

**ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΤΩΝ ΚΑΝΟΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ
ΓΕΝΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΑΠΟ ΧΑΛΥΒΑ**

General rules for steel structure design

HM/NIA ΙΣΧΥΟΣ 2005/01/01

1 Αναπτύχθηκε από το Κεντρικό Ινστιτούτο Ερευνών των Κτιριακών Κατασκευών τ. Kucherenko (TsNIISK. Kucherenko), Κεντρικό Ινστιτούτο Ερευνών των Κατασκευών από Χάλυβα. N. Melnikov (Melnikov Ινστιτούτο JSC. Melnikova), Ινστιτούτο Σχεδιασμού, Έρευνας και Ερευνητικό Ινστιτούτο για το Σχεδιασμό των Συστημάτων Ενέργειας και των Ηλεκτρικών Δικτύων (JSC Ινστιτούτο Energosetproject ") με τη συμμετοχή ειδικών επιστημόνων .

Εισήχθη από το υπουργείο του τεχνικού κανονισμού, τυποποίησης και πιστοποίησης για την κατασκευή και επιχειρήσεων κοινής ωφελείας Gosstroy Ρωσία

2 Έχει εγκριθεί και συνιστάται για χρήση σε εθελοντική βάση, Gosstroy Ρωσίας (το νομοσχέδιο N Λ 2596 / 9 της 20.04.2004

3 Εγκρίθηκε και τέθηκε σε ισχύ από 01.01.2005, από το TsNIISK Kucherenko N 28/00 από της 10.09.2004.

4 Εισάγεται πρώτη φορά

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο κανονισμός περιέχει τους συνιστώμενους κανόνες για τον υπολογισμό και το σχεδιασμό κατασκευών από χάλυβα για να εξασφαλιστεί συμμόρφωση με τις απαιτήσεις των κανόνων ασφαλείας που εφαρμόζονται σε αυτές τις κατασκευές.

Η απόφαση για την εφαρμογή του εν λόγω εγγράφου κατά το σχεδιασμό των κατασκευών από χάλυβα σε συγκεκριμένη κατασκευή είναι η ευθύνη του αναδόχου του έργου και του μελετητή μηχανικού.

Αν το παρόν έγγραφο ληφθεί για την εφαρμογή των μεθόδων υπολογισμού και του σχεδιασμού που συνιστώνται από αυτό το έγγραφο, σε όλους τους κανόνες του πρέπει να τηρούνται στο ακέραιο.

1 ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Ο κανονισμός ισχύει για το σχεδιασμό των κατασκευών από χάλυβα κτιρίων και κατασκευών που εξυπηρετούν διάφορους σκοπούς, που λειτουργούν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος όχι μεγαλύτερη από 100°C και όχι χαμηλότερη από -65°C .

Δεν συνιστάται η εφαρμογή του για το σχεδιασμό γεφυρών από χάλυβα , σήραγγες και αγωγούς υπό ανάχωμα.

Κατά τον σχεδιασμό μεταλλικών κατασκευών που βρίσκονται σε ειδικές συνθήκες λειτουργίας (πχ καμινάδες, αγωγοί από χάλυβα , δεξαμενές ειδικών σκοπών, κατασκευές υπό σεισμό. κατασκευές που λειτουργούν κάτω από υψηλές θερμοκρασίες, κατασκευές που περιέχουν ραδιενεργά υλικά κτλ) πέρα από τους κανονισμούς που αναφέρονται στο παρών έγγραφο, πρέπει να τηρούνται και ειδικές απαιτήσεις.

2 ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΣΕ ΑΛΛΟΥΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥΣ

Ο κατάλογος των κανονιστικών εγγράφων και πρότυπων που αναφέρονται σε αυτό το σύνολο των κανονισμών αναφέρονται στο παράρτημα Α.

3 ΟΡΟΙ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Στο κανονισμό αναφέρονται οροί οι όποιοι ορίζονται από τους κανονισμούς για τους οποίους υπάρχουν αναφορές στο κείμενο.

4 ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Στο κανονισμό υπάρχουν μονάδες μέτρησης που αναφέρονται αναλυτικά στο παράρτημα Β.

5 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

5.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

5.1 Κατά τον σχεδιασμό μεταλλικών κατασκευών πρέπει να τηρούνται κανονισμοί που αναφέρονται στο παράρτημα Α, εάν απαιτείται πρέπει να εφαρμόζεται γεωμετρικός υπολογισμός των στοιχείων της κατασκευής σύμφωνα με το ГОСТ 21780.

5.1.2 Κατά τον σχεδιασμό μεταλλικών κατασκευών πρέπει να τηρούνται οι απαιτήσεις για αντίσταση κατά της φωτιάς και αντοχής σε διάβρωση σύμφωνα με τα СНиП 21-01 και СНиП 2.03.11.

Όλες οι κατασκευές που δεν εγκιβωτίζονται μέσα στο μπετόν και δεν περικλείονται μέσα σε τοιχοποιία , θα πρέπει να είναι προσβάσιμες για έλεγχο, καθαρισμό, βαφή καθώς επίσης δεν πρέπει να συγκρατούν υγρασία και να εμποδίζουν τον εξαερισμό. Τα κλειστά σχήματα πρέπει να σφραγίζονται αεροστεγώς.

5.1.3 Κατά τον σχεδιασμό για θερμοκρασία εξωτερικού αέρα λαμβάνεται η πιο χαμηλή θερμοκρασία ημέρας σύμφωνα με το СНиП 23-01.

5.1.4 Ο σχεδιασμός των μεταλλικών κατασκευών πρέπει να γίνεται από ειδικευμένο επιστημονικό προσωπικό, τα σχέδια των κατασκευών από χάλυβα καθώς και τα σχέδια συναρμολόγησης πρέπει να είναι σύμφωνα με τα ГОСТ 23118, СНиП 3.03.01

Εφόσον είναι αναγκαίο, κατά την παραγγελία του χάλυβα να αναφέρεται η ποιότητα του χάλυβα σύμφωνα με ГОСТ 27772.

5.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

5.2.1 Η αξιοπιστία των κατασκευών από χάλυβα παρέχεται σύμφωνα με το ГОСТ 27751.

Ο υπολογισμός των κατασκευών από χάλυβα γίνεται λαμβάνοντας υπόψη τον σκοπό της κατασκευής, τις συνθήκες παραγωγής, τη μεταφορά, εγκατάσταση και λειτουργία, καθώς και τις ιδιότητες των υλικών.

5.2.2 Οι τιμές των φορτίων και των επιπτώσεων, καθώς και των παραμορφώσεων και ορίων μετατοπίσεων των δομικών στοιχείων πρέπει να είναι σύμφωνα με τις απαιτήσεις του СНП 2.01.07.

5.2.3 Κατά τον σχεδιασμό μεταλλικών κατασκευών πρέπει να τηρούνται κανονισμοί που προσφέρουν αντοχή, σταθερότητα καθώς και χωρική αμεταθετότητα στα κτίρια και στα μεμονωμένα στοιχεία της κατασκευής κατά την μεταφορά, συναρμολόγηση και λειτουργία της κατασκευής.

5.2.4 Τα σχέδια και οι υπολογισμοί πρέπει να αντικατοπτρίζουν τις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας του κτιρίου από χάλυβα.

Κατασκευές από χάλυβα πρέπει να υπολογίζονται ως ενιαίο σύστημα, λαμβάνοντας υπόψη την ένταση και παραμόρφωση σε συνθήκες λειτουργίας, την αλληλεπίδραση των δομικών στοιχείων μεταξύ τους και την ποιότητα των υλικών και του εδάφους. Επιτρέπεται ο υπολογισμός αντοχής γραμμικών στοιχείων του χάλυβα με ειδικά προγράμματα ΗΥ με παραδοχή ότι η κατασκευή λειτουργεί σε ελαστική περιοχή χωρίς παραμορφώσεις.

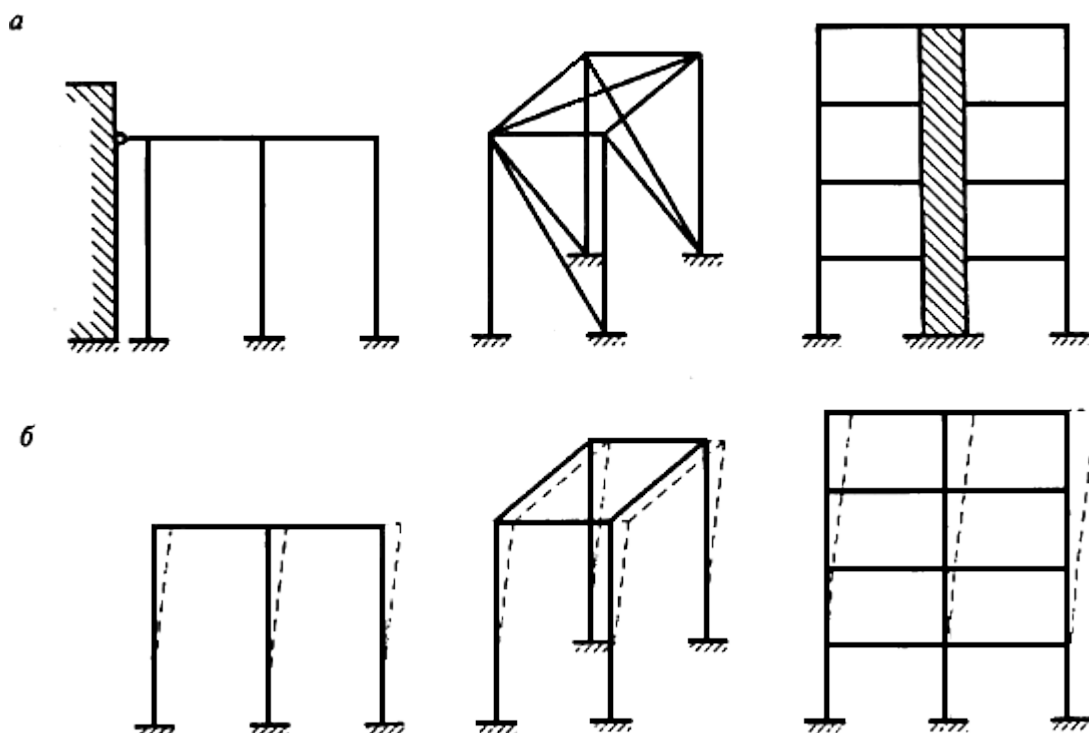
5.2.5 Θεωρούμε τις ακόλουθες δομές των στοιχείων ΦΟ της κατασκευής

Μεμονωμένα στοιχεία σχεδιασμού (π.χ., εφελκυσόμενες και θλιβόμενες ράβδοι, δοκοί, πυλώνες και υποστυλώματα συμπαγούς διατομής).

Για επίπεδα ή χωρικά πλαίσια εξασφαλισμένα έναντι στρέβλωσης (σχήμα 1α), ο υπολογισμός τέτοιων διατομών μπορεί να γίνει υπολογίζοντας τα μεμονωμένα στοιχεία λαμβάνοντας υπόψη την αλληλεπίδραση μεταξύ τους και με την έδραση.

Για επίπεδα ή χωρικά πλαίσια μη εξασφαλισμένα έναντι στρέβλωσης (σχήμα 1β), ο υπολογισμός τους πρέπει να γίνεται λαμβάνοντας υπόψη την πιθανότητα να φτάσει στην οριακή κατάσταση αντοχής του πλαισίου στο σύνολο του.

Λέβητας (κέλυφος εκ περιστροφής)



Σχήμα 1 Πλαίσια εξασφαλισμένα (1α) και μη εξασφαλισμένα (1β) έναντι παραμόρφωσης .

5.2.6 Τα στοιχεία των πλαισίων χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με την ένταση και παραμόρφωση των επιμέρους στοιχείων της προς υπολογισμό διατομής .

Κατηγορία 1. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα στοιχεία η ένταση των όποιων δεν υπερβαίνει το όριο διαρροής του χάλυβα $\sigma \leq R_y$ (Ελαστική συμπεριφορά.)

Κατηγορία 2. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα στοιχεία στα οποία σε ένα τμήμα η ένταση δεν υπερβαίνει το όριο διαρροής $\sigma \leq R_y$ και σε άλλο τμήμα έχει φτάσει στο όριο διαρροής $\sigma = R_y$ (ελαστοπλαστική συμπεριφορά)

Κατηγορία 3. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα στοιχεία στα οποία σε όλη την διατομή η ένταση έχει φτάσει στο όριο διαρροής του χάλυβα $\sigma = R_y$ (πλαστική συμπεριφορά, δημιουργία πλαστικών αρθρώσεων) .

5.2.7 Τα στοιχεία στα οποία η διατομή έχει μειωθεί από τις οπές για κοχλίες (εκτός από προεντεταμένους κοχλίες) για τον υπολογισμό σε κόπωση και αντοχή λαμβάνεται απομειωμένη διατομή A_n στους υπολογισμούς και για τον υπολογισμό σε ευστάθεια και ακαμψία ολική διατομή A

Για τα στοιχεία με προεντεταμένους κοχλίες για τον υπολογισμό σε ευστάθεια , κόπωση και ακαμψία λαμβάνεται η ολική διατομή A και για τον υπολογισμό αντοχής διατομή υπολογισμού A_k με τις δυνάμεις τριβής.

5.3 ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

5.3.1 Κατά τον υπολογισμό διατομών και συνδέσεων λαμβάνεται υπόψη:

Συντελεστές ασφαλείας που λαμβάνονται σύμφωνα με τις υποχρεωτικές απαιτήσεις του παραρτήματος 7 (Ασφάλεια κτιρίων και κατασκευών) CHΠ 2.01.07

Συντελεστής ασφαλείας στους υπολογισμούς ορίων θραύσης $\gamma_u=1,3$ για τα στοιχεία κατασκευών σε υπολογισμούς αντοχής με βάση το όριο θραύσης χάλυβα R_u

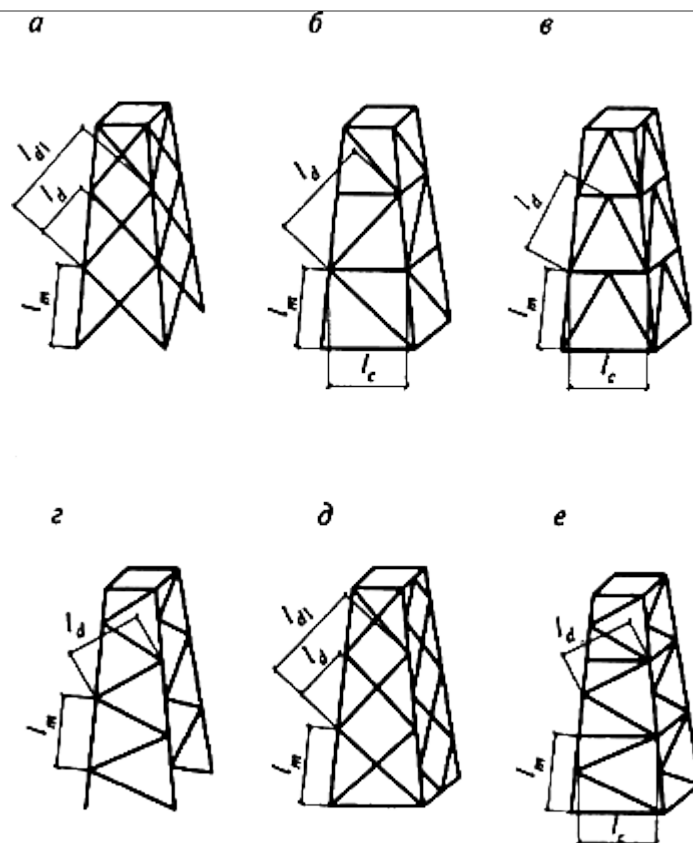
Συντελεστής ασφαλείας σε ευστάθεια $\gamma_s=1,3$ για χρήση με πιστοποιημένα προγράμματα ΗΥ σύμφωνα με την 5.2.4 με αυτή την τιμή πρέπει να πολλαπλασιάζονται τα φορτία σχεδιασμού

Συντελεστές λειτουργίας στοιχείων κατασκευής και συνδέσεων γ_c , γ_{c1} και γ_b , λαμβάνονται από τον πίνακα 1 και από τα κεφάλαια 8, 15, 17, 18, 19 του παρόντος κανονισμού.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

N π.π.	Στοιχεία κατασκευής	Συντελεστής λειτουργίας γ_c
1	Οι δοκοί συμπαγούς διατομής και τα θλιβόμενα στοιχεία πλαισίου επικάλυψης κάτω από ορόφους σε θέατρα, κλαμπ, κινηματογράφους, κάτω από κερκίδες, βιβλιοθήκες και αρχεία, κλπ. με προσωρινή φορτία, που δεν υπερβαίνει το ίδιο βάρος του πλαισίου.	0,90
2	Υποστυλώματα δημοσίων κτιρίων και δεξαμενών	0,95
3	Υποστυλώματα μονώροφου βιομηχανικού κτιρίου με γερανογέφυρες	1,05
4	Θλιβόμενα κύρια στοιχεία (εκτός από τα υποστυλώματα) σχάρες πλαισίων τύπου T αποτελούμενες από συγκόλληση δυο γωνιών που χρησιμοποιούνται σε πλαίσια καλύψεων και επικαλύψεων, κατά τον υπολογισμό σε αντοχή και εάν η λυγηρότητα $\lambda > 60$	0,80
5	Εφελκυσόμενα στοιχεία κατά τον υπολογισμό αντοχής της μη απομειωμένης διατομής	0,90
6	Στοιχεία κατασκευής από χάλυβα με όριο διαρροής μέχρι 440 N/m^2 , που φέρουν στατικό φορτίο, κατά τον υπολογισμό αντοχής απομειωμένης διατομής από οπές για κοχλίες (εκτός από προεντεταμένους κοχλίες)	1,10
7	Θλιβόμενα στοιχεία πλέγματος χωρικής κατασκευής αποτελούμενα από μεμονωμένες γωνίες που ενώνονται στη μια πλευρά του (για ασύμμετρες γωνίες κατά την μεγαλύτερη πλευρά): Απευθείας στον κορμό της γωνίας είτε με συγκόλληση ή με δύο κοχλίες ή παραπάνω τοποθετούμενες κατά το κορμό του γωνιακού.	
	Διαγώνιες συνδέσεις του σχήματος 13, α	0,90
	Αντιστηρίγματα του σχήματος 13, β, ε, ε	0,90
	Διαγώνιες συνδέσεις του σχήματος 13, ε, ζ, δ, ε	0,80
	Απευθείας στον κορμό της γωνίας με ένα κοχλία	0,75
8	Θλιβόμενα στοιχεία από μεμονωμένες γωνίες ενωμένες στην μια πλευρά (για ασύμμετρες γωνίες στην μικρότερη πλευρά) εκτός από επίπεδα	0,75

9	<p>πλαίσια που αποτελούνται από γωνίες και στοιχεία που αναφέρονται στην παράγραφο 6 του πίνακα, αντιστηρίγματα όπως στο σχήμα 13, δ, ενωμένα απευθείας στον κορμό με συγκόλληση ή με δύο κοχλίες κατά την διεύθυνση του πέλματος της γωνίας</p> <p>Πλάκες θεμελίωσης από χάλυβα με όριο διαρροής μέχρι 390 N/mm^2, , που φέρουν στατικό φορτίο, πάχους mm</p> <p>Έως 40</p> <p>από 40 έως 60</p> <p>" 60 " 80</p>	<p>1,20</p> <p>1,15</p> <p>1,10</p>
<p>Σημειώσεις</p> <p>1 Συντελεστές $\gamma_c < 1$ κατά τον αθροιστικό υπολογισμό δεν λαμβάνονται υπόψη.</p> <p>2 Κατά τον υπολογισμό αντοχής διατομής που έχει οπές για κοχλίες οι συντελεστές που αναφέρονται στο 6 και 1, 6 και 2, 6 και 3 υπολογίζονται αθροιστικά</p> <p>3 Κατά τον υπολογισμό πλακών θεμελίωσης οι συντελεστές 9 και 2, 9 και 3 υπολογίζονται αθροιστικά</p> <p>4 Συντελεστές 1 και 2 λαμβάνονται κατά τον υπολογισμό συνδέσεων στοιχείων</p> <p>5 Στην περίπτωση που δεν αναφέρεται στον πίνακα λαμβάνεται $\gamma_c = 1$.</p>		



Σχήμα 13

5.3.2 Κατά τον σχεδιασμό κατασκευών που υπόκεινται σε δυναμικές φορτίσεις, όπως δόνηση, κινητά φορτία και άλλα φορτία που μεταβάλλονται και προκαλούν την κόπωση του χάλυβα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η ποιότητα του χάλυβα και να γίνεται υπολογισμός αντοχής σε κόπωση που αναφέρεται στο παρόντα κανονισμό.

5.3.3 Κατά τον σχεδιασμό κατασκευών που θα λειτουργούν σε χαμηλές θερμοκρασίες, πράγμα που αυξάνει τις πιθανότητες της ψαθυρής θραύσης, λαμβάνουν υπόψη οι απαιτήσεις για τα υλικά, το σχεδιασμό και την τεχνολογία παραγωγής.

5.3.4 Κατά τον σχεδιασμό συγκολλητών κατασκευών μειώνονται οι βλαβερές συνέπειες από παραμένουσες παραμορφώσεις και εντάσεις, από συγκολλήσεις, καθώς και συγκεντρώσεις τάσεων, με την παραδοχή κατάλληλων σχεδιαστικών λύσεων (με την πιο ομοιόμορφη κατανομή τάσεων στα στοιχεία, χωρίς αιχμηρές γωνίες, κρίσιμες αλλαγές στην διατομή και άλλων συγκεντρώσεων τάσεων) και τα τεχνολογικά μέτρα (συναρμολόγηση και συγκολλήσεις, προκαταρτικό κύρτωμα, μηχανική επεξεργασία των στοιχείων με πλάνισμα, κοπή με φρέζα, καθαρισμός με τροχό και άλλα).

6 ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ

6.1 Ο χάλυβας για την κατασκευή επιλέγεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του παραρτήματος Β (συμπεριλαμβανομένων αυτών που αναφέρονται στους πίνακες Β.1 και Β.2).

6.2 Για τις κατασκευές χρησιμοποιείται διαμορφωμένος χάλυβας (γωνίες, διπλό Τ, διατομή τύπου Π) λωρίδες, μεγάλου πλάτους διατομές, κυρτές διατομές σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ГОСТ 27772, λεπτής έλασης διατομές από ανθρακούχο χάλυβα σύμφωνα με το ГОСТ 16523, χάλυβας υψηλής αντοχής συμφώνα με το ГОСТ 17066, ψυχρής μορφοποίησης διατομές σύμφωνα με το ГОСТ 11474, διατομές κλειστές τετράγωνες και ορθογώνιες σύμφωνα με το ГОСТ 30245, ταξινομημένες διατομές (κυκλικές, τετράγωνες και λωρίδες) σύμφωνα με το ГОСТ 535 και ГОСТ 19281, συγκολλητές σωλήνες σύμφωνα με το ГОСТ 10705 και ГОСТ 10706, σωλήνες θερμής έλασης σύμφωνα με το ГОСТ 8731. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν διατομές που παράγονται με αλλά πρότυπα και προδιαγραφές σύμφωνα με τους κανόνες επιλογής του χάλυβα για μεταλλικές κατασκευές που αναπτύχθηκε από το TsNIISK. Kucherenko.

Ελάσματα πάχους 25 mm και άνω που καταπονούνται σε εφελκυστικές τάσεις κατά την διεύθυνση του πάχους, και άλλες διατομές πάχους άνω των 40mm πρέπει να τηρούν τις απαιτήσεις του ГОСТ 28870 για τις ιδιότητες κατά την διεύθυνση του πάχους (Ζ ιδιότητες).

Για διατομές από χάλυβα με αυξημένη αντίσταση έναντι πυρκαγιάς χρησιμοποιούνται διατομές σύμφωνα με το ТУ 14-1-5399-2000. ανοιχτές κατασκευές από αυτές τις διατομές έχουν όριο αντοχής σε πυρκαγιά $R=45$ min. Η διατομή πρέπει να έχει όριο θραύσης με θερμοκρασία 600 °C όχι λιγότερο από $R_{\text{um}}=240$ N/mm²

6.3 Για την έλαση διατομών στηρίξεων χρησιμοποιείται χάλυβας ποιότητας 15Λ, 25Λ, 35Λ και 45 Λ σύμφωνα με το ГОСТ 977 για κατηγορία 2 (ελατές διατομές υπολογιζόμενες για αντοχή που υπόκεινται σε στατικές και μεταβλητές φορτίσεις) ή κατηγορίας 3 (διατομές ειδικών προδιαγραφών που υπόκεινται σε δυναμικές φορτίσεις)

6.4 Για τις συγκολλήσεις χρησιμοποιούνται τα εξής υλικά: ηλεκτρόδια για χειρωνακτική συγκόλληση με τόξο, σύμφωνα με το ГОСТ 9467, σύρμα συγκόλλησης

σύμφωνα με το ΓΟCT 2246, συλλίπασμα σύμφωνα με το ΓΟCT 9087, κονιωειδες σύρμα σύμφωνα με το ΓΟCT 26271 σύμφωνα με τον πίνακα Γ1 του παραρτήματος Γ, διοξειδίο του άνθρακα σύμφωνα με το ΓΟCT 8050 αργό σύμφωνα με το ΓΟCT 10157. Τα χρησιμοποιούμενα υλικά συγκόλλησης καθώς και η τεχνολογία συγκόλλησης πρέπει να έχει όριο θραύσης όχι λιγότερο του ορίου θραύσης R_{m} του μετάλλου συγκόλλησης, και επίσης σκληρότητα, αντοχή σε κρούση και επιμήκυνση δεν πρέπει να είναι λιγότερη από τις τιμές του μετάλλου συγκόλλησης.

6.5 Για τις κοχλιωτές συνδέσεις χρησιμοποιούνται κοχλίες και παξιμάδια από χάλυβα που πληρούν τις προδιαγραφές των ΓΟCT 1759.0 , 1759.4 και 1759.5, ροδέλες σύμφωνα με το ΓΟCT 18123 και κοχλίες υψηλής αντοχής που αναφέρονται στο **6.8**

Κοχλίες επιλέγονται σύμφωνα με το πίνακα Γ3 του παραρτήματος Γ

Κλάση αντοχής ροδέλας επιλέγεται ανάλογα με την αντοχή του κοχλία, δηλαδή 5 για κοχλία 5.6, 8 για 8.8, 10 για 10.9 , 12 για 12.9

Όταν οι κοχλίες λειτουργούν μόνο διατμητικά επιτρέπεται να επιλεγούμε ροδέλα κατηγορίας 4 για κοχλία 5.6 . 6 για 8.8, 8 για 10.9 και 10 για 12.9

Ροδέλες που χρησιμοποιούνται είναι : στρόγγυλες σύμφωνα με το ΓΟCT 11371, μακρόστενες ΓΟCT 10906 με ελατήριο σύμφωνα με το ΓΟCT 6402

6.6 Για κοχλίες θεμελίωσης επιλέγουμε κοχλίες από χάλυβα σύμφωνα με το ΓΟCT 24379.0 και τις απαιτήσεις του πίνακα Γ4 του παραρτήματος Γ

6.7 Ροδέλες για κοχλίες θεμελίωσης και κοχλίες διατομής τύπου U διαμέτρου έως 48 mm σύμφωνα με το ΓΟCT 10605. Για κοχλίες θεμελίωσης από χάλυβα Ст3пс2, Ст3пс2, Ст3пс4, Ст3пс4 διαμέτρου έως 48 mm χρησιμοποιούνται ροδέλες κατηγορίας 4 σύμφωνα με το ΓΟCT 1759.5, διαμέτρου άνω των 48 mm από υλικά ποιότητας όχι λιγότερο 2 σύμφωνα με το ΓΟCT 18126.

Για κοχλίες θεμελίωσης διαμέτρου έως 48 mm από χάλυβα ποιότητας 09Г2С και άλλων σύμφωνα με το ΓΟCT 19281 χρησιμοποιούνται παξιμάδια κατηγορίας αντοχής όχι λιγότερο από 5 σύμφωνα με το ΓΟCT 1759.5 , για διαμέτρους άνω των 48 mm από υλικά ποιότητας όχι λιγότερο 05 του ΓΟCT 18126 . Επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται παξιμάδια ίδιας ποιότητας με τους κοχλίες.

6.8 Για προεντεταμένους κοχλίες χρησιμοποιούμε κοχλίες υψηλής αντοχής από χάλυβα 40X που πληρούν τις αντοχές του ΓΟCT 22356 και τις διαστάσεις τους σύμφωνα με το ΓΟCT 22353 , παξιμάδια και ροδέλες σύμφωνα με το ΓΟCT 22354 και ΓΟCT 22355

6.9 Για συνδέσεις πελμάτων χρησιμοποιούμε κοχλίες υψηλής αντοχής από χάλυβα 40X με όριο θραύσης όχι λιγότερο από 1100 N/mm² που πληρούν προδιαγραφές του ΓΟCT 22356 και ροδέλες και παξιμάδια σύμφωνα με το ΓΟCT 22354 και ΓΟCT 22355.

6.10 Για στοιχεία κατασκευών των επικαλύψεων, αντηρίδων των στηριγμάτων πυλώνων ΔΕΗ , ηλεκτροδοτήσεων των μέσων μεταφοράς, κεραιών και πύργων χρησιμοποιούνται :

Σπειροειδή καλώδια σύμφωνα με τα ΓΟCT 3062, ΓΟCT 3063, ΓΟCT 3064

Διπλής δέσμης σύμφωνα με τα ΓΟCT 3066, ΓΟCT 3067, ΓΟCT 3068, ΓΟCT 3081, ΓΟCT 7669, ΓΟCT 14954

Κλειστά καλώδια σύμφωνα με τα ΓΟCT 3090, ΓΟCT 7675, ΓΟCT 18901

Δεσμίδες καλωδίων από σύρματα σύμφωνα με το ΓΟСТ 7372

6.11 Φυσικά χαρακτηριστικά υλικών για μεταλλικές κατασκευές επιλέγονται σύμφωνα με το παράρτημα Δ

7 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΝΤΟΧΗΣ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ

7.1 Ο υπολογίσιμος αντοχής διατομής, κυρτών διατομών και σωλήνων υπολογίζεται από τις εξισώσεις που αναφέρονται στο πίνακα 2, όπου οι αντοχές R_{yn} και R_{un} εξαρτώνται από το υλικό και ο συντελεστής ασφαλείας γ_m σύμφωνα με τον πίνακα 3.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

ΕΙΔΟΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ	ΔΕΙΚΤΗΣ	ΑΝΤΟΧΗ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΚΑΙ ΣΩΛΗΝΑ
Εφελκυσμός, θλίψη, κάμψη		
Όριο διαρροής	R_y	$R_y = R_{yn} / \gamma_m$
Όριο θραύσης	R_u	$R_u = R_{un} / \gamma_m$
Ολίσθηση	R_s	$R_s = 0,58 R_{yn} / \gamma_m$
Σύνθλιψη Εγκάρσιας επιφάνειας	R_p	$R_p = R_{un} / \gamma_m$
Τοπικό στις κυλινδρικές αρθρώσεις	R_{tp}	$R_{tp} = 0,5 R_{un} / \gamma_m$
Διαμετρική θλίψη τροχίσκου στις κατασκευές με περιορισμένες μετατοπίσεις	R_{cd}	$R_{cd} = 0,025 R_{un} / \gamma_m$

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΚΑΙ ΣΩΛΗΝΩΝ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΥΛΙΚΟΥ γ_m
ΓΟСТ 27772 (εκτός από χάλυβες (C590 και C590K) και άλλες προδιαγραφές αντοχών διατομών σύμφωνα με το ΓΟСТ 27772	1,025
Για διατομές με όριο διαρροής άνω του 380 N/mm ² σύμφωνα με το ΓΟСТ 19281, για σωλήνες ΓΟСТ 8731	1,100
Για υπόλοιπες διατομές και σωλήνες που πληρούν απαιτήσεις του παρόντος κανονισμού	1,050

Υπολογισμοί αντοχών των επίπεδων ελασμάτων , μεγάλου πλάτους διατομές με προδιαγραφές και σωλήνες αναφέρονται στους πίνακες B5 , B6 και B7 του παραρτήματος Β.

7.2 Ο υπολογισμός αντοχής καμπτόμενων διατομών λαμβάνεται όσος με την αντοχή χάλυβα από το οποίο ένα φτιαγμένο , επιτρέπεται να λαμβάνονται υπόψη ενισχύσεις στις περιοχές της κύρτωσης

7.3 Ο υπολογισμός αντοχής των διατομών από ανθρακούχο χάλυβα υπολογίζεται από τον πίνακα B.8 του παραρτήματος Β

7.4 Ο υπολογισμός αντοχής συγκολλήσεων λαμβάνεται από εξισώσεις του πίνακα 4.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4

Είδος συγκόλλησης		Είδος καταπόνησης	Χαρακτηριστικά αντοχής	Δείκτης	Αντοχή συγκόλλησης
Με ένωση	Θλίψη, εφελκυσμός και κάμψη με χειρονακτική συγκόλληση με φυσικό έλεγχο ποιότητας ραφής	Όριο διαρροής	R_{wy}	$R_{wy} = R_y$	
		Όριο θραύσης	R_{wu}	$R_{wu} = R_u$	
	Εφελκυσμός και κάμψη με χειρονακτική η συγκόλληση με μηχανικά μέσα	Όριο διαρροής	R_{wy}	$R_{wy} = 0,85R_y$	
	Μετατόπιση		R_{ws}	$R_{ws} = R_s$	
Ραφές με γωνίες	Διάτμηση	Στο μέταλλο ραφής	R_{wf}	$R_{wf} = \frac{0,55R_{wun}}{\gamma_{wm}}$	
		Στο σύνορο μετάλλου	R_{wz}	$R_{wz} = 0,45R_{un}$	
Σημείωση – συντελεστής ασφαλείας μετάλλου ραφής γ_{wm} ισούται με : 1,25 - όταν $R_{wun} \leq 490 \text{ N/mm}^2$ 1,35 – όταν $R_{wun} \geq 590 \text{ N/mm}^2$.					

Ο υπολογισμός αντοχών των συγκολλημένων διατομών διαφορετικής ποιότητας χάλυβα , υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη την χαμηλότερη τιμή αντοχής του μετάλλου

Αντοχές υλικού R_{wzn} και σχεδιασμού R_{wf} των γωνιακών ραφών αναφέρονται στο πίνακα Γ2, του παραρτήματος Γ.

7.5 Αντοχές σχεδιασμού των συνδέσεων με ένα κοχλία υπολογίζονται από τις εξισώσεις του πίνακα 5.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5

Καταπόνηση	Δείκτης	Αντοχή σχεδιασμού				
		Μονοκοχλιωτές συνδέσεις για διάτμηση , εφελκυσμό και σύνθλιψη κοχλιών κλάσης αντοχής				Υψηλής αντοχής κοχλίες από χάλυβα 40X
		5.6	8.8	10.9	12.9	
διάτμηση	$R_{bs} *$	0,42 R_{bun}	0,40 R_{bun}		0,35 R_{bun}	0,37 R_{bun}
εφελκυσμός	$R_{bt} *$	0,75 R_{bun}	0,68 R_{bun}	0,60 R_{bun}	-	0,50 R_{bun}
σύνθλιψη	$R_{bp} **$					
Κοχλίας ποιότητας αντοχής A		1,60 R_u				
Κοχλίες ποιότητας B C		1,35 R_u				
<p>* τιμές R_{bs} και R_{bt} για κοχλίες κλάσης 8.8, 10.9, 12.9 από χάλυβα 40X αναφέρονται στους κοχλίες χωρίς επικάλυψη (πχ γαλβανισμένα).</p> <p>** τιμή R_{bp} αναφέρεται στα στοιχεία ένωσης με όριο διαρροής μέχρι 440 N/mm².</p>						

Οι αντοχές σχεδιασμού διάτμησης και εφελκυσμού, καθώς και σύνθλιψης των στοιχείων που ενώνονται με κοχλίες υπάρχουν στους πίνακες Γ5 και Γ6 του παραρτήματος Γ

7.6 Αντοχή σχεδιασμού σε εφελκυσμό των κοχλίων θεμελίωσης R_{ba} υπολογίζεται από εξίσωση και λαμβάνεται συμφωνά με τον πίνακα Γ7 του παραρτήματος Γ

$$R_{ba} = 0,8 R_{yn} \quad (1)$$

Αντοχή σχεδιασμού σε εφελκυσμό των κοχλίων τύπου U που αναφέρονται στο 6.6 υπολογίζεται από την εξίσωση και λαμβάνεται συμφωνά με τον πίνακα Γ7 του παραρτήματος Γ

$$R_{bU} = 0,85 R_{yn} \quad (2)$$

7.7 Αντοχή σχεδιασμού σε εφελκυσμό των κοχλίων υψηλής αντοχής R_{bh} υπολογίζεται από την εξίσωση

$$R_{bh} = 0,7 R_{bun} \quad (3)$$

Όπου R_{bun} αντοχή κοχλία από πίνακα Γ8 του παραρτήματος Γ

7.8 Εκτιμώμενη αντοχή σε εφελκυσμό των καλωδίων από χάλυβα υψηλής αντοχής, $R_{dñ}$ που χρησιμοποιείται με τη μορφή δεσμών ή κλώνων, που καθορίζεται από τον τύπο $R_{dñ} = 0,63R_{un}$ (4)

7.9 Η τιμή της αντοχής σχεδιασμού (εφελκυσμός) για ένταση συρματόσχοινου πρέπει να είναι η τιμή της αντοχής στη θραύση του καλωδίου στο σύνολό του, που προσδιορίζεται από τα πρότυπα ή προδιαγραφές για τα συρματόσχοινα, διαιρείται διά του συντελεστή της αξιοπιστίας των υλικών $\gamma_m = 1,6$.

8 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΣΕ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΘΛΙΨΗ ΚΑΙ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ

8.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ

8.1.1 Υπολογισμός της αντοχής στοιχείων από χάλυβα με όριο διαρροής $R_{ym} \leq 440 \text{ N/mm}^2$ σε κεντρική θλίψη και εφελκυσμό γίνεται από εξίσωση

$$\frac{N}{A_n R_y \gamma_c} \leq 1 \quad (5)$$

Η αντοχή εφελκυσμένων στοιχείων των οποίων η χρήση είναι δυνατή και μετά την αντοχή διαρροής μετάλλων, καθώς και εφελκυσμένων και θλιβομένων στοιχείων από χάλυβα με όριο διαρροής $R_{ym} > 440 \text{ N/mm}^2$ γίνεται από εξίσωση (5) με αντικατάσταση της τιμής R_y σε R_u / γ_u .

Υπολογισμός αντοχής διατομής με σπείρωμα για παξιμάδι γίνεται όπως ο υπολογισμός σε εφελκυσμό κοχλία (στο 15.29).

8.1.2 Ο υπολογισμός αντοχής σε τομή στα σημεία ένωσης εφελκυσμένων στοιχείων από μεμονωμένες γωνίες που ενώνονται στην μια πλευρά τους με κοχλίες γίνεται από εξίσωση (5) και από

$$\frac{N}{A_n R_u} \frac{\gamma_u}{\gamma_{c1}} \leq 1 \quad (6)$$

Όπου γ_{c1} συντελεστής λειτουργίας σύμφωνα με το παράρτημα Ε.

8.1.3 Ο υπολογισμός αντοχής στοιχείων από χάλυβα σε κεντρική θλίψη και εφόσον πληρούν τις προϋποθέσεις 8.3.2-8.3.9 γίνεται από εξίσωση

$$\frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} \leq 1 \quad (7)$$

όπου φ συντελεστής αντοχής στην κεντρική θλίψη η τιμή του οποίου με

$$\bar{\lambda} \geq 0,4 \text{ υπολογίζεται από εξίσωση } \varphi = 0,5(\delta - \sqrt{\delta^2 - 39,48\bar{\lambda}^2}) / \bar{\lambda}^2 \quad (8)$$

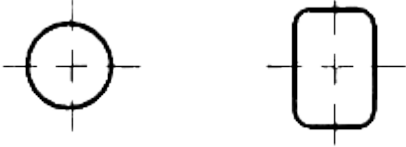
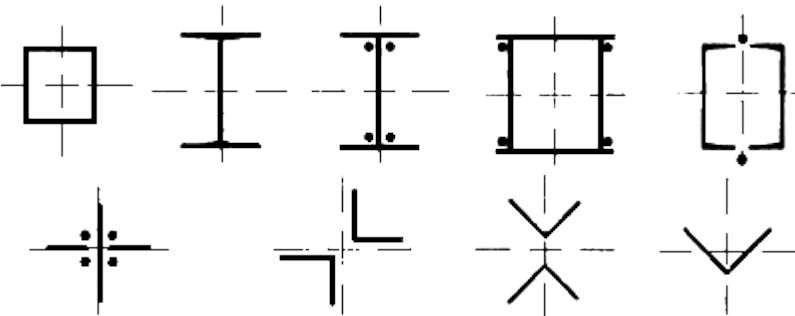
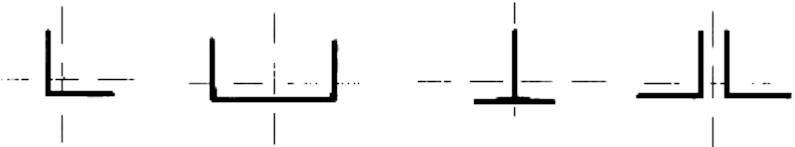
Τιμή του συντελεστή δ στην εξίσωση (8) υπολογίζεται από

$$\delta = 9,87(1 - \alpha + \beta\bar{\lambda}) + \bar{\lambda}^2 \quad (9)$$

Όπου $\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y / E}$ συμβατική λυγηρότητα ράβδου

α και β συντελεστές αντοχής που υπολογίζεται από πίνακα 6 ανάλογα με τον τύπο της διατομής

ΠΙΝΑΚΑΣ 6

Τύπος διατομής	Καμπύλη λυγισμού	Τιμές συντελεστών	
		α	β
	<i>a</i>	0,03	0,06
	<i>b</i>	0,04	0,09
	<i>c</i>	0,04	0,14
Σημείωση - για διατομές διπλού Ταυ ύψους άνω των 500 mm κατά τον υπολογισμό σε ευστάθεια κορμού χρησιμοποιείται καμπύλη λυγισμού <i>a</i> .			

Ο συντελεστής φ που υπολογίζεται από τον τύπο (8), δεν λαμβάνεται μεγαλύτερος από $7,6/\bar{\lambda}^2$ με όρους λυγηρότητας άνω του 3,8: 4,4 και 5,8 για τους τύπους λοξής ευστάθειας, *a*, *b* και *c* αντίστοιχα.

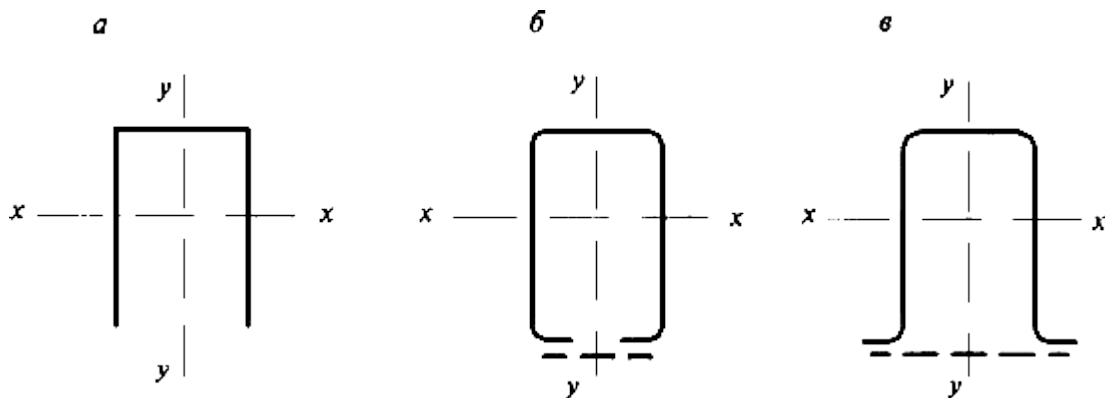
Όταν $\bar{\lambda} < 0,4$ τότε για κάθε τύπο διατομής χρησιμοποιούμε την τιμή $\varphi=1$

Τιμές του συντελεστή φ υπάρχουν στο παράρτημα *ж*

8.1.4 Ο υπολογισμός ευστάθειας ράβδων από μεμονωμένες γωνίες γίνεται σύμφωνα με την 8.1 του παρόντος κανονισμού. Κατά τον υπολογισμό λυγηρότητας τέτοιων διατομών η ακτίνα αδράνειας της διατομής και το υπολογιστικό μήκος λαμβάνονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις 11.1 και 11.2.1

Κατά τον υπολογισμό κορμού και στοιχείων του πλέγματος χωρικών κατασκευών από γωνίες πρέπει να πληρούνται οι απαιτήσεις της 17.10 αυτού του κανονισμού.

8.1.5 Θλιβομενα στοιχεία με συνεχή τοιχώματα διατομής τύπου Π (σχήμα2) ενισχύονται με νευρώσεις ή σχάρες και τηρούν τις προϋποθέσεις 8.2.1-8.2.9



Σχήμα 2 διατομή τύπου Π

a ανοιχτή διατομή , **δ, β** – ενισχυμένη με νευρώσεις ή σχάρες

Σε περίπτωση απουσίας νευρώσεων ή σχάρας τα στοιχεία εκτός από τον υπολογισμό του τύπου (7) στους κυρίους άξονες $x-x$ και $y-y$, υπολογίζονται για αντοχή έναντι στρέψης από την εξίσωση

$$\frac{N}{\varphi_c A R_{yk} \gamma_c} \leq 1 \quad (10)$$

Όπου φ_c συντελεστής που ισούται με :

$$\varphi_c = \varphi_1 \text{ όταν } \varphi_1 \leq 0,85$$

$$\varphi_c = 0,68 + 0,21 \varphi_1 \leq 1 \text{ όταν } \varphi_1 > 0,85,$$

$$\text{Η τιμή } \varphi_1, \text{ υπολογίζεται από τον τύπο } \varphi_1 = 7,6 c_{\max} / \bar{\lambda}_y^2 \quad (11)$$

Στην εξίσωση (11) ο συντελεστής c_{\max} υπολογίζεται σύμφωνα με το παράρτημα Η.

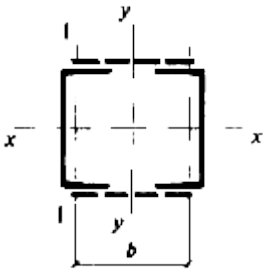
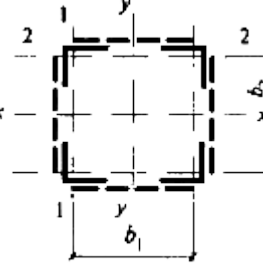
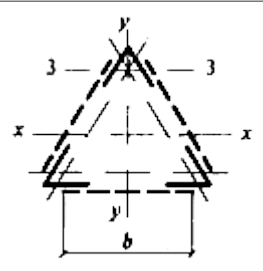
8.1.6 Η ένωση του κορμού με το πέλμα σε κεντρικά θλιβόμενο στοιχείο συνεχούς διατομής υπολογίζεται από τις εξισώσεις του πίνακα 40 για μετατόπιση από τέμνουσα δύναμη $Q_{\text{φε}}$, που υπολογίζεται από την εξίσωση (18).

8.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΠΟΛΥΜΕΛΟΥΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ

8.2.1 Ο υπολογισμός αντοχής πολυμελούς διατομής κατά την κεντρική θλίψη ή εφελκυσμό γίνεται από τον τύπο (5), όπου A_n - καθαρό εμβαδόν διατομής όλης της ράβδου.

