) EN ISO 15614 (all parts) , Specification and qualification of welding procedures for metallic materials – Welding procedure test (ISO 15614)
- 13) Οδηγία 2008/68/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 24ης Σεπτεμβρίου 2008 σχετικά με εσωτερικές μεταφορές επικινδύνων εμπορευμάτων.
- 14) Υ.Α. 35043/2524/2010 – Προσαρμογή της Ελληνικής Νομοθεσίας προς τις διατάξεις της οδηγίας 2008/68/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 24ης Σεπτεμβρίου 2008 σχετικά με τις εσωτερικές μεταφορές επικινδύνων εμπορευμάτων.
- 15) Κ. Πούλιος , Ι. Τσιρώνης , Χ. Χατζής : 'Μεταφορές Επικινδύνων Φορτίων' , ΕΛΙΝΥΑΕ , Αθήνα 2007
- 16) Υ.Α. 50941/40/1990 (ΦΕΚ 104/Β`/13.2.1990) Μεταφορά επικίνδυνων υλικών

- 17) Παναγιώτη Α. Μακρή : 'Στοιχεία μηχανών Ι' , Αθήνα 1998
- 18) Αθαν. Γ. Μάμαλη : 'Κατεργασίες των υλικών' , Αθήνα 1991
- 19) EN 439 : Αναλώσιμα συγκόλλησης - Προστατευτικά αέρια για συγκόλληση με τόξο και κοπή
- 20) EN 26848 : Ηλεκτρόδια βολφραμίου για θωρακισμένη συγκόλληση τόξου αδρανές αερίου και για κοπή και συγκόλληση πλάσματος – Κωδικοποίηση. (ISO 6848 : 1984)
- 21) EN ISO 4063 : Συγκόλληση και διαδικασίες. Ονοματολογία των διαδικασιών και αριθμοί αναφοράς. (ISO 4063 :1998
- 22) EN ISO 6947 : Συγκολλήσεις – Θέσεις εργασίας – Ορισμοί γωνιών για κλίση και περιστροφή. (ISO 6947 : 1993
- 23) EN ISO 13916 : Συγκόλληση - καθοδήγηση σχετικά με τη μέτρηση της θερμοκρασίας προθέρμανσης θερμοκρασίας περάσματος και θερμοκρασίας προθέρμανσης συντήρησης. . (ISO 13916 : 1996)
- 24) EN ISO 15607 : 2003 : Προδιαγραφή και έγκριση διαδικασιών συγκόλλησης μεταλλικών υλικών. Γενικοί κανονισμοί. (ISO 15607 : 2003)
- 25) http://live.unece.org/trans/danger/publi/adr/adr_linguistic_e.html
- 26) <http://www.salcon.gr/>