8.2.2 Ο υπολογισμός ευστάθειας θλιβομενων διατομών πολυμελούς διατομής που ενώνονται με ελάσματα η διαγώνιες ράβδους γίνεται από τον τύπο (7). Καθώς ο συντελεστής φ του ελεύθερου άξονα (κάθετο στο επίπεδο του ελάσματος) υπολογίζεται από τους τύπους (8) και (9) για λοξή ευστάθεια τύπου b με αντικατάσταση $\bar{\lambda}$ σε $\bar{\lambda}_{\text{ef}}$. Η τιμή $\bar{\lambda}_{\text{ef}}$ υπολογίζεται ανάλογα από την τιμή λ_{ef} , που υπάρχουν στον πίνακα 7 για ράβδους με αριθμό ελασμάτων όχι μικρότερο των 6.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7

τομή	Σχήμα διατομής	λυγηρότητα λ_{ef} ράβδου πολυμελούς διατομής	
		Με ελάσματα	Με διαγώνιες ράβδους
1		$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_y^2 + 0,82(1+n)\lambda_{b1}^2},$ $\text{Όπου } n = \frac{I_{b1}b}{I_s l_b}.$	$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_y^2 + \alpha \frac{A}{A_{d1}}}$ $\text{Όπου } \alpha = 10 \frac{d^3}{b^2 l_b}.$
2		$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_{\max}^2 + 0,82[(1+n_1)\lambda_{b1}^2 + (1+n_2)\lambda_{b2}^2]},$ $\text{Όπου } n_1 = \frac{I_{b1}b_1}{I_{s1}l_b};$ $n_2 = \frac{I_{b2}b_2}{I_{s2}l_b}.$	$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_{\max}^2 + \left(\alpha_1 + \alpha_2 \frac{A_{d1}}{A_{d2}}\right) \frac{A}{A_{d1}}}$ $\text{Όπου } \alpha_1 = 10 \frac{d_1^3}{b_1^2 l_b};$ $\alpha_2 = 10 \frac{d_2^3}{b_2^2 l_b}$ <p>(d_1 και d_2 ανήκουν αντίστοιχα στις πλευρές b_1 και b_2).</p>
3		$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_{\max}^2 + 0,82(1+3n_3)\lambda_{b3}^2},$ $\text{Όπου } n_3 = \frac{I_{b3}b}{I_s l_b}.$	$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_{\max}^2 + 0,67\alpha \frac{A}{A_{d3}}},$ $\text{Όπου } \alpha = 10 \frac{d^3}{b^2 l_b}.$
<p>Συντελεστές που υπάρχουν στον πίνακα 7:</p> <p>λ_y -λυγηρότητα πολυμελούς ράβδου στο επίπεδο κάθετο στον άξονα $y-y$</p>			

λ_{\max} - η μεγίστη από τις λυγηρότητες πολυμελούς ράβδου στα επίπεδα κάθετα στους άξονες $x-x$ ή $y-y$, που ισούται αντίστοιχα με I_x/i_x ή I_y/i_y (όπου i_x, i_y -ακτίνες αδράνειας διατομής πολυμελούς ράβδου στο σύνολο της)

$\lambda_{b1}, \lambda_{b2}, \lambda_{b3}$ - λυγηρότητες μεμονωμένων ράβδων στο λυγισμό επίπεδων καθέτων αντίστοιχα στους άξονες 1-1, 2-2 και 3-3, στα σημεία ανάμεσα στις συγκολλήσεις η ακραίων κοχλιών, που ενώνουν τις λεπίδες

b, d, l_b - διαστάσεις που υπολογίζονται από τα σχήματα 3 και 4

A - εμβαδόν διατομής όλης της ράβδου

A_{d1}, A_{d2}, A_{d3} -εμβαδά διατομής ορθοστατών δικτυωμάτων που είναι στα επίπεδα κάθετα στους άξονες 1-1, 2-2 ή παράλληλα στον άξονα 3-3 (σε σταυροειδή δικτύωμα με δύο διαγώνιες ράβδους)

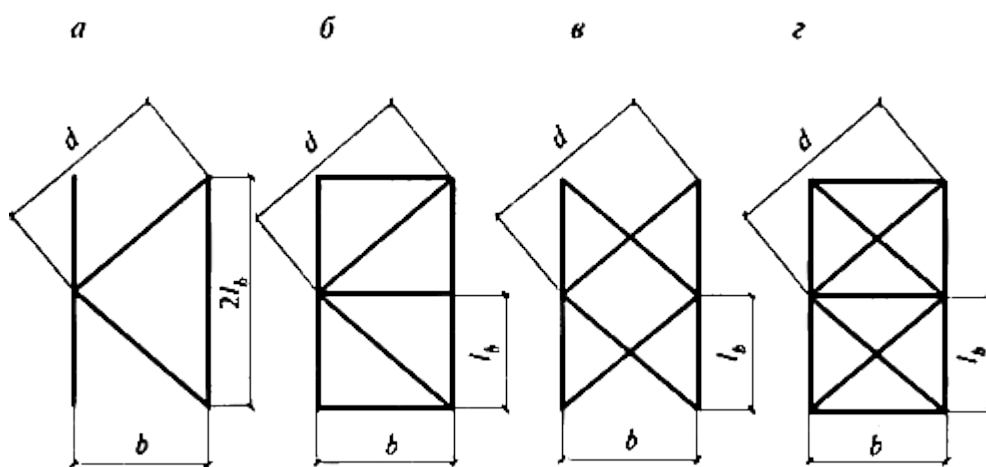
I_{b1}, I_{b3} -ροπές αδράνειας διατομών κλάδων που αντιστοιχούν στους αντίστοιχους άξονες 1-1 και 3-3 (για διατομές τύπου 1 και 3)

I_{b1}, I_{b2} - ροπές αδράνειας δυο γωνιών για τους άξονες 1-1 και 2-2 (για διατομές 2)

I_s -ροπή αδράνειας διατομής ενός ελάσματος για τον άξονα $x-x$ (σχήμα 4; Για διατομές τύπου (1) και 3)

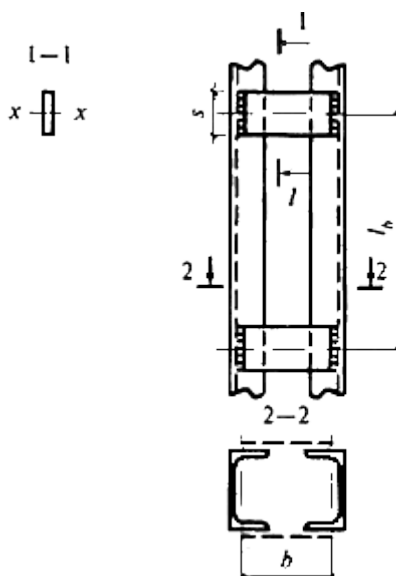
I_{s1}, I_{s2} -ροπή αδράνειας ενός ελάσματος το οποίο είναι κάθετο στου άξονες 1-1 και 2-2 (για διατομή τύπου 2).

Σημείωση – στον τύπο 1 ανήκουν επίσης οι διατομές στις οποίες αντί για διατομή τύπου Π χρησιμοποιείται διατομή διπλού T, σωλήνες και άλλων διατομών για ένα ή δυο κλάδους, οι άξονες $y-y$ και 1-1 πρέπει να πέρανε από το κέντρο βάρους όλης της διατομής και της αντίστοιχης ράβδου, και οι τιμές n και λ_{b1} στην εξίσωση (12) πρέπει να δίνουν την μεγαλύτερη τιμή λ_{ef} .



α - τριγωνική ; β -τριγωνική με ορθοστάτες ; γ -σταυροειδής ; δ -σταυροειδής με ορθοστάτες

Σχήμα 3 – σχήματα δικτυωμάτων αντιστηρίξεων πολυμελών διατομών



Σχήμα 4 – πολυμελής ράβδος με ελάσματα

Ο υπολογισμός ευστάθειας πολυμελών ράβδων με αριθμό ελασμάτων όχι μικρότερο των 6 μπορεί να γίνει :

Με ελάσματα –όπως ο υπολογισμός πλαισίων

Με δικτυώματα -σύμφωνα με τις απαιτήσεις 8.2.5.

8.2.3 Στις πολυμελείς ράβδους με ελάσματα η συμβατική λυγηρότητα ενός κλάδου $\bar{\lambda}_{\kappa 1}$, $\bar{\lambda}_{\kappa 2}$ ή $\bar{\lambda}_{\kappa 3}$ (πινάκας 7) στην περιοχή μεταξύ ραφών συγκολλήσεων ή ακραίων κοχλίων, που ενώνουν τα ελάσματα, δεν πρέπει να ξεπερνά το 1,4.

Όταν υπάρχει σε κάποιο επίπεδο ένα συνεχές έλασμα αντί για μεμονωμένα ελάσματα (σχήμα 2, δ, ε) η λυγηρότητα ράβδου υπολογίζεται από ακτίνα αδρανείας της μέσης διατομής προς τον κεντρικό άξονα, ο οποίος είναι κάθετος στο επίπεδο του ελάσματος

8.2.4 Στις πολυμελείς ράβδους με δικτυώματα εκτός από τον υπολογισμό αντοχής όλης της ράβδου υπολογίζεται και η αντοχή των κλάδων ανάμεσα στους κόμβους. Αν κρίνεται απαραίτητο υπολογίζεται η δράση από ροπές στους κόμβους.

Στις πολυμελείς ράβδους με δικτυώματα η συμβατική λυγηρότητα μεμονωμένων ράβδων ανάμεσα στους κόμβους δεν πρέπει να ξεπερνά το 2,7 και δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την συμβατική λυγηροτητα όλης της ράβδου $\bar{\lambda}_{\kappa f}$.

Επιτρέπεται να λαμβάνεται μεγαλύτερη τιμή της συμβατικής λυγηρότητας ράβδων, αλλά όχι μεγαλύτερη από 4,1, με την προϋπόθεση ότι ο υπολογισμός τέτοιων ράβδων γίνεται συμφωνά με την 8.2.5.

8.2.5 Ο υπολογισμός ράβδων με δικτυώματα που αναφέρονται στο 8.2.2-8.2.4 γίνεται από τους τύπους (7) ή (8) με αντικατάσταση R_y σε $R_{y\alpha} = \varphi_1 R_y$.

Ο συντελεστής ευσταθείας φ_1 για ένα μεμονωμένο κλάδο και όταν $\bar{\lambda}_b \leq 2,7$ ισούται με 1,0, και όταν $\bar{\lambda}_b \geq 3,2$ υπολογίζεται από τους τύπους (7) και (8) με υπολογιστικό μήκος $l_{ef} = 0,7l_b$ (όπου l_b -μήκος κλάδου ; στο σχήμα 3, α μήκος κλάδου $2l_b$).

Στο διάστημα συμβατικών λυγηροτήτων $2,7 < \bar{\lambda}_b < 3,2$ για φ_1 επιτρέπεται γραμμική παρεμβολή ανάμεσα στο 1,0 και την τιμή φ_1 , όταν $\bar{\lambda}_b = 3,2$.

8.2.6 Ο υπολογισμός των στοιχείων κατασκευής από γωνίες, διατομές τύπου Π και άλλες, στενά συνδεδεμένες ή με παρεμβύσματα, γίνεται ως συνεχούς τοιχώματος με την προϋπόθεση ότι τα διαστήματα μεταξύ ραφών συγκόλλησης ή μεταξύ των ακραίων κοχλιών δεν υπερβαίνουν για θλιβόμενα στοιχεία 40*i* και για εφελκυσόμενα 80*i*. Εδώ την ακτίνα αδρανείας διατομής γωνίας ή μορφοδοκού *i* περνούμε για διατομές T ή διπλού T ως προς άξονα που είναι παράλληλος στο επίπεδο παρεμβύσματος, και για σταυροειδείς διατομές το ελάχιστο.

Την ίδια στιγμή σε στοιχείο υπό θλίψη στο μήκος του προβλέπεται όχι λιγότερο από δυο ενδιάμεσες ενώσεις (παρεμβύσματα).

8.2.7 Ο υπολογισμός ράβδων και στοιχείων δικτυώματος υπό θλίψη γίνεται με συμβατική τέμνουσα δύναμη Q_{fc} , που θεωρείται σταθερή σε όλο το μήκος της ράβδου και υπολογίζεται από τον τύπο

$$Q_{fc} = 7,15 \cdot 10^{-6} (2330 - E/R_y) N / \varphi \quad (18)$$

όπου N -αξονική δύναμη της ράβδου

φ - συντελεστής ευσταθείας υπό κεντρική θλίψη που λαμβάνεται κατά τον υπολογισμό ράβδου στο επίπεδο ελασμάτων ή δικτυωμάτων.

Την συμβατική τέμνουσα δύναμη Q_{fc} υπολογίζουν

Όταν υπάρχουν μονό ελάσματα συνδέσεων κατανεμημένα ομοιόμορφα και που είναι στο επίπεδο κάθετο στο επίπεδο στο οποίο γίνεται έλεγχος σε ευστάθεια

Όταν υπάρχει συνεχές έλασμα και ελάσματα σύνδεσης, που βρίσκονται στο επίπεδο παράλληλο στο έλασμα

Κατά τον υπολογισμό ισοσκελών ράβδων παίρνουμε $0,8Q_{fc}$ για κάθε ένωση σε καθένα από τα τρία επίπεδα.

8.2.8 Ο υπολογισμός ελασμάτων ενώσεων και των στηριγμάτων τους (σχήμα 4) γίνεται ως στοιχεία αντιστηρίξεων για συνδυασμένη δράση της δύναμης F_s , που προκαλεί διάτμηση του ελάσματος και της ροπής M_s , που κάμπτει το έλασμα στο επίπεδό του και υπολογίζονται από τους τύπους :

$$F_s = Q_s l_b / b \quad (19)$$

$$M_s = Q_s l_b / 2 \quad (20)$$

Όπου Q_s -τέμνουσα δύναμη που δρα σε ένα επίπεδο

8.2.9 Ο υπολογισμός στοιχείων ενώσεων από δικτυώματα γίνεται ως στοιχεία επίπεδων δικτυωμάτων, για δικτυώματα του σχήματος 3 η αξονική δύναμη υπολογίζεται από τον τύπο

$$N_d = \alpha_1 Q_s d / b \quad (21)$$

Όπου α_1 -συντελεστής που ισούται με : 1 για δικτυώματα σχήματος 3, α , δ και 0,5 –για σχήμα 3, ϵ ;

Q_s - τέμνουσα δύναμη

Κατά τον υπολογισμό των ορθοστατών του σχήματος 3, ϵ υπολογίζουν πρόσθετη αξονική δύναμη N_{ad} , που αναπτύσσεται σε κάθε κλάδο και υπολογίζεται από τον τύπο

$$N_{ad} = \alpha_2 N_b A_d / A_b \quad (22)$$

Όπου $\alpha_2 = d l_b^2 / (2b^3 + d^3)$ - συντελεστής που εξαρτάται από τις τιμές b , l_b , d , που υπάρχουν στο σχήμα 3.

N_b - αξονική ενός κλάδου ;

A_d , A_b - εμβαδά διατομής αντιστήριξης και κλάδου αντίστοιχα .

8.2.10 Ο υπολογισμός ράβδων που προορίζονται για να μειώσουν το μήκος λυγισμού ράβδων υπό θλίψη γίνεται για αξονική δύναμη που ισούται με την τέμνουσα που δρα στο κύριο μέλος και υπολογίζεται από την εξίσωση (18).

Ο υπολογισμός στηριγμάτων που προορίζονται για να μειώσουν το θεωρητικό μήκος υποστυλωμάτων στο επίπεδο κάθετο σε επίπεδο του πλαισίου και όταν υπάρχουν φορτία από γέφυρες ή από γερανούς, γίνεται λαμβάνοντας σαν δύναμη την τέμνουσα από εξίσωση (17), όπου η τιμή της N υπολογίζεται σαν άθροισμα των αξονικών των υποστυλωμάτων που ενώνονται με το αντιστήριγμα .

8.3 ΑΝΤΟΧΗ ΚΟΡΜΟΥ ΚΑΙ ΠΕΛΜΑΤΩΝ ΣΥΜΠΑΓΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΣΕ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΘΛΙΨΗ.

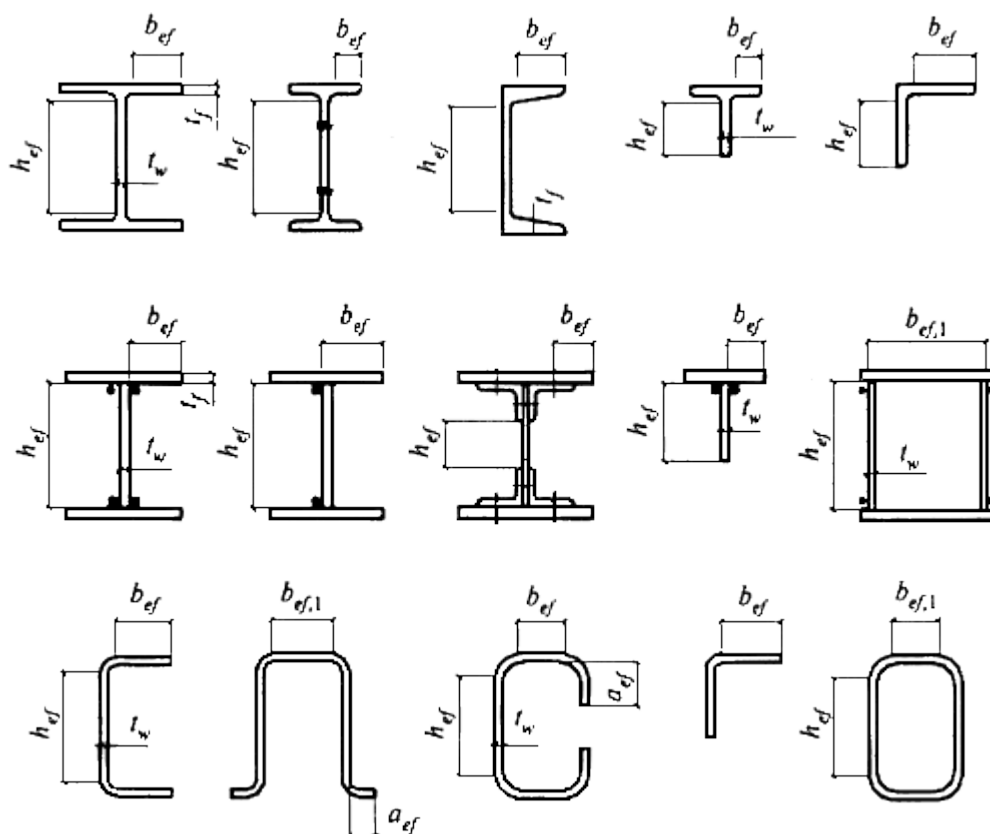
8.3.1 Κατά τον έλεγχο αντοχής κορμού ως ύψος υπολογισμού h_{ef} λαμβάνεται (σχήμα 5)

Το ολικό ύψος κορμού-σε συγκολλητές διατομές

Την απόσταση ανάμεσα σε γωνίες πελμάτων που είναι πλησιέστερα στον άξονα κορμού -σε διατομές όπου τα πέλματα ενώνονται με προεντεταμένους κοχλίες

Την απόσταση ανάμεσα στις γωνίες στρογγύλευσης – σε ελατές διατομές

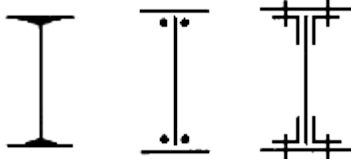
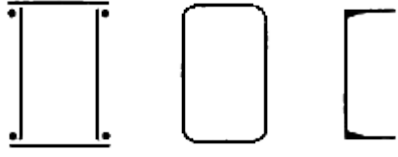
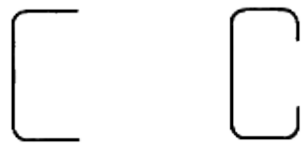

Απόσταση ανάμεσα σε κυρτώσεις – σε κυρτές διατομές



Σχήμα 5 – υπολογιστικές διαστάσεις διαφόρων διατομών .

8.3.2 Η αντοχή κορμού κεντρικά θλιβομενων συμπαγών διατομών θεωρείται πλήρης , εάν η συμβατική λυγηρότητα του κορμού $\bar{\lambda}_w = (h_{ef} / t_w) \sqrt{R_y / E}$ δεν υπερβαίνει την μέγιστη λυγηρότητα $\bar{\lambda}_{w,lim}$, που υπολογίζεται από τον πίνακα 8 και δεν λαμβάνεται μεγαλύτερη από το δεξιό μέρος των εξισώσεων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 8

διατομή	Συμβατική λυγηροτητα στοιχείου $\bar{\lambda}$	Μεγίστη συμβατική λυγηρότητα κορμού $\bar{\lambda}_{\text{εφ}}$
	≤ 2	$1,3+0,15\bar{\lambda}^2$ (23)
	>2	$1,20+0,35\bar{\lambda} \leq 2,3$ (24)
	≤ 1	1,2 (25)
	>1	$1,0+0,2\bar{\lambda} \leq 1,6$ (26)
	$\leq 0,8$	1,0 (27)
	$>0,8$	$0,85+0,19\bar{\lambda} \leq 1,6$ (28)
	$0,8 \leq \bar{\lambda} \leq 4$	$(0,40+0,07\bar{\lambda})(1+0,25\sqrt{2-b_f/h_{\text{εφ}}})$ (29)

Δείκτες στο πίνακα 8

$\bar{\lambda}$ - συμβατική λυγηροτητα στοιχείου , που λαμβάνεται στο υπολογισμό της αντοχής στοιχείου σε κεντρική θλίψη

b_f - πλάτος πέλματος .

Υποσημείωση

1 σε κυβωτοειδή διατομή η τιμή $\bar{\lambda}_{\text{εφ}}$ υπολογίζεται στο επίπεδο που βρίσκεται παράλληλα στο επίπεδο στο οποίο γίνεται έλεγχο του στοιχείου .

2 σε διατομή τύπου T πρέπει να ικανοποιείται $1 \leq b_f / h_{ef} \leq 2$ όταν $\bar{\lambda} < 0,8$ ή $\bar{\lambda} > 4$ στη εξίσωση (29) λαμβάνεται αντίστοιχα $\bar{\lambda} = 0,8$ ή $\bar{\lambda} = 4$.

3 η ανίσωση " \leq " στις εξισώσεις δείχνει ότι το $\bar{\lambda}_{uw}$ πρέπει να λαμβάνεται ίσο με το δεξιό μέρος, εάν στον υπολογισμό είναι μεγαλύτερο.

8.3.3 Οι κορμοί στοιχείων σε κεντρική θλίψη όταν $\bar{\lambda}_w \geq 2,3$, ενισχύονται με εγκάρσιες νευρώσεις με βήμα από $2,5h_{ef}$ έως $3h_{ef}$. Σε κάθε στοιχείο πρέπει να υπάρχουν τουλάχιστον 2 νευρώσεις

Σε κλάδους πολυμελών διατομών οι νευρώσεις τοποθετούνται μόνο σε κόμβους στήριξης των ορθοστατών.

Στον κορμό που είναι ενισχυμένος μόνο με εγκάρσιες λεπίδες, το πλάτος που προεξέχει b_f πρέπει να είναι για ζεύγος συμμετρικών λεπίδων όχι λιγότερο από $(h_{ef}/30 + 40)$ mm, για λεπίδα μόνο στο ένα μέρος του κορμού όχι λιγότερο απόσταση $(h_{ef}/20 + 50)$ mm. Το πάχος λεπίδας t_f δεν πρέπει να είναι λιγότερο από $2b_f \sqrt{R_y / E}$.

Ο κορμός μπορεί να ενισχύεται με λεπίδα από γωνία, που συγκολλείται στον κορμό. Η ροπή αδρανείας τέτοιας λεπίδας υπολογιζόμενης ως προς άξονα που συμπίπτει με το επίπεδο κορμού πρέπει να είναι μεγαλύτερη από συμμετρική λεπίδα.

8.3.4 Σε κεντρικά – θλιβόμενες διατομές διπλού T με υπολογιστικό ύψος κορμού h_{ef} σε περίπτωση που ενισχύεται με διαμήκη λεπίδα στο μέσον, που έχει ροπή

αδρανείας διατομής I_{rl} , όταν $\frac{I_{rl}}{h_{ef}^3 t_w} \leq 6$ πρέπει η τιμή $\bar{\lambda}_{uw}$, να πολλαπλασιαστεί με τον συντελεστή

$$\beta = 1 + 0,4 \frac{I_{rl}}{h_{ef}^3 t_w} \left(1 - 0,1 \frac{I_{rl}}{h_{ef}^3 t_w} \right). \quad (30)$$

Εάν η λεπίδα είναι στην μια μεριά του κορμού, τότε η ροπή αδρανείας υπολογίζεται προς άξονα που συμπίπτει με την πλησιέστερη μεριά του κορμού.

Σε περίπτωση που χρησιμοποιείται γκοφρέ διαμήκης λεπίδα τότε στον υπολογισμό h_{ef} μπαίνει το ολικό μήκος της λεπίδας.

Διαμήκεις λεπίδες υπολογίζονται στους υπολογισμούς διατομών.

Οι ελάχιστες διαστάσεις του τμήματος που προεξέχει μιας διαμήκους λεπίδας υπολογίζονται όπως και στις εγκάρσιες λεπίδες σύμφωνα με απαιτήσεις 8.3.3.

8.3.5 Όταν η πραγματική τιμή της συμβατικής λυγηρότητας κορμού $\bar{\lambda}_w$ υπερβαίνει την μέγιστη τιμή $\bar{\lambda}_{uw}$, υπολογισμένη από την εξίσωση (23)-(28) του

πίνακα 8, ο έλεγχος αντοχής στοιχείου από εξίσωση (7) επιτρέπεται να γίνεται με το μειωμένο εμβαδόν διατομής A_d σύμφωνα με το παράρτημα Τ.

8.3.6 Στον έλεγχο αντοχής πελμάτων για το πλάτος πέλματος b_{ef} , παίρνουμε την διάσταση :

Από την άκρη του κορμού έως την άκρη πέλματος –σε συγκολλητές διατομές

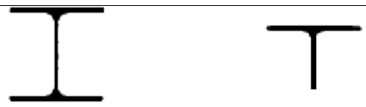
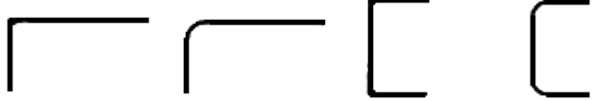


Από άξονα του ακραίου κοιλία πέλματος έως άκρη πέλματος στις διατομές με κοχλιωτές συνδέσεις πελμάτων

Από την αρχή της στρογγύλευσης έως την άκρη πέλματος –στις ελατές διατομές

Από την άκρη εσοχής έως την άκρη πέλματος –στις κυρτές διατομές (σχήμα 5).

8.3.7 Η αντοχή κορμού και πέλματος διατομών υπό κεντρική θλίψη συμπαγούς διατομής είναι εξασφαλισμένη, εάν η συμβατική λυγηρότητα του κορμού (πέλματος) $\bar{\lambda} = (b_{ef}/t_f) \sqrt{R_y/E}$ δεν υπερβαίνει την μέγιστη συμβατική λυγηρότητα $\bar{\lambda}_{yf}$, υπολογιζόμενη από τις εξισώσεις του πίνακα 9, στις όποιες όταν $\bar{\lambda} < 0,8$ ή $\bar{\lambda} > 4$ λαμβάνονται αντίστοιχα $\bar{\lambda} = 0,8$ ή $\bar{\lambda} = 4$.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9

Διατομή	Μεγίστη συμβατική λυγηρότητα κορμού (πέλματος) $\bar{\lambda}_{yf}$ όταν η λυγηρότητα στοιχείου είναι $0,8 \leq \bar{\lambda} \leq 4$
	$0,36 + 0,10\bar{\lambda}$ (31)
	$0,43 + 0,08\bar{\lambda}$ (32)
	$0,40 + 0,07\bar{\lambda}$ (33)
	$0,85 + 0,19\bar{\lambda}$ (34)
Δείκτες στον πίνακα 9:	
$\bar{\lambda}$ - συμβατική λυγηρότητα στοιχείου, που λαμβάνεται στον υπολογισμό αντοχής σε	

κεντρική θλίψη .

Σημείωση - για διατομές κορμού (πέλματος) που έχουν λεπίδες (σχήμα 5) η μέγιστη λυγηρότητα $\bar{\lambda}_{wf}$, υπολογιζόμενη από την εξίσωση (31) και (32), πολλαπλασιάζεται με τον συντελεστή 1,5, και από εξίσωση (33) – επίπεδο 1,6.

8.3.8 Στις κιβωτοειδείς διατομές υπό κεντρική θλίψη η μέγιστη συμβατική λυγηρότητα του πέλματος $\bar{\lambda}_{wf,1}$ λαμβάνεται από πίνακα 8, όπως για κορμό κιβωτοειδούς διατομής: $\bar{\lambda}_{wf,1} = (b_{wf,1}/t_f) \sqrt{R_y/E}$.

8.3.9 Το ύψος της λεπίδας κορμού (πέλματος) a_{wf} (σχήμα 5), υπολογιζόμενη για τον άξονα της δεν πρέπει να είναι μικρότερη απόσταση $0,3b_{wf}$ στα στοιχεία που δεν έχουν ελάσματα ενίσχυσης, και $0,2b_{wf}$ στα στοιχεία που φέρουν ενισχύσεις με ελάσματα (πίνακας 9). Επίσης το πάχος της λεπίδας δεν πρέπει να είναι μικρότερη από $2a_{wf} \sqrt{R_y/E}$.

8.3.10 Κατά την ταξινόμηση διατομών σύμφωνα με τη μέγιστη συμβατική λυγηρότητα κορμού (πέλματος) $\bar{\lambda}_{wf}(\bar{\lambda}_{wf,1})$, που υπολογίζεται από πίνακες 8 και 9, επιτρέπεται να αυξάνεται η τιμή πολλαπλασιάζοντας με συντελεστή $\sqrt{\phi A R_y/N}$, αλλά όχι πάνω από 1,25.

9 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΣΕ ΚΑΜΨΗ

9.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Ανάλογα με την χρήση και τις συνθήκες ο υπολογισμός καμπτόμενων διατομών (δοκοί) γίνεται με βάση ελαστικές ή πλαστικές παραμορφώσεις σύμφωνα με την κατάταξη διατομής σε τρεις κατηγορίες όπως αναφέρεται στο 5.2.6.

Δοκοί 1^{ης} κατηγορίας χρησιμοποιούνται για όλες τις φορτίσεις και υπολογίζονται για ελαστικές παραμορφώσεις, δοκοί 2^{ης} και 3^{ης} κατηγορίας χρησιμοποιούνται για στατικές φορτίσεις και υπολογίζονται λαμβάνοντας υπόψη την δημιουργία πλαστικών παραμορφώσεων.

Οι δοκοί για γερανούς ομάδων συνθηκών εργασίας 1K-5K του ΓΟCT 25546 κατά τον υπολογισμό αντοχής επιτρέπεται να υπολογίζονται ως 2^{ης} κατηγορίας, στους υπόλοιπους δε υπολογισμούς ως 1^{ης} κατηγορίας.

Οι άλλες δοκοί υπολογίζονται ως 2ης κατηγορίας με περιορισμένες πλαστικές παραμορφώσεις κορμού του οποίου τιμές θα πρέπει να καθορίζουν από την επίτευξη της αντοχής σχεδιασμού R_{yf} σε ζώνες, από ισχυρότερο χάλυβα.

9.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΚΑΜΠΤΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΥΜΠΑΓΟΥΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ

9.2.1 Ο υπολογισμός αντοχής δοκού 1^{ης} κατηγορίας γίνεται με τις εξισώσεις :

Όταν δρα ροπή σε κύριο επίπεδο

$$\frac{M}{W_{n,min} R_y \gamma_c} \leq 1 \quad (35)$$

Όταν δρα τέμνουσα

$$\frac{QS}{I_t R_s \gamma_c} \leq 1 \quad (36)$$

Όταν υπάρχουν ροπές και στα δυο κύρια επίπεδα

$$\frac{M_x}{I_{mx} R_y \gamma_c} y \pm \frac{M_y}{I_{my} R_y \gamma_c} x \leq 1 \quad (37)$$

όπου x και y - αποστάσεις από τους κυρίους άξονες έως το σημείο διατομής που θέλουμε

Όταν υπάρχει ροπή και τέμνουσα

$$\frac{0,87}{R_y \gamma_c} \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2} \leq 1 \quad (38)$$

όπου $\sigma_x = M_y y / I_{mx}$ - τάση στο μέσον επίπεδο κορμού, παράλληλο με το μήκος δοκού

σ_y - τάση κάθετη στο μήκος δοκού, καθώς επίσης σ_{loc} , υπολογίζεται από την εξίσωση (41)

$\tau_{xy} = QS / (I_t)$ - τάση διάτμησης κορμού.

Οι τάσεις σ_x και σ_y , που λαμβάνονται στην εξίσωση (38) με τα πρόσημα τους, καθώς και η τ_{xy} , υπολογίζονται στο ίδιο σημείο κορμού.

Όταν ο κορμός έχει οπές για κοχλίες το αριστερό μέρος της εξίσωσης (36), καθώς και η τιμή τ_{xy} στην εξίσωση (38) πολλαπλασιάζονται με συντελεστή

$$\alpha = s/(s - d'), \quad (39)$$

όπου s - βήμα οπών

d' - διάμετρος οπής

Στις δοκούς που υπολογίζονται από την εξίσωση (37), οι τιμές των τάσεων στον κορμό της δοκού πρέπει να ελέγχονται από την εξίσωση (38) σε δυο κύρια επίπεδα κάμψης.

9.2.2 Ο υπολογισμός αντοχής κορμού, που δεν έχει ενισχύσεις με λεπίδες, και όταν δρα τοπική τάση σ_{loc} στα σημεία εφαρμογής φορτιού στον κορμό, και στα σημεία στήριξης, γίνεται από την εξίσωση

$$\frac{\sigma_{loc}}{R_y \gamma_c} < 1 \quad (40)$$

όπου

$$\sigma_{loc} = F/(l_{ef} t_w). \quad (41)$$

εδώ F -δύναμη σχεδιασμού, που λαμβάνεται σύμφωνα με το CHΠ 2.01.07

l_{ef} - θεωρητικό μήκος εφαρμογής δύναμης., που υπολογίζεται από τις εξισώσεις :

Για σχήματα 6, α και 6, β

$$l_{ef} = b + 2h \quad (42)$$

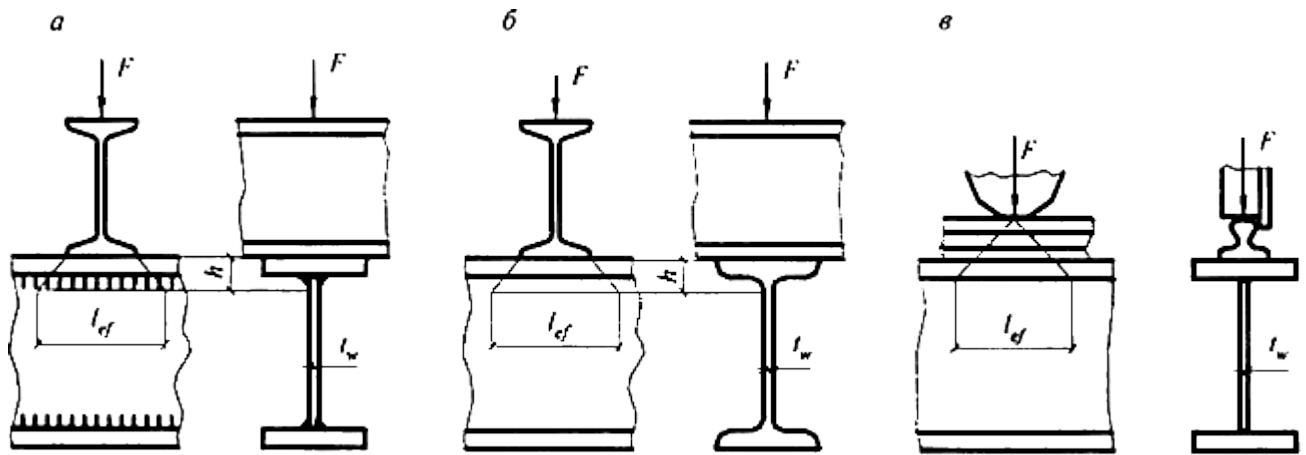
Για σχήματα 6, β

$$l_{ef} = \psi \sqrt[3]{I_{1f} / t_w} \quad (43)$$

όπου h - διάσταση που ισούται με το άθροισμα του πάχους του άνω πέλματος δοκού και της καθέτου της ραφής πέλματος, εάν το κάτω μέρος της δοκού είναι συγκολλητή διατομή (σχήμα 6, α), όταν η διατομή είναι ελατή τότε είναι το μήκος ανάμεσα στο εξωτερικό σημείο πέλματος έως το σημείο στρογγύλευσης (σχήμα 6, β);

ψ - συντελεστής, που ισούται : 3,25 – για συγκολλητές και ελατές διατομές 4,5 – για δοκούς με πέλματα που ενώνονται με προεντεταμένους κοχλίες

I_{1f} - άθροισμα ροπών αδρανείας πέλματος και δοκού η ροπή αδρανείας διατομής που αποτελείται από πέλματα και γερανοφόρου, σε περίπτωση συγκόλλησης δοκού, που εξασφαλίζει την από κοινού συνεργασία πέλματος και δοκού.



α - συγκολλητή διατομή β - ελατή διατομή γ - συγκολλητή η ελατή με φορτίο από τροχό γερανού

Σχήμα 6 – σχήματα υπολογισμού φορτίου στον κορμό δοκού

9.2.3 Ο υπολογισμός της αντοχής δοκών 2^{ης} και 3^{ης} κατηγορίας διπλού T και κιβωτιοειδούς διατομής (σχήμα 7) από χάλυβα με όριο διαρροής $R_y \leq 440 \text{ N/mm}^2$ και όταν τηρούνται απατήσεις 9.4.6, 9.5.8, 9.5.9 και 9.5.14 και με διατμητικές τάσεις $\tau_x = Q_x / A_w \leq 0,9 R_s$ (εκτός από σημεία στήριξης) γίνεται με τις εξισώσεις :

Για κάμψη στο επίπεδο μεγαλύτερης ακαμψίας ($I_x > I_y$)

$$\frac{M_x}{c_x \beta W_{xm, \min} R_y \gamma_c} \leq 1 \quad (44)$$

Σε κάμψη σε δυο κύρια επίπεδα και $\tau_y = Q_y / (2A_f) \leq 0,5 R_s$

$$\frac{M_x}{c_x \beta W_{xm, \min} R_y \gamma_c} + \frac{M_y}{c_y W_{ym, \min} R_y \gamma_c} \leq 1 \quad (45)$$

όπου M_x, M_y - απόλυτες τιμές καμπτικών ροπών

c_x, c_y - συντελεστές που λαμβάνονται από πίνακα Κ.1 παραρτήματος Κ

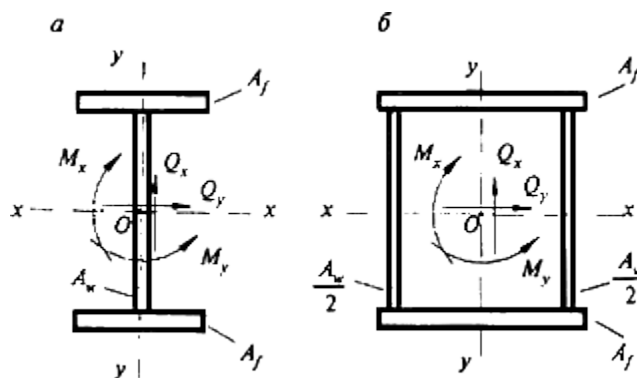
β - συντελεστής που ισούται με :

όταν $\tau \leq 0,5 R_s$ $\beta = 1$

όταν $0,5 R_s < \tau \leq 0,9 R_s$

$$\beta = 1 - \frac{0,20}{\alpha_f + 0,25} \left(\frac{\tau_x}{R_s} \right)^4 \quad (46)$$

όπου $\alpha_f = A_f / A_w$ - λόγος εμβαδών πέλματος και κορμού (για ασύμμετρες διατομές A_f - εμβαδόν μικρότερου πέλματος για κιβωτιοειδή διατομή A_w - άθροισμα δυο κορμών).



Σχήμα 7 – διατομές διπλού T(α) και κιβωτιοειδείς (β) και δρώσες δυνάμεις

Όταν γίνεται υπολογισμός διατομής στην περιοχή καθαρής κάμψης στις εξισώσεις (44) και (45) λαμβάνεται $\beta=1$ και αντί για τους συντελεστές c_x και c_y αντίστοιχα

$$c_{xm} = 0,5(1 + c_x) ; c_{ym} = 0,5(1 + c_y) . \quad (47)$$

Ο υπολογισμός της αντοχής στο σημείο στήριξης δοκού ($M_x=0$ και $M_y=0$) γίνεται από την εξίσωση

$$\frac{Q_x}{A_w R_s \gamma_c} \leq 1 \text{ και } \frac{Q_y}{2A_f R_s \gamma_c} \leq 1 . \quad (48)$$

Όταν ο κορμός φέρει οπές για κοχλίες, το αριστερό μέρος της εξίσωσης (48), και τις τιμές διατμητικών τάσεων τ πολλαπλασιάζεται με τον συντελεστή α , που υπολογίζεται από την εξίσωση (39).

Για να επιτευχθεί οικονομία στις διαστάσεις δοκών, επιτρέπεται οι συντελεστές c_x και c_y να λαμβάνονται μικρότεροι από τις τιμές που υπάρχουν στο παράρτημα Κ. Η μέθοδος επιλογής των ελάχιστων διατομών καμπτομένων στοιχείων αναφέρεται στο παράρτημα ΙΙ.

9.2.4 Σε περίπτωση υπολογισμού αντοχής δοκών μεταβλητής διατομής σύμφωνα με 9.2.3 οι πλαστικές παραμορφώσεις επιτρέπονται μόνο σε μια τομή, σε άλλες διατομές της δοκού ο υπολογισμός γίνεται με συντελεστές c_x και c_y , μικρότερους

από αυτούς που αναφέρονται στον πίνακα Κ.1 του υποχρεωτικού παραρτήματος Κ , ή σύμφωνα με 9.2.1.

9.2.5 Ο υπολογισμός αντοχής δοκών συνεχούς διατομής διπλού Τ και τετραγωνικής διατομής με δυο άξονες συμμετρίας , καμπτόμενες στο επίπεδο με την μεγαλύτερη ακαμψία , με ανοίγματα που δεν διαφέρουν πάνω από 20%, και τηρώντας τις απατήσεις 9.4.6, 9.5.8, 9.5.9 και 9.5.14 γίνεται από την εξίσωση (44) όπως διατομές 2^{ης} κατηγορίας , λαμβάνοντας κατανομή ανάμεσα στις ροπές στηρίξεων και ανοιγμάτων .

Η ροπή σχεδιασμού υπολογίζεται από εξίσωση

$$M = 0,5(M_{\max} + M_{ef}) \quad (49)$$

όπου M_{\max} -μεγίστη καμπτική ροπή στήριξης ή ανοίγματος σε ελαστική περιοχή .

M_{ef} - συμβατική καμπτική ροπή , που ισούται :

α) σε συνεχείς δοκούς με απλές στηρίξεις στα άκρα, η μέγιστη από τις τιμές :

$$M_{ef} = \max \left\{ \frac{M_1}{1 + \alpha/l} \right\} \quad (50)$$

$$M_{ef} = 0,5M_2 \quad (51)$$

Όπου max σημαίνει ότι πρέπει να βρεθεί το μέγιστο

M_1 -καμπτική ροπή στο ακραίο ανοίγματα , υπολογιζόμενης ως ενός ανοίγματος αμφιέρεστης δοκού;

α - απόσταση από σημείο δράσης M_1 , έως ακραίας στήριξης ;

l -μήκος ακραίου ανοίγματος

M_2 - μέγιστη καμπτική ροπή στο ενδιάμεσο άνοιγμα , που υπολογίζεται ως αμφιέρεστη δοκός ενός ανοίγματος .

β) στις δοκούς ενός ανοίγματος με πακτωμένα άκρα $M_{ef} = 0,5M_3$, όπου M_3 - μέγιστη από τις ροπές , που υπολογίζεται όπως στις δοκούς με αρθρωτές στηρίξεις

β) σε δοκό με πακτωμένη την μια άκρη και αρθρωτή την άλλη η τιμή της M_e υπολογίζεται από την εξίσωση (50) .

Η τιμή τ_x στην εξίσωση (46) υπολογίζεται στην διατομή όπου δρα η μέγιστη ροπή M_{\max} εάν M_{\max} - ροπή ανοίγματος , τότε ελέγχεται η διατομή στην στήριξη .

9.2.6 Ο υπολογισμός αντοχής πακτωμένων δοκών , που ικανοποιούν τις προϋποθέσεις της 9.2.5, σε περίπτωση κάμψης σε δυο κύρια επίπεδα, γίνεται από την εξίσωση (45) λαμβάνοντας υπόψη την ανακατανομή ροπών στηρίξεων και ανοιγμάτων σε δυο κύρια επίπεδα , όπως στο 9.2.5.

9.2.7 υπολογισμός αντοχής πακτωμένων δοκών , που ικανοποιούν τις προϋποθέσεις 9.2.5, 9.4.6, 9.5.8, 9.5.9 και 9.5.14, επιτρέπεται να γίνεται από την εξίσωση (44) με διατομές 3^{ης} κατηγορίας , λαμβάνοντας υπόψη πλήρης ανακατανομή καμπτικών ροπών και δημιουργία πλαστικών αρθρώσεων ,καθώς και επιρροή από διατμητικές τάσεις τ_x (από εξίσωση (46)) σε διατομές με μεγίστη καμπτική ροπή .

9.2.8 Ο υπολογισμός αντοχής δοκών από δυο ποιότητες χάλυβα διπλού T και τετραγωνικής διατομής με δυο άξονες συμμετρίας και με απαιτήσεις 9.4.4, 9.5.9 και 9.5.13 και με διατμητικές τάσεις $\tau_x \leq 0,9R_s$, $\tau_y \leq 0,5R_s$ (εκτός από τις στηρίξεις) γίνεται με διατομές 2^{ης} κατηγορίας από τις εξισώσεις :

Για κάμψη σε ένα επίπεδο

$$\frac{M_x}{c_{xr}\beta_r W_{xm} R_{yw} \gamma_c} \leq 1 \quad (52)$$

Για κάμψη σε δυο κύρια επίπεδα

$$\frac{M_x}{c_{xr}\beta_r W_{xm} R_{yw} \gamma_c} + \frac{M_y}{c_{yr} W_{yn} R_{yf} \gamma_c} \leq 1 \quad (53)$$

Στις εξισώσεις (52) και (53) αντίστοιχα :

$$c_{xr} = (\alpha_f r + 0,25 - 0,0833/r^2)/(\alpha_f + 0,167) \quad (54)$$

(где $\alpha_f = A_f / A_w$, $r = R_{yf} / R_{yw}$)

β_r - συντελεστής , που ισούται :

όταν $\tau_x \leq 0,5R_s$, $\beta_r = 1$;

όταν $0,5R_s < \tau_x < 0,9R_s$

$$\beta_r = 1 - \frac{0,2}{\alpha_f r + 0,25} \left(\frac{\tau_x}{R_{sw}} \right)^4 \quad (55)$$

c_{yr} - συντελεστής που ισούται με 1,15 – για διπλό T , και $1,05/r$ - για τετραγωνική διατομή .

Ο υπολογισμός διατομών , από δυο ποιότητες χάλυβα ,σε περίπτωση που υπάρχει ζώνη καθαρής κάμψης και στο σημείο στήριξης , καθώς και όταν μειώνεται η διατομή ,γίνεται με βάση 9.2.3 .

9.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΓΕΡΑΝΟΔΟΚΩΝ ΣΥΜΠΑΓΟΥΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ

9.3.1 Ο υπολογισμός αντοχής γερανοδοκών γίνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις 9.2.1 για κατακόρυφες και οριζόντιες δυνάμεις , που ορίζονται από το CHΠ 2.01.07.

Κατά τον υπολογισμό γερανοδοκών διπλού T, για γερανούς με κλάση λειτουργίας 1K-5K επιτρέπεται να λαμβάνονται περιορισμένες πλαστικές αρθρώσεις πολλαπλασιάζοντας τις τιμές $W_{n,min}$ και I_m στις εξισώσεις (35) και (37) με τον συντελεστή 1,05 όταν $\alpha_f \leq 1$ και την τιμή I_{yn} στην εξίσωση (37) –με 1,15.

9.3.2 Ο υπολογισμός της αντοχής κορμού γερανοδοκού (εκτός από τις δοκούς που υπολογίζονται για κόπωση , για γερανούς κλάσης λειτουργίας 7K σε βιομηχανίες και 8K) γίνεται με την εξίσωση (38) , στη οποία κατά τον υπολογισμό διατομών στις στηρίξεις αντίστοιχα για τον συντελεστή 0,87 λαμβάνεται 0,77.

9.3.3 Ο υπολογισμός αντοχής κορμού γερανοφόρου που υπολογίζονται για κόπωση , για γερανούς κλάσης 7K (σε βιομηχανίες) και 8K από χάλυβα με όριο διαρροής όχι πάνω από 440 N/mm² γίνεται από εξισώσεις :

$$\frac{\beta}{R_y} \sqrt{(\sigma_x + \sigma_{loc,x})^2 - (\sigma_x + \sigma_{loc,x})\sigma_{loc,y} + \sigma_{loc,y}^2 + 3(\tau_{xy} + \tau_{loc,xy})^2} \leq 1 \quad (56)$$

$$(1/R_y)(\sigma_x + \sigma_{loc,x}) \leq 1 \quad (57)$$

$$(1/R_y)(\sigma_{loc,y} + \sigma_{fy}) \leq 1 \quad (58)$$

$$(1/R_s)(\tau_{xy} + \tau_{loc,xy} + \tau_{f,xy}) \leq 1 \quad (59)$$

Όπου β - συντελεστής που ισούται με 0,87 για υπολογισμό διατεμνόμενων δοκών και 0,77 –για υπολογισμό σε στηρίξεις συνέχων δοκών

$$\sigma_x = M / W_m ; \sigma_{loc,x} = 0,25\sigma_{loc,y}$$

$$\sigma_{loc,y} = \gamma_f \gamma_{f1} F_n / (t l_{ef}) ; \sigma_{fy} = 2 M_t t / I_f \quad (60)$$

$$\tau_{xy} = Q / (th) ; \tau_{loc,xy} = 0,3\sigma_{loc,y} ; \tau_{f,xy} = 0,25\sigma_{fy}$$

Στις εξισώσεις (60) είναι :

M και Q - αντίστοιχα η καμπτική ροπή και η τέμνουσα δύναμη σε διατομής , από δύναμη σχεδιασμού που υπολογίζεται από το CHΠ 2.01.07;

γ_f - συντελεστής ασφαλείας για φορτίο για γερανούς , που λαμβάνεται σύμφωνα με το CHΠ 2.01.07

γ_{f1} - συντελεστής αύξησης συγκεντρωμένης κατακόρυφης δύναμης από ένα τροχό γερανού , που λαμβάνεται σύμφωνα με το CHΠ 2.01.07

F_n - ολική δύναμη από ένα τροχό γερανού .

l_{ef} -θεωρητικό μήκος , που υπολογίζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις 9.2.2

M_t -τοπική στρεπτική ροπή , που υπολογίζεται από την εξίσωση

$$M_t = \gamma_f \gamma_{f1} F_n e + 0,75 Q_t h_r \quad (61)$$

Όπου e -εκκεντρότητα , που ισούται με 15 mm

Q_t - οριζόντια δύναμη σχεδιασμού , κάθετη στη γερανοδοκό , από αντιστηρίξεις γερανογεφυρών και από μη παραλληλία γερανοδοκών , όπως στο CHΠ 2.01.07

h_r - ύψος γερανοδοκού

$I_f = I_t + b_f t_f^3 / 3$ - άθροισμα ρομών αδρανείας σε στρέψη της τροχιάς και του πέλματος (b_f και t_f - πλάτος και πάχος άνω πέλματος δοκού).

Όλες οι φορτίσεις στις εξισώσεις (56)-(60) υπολογίζονται με πρόσημο "+".

9.3.4 Ο υπολογισμός της αντοχής κρεμαστών δοκών για γερανούς, γίνεται λαμβάνοντας υπόψη τις φορτίσεις από τροχό γερανού που δρουν παράλληλα και κάθετα στον άξονα δοκού .

9.3.5 Ο υπολογισμός αντοχής γερανοδοκών από δυο ποιότητες χάλυβα διατομής διπλού T με δυο άξονες συμμετρίας για γερανούς κλάσης λειτουργίας 1K-5K όταν $r = R_{yf} / R_{yw} \leq 1,5$ επιτρέπεται να γίνεται με την εξίσωση (53) , στην οποία :

M_y - καμπτική ροπή στο οριζόντιο επίπεδο , που καταπονεί το άνω πέλμα δοκού

$W_{xt} = W_{xyf}$ -ροπή αντίστασης άνω πέλματος ως προς άξονα $y - y$

c_{yr} -συντελεστής που ισούται με 1,15.

Ο υπολογισμός αντοχής κορμού δοκών από δυο ποιότητες χάλυβα γίνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις 9.3.2.

9.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΚΑΜΠΤΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΥΜΠΑΓΟΥΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ

9.4.1 Ο υπολογισμός αντοχής δοκών διπλού T 1^{ης} κατηγορίας και δοκών με δυο ποιότητες χάλυβα 2^{ης} κατηγορίας, όταν τηρούνται οι προϋποθέσεις 9.2.1 και 9.2.8 γίνεται με τις εξισώσεις :

Κάμψη στο επίπεδο κορμού, που συμπίπτει με το επίπεδο συμμετρίας διατομής

$$\frac{M_x}{\varphi_b W_{cx} R_y \gamma_c} \leq 1 \quad (62)$$

Κάμψη σε δυο κύρια επίπεδα

$$\frac{M_x}{\varphi_b W_{cx} R_y \gamma_c} + \frac{M_y}{W_{cy} R_y \gamma_c} \leq 1 \quad (63)$$

Στις εξισώσεις (62) και (63) αναφέρονται :

φ_b - συντελεστής αντοχής σε κάμψη, που υπολογίζεται από το υποχρεωτικό παράρτημα Μ για δοκούς που έχουν στηρίξεις και είναι εξασφαλισμένες έναντι πλευρικών μετατοπίσεων και στροφών.

W_{cx} -ροπή αντίστασης διατομής ως προς άξονα $x-x$, υπολογισμένη για πέλμα σε θλίψη

W_{cy} - ροπή αντίστασης διατομής ως προς άξονα $y-y$, που συμπίπτει με το επίπεδο κάμψης.

Για τις δοκούς με δυο ποιότητες χάλυβα στις εξισώσεις (62) και (63), καθώς και όταν υπολογίζεται φ_b γίνεται αντικατάσταση του R_y με το R_{yf} .

9.4.2 Για τον υπολογισμό του συντελεστή φ_b για μήκος υπολογισμού δοκού l_{ef} λαμβάνουν την απόσταση ανάμεσα στα σημεία στήριξης του θλιβόμενου πέλματος έναντι πλευρικών μετατοπίσεων, εάν δεν υπάρχουν σημεία στήριξης τότε $l_{ef} = l$ (όπου l - ανοίγματα δοκού) στον πρόβολο $l_{ef} = l$ εάν δεν υπάρχει στήριξη του θλιβόμενου πέλματος στην άκρη δοκού στο οριζόντιο επίπεδο (εδώ l - μήκος προβόλου) και απόσταση ανάμεσα στα σημεία στήριξης θλιβόμενου πέλματος στο οριζόντιο επίπεδο όταν το πέλμα στηρίζεται στην άκρη και κατά μήκος του προβόλου.

9.4.3 Ο υπολογισμός αντοχής γερανοδοκών διατομής διπλού T γίνεται με την εξίσωση (63), στην οποία πρέπει να πάρουμε την ροπή : M_y - κάμψη στο οριζόντιο επίπεδο που δρα στο άνω πέλμα δοκού $W_y = W_{yf}$ - ροπή αντίστασης διατομής του άνω πέλματος ως προς άξονα $y-y$.

9.4.4 Η αντοχή δοκών 1^{ης} κατηγορίας, και δοκών με δυο ποιότητες χάλυβα 2^{ης} κατηγορίας θεωρείται εξασφαλισμένη :

α) όταν η φόρτιση δρα στη δοκό μέσα από πλάκες που εδράζονται στις δοκούς στα πέλματα τους, οι πλάκες μπορεί να είναι από μπετόν, ελαφροσκυρόδεμα, χάλυβα κτλ, οι πλάκες εδράζονται συνεχώς στο θλιβόμενο πέλμα και υπάρχουν διατμητικοί ήλοι ή κοχλίες ή συγκολλήσεις που εξασφαλίζουν την σύμμεικτη λειτουργία πλάκας δοκού, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη επίδραση λόγω τριβής

β) όταν η τιμή της συμβατικής λυγηρότητας θλιβόμενου πέλματος δοκού $\bar{\lambda}_{wb} = (I_{eff}/b) \sqrt{R_{yf}/E}$, δεν υπερβαίνει τις μέγιστες τιμές $\bar{\lambda}_{wb}$, που υπολογίζονται από τις εξισώσεις του πίνακα 10 για δοκούς συμμετρικές διπλού T και για ασύμμετρες δοκούς με μεγαλύτερο θλιβόμενο πέλμα που υπολογίζονται με την εξίσωση (62) και που έχουν λόγο πλάτους εφελκούμενου πέλματος προς θλιβόμενο όχι λιγότερο από 0,75.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10

Σημείο εφαρμογής δύναμης	Συμβατική μέγιστη λυγηρότητα θλιβόμενου πέλματος ελατής η συγκολλητής δοκού $\bar{\lambda}_{wb}$
Στο άνω πέλμα	$0,35 + 0,0032b/t + (0,76 - 0,02b/t)b/h$ (64)
Στο κάτω πέλμα	$0,57 + 0,0032b/t + (0,92 - 0,02b/t)b/h$ (65)
Ανεξάρτητα από επίπεδο εφαρμογής δύναμης στον υπολογισμό δοκού ανάμεσα στα σημεία στήριξης η σε καθαρή κάμψη	$0,41 + 0,0032b/t + (0,73 - 0,016b/t)b/h$ (66)
<p>Δείκτες που αναφέρονται στον πίνακα 10:</p> <p>b και t -πλάτος και πάχος θλιβόμενου πέλματος αντίστοιχα</p> <p>h - απόσταση ανάμεσα στους άξονες πελμάτων .</p> <p>Σημειώσεις</p> <p>1 Η τιμή $\bar{\lambda}_{wb}$ υπολογίζεται όταν $1 \leq h/b \leq 6$ και $15 \leq b/t \leq 35$ για δοκούς με λόγο $b/t < 15$ στις εξισώσεις του πίνακα 10 λαμβάνεται $b/t = 15$.</p> <p>2 για δοκούς με πέλματα που ενώνονται με προεντεταμένους κοχλίες η τιμή $\bar{\lambda}_{wb}$ πολλαπλασιάζεται με 1,2.</p> <p>3 η τιμή $\bar{\lambda}_{wb}$ επιτρέπεται να πολλαπλασιάζεται με τον συντελεστή $\sqrt{R_{yf}/\sigma}$ όπου $\sigma = M/(W_c \gamma_c)$.</p>	

9.4.5 Οι ενώσεις που εξασφαλίζουν την αντοχή καμπτόμενων στοιχείων του πέλματος και πλάκας που ενώνεται σ' αυτό, υπολογίζονται για πραγματική ή συμβατική κάθετη δύναμη, η κάθετη δύναμη υπολογίζεται:

Εάν η δοκός στηρίζεται σε μεμονωμένα σημεία από την εξίσωση (18), όπου φ υπολογίζεται από την καμπύλη ευστάθειας b όταν η λυγηρότητα $\lambda = l_{ef} / i$ (όπου i - ακτίνα αδρανείας διατομής θλιβόμενου πέλματος στο οριζόντιο επίπεδο), και N - υπολογίζεται από την εξίσωση

$$N = (A_f r + 0,25 A_w) R_{yw} \quad (67)$$

Όπου A_f και A_w - εμβαδά διατομών πέλματος και κορμού αντίστοιχα

$$r = R_{yf} / R_{yw} \geq 1,0$$

R_{yf} και R_{yw} - υπολογιστικές αντοχές χάλυβα θλιβόμενου πέλματος και κορμού αντίστοιχα

Σε συνεχή ένωση - από την εξίσωση

$$q_{fc} = 3 Q_{fc} / l \quad (68)$$

Όπου q_{fc} - συμβατική κάθετη δύναμη κατανεμημένη ανά μονάδα μήκους δοκού

Q_{fc} - συμβατική τέμνουσα δύναμη που υπολογίζεται από την εξίσωση (18), στην οποία $\varphi = 1$, και N από την εξίσωση (67).

9.4.6 Η αντοχή δοκών με διατομές 2^{ης} και 3^{ης} κατηγορίας θεωρείται εξασφαλισμένη εάν τηρούνται οι προϋποθέσεις 9.4.4a ή 9.4.4b και εάν η τιμή του $\bar{\lambda}_{wb}$, που υπολογίζεται από τις εξισώσεις του πίνακα 10 πολλαπλασιάζεται με τον συντελεστή

$$\delta = 1 - 0,6(c_{1x} - 1) / (c - 1) \quad (69)$$

Όπου c_{1x} - συντελεστής που υπολογίζεται από τις εξισώσεις:

$$c_{1x} = M_x / (W_{mx} R_y \gamma_c) \text{ или } c_{1x} = \beta c_x \quad (70)$$

Και αλλάζει στα διαστήματα $1 < c_{1x} \leq c_x$.

όπου M_x - καμπτική ροπή διατομής

β - συντελεστής, που λαμβάνεται από την εξίσωση (46)

c_x - συντελεστής που λαμβάνεται σύμφωνα με τον πίνακα Κ.1 του παραρτήματος Κ.

Επιτρέπεται να λαμβάνονται τιμές μέγιστης συμβατικής λυγηρότητας πέλματος δοκού :

$\delta \bar{\lambda}_{wb}$ - σε περιοχή δοκού όπου υπολογίζονται πλαστικές παραμορφώσεις

$\bar{\lambda}_{wb}$ - σε περιοχή δοκού με τάση διατομής $\sigma = M / W_{n,min} \leq R_y \gamma_c$.

Ο υπολογισμός των πλαστικών παραμορφώσεων σε δοκούς με θλιβόμενο πέλμα μικρότερο του εφελκυσμένου επιτρέπεται μόνο εάν τηρείται η παράγραφος 9.4.4a.

9.5 ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΚΟΡΜΟΥ ΚΑΙ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΣΥΜΠΑΓΟΥΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ

9.5.1 Η αντοχή κορμού δοκών 1^{ης} κατηγορίας θεωρείται εξασφαλισμένη, εάν τηρούνται οι απαιτήσεις 9.2.1, 9.3.1-9.3.3, 9.4.1-9.4.5 και η συμβατική λυγηρότητα κορμού $\bar{\lambda}_w = (h_{ef} / t_w) \sqrt{R_y / E}$ (σχήμα 5) δεν υπερβαίνει τις τιμές :

3,5 – όταν απουσιάζει η τοπική τάση σε δοκούς με συγκολλήσεις και στις δυο μεριές του πέλματος

3,2 – το ίδιο σε δοκούς με συγκόλληση σε μια μεριά .

2,5 – όταν υπάρχει τοπική τάση σε δοκούς με συγκολλήσεις και στις δυο μεριές του πέλματος .

Επίσης τοποθετούνται εγκάρσιες (και στις στηρίξεις) νευρώσεις ακαμψίας σύμφωνα με τις απαιτήσεις 9.5.9, 9.5.11 και 9.5.12 του παρόντος κανονισμού .

9.5.2 Ο έλεγχος αντοχής κορμού δοκού 1^{ης} κατηγορίας γίνεται με την μέγιστη θλιπτική τάση σ στο σημείο έλεγχου , που λαμβάνεται με το πρόσημο "+", της μέσης διατμητικής τάσης τ και της τοπικής τάσης στον κορμό σ_{loc} από συγκεντρωμένο φορτίο .

Οι τάσεις σ και τ υπολογίζονται από εξισώσεις :

$$\sigma = M_y / I_x \quad (71)$$

$$\tau = Q / (t_w h_w) \quad (72)$$

Όπου M και Q - μέση τιμή καμπτικής ροπής και τέμνουσας δύναμης αντίστοιχα στο άνοιγμα δοκού εάν το άνοιγμα δοκού a είναι μεγαλύτερο από το ύψος h_{ef} , τότε τα M και Q υπολογίζονται με τις μέσες τιμές, για μήκος ίσο με h_{ef} εάν στο άνοιγμα η ροπή ή τέμνουσα αλλάζουν πρόσημο ,τότε οι μέσες τιμές υπολογίζονται

στο άνοιγμα με μια δύναμη M ή Q (εδώ a - απόσταση ανάμεσα στις εγκάρσιες νευρώσεις)

h_{ef} - υπολογιστικό ύψος κορμού , που λαμβάνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις 8.3.1

h_w -ολικό ύψος κορμού .

Η τοπική τάση $\sigma_{loc}(\sigma_{loc,y})$ στον κορμό από συγκεντρωμένη φόρτιση , υπολογίζεται από 9.2.2 και 9.3.3.

Στα ανοίγματα δοκού όπου η φόρτιση δρα στο εφελκόμενο πέλμα υπολογίζεται ταυτόχρονα μόνο από σ και τ ή σ_{loc} και τ .

9.5.3 Η αντοχή κορμού δοκών 1^{ης} κατηγορίας συμμετρικής διατομής, που φέρει μόνο εγκάρσιες νευρώσεις , με συμβατική λυγηρότητα $\bar{\lambda}_w \leq 6\sqrt{R_y/\sigma}$, θεωρείται εξασφαλισμένη εάν ισχύει η ανίσωση

$$(1/\gamma_c)\sqrt{(\sigma/\sigma_{cr} + \sigma_{loc}/\sigma_{loc,cr})^2 + (\tau/\tau_{cr})^2} \leq 1 \quad (73)$$

Στην εξίσωση (73) αναφέρεται :

σ , σ_{loc} , τ - τάσεις που υπολογίζονται από 9.5.2

σ_{cr} - κρίσιμη τάση που υπολογίζεται από την εξίσωση

$$\sigma_{cr} = c_{cr} R_y / \bar{\lambda}_w^2 \quad (74)$$

Όπου c_{cr} - συντελεστής που υπολογίζεται από 9.5.4-9.5.6

$\sigma_{loc,cr}$ - κρίσιμη τάση , που υπολογίζεται από την εξίσωση

$$\sigma_{loc,cr} = c_1 c_2 R_y / \bar{\lambda}_w^2 \quad (75)$$

όπου c_1 και c_2 - συντελεστές σύμφωνα με 9.5.5

τ_{cr} -κρίσιμη τάση από εξίσωσης

$$\tau_{cr} = 10,3(1 + 0,76/\mu^2) R_s / \bar{\lambda}_d^2 \quad (76)$$

Εδώ μ - λόγος μεγάλης πλευράς κορμού προς μικρή

$$\bar{\lambda}_d = (d/t_w)\sqrt{R_y/E}$$

d -μικρότερη από πλευρές του κορμού (h_{ef} ή a).

9.5.4 Για δοκούς του 9.5.3, όταν $\sigma_{loc}=0$ ο συντελεστής c_{cr} στην εξίσωση (74) υπολογίζεται από τον πίνακα 11 ανάλογα με την στήριξη του πέλματος και την τιμή του συντελεστή δ , που υπολογίζεται από την εξίσωση

$$\delta = \beta(b_f / h_{ef})(t_f / t_w)^3 \quad (77)$$

όπου β -συντελεστής που λαμβάνεται από τον πίνακα 12

b_f , t_f - πλάτος και πάχος θλιβόμενου πέλματος δοκού.

ΠΙΝΑΚΑΣ 11

Ενώσεις πελμάτων δοκού	Τιμή του c_{cr} όταν το δ , ισούται με						
	$\leq 0,8$	1,0	2,0	4,0	6,0	10,0	$\geq 30,0$
συγκολλητές	30,0	31,5	33,3	34,6	34,8	35,1	35,5
με κοχλίες	35,2						

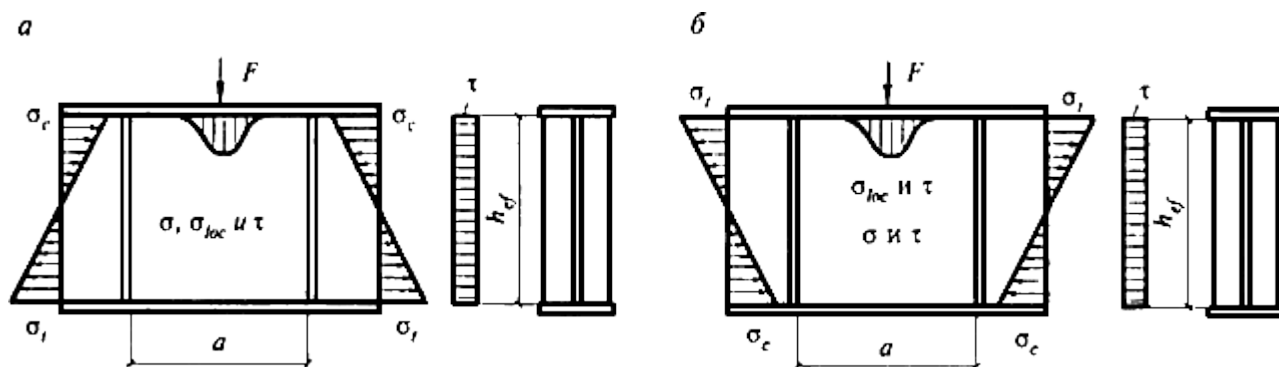
ΠΙΝΑΚΑΣ 12

δοκοί	Συνθήκες λειτουργίας θλιβόμενου πέλματος	β
γερανοδοκοί	Οι ράγες του γερανού δεν είναι συγκολλημένες στην δοκό	2,0
	Οι ράγες του γερανού είναι συγκολλημένες στη δοκό	∞
άλλες	Όταν οι πλάκες εδράζονται σε όλο το μήκος	∞
	Άλλες περιπτώσεις	0,8
σημείωση – για ανοίγματα γερανοδοκών, όταν η συγκεντρωμένη δύναμη δρα στο εφελκυσμένο πέλμα ο συντελεστής $\beta=0,8$.		

9.5.5 Για δοκούς του 9.5.3 και όταν $\sigma_{loc} \neq 0$ (σχήμα 8) η τιμή $\sigma_{loc,cr}$ υπολογίζεται από την εξίσωση (75)

Όπου c_1 - συντελεστής που λαμβάνεται από τον πίνακα 13 ανάλογα από τον λόγο a/h_{ef} , και την τιμή $\rho = 1,04l_{ef}/h_{ef}$ (εδώ l_{ef} υπολογίζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις 9.2.2)

c_2 - συντελεστής που λαμβάνεται από τον πίνακα 14 ανάλογα από τον λόγο a/h_{ef} και την τιμή δ , που υπολογίζεται από την εξίσωσης (77) για δοκούς με πέλματα που συνδέονται με κοχλίες λαμβάνεται $\delta=10$.



α - η συγκεντρωμένη δύναμη δρα στο θλιβομενο πέλμα δ - η συγκεντρωμένη δύναμη δρα στο εφελκυσμένο πέλμα

Σχήμα 8 – άνοιγμα δοκού ενισχυμένης με εγκάρσιες νευρώσεις

ΠΙΝΑΚΑΣ 13

ρ	Τιμές του συντελεστή c_1 όταν $a/h_{ef} (a_1/h_{ef})$, ισούται με									
	0,50	0,60	0,67	0,80	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	$\geq 2,0$
0,10	56,7	46,6	41,8	34,9	28,5	24,5	21,7	19,5	17,7	16,2
0,15	38,9	31,3	27,9	23,0	18,6	16,2	14,6	13,6	12,7	12,0
0,20	33,9	26,7	23,5	19,2	15,4	13,3	12,1	11,3	10,7	10,2
0,25	30,6	24,9	20,3	16,2	12,9	11,1	10,0	9,4	9,0	8,7
0,30	28,9	21,6	18,5	14,5	11,3	9,6	8,7	8,1	7,8	7,6
0,35	28,0	20,6	17,4	13,4	10,2	8,6	7,7	7,2	6,9	6,7
0,40	27,4	20,0	16,8	12,7	9,5	7,9	7,0	6,6	6,3	6,1

ΠΙΝΑΚΑΣ 14

δ	Τιμές του συντελεστή c_2 όταν $a/h_{ef}(a_1/h_{ef})$, ισούται με							
	0,50	0,60	0,67	0,80	1,00	1,20	1,40	$\geq 1,60$
≤ 1	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56
2	1,64	1,64	1,64	1,67	1,76	1,82	1,84	1,85
4	1,66	1,67	1,69	1,75	1,88	2,01	2,09	2,12
6	1,67	1,68	1,70	1,77	1,92	2,08	2,19	2,26
10	1,68	1,69	1,71	1,78	1,96	2,14	2,28	2,38
≥ 30	1,68	1,70	1,72	1,80	1,99	2,20	2,38	2,52

Όταν $\sigma_{loc} \neq 0$ έλεγχος κορμού με την εξίσωση (73) πρέπει να γίνεται ανάλογα με την τιμή a/h_{ef} :

α) όταν ο λόγος $a/h_{ef} \leq 0,8$ η τιμή c_{cr} υπολογίζεται από την εξίσωση (74) σύμφωνα με τις απαιτήσεις 9.5.4.

εάν η συγκεντρωμένη δύναμη είναι στο εφελκύμενο πέλμα, τότε στον έλεγχο κορμού με βάση μόνο σ_{loc} και τ (σχήματα 8, 6) στον υπολογισμό του συντελεστή δ από την εξίσωση (77) οι τιμές b_f και t_f υπολογίζονται για εφελκύμενο πέλμα

β) όταν ο λόγος $a/h_{ef} > 0,8$ ο έλεγχος με την εξίσωση (73) γίνεται δυο φορές:

με τιμή σ_{cr} , υπολογισμένη με την εξίσωση (74) με βάση τις απαιτήσεις 9.5.4, και με τέτοια τιμή της $\sigma_{loc,cr}$, για υπολογισμό της οποίας με την εξίσωση (75) κατά τον υπολογισμό c_1 και c_2 αντί για διάσταση a πρέπει να βάλουμε $a_1 = 0,5a$ όταν $0,8 \leq a/h_{ef} \leq 1,33$ και $a_1 = 0,67h_{ef}$ όταν $a/h_{ef} > 1,33$;

Με τις τιμές σ_{cr} και $\sigma_{loc,cr}$, υπολογισμένες με πραγματικό λόγο a/h_{ef} (εάν $a/h_{ef} > 2$, στον υπολογισμό παίρνουμε $a/h_{ef} = 2$) τότε ο συντελεστής c_{cr} στην εξίσωση (74) υπολογίζεται από τον πίνακα 15.

ΠΙΝΑΚΑΣ 15

Τιμές c_{cr} όταν a/h_{ef} είτε $a/(2h_c)$, ισούνται							
$\leq 0,8$	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	$>2,0$
Από πίνακα 11	37,0	39,2	45,2	52,8	62,0	72,6	84,7

Η τιμή της τ_{cr} σε όλες τις περιπτώσεις υπολογίζεται με πραγματικές διαστάσεις ανοίγματος.

9.5.6 Η αντοχή κορμού δοκών 1^{ης} κατηγορίας ασύμμετρης διατομής διπλού T με μεγαλύτερο το θλιβόμενο πέλμα, ενισχυμένη μόνο με εγκάρσιες νευρώσεις, θεωρείται εξασφαλισμένη, εάν η προϋπόθεση (73) θα γίνει με βάση τις εξής αλλαγές

Κατά τον υπολογισμό σ_{cr} στις εξισώσεις (74) και (77) αντίστοιχα για h_{ef} παίρνουμε το διπλάσιο ύψος του θλιβόμενου τμήματος κορμού $2h_c$

Όταν $a/(2h_c) > 0,8$ και $\sigma_{loc} \neq 0$ πρέπει να γίνεται διπλός έλεγχος που αναφέρεται στο 9.5.5, λαμβάνοντας $h_{ef} = 2h_c$ στον υπολογισμό c_{cr} από πίνακα 15 και σ_{cr} - από εξίσωση (74).

Οι τιμές τ_{cr} και $\sigma_{loc,cr}$ υπολογίζονται από τις πραγματικές διαστάσεις κορμού.

9.5.7 Η αντοχή κορμού δοκών 1^{ης} κατηγορίας ασύμμετρης διατομής διπλού T με μεγαλύτερο το εφελκυσμένο πέλμα, ενισχυμένη μόνο με εγκάρσιες νευρώσεις, κατά την ταυτόχρονη δράση σ και τ και απουσία σ_{loc} θεωρείται εξασφαλισμένη, εάν ισχύει η προϋπόθεση

$$\frac{0,5\sigma_1}{\sigma_{cr}\gamma_c} \left(2 - \alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4\beta^2} \right) \leq 1 \quad (78)$$

όπου $\alpha = (\sigma_1 - \sigma_2) / \sigma_1$; $\beta = (\sigma_{cr} / \sigma_1)(\tau / \tau_{cr})$; $\sigma_{cr} = (c_{cr} R_y) / \bar{\lambda}_w^2$.

Εδώ σ_1 και σ_2 - τάσεις θλίψης και εφελκυσμού αντίστοιχα στο τμήμα του κορμού που έχουν πρόσημο "+" και "-" και υπολογίζονται από εξίσωση (71);

τ και τ_{cr} - διατμητικές τάσεις που υπολογίζονται από εξισώσεις (72) και (76)

c_{cr} - συντελεστής που υπολογίζεται από πίνακα 16 ανάλογα με το α .

ΠΙΝΑΚΑΣ 16

α	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
c_{cr}	10,2	12,7	15,5	20,0	25,0	30,0

9.5.8 Η αντοχή κορμού δοκών 2^{ης} και 3^{ης} κατηγορίας από ίδιο χάλυβα καθώς και διατομές από δυο ποιότητες χάλυβα και όταν δεν υπάρχει τοπική τάση ($\sigma_{loc}=0$) και με τήρηση απαιτήσεων 8.3.1, 9.2.3 και 9.2.8 θεωρείται εξασφαλισμένη, εάν τηρούνται οι εξής προϋποθέσεις :

α) για διπλής συμμετρίας διπλό T και κυβοειδείς διατομές

$$M / [R_{yf} \gamma_c h_{ef}^2 t (r \alpha_f + \alpha)] \leq 1 \quad (79)$$

Όπου το α υπολογίζεται από τα δεδομένα του πίνακα 17 (η τιμή τ ισούται με $\tau = Q / A_w$),

β) για ασύμμετρες δοκούς διπλού T με μεγαλύτερο το θλιβόμενο πέλμα, ενισχυμένες μόνο με εγκάρσιες νευρώσεις,

$$M / \{ [\sigma_1 A_{f1} h_1 + \sigma_2 A_{f2} (h_w - h_1) + 4 h_1^2 t \alpha R_{yw} + h_w t (h_w - 2 h_1) \sqrt{R_{yw}^2 - 3 \tau^2 / 2}] \gamma_c \} \leq 1, \quad (80)$$

Όπου σ_1, σ_2 -τάσεις στο θλιβόμενο και εφελκυσμένο πέλμα αντίστοιχα, εάν $\sigma_1 \geq R_{yf}$ ή $\sigma_2 \geq R_{yf}$, τότε αντίστοιχα $\sigma_1 = R_{yf}$ ή $\sigma_2 = R_{yf}$.

ΠΙΝΑΚΑΣ 17

τ / R_{sw}	Τιμές του α όταν $\bar{\lambda}_w$, ισούται με							
	2,2	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5
0	0,240	0,239	0,235	0,226	0,213	0,195	0,173	0,153
0,5	0,203	0,202	0,197	0,189	0,176	0,158	0,136	0,116
0,6	0,186	0,185	0,181	0,172	0,159	0,141	0,119	0,099
0,7	0,167	0,166	0,162	0,152	0,140	0,122	0,100	0,080
0,8	0,144	0,143	0,139	0,130	0,117	0,099	0,077	0,057
0,9	0,119	0,118	0,114	0,105	0,092	0,074	0,052	0,032

Στην εξίσωση (80) το ύψος θλιβόμενου τμήματος κορμού h_1 υπολογίζεται από

$$h_1 = A_w / (2t) + (A_{f2}\sigma_2 - A_{f1}\sigma_1) / (2t\sqrt{R_{yw}^2 - 3\tau^2}). \quad (81)$$

Οι τιμές M και Q υπολογίζονται στην ίδια διατομή δοκού.

9.5.9 Ο κορμός ενισχύεται με εγκάρσιες νευρώσεις ακαμψίας :

Σε δοκούς 1^{ης} κατηγορίας - εάν η συμβατική λυγηρότητα κορμού $\bar{\lambda}_w$ είναι μεγαλύτερη από 3,2 όταν απουσιάζει κινητό φορτίο στο πέλμα δοκού ή 2,2 – όταν υπάρχει τέτοιο φορτίο .

Σε δοκούς 2^{ης} και 3^{ης} κατηγορίας -με οποιαδήποτε τιμή της συμβατικής λυγηρότητας κατά μήκος της δοκού , όπου υπολογίζονται πλαστικές παραμορφώσεις , και στα υπόλοιπα τμήματα όπως για δοκός 1^{ης} κατηγορίας .

Η απόσταση ανάμεσα σε νευρώσεις δεν πρέπει να υπερβαίνει το $2h_{ef}$ όταν $\bar{\lambda}_w \geq 3,2$ και $2,5h_{ef}$ -όταν $\bar{\lambda}_w < 3,2$.

Για δοκούς 1^{ης} κατηγορίας επιτρέπεται η απόσταση μέχρι $3h_{ef}$ εάν η αντοχή δοκού και κορμού είναι εξασφαλισμένη από 9.4.4a ή 9.4.4b, εάν η $\bar{\lambda}_{wb}$ δεν είναι μεγαλύτερη από την τιμή που υπολογίζεται από την εξίσωση (64).

Οι εγκάρσιες νευρώσεις τοποθετούνται στα σημεία εφαρμογής συγκεντρωμένου φορτιού και στα σημεία στήριξης της δοκού .

Στον κορμό, που είναι ενισχυμένος μόνο με εγκάρσιες νευρώσεις , το πλάτος του προεξέχοντος τμήματος b_r πρέπει να είναι για ζεύγος νευρώσεων όχι λιγότερο από ($h_w/30 + 25$) mm, για νεύρωση σε μια μεριά μόνο , όχι λιγότερο από - ($h_w/24 + 40$) mm. Το πάχος της νεύρωσης t_r πρέπει να είναι μεγαλύτερο από $2b_r\sqrt{R_y/E}$.

Όταν ο κορμός ενισχύεται με νευρώσεις από γωνίες σε μια πλευρά , οι οποίες συγκολλούνται στον κορμό , η ροπή αδράνειας τέτοιας νεύρωσης , υπολογίζεται ως προς άξονα που συμπίπτει με το πλησιέστερο στον κορμό επίπεδο νεύρωσης , πρέπει να είναι όχι μικρότερη από ροπή αδράνειας για ένα ζεύγος νευρώσεων .

9.5.10 Η εγκάρσια νεύρωση , τοποθετημένη στο σημείο εφαρμογής συγκεντρωμένης δύναμης , στο άνω πέλμα δοκού , ελέγχεται για αντοχή : νευρώσεις και στις δυο μεριές ως στύλος υπό κεντρική θλίψη , και νευρώσεις σε μια μεριά ως στύλος έκκεντρα θλιβόμενος με εκκεντρότητα που είναι η απόσταση από τον άξονα κορμού έως το σημείο εφαρμογής της δύναμης . για τον υπολογισμό της διατομής στύλου λαμβάνεται η διατομή νεύρωσης και τμήμα κορμού πλάτους $0,65t_w\sqrt{E/R_y}$ από κάθε πλευρά της νεύρωσης , και το ύψος h_{ef} .

9.5.11 Εάν η αντοχή του κορμού δοκών 1^{ης} κατηγορίας για ορθές τάσεις σ από κάμψη δεν είναι εξασφαλισμένη, καθώς και αν η τιμή της συμβατικής λυγηρότητας κορμού $\bar{\lambda}_w > 5,5\sqrt{R_y / \sigma}$ (όπου σ - τάση στο θλιβόμενο πέλμα δοκού), οι κορμοί τέτοιων δοκών επιτρέπεται να ενισχύονται με διαμήκη νεύρωση που τοποθετείται συμπληρωματικά με τις εγκάρσιες σύμφωνα με το παράρτημα Η, στο οποίο αναφέρονται οι απαιτήσεις για την τοποθέτηση εγκάρσιων νευρώσεων

9.5.12 Εάν συμβατική λυγηροτητα κορμού $\bar{\lambda}_w > 5,5\sqrt{R_y / \sigma}$ δοκού συμμετρικής διατομής διπλού Τ, τότε επιτρέπεται ο υπολογισμός τους ως δοκούς 2^{ης} κατηγορίας με ασταθής κορμού σύμφωνα με το παράρτημα ΙΙ.

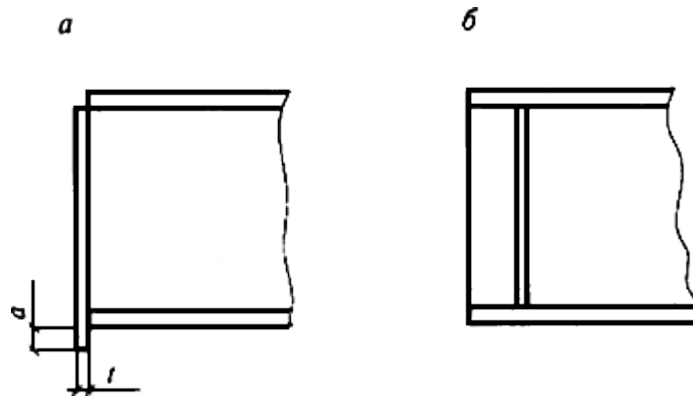
9.5.13 Το τμήμα του κορμού δοκού πάνω από την στήριξη υπολογίζεται για αντοχή σε κεντρική θλίψη από επίπεδο δοκού, σαν στύλος, που καταπονείται από την δύναμη αντίδρασης.

Όταν ενισχύεται ο κορμός με εγκάρσιες νευρώσεις πλάτους του προεξέχοντος τμήματος b_f (κατά κανόνα όχι λιγότερο από $0,5b_{ff}$), τότε στην διατομή υπολογισμού τέτοιου στύλου συμπεριλαμβάνονται τομές νευρώσεων και λωρίδες πλάτους όχι μεγαλύτερου από $0,65t_w\sqrt{E/R_y}$ από κάθε πλευρά της νεύρωσης (εδώ b_{ff} - πλάτος κάτω πέλματος δοκού).

Το πλάτος στήριξης της νεύρωσης ακαμψίας i_f πρέπει να είναι όχι μικρότερο από $3b_f\sqrt{R_y/E}$, όπου b_f - πλάτος του προεξέχοντος τμήματος.

Μήκος υπολογισμού στύλου λαμβάνεται ίσο με το ύψος κορμού δοκού h_{ef} .

Η κάτω ακμή νευρώσεων στήριξης (σχήμα 9) πρέπει να είναι σφιχτά τοποθετημένη ή συγκολλημένη στο κάτω πέλμα δοκού. Οι τάσεις στις τομές αυτές κατά την αντίδραση στήριξης δεν πρέπει να υπερβαίνουν την αντοχή σχεδιασμού χάλυβα: στην πρώτη περίπτωση (σχήμα 9, α) – σύνθλιψη R_p όταν $\alpha \leq 1,5t$ και θλίψη R_y όταν $\alpha > 1,5t$; στην δεύτερη περίπτωση (σχήμα 9, β) – σύνθλιψη R_p .



α - στην ακμή με χρήση ελάσματος δ - απομακρυσμένη από ακμή με σφικτή εφαρμογή ή συγκόλληση στο κάτω πέλμα

Σχήμα 9 –σχήμα της νεύρωσης στην στήριξη

Οι ραφές συγκόλλησης, που στηρίζουν την νεύρωσης υπολογίζονται για την αντίδραση της στήριξης.

Όταν δεν υπάρχουν νευρώσεις (σε προκάτ δοκούς) η διατομή του στύλου είναι λωρίδα που ισούται με το μήκος στήριξης δοκού.

9.5.14 Η αντοχή θλιβόμενων πελμάτων θεωρείται εξασφαλισμένη εάν, η συμβατική λυγηρότητα πέλματος είναι $\bar{\lambda}_f = (b_{ef}/t_f) \sqrt{R_{yf}/E}$ ή πλάκας του πέλματος $\bar{\lambda}_{f1} = (b_f/t_f) \sqrt{R_y/E}$ δοκών 1^{ης} κατηγορίας, καθώς και δοκών από δυο ποιότητες χάλυβα 2^{ης} κατηγορίας όταν τηρούνται οι προϋποθέσεις 8.3.6, 9.2.1 και 9.2.8 δεν υπερβαίνει τις μέγιστες τιμές $\bar{\lambda}_{yf}(\bar{\lambda}_{yf,1})$, που υπολογίζονται από τις εξισώσεις:

Για πρόβολο χωρίς περίβλημα διατομής διπλού T

$$\bar{\lambda}_{yf} = 0,5 \sqrt{R_{yf}/\sigma_c} \quad (82)$$

Για φύλα πέλματος τετραγωνικής διατομής

$$\bar{\lambda}_{yf,1} = 1,5 \sqrt{R_{yf}/\sigma_c} \quad (83)$$

Εδώ σ_c - τάση στο θλιβόμενο πέλμα, που υπολογίζεται από τις εξισώσεις:

Για διατομή από ίδιο υλικό

$$\sigma_c = M/(W_{mc} \gamma_c)$$

$$\text{ή } \sigma_c = M_x/(W_{mc} \gamma_c) + M_y/(W_{ym} \gamma_c)$$

Για διατομή από δυο χάλυβες

$$\sigma_c = R_{yw} / \sqrt{3(1-4\alpha')}$$

$$\text{Η } \sigma_c = R_{yw} / \sqrt{3(1-4\alpha')} + M_y / (W_m \gamma_c)$$

όπου α' - τιμές του α από πίνακα 17 όταν $\tau=0$ και αν $\sigma_c > \sigma_{yf}$, τότε πρέπει να λαμβάνεται $\sigma_c = \sigma_{yf}$.

9.5.15 Η αντοχή θλιβόμενων πελμάτων θεωρείται εξασφαλισμένη, αν η συμβατική λυγηρότητα του θλιβόμενου πέλματος ή πλάκας πελμάτων δοκών 2^{ης} και 3^{ης} κατηγορίας από ίδιο χάλυβα και όταν πληρούνται οι προϋποθέσεις 8.3.6, 9.2.3 και 9.5.8 δεν υπερβαίνει τις μέγιστες τιμές $\bar{\lambda}_{yf}(\bar{\lambda}_{yf,1})$, που υπολογίζονται όταν $2,2 \leq \bar{\lambda}_{yw} \leq 5,5$ από τις εξισώσεις :

Για προεξοχή χωρίς περίβλημα διατομής διπλού T

$$\bar{\lambda}_{yf} = 0,17 + 0,06\bar{\lambda}_{yw} \quad (84)$$

Για έλασμα πέλματος τετραγωνικής διατομής

$$\bar{\lambda}_{yf} = 0,675 + 0,15\bar{\lambda}_{yw}. \quad (85)$$

9.5.16 Εάν η προεξοχή περιτυλίγεται με νεύρωση (σχήμα 5), που έχει διάσταση $a_{ef} \geq 0,3b_{ef}$ και πάχος $t > 2a_{ef} \sqrt{R_{yf} / E}$, η τιμή $\bar{\lambda}_{yf}$, που υπολογίζεται από τις εξισώσεις (82) και (84), επιτρέπεται να αυξάνεται 1,5 φορά .

9.6 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΛΑΚΩΝ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

9.6.1 Το εμβαδόν χαλύβδινης πλάκας θεμελίωσης πρέπει να τηρεί τις προϋποθέσεις αντοχής για στήριξη .

Η μεταφορά της δύναμης στην πλάκα στήριξης μπορεί να γίνει είτε με στήριξη με ακμή ή με συγκολλήσεις .

9.6.2 το πάχος της πλάκα στήριξης υπολογίζεται για κάμψη από την εξίσωση

$$t = \sqrt{6M_{\max} / R_y \gamma_c}, \quad (86)$$

όπου M_{\max} - η μέγιστη από καμπτικές ροπές που M , που υπάρχουν σε διάφορα σημεία της πλάκας και που υπολογίζονται από τις εξισώσεις :

για τμήμα προβόλου της πλάκας

$$M = 0,5qc^2 \quad (87)$$

Για τμήμα της πλάκας που στηρίζεται σε τρία, τέσσερα ή σε δύο κάθετες πλευρές

$$M = \alpha qb^2, \quad (88)$$

εδώ c - μήκος προβόλου πλάκας

α - συντελεστής που εξαρτάται από τις συνθήκες στήριξης της πλάκας και από τον λόγο των πλευρών τμήματος πλάκας

q - δύναμη αντίδρασης θεμελίωσης κάτω από το τμήμα υπολογισμού της πλάκας που λαμβάνεται ομοιόμορφα κατανεμημένο στην μονάδα εμβαδού της πλάκας

b - διάσταση ελάσματος.

Κατά τον υπολογισμό της καμπτικής ροπής M για το τμήμα υπολογισμού της πλάκας, επιτρέπεται να λαμβάνεται η αποφόρτιση λόγω ανακατανομής ροπής από προβόλους κατά μήκος των μεγαλύτερων πλευρών, από εξίσωση

$$M = q(\alpha b^2 - 0,5c^2). \quad (89)$$

10 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΓΙΑ ΑΞΟΝΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΛΥΓΙΣΜΟ

10.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΥΜΠΑΓΟΥΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ

10.1.1 Ο υπολογισμός της αντοχής στοιχείων έκκεντρα θλιβομενων και έκκεντρα εφελκόμενων με όριο διαρροής $R_{yn} \leq 440 \text{ N/mm}^2$, που δεν υπόκεινται άμεσα σε δυναμικές φορτίσεις, και με τάσεις $\tau < 0,5R_s$ και $\sigma = N/A_n > 0,1R_y$ γίνεται από την εξίσωση

$$\left(\frac{N}{A_n R_y \gamma_c} \right)^n + \frac{M_x}{c_x W_{xm, \min} R_y \gamma_c} + \frac{M_y}{c_y W_{ym, \min} R_y \gamma_c} \leq 1 \quad (90)$$

Όπου N , M_x και M_y - απόλυτες τιμές αντίστοιχα της αξονικής και ροπών σε δυσμενή φόρτιση

n , c_x , c_y - συντελεστές που λαμβάνονται από τον πίνακα Κ.1 του παραρτήματος Κ.

Εάν $\sigma = N/A_n \leq 0,1R_y$, η εξίσωση (90) χρησιμοποιείται με τήρηση των απαιτήσεων 9.5.8 και 9.5.14.

Ο υπολογισμός αντοχής σε περιπτώσεις που δεν γίνεται από την εξίσωση (90), γίνεται από την εξίσωση

$$(N/A_n \pm M_x y / I_{xx} \pm M_y x / I_{yy}) / (R_y \gamma_c) \leq 1 \quad (91)$$

Όπου x, y -αποστάσεις από κυρίους άξονες έως το σημείο έλεγχου της διατομής .

10.1.2 Δεν γίνεται υπολογισμός αντοχής έκκεντρα θλιβομενων στοιχείων από την εξίσωση (90) εάν η τιμή της σχετικής εκκεντρότητας $m_{ef} \leq 20$ (**10.2.2**), αν δεν υπάρχει μείωση της διατομής και οι τιμές των ροπών είναι ίδιες στους υπολογισμούς αντοχής και ευσταθείας .

10.1.3 Έκκεντρα θλιβομενα στοιχεία από χάλυβα με όριο διαρροής $R_{ym} > 440$ N/mm², που έχουν ασύμμετρες διατομές ως προς άξονα κάθετο στο επίπεδο κάμψης (όπως οι διατομές τύπου 10, 11 του πίνακα Ж.2 παραρτήματος Ж), ελέγχεται για αντοχή εφελκυσμένης ίνας στο επίπεδο δράσης της ροπής από την εξίσωση

$$\frac{\gamma_u}{R_u \gamma_c} \left| \frac{N}{A_n} - \frac{M}{\delta W_{tm}} \right| \leq 1 \quad (92)$$

Όπου W_{tm} - ροπή αντίστασης διατομής , υπολογισμένη για εφελκυσμένη ίνα

δ - συντελεστής που υπολογίζεται από την εξίσωση

$$\delta = 1 - 0,1 N \bar{\lambda}^2 / (A R_y) . \quad (93)$$

10.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΥΜΠΑΓΟΥΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ

10.2.1 Υπολογισμός για ευσταθείας έκκεντρα θλιβομενων διατομών με δράση ροπής σε ένα από τα κύρια επίπεδα , γίνεται και στο επίπεδο της ροπής (απώλεια ευσταθείας στο επίπεδο), καθώς και εκτός από το επίπεδο (κάμψη και στροφή).

10.2.2 Ο υπολογισμός ευσταθείας έκκεντρα θλιβομενων στοιχείων συμπαγούς διατομής , στο επίπεδο ροπής , που συμπίπτει με το επίπεδο συμμετρίας γίνεται από την εξίσωση

$$N / (\varphi_s A R_y \gamma_c) \leq 1 . \quad (94)$$

Στην εξίσωση (94) ο συντελεστής ευσταθείας για θλίψη με λυγισμό φ_s υπολογίζεται από τον πίνακα Ж.3 παραρτήματος Ж ανάλογα από την συμβατική

λυγνρότητα $\bar{\lambda}$ και της σχετική εκκεντρότητα m_{ef} , που υπολογίζεται από την εξίσωση

$$m_{ef} = \eta m, \quad (95)$$

Όπου η - συντελεστής επιρροής είδους διατομής που υπολογίζεται από τον πίνακα Ж.2 του παραρτήματος Ж.

$m = eA / W_c$ - σχετική εκκεντρότητα (εδώ $e = M / N$ - εκκεντρότητα για τον υπολογισμό της οποίας οι τιμές M και N λαμβάνονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις 10.2.3

W_c - ροπή αντίστασης υπολογισμένη για την πιο θλιβόμενη ίνα .

Όταν η τιμή $m_{ef} > 20$ τότε ο υπολογισμός γίνεται όπως για καμπτόμενες διατομές (κεφάλαιο 9).

10.2.3 Η αξονική δύναμη σχεδιασμού N και καμπτική ροπή M στο στοιχείο λαμβάνονται για τον ίδιο συνδυασμό φορτίσεων για υπολογισμό χωρίς παραμορφώσεις σε ελαστική περιοχή του χάλυβα .

Η τιμή της ροπής M υπολογίζεται με :

Για στύλο πλαισίου συνεχούς διατομής – με την μεγίστη ροπή στο μήκος του στύλου

Για στύλο με βαθμίδες - με μεγίστη ροπής στο τμήματος στύλο με ίδια διατομή ;

Για στύλο με πάκτωση και ελεύθερο το άλλο άκρο - με την ροπή στη πάκτωση , αλλά όχι λιγότερη από την ροπή στην διατομή στο ένα τρίτο του μήκους του στύλου από την πάκτωση

Για θλιβομενα πέλματα πλαισίων και πλακών , που φέρουν εγκάρσια φόρτιση έξω από κόμβους –, με τη μέγιστη ροπή στα δυο τρίτα του μήκους πέλματος που υπολογίζεται για ελαστική συνεχής δοκό

Για στύλο σε θλίψη με αρθρώσεις στα άκρα και διατομή που έχει άξονα συμμετρίας που συμπίπτει με το επίπεδο κάμψης - με ροπή που υπολογίζεται από τις εξισώσεις του πίνακα 18 ανάλογα με την σχετική εκκεντρότητα $m_{max} = M_{max} A / (N W_c)$ και που λαμβάνεται όχι λιγότερη από $0,5 M_{max}$.

ΠΙΝΑΚΑΣ 18

m_{\max}	Ροπή M με σχετική λυγηρότητα στύλου	
	$\bar{\lambda} < 4$	$\bar{\lambda} \geq 4$
$m_{\max} \leq 3$	$M = M_{\max} - 0,25\bar{\lambda}(M_{\max} - M_1)$	$M = M_1$
$3 < m_{\max} \leq 20$	$M = M_2 + (m_{\max} - 3)(M_{\max} - M_2)/17$	$M = M_1 + (m_{\max} - 3)(M_{\max} - M_1)/17$
<p>Δείκτες που υπάρχουν στο πίνακα 18:</p> <p>M_{\max} - μεγίστη καμπτική ροπής κατά μήκος του στύλου</p> <p>M_1 - μεγίστη καμπτική ροπή στα δυο τρίτα του μήκους του στύλου που λαμβάνεται όχι λιγότερη από $0,5M_{\max}$</p> <p>M_2 - καμπτική ροπή, που ισούται M όταν $m_{\max} \leq 3$ και $\bar{\lambda} < 4$, αλλά όχι μικτότερη από $0,5M_{\max}$.</p>		

Οι στύλοι υπολογίζονται σε θλίψη με διπλό άξονα συμμετρίας με αρθρώσεις στα άκρα που υπόκεινται σε καμπτική ροπή η τιμή m_{ef} , που χρειάζεται για τον υπολογισμό του φ_e , λαμβάνεται από πίνακα Ж.5 του παραρτήματος Ж.

10.2.4 Ο υπολογισμός ευστάθειας έκκεντρα θλιβομενων στοιχείων συνεχών τοιχωμάτων (εκτός από τετραγωνικές - 10.2.10) από επίπεδο δράσης ροπής και για λυγισμό στο επίπεδο με την μεγαλύτερη ακαμψία ($I_x > I_y$), που συμπίπτει με το επίπεδο συμμετρίας, καθώς και διατομές τύπου Π γίνεται από την εξίσωση

$$N/(c\varphi_y AR_y \gamma_c) \leq 1 \quad (96)$$

όπου c - συντελεστής που υπολογίζεται σύμφωνα με απαιτήσεις 10.2.5;

φ_y - συντελεστής ευστάθειας για κεντρική θλίψη, που υπολογίζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις 8.1.3.

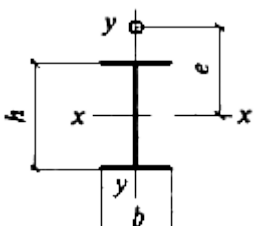
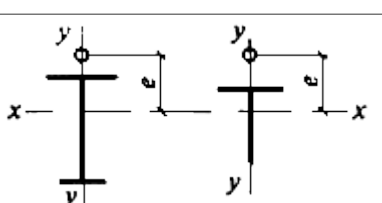
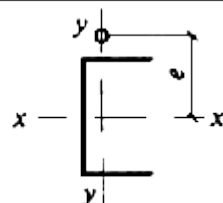
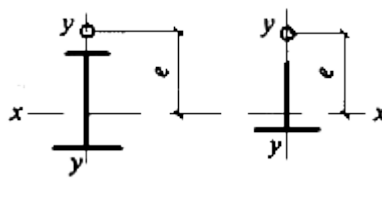
10.2.5 Ο συντελεστής c στην εξίσωση (96) υπολογίζεται :

Όταν $m_x \leq 5$ από την εξίσωση

$$c = \beta/(1 + \alpha m_x) \leq 1 \quad (97)$$

Όπου α , β και ν -συντελεστές από πίνακα 19

ΠΙΝΑΚΑΣ 19

Είδος διατομής	Σχήμα διατομής και εκκεντρότητα	Τιμές των συντελεστών				
		α όταν		β όταν		ν
		$m \leq 1$	$1 < m \leq 5$	$\bar{\lambda}_y \leq 3,14$	$\bar{\lambda}_y > 3,14$	
1		0,7	$0,65 + 0,05m_x$	1	$\sqrt{\varphi_c / \varphi_y}$	$1 - (\bar{\lambda} / 14) \times (2,12 - b/h)$
2						1
3						$1,25 - 0,12\bar{\lambda}$
4		$1 - 0,3I_2/I_1$	$1 - (0,35 - 0,05m_x)I_2/I_1$	1	$1 - (1 - \sqrt{\varphi_c / \varphi_y}) \times (2I_2/I_1 - 1);$ $\beta = 1$ όταν $I_2/I_1 < 0,5$	1

Δείκτες στο πίνακα 19:

I_1 και I_2 - ροπές αδρανείας αντίστοιχα μεγάλου και μικρού πέλματος ως προς άξονα συμμετρίας $y-y$

φ_c - τιμή του φ_y , όταν $\bar{\lambda}_y = 3,14$.

Σημείωση - Όταν $b/h < 0,3$ τότε λαμβάνεται $b/h = 0,3$.

Όταν $m_x \geq 10$ από την εξίσωση

$$c = 1 / (1 + m_x \varphi_y / \varphi_b) \quad (98)$$

Όπου φ_b -συντελεστής ευσταθείας λυγισμού, που υπολογίζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις 9.4.1 και παραρτήματος Μ για δοκό με δυο και άνω στηρίξεις θλιβόμενου πέλματος

Όταν $5 < m_x < 10$ από την εξίσωση

$$c = c_5(2 - 0,2m_x) + c_{10}(0,2m_x - 1) \quad (99)$$

Όπου υπολογίζεται: c_5 -από την εξίσωση (97) όταν $m_x=5$; c_{10} - από εξίσωση (98) όταν $m_x=10$.

Εδώ $m_x = (M_x / N)(A / W_c)$ - σχετική εκκεντρότητα, κατά το υπολογισμό της οποίας η M_x λαμβάνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις 10.2.6.

Όταν η λυγηρότητα $\bar{\lambda} > 3,14$ ο συντελεστής c δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερος από τις τιμές του c_{\max} , που υπολογίζεται από παράρτημα Ι; Σε περίπτωση που $c > c_{\max}$, στις εξισώσεις (96) και (101) αντί για c λαμβάνεται c_{\max} .

10.2.6 Κατά τον υπολογισμό σχετικής εκκεντρότητας m_x στις εξισώσεις (97)-(99) για ροπή υπολογισμού M_x παίρνουμε:

Για στύλους με στηρίξεις στα άκρα που δεσμεύουν την μετατόπιση κάθετα στο επίπεδο δράσης ροπής, - μέγιστη ροπή στο μέσο μήκος δοκού (αλλά όχι λιγότερη από τη μίση μέγιστη ροπή που δρα κατά μήκος)

Για στύλους πακτωμένους στο ένα άκρο και ελεύθερους στο άλλο άκρο - με την ροπή πάκτωσης (αλλά όχι λιγότερη από τη ροπή που δρα σε απόσταση του ενός τρίτου από την στήριξη).

10.2.7 Ο υπολογισμός ευστάθειας έκκεντρα θλιβόμενων διατομών διατομής διπλού Τ με συνεχή στήριξη κατά μήκος ενός πέλματος, γίνεται σύμφωνα με το παράρτημα Μ.

10.2.8 Τα έκκεντρα θλιβόμενα στοιχεία συνεχούς διατομής που κάμπτονται στο επίπεδο της μικρότερης ακαμψίας ($I_y < I_x$ και $e_y \neq 0$), υπολογίζονται από την εξίσωση (94), και με λυγηρότητα $\lambda_x > \lambda_y$ επίσης ελέγχεται για ευστάθεια στο επίπεδο δράσης της ροπής όπως κεντρικά θλιβόμενα στοιχεία από την εξίσωση

$$N / (\varphi_x A R_y \gamma_c) \leq 1, \quad (100)$$

Όπου φ_x - συντελεστής ευστάθειας σε κεντρική θλίψη, που υπολογίζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις 8.1.3.

Όταν $\lambda_x \leq \lambda_y$ δεν χρειάζεται έλεγχος ευστάθειας από επίπεδο ροπής.

10.2.9 ο υπολογισμός ευστάθειας στύλων συνεχών τοιχωμάτων (εκτός από τετραγωνικές), που καταπονούνται σε θλίψη και λυγισμό σε δυο κύρια επίπεδα, όταν το επίπεδο μεγαλύτερης ακαμψίας συμπίπτει με το επίπεδο συμμετρίας ($I_x > I_y$) καθώς και διατομές τύπου 3 (πίνακας 19) γίνεται από την εξίσωση

$$N/(\varphi_{ey} A R_y \gamma_c) \leq 1 \quad (101)$$

όπου $\varphi_{ey} = c \varphi_{ey} \psi$.

Εδώ υπολογίζεται το c - σύμφωνα με τις απαιτήσεις 10.2.5

φ_{ey} - σύμφωνα με απαιτήσεις 10.2.2 με αντικατάσταση στις εξισώσεις m και $\bar{\lambda}$ αντίστοιχα σε m_y και $\bar{\lambda}_y$

ψ - από εξισώσεις:

Για διατομές τύπου 1 και 3 (πίνακας 19) όταν $m_x \leq 5$ και $m_y \leq 5$

$$\psi = 1 + 0,65(1 - 0,02\bar{\lambda}_y)\bar{\lambda}_y m_x m_y \quad (102)$$

Για διατομές τύπου 1 και 3 όταν $m_x > 5$ και $m_y > 5$, καθώς και διατομές τύπου 2 και 4 (πίνακας 19)

$$\psi = 1/\sqrt[3]{c} \quad (103)$$

Κατά τον υπολογισμό της τιμής $m_{ef,y} = \eta m_y$ για στύλους διπλού T με άνισα πέλματα, ο συντελεστής η υπολογίζεται όπως για διατομή τύπου 8 από πίνακα Ж.2 παραρτήματος Ж.

Εάν $m_{ef,y} < m_x$, τότε εκτός από την εξίσωση (101) γίνεται και υπολογισμός με τις εξισώσεις (94) και (96), λαμβάνοντας $e_y = 0$.

Εάν $\lambda_x > \lambda_y$, τότε εκτός από τον υπολογισμό με την εξίσωση (101), γίνεται υπολογισμός με την εξίσωση (94), λαμβάνοντας $e_y = 0$.

Οι τιμές των σχετικών εκκεντροτήτων υπολογίζονται από τις εξισώσεις:

$$m_x = e_x A / W_{cx} \text{ και } m_y = e_y A / W_{cy} \quad (104)$$

Όπου W_{cx} και W_{cy} - ροπές αντίστασης διατομής για την πλέον θλιβόμενη ίνα ως προς άξονες $x-x$ και $y-y$ αντίστοιχα .

Εάν το επίπεδο της μεγαλύτερης ακαμψίας ($I_x > I_y$) δεν συμπίπτει με το επίπεδο συμμετρίας ,τότε η τιμή υπολογισμού m_x αυξάνεται κατά 25% (εκτός από διατομές τύπου 3 του πίνακα 19).

10.2.10 Ο υπολογισμός ευστάθειας στύλων συνέχων τοιχωμάτων τετραγωνικής διατομής σε θλίψη και λυγισμό σε ένα ή δυο κύρια επίπεδα γίνεται από τις εξισώσεις :

$$N/(\varphi_{ey} AR_y \gamma_c) + M_x / (c_x \delta_x W_{x,\min} R_y \gamma_c) \leq 1 \quad (105)$$

$$N/(\varphi_{ex} AR_y \gamma_c) + M_y / (c_y \delta_y W_{y,\min} R_y \gamma_c) \leq 1 \quad (106)$$

Όπου φ_{ex} , φ_{ey} - συντελεστές ευστάθειας σε θλίψη με λυγισμό από πίνακα Κ.3 παραρτήματος Κ

c_x , c_y - συντελεστές που λαμβάνονται από τον πίνακα Κ.1 παραρτήματος Κ

δ_x , δ_y -συντελεστές που υπολογίζονται από τις εξισώσεις :

$$\delta_x = 1 - 0,1N\bar{\lambda}_x^2 / (AR_y) \text{ ή } \delta_y = 1 - 0,1N\bar{\lambda}_y^2 / (AR_x) \quad (107)$$

Και που ισούται με 1,0 αντίστοιχα όταν $\bar{\lambda}_x \leq 1$ και $\bar{\lambda}_y \leq 1$.

Κατά τη μονοαξονική κάμψη στο επίπεδο της μεγαλύτερης ακαμψίας ($I_x > I_y$, $M_y = 0$) αντί για φ_{ey} λαμβάνεται φ_y .

10.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΠΟΛΥΜΕΛΟΥΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ

10.3.1 Ο υπολογισμός ευστάθειας έκκεντρα θλιβόμενων στύλων πολυμελούς διατομής με ελάσματα ενώσεων ή εσχάρες γίνεται και στον στύλο και στα πέλαμα .

10.3.2 Κατά τον υπολογισμό του στύλου ως προς ελεύθερο άξονα από την εξίσωση (94) , όταν τα ελάσματα και οι δικτυώσεις είναι σε επίπεδο παράλληλο στο επίπεδο δράσης της ροπής , ο συντελεστής φ_e υπολογίζεται από τον πίνακα Κ.4 του παραρτήματος Κ ανάλογα με τη συμβατική λυγηροτητα $\bar{\lambda}_{ef}$ (λ_{ef} από πίνακα 7) και σχετική εκκεντρότητα m , που υπολογίζεται από την εξίσωση

$$m = eA\alpha / I , \quad (108)$$

Όπου $e = M / N$ - εκκεντρότητα κατά τον υπολογισμό οποίας οι τιμές M και N λαμβάνονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις 10.2.3

α - απόσταση από τον κύριο άξονα της διατομής, που είναι κάθετος στο επίπεδο δράσης της ροπής, έως άξονα του πλέον θλιβόμενου πέλματος, αλλά όχι λιγότερο από την απόσταση έως τον άξονα κορμού πέλματος

I - ροπή αδράνειας διατομής πολυμελούς στύλου ως προς ελεύθερο άξονα.

Όταν οι τιμές $m > 20$ ο υπολογισμός γίνεται όπως στα καμπτόμενα στοιχεία.

10.3.3 Κατά τον υπολογισμό μεμονωμένων πελμάτων πολυμελών στύλων με δικτυώσεις από την εξίσωση (7) η αξονική δύναμη σε κάθε πέλμα υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη την πρόσθετη αξονική δύναμη N_{ad} από ροπή τη M , που υπολογίζεται από τις εξισώσεις:

$N_{ad} = M_y / b$ -κατά την κάμψη στύλου στο επίπεδο κάθετο στον άξονα $y - y$, για διατομές τύπου 1 και 3 (πίνακας 7).

$N_{ad} = 0,5M_y / b_1$ - το ίδιο για διατομές τύπου 2 (πίνακας 7).

$N_{ad} = 1,16M_x / b$ - σε κάμψη στύλου σε επίπεδο κάθετο στον άξονα $x - x$, για διατομές τύπου 1 και 3 (πίνακας 7)

$N_{ad} = 0,5M_x / b_1$ - το ίδιο για διατομές τύπου 2 (πίνακας 7).

$N_{ad} = 1,16M_x / b$ - για κάμψη στύλου σε επίπεδο κάθετο στον άξονα $x - x$, για διατομές τύπου 3 (πίνακας 7)

$N_{ad} = 0,5M_x / b_2$ -το ίδιο για διατομές τύπου 2 (πίνακας 7).

Εδώ b , b_1 , b_2 - αποστάσεις ανάμεσα στους άξονες πελμάτων (πίνακας 7).

Για κάμψη στύλου πολυμελούς διατομής τύπου 2 (πίνακας 7) σε δυο επίπεδα, η αξονική δύναμη N_{ad} ο υπολογίζεται από την εξίσωση

$$N_{ad} = 0,5(M_y / b_1 + M_x / b_2). \quad (109)$$

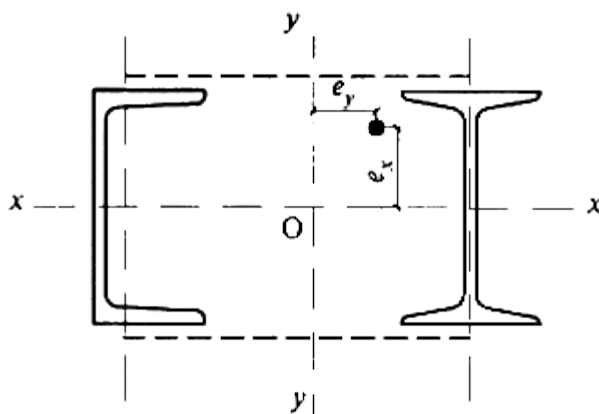
10.3.4 Κατά τον υπολογισμό μεμονωμένων πελμάτων πολυμελών στύλων με ελάσματα, στη εξίσωση (94) υπολογίζεται πρόσθετη αξονική δύναμη N_{ad} από ροπή M και τοπική κάμψη από την πραγματική ή συμβατική αξονική δύναμη στα σημεία πελμάτων χωρίς στηρίγματα

10.3.5 Ο υπολογισμός ευστάθειας έκκεντρα θλιβόμενων πολυμελών στοιχείων τριγωνικής διατομής με δικτυώσεις συνεχών κατά μήκος ισόπλευρων διατομών γίνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του κεφαλαίου 17.

10.3.6 Ο υπολογισμός ευστάθειας πολυμελών στύλων από δυο συνεχή πέλματα , συμμετρικούς ως προς άξονα $x-x$ (σχήμα 10), με δικτυώματα σε δυο παράλληλα επίπεδα , που θλίβονται και κάμπτονται σε δυο κύρια επίπεδα , γίνεται :

Για στύλο – σε επίπεδο παράλληλο στα δικτυώματα , σύμφωνα με τις απαιτήσεις 10.3.2. και λαμβάνοντας $e_x=0$;

Για μεμονωμένα πέλματα - όπως έκκεντρα θλιβομενα στοιχεία από τις εξισώσεις (94) και (96) την αξονική δύναμη σε κάθε πέλμα υπολογίζουν λαμβάνοντας υπόψη την πρόσθετη αξονική από ροπή M_y (10.3.3), και η ροπή M_x κατανέμεται στα πέλματα ανάλογα από την ακαμψία I_{xe} (σχήμα 10) . Εάν η ροπή M_x δρα στο επίπεδο ενός πέλματος , τότε θεωρείται ότι καταπονεί μονό το πέλμα αυτό . Κατά τον υπολογισμό από την εξίσωση (94) την λυγρηροτητα ενός πέλματος υπολογίζουν με βάση τις απαιτήσεις 11.2.14, και όταν υπολογίζεται από την εξίσωση (96) – με την μέγιστη απόσταση ανάμεσα σε κόμβους δικτυώματος .



Σχήμα 10 – Σχήμα πολυμελούς ράβδου από δυο συνεχή πέλματα

10.3.7 Υπολογισμός ελασμάτων ή δικτυωμάτων πολυμελών έκκεντρα θλιβόμενων ράβδων γίνεται με βάση τις απαιτήσεις 8.2.8 και 8.2.9 για τέμνουσα δύναμη , που ισούται με την μέγιστη από δυο τιμές , την πραγματική τέμνουσα δύναμη Q ή την συμβατική τέμνουσα δύναμη $Q_{\beta e}$, υπολογισμένη σύμφωνα με τις απαιτήσεις 8.2.7.

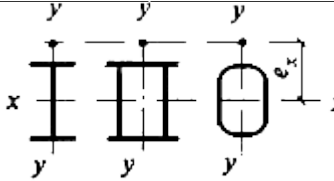
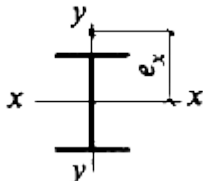
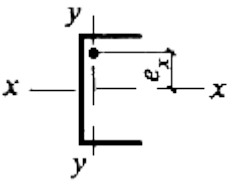
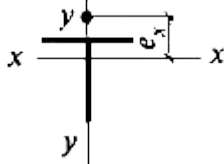
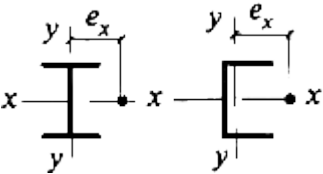
Σε περίπτωση που η πραγματική τέμνουσα δύναμη είναι μεγαλύτερη από την συμβατική , ενώνουν τα πέλματα των πολυμελών ράβδων με δικτυώματα .

10.4 ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΚΟΡΜΟΥ ΚΑΙ ΠΕΛΜΑΤΩΝ

10.4.1 Οι υπολογιστικές διαστάσεις κορμών και πελμάτων που ελέγχονται για ευστάθεια λαμβάνονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις 8.3.1 και 8.3.6.

10.4.2 Η ευστάθεια κορμού έκκεντρα θλιβόμενου στοιχείου, θεωρείται εξασφαλισμένη, εάν η συμβατική λυγηρότητα κορμού $\bar{\lambda}_w = (h_{ef}/t_w)\sqrt{R_y/E}$ δεν υπερβαίνει τις τιμές των μέγιστων συμβατικών λυγηροτήτων $\bar{\lambda}_{w\max}$, που υπολογίζεται από τις εξισώσεις του πίνακα 20.

ΠΙΝΑΚΑΣ 20

Είδος διατομής	Σχήμα διατομής και εκκεντρότητα	Όρια ισχύος εξισώσεων	Μέγιστη συμβατική λυγηρότητα κορμού $\bar{\lambda}_{w\max}$
1		$1 \leq m_x \leq 10$; Για διπλό T $c\varphi_y > \varphi_e$	$\bar{\lambda}_{w\max} = \bar{\lambda}_{w\max 1} = 1,3 + 0,15\bar{\lambda}_x^2$ 110
		$\bar{\lambda}_x \geq 2$	$\bar{\lambda}_{w\max} = \bar{\lambda}_{w\max 1} = 1,2 + 0,35\bar{\lambda}_x \leq 3,1$ 111
2		$c\varphi_y \leq \varphi_e$; $1 \leq \alpha \leq 2$	$\bar{\lambda}_{w\max} = \bar{\lambda}_{w\max 2} = 1,42 \sqrt{\frac{c_{cr} R_y \gamma_c}{\sigma_1 (2 - \alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4\beta^2})}} \leq 0,7 + 2,4\alpha$ 112
3		$1 \leq \alpha \leq 2$	$\bar{\lambda}_{w\max} = 0,75\bar{\lambda}_{w\max 2} \leq 0,52 + 1,8\alpha$ 113
4		$1 \leq b_f/h_{ef} \leq 2$; $0,8 \leq \bar{\lambda}_x \leq 4$	$\bar{\lambda}_{w\max} = (0,4 + 0,07\bar{\lambda}_x)(1 + 0,25\sqrt{2 - b_f/h_{ef}})$ 114
5		$m_y \geq 1$	$\bar{\lambda}_{w\max} = 2\sqrt{AR_y \gamma_c / N} \leq 5,5$ 115

Δείκτες που αναφέρονται στον πίνακα 20:

$\bar{\lambda}_x$ - συμβατική λυγηρότητα στύλου στο επίπεδο δράσης ροπής

c_{cr} - συντελεστής που υπολογίζεται από τον πίνακα 16 ανάλογα από την τιμή του α

$\alpha = (\sigma_1 - \sigma_2) / \sigma_1$ (εδώ σ_1 - μέγιστη θλιπτική τάση στην διατομή κορμού, που λαμβάνεται με πρόσημο (+) και υπολογισμένη χωρίς να ληφθούν υπόψη συντελεστές φ_θ , $c\varphi_y$ και $\varphi_{\theta y}$, σ_2 - αντίστοιχη τάση στο άλλο όριο διατομής)

$\beta = 0,15 c_{cr} \tau / \sigma_1$ (εδώ $\tau = Q / (t_w h_w)$) - μέση διατμητική τάση στην διατομή, για τετραγωνική διατομή $\tau = Q / (2 t_w h_w)$

b_f - πλάτος πέλματος διατομής τύπου T.

Σημειώσεις

1 Για διατομές τύπου 1 και όταν $0 < m_x < 1$ ή $10 < m_x \leq 20$ τιμές $\bar{\lambda}_{yw}$ υπολογίζονται δια της γραμμικής παρεμβολής ανάμεσα σε τιμές $\bar{\lambda}_{yw}$, που υπολογίστηκαν σύμφωνα με τις απαιτήσεις 8.3.2 ($m_x=0$) ή 9.5.8 ($m_x=20$) και από τις εξισώσεις (110) και (111) του παρόντος πίνακα αντίστοιχα.

2 Όταν $\alpha \leq 0,5$ την τιμή $\bar{\lambda}_{yw}$ υπολογίζουν για διατομές τύπου 2 δυο φορές σύμφωνα με τις απαιτήσεις 8.3.2 και με χρήση εξισώσεων (110), (111) λαμβάνοντας υπόψη τις σημειώσεις του παρόντος πίνακα με τιμές m_x , που αντιστοιχεί στην τιμή α για διατομές τύπου 3 - σύμφωνα με 8.3.2.

Όταν $0,5 < \alpha < 1$ οι τιμές $\bar{\lambda}_{yw}$ υπολογίζονται μέσω γραμμικής παρεμβολής ανάμεσα στις τιμές $\bar{\lambda}_{yw}$, που υπολογιστήκαν για $\alpha=0,5$ και $\alpha=1$.

3 Για διατομές τύπου 4 όταν $\bar{\lambda}_x < 0,8$ ή $\bar{\lambda}_x > 4$ στην εξίσωση (114) του παρόντος πίνακα λαμβάνονται $\bar{\lambda}_x = 0,8$ ή $\bar{\lambda}_x = 4$ αντίστοιχα.

4 για διατομές τύπου 5 με τιμές $0 < m_y < 1$ οι τιμές $\bar{\lambda}_{yw}$ υπολογίζονται με γραμμική παρεμβολή ανάμεσα σε τιμές $\bar{\lambda}_{yw}$, που υπολογίζονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις 8.3.2 ($m_y=0$) και από την εξίσωση (115) του παρόντος πίνακα.

10.4.3 Όταν τηρείται η συνθήκη $0,8 \leq N / (\varphi_\theta A R_y \gamma_c) \leq 1$ η μέγιστη συμβατική λυγνρότητα $\bar{\lambda}_{yw}$, που υπολογίζεται από τις εξισώσεις (110) και (111) πίνακα 20, επιτρέπεται να αυξάνεται με υπολογισμό της από την εξίσωση

$$\bar{\lambda}_{yw} = \bar{\lambda}_{yw1} + 5(\bar{\lambda}_{yw2} - \bar{\lambda}_{yw1}) \left(1 - \frac{N}{\varphi_\theta A R_y \gamma_c} \right) \quad (116)$$

Όπου $\bar{\lambda}_{yw1}$ και $\bar{\lambda}_{yw2}$ - τιμές της $\bar{\lambda}_{yw}$, που υπολογίστηκαν από τις εξισώσεις (110), (111) και (112) του πίνακα 20.

Εάν τηρείται η συνθήκη $N/(\varphi_e A R_y \gamma_c) < 0,8$ οι τιμές $\bar{\lambda}_{yw}$ λαμβάνονται ίσες με $\bar{\lambda}_{yw2}$.

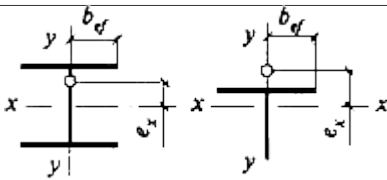
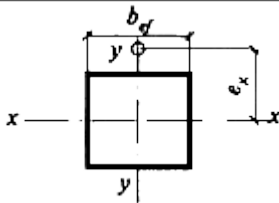
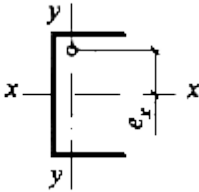
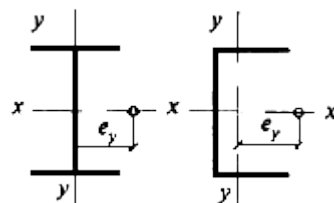
10.4.4 Οι κορμοί έκκεντρα θλιβόμενων στοιχείων συμπαγούς διατομής (υποστυλωμάτων, στηριγμάτων, αντιστηρίξεων κτλ.) όταν $\bar{\lambda}_{yw} \geq 2,3$, κατά κανόνα ενισχύονται με εγκάρσιες νευρώσεις σύμφωνα με τις απαιτήσεις 8.3.3.

10.4.5 Όταν ο κορμός έκκεντρα θλιβόμενος ενισχύεται με διαμήκης νεύρωση (με ροπή αδράνειας $I_{yl} \geq 6h_{ef}t_w^3$), τοποθετημένη στο μέσο κορμού, το μεγαλύτερο φορτισμένο τμήμα κορμού ανάμεσα σε πέλμα και άξονα της νεύρωσης, υπολογίζονται ως μεμονωμένο έλασμα και ελέγχονται από τις εξισώσεις του πίνακα 20. Επίσης ο υπολογισμός και σχεδιασμός νεύρωσης και στοιχείου γίνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις 8.3.4.

10.4.6 Στις περιπτώσεις που η πραγματική τιμή της συμβατικής λυγηρότητας κορμού $\bar{\lambda}_w$ υπερβαίνει την μέγιστη τιμή $\bar{\lambda}_{w1}$, υπολογισμένη για διατομές τύπου 1 από εξισώσεις του πίνακα 20, και για διατομές τύπου 2 και 3 με βάση την σημείωση 2 του πίνακα 20 (όταν $\alpha \leq 0,5$), επιτρέπεται ο έλεγχος ευστάθειας στύλου με τις εξισώσεις (94), (100) και (101), καθώς και με την εξίσωση (96) (όταν $\alpha \leq 0,5$) να γίνεται με μειωμένο εμβαδόν A_d .

10.4.7 Η ευστάθεια πελμάτων έκκεντρα θλιβομένων στύλων με λυγηρότητα $0,8 \leq \bar{\lambda}_x$ ($\bar{\lambda}_y \leq 4$) θεωρείται εξασφαλισμένη εάν η συμβατική λυγηρότητα πέλματος $\bar{\lambda}_f = (b_{ef}/t_f)\sqrt{R_y/E}$ ή έλασμα πελμάτων $\bar{\lambda}_{f1} = (b_{ef,1}/t_f)\sqrt{R_y/E}$ δεν υπερβαίνει τιμές μέγιστης συμβατικής λυγηρότητας $\bar{\lambda}_{yf}(\bar{\lambda}_{yf,1})$, που υπολογίζονται από τις εξισώσεις του πίνακα 21.

ΠΙΝΑΚΑΣ 21

Είδος διατομής	Σχήμα διατομής και εκκεντρότητα	Όρια ισχύος εξισώσεων	Μέγιστη συμβατική λυγνότητα πέλματος $\bar{\lambda}_{\psi\phi}$ ή ελάσματος πελμάτων $\bar{\lambda}_{\psi\phi,1}$ όταν λυγνότητα στύλου $0,8 \leq \bar{\lambda}_x (\bar{\lambda}_y) \leq 4$
1		$0 \leq m_x \leq 5$	$\bar{\lambda}_{\psi\phi} = \bar{\lambda}_{\psi\phi c} - 0,01(1,5 + 0,7\bar{\lambda}_x)m_x \quad (117)$
2			$\bar{\lambda}_{\psi\phi,1} = \bar{\lambda}_{\psi\phi c} - 0,01(5,3 + 1,3\bar{\lambda}_x)m_x \quad (118)$
3		-	$\bar{\lambda}_{\psi\phi} = 0,36 + 0,10\bar{\lambda}_x \quad (119,a)$
4			$\bar{\lambda}_{\psi\phi} = 0,36 + 0,10\bar{\lambda}_y \quad (119,6)$

Δείκτες που υπάρχουν στον πίνακα 21:

$\bar{\lambda}_{\psi\phi c}$ - μέγιστη τιμή συμβατικής λυγνότητας πέλματος ή ελάσματος πελμάτων κεντρικά θλιβόμενου στοιχείου, που υπολογίζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις 8.3.7 και 8.3.8 αντίστοιχα.

Σημείωση - Όταν $5 < m_x \leq 20$ τιμές $\bar{\lambda}_{\psi\phi} (\bar{\lambda}_{\psi\phi,1})$ υπολογίζονται με γραμμική παρεμβολή ανάμεσα σε τιμές $\bar{\lambda}_{\psi\phi} (\bar{\lambda}_{\psi\phi,1})$, υπολογισμένες από τις εξισώσεις του παρόντος πίνακα και σύμφωνα με 9.5.14 και 9.5.15 (όταν $m = 20$) αντίστοιχα.

10.4.8 Για προβόλους που καταλήγουν σε νευρώσεις (σχήμα 5), τιμές των μέγιστων συμβατικών λυγηροτήτων $\bar{\lambda}_{\psi}(\bar{\lambda}_{\psi,1})$, που υπολογίζονται από τις εξισώσεις του πίνακα 21, πολλαπλασιάζονται επί 1.5.

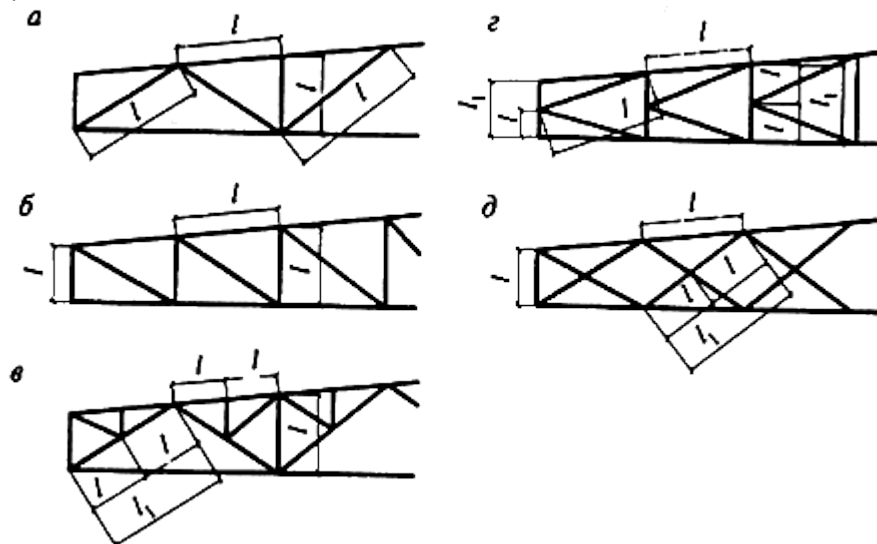
Διαστάσεις νευρώσεων περιβλημάτων υπολογίζονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις 8.3.9.

10.4.9 Κατά τον σχεδιασμό διατομών για μέγιστη λυγηρότητα έκκεντρα θλιβομένων στοιχείων κορμού $\bar{\lambda}_{\omega}$, που υπολογίζεται από τις εξισώσεις του πίνακα 20, καθώς και πελμάτων $\bar{\lambda}_{\psi}(\bar{\lambda}_{\psi,1})$, που υπολογίζονται από τις εξισώσεις του πίνακα 21 και σύμφωνα με τις απαιτήσεις 10.4.8, επιτρέπεται να αυξάνεται με πολλαπλασιασμό με τον συντελεστή $\sqrt{\varphi_m A R_y / N}$, αλλά όχι πάνω από 1,25 (εδώ φ_m - μικρότερη τιμή από φ_s , $c\varphi_y$, φ_{exy} , που χρησιμοποιήθηκε κατά τον έλεγχο ευστάθειας στοιχείου).

11 ΜΗΚΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΛΥΓΗΡΟΤΗΤΕΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

11.1 ΜΗΚΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ, ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΔΟΜΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

11.1.1 Τα μήκη θλιβόμενων στοιχείων επίπεδων πλαισίων και δικτυώσεων στο επίπεδο τους l_{ef} και από το επίπεδο τους $l_{ef,1}$ (σχήμα 11, α, β, γ, δ), εκτός από στοιχεία που αναφέρονται στο 1.1.2 και 11.1.3, λαμβάνονται σύμφωνα με τον πίνακα 22.



α - τριγωνοειδής με στηρίγματα β - διαγώνια γ - τριγωνοειδής με ορθοστάτη δ - σταυροειδής
ε - μεσοδιαγώνια

Σχήμα 11 – Σχήμα πλαισίων για υπολογισμό του μήκους υπολογισμού θλιβόμενων διατομών

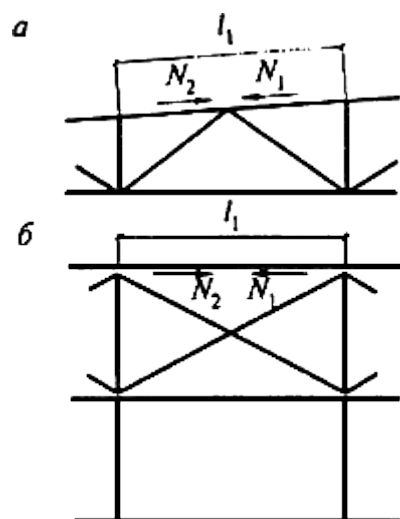
(δείκτες - βλ. Πίνακας 22)

ΠΙΝΑΚΑΣ 22

N π.π .	Διεύθυνση διαμήκης λυγισμού στοιχείου	Μήκη υπολογισμού l_{ef} και $l_{ef,1}$		
		πελμά των	Διαγώνιες στηρίζεις και αντιστηρίξεις	Λοιπά στοιχεία πλαισίου
1	Στο επίπεδο πλαισίου l_{ef} :			
	a) για πλαίσια εκτός από 1, β	l	l	$0,8l$
	β) για πλαίσια από μεμονωμένες γωνίες και πλαίσια με ενώσεις στοιχείων στα πέλματα	l	l	$0,9l$
2	Στο επίπεδο κάθετο στο επίπεδο πλαισίου $l_{ef,1}$:			
	a) για πλαίσια εκτός από 2, β	l_1	l_1	l_1
	β) για πλαίσια με ενώσεις στοιχείων στα πέλματα	l_1	l_1	$0,9l_1$
3	Σε οποιαδήποτε διεύθυνση $l_{ef} = l_{ef,1}$ για πλαίσια από μεμονωμένες γωνίες όταν η απόσταση ανάμεσα στα σημεία στήριξης είναι ίδια	$0,85l$	l	$0,85l$
Δείκτες που αναφέρονται στο πίνακα 22 (σχήμα 11):				
l - γεωμετρικό μήκος στοιχείου				
l_1 -απόσταση ανάμεσα στα σημεία στήριξης εξασφαλισμένα από μετατόπιση				

11.1.2 Το μήκος υπολογισμού $l_{ef,1}$ στοιχείου στο μήκος του όποιου δρα θλιπτική δύναμη N_1 και N_2 ($N_1 > N_2$), από το επίπεδο του πλαισίου (σχήμα 12) υπολογίζεται από την εξίσωση

$$l_{ef,1} = (0,75 + 0,25N_2 / N_1) l_1. \quad (120)$$



α -σχήμα πλαισίου ; β -σχήμα ενώσεων ανάμεσα στα πλαίσια (όψη πλαισίου)

Σχήμα 12 – σχήμα για υπολογισμό του μήκους πέλματος από το επίπεδο του πλαισίου
(δείκτες - βλ. πίνακα 23)

ΠΙΝΑΚΑΣ 23

Είδος κόμβου διατομής στοιχείων δικτυώματος	Μήκος υπολογισμού $l_{ef,1}$ Στο επίπεδο πλαισίου με στοιχείο στήριξης σε		
	Εφελκυσμός	Αδρανής	Θλίψη
Και τα δυο στοιχεία δεν διακόπτονται	l	$0,7l_1$	l_1
Το στοιχείο στήριξης διακόπτεται και ενισχύεται με έλασμα :			
Το στοιχείο υπολογισμού δεν διακόπτεται	$0,7l_1$	l_1	$1,4l_1$
Το στοιχείο υπολογισμού διακόπτεται και ενισχύεται με έλασμα	$0,7l_1$	-	-
Δείκτες που αναφέρονται στο πίνακα 23 (σχήμα 12):			
l -απόσταση ανάμεσα σε κόμβους και σημεία τομής στοιχείων			
l_1 - πλήρης γεωμετρικό μήκος στοιχείου .			

Ο υπολογισμός αντοχής γίνεται με την δύναμη N_1 .

Τα μήκη υπολογισμού l_{ef} και $l_{ef,1}$ στοιχείων συμπαγούς διατομής, ενωμένα στα σημεία με ίδιο μήκος και φορτωμένα με διάφορες φορτίσεις, επιτρέπεται να υπολογίζονται σύμφωνα με τον πίνακα Ο.1 του παραρτήματος Ο.

11.1.3 Τα μήκη υπολογισμού l_{ef} και $l_{ef,1}$ στοιχείων δικτυώματος, ενωμένες μεταξύ τους (σχήμα 11, δ), λαμβάνουν :

Στο επίπεδο του πλαισίου - ίσο με την απόσταση ανάμεσα σε κόμβους πλαισίου και τόμων των στοιχείων ($l_{ef} = l$)

Έξω από το επίπεδο του πλαισίου : για θλιβόμενα στοιχεία - από πίνακα 23, για εφελκυσόμενα στοιχεία - ίσο με το πλήρης γεωμετρικό μήκος ($l_{ef,1} = l$).

11.1.4 Ακτίνες αδράνειας i διατομών στοιχείων από γωνίες κατά τον υπολογισμό λυγρητοτητας λαμβάνουν :

Όταν το μήκος υπολογισμού στοιχείου όχι μικρότερο από $0,85l$ (όπου l - απόσταση ανάμεσα σε πλησιέστερους κόμβους) - μικρότερες ($i = i_{\min}$)

Σε υπόλοιπες περιπτώσεις - ως προς τον άξονα γωνίας κάθετο η παράλληλο στο επίπεδο του πλαισίου ($i = i_x$ ή $i = i_y$ ανάλογα από την διεύθυνση διαμήκους λυγισμού).

11.1.5 Τα μήκη υπολογισμού l_{ef} στοιχείων δομικών κατασκευών λαμβάνονται από τον πίνακα 24.

ΠΙΝΑΚΑΣ 24

N π.π.	Στοιχεία δομικών κατασκευών	Μήκος υπολογισμού l_{ef}
1	Εκτός από αναφερθέντες στις θέσεις 2 και 3	l
2	Συνεχής (χωρίς διακοπή στους κόμβους) πέλματα, καθώς και στοιχεία πελμάτων και σχάρας, που ενώνονται στους κόμβους με συγκόλληση σε σφαιρικούς ή κυλινδρικούς κόμβους	$0,85l$
3	Από γωνίες που ενώνονται στην μια πλευρά τους : Με ραφές συγκόλλησης ή κοχλίες (όχι λιγότερους από δυο), τοποθετημένους κατά μήκος στοιχείου, όταν l/i_{\min} έως 90 από 90 έως 120 " 120 " 150 (μόνο για στοιχεία δικτυώματος) " 150 " 200 (μόνο για στοιχεία δικτυώματος) Με ένα κοχλία όταν l/i_{\min} : Έως 90 Από 90 έως 120 " 120 " 150 (μόνο για στοιχεία δικτυώματος) " 150 " 200 (μόνο για στοιχεία δικτυώματος)	l $0,90l$ $0,75l$ $0,70l$ l $0,95l$ $0,85l$ $0,80l$
Δείκτες που αναφέρονται στον πίνακα 24: l - γεωμετρικό μήκος στοιχείου (απόσταση ανάμεσα στους κόμβους δομικών στοιχείων).		

Ακτίνες αδράνειας διατομών i στοιχείων δομικών κατασκευών για υπολογισμό λυγρητοτητας λαμβάνουν :

Για στοιχεία υπό θλίψη και λυγισμό ως προς άξονα κάθετο η παράλληλο στο επίπεδο λυγισμού ($i = i_x$ ή $i = i_y$)

Σε άλλες περιπτώσεις ($i = i_{\min}$).

11.2 ΜΗΚΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΧΩΡΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΑΠΟ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΑ

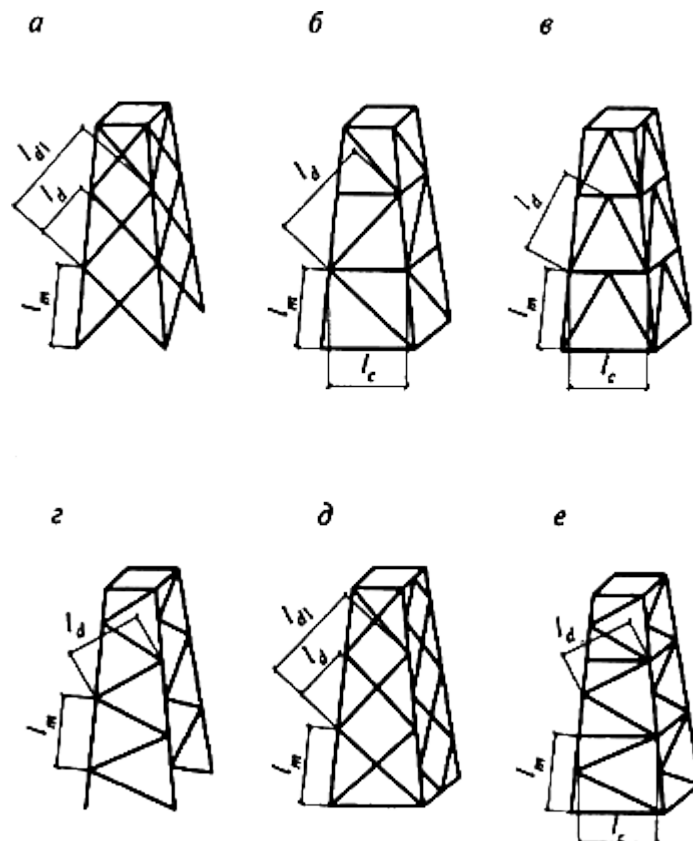
11.2.1 Τα μήκη υπολογισμού l_{ef} και ακτίνες αδράνειας i θλιβόμενων και χωρίς φόρτιση στοιχείων χωρικών κατασκευών (σχήμα 13) από γωνίες για υπολογισμό λυγηροτητας λαμβάνονται από τον πίνακα 25 με βάση τους πίνακες 26 και 27.

Τα μήκη υπολογισμού l_{ef} , και ακτίνες αδράνειας i εφελκυσόμενων στοιχείων από γωνίες για υπολογισμό λυγηροτητας λαμβάνεται :

Για πέλματα από τον πίνακα 25

Για χιαστή συνδέσεις όπως στο σχήμα 13, α , δ – στο επίπεδο πλευράς ίση με μήκος l_d και ακτίνα αδράνειας i_{min} , από το επίπεδο πλευράς – ίση με πλήρης γεωμετρικό μήκος στηρίγματος l_{d1} και ακτίνα αδράνειας i_x ως προς άξονα παράλληλο στο επίπεδο πλευράς .

Για στηρίγματα από σχήμα 13, β , ϵ , ζ , e – ίση με μήκος l_d και ακτίνα αδράνειας i_{min} .



α , β , ϵ – με κοινούς κόμβους πλευρών ζ , δ – με μη κοινούς κόμβους πλευρών
 e – με σχετικά κοινούς κόμβους πλευρών

Σχήμα 13 – σχήματα χωρικών δικτυωμάτων κατασκευών
 (δείκτες - βλ. Πίνακες 25, 26)

ΠΙΝΑΚΑΣ 25

Στοιχεία χωρικών κατασκευών	l_{ef}	i
Πέλματα :		
Από σχήμα 13, α, β, ε	l_m	i_{min}
Από σχήμα 13, ε, δ	$0,73 l_m$	i_{min}
Από σχήμα 13, ε	$0,64 l_m$	i_{min}
Λοξά στηρίγματα:		
Από σχήμα 13, α, δ	$\mu_d l_{dc}$	i_{min}
Από σχήμα 13, β, ε, ε, ε	$\mu_d l_d$	i_{min}
Αντιστηρίγματα :		
Από σχήμα 13, β, ε	$0,80 l_c$	i_{min}
Από σχήμα 13, ε	$0,73 l_c$	i_{min}
<p>Δείκτες που αναφέρονται στο πίνακα 25 (σχήμα 13)</p> <p>l_{dc} - συμβατικό μήκος , που λαμβάνεται από τον πίνακα 26</p> <p>μ_d - συντελεστής μήκος υπολογισμού λοξού στηρίγματος , που λαμβάνεται από πίνακα 27.</p> <p>Σημειώσεις</p> <p>1 οι λόξεις στηρίζεις του σχήματος 13, α, δ στα σημεία τομής τους πρέπει να είναι ενωμένα μεταξύ τους .</p> <p>2 η τιμή l_{ef} για αντιστηρίζεις του σχήματος 13, β είναι για γωνίες με ίσα πέλματα .</p>		

ΠΙΝΑΚΑΣ 26

Είδος κόμβου τομής στοιχείων δικτύωματος	Συμβατικό μήκος διαγώνιου l_{de} σε στοιχείο στήριξης		
	εφελκυόμενο	αδρανή	θλιβομενο
Και τα δυο στοιχεία δεν διακόπτονται	l_d	$1,3l_d$	$0,8l_{d1}$
Το στοιχείο στήριξης διακόπτεται και καλύπτεται με έλασμα , ενώ το στοιχείο υπολογισμού δεν διακόπτεται :			
Σε κατασκευές του σχήματος 13, α	$1,3l_d$	$1,6l_d$	l_{d1}
Το ίδιο , 13, β	$(1,75 - 0,15n)l_d$	$(1,9 - 0,1n)l_d$	l_{d1}
Κόμβος τομής στοιχείων είναι εξασφαλισμένος έναντι μετατοπίσεων	l_d	l_d	l_d
<p>Δείκτες που αναφέρονται στον πίνακα 26 (σχήμα 13):</p> $n = I_{m,min}l_d / (I_{d,min}l_m) ,$ <p>όπου $I_{m,min}$ και $I_{d,min}$ - μικρότερες ροπές αδράνειας διατομής πέλματος και λοξού στηρίγματος αντίστοιχα .</p> <p>Σημειώσεις - Όταν $n < 1$ και $n > 3$ στις εξισώσεις του πίνακα 26 λαμβάνεται αντίστοιχα $n = 1$ και $n = 3$.</p>			

ΠΙΝΑΚΑΣ 27

Ένωση λοξού στηρίγματος στο πέλμα	Τιμή n	Τιμή μ_d όταν l/i_{\min} , ισούται		
		έως 60	από. 60 έως 160	άνω. 160
Με συγκόλληση, κοχλίες (όχι λιγότερους από δύο που είναι τοποθετημένα κατά μήκος του λοξού στηρίγματος)	έως 2	1,14	$0,54 + 36i_{\min} / l$	0,765
	άνω.6	1,04	$0,54 + 28,8i_{\min} / l$	0,740
Με ένα κοχλία	Με όποια τιμή	1,12	$0,64 + 28,8i_{\min} / l$	0,820

Δείκτες που αναφέρονται στον πίνακα 27:

n - από πίνακα 26

l - μήκος που λαμβάνεται ίσο με το μήκος : l_d - για λοξές στηρίξεις του σχήματος 13, $\delta, \epsilon, \zeta, \eta$ l_{dc} από πίνακα 26 – για λοξές στηρίξεις του σχήματος 13, α, θ

Σημειώσεις

1 Η τιμή μ_d όταν $2 \leq n \leq 6$ υπολογίζεται με γραμμική παρεμβολή .

2 Όταν η ένωση λοξού στηρίγματος στο πέλμα γίνεται χωρίς έλασμα με συγκόλληση ή κοχλίες στο ένα άκρο και το άλλο άκρο με έλασμα ο συντελεστής μήκους υπολογισμού λοξού στηρίγματος λαμβάνεται ίσο με $0,5(1+\mu_d)$, όταν η ένωση γίνεται στα δύο άκρα με ελάσματα - $\mu_d=1,0$.

3 Οι άκρες του λοξού στηρίγματος του σχήματος 13, ϵ ενώνουν χωρίς ελάσματα . Σε αυτήν την περίπτωση και όταν ενώνονται στον ορθοστάτη και στο πέλμα με κοχλίες (όχι λιγότερους από δύο) ή συγκόλληση , την τιμή του συντελεστή μ_d λαμβάνουν από τον πίνακα με τιμή n "έως 2". Στην περίπτωση που τα άκρα ενώνονται με ένα κοχλία η τιμή του μ_d λαμβάνεται από πίνακα για "ένωση με ένα κοχλία", και στον υπολογισμό l_{ef} σύμφωνα με τον πίνακα 25 αντί για μ_d λαμβάνουν $0,5(1+\mu_d)$.

11.2.2 Τα μήκη υπολογισμού l_{ef} και οι ακτίνες αδράνειας i στοιχείων από σωλήνες ή από ζεύγος γωνιών λαμβάνονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις 11.1.1-11.1.3.

11.2.3 Τα μήκη υπολογισμού θλιβομενων στοιχείων χωρικών δικτυωμάτων επιτρέπεται να υπολογίζονται με την βοήθεια προγραμμάτων ηλεκτρονικού υπολογιστή (για ελαστική περιοχή χάλυβα και χωρίς παραμορφώσεις).

11.3 ΜΗΚΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ

11.3.1 Τα μήκη υπολογισμού l_{ef} υποστυλωμάτων συμπαγούς διατομής ή μεμονωμένων κλάδων υποστυλωμάτων με βαθμίδες γίνεται από την εξίσωση

$$l_{ef} = \mu l, \quad (121)$$

Όπου l - μήκος υποστυλώματος, μεμονωμένου κλάδου ή ύψος ορόφου

μ - συντελεστής μήκους υπολογισμού .

11.3.2 Κατά τον υπολογισμό συντελεστών μήκους υπολογισμού υποστυλωμάτων οι τιμές των αξονικών δυνάμεων στα στοιχεία κατασκευής λαμβάνονται κατά κανόνα για δυσμενέστερη φόρτιση σύμφωνα με τα κεφάλαια 8 και 10 του παρόντος κανονισμού .

Επιτρέπεται να υπολογίζονται οι συντελεστές μήκους υπολογισμού υποστυλωμάτων συνεχούς και βαθμιδωτών διατομών μόνο για τέτοιο συνδυασμό αξονικών φορτίσεων που να δίνει την δυσμενέστερη φόρτιση , και οι τιμές του συντελεστή μ να χρησιμοποιείται για υπόλοιπους συνδυασμούς φορτίσεων .

Πρέπει να διαχωρίζονται τα πλαίσια σε δεσμευμένα και ελεύθερα Στην πρώτη περίπτωση η ένωση δοκού με το υποστύλωμα δεν έχει ελεύθερες μετατοπίσεις στο επίπεδο του πλαισίου , ενώ στην δεύτερη περίπτωση τέτοιες μετατοπίσεις επιτρέπονται .

11.3.3 Τους συντελεστές μήκους υπολογισμού μ υποστυλωμάτων συνεχούς διατομής υπολογίζουν ανάλογα από τις συνθήκες στήριξης στα άκρα και το είδος φόρτισης . Μερικά παραδείγματα στηρίξεων και είδους φόρτισης η τιμή του μ αναφέρεται στον πίνακα 28.

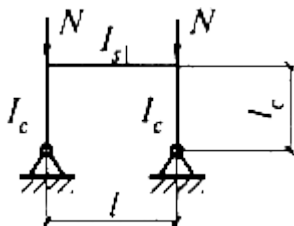
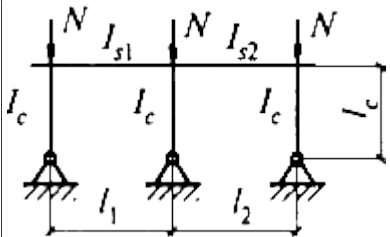
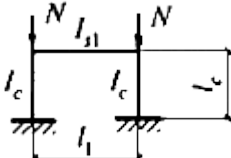
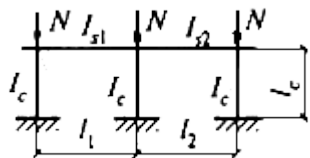
ΠΙΝΑΚΑΣ 28

Είδος στήριξης υποστυλώματος και της φόρτισης								
μ	1,0	0,7	0,5	2,0	1,0	2,0	0,725	1,12

Τους συντελεστές υπολογιστικού μήκους υποστυλωμάτων συνεχούς διατομής με ελαστικές στηρίξεις στα άκρα επιτρέπεται να υπολογίζονται από τις εξισώσεις του πίνακα Ο.2 του παραρτήματος Ο.

11.3.4 Τους συντελεστές υπολογιστικού μήκους μ υποστυλωμάτων συνεχούς διατομής στα επίπεδα ελεύθερων και μη πλαισίων με άκαμπτες συνδέσεις δοκών με τα υποστυλώματα και με ομοιόμορφη φόρτιση κόμβων που βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο, υπολογίζουν από τις εξισώσεις του πίνακα 29.

ΠΙΝΑΚΑΣ 29

Σχήμα πλαισίου	Συντελεστής στις εξισώσεις (122)-(126)		Συντελεστής μ
	p	n	
 	-	$\frac{I_{s1}l_c}{I_c l_1}$	$\mu = 2\sqrt{1 + \frac{0,38}{n}}$ <div>(122)</div>
	-	$\frac{k(n_1 + n_2)}{k + 1}$	
 	-	$\frac{I_{s1}l_c}{I_c l_1}$	$\mu = 2\sqrt{\frac{n + 0,56}{n + 0,14}}$ <div>(123)</div>
	-	$\frac{k(n_1 + n_2)}{k + 1}$	
	Άνω όροφος		Όταν $n \leq 0,2$

	$\frac{k(p_1 + p_2)}{k + 1} \quad \frac{2k(n_1 + n_2)}{k + 1}$	$\mu = \frac{(p + 0,68)\sqrt{n + 0,22}}{\sqrt{0,68p(p + 0,9)(n + 0,08) + 0,1n}} \quad (124)$
<p>Μεσαίος όροφος</p>	$\frac{k(p_1 + p_2)}{k + 1} \quad \frac{k(n_1 + n_2)}{k + 1}$ <p>Κάτω όροφος</p> $\frac{2k(p_1 + p_2)}{k + 1} \quad \frac{k(n_1 + n_2)}{k + 1}$	<p>Όταν $n > 0,2$</p> $\mu = \frac{(p + 0,63)\sqrt{n + 0,28}}{\sqrt{pn(p + 0,9) + 0,1n}} \quad (125)$
<p>Δεσμευμένα πλαίσια</p> <p>Άνω όροφος</p>	<p>Μεσαίος όροφος</p> $0,5(p_1 + p_2) \quad n_1 + n_2$ <p>Κάτω όροφος</p> $p_1 + p_2 \quad 0,5(n_1 + n_2)$	$\mu = \sqrt{\frac{1 + 0,46(p + n) + 0,18pn}{1 + 0,93(p + n) + 0,71pn}} \quad (126)$
<p>Δείκτες που αναφέρονται στον πίνακα 0 29:</p> <p>I_{s1}, I_{s2} και I_{i1}, I_{i2} - ροπές αδράνειας διατομής δοκών , που ενώνονται αντίστοιχα στο άνω και κάτω άκρο του υποστυλώματος υπολογισμού</p>		

I_c, l_c - αντίστοιχα ροπή αδράνειας διατομής και μήκος υποστυλώματος υπολογισμού

l_1, l_2 - ανοίγματα πλαισίου

k - αριθμός ανοιγμάτων

$$n_1 = \frac{I_{s1}l_c}{I_c l_1} \quad n_2 = \frac{I_{s2}l_c}{I_c l_2} \quad p_1 = \frac{I_{i1}l_c}{I_c l_1} \quad p_2 = \frac{I_{i2}l_c}{I_c l_2}.$$

Σημειώσεις

1 Για ακραίο υποστύλωμα ελεύθερου πλαισίου πολλών ανοιγμάτων τον συντελεστή μ υπολογίζουν για τιμές p και n για υποστυλώματα πλαισίου με ένα άνοιγμα .

2 Για μονώροφο πλαίσιο ενός ανοίγματος κατά τον υπολογισμό p και n στις εξισώσεις (124)-(126) λαμβάνεται $p_2 = n_2 = 0$.

11.3.5 Οι συντελεστές υπολογιστικού μήκους μ υποστυλωμάτων 1^{ου} επιπέδου ενός και πολλών ανοιγμάτων επιτρέπεται να υπολογίζεται σύμφωνα με τον πίνακα Ο.4 του παρατήματος Ο.

11.3.6 Όταν η σχέση $H/B \geq 6$ (όπου H - ολικό ύψος ελεύθερου πολυώροφου πλαισίου , B - πλάτος πλαισίου) πρέπει να ελέγχεται ολική ευστάθεια πλαισίου στο σύνολο όπως μονόπακτου στύλου .

11.3.7 Σε ανομοιόμορφη φόρτιση των άνω κόμβων στύλων σε ελεύθερο μονώροφο πλαίσιο και όταν υπάρχει άκαμπτη πλάκα ανοίγματος ή δοκών ανάμεσα στα υποστυλώματα , ο συντελεστής υπολογιστικού μήκους μ_{ef} του πιο φορτισμένου υποστυλώματος στο επίπεδο του πλαισίου υπολογίζεται από την εξίσωση

$$\mu_{ef} = \mu \sqrt{\frac{I_c \sum N_i}{N_c \sum I_i}} \geq 0,7 \quad (127)$$

Όπου μ - συντελεστής υπολογιστικού μήκους του κατ'υπολογισμό υποστυλώματος από εξισώσεις (122) και (123) του πίνακα 29

I_c, N_c - ροπή αδράνειας και αξονική δύναμη στο δυσμενέστερο υποστύλωμα του κατ'υπολογισμού πλαισίου αντίστοιχα

$\sum N_i, \sum I_i$ - άθροισμα αξονικών δυνάμεων και ροπών αδράνειας διατομών όλων των υποστυλωμάτων του κατ'υπολογισμό πλαισίου και τεσσάρων γειτονικών πλαισίων (από δυο σε κάθε πλευρά) αντίστοιχα , όλες οι αξονικές υπολογίζονται για

τον ίδιο συνδυασμό φορτίσεων , που έχει σαν αποτέλεσμα την αξονική δύναμη N_c στο υποστυλώμα υπολογισμού .

11.3.8 Οι συντελεστές υπολογιστικού μήκους μ μεμονωμένων κλάδων υποστυλωμάτων με βαθμίδες στο επίπεδο του πλαισίου υπολογίζονται σύμφωνα με το παράρτημα Π.

Κατά τον υπολογισμό συντελεστών υπολογιστικού μήκους μ για βαθμιδωτά υποστυλώματα μονώροφων πλαισίων βιομηχανικών κτιρίων επιτρέπεται :

Να μην λαμβάνεται υπόψη η επιρροή από την φόρτιση και ακαμψία γειτονικών υποστυλωμάτων.

Για πλαίσια πολλών ανοιγμάτων (με δύο και άνω ανοίγματα) και όταν υπάρχει άκαμπτη πλάκα η διαδοκίδες , που ενώνουν τα υποστυλώματα και που εξασφαλίζουν χωρική λειτουργία κατασκευής να υπολογίζονται τα μήκη υποστυλωμάτων όπως για αμετάθετους στύλους στο επίπεδο που ορίζεται από τους δοκούς .

11.3.9 Κατά τον υπολογισμό συντελεστών υπολογιστικού μήκους υποστυλωμάτων πλαισίων σύμφωνα με 11.3.3-11.3.8 επιτρέπεται να λαμβάνεται υπόψη επιρροή από την παραμόρφωση του συστήματος λόγω φόρτισης σύμφωνα με το παράρτημα Ο.

11.3.10 Τα μήκη υπολογισμού υποστυλωμάτων κατά μήκος του κτιρίου (από επίπεδο του πλαισίου), κατά κανόνα , λαμβάνονται ίσα με την απόσταση μεταξύ κόμβων εξασφαλισμένων έναντι μετατόπισης (στηρίξεις υποστυλωμάτων , γερανοδοκών , κόμβους δοκών κτλ.). Τα μήκη υπολογισμού επιτρέπεται να λαμβάνονται από το σχέδιο του κτιρίου που αντικατοπτρίζει τις πραγματικές συνθήκες στήριξης στα άκρα των υποστυλωμάτων .

11.3.11 Το υπολογιστικό μήκος κλάδων επίπεδων στηριγμάτων για ηλεκτροκίνητα οχήματα (τρόλεϊ , τραμ) υπολογίζεται ίσο με :

Κατά μήκος διεύθυνσης - με το ύψος στηρίγματος (από την βάση στήριξης έως τον άξονα του κάτω πέλματος πλαισίου ή δοκού), πολλαπλασιασμένο με τον συντελεστή μ , που υπολογίζεται για στύλο συνεχούς διατομής εξαρτώμενος από τις συνθήκες στήριξης στα άκρα .

Στην διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο του πλαισίου - με την απόσταση ανάμεσα στους κόμβους , πρέπει να ελέγχεται ολική ευστάθεια στήριξης ως στύλου πακτωμένου στην βάση του και ελεύθερο το άνω άκρο.

11.4 ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΛΥΓΗΡΟΤΗΤΕΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

11.4.1 Λυγηρότητες στοιχείων $\lambda = l_{ef} / i$, δεν πρέπει να υπερβαίνουν τις μέγιστες λυγηρότητες λ_u , που αναφέρονται στον πίνακα 30 για θλιβόμενα στοιχεία και στον πίνακα 31 – για εφελκόμενα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 30

N π.π .	Στοιχεία κατασκευής	Μέγιστη λυγηρότητα θλιβόμενων στοιχείων λ_{α}
1	Λωρίδες , λοξά στηρίγματα και ορθοστάτες , που μεταφέρουν τις αντιδράσεις στήριξης : Επίπεδων πλαισίων , δικτυωμάτων από σωλήνες ή ζεύγος γωνιών με ύψος όχι άνω των 50 μ Χωρικών δικτυωμάτων από μεμονωμένες γωνίες , καθώς και χωρικών κατασκευών από σωλήνες και ζεύγος γωνιών με ύψος άνω των 50 μ	180-60 α 120
2	Στοιχεία εκτός από αυτά που αναφέρονται στο 1 και 7: Επίπεδων πλαισίων , συγκολλητών χωρικών κατασκευών από μεμονωμένες γωνίες , χωρικών δικτυωμάτων από σωλήνες και ζεύγος γωνιών Χωρικών κατασκευών από γωνίες με κοχλιωτές συνδέσεις	210-60 α 220-40 α
3	Άνω λωρίδες πλαισίου, που δεν είναι στερεωμένα κατά την διαδικασία κατασκευής (την μέγιστη λυγηρότητα μετά την κατασκευή λαμβάνουν από την θέση 1)	220
4	Κύρια υποστυλώματα	180-60 α
5	Δευτερεύοντα υποστυλώματα (στηρίξεις ενισχύσεων , φανών κτλ) , στοιχεία δικτυώματος υποστυλωμάτων , στοιχεία κάθετων δικτυωμάτων ανάμεσα στα υποστυλώματα (κάτω από γερανοδοκούς)	210-60 α
6	Στοιχεία δικτυώματος , εκτός από αυτά που αναφέρονται στην θέση 5, καθώς και στύλοι , που τοποθετούνται για να μειώσουν το υπολογιστικό μήκος θλιβομενων στοιχείων και άλλα αφόρτιστα στοιχεία εκτός από αυτά που αναφέρονται στην θέση 7	200
7	Θλιβόμενα και αφόρτιστα στοιχεία χωρικών κατασκευών διατομής τύπου T και σταυροειδούς , που καταπονούνται από άνεμο κατά τον έλεγχο για κάμψη στο κάθετο επίπεδο	150
<p>Δείκτες που αναφέρονται στον πίνακα 30:</p> $\alpha = \frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c}$ <p>- συντελεστής , που λαμβάνεται όχι λιγότερος από 0,5 (σε μερικές περιπτώσεις αντί για φ λαμβάνεται φ_g).</p>		

ΠΙΝΑΚΑΣ 31

N π.π.	Στοιχεία κατασκευής	Μέγιστη λυγνρότητα εφελκόμενων στοιχείων λ_u όταν υπάρχει φόρτιση στην κατασκευή		
		Δυναμικά , που δρουν απευθείας στην κατασκευή	στατικά	Από γερανούς (βλ. σημείωση , θέση 5) και σιδηροδρομικώ ν στοιχείων
1	Λωρίδες και λοξά στηρίγματα επίπεδων πλαisiών (συμπεραλαμβομένων και πλαisiών φρεναρίσματος) και δικτυωμάτων	250	400	250
2	Στοιχεια πλαisiών και δικτυωμάτων εκτός από αυτά που αναφέρονται στην θέση 1	350	400	300
3	Κάτω πέλματα δοκών και γερανοδοκών	-	-	150
4	Στοιχεια κάθετων δικτυωμάτων ανάμεσα στα υποστυλώματα (κάτω από γερανοδοκούς)	300	300	200
5	Λοιπά στοιχεια δικτυώματος	400	400	300
6	Λωρίδες και λοξά στηρίγματα και εγκάρσια δοκός , ελκυστήρες εγκάρσιων δοκών στους πυλώνες της ΔΕΗ, ανοιχτών κατασκευών διανομής και δίκτυο για ηλεκτροκίνητα οχήματα	250	-	-
7	Στοιχεια στηρίξεων δικτυού ΔΕΗ, ανοιχτών κατασκευών διανομής και δικτυού γραμμών ηλεκτροκίνητων οχημάτων , εκτός από αυτά που αναφέρονται στις θέσεις 6 και 8	350	-	-
8	Στοιχεια χωρικών κατασκευών διατομής T και X (στους ελκυστήρες εγκάρσιων δοκών – στηρίξεων γραμμών ΔΕΗ και από μεμονωμένες γωνίες), που καταπονούνται από τον άνεμο κατά τον έλεγχο λυγνρότητας στο κάθετο επίπεδο	150	-	-

Σημειώσεις

1 στις κατασκευές που δεν καταπονούνται από δυναμικά φορτία , την λυγηροτητα εφελκυσμένων στοιχείων ελέγχουν μονό στο κάθετο επίπεδο .

2 Για στοιχεία δικτυώματος , που το βέλος τους από την δράση του ίδιου βάρους δεν υπερβαίνει $l/150$, κατά την δράση στην κατασκευή στατικών φορτίων επιτρέπεται να λαμβάνεται $\lambda_x = 500$.

3 Λυγηροτητα εφελκυσμένων στοιχείων , που έχουν καταπονηθεί πιο πριν , δεν περιορίζεται .

4 Τις τιμές των μέγιστων λυγηροτήτων λαμβάνουν για γερανούς που δουλεύουν σε συνθήκες εργασίας 7K (σε μεταλλουργίες) και 8K από ГОСТ 25546.

5 Για κάτω λωρίδες δοκών και γερανοδοκών για γερανούς κλάσης λειτουργίας 1K-6K επιτρέπεται να λαμβάνεται $\lambda_x = 200$.

6 Στα δυναμικά φορτία , που επιδρούν απευθείας στην κατασκευή ανήκουν τα φορτία που υπολογίζονται στον έλεγχο για κόπωση ή λαμβάνοντας υπόψη τους συντελεστές δυναμικότητας .

Για στοιχεία κατασκευής , που σύμφωνα με το παράρτημα Β ανήκουν στην ομάδα 4, σε κτίρια και κατασκευές I και II επιπέδου υπευθυνότητας (σύμφωνα με τις απαιτήσεις 7* "Υπολογισμός υπευθυνότητας κτιρίων και κατασκευών " με το СНиП 2.01.07), καθώς και για όλα τα στοιχεία κατασκευής στα κτίρια τύπου III επιτρέπεται να λαμβάνεται η μέγιστη λυγηροτητα αυξημένη κατά 10%.

12 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΑΠΟ ΕΛΑΣΜΑΤΑ (ΛΕΒΗΤΑΣ)

12.1 ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ

12.1.1 Ο έλεγχος αντοχής κατασκευών από ελάσματα (κέλυφος εκ περιστροφής), που βρίσκονται στο περιβάλλον χωρίς ροπές , γίνεται από την εξίσωση

$$\frac{1}{R_y \gamma_c} \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2} \leq 1 \quad (128)$$

Όπου σ_x και σ_y - ορθές τάσεις σε δυο κάθετα επίπεδα

γ_c - συντελεστής λειτουργίας κατασκευής , που ορίζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις СНиП 2.09.03.

Οι απόλυτες τιμές των κυριών τάσεων δεν πρέπει να υπερβαίνουν τις τάσεις αντοχής πολλαπλασιασμένες επί τον συντελεστή γ_c .

12.1.2 Οι τάσεις σε λεπτότοιχες διατομές χωρίς ροπές (σχήμα 14), που βρίσκονται κάτω από την πίεση υγρού, αερίου ή λεπτοκόκκου υλικού, υπολογίζονται από τις εξισώσεις :

$$\sigma_1 = \frac{F}{2\pi r t \cos \beta} \quad (129)$$

$$\sigma_2 = (p/t - \sigma_1/r_1)r_2 \quad (130)$$

Όπου σ_1 και σ_2 - ισημερινή και δακτυλική τάσεις αντίστοιχα

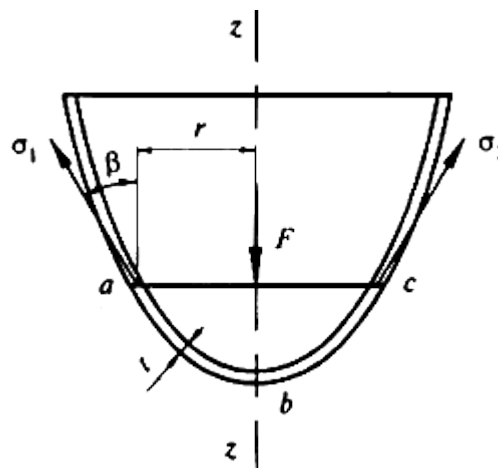
F - προβολή στον άξονα $z-z$ του πλήρους κελύφους πίεσης υπολογισμού, που επιδρά στο τμήμα abc (σχήμα 14)

r και β - ακτίνα και γωνία του σχήματος 14

t - πάχος διατομής

P - πίεση υπολογισμού στην επιφάνεια διατομής

r_1, r_2 - ακτίνες καμπυλότητας σε κυρίες διευθύνσεις του μέσου της επιφάνειας της διατομής.



Σχήμα 14 – Σχήμα κέλυφος εκ περιστροφής

12.1.3 Οι τάσεις σε κλειστές λεπτότοιχες διατομές, που βρίσκονται σε εσωτερική ομοιόμορφη πίεση υπολογίζονται από τις εξισώσεις :

Για κυλινδρικό κέλυφος

$$\sigma_1 = pr/(2t); \sigma_2 = pr/t; \quad (131)$$

Για σφαιρικό κέλυφος

$$\sigma_1 = \sigma_2 = pr / (2t) \quad (132)$$

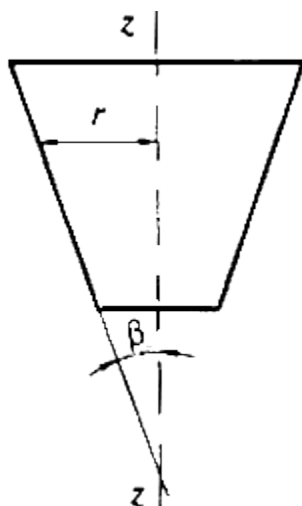
Για κωνικό κέλυφος

$$\sigma_1 = \frac{pr}{2t \cos \beta}; \quad \sigma_2 = \frac{pr}{t \cos \beta} \quad (133)$$

όπου P - εσωτερική πίεση υπολογισμού στην επιφάνεια του κελύφους

r - ακτίνα μέσου της επιφάνειας του κελύφους (σχήμα 15)

β - γωνία μεταξύ της εφαπτομένης του κώνου και του άξονα του $z - z$ (σχήμα 15).



Σχήμα 15 – σχήμα κωνικού κελύφους εκ περιστροφής

12.1.4 Κατά τον έλεγχο αντοχής κελύφους στα σημεία αλλαγής σχήματος ή πάχους, καθώς και στα σημεία αλλαγής φόρτισης υπολογίζουν τις τοπικές τάσεις (краевой эффект).

12.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ

12.2.1 Ο υπολογισμός ευστάθειας κλειστών κυκλικών κυλινδρικών κελυφών, ομοιόμορφα θλιβόμενης παράλληλης γενέτειρας κώνου, γίνεται από την εξίσωση

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_{cr,1}\gamma_c} \leq 1 \quad (134)$$

όπου σ_1 - τάση σχεδιασμού στο κέλυφος

$\sigma_{cr,1}$ - κρίσιμη τάση, που είναι η μικρότερη από τις τιμές ψR_y ή cEt/r (εδώ r - ακτίνα μέσης επιφάνειας κελύφους, t - πάχος κελύφους) όταν $r/t \leq 300$, όταν $r/t > 300$ $\sigma_{cr,1} = cEt/r$.

Οι τιμές του συντελεστή ψ όταν $0 < r/t \leq 300$ υπολογίζονται από την εξίσωση

$$\psi = 0,97 - (0,00025 + 0,95R_y/E)r/t. \quad (135)$$

Τιμές του συντελεστή c υπολογίζονται από πίνακα 32.

ΠΙΝΑΚΑΣ 32

r/t	100	200	300	400	600	800	1000	1500	2500
c	0,22	0,18	0,16	0,14	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06

Σε περίπτωση έκκεντρης θλίψης γενέτειρας κώνου ή καθαρού λογισμού σε διαμετρικό επίπεδο ή εφαπτομενικές τάσεις στο σημείο μέγιστης ροπής που δεν υπερβαίνουν την τιμή $0,07 E(t/r)^{3/2}$, η τάση $\sigma_{cr,1}$ αυξάνεται στην $(1,1 - 0,1\sigma'_2/\sigma_1)$ φορά, όπου σ'_2 - ελάχιστη τάση (η τάση εφελκυσμού θεωρείται αρνητική).

12.2.2 Στους σωλήνες που υπολογίζονται σαν θλιβόμενα ή έκκεντρα θλιβόμενα στοιχεία με συμβατική λυγηρότητα $\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y/E} \geq 0,65$, πρέπει να τηρείται η συνθήκη

$$r/t \leq \pi \sqrt{E/R_y}. \quad (136)$$

Τέτοιοι σωλήνες υπολογίζονται για ευστάθεια σύμφωνα με τις απαιτήσεις κεφαλαίων 8 και 10 ανεξάρτητα από τον υπολογισμό ευστάθειας τοιχωμάτων. Υπολογισμός ευστάθειας τοιχωμάτων σωλήνων χωρίς ραφές ή συγκολλητών σωλήνων δεν χρειάζεται, εάν η τιμή r/t δεν υπερβαίνει την μισή τιμή που υπολογίζεται από την εξίσωση (136).

12.2.3 Κυλινδρική πλακά που στηρίζεται σε δύο γενέτειρες ή δυο πλευρικά τόξα, ομοιόμορφα θλιβόμενη κατά μήκος γενέτειρων, όταν $b^2/(rt) \leq 20$ (όπου b - πλάτος πλάκας, υπολογισμένο από γενέτειρα τόξου) πρέπει να υπολογίζεται για ευστάθεια ως πλάκα από τις εξισώσεις:

Με φορτίο σχεδιασμού $\sigma \leq 0,8R_y$

$$b/t \leq 1,9\sqrt{E/R_y} \quad (137)$$

Με φορτίο σχεδιασμού $\sigma = R_y$

$$b/t \leq 37/\left(\sqrt{1+500R_y/E}\right). \quad (138)$$

Όταν $0,8R_y < \sigma < R_y$ τον μέγιστο λόγο b/t υπολογίζουν με γραμμική παρεμβολή.

Εάν $b^2/(rt) > 20$, τότε η πλάκα υπολογίζεται για ευστάθεια ως επιφάνεια, σύμφωνα με τις απαιτήσεις 12.2.1.

12.2.4 Ο υπολογισμός ευστάθειας κλειστού κυλινδρικού κελύφους εκ περιστροφής κατά την δράση εξωτερικής ομοιόμορφης πίεσης P σε πλευρική επιφάνεια γίνεται από την εξίσωση

$$\sigma_2/(\sigma_{cr,2}\gamma_c) \leq 1 \quad (139)$$

Όπου $\sigma_2 = pr/t$ - τάση δακτυλίου στο κέλυφος

$\sigma_{cr,2}$ - κρίσιμη τάση, υπολογισμένη από τις εξισώσεις:

όταν $0,5 \leq l/r \leq 10$

$$\sigma_{cr,2} = 0,55E(r/l)(t/r)^{3/2} \quad (140)$$

όταν $l/r \geq 20$

$$\sigma_{cr,2} = 0,17E(t/r)^2 \quad (141)$$

όταν $10 < l/r < 20$ τάση $\sigma_{cr,2}$ υπολογίζουν με γραμμική παρεμβολή.

Εδώ l - μήκος κυλινδρικού κελύφους.

Ίδιο κέλυφος, αλλά με περιμετρικές ενισχύσεις, που τοποθετούνται με βήμα $s \geq 0,5r$ ανάμεσα στους άξονες, πρέπει να υπολογίζεται για ευστάθεια από εξισώσεις (139)-(141) με αντικατάσταση s αντί l .

Σε αυτή την περίπτωση πρέπει να ισχύει η συνθήκη ευστάθειας νεύρωσης στο επίπεδο του όπως για θλιβόμενο στύλο σύμφωνα με τις απαιτήσεις 8.1.3 όταν $N = prs$ και υπολογιστικό μήκος $l_{ef} = 1,8r$, επίσης στην τομή της νεύρωσης συμπεριλαμβάνεται μέρος του κελύφους πάχους $0,65t\sqrt{E/R_y}$ σε κάθε πλευρά του

άξονα της νεύρωσης, και η συμβατική λυγηρότητα στύλου $\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y / E}$ δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 6,5.

Σε περίπτωση μονόπλευρης νεύρωσης η ροπή αδράνειας της υπολογίζεται ως προς τον άξονα, που συμπίπτει με την πλησιέστερη επιφάνεια κελύφους.

12.2.5 Υπολογισμός ευστάθειας κλειστής κυλινδρικής επιφάνειας που καταπονείται ταυτόχρονα με φορτίσεις που αναφέρονται στα 12.2.1 και 12.2.4, γίνεται από εξίσωση

$$(1/\gamma_c)(\sigma_1/\sigma_{cr,1} + \sigma_2/\sigma_{cr,2}) \leq 1 \quad (142)$$

Όπου $\sigma_{cr,1}$ υπολογίζουν σύμφωνα με 12.2.1 και $\sigma_{cr,2}$ - σύμφωνα με απαιτήσεις 12.2.4.

12.2.6 υπολογισμός ευστάθειας κωνικού κελύφους με γωνία κελύφους $\beta \leq 60^\circ$, θλιβόμενου με δύναμη N κατά μήκος του άξονα (σχήμα 16), γίνεται από την εξίσωση

$$N/(N_{cr}\gamma_c) \leq 1, \quad (143)$$

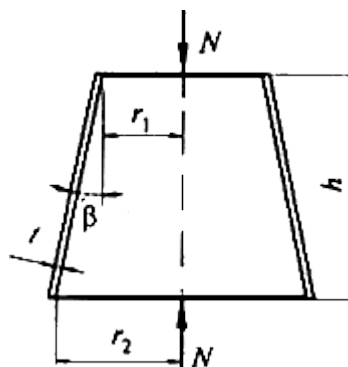
Όπου N_{cr} - κρίσιμη δύναμη, υπολογιζόμενη από την εξίσωση

$$N_{cr} = 6,28 t \sigma_{cr,1} r_m \cos^2 \beta \quad (144)$$

εδώ t - πάχος κελύφους

$\sigma_{cr,1}$ - τιμή τάσης που υπολογίστηκε σύμφωνα με τις απαιτήσεις 12.2.1 με αντικατάσταση της ακτίνας r με ακτίνα r_m , που ισούται :

$$r_m = (0,9r_2 + 0,1r_1) / \cos \beta. \quad (145)$$



Σχήμα 16 – Σχήμα κωνικού κελύφους εκ περιστροφής κατά την δράση σε αυτό θλιπτικής δύναμης.

12.2.7 Ο υπολογισμός ευστάθειας κωνικού κελύφους κατά την δράση σε αυτό ομοιόμορφης εξωτερικής πίεσης P στην πλευρική επιφάνεια γίνεται από την εξίσωση

$$\sigma_2 / (\sigma_{cr,2} \gamma_c) \leq 1 \quad (146)$$

Όπου $\sigma_2 = pr_m / t$ - δακτυλική τάση υπολογισμού στον λέβητα

$\sigma_{cr,2}$ - κρίσιμη τάση που υπολογίζεται από την εξίσωση

$$\sigma_{cr,2} = 0,55 E (r_m / h) (t / r_m)^{3/2} \quad (147)$$

όπου r_m - ακτίνα που υπολογίζεται από την εξίσωση (145)

h - ύψος κωνικού κελύφους .

12.2.8 Ο υπολογισμός ευστάθειας κωνικού κελύφους εκ περιστροφής που καταπονείται ταυτόχρονα από συνδυασμό φορτίων που αναφέρονται στα 2.2.6 και 12.2.7, γίνεται από την εξίσωση

$$(1/\gamma_c)(N/N_{cr} + \sigma_2/\sigma_{cr,2}) \leq 1 \quad (148)$$

Όπου οι τιμές N_{cr} και $\sigma_{cr,2}$ υπολογίζονται από τις εξισώσεις (144) και (147).

12.2.9 Ο υπολογισμός ευστάθειας πλήρους σφαιρικού κελύφους (ή της τομής του) όταν $r/t \leq 750$ και της δράσης εξωτερικής ομοιόμορφης πίεσης P , κανονικής στην επιφάνεια του γίνεται από την εξίσωση

$$\sigma / (\sigma_{cr} \gamma_c) \leq 1 \quad (149)$$

όπου $\sigma = pr / (2t)$ - τάση σχεδιασμού

$\sigma_{cr} = 0,1Et / r$ - κρίσιμη τάση ,που λαμβάνεται όχι πάνω από R_p

r - ακτίνα μέσου της επιφάνειας σφαίρας .

13 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΓΙΑ ΚΟΠΩΣΗ

13.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

13.1.1 Κατά τον σχεδιασμό μεταλλικών κατασκευών και των στοιχείων τους , που καταπονούνται από φορτία που κινούνται , προκαλούν δόνηση και αλλά με αριθμό

κύκλων φορτίσεων 10^5 και άνω που μπορούν να προκαλέσουν την κόπωση, συνυπολογίζουν τις απαιτήσεις στο υλικό, την τεχνολογία παραγωγής του, και ο υπολογισμός γίνεται ώστε να αποφεύγεται συγκέντρωση τάσεων, καθώς και γίνεται έλεγχος για κόπωση.

Αριθμός κύκλων φορτίσεων υπολογίζουν από τεχνολογικές απαιτήσεις χρήσης.

Ο υπολογισμός κατασκευών για κόπωση γίνεται για φορτία που υπολογίζονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις CHΠ 2.01.07.

Κατασκευές μεγάλου ύψους (όπως ιστός, πύργος κτλ.), που ελέγχονται για συντονισμό από άνεμο σύμφωνα με τις απαιτήσεις CHΠ 2.01.07, ελέγχονται για κόπωση.

13.1.2 Ο έλεγχος για κόπωση γίνεται από την εξίσωση

$$\frac{\sigma_{\max}}{\alpha R_{\nu} \gamma_{\nu}} \leq 1 \quad (150)$$

όπου σ_{\max} - μέγιστη κατά απόλυτη τιμή τάση στο στοιχείο υπολογισμού, υπολογισμένη για καθαρή διατομή χωρίς να λαμβάνεται υπόψη ο συντελεστής δυναμικότητας και συντελεστές φ , φ_b , φ_s

α - συντελεστής που υπολογίζει τον αριθμό των κύκλων φορτίσεων n , που λαμβάνεται όταν $n \geq 3,9 \cdot 10^6$ ίσο με $\alpha = 0,77$ και υπολογίζεται όταν $n < 3,9 \cdot 10^6$ από εξισώσεις:

Για ομάδες στοιχείων 1 και 2

$$\alpha = 0,064(n/10^6)^2 - 0,5(n/10^6) + 1,75 \quad (151)$$

Για ομάδες στοιχείων 3-8

$$\alpha = 0,07(n/10^6)^2 - 0,64(n/10^6) + 2,2 \quad (152)$$

R_{ν} - αντοχή σε κόπωση, που λαμβάνεται από τον πίνακα 33 ανάλογα από το όριο θραύσης χάλυβα R_{um} και των ομάδων στοιχείων κατασκευής, που αναφέρονται στο παράρτημα P

γ_{ν} - συντελεστής που λαμβάνεται από τον πίνακα 34 ανάλογα από τις συνθήκες φόρτισης και τον συντελεστή ασυμμετρίας φορτίσεων $\rho = \sigma_{\min} / \sigma_{\max}$ (εδώ σ_{\min} - μικρότερη κατά απόλυτη τιμή τάση στο στοιχείο υπολογισμού που υπολογίζεται όπως η σ_{\max} , καθώς και με την ίδια φόρτιση και όταν οι τάσεις έχουν διαφορετικό πρόσημο σ_{\max} και σ_{\min} η τιμή του ρ λαμβάνεται με πρόσημο μείον (-).

ΠΙΝΑΚΑΣ 33

Ομάδα στοιχείων	Τιμή R_v μ όριο θραύσης χάλυβα R_{un} , N/μμ ²				
	Έως 420	από. 420 έως 440	από. 440 έως 520	από. 520 έως 580	από. 580 έως 675
1	120	128	132	136	145
2	100	106	108	110	116
3	Για όλους τους τύπους χάλυβα				90
4	Το ίδιο				75
5	"				60
6	"				45
7	"				36
8	"				27

ΠΙΝΑΚΑΣ 34

Είδος τάσης (για σ_{\max})	Συντελεστής ασυμμετρίας τάσεων ρ	Εξισώσεις για υπολογισμό συντελεστή γ_c
Εφελκυσμός	$-1 \leq \rho \leq 0$	$\frac{2,5}{1,5 - \rho}$
	$0 < \rho \leq 0,8$	$\frac{2,0}{1,2 - \rho}$
	$0,8 < \rho < 1$	$\frac{1,0}{1 - \rho}$
Θλίψη	$-1 \leq \rho < 1$	$\frac{2,0}{1 - \rho}$

Κατά τον υπολογισμό από την εξίσωση (150) πρέπει να ισχύει η συνθήκη $\alpha R_v \gamma_v \leq R_u / \gamma_u$.

13.1.3 κατασκευές από χάλυβα καθώς και τα στοιχεία τους , που καταπονούνται από φορτίσεις με κύκλους λιγότερους από 10^5 , σχεδιάζουν με χρήση τέτοιων κατασκευαστικών λύσεων , που δεν προκαλούν σημαντική συγκέντρωση τάσεων .

13.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΕΡΑΝΟΔΟΚΩΝ

13.2.1 Ο υπολογισμός γερανοδοκών για κόπωση γίνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις 13.1.1 και 13.1.2 για φόρτιση από γερανό που υπολογίζονται σύμφωνα με το СНП 2.01.07. Σε αυτή την περίπτωση λαμβάνεται $\alpha=0,77$ για γερανούς κλάσης λειτουργίας 7K (σε μεταλλουργίες) και 8K από ГОСТ 25546 και $\alpha=1,1$ – σε υπόλοιπες περιπτώσεις .

13.2.2 Ο υπολογισμός για κόπωση άνω ζώνης κορμού των γερανοδοκών για γερανούς κλάσης λειτουργίας 7K (σε μεταλλουργίες) και 8K από ГОСТ 25546 γίνεται από την εξίσωση

$$\frac{1}{R_y} (0,5\sqrt{\sigma_x^2 + 0,36\tau_{xy}^2} + 0,4\sigma_{loc,y} + 0,5\sigma_{\varphi}) \leq 1 \quad (153)$$

Όπου R_y - αντίσταση υπολογισμού σε κόπωση που λαμβάνεται για όλους τους χάλυβες και για δοκούς με συγκολλητά πέλματα και για πέλματα που ενώνονται με προεντεταμένους κοχλίες $R_y=75 \text{ N/mm}^2$ και 96 N/mm^2 για άνω θλιβόμενο πέλμα $R_y=65 \text{ N/mm}^2$ και 89 N/mm^2 για άνω εφελκυστικό τμήμα κορμού .

Οι τιμές των τάσεων στην εξίσωση e (153) υπολογίζονται από τις εξισώσεις 9.3.3 για φορτίσεις από γερανό , που λαμβάνονται στον υπολογισμό για κόπωση .

14 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΦΥΓΗ ΨΑΘΥΡΑΣ ΑΣΤΟΧΙΑΣ

14.1 Κατά τον σχεδιασμό μεταλλικών κατασκευών αποκλείεται η δυνατότητα ψαθυράς αστοχίας που επιτυγχάνεται λόγω του συνδυασμού των εξής παραγόντων :

Χαμηλής θερμοκρασίας , κατά την οποία ο χάλυβας ανάλογα από την χημική του σύσταση , δομής και πάχους διατομής έρχεται σε ψαθυρή αστοχία

Την δράση κινητών , δυναμικών και ταλαντευτικών φορτίων

Υψηλών τοπικών τάσεων από συγκεντρωμένα φορτία ή από παραμόρφωση στοιχείων ένωσης καθώς και των παραμενουσών τάσεων

Ισχυρών συγκεντρωτών τάσεων που δρουν στην διεύθυνση κάθετα στην διεύθυνση εφελκυστικών τάσεων .

14.2 Για την αποφυγή ψαθυράς αστοχίας κατασκευών :

Επιλέγουν χάλυβα σύμφωνα με τις απαιτήσεις του 6.2

Αν υπάρχει δυνατότητα αποφεύγονται οι ραφές συγκόλλησης στις ζώνες δράσης εφελκυστικών τάσεων που υπερβαίνουν το όριο $0,4R_p$

Λαμβάνουν τα μέτρα για την μείωση αθέλητης επιρροής των συγκεντρώσεων τάσεων και ψυχρής σκλήρυνσης, λόγω των κατασκευαστικών συνθηκών ή που γίνονται κατά την διάρκεια των διαφόρων τεχνολογικών λειτουργιών

Αποφεύγεται η τομή των ραφών συγκόλλησης

Για συγκολλήσεις αρμών χρησιμοποιείται έλασμα και φυσικές μέθοδοι έλεγχου ποιότητας συγκόλλησης

Υπολογίζεται ότι οι κατασκευές με συνεχές τοίχωμα έχουν λιγότερους συγκεντρωτές τάσεων παρά τα δικτυώματα

Στις ενώσεις αρμών που σκεπάζονται με ελάσματα οι ραφές δεν έρχονται μέχρι τον άξονα αρμού όχι λιγότερο από 25 μμ σε κάθε πλευρά

Χρησιμοποιούνται μικρότερα πάχη στοιχείων

Τα ελάσματα δικτυωμάτων και άλλων δευτερευόντων στοιχείων ενώνουν κατά κύριο λόγο με κοχλίες.

15 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΝΩΣΕΩΝ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

15.1 ΕΝΩΣΕΙΣ ΜΕ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ

15.1.1 Κατά τον σχεδιασμό μεταλλικών κατασκευών με ενώσεις με ραφές συγκόλλησης :

Ορίζουν ελάχιστες διαστάσεις των ραφών συγκόλλησης με βάση τις απαιτήσεις 15.1.4-15.1.6, καθώς και χρησιμοποιούν τον ελάχιστο απαιτούμενο αριθμό συγκολλήσεων.

Παρέχουν την ελεύθερη πρόσβαση στα σημεία εκτέλεσης των ραφών με βάση το είδος και την τεχνολογία συγκόλλησης.

15.1.2 Βασικοί τύποι, στοιχεία κατασκευής και διαστάσεις συγκολλήσεων λαμβάνουν από ΓΟCT 5264, ΓΟCT 8713, ΓΟCT 11533, ΓΟCT 11534, ΓΟCT 14771, ΓΟCT 23518.

15.1.3 Κατά την επιλογή ηλεκτρόδιων, σύρματος συγκόλλησης και συλλιπάσματος λαμβάνεται υπόψη η ομάδα της κατασκευής και οι θερμοκρασίες σχεδιασμού που ορίζονται στο παράρτημα Γ.

15.1.4 Κατά τον σχεδιασμό συγκολλήσεων αποκλείουν την δυνατότητα ψαθυράς αστοχίας κατασκευής με βάση τις απαιτήσεις κεφαλαίου 14.

15.1.5 Κατά τον σχεδιασμό συγκολλήσεων διατομών τύπου T και γωνιών στοιχείων μεταλλικών κατασκευών με εφελκυστηκές τάσεις στην διεύθυνση πάχους της διατομής και για να αποφεύγεται η δυνατότητα καταστροφής των στρωμάτων μετάλλου στο πλαίσιο της συγκόλλησης, κατά κανόνα :

Χρησιμοποιούν χάλυβα για κατασκευές τύπου 1 σύμφωνα με το παράρτημα Β με όριο διαρροής έως 375 N/mm^2 , καθώς και χάλυβες με μηχανικές ιδιότητες στην διεύθυνση του πάχους διατομής σύμφωνα με το ΓΟCT 28870

Χρησιμοποιούν υλικά συγκόλλησης με χαμηλότερη αντοχή και αυξημένη πλαστιμότητα, χρησιμοποιούν τεχνολογικά μέτρα ώστε να αποφεύγονται παραμένουσες τάσεις από συγκόλληση και δεν χρησιμοποιείται κονίαμα

Αντικαθίστανται οι γωνιακές ενώσεις με τύπου T, και στα τελευταία ελέγχεται ώστε το πάχος προεξοχής προς το πάχος διατομής να μην είναι μικρότερο από 1, χρησιμοποιείται διαμερισμός ραφών ώστε να παρέχεται η μείωση όγκου λιωμένου μετάλλου.

15.1.6 Οι ενώσεις των κατασκευών από ελάσματα με ραφές, κατά κανόνα σχεδιάζουν ίσια με πλήρης συγκόλληση και με χρήση των οδηγών ελασμάτων. κατά την διαδικασία κατασκευής επιτρέπεται μονόπλευρη συγκόλληση.

15.1.7 Οι διαστάσεις γωνιακών ραφών συγκόλλησης καθώς και είδος ένωσης πρέπει να πληρούν τις εξής προϋποθέσεις :

α) κάθετος της γωνιακής ραφής k_f δεν πρέπει να υπερβαίνει $1,2t$, όπου t - ελάχιστο πάχος των στοιχείων που συγκολλούνται, κάθετος της ραφής για διατομές με στρογγύλευση πάχους t , δεν πρέπει να υπερβαίνει $0,9t$

β) κάθετος της γωνιακής ραφής k_f , πρέπει να πληρεί τις απαιτήσεις υπολογισμού και πρέπει να είναι όχι λιγότερος από αυτό που αναφέρεται στον πίνακα 35, κάθετος ραφής σε διατομή τύπου T σε ενώσεις από δυο πλευρές καθώς και σε γωνιακές ενώσεις επιτρέπεται να λαμβάνεται λιγότερος από αυτό που αναφέρεται στον πίνακα 35, αλλά όχι λιγότερο από 4 μμ, επίσης οι ραφές συγκόλλησης πρέπει να πληρούν τις απαιτήσεις αντοχής που υπολογίζεται από τον σχεδιασμό της καθώς και με τον απαιτούμενο έλεγχο της. Δεν πρέπει να υπάρχουν ατέλειες, καθώς και ρωγμές στην ραφή.

γ) το μήκος υπολογισμού γωνιακής ραφής πρέπει να είναι όχι μικρότερο από $4k_f$ και όχι λιγότερο από 40 μμ

δ) το μήκος των συνοδευτικών ραφών δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από $85\beta_f k_f$, εκτός από ραφές, στις οποίες η αξονική δύναμη δρα σε όλο το μήκος της ραφής (άδω β_f - συντελεστής που λαμβάνεται από τον πίνακα 36)

δ) το πάχος της επικάλυψης πρέπει να είναι όχι λιγότερο από το πενταπλάσιο πάχος του πιο λεπτού από τα στοιχεία που συγκολλούνται

ε) τον λόγο των διαστάσεων καθέτων γωνιακών ραφών λαμβάνουν κατά κανόνα ο, 1:1, εάν τα πάχη των στοιχείων είναι διαφορετικά μεταξύ τους επιτρέπεται να γίνονται ραφές με διαφορετικά κάθετα, οι κάθετοι στο πιο λεπτό ή πιο παχύ στοιχείου πρέπει να τηρούν τις απαιτήσεις αντίστοιχα 15.1.7, ή 15.1.7, δ

ζ) οι γωνιακές ραφές γίνονται με ομαλή μετάβαση στο βασικό μέταλλο στις κατασκευές που γίνονται στις περιοχές με θερμοκρασίες κάτω από - 45 °C, καθώς και στις περιπτώσεις που η ομαλή μετάβαση αυξάνει την αντοχή σε κόπωση ραφών συγκολλήσεων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 35

Είδος ένωσης	Είδος συγκόλλησης	Όριο διαρροής χάλυβα, Nmm ²	Ελαχίστη κάθετος ραφής k_f , μμ, με πάχος του πιο παχύ στοιχείου t , μμ						
			4-5	6-10	11-16	17-22	23-32	33-40	41-80
Τύπου T:	Χειρονακτική με τόξο	Έως 285	4	4	4	5	5	6	6
		από . 285 έως 390	4	5	6	7	8	9	10
		" 390 " 590	5	6	7	8	9	10	12
Επικάλυψη και γωνιακή	Με μηχανικά μέσα	έως 285	3	4	4	5	5	6	6
		Από . 285 έως 390	3	4	5	6	7	8	9
		" 390 " 590	4	5	6	7	8	9	10
Τύπου T με μονόπλευρη και γωνιακή ραφή	Χειρονακτική με τόξο	έως 375	5	6	7	8	9	10	12
	Με μηχανικά μέσα	" 375	4	5	6	7	8	9	10
Σημειώσεις									
1 σε κατασκευές από χάλυβα με όριο διαρροής άνω του 590 N/μμ ² , καθώς και σε όλους τους χάλυβες με πάχος άνω 80 μμ η ελαχίστη κάθετος ραφής λαμβάνεται από									

ειδικές τεχνικές συνθήκες .

2 σε κατασκευές ομάδας 4 η ελάχιστη κάθετος μονόπλευρων γωνιακών ραφών μειώνεται κατά 1 μμ όταν το πάχος του χάλυβα είναι έως 40 μμ και κατά 2 μμ – όταν το πάχος είναι πάνω από 40 μμ.

ΠΙΝΑΚΑΣ 36

Είδος συγκόλλησης όταν η διάμετρος σύρματος συγκόλλησης είναι d ,μμ	Τοποθέτηση ραφής	Συντελεστής	Τιμές των συντελεστών β_f και β_z σε κανονικές συνθήκες συγκόλλησης και καθέτων ραφής , μμ			
			3-8	9-12	14-16	άνω. 16
Αυτόματη $d=3-5$	Σε σχήμα V	β_f	1,1		0,7	
		β_z	1,15		1,0	
	κάτω	β_f	1,1	0,9		0,7
		β_z	1,15	1,05		1,0
Αυτόματη και μηχανική $d=1,4-2$	Σε σχήμα V	β_f	0,9		0,8	0,7
		β_z	1,05		1,0	
	Κάτω οριζόντια, κάθετη	β_f	0,9	0,8	0,7	
		β_z	1,05	1,0		
χειρονακτική, μηχανική με σύρμα συνεχούς διατομής όταν $d < 1,4$ ή με κονίαμα	Σε σχήμα V	β_f	0,7			
	κάτω, οριζόντια, κάθετη,	β_z	1,0			

15.1.8 Για γωνιακές ραφές διαστάσεις των οποίων είναι σύμφωνα με τα κριτήρια για χάλυβα με όριο διαρροής έως 285 N/mm^2 πρέπει να χρησιμοποιούνται ηλεκτρόδια που τηρούν τις προϋποθέσεις : $R_{wf} > R_{wz}$ κατά την μηχανική συγκόλληση και 1,1

$R_{wz} \leq R_{wf} \leq R_{wz}\beta_z/\beta_f$ κατά την χειρονακτική συγκόλληση, και για στοιχεία από χάλυβα με όριο διαρροής άνω του 285 N/mm^2 επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται ηλεκτρόδια που έχουν σαν προϋπόθεση $R_{wz} < R_{wf} < R_{wz}\beta_z/\beta_f$ (εδώ β_f και β_z - συντελεστές που εξαρτώνται από την τεχνολογία συγκόλλησης και της κάθετου της ραφής που υπολογίζονται από τον πίνακα 36).

15.1.9 Μονόπλευρες γωνιακές ραφές σε ενώσεις τύπου T από χάλυβα με όριο διαρροής έως 375 N/mm^2 , κατά κανόνα χρησιμοποιούνται σε κατασκευές με αφόρτιστο περιβάλλον (ομαδοποίηση σύμφωνα με το СНП 2.03.11) σε κατασκευές με θέρμανση, εκτός από κατασκευές που ανήκουν στο I επίπεδο υπευθυνότητας που κατασκευάζονται σε περιοχές με σεισμικότητα 8 και άνω, στις περιοχές με θερμοκρασίες κάτω από -45°C , καθώς και στις κατασκευές ομάδων 1, 2, 3 στα κτίρια με γερανούς κλάσης λειτουργίας 7K (σε μεταλλουργίες) και 8K:

Για ενώσεις ενδιάμεσων νευρώσεων ακαμψίας και διαφραγμάτων - σε κατασκευές όλων των ομάδων εκτός από κατασκευές ομάδας 1 που υπολογίζονται για κόπωση

Για ραφές πελμάτων συγκολλητών διατομών διπλού Ταυ - σε κατασκευές ομάδων 2 και 3, εκτός από δοκούς με συμβατική λυγηρότητα κορμού $\bar{\lambda}_w > 6\sqrt{R_y/\sigma_f}$, όταν το πάχος κορμού t_w δε υποστυλώματα και ορθοστάτες έως 12 mm και στις δοκούς έως 10 mm κατά την υλοποίηση ραφής με μηχανικά μέσα με κάθετο ραφής $k_f \geq 0,8t_w/\beta_f$ και με τήρηση απαιτήσεων 16.3.3 και 16.5.5

Για τα υπόλοιπα στοιχεία στις κατασκευές ομάδας 4.

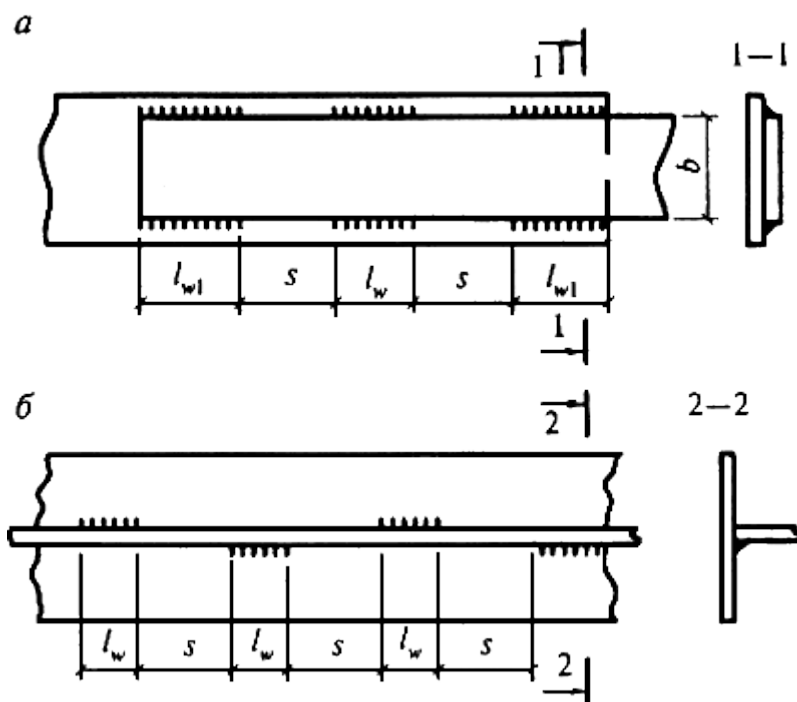
Μονόπλευρες γωνιακές ραφές δεν χρησιμοποιούνται στις ενώσεις που καταπονούνται από ροπές στο μήκος της ραφής.

Κάθετοι μονοπλεύρων ραφών λαμβάνονται από τον υπολογισμό αλλά όχι μικρότεροι από αυτά που αναφέρονται στον πίνακα 35.

15.1.10 Διακοπτόμενες γωνιακές ραφές επιτρέπονται με στατική φόρτιση και όταν η φέρουσα ικανότητα συνεχούς ραφής ελαχίστης διάστασης πλεονάζει για ενώσεις στις κατασκευές ομάδας 4, καθώς και στις κατασκευές ομάδας 3, που κατασκευάζονται στις περιοχές που έχουν θερμοκρασία σχεδιασμού όχι κάτω από -45°C .

Διαστάσεις ραφής πρέπει να τηρούν προϋποθέσεις 15.1.7.

Απόσταση s ανάμεσα στις ραφές (σχήμα 17), κατά κανόνα δεν πρέπει να υπερβαίνει μια από τις τιμές: 200 mm , $12t_{\min}$ σε θλιβόμενο στοιχείο (t_{\min} - πάχος του πιο λεπτού στοιχείου που ενώνονται), $16t_{\min}$ σε εφελκυσμένο στοιχείο. Στις κατασκευές ομάδας 4 η απόσταση s επιτρέπεται να αυξάνεται κατά 50%.



α - σε ένωση με επικάλυψη β - σε ένωση τύποι Ταυ

Σχήμα 17 – σχήμα διακοπτόμενων γωνιακών ραφών

Κατά την εφαρμογή διακοπτόμενης ραφής προβλέπεται ραφή στις άκρες των ενωμένων στοιχείων, το μήκος της ραφής l_{w1} στα στοιχεία διατομής από ελάσματα πρέπει να είναι όχι λιγότερο από $0,75b$, όπου b - το πιο μικρό πλάτος από τα ελάσματα ένωσης.

15.1.11 Γωνιακές ραφές συγκόλλησης, που βρίσκονται στην περίμετρο οπών ή εγκοπών επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται σε ενώσεις επικαλύψεων στις περιπτώσεις που αναφέρονται στο 15.1.10, για μεταβίβαση δυνάμεων στο επίπεδο της επικάλυψης, αποφυγή της απώλειας ευστάθειας στοιχείων επικάλυψης ή στοιχείων κατασκευής.

15.1.12 Δοκιμαστικές ραφές που γεμίζουν με λιωμένο μέταλλο όλο το εμβαδόν της οπής επιτρέπονται στις ενώσεις επικαλύψεων στις περιπτώσεις που αναφέρονται στο 15.1.10, μονό για την αποφυγή απώλειας ευσταθείας στοιχείων επικάλυψης ή κατά την συναρμολόγηση της ένωσης.

Το πάχος της δοκιμαστικής ραφής πρέπει να είναι: όχι λιγότερο από το πάχος t στοιχείου που κόβεται ή φέρει οπές από τρυπάνι, αλλά όχι άνω των 16 μμ, όχι λιγότερο από 0,1 του μήκους της εγκοπής ή των τιμών $0,45d$ ή $0,45b$ (όπου d και b - διάμετρος οπής και πλάτος εγκοπής, που ισούται $d \geq t+8$ μμ και $b \geq t+8$ μμ).

Απόσταση ανάμεσα στα κέντρα οπών ή αξόνων εγκοπών πρέπει να είναι όχι λιγότερη από $4d$ ή $4b$.

15.1.13 Η χρήση των συνδυασμένων ενώσεων , στις οποίες το ένα μέρος της δύναμης μετατόπισης λαμβάνεται από προεντεταμένους κοχλίες και το άλλο μέρος από ραφές συγκόλλησης , επιτρέπεται εάν η συγκόλληση γίνεται μετά από σύσφιξη των κοχλιών .

Ανακατανομή της έντασης ανάμεσα σε προεντεταμένες και συγκολλητές ενώσεις γίνεται ανάλογα από την αντοχή τους ή να γίνεται παραδοχή ότι η ένωση με κοχλίες καταπονείται από μόνιμα φορτία και η ένωση με συγκόλληση από κινητά Χρήση άλλων ενώσεων με κοχλίες σε συνδυασμένες ενώσεις απαγορεύεται.

15.1.14 Ο υπολογισμός των συγκολλητών ενώσεων επαφής κατά την δράση αξονικής δύναμης N , που παίρνει από το κέντρο βάρους της ένωσης , γίνεται από την εξίσωση

$$N / (t l_w R_{wy} \gamma_c) \leq 1 \quad (154)$$

Όπου t - ελάχιστο πάχος των στοιχείων ένωσης

l_w - μήκος υπολογισμού ραφής , που ισούται με το πλήρες μήκος μειωμένο κατά $2t$, ή με το πλήρες μήκος εάν οι άκρες της ραφής βγαίνουν έξω από το σύνορο της ένωσης .

Κατά τον υπολογισμό συγκολλητών ενώσεων από χάλυβα με λόγο $R_u / \gamma_u > R_y$, η χρήση των όποιων μπορεί να γίνει και μετά το όριο διαρροής του χάλυβα καθώς και από χάλυβα με όριο διαρροής $R_{yn} > 440 \text{ N/mm}^2$ στην εξίσωση (154) αντί για R_{wy} λαμβάνεται R_{ux} / γ_u .

Ο υπολογισμός συγκολλητών ενώσεων παραλείπεται όταν γίνεται πλήρες συγκόλληση σύμφωνα με το παράρτημα Γ, και φυσικό έλεγχο ποιότητας ραφής σε εφελκυσμό .

15.1.15 Συγκολλητές ενώσεις που γίνονται χωρίς φυσικό έλεγχο ποιότητας και όταν δρουν ταυτόχρονα στην ίδια διατομή ραφής ορθές τάσεις σ_{wx} και σ_{wy} και διατμητικές τ_{wxy} ελέγχονται από την εξίσωση (38) στην οποία :

$$\sigma_x = \sigma_{wx} , \sigma_y = \sigma_{wy} , \tau_{xy} = \tau_{wxy} , R_y = R_{wy} .$$

15.1.16 Ο υπολογισμός ραφής συγκόλλησης με γωνίες , και όταν υπάρχει αξονική δύναμη N , που παίρνει από το κέντρο βάρους της διατομής γίνεται για τομή (συμβατική) από μια από τις δυο διατομές (σχήμα 18) από εξισώσεις :

$$\text{Όταν } \frac{\beta_f R_{wf}}{0,45 \beta_z R_{wn}} \leq 1$$

Στο μέταλλο ραφής

$$\frac{N}{\beta_f k_f l_w R_{wf} \gamma_c} \leq 1 \quad (155)$$

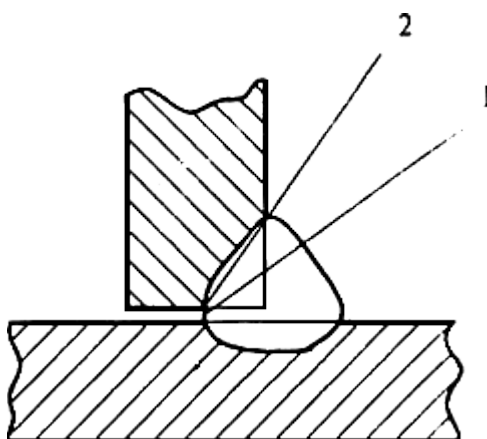
$$\text{Όταν } \frac{\beta_f R_{wf}}{0,45 \beta_z R_{wz}} > 1$$

στο σύνορο μετάλλου και ραφής

$$\frac{N}{\beta_z k_f l_w R_{wz} \gamma_c} \leq 1 \quad (156)$$

Όπου l_w - μήκος υπολογισμού της ραφής, που ισούται με το άθροισμα των μηκών όλων των τμημάτων της και με μείωση κατά 1 εκ σε κάθε συνεχή ραφή

β_f, β_z - συντελεστές που λαμβάνονται από τον πίνακα 36.



1 – στο μέταλλο ραφής 2 – στο σύνορο λιωμένου μετάλλου

Σχήμα 18 – σχήματα υπολογιστικών τόμων συγκολλητής διατομής με γωνιακή ραφή

15.1.17 Ο υπολογισμός συγκολλητών ενώσεων με γωνιακές ραφές κατά την δράση ροπής M στο επίπεδο κάθετο στις ραφές, γίνεται σε τομή (συμβατική) σε μια από δυο διατομές (σχήμα 18) από εξισώσεις :

στο μέταλλο ραφής

$$M / (W_f R_{wf} \gamma_c) \leq 1 \quad (157)$$

στο σύνορο λιωμένου μετάλλου

$$M / (W_z R_{wz} \gamma_c) \leq 1 \quad (158)$$

Όπου W_f και W_z - ροπές αντίστασης διατομών υπολογισμού στο μέταλλο ραφής και στο σύνορο λιωμένου μετάλλου αντίστοιχα .

15.1.18 Ο υπολογισμός συγκολλητών ενώσεων με γωνιακές ραφές κατά την δράση ροπής M στο επίπεδο των ραφών γίνεται για διατομή (συμβατική) σε μια από τις δυο διατομές του σχήματος 18 από εξισώσεις :

στο μέταλλο ραφής

$$\frac{M \sqrt{x^2 + y^2}}{(I_{fx} + I_{fy}) R_{wf} \gamma_c} \leq 1 \quad (159)$$

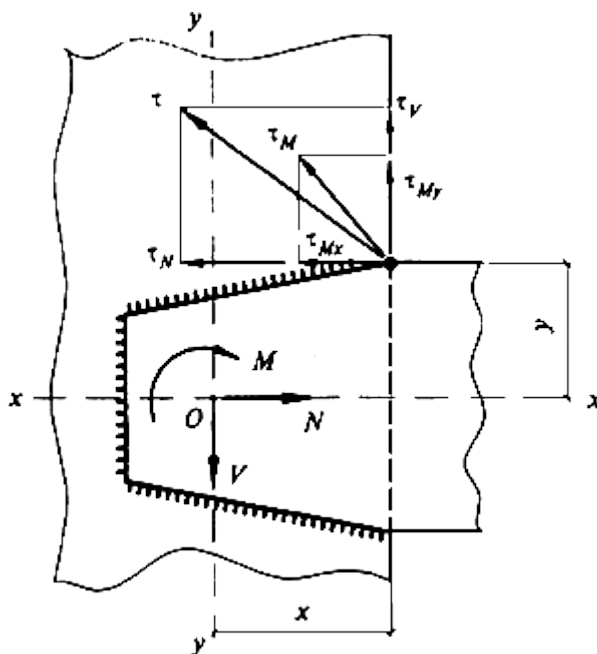
στο σύνορο λιωμένου μετάλλου

$$\frac{M \sqrt{x^2 + y^2}}{(I_{zx} + I_{zy}) R_{wz} \gamma_c} \leq 1 \quad (160)$$

Όπου x και y - συντεταγμένες σημείου συγκόλλησης , του πιο απομακρυσμένου από το κέντρο βάρους O διατομής υπολογισμού (σχήμα 19)

I_{fx} , I_{fy} - ροπές αδράνειας διατομής υπολογισμού συγκολλητής ένωσης στο μέταλλο ραφής ως προς τους κυρίους άξονες $x-x$ και $y-y$;

I_{zx} , I_{zy} - το ίδιο στο σύνορο λιωμένου μετάλλου.



Σχήμα 19 – σχήμα υπολογισμού συγκολλητής ένωσης

15.1.19 Κατά τον υπολογισμό συγκολλητής ένωσης με γωνιακές ραφές για ταυτόχρονη δράση αξονικής δύναμης N και τέμνουσας δύναμης V και ροπής M (σχήμα 19) πρέπει να τηρούνται οι εξής απαιτήσεις :

$$\tau_f / (R_{wf} \gamma_c) \leq 1 \text{ ή } \tau_z / (R_{wz} \gamma_c) \leq 1 \quad (161)$$

Όπου τ_f και τ_z - τάσεις στο σημείο υπολογισμού συγκολλητής σύνδεσης στο μέταλλο ραφής και στο όριο λιωμένου μετάλλου αντίστοιχα που υπολογίζονται από την εξίσωση

$$\tau = \sqrt{(\tau_N + \tau_{Mx})^2 + (\tau_N + \tau_{My})^2} . \quad (162)$$

15.1.20 Σύνδεση με επικάλυψη στοιχείων με πάχος έως 4 μμ επιτρέπεται να γίνεται με σημειακές συγκολλήσεις , η φέρουσα ικανότητα ενός σημείου λαμβάνεται με την μικρότερη από τις τιμές :

Για διάτμηση

$$N_s = 0,28d^2 R_{wun} \quad (163)$$

Για απόσπαση

$$N_t = \beta d t R_{un} , \quad (164)$$

όπου d - διάμετρος σημειακής συγκόλλησης στο επίπεδο των στοιχείων που ενώνονται που λαμβάνεται σύμφωνα με το ΓΟCT 14776 , κατά την χρήση συγκόλλησης που δεν προβλέπεται από το ΓΟCT 14776, η τιμή του d υπολογίζεται σύμφωνα με τις εξής τιμές

$\beta=1,1$ για συγκόλληση στοιχείων ίδιου πάχους

$\beta=1,9$ κατά την συγκόλληση στοιχείων με διαφορετικά πάχη που διαφέρουν μεταξύ τους

t - ελάχιστο πάχος στοιχείων συγκόλλησης .

15.2 ΚΟΧΛΙΩΤΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ

15.2.1 Για κοχλιωτές συνδέσεις στοιχείων από χάλυβα χρησιμοποιούνται κοχλίες που ορίζονται στο παράρτημα Γ.

15.2.2 Κοχλίες τοποθετούνται σύμφωνα με τον πίνακα 37,σε κόμβους με ελάχιστες αποστάσεις και στις ενώσεις κατά κανόνα με τις μέγιστες αποστάσεις .

ΠΙΝΑΚΑΣ 37

N π.π .	Χαρακτηριστικά αποστάσεων και ορίου διαρροής στοιχείων	Απόσταση κατά την τοποθέτηση κοχλίων
1	<p>Απόσταση ανάμεσα στα κέντρα των οπών για κοχλίες σε οποιαδήποτε κατεύθυνση :</p> <p>Ελαχίστη :</p> <p>Όταν $R_{ym} \leq 375 \text{ N/mm}^2$</p> <p>Όταν $R_{ym} > 375 \text{ N/mm}^2$</p> <p>Μέγιστη σε ακραίες σειρές και όταν απουσιάζουν κρόσσια στις γωνίες για εφελκυσμό και θλίψη</p> <p>Μέγιστη στις μεσαίες σειρές και στις ακραίες με κρόσσια στις γωνίες :</p> <p>Για εφελκυσμό</p> <p>Για θλίψη</p>	<p>Από $2d$ έως $2,5d$</p> <p>$3d$</p> <p>$8d$ ή $12t$</p> <p>$16d$ ή $24t$</p> <p>$12d$ ή $18t$</p>
2	<p>Απόσταση από το κέντρο οπής μέχρι το στοιχείο ελάχιστη κατά μήκος της έντασης :</p> <p>όταν $R_{ym} \leq 375 \text{ N/mm}^2$</p> <p>όταν $R_{ym} > 375 \text{ N/mm}^2$</p> <p>Το ίδιο κάθετη στην ένταση :</p> <p>Με κομμένα άκρα</p> <p>Με προκάτ άκρα</p> <p>Μέγιστη</p> <p>Ελάχιστη σε σύνδεση με προένταση με οποιοδήποτε άκρο και οιαδήποτε κατεύθυνση</p>	<p>από $1,5d$ έως $2d$</p> <p>$2,5d$</p> <p>$1,5d$</p> <p>$1,2d$</p> <p>$4d$ ή $8t$</p> <p>$1,3d$</p>
3	<p>Απόσταση , μέγιστη ανάμεσα στα κέντρα των κοχλίων κατά μήκος φόρτισης , εάν οι κοχλίες τοποθετούνται σε σειρά τύπου σκακιέρας</p>	<p>$u + 1,5d$</p>

Δείκτες που χρησιμοποιούνται στον πίνακα 37:

d - διάμετρος οπής για κοχλία

ξ - πάχος του πιο λεπτού ελάσματος :

u - απόσταση κάθετη στην φόρτιση ανάμεσα στις οπές .

Σημειώσεις

1 διάμετρος οπής λαμβάνεται για κοχλίες κλάσης A $d = d_b$, για κοχλίες τύπου B και C στις κατασκευές πυλώνων ΔΕΗ ή για MMM $d = d_b + 1$ μμ, στις άλλες περιπτώσεις - $d = d_b + 3$ μμ.

2 σε μονοκοχλιοτές συνδέσεις στοιχείων δικτυωμάτων , εκτός από αυτές που καταπονούνται μόνιμα από εφελκυσμό , και όταν το πάχος στοιχείου έως 6 μμ από χάλυβα με όριο διαρροής έως 375 N/μμ² η απόσταση από άκρη στοιχείου έως το κέντρο της οπής κατά μήκος της καταπόνησης επιτρέπεται να λαμβάνεται $1,35d$.

3 κατά την τοποθέτηση κοχλίων σε σειρά τύπου σκακίερας σε απόσταση , όχι λιγότερη από αυτή που αναφέρεται στην θέση 3, η διατομή του στοιχείου A_n υπολογίζεται με βάση την απογείωση από τις οπές που βρίσκονται στην ίδια τομή κάθετα στην διεύθυνση της καταπόνησης .

Κατά την ένωση μια γωνίας με κοχλίες σε σειρά τύπου σκακίερας , η πιο απομακρυσμένη οπή τοποθετείται κοντά στην άκρη .

Επιτρέπεται να ενώνονται τα στοιχεία με ένα κοχλία.

15.2.3 Κοχλίες κλάσης ακριβείας A χρησιμοποιούνται σε ενώσεις στις οποίες οι οπές έχουν την διάμετρο του σχεδιασμού και έχουν δημιουργηθεί από πριν ή γίνονται σε μεμονωμένα στοιχεία με οδηγούς ή έχουν μικρότερη διάμετρο από πριν και κατά την συναρμολόγηση ανοίγονται οι οπές σε διάμετρο του σχεδιασμού .

Κοχλίες κλάσης ακριβείας B και C σε πολυκοχλιοτές συνδέσεις χρησιμοποιούνται σε κατασκευές από χάλυβα με όριο διαρροής έως 375 N/μμ² .

Στις ενώσεις , όπου οι κοχλίες καταπονούνται κατά κύριο λόγο από εφελκυσμό κατά κανόνα χρησιμοποιούνται κοχλίες κλάσης B και C ή υψηλής αντοχής .

15.2.4 Κοχλίες που έχουν διαφορετική διατομή σε περιοχή εκτός του σπειρώματος δεν χρησιμοποιούνται σε ενώσεις που καταπονούνται από διάτμηση .

15.2.5 Το σπείρωμα κοχλία που καταπονείται από μετατόπιση σε στοιχεία κατασκευών όπως πυλώνες ΔΕΗ ή δίκτυο MMM καθώς και στις ενώσεις με πάχος εξωτερικού στοιχείου έως 8 μμ πρέπει να βρίσκεται εκτός της διατομής των

στοιχείων που ενώνονται , σε άλλες περιπτώσεις το σπείρωμα πρέπει να βρίσκεται όντος της οπής όχι πάνω από το μισό πάχος του στοιχείου που ενώνεται ή όχι πάνω από 5 μμ.

15.2.6 Η τοποθέτηση της ροδέλας στον κοχλία γίνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του CHΠ 3.03.01.

Σε ενώσεις υπολογισμού με κοχλίες κλάσης ακριβείας η Α, Β, C (εκτός από στηρίξεις βοηθητικών εγκαταστάσεων) προλαμβάνουν τα μετρά για χαλάρωση της περίσφιξης (τοποθέτηση ροδέλας με ελατήριο , δευτέρων περικοχλίων κτλ).

15.2.7 Σε κεκλιμένες επιφάνειες στοιχείων που ενώνονται (εσωτερικές επιφάνειες πελμάτων διατομών τύποι Ταυ και Π) κάτω από κεφάλι κοχλίων και περικοχλίων τοποθετούνται λοξά παξιμάδια .

15.2.8 Διάμετρος οπής για κοχλίες σε προκάτ στοιχεία πρέπει να τηρεί τις απαιτήσεις ГОСТ 24839.

15.2.9 Αντοχή σχεδιασμού που μπορεί να παραλάβει ένας κοχλίας , ανάλογα από το είδος της φόρτισης , υπολογίζεται από τις εξισώσεις :

Για διάτμηση

$$N_{bs} = R_{bs} A_b n_s \gamma_b \gamma_c \quad (165)$$

Για σύνθλιψη

$$N_{bp} = R_{bp} d_b \sum t \gamma_b \gamma_c \quad (166)$$

Για εφελκυσμό

$$N_{bt} = R_{bt} A_{bn} \gamma_c , \quad (167)$$

όπου R_{bs} , R_{bp} , R_{bt} - αντοχές σχεδιασμού μονοκοχλιοτών συνδέσεων

A_b και A_{bn} - εμβαδόν διατομής κοχλία και σπειρώματος αντίστοιχα , που λαμβάνονται σύμφωνα με τον πίνακα Γ.8 του παραρτήματος Γ

n_s - αριθμού επιφανειών διάτμησης ενός κοχλία

d_b - εξωτερική διάμετρος του κορμού κοχλία

$\sum t$ - ελάχιστο άθροισμα παχών των στοιχείων που ενώνονται και συνθλίβονται στην ίδια διεύθυνση

γ_c - συντελεστής λειτουργίας που υπολογίζεται από τον πίνακα 1

γ_b - συντελεστής λειτουργίας κοχλία που υπολογίζεται από τον πίνακα 38.

ΠΙΝΑΚΑΣ 38

Χαρακτηριστικά		Όριο διαρροής $R_{\gamma n}$ χάλυβα στοιχείων ένωσης , N/μμ ²	Τιμή a/d , s/d	Τιμή συντελεστή γ_b
Κοχλιωτής σύνδεσης	Είδος καταπόνησης			
Μονοκοχλιωτή , κοχλίας κλάσης ακριβείας A, B, C ή υψηλής αντοχής	Διάτμηση	-	-	1,0
	Σύνθλιψη	Έως 285	$1,5 \leq a/d \leq 2$; $1,35 \leq a/d < 1,5$	$0,4a/d + 0,2$; $a/d - 0,7$
		από. 285 έως 375	$1,5 \leq a/d \leq 2$; $1,35 \leq a/d \leq 5$	$0,5a/d$; $0,67a/d - 0,25$
		άνω. 375	$a/d \geq 2,5$	1,0
Πολυκοχλιωτές , κοχλίες κλάσης Κλάση ακριβείας A	Διάτμηση	-	-	1,0
	Σύνθλιψη	Έως 285	$1,5 \leq a/d \leq 2$; $2 \leq s/d \leq 2,5$	$0,4a/d + 0,2$; $0,4s/d$
		Από. 285 έως 375	$1,5 \leq a/d \leq 2$; $2 \leq s/d \leq 2,5$	$0,5a/d$; $0,5s/d - 0,25$
		Άνω . 375	$a/d \geq 2,5$; $s/d \geq 3$	1,0 1,0

Δείκτες που χρησιμοποιούνται στον πίνακα 38:

a - απόσταση κατά μήκος καταπόνησης από άκρη στοιχείου έως το κέντρο της πλησιέστερης οπής

s - απόσταση κατά μήκος καταπόνησης ανάμεσα στα κέντρα των οπών

d - διάμετρος οπής για κοχλία .

Σημειώσεις

1 Για υπολογισμό μονοκοχλιοτής σύνδεσης για διάτμηση ή σύνθλιψη με κοχλίες κλάσης ακριβείας B, C, καθώς και υψηλής αντοχής με τυχαία σύσφιξη και με όλα τα όρια διαρροής R_{yk} χάλυβα των στοιχείων η τιμή του συντελεστή γ_b πολλαπλασιάζεται επί 0,9.

2 Για υπολογισμό πολυκοχλιοτής σύνδεσης για σύνθλιψη λαμβάνεται συντελεστής γ_b , ο ελάχιστος από τους υπολογισμένους για τιμές d , a , s .

15.2.10 Κατά την δράση στην κοχλιωτή σύνδεση δύναμης N , που παίρνει από το κέντρο βάρους της ένωσης, θεωρείται ότι η δύναμη αυτή αναλαμβάνεται από τους κοχλίες ομοιόμορφα. Σε αυτήν την περίπτωση ο αριθμός των κοχλίων υπολογίζεται από την εξίσωση

$$n \geq N / N_{b,min}, \quad (168)$$

Όπου $N_{b,min}$ - ελάχιστη από τις τιμές N_{bs} ή N_{bp} η τιμή N_{bt} , που υπολογίστηκε σύμφωνα με τις απαιτήσεις 15.2.9.

Στις περιπτώσεις όταν στην ένωση η απόσταση l ανάμεσα στους ακριανούς κοχλίες υπερβαίνει $16d$, η τιμή n στην εξίσωση (168) αυξάνεται με διαίρεση επί του συντελεστή $\beta = 1 - 0,005(l/d - 16)$, που υπολογίζεται όχι λιγότερος από 0,75. Αύτη η απαίτηση δεν εφαρμόζεται, εάν η ένταση δρα σε όλο το μήκος της ένωσης (παράδειγμα σε ένωση πέλματος μιας δοκού).

15.2.11 Κατά την δράση σε κοχλιωτή σύνδεση ροπής που προκαλεί την μετατόπιση των στοιχείων που ενώνονται, θεωρείται ότι η καταπόνηση μεταβιβάζεται στους κοχλίες ανάλογα από την απόσταση του κέντρου βάρους έως τον κοχλία που εξετάζεται.

Καταπόνηση στο πιο δυσμενής κοχλία $N_{b,max}$ δεν πρέπει να υπερβαίνει την ελάχιστη από τις τιμές N_{bs} ή N_{bp} , υπολογισμένες σύμφωνα με τις απαιτήσεις 15.2.9.

15.2.12 Κατά την ταυτόχρονη δράση σε κοχλιωτή σύνδεση δύναμης και ροπής, που δρουν σε ίδιο επίπεδο και προκαλούν την μετατόπιση των στοιχείων, υπολογίζεται ομοιόμορφη φόρτιση σε πιο δυσμενή κοχλία, που δεν πρέπει να υπερβαίνει την ελάχιστη από τις τιμές N_{bs} ή N_{bp} , υπολογισμένες σύμφωνα με τις απαιτήσεις 15.2.9.

15.2.13 Κατά την ταυτόχρονη δράση σε κοχλιωτή σύνδεση δυνάμεων , που προκαλούν διάτμηση και εφελκυσμό κοχλίων , τον πιο δυσμενή κοχλία εκτός από έλεγχο με την εξίσωση (167) ελέγχουν και από εξίσωση

$$\sqrt{(N_s / N_{bs})^2 + (N_t / N_{bt})^2} \leq 1 \quad (169)$$

Όπου N_s και N_t - , δυνάμεις που δρουν στον κοχλία , διάτμηση και εφελκυσμός αντίστοιχα

N_{bs} , N_{bt} - αντοχή σχεδιασμού, που υπολογίζονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις 15.2.9, με αντικατάσταση A_{bn} σε A_b .

15.2.14 Στις ενώσεις ενός στοιχείου στο άλλο με έλασμα ή άλλα ενδιάμεσα στοιχεία , καθώς και στις ενώσεις με μονόπλευρη ένωση , ο αριθμός των κοχλίων που προκύπτει από τον υπολογισμό αυξάνεται κατά 10%.

Στις στηρίξεις προεξέχων πελμάτων , γωνιών ή διατομών τύπου Π με εξαρτήματα ο αριθμός των κοχλίων που υπολογίζεται αυξάνεται κατά 50%.

15.2.15. Κοχλίες θεμελίωσης ελέγχονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις CHΠ 2.09.03.

15.3 ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ (ΜΕ ΚΟΧΛΙΕΣ ΜΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗ ΕΝΤΑΣΗ)

15.3.1 Προεντεταμένες συνδέσεις στις οποίες η ένταση μεταδίδεται μέσω τριβής που εμφανίζεται κατά την τριβή μεταξύ των επιφανειών επαφής των στοιχείων , κατά την ένταση των προεντεταμένων κοχλίων υψηλής αντοχής , γίνονται :

Στις κατασκευές που καταπονούνται από δυναμικές φορτίσεις

Στις ενώσεις με πολλούς κοχλίες , για τις οποίες απαιτούνται αυξημένες απαιτήσεις έναντι παραμόρφωσης .

15.3.2 Στις προεντεταμένες ενώσεις χρησιμοποιούνται κοχλίες, παξιμάδια και περικόχλια σύμφωνα με τις απαιτήσεις του 6.8.

Κοχλίες τοποθετούνται σύμφωνα με τον πίνακα 37.

15.3.3 Αντοχή σχεδιασμού που μπορεί να λάβει κάθε επιφάνεια τριβής στοιχείων που ενώνονται με ένα προεντεταμένο κοχλία , υπολογίζεται από την εξίσωση

$$Q_{bh} = R_{bh} A_{bn} \mu / \gamma_h \quad (170)$$

Όπου R_{bh} - αντοχή σε εφελκυσμό κοχλία υψηλής αντοχής , που υπολογίζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις 7.7

A_{bh} - εμβαδόν διατομής κοχλία στο σπείρωμα , που λαμβάνεται σύμφωνα με τον πίνακα Γ.9 του παραρτήματος Γ

μ - συντελεστής τριβής που λαμβάνεται από τον πίνακα 39

γ_h - συντελεστής ασφαλείας που λαμβάνεται από τον πίνακα 39.

ΠΙΝΑΚΑΣ 39

N π.π.	Μέθοδος καθαρισμού των επιφανειών στοιχείων ένωσης	Συντελεστής τριβής μ	Συντελεστής γ_h κατά τον έλεγχο έντασης κοχλίων σε ροπή σύσφιξης κατά την φόρτιση και όταν υπάρχει διαφορά στις διαμέτρους των οπών και κοχλίων δ , μμ	
			Δυναμικής $\delta=3-6$; Στατικής $\delta=5-6$	Δυναμικής $\delta=1$; Στατικής $\delta=1-4$
1	Αμμοβολή ή με υγρό με πίεση χωρίς επεξεργασία με χημικά	0,58	1,35	1,12
2	Με φλόγα αερίου χωρίς χημική επεξεργασία	0,42	1,35	1,12
3	Με ατσαλένιες βούρτσες των 2 επιφανειών χωρίς χημική επεξεργασία	0,35	1,35	1,17
4	Χωρίς επεξεργασία	0,25	1,70	1,30
Σημειώσεις - κατά τον έλεγχο έντασης κοχλία και στην φορά περιστροφής περικόχλια ο συντελεστής γ_h πολλαπλασιάζεται με 0,9.				

15.3.4 Όταν δρα στην ένωση δύναμη N , που προκαλεί μετατόπιση των στοιχείων , και που δρα στο κέντρο βάρους της ένωσης , θεωρείται ότι η δύναμη αυτή κατανέμεται στους κοχλίες ομοιόμορφα . Σε αυτή την περίπτωση ο αριθμός των κοχλίων υπολογίζεται από την εξίσωση

$$n \geq N / (Q_{bh} \kappa \gamma_b \gamma_c) \quad (171)$$

όπου Q_{bh} - δύναμη σχεδιασμού , που υπολογίζεται από την εξίσωση (170)

κ - αριθμός επιφανειών τριβής στοιχείων

γ_c - συντελεστής συνθηκών εργασίας , που λαμβάνεται από τον πίνακα 1

γ_b - συντελεστής συνθηκών εργασίας προεντεταμένης ένωσης , που εξαρτάται από τον αριθμό των κοχλίων n , απαραίτητους για την ανάληψη της δύναμης σχεδιασμού και που λαμβάνεται όσος με :

$$0,8 \text{ όταν } n < 5$$

$$0,9 \text{ όταν } 5 \leq n < 10$$

$$1,0 \text{ όταν } n \geq 10$$

15.3.5 Κατά την δράση σε προεντεταμένη ένωση ροπής ή δύναμης , που προκαλούν μετατόπιση των στοιχείων της ένωσης , η ανακατανομή της έντασης στους κοχλίες γίνεται σύμφωνα με τις ενδείξεις που αναφέρονται στο 15.2.11 και 15.2.12.

15.3.6 Κατά την δράση σε προεντεταμένη ένωση εκτός από την δύναμη N , που προκαλεί μετατόπιση , την δύναμη F , που προκαλεί εφελκυσμό των κοχλίων , η τιμή του συντελεστή γ_b , που υπολογίζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις 15.3.4, πολλαπλασιάζεται με τον συντελεστή $(1 - N_t / F_b)$, όπου N_t - δύναμη εφελκυσμού που δρα σε ένα κοχλία , F_b - ένταση προέντασης κοχλία που λαμβάνεται από $F_b = R_{bh} A_{bh}$.

15.3.7 Διάμετρος κοχλία σε προεντεταμένη ένωση λαμβάνεται όχι μικρότερη από το πάχος του πιο παχύ στοιχείου της ένωσης .

Σε προεντεταμένες ενώσεις με πολλούς κοχλίες η διάμετρος τους ορίζεται ως μέγιστη επιτρεπτή .

15.3.8 Στο σχέδιο υπολογισμού πρέπει να αναφέρονται οι ποιότητες του χάλυβα καθώς και μηχανικές ιδιότητες των κοχλίων , παξιμαδιών και περικοχλίων και επίσης οι κανόνες που πρέπει να τηρούνται κατά την τοποθέτησή τους , μέθοδος καθαρισμού των επιφανειών της ένωσης , αξονική ένταση F_b , που λαμβάνεται σύμφωνα με 15.3.6.

15.3.9 Κατά τον σχεδιασμό προεντεταμένων ενώσεων υπολογίζεται η ελεύθερη πρόσβαση για την τοποθέτηση των κοχλίων , καλή συναρμογή με κοχλίες και σύσφιξη των περικοχλίων με δυναμομετρικά κλειδιά .

15.3.10 Για κοχλίες υψηλής αντοχής από ΓΟCT 22353 με αυξημένες διαστάσεις των κεφαλών και περικοχλίων καθώς και όταν υπάρχουν διαφορές στις διαμέτρους οπής και κοχλία όχι πάνω από 3 μμ, σε κατασκευές από χάλυβα με όριο θραύσης όχι λιγότερο από 440 N/μμ² - όχι πάνω από 4 μμ επιτρέπεται τοποθέτηση ενός παξιμαδιού κάτω από περικόχλιο .

15.3.11 Ο υπολογισμός αντοχής των στοιχείων ένωσης απομειομένων από οπές για κοχλίες γίνεται λαμβάνοντας υπόψη ότι η μίση ένταση στον κοχλία μεταβιβάζεται από δυνάμεις τριβής .Ο έλεγχος γίνεται για δυναμικά φορτία και σε εμβαδόν

διατομής A_n , για στατική φόρτιση για ολικό εμβαδόν διατομής A όταν $A_n \geq 0,85A$
ή για συμβατικό εμβαδόν $A_{ef} = 1,18A_n$ όταν $A_n < 0,85A$.

15.4 ΕΝΩΣΕΙΣ ΠΕΛΜΑΤΩΝ ΣΕ ΔΟΚΟΥΣ

15.4. Συγκολλητές και προεντεταμένες ενώσεις πελμάτων δοκών τύπου διπλού Ταυ γίνεται από εξισώσεις του πίνακα 40.

ΠΙΝΑΚΑΣ 40

Είδος καταπόνησης	Ενώσεις πελμάτων	Εξισώσεις για υπολογισμό ενώσεων πελμάτων σε δοκούς
Ακίνητη	Συγκολλητές	$T/(n\beta_f k_f R_{wf} \gamma_c) \leq 1$ (172)
		$T/(n\beta_z k_f R_{wz} \gamma_c) \leq 1$ (173)
	Προεντεταμένες	$Ts/(Q_{bh} k \gamma_c) \leq 1$ (174)
Κινητή	Συγκολλητές (ραφές στις δυο πλευρές)	$\frac{\sqrt{T^2 + V^2}}{2\beta_f k_f R_{wf} \gamma_c} \leq 1$ (175)
		$\frac{\sqrt{T^2 + V^2}}{2\beta_z k_f R_{wz} \gamma_c} \leq 1$ (176)
	Προεντεταμένες	$\frac{s\sqrt{T^2 + \alpha^2 V^2}}{Q_{bh} k \gamma_c} \leq 1$ (177)

Δείκτες που χρησιμοποιούνται στον πίνακα 40:

$T = QS/I$ - δύναμη ανά μονάδα μήκους, που προκαλεί την μετατόπιση του πέλματος λόγω της τέμνουσας δύναμης Q (άδω S - στατική ροπή ολικού εμβαδού πέλματος ως προς κεντρικό άξονα)

n - αριθμός γωνιακών ραφών : εάν οι ραφές είναι και στις δυο πλευρές τότε $n=2$, σε μονόπλευρες ραφές $n=1$

Q_{bh}, k - τιμές που υπολογίζονται σύμφωνα με 15.3.3, 15.3.4

$V = \gamma_f \gamma_{f1} F_n / l_{ef}$ - φόρτιση από συγκεντρωμένη δύναμη F_n ανά μονάδα μήκους που υπολογίζεται σύμφωνα με απαιτήσεις 9.2.2 και 9.3.3 (για ακίνητα φορτία $\gamma_{f1}=1$), γ_f

και γ_{f1} - συντελεστές ασφαλείας για φορτίσεις που λαμβάνονται από CHΠ 2.01.07

s - βήμα των κοχλιών πέλματος

α - συντελεστής που ισούται με : $\alpha=0,4$ για φορτία στο άνω πέλμα δοκού και $\alpha=1,0$ για φορτία στο κάτω πέλμα .

Εάν απουσιάζουν εγκάρσιες νευρώσεις ακαμψίας για την μεταβίβαση των ακίνητων φορτίων του άνω πέλματος , καθώς και για εφαρμογή ακίνητης δύναμης στο κάτω πέλμα ανεξάρτητα από αριθμό των νευρώσεων στα σημεία εφαρμογής φορτίου οι ενώσεις πελμάτων εξετάζονται όπως για δυναμικές φορτίσεις .

15.4.2 Σε δοκούς με προεντεταμένες ενώσεις πελμάτων με πολλά ελάσματα στην ένωση κάθε ελάσματος στο σημείο θεωρητικού άκρου υπολογίζουν για μίση ένταση που μπορεί να παραλάβει η διατομή ελάσματος . Την ένωση κάθε ελάσματος στο μέρος ανάμεσα στο φυσικό του άκρο και το άκρο του επόμενου ελάσματος υπολογίζουν για πλήρη ένταση που μπορεί να παραλάβει η διατομή του ελάσματος .

16 ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΜΕΡΙΚΩΝ ΤΥΠΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ, ΚΙΤΡΙΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

16.1 ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΕ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΕΣ ΡΑΦΕΣ

16.1.1 Αποστάσεις l ανάμεσα σε θερμοκρασιακές ραφές του φέροντα οργανισμού από χάλυβα μονώροφων κτιρίων και κατασκευών , κατά κανόνα , δεν πρέπει να υπερβαίνουν τις μέγιστες αποστάσεις l_u που λαμβάνονται από τον πίνακα 41.

ΠΙΝΑΚΑΣ 41

Χαρακτηριστικά		Μέγιστες αποστάσεις l_u ,μ, ανάμεσα στις θερμοκρασιακές ραφές για περιοχές με μέση θερμοκρασία αέρα , °C, για μηνά Ιανουάριο *			
Κτίρια και κατασκευές	Διευθύνσεις	από +5 έως 0	από -5 έως -10	από -15 έως -30	από -35 έως -50
Κτίριο με θέρμανση	Κατά μήκος	350	280	230	160
	Εγκάρσια	230	180	150	110
Κτίριο χωρίς θέρμανση	Κατά μήκος	300	240	200	140
	Εγκάρσια	180	150	120	90

Ζεστή βιομηχανία	Κατά μήκος	230	180	150	110
	Εγκάρσια	140	120	100	75
Ανοιχτή γέφυρα	Κατά μήκος	180	150	130	100
* τις περιοχές υπολογίζουν από χάρτη 5 του παραρτήματος του СНиП 2.01.07.					

16.1.2 Τις τιμές των αποστάσεων του πίνακα 41 για κτίρια με ύψος υποστυλωμάτων h_1 ή h_2 άνω των 12 μ, επιτρέπεται να αυξάνονται, πολλαπλασιάζοντας επί του συντελεστή που ισούται :

$$\text{Κατά μήκος } k_1 = h_1 / h_n \leq 1,5$$

$$\text{Εγκάρσια } k_2 = h_2 / h_n \leq 1,5$$

Όπου h_1 - ύψος, μ, υποστυλωμάτων στο επίπεδο κατά μήκος της κατασκευής, που ισούται με την απόσταση από την στάθμη της θεμελίωσης έως κάτω άκρο της δοκού

$$h_n - 12 \mu$$

h_2 - ύψος, μ, ακριανού υποστυλώματος στο επίπεδο κάθετο στην κατασκευή (εγκάρσια) που ισούται με την απόσταση από την στάθμη θεμελίωσης έως το κάτω άκρο της δοκού .

16.1.3 Κάθετες συνδέσεις ανάμεσα σε υποστυλώματα στο όριο του ύψους h_1 και κατά μήκος της θερμοκρασιακής ραφής πρέπει να τηρούν τις εξής προϋποθέσεις :

Απόσταση από ακμή έως τον άξονα της πλησιέστερης σύνδεσης δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από $0,5l_{\mu}k_1$

Απόσταση ανάμεσα στους άξονες ακραίων συνδέσεων κατά την τοποθέτησή τους δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από $0,3l_{\mu}k_1$ (εδώ $l_{\mu}k_1$ - μέγιστο μήκος σύμφωνα με 16.1.1 και 16.1.2).

16.1.4 Μέγιστες αποστάσεις l_{μ} , που τοποθετούνται σύμφωνα με 16.1.1 και 16.1.2, επιτρέπονται να αυξάνονται στον σχεδιασμό με βάση την επιρροή από τοίχους ή άλλων κατασκευών που προστατεύουν το κτίριο, κλιματικές θερμοκρασιακές μεταβολές άκαμπτων στοιχείων και συμμόρφωσης των κόμβων.

16.2 ΠΛΑΙΣΙΑ ΚΑΙ ΠΛΑΚΕΣ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ

16.2.1 Οι άξονες των πλαισίων και δικτυωμάτων πρέπει να είναι κεντραρισμένα σε όλους τους κόμβους. Το κεντράρισμα των αξόνων πρέπει να γίνεται σε συγκολλητές διατομές στο κέντρο βάρους της διατομής (με στρογγυλοποίηση έως 5 μμ) και σε κοχλιωτές από γωνία που είναι πλησιέστερη στο άκρο.

Μετατόπιση αξόνων σε αλλαγές διατομών επιτρέπεται να μην λαμβάνεται υπόψη , εάν αυτή δεν υπερβαίνει το 1,5% ύψους πέλματος της μικρότερης διατομής

Εάν υπάρχει εκκεντρότητα σε κόμβους , τα στοιχεία των πλαισίων και δικτυωμάτων υπολογίζονται με βάση τις αντίστοιχες καμπτικές ροπές .

Όταν εφαρμόζεται φορτίο έξω από τους κόμβους πελμάτων υπολογίζονται ταυτόχρονη δράση αξονικών δυνάμεων και καμπτικών ροπών .

16.2.2 Κατά τον υπολογισμό επίπεδων πλαισίων οι ενώσεις των στοιχείων επιτρέπεται να υπολογίζονται ως αρθρώσεις :

Σε τομές στοιχείων από γωνίες ή τύπου Ταυ

Σε διατομές τύπου διπλού Ταυ ,τύπου Η και σωληνωτών διατομών όταν ο λόγος ύψους διατομής h προς το μήκος του στοιχείου l ανάμεσα σε κόμβους δεν είναι μεγαλύτερος από : $1/15$ – για κατασκευές που ανήκουν σε παροχές με θερμοκρασίες κάτω από - 45 °C, $1/10$ – για κατασκευές που εδράζονται σε άλλες περιοχές .

Κατά την υπέρβαση των λόγων h/l υπολογίζονται επιπλέον καμπτικές ροπές στα στοιχεία από ακαμψία κόμβων , επιτρέπεται να λαμβάνονται αξονικές δυνάμεις όπως στις αμφιέρεστες δοκούς .

16.2.3 Αποστάσεις μεταξύ ακρών στοιχείων πλέγματος και πέλματος στους κόμβους συγκολλητών πλαισίων με ελάσματα λαμβάνονται όχι μικρότερες από $a = (6t - 20)$ μμ, αλλά όχι μεγαλύτερες από 80 μμ (άδω t - πάχος ελάσματος μμ).

Ανάμεσα στα άκρα στοιχείων πελμάτων , που καλύπτονται με πλάκες αφήνεται ένα κενό , τουλάχιστον 50 μμ.

Ραφές συγκόλλησης που ενώνουν τα στοιχεία πλέγματος στο έλασμα βγαίνουν στην ακμή του στοιχείου σε μήκος 20 μμ.

16.2.4 Σε κόμβους πλαισίων με πέλματα από διατομές τύποι Ταυ , διπλού Ταυ και μεμονωμένων γωνιών τις ενώσεις ελασμάτων σε κορμούς διατομών κάνουν συγκολλώντας όλο το μήκος του ελάσματος . Σε κατασκευές ομάδας 1, καθώς και σε περιοχές με θερμοκρασία σχεδιασμού κάτω από - 45 °C τις ενώσεις ελασμάτων σε κορμούς κάνουν σύμφωνα με παράρτημα Ρ (πινάκας Ρ.1, θέση 7).

16.2.5 Κατά τον υπολογισμό κόμβων πλαισίων με σωληνωτές διατομές ή διπλού Ταυ και ενώσεις στοιχείων πλέγματος απευθείας στο τοίχωμα (χωρίς ελάσματα) ελέγχεται η φέρουσα ικανότητα :

Πλευράς του τοιχώματος για τοπικό λυγισμό (σύνθλιψη) στα σημεία ένωσης στοιχείων πλέγματος για τετραγώνους και στρογγυλούς σωλήνες

Πλευρικής πλευράς του τοιχώματος στα σημεία επαφής με θλιβόμενα στοιχεία (για τετραγώνους σωλήνες)

Πελμάτων για κάμψη (για διατομές διπλού Ταυ)

Κορμού (για διατομές διπλού Ταυ)

Στοιχείων πλέγματος στα σημεία ένωσης στο τοίχωμα

Ραφών συγκόλλησης που ενώνουν τα στοιχεία πλέγματος στο τοίχωμα .

Οι παραπάνω έλεγχοι αναφέρονται στο παράρτημα C.

16.2.6 Στα ανοίγματα πλαισίων άνω των 36 μ προβλέπεται κατασκευαστικό ανέβασμα , που ισούται με το βέλος κάμψης από μόνιμα φορτία . Σε επίπεδες οροφές , το κατασκευαστικό ανέβασμα προβλέπεται ανεξάρτητα από μήκος ανοίγματος , και υπολογίζεται για το άθροισμα των φορτίων σχεδιασμού συν το 1/200 του ανοίγματος .

16.3 ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ

16.3.1 Τα στοιχεία στήριξης σε πολυμερή υποστυλώματα με πλέγματα σε δυο επίπεδα ενισχύονται με διαφράγματα που τοποθετούνται στις άκρες των στοιχείων στήριξης .

Σε πολυμερή υποστυλώματα με ένα πλέγμα τα διαφράγματα τοποθετούνται όχι λιγότερο από 4 μ .

16.3.2 Σε υποστυλώματα με μονόπλευρες ραφές συγκόλλησης σύμφωνα με 15.1.9 σε κόμβους στήριξης δικτυωμάτων, δοκών αντιστηρίξεων και λοιπών στοιχείων στην περιοχή μετάδοσης της καταπόνησης χρησιμοποιούνται ραφές και στις δυο πλευρές που βγαίνουν από την περιοχή συγκόλλησης στοιχείου (κόμβου) σε μήκος $30 \cdot \sqrt{t_f}$ σε κάθε πλευρά .

16.3.3 Γωνιακές ραφές που ενώνουν τα ελάσματα δικτυωμάτων στο υποστυλώμα υπολογίζονται από υπολογισμό και τοποθετούνται σε δυο πλευρές ελάσματος κατά μήκος υποστυλώματος σε μορφή σκακιέρας , η απόσταση ανάμεσα σε τέτοιες ραφές δεν πρέπει να υπερβαίνει το πάχος ελάσματος επί 15 .

Σε κατασκευές που γίνονται σε περιοχές με θερμοκρασία κάτω από - 45 °C, καθώς και κατά την χρήση χειρονακτικής συγκόλλησης οι ραφές πρέπει να είναι συνεχής κατά μήκος του ελάσματος .

16.3.4 Κατασκευαστικές ενώσεις υποστυλωμάτων πραγματοποιούνται με συγκολλήσεις ή με κοχλιωτές συνδέσεις . Κατά την συγκόλληση ελασμάτων δεν φέρουν τις ραφές έως το άκρο κατά 25 μμ από κάθε πλευρά . Επιτρέπονται να

χρησιμοποιούνται ελάσματα με μετάδοση των θλιπτικών τάσεων με πλήρης επαφή και την μετάδοση των τάσεων εφελκυσμού με κοχλίες .

16.3.5 Σε πολυμελή υποστυλώματα , τα μελή των οποίων ενώνονται με ελάσματα λαμβάνεται :

Πλάτος b_s ενδιάμεσων ελασμάτων από $0,5b$ έως $0,75b$ (εδώ b - πλάτος υποστυλώματος στο επίπεδο του ελάσματος)

Πλάτος ακραίων ελασμάτων από $1,3b_s$ έως $1,7b_s$.

16.4 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ

16.4.1 Σε κάθε κατασκευή προβλέπεται αυτόνομο σύστημα συνδέσεων .

16.4.2 Τα κάτω πέλματα των δοκών και πλαισίων γερανοδοκών με άνοιγμα άνω των 12 μ ενισχύεται με οριζόντιες συνδέσεις .

16.4.3 Κάθετες συνδέσεις ανάμεσα σε υποστυλώματα κάτω από το επίπεδο των γερανοδοκών και όταν υπάρχουν υποστυλώματα με δυο κλάδους τοποθετούνται στο επίπεδο κάθε κλάδου .

Οι συνδέσεις ενώνονται με πλέγματα .

16.4.4 Εγκάρσιες οριζόντιες συνδέσεις προβλέπονται στο επίπεδο άνω ή κάτω πέλματος διαδοκίδων σε κάθε άνοιγμα του κτιρίου . Όταν το άνοιγμα υπερβαίνει τα 144 μ προβλέπονται ενδιάμεσες οριζόντιες συνδέσεις .

Διαδοκίδες πλαισίων που δεν εφαρμόζονται απευθείας στις εγκάρσιες συνδέσεις τοποθετούνται στο επίπεδο που ορίζεται από θλιπτήρες και ελκυστήρες των συνδέσεων αυτών .

Στα σημεία εγκάρσιων συνδέσεων προβλέπονται κάθετες συνδέσεις ανάμεσα στα πλαίσια .

Όταν υπάρχει άκαμπτη πλακά στέγης στο επίπεδο των άνω πελμάτων προβλέπονται αφαιρούμενες συνδέσεις που εξασφαλίζουν την ευστάθεια κατασκευής κατά την συναρμογή της .

Σε στέγες κτιρίων και κατασκευών που είναι σε περιοχές με θερμοκρασία σχεδιασμού κάτω από -45°C , κατά κανόνα προβλέπεται τοποθέτηση καθέτων συνδέσεων στο μέσον του κάθε ανοίγματος κατά μήκος όλου του κτιρίου .

16.4.5 Διαμήκειες οριζόντιες συνδέσεις στο επίπεδο των κάτω πελμάτων πλαισίων κεκλιμένης στέγης προβλέπονται κατά μήκος των ακραίων υποστυλωμάτων σε κτίρια με γερανούς κλάσης λειτουργίας 6K-8K του ΓΟΤ 25546, σε στέγες με υποδοκούς σε κτίρια με ένα ή δυο ανοίγματα με γερανούς με ωφέλιμο φορτίο 10 t και άνω καθώς και σε στέγες που τοποθετούνται στο επίπεδο άνω των 18 μ – ανεξάρτητα από ωφέλιμο φορτίο γερανού .

Σε κατασκευές με αριθμό ανοιγμάτων άνω των τριών διαμήκεις συνδέσεις τοποθετούνται επίσης και ανάμεσα στα μεσαία υποστυλώματα ανά άνοιγμα σε κτίρια με γερανούς κλάσης λειτουργίας 6K-8K του ΓΟCT 25546 και ανά δυο ανοίγματα σε λοιπά κτίρια .

16.4.6 Οριζόντιες συνδέσεις σε άνω και κάτω πέλμα μη συνέχων πλαισίων κατασκευών με ανοίγματα όπως το δίκτυο MMM υπολογίζονται ξεχωριστά για κάθε άνοιγμα.

16.4.7 Εάν χρησιμοποιείται σχάρα για επικάλυψη , εκτός κτιρίων και κατασκευών ομάδας 1, επιτρέπεται ο υπολογισμός τους με θεώρηση ότι οι το δικτύωμα καταπονείται από εφελκυστηκές δυνάμεις .

Κατά τον υπολογισμό δυνάμεων στα στοιχεία συνδέσεις οι συσφίξεις των πελμάτων πλαισίων δεν λαμβάνονται υπόψη .

16.4.8 Σε κρεμαστές κατασκευές με επίπεδα φέροντα στοιχεία προβλέπονται οριζόντιες και κάθετες συνδέσεις ανάμεσα στα φέροντα στοιχεία .

16.5 ΔΟΚΟΙ

16.5.1 Δεν χρησιμοποιείται πακέτο ελασμάτων για πέλματα συγκολλητών διατομών τύπου διπλού Ταυ .

Για πέλματα δοκών με προεντεταμένες ενώσεις επιτρέπεται να χρησιμοποιείται πακέτο ελασμάτων όχι άνω των τριών φύλλων , καθώς επίσης ως εμβαδόν διατομής το 30% του ολικού εμβαδόν πέλματος .

16.5.2 Ραφές πελμάτων συγκολλητών διατομών καθώς και ραφές που ενώνουν στη δοκό διάφορα βοηθήματα (όπως πχ νευρώσεις ακαμψίας) γίνονται συνεχές . Εγκάρσιες νευρώσεις πρέπει να έχουν κοψίματα για να πέρανε οι συνεχείς ραφές πελμάτων .

16.5.3 Κατά την χρήση μονόπλευρων ραφών σε συγκολλητές διατομές διπλού Ταυ 1^{ης} κλάσης , που φέρουν στατική φόρτιση , πρέπει να τηρούνται τα εξής :

Φορτίο σχεδιασμού πρέπει να εφαρμόζεται συμμετρικά ως προς εγκάρσια διατομή της δοκού

Πρέπει να είναι εξασφαλισμένη η ευστάθεια του θλιβόμενου πέλματος της δοκού σύμφωνα με το 9.4.4, α.

Στα σημεία εφαρμογής συγκεντρωμένων φορτίων στο πέλμα , συμπεριλαμβανομένων και των φορτίων από πλάκες με διαδοκίδες , πρέπει να τοποθετούνται εγκάρσιες νευρώσεις ακαμψίας .

Σε οριζόντιες δοκούς πλαισίων στους κόμβους στήριξης καθώς και στα σημεία , όπου η φόρτιση προκαλεί κάμψη στο επίπεδο κάθετο στο διαμήκη άξονα της δοκού χρησιμοποιούνται ραφές και στις δυο πλευρές των πελμάτων .

Σε δοκούς με διατομή 2^{ης} και 3^{ης} κλάσης , καθώς και στις δοκούς με συμβατική λυγηρότητα $\bar{\lambda}_w > 6\sqrt{R_y \sigma_f}$ δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται μονόπλευρες ραφές

16.5.4. Οι νευρώσεις ακαμψίας συγκολλητών δοκών πρέπει να απέχουν από τα άκρα της δοκού τουλάχιστον 10 φορές το πάχος του κορμού . Στα σημεία διασταύρωσης ραφών κορμού και διαμήκης νεύρωσης , οι ραφές της νεύρωσης δεν φτάνουν στο άκρο του κορμού έως $(6t - 20)$ μμ.

16.5.5 Σε συγκολλητές διατομές τύπου διπλού Ταυ κατασκευών ομάδας 2-4 πρέπει κατά κανόνα να χρησιμοποιούνται μονόπλευρες νευρώσεις ακαμψίας , που τοποθετούνται από μια πλευρά της δοκού και ενώνονται στα πέλματα της δοκού με συγκόλληση .

16.6 ΓΕΡΑΝΟΔΟΚΟΙ

16.6.1 Άνω ραφές πελμάτων σε γερανοδοκούς για γερανούς κλάσης λειτουργίας 7K (σε μεταλλουργίες) και 8K από ΓΟCT 25546 γίνεται με ζέσταμα όλου του πάχους του κορμού .

16.6.2 Τα ελεύθερα άκρα εφελκόμενων πελμάτων γερανοδοκών που καταπονούνται από κινούμενο φορτίο πρέπει να είναι πλανισμένα ή κομμένα με οξυγονοκόλληση .

16.6.3 Οι διαστάσεις των νευρώσεων ακαμψίας γερανοδοκών πρέπει να πληρούν τις προϋποθέσεις 9.5.9, 9.5.10 και 9.5.13, επίσης το πλάτος του προεξέχον τμήματος ενδιάμεσης νεύρωσης πρέπει να είναι τουλάχιστον 90 μμ. Οι εγκάρσιες νευρώσεις ακαμψίας κατά κανόνα δεν συγκολλούνται στα πέλματα , όμως τοποθετούνται σφιχτά στο πάνω πέλμα .

Σε γερανοδοκούς για γερανούς κλάσης λειτουργίας 1K-5K από ΓΟCT 25546 επιτρέπονται να χρησιμοποιούνται μονόπλευρες νευρώσεις ακαμψίας από πακέτα χάλυβα ή μεμονωμένες γωνίες που συγκολλούνται στο κορμού και στο άνω πέλμα και τοποθετημένες σύμφωνα με 16.5.5.

16.7 ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΕΛΑΣΜΑΤΑ (ΛΕΒΗΤΕΣ)

16.7.1 Το περίγραμμα της εγκάρσιας νεύρωσης ακαμψίας ενός κελύφους σχεδιάζετε κλειστό.

16.7.2 Η μεταβίβαση των συγκεντρωμένων φορτίων σε κατασκευές από ελάσματα κατά κανόνα γίνεται μέσω των νευρώσεων ακαμψίας .

16.7.3 Στα σημεία συγκέντρωσης τοπικών τάσεων χρησιμοποιούνται ομαλές μεταβιβάσεις για την μείωση των τοπικών τάσεων .

16.7.4 Όλες οι ραφές γίνονται και στις δυο πλευρές .

Στο σχέδιο αναφέρεται η ανάγκη για την πλήρη συναρμογή στοιχείων κατασκευής , για τα στοιχεία που χρίζουν τέτοια συναρμογή .

16.7.5 Σε κατασκευές από ελάσματα , κατά κανόνα γίνονται συγκολλήσεις . Οι συγκολλήσεις φύλων με πάχος 5 και κατώτερο επιτρέπονται να γίνονται χιαστί .

16.8 ΚΡΕΜΑΣΤΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

16.8.1 Για κατασκευές με καλώδια χρησιμοποιούνται συρματόσκοινα , κλώνοι και υψηλής αντοχής συρματόσκοινα .

16.8.2 Η στέγη της κρεμαστής κατασκευής , κατά κανόνα πρέπει να εδράζεται στα φέροντα καλώδια και πρέπει να επαναλαμβάνει το νοητό σχήμα που σχηματίζεται από τα καλώδια . Επίτρεπε η στέγη να εδράζεται σε ειδικό κατασκευάσμα , ή να στηρίζεται στα καλώδια από κάτω . Σε αυτή τν περίπτωση δεν είναι υποχρεωτικό η στέγη να ακόλουθη το σχήμα που σχηματίζουν τα καλώδια .

16.8.3 Τα σχέδια των σημείων εδράσεις υπολογίζουν με βάση τις καμπύλες από τάσεις των καλωδίων κατά τον υπολογισμό αντοχής .

16.8.4 Για τη διατήρηση σταθεροποίησης του σχήματος πλαισίου , που πρέπει να εξασφαλίζει την στεγανότητα της στέγης , οι κρεμαστές κατασκευές υπολογίζονται για την δράση κινητών φορτίων συμπεριλαμβανόμενου κατ της υποπίεσης από άνεμο. Επίσης υπολογίζονται αλλαγές στις καμπύλες στις δυο κατευθύνσεις κατά μήκος και κάθετα στην διεύθυνση των καλωδίων . Η αναγκαία σταθεροποίηση επιτυγχάνεται με κατασκευαστικές μεθόδους : αύξηση της προέντασης στα καλώδια από βάρος της στέγης ή προένταση πριν την κατασκευή , κατασκευή ειδικής κατασκευής που σταθεροποιεί την κατασκευή ή χρήση ειδικών καλωδίων και μετατροπή των καλωδίων και πλακών σε μια ενιαία κατασκευή .

16.8.5 Την διατομή του καλωδίου υπολογίζουν για την μέγιστη ένταση που προκύπτει από φορτίο σχεδιασμού και λαμβάνοντας υπόψη την αλλαγή γεωμετρίας της στέγης . Σε δικτυώματα την διατομή του καλωδίου ελέγχουν μονό για την δύναμη κατά μήκος του καλωδίου .

16.8.6 Κάθετες και οριζόντιες μετατοπίσεις καλωδίων υπολογίζουν λαμβάνοντας υπόψη την μη γραμμική συμπεριφορά κατάσκων κάλυψης .

16.8.7 Κατά τον υπολογισμό καλωδίων από σχοινιά και των στηρίξεων τους η τιμή του συντελεστή λειτουργίας λαμβάνεται από τον πίνακα 44 (τμήμα 18), για καλώδια σταθεροποίησης , που δεν είναι ελκυστήρες για τις στηρίξεις ο συντελεστής λειτουργίας $\gamma_c = 1$.

16.8.8 Κομβίοι στηρίξεων καλωδίων γίνονται κατά κανόνα αρθρωτές .

16.9 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΜΕ ΕΛΑΣΜΑΤΑ

16.9.1 Κατά τον σχεδιασμό συνδέσεων με ελάσματα :

Διαλέγουν τον χάλυβα για ελάσματα με βάση τις απαιτήσεις του παραρτήματος Β.

Χρησιμοποιούν κοχλίες υψηλής αντοχής , που μπορούν να λαμβάνουν την εγκάρσια φόρτιση χρησιμοποιώντας την τριβή ανάμεσα στα ελάσματα .

Απαιτήσεις για την προένταση κοχλία και για τον έλεγχο του καθώς και για το πόσο πρέπει να εφάπτεται του ελάσματος αναφέρονται στο CHΠ 3.03.01.

16.9.2 Κατά τον υπολογισμό ελασμάτων ανάλογα από το είδος της κατασκευής , το είδος της καταπόνησης και απαιτήσεις λειτουργίας της ελέγχεται :

Φέρων ικανότητα κοχλιωτής σύνδεσης

Φέρων ικανότητα προεντεταμένης σύνδεσης

Αντοχής ελασμάτων για κάμψη

Αντοχής ραφών συγκόλλησης του ελάσματος με το βασικό στοιχείο .

16.10 ΕΝΩΣΕΙΣ ΜΕ ΑΚΡΑ ΚΟΜΜΕΝΑ ΜΕ ΦΡΕΖΑ

Σε ενώσεις στοιχείων με άκρα κομμένα με φρέζα (στις επαφές υποστυλωμάτων) η θλιπτική δύναμη θεωρείται ότι μεταβιβάζεται πλήρως στις επαφές των ακρών .

Σε μη κεντρικά θλιβομενα στοιχεία οι ραφές και κοιλίες υπολογίζονται για την μέγιστη εφελκυστική δύναμη από ροπή και αξονική δύναμη και για την πιο δυσμενή συνδυασμό , καθώς και για την μετατόπιση από τέμνουσα δύναμη .

16.11 ΕΝΩΣΕΙΣ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

16.11.1 Ενώσεις συναρμολόγησης κτιρίων και κατασκευών με γερανοδοκούς υπολογιζόμενες για κόπωση καθώς και κατασκευών για σιδηρόδρομους γίνονται με συγκόλληση ή προεντεταμένες .

Κοχλίες κλάσης Β και C σε ενώσεις συναρμολόγησης κατασκευών επιτρέπονται :

Για ενώσεις τεγήςδων , στοιχείων φανών , δικτύων στα άνω πέλματα (όταν υπάρχει δίκτυο στο κάτω πέλμα ή άκαμπτης στέγης), καθέτων δικτυωμάτων στα πλαίσια καθώς και στις κατασκευές ενισχυμένες με χάλυβα

Για ενώσεις δικτύων στα κάτω πέλματα πλαισίων και όταν υπάρχει άκαμπτη στέγη

Για ενώσεις στέγης και υπόστεγου στα υποστυλώματα και της στέγης στο υπόστεγο εάν τηρείται ότι κάθετη δύναμη μεταβιβάζεται με ορθοστάτη

Για την ένωση μη συνεχών δοκών για γερανούς , καθώς και για την ένωση των κάτω πελμάτων στα υποστυλώματα στα οποία δεν εδράζονται κάθετα δικτυώματα

Για την ένωση δοκών πλακών που δεν υπόκεινται σε δυναμικές φορτίσεις

Για την ένωση δευτερευόντων κατασκευών .

16.11.2 Για ανακατανομή ροπών κάμψεως στα στοιχεία πλαισίου κτιρίων επιτρέπεται στους κόμβους ένωσης δοκών και υποστυλωμάτων μεταλλικών ελασμάτων που καταπονούνται σε πλαστική περιοχή .

Τα ελάσματα είναι από χάλυβα με όριο διαρροής έως 345 N/mm^2 .

Τις τάσεις στα ελάσματα υπολογίζουν με ελάχιστο όριο διαρροής $\sigma_{y,\min} = R_{yH}$ και μέγιστο όριο διαρροής $\sigma_{y,\max} = R_{yH} + 100 \text{ N/mm}^2$.

Τα ελάσματα που καταπονούνται σε πλαστική περιοχή πρέπει να έχουν άκρα κομμένα με φρέζα .

16.12 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΗΡΙΞΕΩΝ

16.12.1 Σταθερές αρθρώσεις με κεντραρισμένα παρεμβύσματα , εφαπτόμενες και σε πολύ μεγάλες αντιδράσεις - ενισχυτική αντιταλαντωτική δοκό χρησιμοποιούνται για την ομοιόμορφη κατανομή της πίεσης κάτω από την στήριξη .

Επίπεδες ή με τροχίσκο στηρίξεις με μετάθεση χρησιμοποιούνται στις περιπτώσεις όταν η κατασκευή που είναι από κάτω πρέπει να είναι αποφορτισμένη από οριζόντιες δυνάμεις , που δημιουργούνται από αμετάθετη στήριξη δοκού ή πλαισίου .

Συντελεστής τριβής σε επίπεδες μετάθετες στηρίξεις λαμβάνεται όσος με 0,3, με τροχίσκο - 0,03.

16.12.2 Υπολογισμός σύνθλιψης σε κυλινδρικές αρθρώσεις αντιταλαντωτικών δοκών γίνονται (σε κεντρική επαφή επιφανειών με γωνία 90° και άνω) από εξίσωση

$$F / (1,25 r l R_{fp} \gamma_c) \leq 1 \quad (178)$$

όπου F - πίεση (δύναμη) στην στήριξη

r, l - αντίστοιχα ακτίνα και μήκος άρθρωσης

R_{fp} - αντοχής σχεδιασμού τοπικής σύνθλιψης με πλήρη επαφή, που λαμβάνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις 7.1.

16.12.3 Υπολογισμός για διαμετρική θλίψη κυλίνδρου γίνεται από την εξίσωση

$$F/(n d l R_{cd} \gamma_c) \leq 1 \quad (179)$$

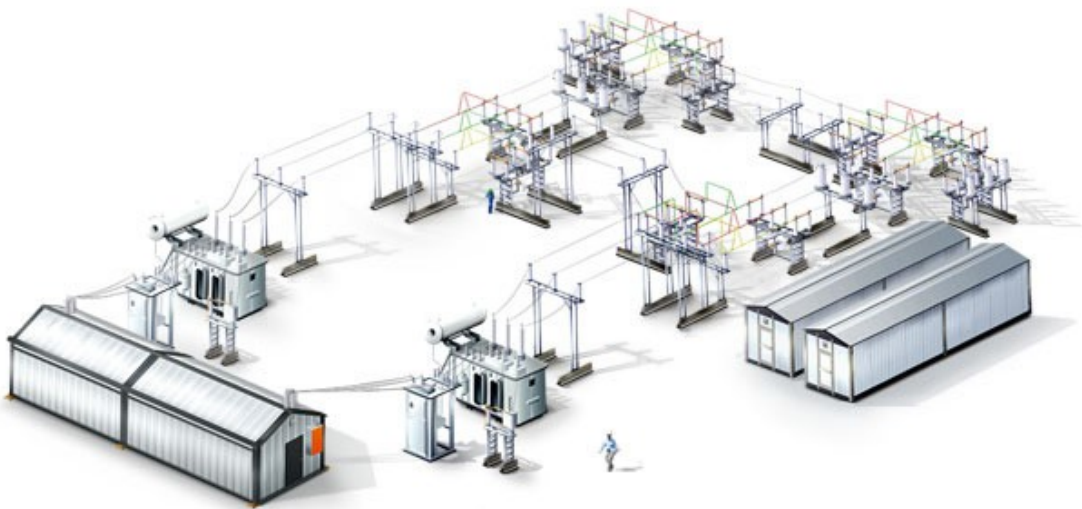
Όπου n - αριθμός κυλίνδρων

d, l - διάμετρος και μήκος κυλίνδρου αντίστοιχα

R_{cd} - αντοχή σχεδιασμού διαμετρικής θλίψης κυλίνδρου με ελεύθερη επαφή λαμβάνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις 7.1.

17 ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΠΥΛΩΝΩΝ ΔΕΗ, ΑΝΟΙΚΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΜΑΖΙΚΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

17.1 Για κατασκευές πυλώνων ΔΕΗ (ΒΛ), ανοικτών δικτύων μεταφοράς (ΟΡΥ) και δικτύων για ΜΜΜ (ΚΚ), κατά κανόνα χρησιμοποιείται χάλυβας C235, C245, C255, C285, C345, C345K, C375 από ГОСТ 27772, χάλυβας ποιότητας 20 και 09Г2С από ГОСТ 8731 σύμφωνα με το παράρτημα Β.



Ανοικτό δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος ΟΡΥ

Ανάλογα από την χρήση της κατασκευής και το είδος των συνδέσεων της ξεχωρίζουν τις εξής ομάδες :

Ομάδα 1 – συγκολλητές ειδικές αντιστηρίξεις μεγάλων ανοιγμάτων ύψους άνω των 60 μ

Ομάδα 2 – συγκολλητές αντιστηρίξεις ΔΕΗ , εκτός από αυτά που αναφέρονται στην ομάδα 1, συγκολλητές στηρίξεις και αντιστηρίξεις για ΟΡΥ ανεξάρτητα από την τάση του ρεύματος , συγκολλητές στηρίξεις για τον εξοπλισμό ΟΡΥ με τάση άνω 330 κΒ , κατασκευές και στοιχεία δικτύου ΜΜΜ (ΚC) , που ενώνονται με καλώδια ,καθώς και στηρίξεις που αναφέρονται στην ομάδα 1,όταν απουσιάζουν συγκολλήσεις .

Ομάδα 3 – συγκολλητές και κοχλιωτές στηρίξεις για τον εξοπλισμό ΟΡΥ με τάση έως 330 κΒ, εκτός από τις στηρίξεις για διακόπτες , κατασκευές και στοιχεία του δικτύου ΜΜΜ (ΚC) (στηρίξεις , δοκοί , άκαμπτες δοκοί , λυχνίες , σταθεροποιητές) , καθώς και κατασκευές ομάδας 2, εκτός από δίκτυο ΜΜΜ , όταν απουσιάζουν συγκολλήσεις

Ομάδα 4 – συγκολλητές και κοχλιωτές κατασκευές με σχοινιά , στοιχεία διαδρομών μετασχηματιστών , διάδρομοι , σκάλες , περίφραξεις και άλλες βοηθητικές κατασκευές καθώς και στοιχεία ΟΡΥ, ΒΙ και ΚC.

17.2 Κοχλίες κλάσης ακριβείας Α, Β και C για τις στηρίξεις πυλώνων ΔΕΗ ύψους έως 60 μ και κατασκευών ΟΡΥ και ΚC λαμβάνουν όπως για κατασκευές που δεν υπολογίζονται ενάτη κόπωσης , και για συνδέσεις με ελάσματα και πυλώνων ΔΕΗ με ύψος άνω των 60 μ – όπως για κατασκευές; Που υπολογίζονται έναντι κόπωσης σύμφωνα με τον πίνακα Γ.3 παραρτήματος Γ.

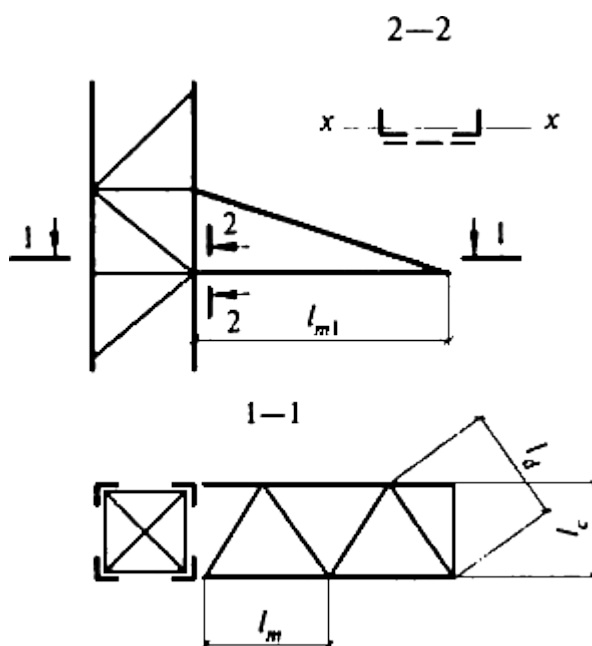
17.3 Ελατές διατομές σχεδιάζονται από ανθρακούχο χάλυβα ποιότητας 35ΙΙ και 45ΙΙ ομάδας έλασης ΙΙ και ΙΙΙ από ГОСТ 977.

17.4 Κατά τον υπολογισμό στηρίξεων πυλώνων ΔΕΗ , στοιχείων ΟΡΥ και ΜΜΜ λαμβάνουν πρόσθετους συντελεστές συνθηκών λειτουργίας από τον πίνακα 42, 17.17 και παραρτήματος Ε.

ΠΙΝΑΚΑΣ 42

N	Στοιχεία κατασκευής	Συντελεστής συνθηκών λειτουργίας
1	Θλιβομενο πέλμα από μεμονωμένη γωνία ελευθέρα εδρασμένης στήριξης σε πρώτα δυο πάνελ από το σημείο στήριξης σε κομβικές συνδέσεις :	
	Συγκόλληση	0,95
	Κοχλίες	0,90
2	Θλιβομενο στοιχειό επίπεδης δοκού από μεμονωμένη γωνία με ίσα πέλματα , που ενώνεται στο ένα του πέλμα (σχήμα 20):	

	Πέλμα που ενώνεται στην στήριξη απευθείας με δυο κοχλίες και άνω κατά μήκος του πέλματος της δοκού	0,90
	Πέλμα που ενώνεται στην στήριξη με ένα κοχλία ή με έλασμα	0,75
	Αντιστήριξη ή λοξός ελκυστήρας	,
3	Ελκυστήρας από χάλυβα ή από κλώνο συρματόσχοινων :	
	Για ενδιάμεση στήριξη σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας	0,90
	Για δικτυώσεις ,:	
	Σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας	0,80
	Σε δυσμενής συνθήκες λειτουργίας	0,90
Σημείωση - Αναφερθέντες συντελεστές συνθηκών λειτουργίας δεν ισχύουν για τους κόμβους ενώσεων στοιχείων .		



Σχήμα 20 – Σχήμα δοκού με τριγωνικά δικτυώματα

Για πυλώνες ΔΕΗ, ανοικτού δικτυού διανομής και για δίκτυα ΜΜΜ η τιμή του συντελεστή ασφάλειας γ_n λαμβάνουν όσο με 1,0.

Ο υπολογισμός αντοχής εφελκυσόμενων στοιχείων στηριγμάτων από την εξίσωση (5) με αλλαγή σε αυτήν της τιμής R_y σε R_u / γ_u δεν επιτρέπεται .

17.5 Κατά τον υπολογισμό λυγηρότητας από τον πίνακα 7 την μέγιστη λυγηρότητα του στύλου λ_{\max} υπολογίζουν από τις εξισώσεις :

Για διατομή τετράγωνη με παράλληλα πέλματα και αρθρώσεις στα άκρα ,

$$\lambda_{\max} = 2l / b \quad (180)$$

Για τρίγωνη ισόπλευρη διατομή με παράλληλα πέλματα και αρθρώσεις στα άκρα ,

$$\lambda_{\max} = 2,5l / b \quad (181)$$

Για ελευθέρα εδράζομαι στήριξη με μορφή πυραμίδας (σχήμα 13)

$$\lambda_{\max} = 2\mu h / b_i \quad (182)$$

Δείκτες που αναφέρονται στις εξισώσεις (180)-(182):

l - γεωμετρικό μήκος στύλου

b - αποστάσεις ανάμεσα στους άξονες πελμάτων της πιο λεπτής πλευράς με παράλληλα πέλματα

h - ύψος στηρίγματος

$\mu = 1,25(b_s / b_i)^2 - 2,75(b_s / b_i) + 3,5$ - συντελεστής για υπολογισμό μήκους υπολογισμού

Όπου b_s και b_i - αποστάσεις ανάμεσα στους άξονες πελμάτων στηρίγματος με μορφή πυραμίδας στην άνω και κάτω βάση αντίστοιχα .

17.6 Ο υπολογισμός αντοχής για θλίψη με λυγισμό στύλου με δικτυώματα γίνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του κεφαλαίου 10 .

Για ισόπλευρη τριγωνική διατομή με δικτυώματα συνεχής κατά μήκος της την σχετική εκκεντρότητα υπολογίζουν από τις εξισώσεις :

Για κάμψη στο επίπεδο κάθετο σε μια πλευράς ,

$$m = 3,468M / (Nb) \quad (183)$$

Για κάμψη σε επίπεδο παράλληλο στην μια πλευράς ,

$$m = 38M / (Nb) \quad (184)$$

Όπου b - απόσταση ανάμεσα στους άξονες πελμάτων στο επίπεδο της πλευράς

β - συντελεστής που ισούται 1,2 για κοχλιωτές συνδέσεις και 1,0 - για συγκολλητές .

17.7 Κατά τον υπολογισμό αντοχής για θλίψη με λυγισμό στύλου με δικτυώματα σύμφωνα με 10.3.1 και 10.3.2 η τιμή της εκκεντρότητας e σε κοχλιωτές συνδέσεις στοιχείων πολλαπλασιάζεται με 1,2.

17.8 Για τον έλεγχο αντοχής μεμονωμένων στοιχείων για θλίψη με λυγισμό την αξονική δύναμη σε κάθε κλάδο υπολογίζουν λαμβάνοντας υπόψη την πρόσθετη αξονική δύναμη N_{ad} από ροπή κάμψεως M , που υπολογίζεται για παραμορφωμένο φορέα .

Για αρθρωτή στα άκρα δικτυωτής ορθογωνικής διατομής (τύπος 2, πίνακας 7) στήριξης με αντηρίδες η τιμή της ροπής M στο μέσον του στύλου και για κάμψη του σε ένα επίπεδο $x-x$ ή $y-y$ υπολογίζεται από την εξίσωση

$$M = M_q + (\beta N / \delta) (f_q + f_n), \quad (185)$$

Όπου M_q - ροπή κάμψεως στο μέσον της διατομής από εγκάρσια φόρτιση υπολογιζόμενη όπως και για δοκούς

β - συντελεστής που λαμβάνεται σύμφωνα με 17,6

N - αξονική δύναμη στύλου

f_q - βέλος δοκού στο μέσον από εγκάρσια φόρτιση , που υπολογίζεται όπως και σε κανονικές δοκούς με χρήση της ροπής αδράνειας I_{ef}

f_n - 0013 l - αρχικό βέλος στο επίπεδο κάμψης

$$\delta = 1 - 0,1 M^2 / (E I_{ef}) .$$

άδω: l μήκος δοκού

$$I_{ef} = A l^2 / \lambda_{ef}^2$$

Όπου A - εμβαδόν διατομής δοκού

λ_{ef} - λυγηρότητα δοκού υπολογιζόμενη από τον πίνακα 7 για διατομές τύπου 2 με αλλαγή στην εξίσωση (16) λ_{max} σε λ_x ή λ_y αντίστοιχα από το επίπεδο κάμψης .

Κατά την κάμψη σε δυο επίπεδα η αξονική δύναμη N_{ad} υπολογίζεται από την εξίσωση (109), καθώς το αρχικό βέλος f_n υπολογίζεται στο επίπεδο όπου η δύναμη N_{ad} από την ροπή M_x ή M_y έχει την μέγιστη τιμή.

17.9 Την τέμνουσα δύναμη Q σε αμφιαρθρωτή δικτυωτή δοκό συνεχούς τετραγωνικής διατομής (τύπος 2, πίνακας 7) στηρίζεις με ελκυστήρες κατά την θλίψη με λυγισμό σε ένα από τα επίπεδα $x-x$ ή $y-y$ λαμβάνεται ως μόνιμη κατά μήκος της δοκού και υπολογίζεται από την εξίσωση

$$Q = Q_{\max} + \frac{3,14\beta N}{\delta l} (f_g + f_n) \quad (186)$$

όπου Q_{\max} - μέγιστη τέμνουσα δύναμη από εγκάρσια φόρτιση στο επίπεδο της κάμψης, που υπολογίζεται για δοκούς.

Λοιπές τιμές στην εξίσωση (186) λαμβάνονται όπως και στην εξίσωση (185).

17.10 Για αμφιαρθρωτή δοκό τριγωνικής διατομής από δικτυώματα (τύπος 3, πίνακας 7) στηρίζεις με ελκυστήρες κατά την θλίψη με κάμψη σε ένα επίπεδο $x-x$ ή $y-y$ την τιμή της ροπής M στο μέσον του μήκους της υπολογίζουν από την εξίσωση (185), στην οποία η λυγηρότητα πρέπει να υπολογίζεται από τον πίνακα 7 για διατομές τύπου 3.

Κατά την κάμψη δοκού σε δυο επίπεδα η τιμή N_{ad} λαμβάνεται μέγιστη από τις δυο τιμές που υπολογίζονται από τις εξισώσεις:

$$N_{ad} = 1,16M_x / b \text{ ή } N_{ad} = 0,58M_x / b + M_y / b. \quad (187)$$

Κατά τον υπολογισμό δυο ροπών M_x και M_y στην δεύτερη εξίσωση (187) το αρχικό βέλος δοκού σε καθένα από τα δυο επίπεδα λαμβάνουν ίσο με $f_n = 0,001l$.

17.11 Τέμνουσα δύναμη Q στο επίπεδο της πλευράς αμφιαρθρωτής δοκού τριγωνικής διατομής από δικτυώματα με ελκυστήρες κατά την θλίψη με λυγισμό υπολογίζεται από την εξίσωση (186) λαμβάνοντας υπόψη τη λυγηρότητα λ_{ef} , που υπολογίζεται από τον πίνακα 7 για διατομές τύπου 3.

17.12 Υπολογισμός αντοχής σε θλίψη στοιχείων κατασκευών από γωνίες γίνεται λαμβάνοντας υπόψη την εκκεντρότητα της αξονικής δύναμης.

Επιτρέπεται ο υπολογισμούς τους από την εξίσωση (7) εάν η αξονική δύναμη πολλαπλασιάζεται με τους συντελεστές α_m και α_d , που λαμβάνονται όχι λιγότεροι από 1,0.

Σε χωρικές κοχλιωτές κατασκευές του σχήματος 13 (εκτός από σχήμα 13, β και τελικών στηρίξεων) κατά το κεντράρισμα στον κόμβο στοιχείων από ισόπλευρες γωνίες και κατά την τοποθέτηση κοχλίων σε μια σειρά στα στοιχεία δικτυώματος και

την στήριξη λόξων ελκυστήρων από δυο πλευρές του πέλματος οι τιμές των συντελεστών α_m και α_d υπολογίζονται :

Για πέλματα όταν $\bar{\lambda} \leq 3,5$ (όταν $\bar{\lambda} > 3,5$ λαμβάνεται $\bar{\lambda} = 3,5$) από εξισώσεις :

Όταν $0,55 \leq c/b \leq 0,66$ και $N_{md}/N_m \leq 0,7$

$$\alpha_m = 1 + [c/b - 0,55 + \bar{\lambda}(0,2 - 0,05\bar{\lambda})] N_{md}/N_m \quad (188)$$

όταν $0,4 \leq c/b < 0,55$ και $N_{md}/N_m \leq (2,33c/b - 0,58)$

$$\alpha_m = 0,95 + 0,1c/b + [0,34 - 0,62c/b + \bar{\lambda}(0,2 - 0,05\bar{\lambda})] N_{md}/N_m \quad (189)$$

Για λοξούς ελκυστήρες , που εφάπτονται στην πλακά υπολογισμού , από εξισώσεις

όταν $0,55 \leq c/b \leq 0,66$ και $N_{md}/N_m < 0,7$

$$\alpha_d = 1,18 - 0,36c/b + (1,8c/b - 0,86) N_{md}/N_m \quad (190)$$

Όταν $0,4 \leq c/b < 0,55$ και $N_{md}/N_m \leq (2,33c/b - 0,58)$

$$\alpha_d = 1 - 0,04c/b + (0,36 - 0,41c/b) N_{md}/N_m. \quad (191)$$

Για χωρικές κατασκευές με κοχλίες του σχήματος 13, ϵ , θ στις εξισώσεις (189) και (190) λαμβάνεται $0,45 \leq c/b < 0,55$.

Στις εξισώσεις (190) και (191) σχέση των πλευρών της γωνίας στην οποία είναι τοποθετημένοι οι κοχλίες ως προς το πλατό της λαμβάνεται από 0,54 έως 0,6, όταν η σχέση αυτή είναι 0,5, ο συντελεστής α_d , που υπολογίζεται από τις εξισώσεις (190) και (191), πρέπει να αυξάνεται κατά 5%.

Σε χωρικές κατασκευές με συγκολλήσεις από ισόπλευρες γωνίες του σχήματος 13, δ , ϵ (εκτός από ακραίες στηρίξεις) με στήριξη των λόξων ελκυστήρων στην εσωτερική πλευρά της γωνίας και όταν $N_{md}/N_m \leq 0,7$ οι τιμές των συντελεστών α_m και α_d λαμβάνονται :

Κατά το κεντράρισμα στους κόμβους από κέντρο βάρους διατομών $\alpha_m = \alpha_d = 1,0$

Κατά το κεντράρισμα στους κόμβους αξόνων ελκυστήρων στην άκρη του πέλματος $\alpha_m = \alpha_d = 1,0 + 0,12N_{md}/N_m$.

Κατά τον υπολογισμό κατασκευών για ταυτόχρονη δράση εγκάρσιων και αξονικών φορτίσεων και ροπής στρέψης που προκύπτει από την αστοχία των ελκυστήρων ή καλωδίων , επιτρέπεται να λαμβάνονται $\alpha_m = \alpha_d = 1,0$.

Δείκτες που αναφέρονται στις εξισώσεις (188)-(191):

c - απόσταση από την άκρη του πέλματος έως το σημείο που βρίσκεται ο κόμβος

b - πλάτος πέλματος

N_m - αξονική δύναμη στο πέλμα

N_{md} - άθροισμα προεκτάσεων στον άξονα της δοκού αξονικών δυνάμεων από λόξεις στηρίξεις που εφάπτονται στο πέλμα, που μεταφέρονται στον κόμβο και υπολογίζονται για τον ίδιο συνδυασμό όπως και για N_m , κατά τον υπολογισμό πέλματος διαλέγεται η μέγιστη από τις τιμές N_{md} , υπολογισμένες για κόμβο στις άκρες της πλακάς, και για λοξό ελκυστήρα - για κόμβο στον όποιο εφάπτεται.

17.13 Τα μήκη υπολογισμού l_{ef} και ακτίνες αδράνειας διατομών i κατά τον υπολογισμό λυγηροτήτων επίπεδων διατομών με πέλματα και δικτυώματα από γωνίες (σχήμα 20) υπολογίζονται όπως :

Για πέλμα $l_{ef} = l_m$, $i = i_{\min}$, $l_{ef} = l_{m1}$, $i = i_x$

Για ελκυστήρα $l_{ef} = l_d$, $i = i_{\min}$

Για ορθοστάτη $l_{ef} = l_c$, $i = i_{\min}$

Όπου i_x - ακτίνα αδράνειας διατομής ως προς άξονα παράλληλο στο επίπεδο του δικτυώματος.

17.14 Η λυγηρότητα του πρώτου λοξού ελκυστήρα κάτω από γωνία ελευθέρα εδραιωμένου πυλώνα ΔΕΗ δεν πρέπει να υπερβαίνει 160.

17.15 Μετατοπίσεις των άνω ακρών στηρίξεων και τα βέλη κάμψης δοκών δεν πρέπει να υπερβαίνουν τις τιμές του πίνακα 43.

ΠΙΝΑΚΑΣ 43

N λ.	Κατασκευή και διεύθυνση της μετατόπισης	Σχετική μετατόπιση του άνω άκρου της στήριξης ως προς το ύψος της	Σχετικό βέλος κάμψης κοίλοδοκού και δοκού ως προς το άνοιγμα ή το μήκος του			
			Κάθετο		Οριζόντιο	
			Στο άνοιγμα	Στο πρόβολο	Στο άνοιγμα	Στο πρόβολο

1	Τελική και γωνιακή στήριξη πυλώνα ΔΕΗ που προεκτείνει τα καλώδια ύψους έως 60 μ, κατά μήκος των καλωδίων	$\frac{1}{120}$	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{70}$	Δεν περιορίζεται	
2	Στήριξη πυλώνα ΔΕΗ που προεκτείνει τα καλώδια ύψους έως 60 μ κατά μήκος των καλωδίων	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{70}$	Το ίδιο	
3	Ενδιάμεση στήριξη πυλώνα ΔΕΗ	Δεν περιορίζεται	$\frac{1}{150}$	$\frac{1}{50}$	"	
4	Ενδιάμεσες στηρίξεις πυλώνων ΔΕΗ ύψους άνω των 60 μ κατά μήκος των καλωδίων	$\frac{1}{140}$	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{70}$	"	
5	Στήριξη ΟΡΥ κατά μήκος των καλωδίων	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{70}$	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{70}$
6	Το ίδιο , κάθετα στα καλώδια	$\frac{1}{70}$	Δεν περιορίζεται	Δεν περιορίζεται	Δεν περιορίζεται	
7	Στήριξη βάσης εξοπλισμού	$\frac{1}{100}$	-	-	-	-
8	Δοκός για εξοπλισμό	-	$\frac{1}{300}$	$\frac{1}{250}$		
Σημειώσεις						
1 Αποκλίσεις στηρίξεων ΟΡΥ και πυλώνων ΔΕΗ σε έκτακτη κατάσταση και κατά την συναρμολόγηση δεν εμπεριέχεται στους κανόνες .						
2 Αποκλίσεις και κάμψεις κατά 7 και 8 πρέπει να περιορίζονται αν τίθενται πιο αυστηρά κριτήρια λειτουργίας .						

17.16 Σε χωρικές κατασκευές από χάλυβα στηρίξεων ΔΕΗ και ΟΡΥ από γωνίες πρέπει να προβλέπονται στις εγκάρσιες διατομές διαφράγματα , που πρέπει να τοποθετούνται ελεύθερα στους ορθοστάτες ελεύθερων πυλώνων όχι λιγότερο από 25 μ, και στους ορθοστάτες στηρίξεων με ελκυστήρες όχι λιγότερο από 15 μ. Διαφράγματα πρέπει να τοποθετούνται στα σημεία συγκεντρωμένων φορτίων .

17.17 Κατά τον υπολογισμό για σύνθλιψη στοιχείων δικτύματος σε μονοκοχλιωτές συνδέσεις με αποστάσεις από άκρο στοιχείου έως την οπή του κοιλία κατά μήκος της δύναμης λιγότερο από $1,5d$ λαμβάνεται υπόψη σημείωση 2 του πίνακα 37.

Σε μονοκοχλιωτές συνδέσεις που καταπονούνται μόνιμα από εφελκυστικές δυνάμεις, απόσταση από άκρη στοιχείου έως το κέντρο της οπής κατά μήκος της δύναμης λαμβάνεται όχι λιγότερη από $2d$.

17.18 Λόξεις στηρίξεις που ενώνονται στο πέλμα με κοχλίες στο ένα κόμβο, πρέπει να τοποθετούνται κατά κανόνα και στις δυο πλευρές του πέλματος.

17.19 Στις ενώσεις πελμάτων με κοχλίες 2 στοιχείων ο αριθμός των κοχλιών λαμβάνεται ζυγός και μοιράζεται ομοιόμορφα και στα δυο πέλματα.

Αριθμός κοχλιών με τοποθέτηση σε μια σειρά και τύπου σκακιάρας, καθώς και αριθμός εγκάρσιων κοχλιών όταν τοποθετούνται σε 2 σειρές, λαμβάνεται κατά κανόνα όχι άνω των 5 στο ένα πέλμα σε κάθε πλευρά της ένωσης.

Τον αναφερόμενο αριθμό κοχλιών επιτρέπεται να αυξάνεται έως 7 εάν τηρείται η μείωση του συντελεστή γ_b , που υπολογίζεται από τον πίνακα 38, με πολλαπλασιασμό του επί 0,85.

17.20 Ο υπολογισμός αντοχής τοιχωμάτων στηρίξεων από πολύπλευρες σωλήνες με αριθμό πλευρών από 8 έως 12 γίνεται από την εξίσωση

$$\sigma_1 / (\sigma_{cr} \gamma_c) \leq 1, \quad (192)$$

Όπου σ_1 - μέγιστη θλιπτική τάση στην διατομή της στήριξης κατά τον υπολογισμό της σε παραμόρφωση

σ_{cr} - κρίσιμη τάση που υπολογίζεται από την εξίσωση

$$\sigma_{cr} = \left(\beta - \sqrt{\beta^2 - 3,8 / \bar{\lambda}_w^2} \right) \psi R_y \leq R_y. \quad (193)$$

Στην εξίσωση (193) αναφέρεται :

$$\beta = 0,58 + 1,81 / \bar{\lambda}_w^2$$

$\bar{\lambda}_w = (b/t) \sqrt{R_y / E}$ - συμβατική λυγηρότητα τοιχώματος πλάτους b και πάχους t

$$\psi = 1 + 0,033 \bar{\lambda}_w (1 - \sigma_2 / \sigma_1)$$

Όπου $\bar{\lambda}_w$ λαμβάνεται όχι πάνω από 2,4

σ_2 - μικρότερη τάση στην διατομή, που λαμβάνεται σε εφελκυσμό με πρόσημο "μείον".

Πολύπλευρες σωλήνες πρέπει να τηρούν τις απαιτήσεις 12.2.1 και 12.2.2 για στρόγγυλους σωλήνες με ακτίνα εγγεγραμμένου κύκλου .

18 ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΚΕΡΑΙΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΥΨΟΥΣ ΕΩΣ 500 m

18.1 Για κατασκευές κεραιών από χάλυβα (AC), κατά κανόνα χρησιμοποιείται χάλυβας από ГОСТ 27772 (εκτός από χάλυβες C390K, C590, C590K), ποιότητας χάλυβα 20 και 09Г2С από ГОСТ 8731 σύμφωνα με το παράρτημα Β. Επίσης οι κατασκευές χωρίζονται σε ομάδες :

Ομάδα 1 – στοιχεία (μηχανικά) ελκυστήρων , ιστών και κεραιών , στοιχεία ενώσεων ελκυστήρων στον κορμού του ιστού

Ομάδα 2 – στοιχεία σύμμεικτων στηρίξεων

Ομάδα 3 – κορμός ιστού , δικτύωμα , στοιχεία στήριξης θεμελίωσης

Ομάδα 4 – διαφράγματα πύργων στηρίξεων , σκάλες , μεταβατικοί χώροι

Υλικά για τις ενώσεις λαμβάνονται σύμφωνα με το κεφάλαιο 6, κανόνες και αντοχές σχεδιασμού σύμφωνα με το κεφάλαιο 7 και παραρτημάτων Β και Γ.

18.2 Για ελκυστήρες και στοιχεία κεραιών χρησιμοποιούνται συρματόσκοινα κυκλικής διατομής ομάδας CC. Στα συρματόσκοινα χρησιμοποιείται σύρμα από χάλυβα μεγίστης διαμέτρου ποιότητας 1. Για περιβάλλον μεγάλης φόρτισης επιτρέπονται συρματόσκοινα γαλβανισμένα της ομάδας ЖС, με απαιτήσεις όπως για συρματόσκοινα ομάδας CC.

Για αντηρίδες με ενσωματωμένους μονωτές χρησιμοποιούνται συρματόσκοινα από χάλυβα με μη μεταλλικούς πυρήνες, εάν το επιτρέπουν οι απαιτήσεις ραδιοφώνου .

Για αντηρίδες με δυνάμεις που ξεπερνάμε την αντοχή των συρματόσκοινων κυκλικής διατομής επιτρέπονται συρματόσκοινα από χάλυβα διατομής τύπου Z .

18.3 Τα άκρα των συρματόσκοινων σε θήκες στερεώνονται με χύτευση κράματος ψευδαργύρου και αλουμινίου ЦАМ9-1,5Л από ГОСТ 21437.

18.4 Για τα στοιχεία ιστού κεραίας χρησιμοποιούνται καλώδια σύμφωνα με τον πίνακα Д.2 του παραρτήματος Д. Η χρήση των καλωδίων από χαλκό επιτρέπεται μονό αν υπάρχει τεχνολογική ανάγκη .

18.5 Η τιμή αντοχής σχεδιασμού εφελκυσμού καλωδίων λαμβάνεται όση με την τιμή αντοχής της σε θραύση που είναι γνωστή και διαιρούμενη δια του συντελεστή ασφαλείς υλικού γ_m :

Για καλώδια από χαλκό και αλουμίνιο $\gamma_m=2,5$

Για καλώδια από κράμα μέταλλου και χαλκού και για τις διατομές σε mm^2 :

16 και 25 - $\gamma_m=2,8$, 35-95 - $\gamma_m=2,5$, 120 και άνω - $\gamma_m=2,2$

Για τα καλώδια από κράμα χαλκού και χάλυβα $\gamma_m=2,0$.

18.6 Κατά τον υπολογισμό κατασκευών AC (κεραίες) λαμβάνονται συντελεστές λειτουργίας από τον πίνακα 44 στις θέσεις 5-15 .

ΠΙΝΑΚΑΣ 44

Στοιχεία κατασκευής	Συντελεστής λειτουργίας γ_c
Προεντεταμένα στοιχεία δικτυώματος	0,90
Άκρες :	
Κυκλικής διατομής	1,10
Άλλων τύπων διατομών	0,90
Χαλύβδινες αντηρίδες από συρματόσκοινα ιστών ή στοιχεία κεραίας όπως το πανί της και για τον αριθμό τους :	
3-5 αντηρίδες σε σειρά	0,80
6-8 αντηρίδες σε σειρά	0,90
9 αντηρίδες σε σειρά και άνω	0,95
Σφράγιση των ακρών στο φυσίγγιο ή πρεσάρισμα τους στην θήκη	0,75
Πλέξιμο συρματόσκοινου στο φυσίγγιο	0,55
Στοιχεία στηρίξεων αντηρίδων , κεραιών , καλωδίων, λόξων ελκυστήρων που ενώνονται στη βάση ή στα θεμέλια	0,90
Ζώνες ακύρωσης χωρίς κοχλιωτές συνδέσεις κατά την καταπόνηση τους σε εφελκυσμό με κάμψη	0,65
Στηρίξεις σε εφελκυσμό	0,65
Στοιχεία ενώσεων συρματόσκοινων :	
Μηχανικά εκτός από άξονες αρθρώσεων	0,80
Άξονες αρθρώσεων σε σύνθλιψη	0,90

18.7 Σχετικές μετατοπίσεις στηρίξεων (κατά ύψος) δεν πρέπει να υπερβαίνουν τις τιμές :

Για καταπόνηση από άνεμο ή χιόνι με πάγο

1/100

Κατά την μονόπλευρη κρέμαση κεραίας στην στήριξη με απουσία ανέμου 1/300

18.8 Συνδέσεις δομικών στοιχείων που μεταβιβάζουν τις καταπονήσεις σχεδιασμού σχεδιάζονται κατά κανόνα με κοχλίες κλάσης ακριβείας Β και με κοχλίες υψηλής αντοχής ή με συγκόλληση .

Η χρήση της συγκόλλησης ή κοχλίων κλάσης Α πρέπει να επιτρέπεται από γραφείο σχεδιασμού.

18.9 Λόξεις στηρίξεις με λυγηροτητα άνω των 250 σε σταυροειδής δικτύωμα και στα σημεία τομής τους πρέπει να συρράπτονται μαζί .

Τα βέλη των διαφραγμάτων και των τεχνολογικών πλατφορμών σε οριζόντιο και κάθετο επίπεδο δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 1/250 του μήκους ανοίγματος .

18.10 Σε κατασκευές δικτυωτών στηρίξεων τα διαφράγματα πρέπει να τοποθετούνται σε αποστάσεις μεταξύ τους όχι άνω από τρεις διαστάσεις μεσαίας διατομής στήριξης καθώς και στα σημεία συγκεντρωμένων φορτίων .

18.11 Κοχλίες που ενώνουν σωλήνες με ελάσματα τοποθετούνται σε μια περίμετρο με τις μικρότερες τους διαμέτρους και σε ίσες αποστάσεις μεταξύ τους .

18.12 Στοιχεία των δικτυωμάτων πλέγματος που συγκλίνουν σε ένα κόμβο κεντρίζουν στον άξονα του πέλματος στο σημείο τομής των αξόνων τους . Στα σημεία ένωσης λόξων ελκυστήρων στο έλασμα επιτρέπεται εκκεντρότητα αλλά όχι πάνω από ένα τρίτο εγκάρσιας διατομής πέλματος .

Σε ελάσματα με κενά για τις στηρίξεις λόξων ελκυστήρων από χάλυβα κυκλικής διατομής την άκρη του κενού τρυπάνι με διάμετρο 1,2 φορές μεγαλύτερη από την διάμετρο του ελκυστήρα .

18.13 Οι αντηρίδες στους ιστούς από δικτυώματα κεντράρονται στο σημείο τομής αξόνων πελμάτων και αντιστηρίξεων. Ως συμβατικός άξονας λαμβάνεται η χορδή .

18.14 Τα στοιχεία προέντασης , που λειτουργούν για να ρυθμίζουν τα μήκη και να στηρίζουν τις αντηρίδες , πρέπει να τοποθετούνται στον κορμό με ελαστικό ένθετο από συρματόσκοινο . Το μήκος του δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 20 φορές την διάμετρο του συρματόσκοινου .

18.15 Για τα στοιχεία AC (κεραίες) χρησιμοποιούνται τυπικά μηχανικά μέρη , που έχουν περάσει τεστ αντοχής και κόπωσης .

Το σπείρωμα σε εφελκύόμενα στοιχεία λαμβάνουν σύμφωνα με τα ΓΟCT 8724, ΓΟCT 9150, ΓΟCT 24705 .

18.16 Στις αντηρίδες κορμών , στα καλώδια και συρματόσκοινα για την απόσβεση της δόνησης προβλέπεται τοποθέτηση σε σειρά ζευγαριών αποσβεστήρων χαμηλών συχνοτήτων (1-2,5 Hz) και υψηλών συχνοτήτων (4-40 Hz) . Τους αποσβεστήρες χαμηλών συχνοτήτων διαλέγουν σύμφωνα με την συχνότητα της ταλάντωσης αντηρίδας, καλωδίου ή συρματόσκοινου . Η απόσταση s από άκρη συρματόσκοινου έως τον αποσβεστήρα υπολογίζεται από την εξίσωση

$$s \geq 0,41 \cdot 10^{-3} d \sqrt{P/m} \quad (194)$$

όπου d - διάμετρος συρματόσκοινου , καλωδίου σε μμ

m - μάζα 1 m συρματόσκοινου kg

P - αρχική προένταση συρματόσκοινου N

Αποσβεστήρες υψηλών συχνοτήτων τοποθετούνται πάνω από αποσβεστήρες χαμηλών συχνοτήτων σε απόσταση s . Στα ανοίγματα καλωδίων με μήκος που ξεπερνά τα 300 m, οι αποσβεστήρες τοποθετούνται ανεξάρτητα από τον υπολογισμό.

Για απόσβεση ταλαντώσεων στα καλώδια χρησιμοποιούνται λουριά που αλλάζουν το ελεύθερο μήκος των καλωδίων .

18.17 Οι κατασκευές κεραιών ραδιοεπικοινωνιών πρέπει να βάφονται συμφωνά με το μαρκάρισμα που προβλέπεται και να τοποθετούνται σε αυτά φωτεινές λυχνίες που προβλέπονται από τις υπηρεσίες αεροπορικών εταιρειών .

19 ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΕ ΑΝΑΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

19.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

19.1.1 Την μελέτη σχεδιασμού λαμβάνουν με βάση την ειδική έρανα του κτιρίου και την απόφαση για την τεχνική κατάσταση στην οποία βρίσκεται , που μπορεί να αναφέρεται ως :

Ικανοποιητική - εάν τηρούνται όλες οι απαιτήσεις των τρεχόντων κανονισμών

Λειτουργική - εάν δεν τηρείται πλήρης ο κανονισμός χωρίς όμως την παραβίαση των απαιτήσεων των ακραίων καταστάσεων πρώτης ομάδας (ΓΟCT 27751) και με τέτοιες παραβιάσεις σύμφωνα με τις συνθήκες από ομάδα 2 , οι οποίες δεν περιορίζουν την κανονική λειτουργία του κτιρίου .

Περιορισμένα λειτουργικό - στις περιπτώσεις όταν για την λειτουργία του κτιρίου απαιτείται έλεγχος για την κατάσταση του κτιρίου , για την περίοδο της λειτουργίας του καθώς και για παραμέτρους της λειτουργία του , όπως για παράδειγμα περιορισμό της φορτικής ικανότητας γερανών

κρίσιμη – όταν παραβιάζονται ή δεν υπάρχει δυνατότητα αποφυγής των απαιτήσεων ακραίων συνθηκών της ομάδας 1 κανονισμών .

19.1.2 Κατά την αύξηση ή αλλαγή των συνθηκών λειτουργίας μιας κατασκευής προβλέπεται τουλάχιστον η λειτουργικότητα της .

Οι κατασκευές που βρίσκονται σε περιορισμένη κατάσταση λειτουργίας και όταν γίνεται έλεγχος επιτρέπεται να μην ενισχύεται η κατασκευή έως την ανακατασκευή της .

19.1.3 Για τις κατασκευές που σχεδιαστήκαν με προηγούμενους κανόνες επιτρέπεται να μην γίνεται ο έλεγχος εάν ο χρόνος λειτουργίας της είναι κάτω από 15 έτη και στην κατασκευή δεν υπάρχουν ζημιές και δεν άλλαξαν οι συνθήκες λειτουργίας της , φορτίσεις και αν άλλαξαν δεν αυξηθήκαν οι καταπονήσεις στα βασικά στοιχεία .

19.1.4 Κατά την ενίσχυση μιας κατασκευής προβλέπεται η ομαλή μετάβαση των νέων στοιχείων στα ήδη υπάρχοντα και ομαλή λειτουργία τους μαζί . Σε μερικές περιπτώσεις χρησιμοποιείται προσωρινή αποφόρτιση του κτιρίου .

19.2 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΧΑΛΥΒΑ ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ

19.2.1 Η ποιότητα του μετάλλου γίνεται με βάση τις εργοστασιακές τιμές ή από πειράματα . Τα πειράματα γίνονται όταν λείπουν οι τιμές των στοιχείων ή όταν υπάρχουν ζημιές στο μέταλλο που μπορεί να έγινε εξαιτίας της χαμηλής του ποιότητας .

19.2.2 Κατά το πείραμα σε ένα μέταλλο προσδιορίζονται οι τιμές :

Χημική σύσταση χάλυβα που προβλέπεται από τον κανονισμό

Όριο διαρροής , όριο θραύσης και σχετική επιμήκυνση σε πειράματα εφελκυσμού από το ΓΟCT 1497

Αντοχή σε κρούση από ΓΟCT 9454 για θερμοκρασίες που προβλέπονται για κατασκευές του πίνακα Β.3 του παραρτήματος Β

Αντοχή σε κρούση σε παραμορφωμένο χάλυβα από ΓΟCT 7268 για ομάδες κατασκευών του πίνακα Β.3 του παραρτήματος Β

Τα σημεία από ατά οποία διαλέγονται δείγματα για πειράματα προσδιορίζονται από την υπηρεσία που κάνει τον έλεγχο .

19.2.3 Έρευνες και πειράματα μετάλλου κατασκευών που κατασκευάστηκαν έως το 1932 γ., γίνονται σε πανεπιστήμια όπου εκτός από τις ιδιότητες του μετάλλου υπολογίζεται και το πώς παρασκευάστηκε το μέταλλο .

19.2.4 Αντοχές σχεδιασμού κυρτών διατομών και σωλήνων υπολογίζονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις 7.1, καθώς οι τιμές R_{ym} , R_{zm} και γ_m λαμβάνονται :

Για μέταλλο κατασκευής , που κατασκευάστηκε έως το 1932 ., - από δεδομένα από πειράματα με τις μικρότερες τιμές του ορίου διαρροής και ορίου θραύσης , $\gamma_m = 1,2$ R_y για χάλυβα δεν πρέπει να ξεπερνά 170 N/mm^2 , και για χάλυβα που κατασκευάστηκε από τότε γνωστές χαλυβουργίες έως 210 N/mm^2

Για μέταλλα κατασκευών που κατασκευάστηκαν μετά το 1932 .:

α) εάν υπάρχει πιστοποιητικό - με τις ελάχιστες τιμές του ορίου διαρροής και ορίου θραύσης του κρατικού κανονισμού και των συνθηκών κατά των οποίων κατασκευάστηκε ο χάλυβας , $\gamma_m = 1,025$ για διατομές που κατασκευάστηκαν σύμφωνα με το ΓΟCT 27772, $\gamma_m = 1,05$ για διατομές που κατασκευαστήκαν μετά το 1982 σύμφωνα με το ΓΟCT 380 και ΓΟCT 19281, $\gamma_m = 1,1$ – για όλες τις άλλες διατομές

β) εάν δεν υπάρχει πιστοποιητικό (από πειράματα σύμφωνα με το 9.6, καθώς δεν υπάρχουν πληροφορίες για το είδος διατομής και χρονολογία παρασκευής της η ποιότητα του χάλυβα και το όριο διαρροής του λαμβάνεται με τις ελάχιστες δυνατές τιμές), $\gamma_m = 1,1$;

β) σε περιπτώσεις που δεν ήταν δυνατή η ταυτοποίηση του χάλυβα , με τις ελάχιστες τιμές που πρόέκυψαν από πειράματα $\gamma_m = 1,1$; R_y δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 210 N/mm^2 .

Επιτρέπεται να μην γίνεται έλεγχος με πειράματα για διατομές που καταπονούνται από φορτία που δεν ξεπερνάμε τα 165 N/mm^2 .

19.2.5 Αντοχή σχεδιασμού συγκολλητών συνδέσεων διατηρηθέντων κτιρίων υπολογίζεται με βάση την ποιότητα του χάλυβα , τα στοιχεία της συγκόλλησης , το είδος της , τις ραφές καθώς και τρόπων και ελέγχων που έγιναν κατά την κατασκευή της .

Όταν απουσιάζουν τα δεδομένα των στοιχείων έλεγχου επιτρέπεται να λαμβάνονται οι εξής τιμές :

Για γωνιακές ραφές - $R_{wf} = R_{wz} = 0,44 R_{zm}$, $\beta_f = 0,7$ και $\beta_z = 1,0$, λαμβάνοντας $\gamma_c = 0,8$

Για ραφές συνδέσεων που είναι υπό εφελκυσμό - $R_{wy} = 0,55R_y$ σε κατασκευές που έγιναν έως 1972 ., και $R_{wy} = 0,85R_y$ - μετά από 1972 . Επιτρέπεται να γίνεται πιο ακριβής έλεγχος με πειράματα από δείγματα που πάρθηκαν από την κατασκευή .

19.2.6 Αντοχές σχεδιασμού κοχλιών σε διάτμηση και εφελκυσμό , καθώς και σε σύνθλιψη άντυγας , γίνεται σύμφωνα με υποδείξεις 10.2.2. Εάν δεν είναι δυνατή η αναγνώριση της κλάσης αντοχής του κοχλία , τότε οι αντοχές σχεδιασμού για μονοκοχλιωτές συνδέσεις είναι : $R_{bs}=150 \text{ N/MM}^2$ και $R_{bt}=160 \text{ N/MM}^2$.

19.2.7 Αντοχές σχεδιασμού συνδέσεων με ήλους λαμβάνονται από τον πίνακα 45.

ΠΙΝΑΚΑΣ 45

Κατάσταση έντασης	Δείκτης	Ομάδα ένωσης	Αντοχή σχεδιασμού ένωσης με ήλους , N/mm ²		
			Διάτμηση και εφελκυσμός ηλώσεων από ποιότητα χάλυβα		Σύνθλιψη άντυγας
			Cт2, Cт3	09Г2	
Διάτμηση	R_{rs}	B	180	220	-
		C	160	-	-
Εφελκυσμός (αποχωρισμός κεφαλής)	R_{rt}	B, C	120	150	-
Σύνθλιψη	R_{rp}	B	-	-	$R_{rp} = 2R_y$
		C	-	-	$R_{rp} = 1,7R_y$
Σημειώσεις					
1 Στην ομάδα B ανήκουν οι ενώσεις στις οποίες οι ηλώσεις τοποθετούνται στις οπές , που έγιναν στην κατασκευή με οδηγό					
Στην ομάδα C ανήκουν οι ενώσεις στις οποίες οι ήλοι τοποθετηθήκαν σε οπές που ανοίχτηκαν στην κατασκευή χωρίς την χρήση οδηγού .					
2 Όταν χρησιμοποιούνται ηλώσεις με κρυφές κεφαλές , οι αντοχές σχεδιασμού σε διάτμηση και σύνθλιψη μειώνονται με πολλαπλασιασμό επί του 0,8. Λειτουργία τέτοιων ηλώσεων σε εφελκυσμό δεν επιτρέπεται .					

Εάν σε τεύχος υπολογισμού δεν υπάρχουν στοιχεία για το πώς ανοίχτηκαν οι οπές για ήλους καθώς και για το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένοι και δεν είναι δυνατόν από τα υπάρχον στοιχεία να γίνουν γνωστά, τότε οι αντοχές σχεδιασμού λαμβάνονται από τον πίνακα 45 για ενώσεις ομάδας C από χάλυβα ποιότητας C12.

Υπολογισμός ενώσεων με ήλους γίνεται από τις εξισώσεις 15.2.9, λαμβάνοντας $R_{bs} = R_{rs}, R_{bp} = R_{rp}, R_{bt} = R_{rt}, A_b = A_{bn} = A_r = 0,785d_r^2, \gamma_b = 1, d_b = d_r$.

19.3 ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

19.3.1 Κατασκευές, που λειτουργούν σε θερμοκρασίες άνω του μηδενός και που είναι κατασκευασμένες από χάλυβα με χαμηλή ποσότητα άνθρακα, καθώς και άλλους χάλυβες στους οποίους από πειράματα έχει προσδιοριστεί ότι η αντοχή σε κρούση είναι κάτω από τις τιμές που προβλέπονται από τα κρατικά στάνταρ για χάλυβες για ομάδες κατασκευών σύμφωνα με τις απαιτήσεις του παραρτήματος Β, δεν ενισχύονται ή αντικαθίστανται εάν οι φορτίσεις για αυτούς τους χάλυβες δεν υπερβαίνουν τις φορτίσεις πριν την ανακατασκευή. Η απόφαση για την ενίσχυση ή αντικατάσταση τέτοιων κατασκευών αν η χρήση τους δεν είναι πλέον δυνατή γίνεται με βάση την ειδική επιστημονική ερευνά.

19.3.2 Ο υπολογισμός αντοχής της κατασκευής γίνεται με βάση τις ιδιαιτερότητες που έχει στην λειτουργία της καθώς και λαμβάνοντας υπόψη την γεωμετρική απόκλιση, διαστάσεις διατομών, συνθηκών στηρίξεων και κόμβους ενώσεων στοιχείων.

Ο έλεγχος των στοιχείων κατασκευής και των ενώσεων τους γίνεται με βάση των ζημιών και ατελειών που ανακαλυφθήκαν, τις ζημιές από την σκουριά και της κατάστασης από τις συνθήκες στήριξης. Ο υπολογισμός των στοιχείων επιτρέπεται να γίνεται σε παραμορφωσιακή κατάσταση, λαμβάνοντας υπόψη τον συντελεστή λειτουργίας $\gamma_c=1,0$ για τις θέσεις 4 και 5 του πίνακα 1.

19.3.3 Κατασκευές που δεν πληρούν τις απαιτήσεις κεφαλαίων 8-10, 12-15 και 16.7.1-16.7.5, 18.2, καθώς και τις απαιτήσεις του СНиП 2.01.07 για περιορισμό καθέτων βέλων κάμψεως, πρέπει κατά κανόνα να αντικαθίστανται ή να ενισχύονται εκτός από τις περιπτώσεις που αναφέρονται στο κεφάλαιο αυτό.

Αποκλίσεις από την γεωμετρία, διαστάσεων στοιχείων και ενώσεων από τις επιτρεπτές από τον κανονισμό που ξεπερνάμε τις επιτρεπτές από ГОСТ 23118 και СНиП 3.03.01, αλλά που δεν εμποδίζουν την κανονική λειτουργία του κτιρίου επιτρέπεται να μην καταργούνται εάν τηρείτε η φέρουσα ικανότητα του κτιρίου βάση τις απαιτήσεις 19.3.1.

19.3.4 Επιτρέπεται να μην γίνεται ενίσχυση στοιχείων κατασκευής αν :

Τα οριζόντια και κάθετα δείγματα ξεπερνάμε τις μέγιστες τιμές που προβλέπονται από το СНиП 2.01.07 (τμήμα 14), αλλά δεν εμποδίζουν την ομαλή λειτουργία του κτιρίου με βάση τις τεχνολογικές απαιτήσεις,

Η λυγηρότητα τους ξεπερνά τις μέγιστες τιμές που αναφέρονται στο 11.3.1, αλλά τα βέλη τους δεν ξεπερνάνε τις τιμές που προβλέπονται από το СНиП 3.03.01, και οι καταπονήσεις στα στοιχεία δεν θα αυξάνονται στην περίοδο της λειτουργίας του κτιρίου, καθώς και στις περιπτώσεις όταν η χρήση τέτοιων στοιχείων έχει γίνει στο παρελθόν με επιτυχία και είχε ελεγχτεί από υπολογισμούς ή από πειράματα.

19.3.5 Κατά την ενίσχυση μιας κατασκευής επιτρέπεται να προβλέπεται η αρχική καταπόνηση και δυναμική ρύθμιση των καταπονήσεων (με χρήση συγκολλήσεων, αλλαγών της δομής και φόρτισης) καθώς και για ελαστο-πλαστική λειτουργία του χάλυβα, την καταπόνηση εκτός από τα όρια των λεπτότοιχων διατομών και την επικάλυψη κτιρίου με βάση των υπάρχοντων κανονισμών.

19.3.6 Κατασκευές ενίσχυσης και οι μέθοδοι της περάτωσης της πρέπει να προβλέπουν μέτρα για την μείωση ανεπιθύμητων παραμορφώσεων στοιχείων σύμφωνα με το κεφάλαιο c 5.3.4.

Η φέρουσα ικανότητα κατασκευής κατά την διάρκεια εργασιών ενίσχυσης πληρείται με πρόβλεψη την απομείωση διατομών για οπές και την επιρροή από την συγκόλληση.

Όταν απαιτείται η κατασκευή πρέπει να είναι μερικώς ή πλήρως αφόρτιστη

19.3.7 Στις κατασκευές 2^{ης}, 3^{ης} και 4^{ης} ομάδας (σύμφωνα με το παράρτημα Β), που λειτουργούν σε θερμοκρασίες όχι κάτω από - 45 °C στην περιοχή χαμηλής ή μηδενικής εξωτερικής φόρτισης, για την εξασφάλιση ομαδικής λειτουργίας εξαρτημάτων και ενισχύσεων και της υπάρχουσας κατασκευής επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται διακοπτόμενες ραφές συγκόλλησης.

Σε όλες τις περιπτώσεις στις γωνιακές ραφές συγκόλλησης κατά κανόνα υπολογίζονται οι ελάχιστες κάθετοι. Επιτρέπεται οι τελικές ραφές να γίνονται με την κάθετο μεγαλύτερη από την κάθετο των ενδιάμεσων συγκολλήσεων και να ορίζονται οι διαστάσεις τους σύμφωνα με τον υπολογισμό.

19.3.8 Κατά την ενίσχυση στοιχείων μιας κατασκευής επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται σύμμεικτες ενώσεις, όπως ηλώσεις με προεντεταμένους κοχλίες, ηλώσεις με κοχλίες κλάσης ακριβείας Α.

19.3.9 Στα στοιχεία ομάδων κατασκευών 1, 2, 3 ή 4 (σύμφωνα με το παράρτημα Β), που καταπονούνται από την θερμοκρασιακή μεταβολή λόγω της συγκόλλησης, η τάση σχεδιασμού σ_d δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από $0,2R_y$, $0,4R_y$, $0,6R_y$ ή $0,8R_y$ αντίστοιχα.

Η τάση σ_d υπολογίζεται για φορτία που υπάρχουν κατά την ενίσχυση, για την διατομή χωρίς καταπόνηση με βάση την πραγματική κατάσταση του κτιρίου (απομείωση διατομών για οπές, παραμορφώσεις κτλ.).

Εάν οι τάσεις ξεπερνάνε τις επιτρεπτές πρέπει να αποφορτίζεται η κατασκευή ή να τοποθετούνται πρόσθετες στηρίξεις.

19.3.10 Κατά τον υπολογισμό στοιχείων μιας κατασκευής που ενισχυθήκαν με την αύξηση της διατομής τους, κατά κανόνα υπολογίζονται διάφορες τιμές αντοχής της διατομής και του υλικού ενίσχυσης. Επιτρέπεται να χρησιμοποιείται η ελαχίστη τιμή αντίστασης εάν η διάφορα τους είναι μικρότερη από 15%.

19.3.11 Κατά τον υπολογισμό ευστάθειας στοιχείων υπό κεντρική θλίψη και θλίψης με λυγισμό επιτρέπεται για την ενισχυμένη διατομή να χρησιμοποιείται η τιμή αντίστασης που υπολογίζεται από την εξίσωση

$$R_{y,ef} = R_y \sqrt{k}, \quad (195)$$

Όπου R_y - αντοχή σχεδιασμού του βασικού μετάλλου, υπολογισμένη σύμφωνα με τις απαιτήσεις 19.2.4,

k - συντελεστής που υπολογίζεται από την εξίσωση

$$k = \left[\frac{R_{ya}}{R_y} \left(1 - \frac{A}{A_a} \right) + \frac{A}{A_a} \right] \left[\frac{R_{ya}}{R_y} \left(1 - \frac{I}{I_a} \right) + \frac{I}{I_a} \right]. \quad (196)$$

Εδώ R_{ya} - αντοχή σχεδιασμού μετάλλου ενίσχυσης.

A , I - εμβαδόν και ροπή αδράνειας διατομής χωρίς ενίσχυση ως προς τον άξονα κάθετο στο επίπεδο έλεγχου της ευστάθειας

A_a , I_a - το ίδιο για την ενισχυμένη διατομή.

19.3.12 Υπολογισμός αντοχής και ευστάθειας στοιχείων, που ενισχυθήκαν αυξάνοντας την διατομή τους, κατά κανόνα γίνεται λαμβάνοντας υπόψη τις τάσεις που υπήρχαν στην κατασκευή κατά την ενίσχυση (και με την αποφόρτιση της κατασκευής). Επίσης συνυπολογίζονται αρχικά βέλη κάμψης, μετατόπιση του Κ.Β. ενισχυμένης διατομής και της παραμόρφωσης λόγω συγκόλλησης.

Παραμορφώσεις από συγκόλληση κατά τον έλεγχο της ευστάθειας των στοιχείων σε κεντρική θλίψη και θλίψη με λυγισμό επιτρέπεται να υπολογίζεται με την χρήση πρόσθετου συντελεστή λειτουργίας $\gamma_{c,ad}=0,8$.

Έλεγχος αντοχής στοιχείων για τα οποία σύμφωνα με το 19.3.10 επιτρέπεται να λαμβάνεται μια τιμή αντοχής, εκτός από υπολογισμό από εξισώσεις (44), (45) και (90), επιτρέπεται να γίνεται για πλήρη τάση χωρίς να λαμβάνονται υπόψη τάσεις που προϋπήρχαν πριν την ενίσχυση, και όταν γίνεται ο έλεγχος των τοιχωμάτων επιτρέπεται να χρησιμοποιείται πρόσθετος συντελεστής λειτουργίας $\gamma_{c,ad}=0,8$.

19.3.13 Έλεγχος αντοχής στοιχείων κατασκευής, που ενισχύθηκε με την αύξηση της διατομής του γίνεται από τις εξισώσεις:

α) για κεντρικά εφελκύμενα και συμμετρικά ενισχυμένα στοιχεία - από την εξίσωση (5)

β) για κεντρικά θλιβόμενα συμμετρικά ενισχυμένα στοιχεία

$$N/(AR_y\gamma_N\gamma_c) \leq 1, \quad (197)$$

όπου $\gamma_N=0,95$ – ενίσχυση χωρίς την χρήση συγκόλλησης

$\gamma_N = 0,95 - 0,25\sigma_d / R_y$ - για ενίσχυση με χρήση συγκόλλησης

β) για ασύμμετρα ενισχυμένες κεντρικά εφελκυσόμενες και κεντρικά θλιβόμενες διατομές και έκκεντρα θλιβόμενες διατομές

$$\frac{1}{R_y\gamma_M\gamma_c} \left(\frac{N}{A} + \frac{M_x}{I_x}y + \frac{M_y}{I_y}x \right) \leq 1 \quad (198)$$

όπου $\gamma_M=0,95$ – για κατασκευές ομάδας 1

$\gamma_M=1$ – για κατασκευές ομάδας 2, 3 και 4;

όταν $N/(AR_y) \geq 0,6$ λαμβάνεται $\gamma_M = \gamma_N$, εδώ γ_N υπολογίζεται όπως στην εξίσωση (197).

Ροπές κάμψεως M_x και M_y υπολογίζονται ως προς τους κυρίους άξονες της ενισχυμένης διατομής .

19.3.14 Επιτρέπεται να μην ενισχύονται υπάρχουσες μεταλλικές κατασκευές που έγιναν χωρίς την τήρηση απαιτήσεων 15.1.7, 15.1.10, 15.2.2, 16.1.1-16.1.3, 16.2.1, 16.2.3, 16.3.3-16.3.5, 16.4.2, 16.4.5, 16.5.2, 16.5.4, 16.11.1, 17.14, 17.16, 18.8-18.11, 18.16, και μονό αν τηρούνται :

Απουσιάζουν ζημιές στα στοιχεία της κατασκευής που θα μπορούσαν να εκδηλωθούν λόγω της μη τήρησης των προαναφερθέντων κανονισμών

Αποκλείονται αλλαγές σε δυσμενή πλευρά των συνθηκών λειτουργίας της κατασκευής

Φέρουσα ικανότητα και ακαμψία πληρούνται από τους ελέγχους με βάση τις απαιτήσεις 19.3.2, 19.3.4, 19.3.9

Γίνονται εργασίες για την αποφυγή αστοχίας από κόπωση καθώς και της ψαθυράς αστοχίας για τις οποίες υπάρχουν διατάξεις 13.1.1, 13.1.3 και κεφαλαίου 14.

Κατά την τήρηση αυτών των συνθηκών για ελέγχους ευστάθειας κεντρικά θλιβομενων επιτρέπεται να λαμβάνεται καμπύλη ευστάθειας τύπου b αντί για c .

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

**ΚΑΝΟΝΕΣ ΠΟΥ ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΣΤΟΝ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΟΠΟΙΟΥΣ
ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΣΤΟ ΠΑΡΩΝ ΕΓΓΡΑΦΟ**

СНиП 2.01.07-	Нагрузки и воздействия
85*	
СНиП 2.03.11-85	Защита строительных конструкций от коррозии
СНиП 2.09.03-85	Сооружения промышленных предприятий
СНиП 3.03.01-87	Несущие и ограждающие конструкции
СНиП 21-01-97*	Пожарная безопасность зданий и сооружений
СНиП 23-01-99*	Строительная климатология
ГОСТ 380-94	Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки
ГОСТ 535-88	Прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества. Общие технические требования
ГОСТ 839-80	Провода неизолированные для воздушных линий электропередачи. Технические условия
ГОСТ 977-88	Отливки стальные. Общие технические условия
ГОСТ 1050-88	Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия
ГОСТ 1497-84	Металлы. Методы испытания на растяжение
ГОСТ 1759.0-87	Болты, винты, шпильки и гайки. Технические условия
ГОСТ 1759.4-87	Болты, винты и шпильки. Механические свойства и методы испытаний
ГОСТ 1759.5-87	Гайки. Механические свойства и методы испытаний
ГОСТ 2246-70	Проволока стальная сварочная. Технические условия
ГОСТ 3062-80	Канат одинарной свивки типа ЛК-О конструкции 1х7(1+6). Сортамент
ГОСТ 3063-80	Канат одинарной свивки типа ТК конструкции 1х19(1+6+12). Сортамент

ГОСТ 3064-80	Κανат одинарной свивки типа ТК конструкции 1x37(1+6+12+18). Сортамент
ГОСТ 3066-80	Κανат двойной свивки типа ЛК-О конструкции 6x7(1+6)+1x7(1+6). Сортамент
ГОСТ 3067-88	Κανат стальной двойной свивки типа ТК конструкции 6x19(1+6+12)+1x19x(1+6+12). Сортамент
ГОСТ 3068-88	Κανат стальной двойной свивки типа ТК конструкции 6x37(1+6+12+18)+1x37x(1+6+12+18). Сортамент
ГОСТ 3081-80	Κανат двойной свивки типа ЛК-О конструкции 6x19(1+9+9)+7x7(1+6). Сортамент
ГОСТ 3090-73	Κανаты стальные. Κανат закрытый несущий с одним слоем зетообразной проволоки и сердечником типа ТК. Сортамент
ГОСТ 3822-79	Проволока биметаллическая сталемедная. Технические условия
ГОСТ 5264-80	Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
ГОСТ 5915-70	Γайки шестигранные класса точности В. Конструкция и размеры
ГОСТ 6402-70	Шайбы пружинные. Технические условия
ГОСТ 7268-82	Сталь. Метод определения склонности к механическому старению по испытанию на ударный изгиб
ГОСТ 7372-79	Проволока стальная канатная. Технические условия
ГОСТ 7669-80	Κανат двойной свивки типа ЛК-ΡΟ конструкции 6x36(1+7+7/7+14)+7x7(1+6). Сортамент
ГОСТ 7675-73	Κανаты стальные. Κανат закрытый несущий с одним слоем клиновидной и одним слоем зетообразной проволоки и сердечником типа ТК. Сортамент
ГОСТ 7676-73	Κανаты стальные. Κανат закрытый несущий с двумя слоями клиновидной и одним слоем зетообразной проволоки и сердечником типа ТК. Сортамент
ГОСТ 8050-85	Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия
ГОСТ 8713-79	Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
ГОСТ 8724-2002	Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Диаметры и шаги

ГОСТ 8731-74	Τрубы стальные бесшовные горячедеформированные. Технические условия
ГОСТ 9087-81	Флюсы сварочные плавленные. Технические условия
ГОСТ 9150-2002	Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Профиль
ГОСТ 9454-78	Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах
ГОСТ 9467-75	Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы
ГОСТ 10157-79	Аргон газообразный и жидкий. Технические условия
ГОСТ 10605-94	Гайки шестигранные с диаметром резьбы свыше 48 мм класса точности В. Технические условия
ГОСТ 10705-80	Трубы стальные электросварные. Технические условия
ГОСТ 10706-76	Трубы стальные электросварные прямошовные. Технические требования
ГОСТ 10906-78	Шайбы косые. Технические условия
ГОСТ 11371-78	Шайбы. Технические условия
ГОСТ 11474-76	Профили стальные гнутые. Технические условия
ГОСТ 11533-75	Автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
ГОСТ 11534-75	Ручная дуговая сварка. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
ГОСТ 14637-89	Прокат толстолистовой из углеродистой стали обыкновенного качества. Технические условия
ГОСТ 14771-76	Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
ГОСТ 14776-79	Дуговая сварка. Соединения сварные точечные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
ГОСТ 14954-80	Канат двойной свивки типа ЛК-Р конструкции 6х19(1+6+6/6)+7х7(1+6). Сортамент

ГОСТ 16523-97	Прокат тонколистовой из углеродистой стали качественной и обыкновенного качества общего назначения. Технические условия
ГОСТ 17066-94	Прокат тонколистовой из стали повышенной прочности. Технические условия
ГОСТ 18123-82	Шайбы. Общие технические условия
ГОСТ 18126-94	Болты и гайки с диаметром резьбы свыше 48 мм. Общие технические условия
ГОСТ 18901-73	Канаты стальные. Канат закрытый несущий с двумя слоями зетообразной проволоки и сердечником типа ТК. Сортамент
ГОСТ 19281-89	Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия
ГОСТ 21437-95	Сплавы цинковые антифрикционные. Марки, технические требования и методы испытаний
ГОСТ 21780-83	Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Расчет точности
ГОСТ 22353-77	Болты высокопрочные класса точности В. Конструкция и размеры
ГОСТ 22354-77	Гайки высокопрочные класса точности В. Конструкция и размеры
ГОСТ 22355-77	Шайбы класса точности С к высокопрочным болтам. Конструкция и размеры
ГОСТ 22356-77	Болты и гайки высокопрочные и шайбы. Общие технические условия
ГОСТ 23118-99	Конструкции стальные строительные. Общие технические условия
ГОСТ 23518-79	Дуговая сварка в защитных газах. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
ГОСТ 24705-81	Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Основные размеры
ГОСТ 24379.0-80	Болты фундаментные. Общие технические условия
ГОСТ 24839-81	Конструкции строительные стальные. Расположение отверстий в прокатных профилях. Размеры
ГОСТ 25546-82	Краны грузоподъемные. Режимы работы

ГОСТ 26271-84	Проволока порошковая для дуговой сварки углеродистых и низколегированных сталей. Общие технические условия
ГОСТ 27751-88	Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету
ГОСТ 27772-88	Прокат для строительных конструкций. Общие технические условия
ГОСТ 28870-90	Сталь. Методы испытания на растяжение толстолистного проката в направлении толщины
ГОСТ 30245-2003	Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных конструкций. Технические условия
ТУ 14-1-5399-2000	Прокат толстолистовой с повышенной огнестойкостью для стальных строительных конструкций.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

ΒΑΣΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΤΙΜΩΝ ΠΟΥ ΑΝΑΦΕΡΟΝΤΑΙ ΣΤΟΝ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟ

Β.1 ΒΑΣΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

- A - ολικό εμβαδόν διατομής
- $A_{\theta n}$ - εμβαδόν διατομής κοχλίας
- A_d - εμβαδόν διατομής ελκυστήρων
- A_f - εμβαδόν πέλματος
- A_n - απομειωμένο εμβαδόν διατομής
- $A_{\theta\psi}$ - εμβαδόν κορμού
- $A_{\theta\psi^*}$ - εμβαδόν διατομής στο μέταλλο γωνιακής ραφής
- $A_{\theta\sigma}$ - εμβαδόν διατομής στο μέταλλο στο σύνορο συγκόλλησης
- E - μετρώ ελαστικότητας
- F - δύναμη

- G - μετρό διάτμησης
- I - ροπή αδράνειας διατομής
- I_b - ροπή αδράνειας στον κλάδο
- I_m, I_d - ροπές αδράνειας πέλματος και λόξων στηρίξεων πλαισίου
- I_r - ροπή αδράνειας νεύρωσης, ελάσματος
- I_{rl} - ροπή αδράνειας διαμήκης νεύρωσης
- I_t - ροπή αδράνειας σε ελεύθερη περιστροφή
- I_x, I_y - ροπές αδράνειας ολικής διατομής ως προς τους άξονες $x - x$ και $y - y$ αντίστοιχα;
- I_{xm}, I_{ym} - το ίδιο για απομειωμένη διατομή
- I_ω - γωνιακή ροπή αδράνειας διατομής
- M - ροπή κάμψης
- M_x, M_y - ροπές ως προς τους άξονες $x - x$ και $y - y$ αντίστοιχα
- N - αξονική δύναμη
- N_{ad} - πρόσθετη καταπόνηση
- N_{bm} - αξονική δύναμη από ροπή σε κλάδο
- Q - τέμνουσα δύναμη
- Q_{fic} - συμβατική τέμνουσα δύναμη για στοιχεία ένωσης
- Q_s - συμβατική τέμνουσα δύναμη που δρα σε σύστημα ελασμάτων που βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο
- R_{ba} - αντοχή σχεδιασμού σε εφελκυσμό κοχλιών θεμελίωσης
- R_{bh} - αντοχή σχεδιασμού σε εφελκυσμό κοχλιών υψηλής αντοχής
- R_{bp} - αντοχή σχεδιασμού σε σύνθλιψη μονοκοχλιωτών συνδέσεων
- R_{bs} - αντοχή σχεδιασμού σε διάτμηση ενός κοχλία

- R_{bf} - αντοχή σχεδιασμού σε εφελκυσμό ενός κοχλίου
- R_{bun} - όριο θραύσης χάλυβα κοχλίων , που λαμβάνεται ίσο με σ_B
- R_{bu} - αντοχή σχεδιασμού σε εφελκυσμό κοχλίων τύπου U
- R_{bgn} - όριο διαρροής χάλυβα κοχλίων που λαμβάνεται ίσο με όριο διαρροής σ_T
- R_{cd} - αντοχή σχεδιασμού σε διαμετρική θλίψη (αρθρώσεις)
- R_{dh} - αντοχή σχεδιασμού σε εφελκυσμό σύρματος υψηλής αντοχής
- R_{fp} - αντοχή σχεδιασμού σε τοπική σύνθλιψη σε αρθρώσεις
- R_p - αντοχή σχεδιασμού χάλυβα σε σύνθλιψη
- R_s - αντοχή σχεδιασμού χάλυβα σε διάτμηση
- R_u - αντοχή σχεδιασμού χάλυβα σε εφελκυσμό, θλίψη, κάμψη από όριο θραύσης
- R_{un} - όριο θραύσης χάλυβα που λαμβάνεται με την μικρότερη τιμή σ_B από κανονισμούς
- R_v - αντοχή σχεδιασμού χάλυβα σε κόπωση
- R_{wf} - αντοχή σχεδιασμού γωνιακών ραφών σε διάτμηση
- R_{wu} - αντοχή σχεδιασμού συγκολλητών ενώσεων σε εφελκυσμό , θλίψη, κάμψη από όριο θραύσης
- R_{wun} - αντοχή μετάλλου ραφής από όριο θραύσης
- R_{ws} - αντοχή σχεδιασμού συγκολλητών ενώσεων σε διάτμηση
- R_{wp} - αντοχή σχεδιασμού συγκολλητών ενώσεων σε θλίψη, εφελκυσμό, κάμψη από όριο διαρροής
- R_{wz} - αντοχή σχεδιασμού γωνιακών ραφών σε διάτμηση στο σύνορο της συγκόλλησης
- R_y - αντοχή σχεδιασμού χάλυβα σε εφελκυσμό, θλίψη , κάμψη από όριο διαρροής
- R_{yf} - το ίδιο για πέλμα

- R_{yw} - το ίδιο για κορμό
- R_{yn} - όριο διαρροής χάλυβα , που λαμβάνεται ίσο με σ_T από κρατικούς κανονισμούς
- S - στατική ροπή μέρους διατομής που υπόκειται σε διάτμηση , ως προς τον ουδέτερο άξονα
- W_x, W_y - ροπές αντίστασης διατομών ως προς τους άξονες $x-x$ και $y-y$ αντίστοιχα
- W_c, W_t - ροπές αντίστασης για θλιβόμενο και εφελκόμενο πέλμα αντίστοιχα
- W_{xn}, W_{yn} - ροπές αντίστασης απομειωμένης διατομής ως προς άξονες $x-x$ και $y-y$ αντίστοιχα
- b - πλάτος
- b_{ef} - πλάτος υπολογισμού
- b_f - πλάτος πέλματος
- b_r - πλάτος προεξέχων νεύρωσης , προβόλου
- c_x, c_y - συντελεστές για υπολογισμό με πλαστικές παραμορφώσεις σε κάμψη ως προς τους άξονες $x-x$, $y-y$ αντίστοιχα
- d - διάμετρος οπής για κοχλία
- d_b - διάμετρος κοχλία
- e - εκκεντρότητα δύναμης
- h - ύψος
- h_{ef} - ύψος υπολογισμού κορμού
- h_w - ύψος κορμού
- i - ακτίνα αδράνειας διατομής
- i_{min} - ελαχίστη ακτίνα αδράνειας διατομής
- i_x, i_y - ακτίνες αδράνειας διατομής ως προς άξονες $x-x$ και $y-y$ αντίστοιχα

- k_f - κάθετος γωνιακής ραφής
 l - μήκος, άνοιγμα
 l_c - μήκος στήριξης, υποστυλώματος
 l_d - μήκος λοξής ράβδου
 l_{ef} - μήκος υπολογισμού
 l_m - μήκος πέλματος πλαισίου ή υποστυλώματος
 l_s - μήκος ελάσματος
 l_w - μήκος ραφής συγκόλλησης
 l_x, l_y - μήκη υπολογισμού στοιχείων σε επίπεδε κάθετα στους άξονες $x-x$ και $y-y$ αντίστοιχα
 m - σχετική εκκεντρότητα $m = eA / W_c$
 r - ακτίνα
 t - πάχος
 t_f - πάχος πέλματος
 t_w - πάχος κορμού
 α_f - λόγος των εμβαδών πέλματος προς κορμό $\alpha_f = A_f / A_w$
 β_f, β_z - συντελεστές για υπολογισμό γωνιακής ραφής συγκόλλησης
 γ_b - συντελεστής λειτουργίας κοχλιωτής σύνδεσης
 γ_c - συντελεστής λειτουργίας
 γ_f - συντελεστής ασφαλείας σε φόρτιση
 γ_m - συντελεστής ασφάλειας υλικού
 γ_n - συντελεστής ασφάλειας
 γ_s - συντελεστής ασφάλειας για αντοχή

- γ_u - συντελεστής ασφάλειας σε υπολογισμούς με όριο θραύσης
- η - συντελεστής επιρροής γεωμετρίας διατομής
- λ - λυγηρότητα, $\lambda = l_{ef} / i$;
- $\bar{\lambda}$ - ανοιγμένη λυγηρότητα $\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y / E}$
- λ_{ef} - λυγηρότητα πολυμερούς διατομής
- $\bar{\lambda}_{ef}$ - ανοιγμένη λυγηρότητα πολυμερούς διατομής $\bar{\lambda}_{ef} = \lambda_{ef} \sqrt{R_y / E}$
- $\bar{\lambda}_f$ - ανοιγμένη λυγηρότητα πέλματος προβόλου $\bar{\lambda}_f = (b_{ef} / t_f) \sqrt{R_y / E}$;
- $\bar{\lambda}_{f,1}$ - ανοιγμένη λυγηρότητα ελάσματος $\bar{\lambda}_{f,1} = (b_{ef,1} / t_f) \sqrt{R_y / E}$
- $\bar{\lambda}_w$ - ανοιγμένη λυγηρότητα κορμού $\bar{\lambda}_w = (h_{ef} / t_w) \sqrt{R_y / E}$;
- $\bar{\lambda}_{wf}$ - μέγιστη ανοιγμένη λυγηρότητα πέλματος προβόλου
- $\bar{\lambda}_{ww}$ - μέγιστη ανοιγμένη λυγηρότητα κορμού
- λ_x, λ_y - λυγηρότητες υπολογισμού στοιχείων στα επίπεδα κάθετα στους άξονες $x-x$ και $y-y$ αντίστοιχα
- ν - λόγος του Poisson
- σ_{loc} - τοπική τάση
- σ_x, σ_y - τάσεις παράλληλες προς άξονες $x-x$ και $y-y$ αντίστοιχα
- τ - διατμητική τάση
- $\varphi_{x(y)}$ - συντελεστής ευστάθειας σε θλίψη
- φ_b - συντελεστής ευστάθειας σε κάμψη
- φ_e - συντελεστής ευστάθειας σε θλίψη με κάμψη
- φ_{exy} - συντελεστής ευστάθειας σε θλίψη με κάμψη σε 2 επίπεδα

Β.2 ΔΕΙΚΤΕΣ ΚΑΙ ΣΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΞΗΓΗΣΗ ΤΟΥΣ

- a - Άγκυρα (anchor)
- a - αξονική, κεντρική (axial)
- b - δοκός (beam)
- b - κοχλίας (bolt)
- c - θλίψη (compression)
- c - υποστύλωμα (column)
- c - πέλμα υποστυλώματος (chord of column)
- d - υπολογισμού (design)
- d - διαγώνια (diagonal)
- e - εκκεντρότητα (excentricity)
- f - πέλμα (flang)
- f - δύναμη (force)
- f - τριβή (friction)
- f - ραφή συγκόλλησης (fillet weld)
- h - υψηλής αντοχής (highstrength)
- i - χαμηλό (inferior)
- l - διαμήκης (longitudinal)
- m - μέση (middle)
- m - ροπή (moment)
- m - υλικό (material)
- n - κανονιστική (normative)
- n - απομειωμένα (net)
- p - σύνθλιψη, πίεση (pressure)
- r - ήλος (rivet)
- r - νεύρωση (rib)

\mathcal{S}	- μετατόπιση, διάτμηση (shear)
\mathcal{S}	- άνω (super)
\mathcal{S}	- ευστάθεια (stability)
\mathcal{T}	- εφελκυσμός (tension)
\mathcal{U}	- μέγιστη (ultimate)
\mathcal{U}	- όριο θραύσης (ultimate strength)
\mathcal{V}	- δόνηση (vibration)
\mathcal{W}	- κορμός (web)
\mathcal{W}	- συγκόλληση (welding)
\mathcal{Y}	- όριο διαρροής (yield point)
\mathcal{Z}	- ζώνη (zone)
abs	- απόλυτος (absolute)
ad	- πρόσθετος (additional)
cr	- κρίσιμη (critical)
ef	- επιρροής (effective)
fic	- πλασματικός (fictitious)
loc	- τοπική (local)
max	- μέγιστη (maximum)
min	- ελάχιστη (minimum)
rel	- σχετικός (relative)

Σημείωση – Οι δείκτες που έχουν 2 ή 3 γράμματα ξεχωρίζονται με κόμμα από τους υπόλοιπους .

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

ΟΜΑΔΕΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Ομάδα 1. Συγκολλητές κατασκευές ή τα στοιχεία τους που λειτουργούν σε πολύ δύσκολες συνθήκες συμπεριλαμβανόμενων την μέγιστη ανάπτυξη πλαστικών παραμορφώσεων ή υπόκεινται σε άμεση επίδραση των δυναμικών, δόνησης ή κινούμενων φορτίων .

* Κατασκευή ή ένα στοιχείο της θεωρείται συγκολλητή εάν η συγκόλληση βρίσκεται στο σημείο δράσης σημαντικών εφελκυστηκών τάσεων ($\sigma > 0,3R_y$, $\sigma > 0,3R_{w,f}$ ή $\sigma > 0,3R_{w,z}$) ή στα σημεία όπου είναι δυνατή η καταστροφή της συγκόλλησης είτε λόγω των παραμενουσών παραμορφώσεων μετά την συγκόλληση που μπορεί να καταστεί την μη λειτουργία της κατασκευής στο σύνολο .

** Σε κατασκευές που καταπονούνται από δυναμικά φορτία ανήκουν οι κατασκευές στις οποίες ο λόγος της απόλυτης τιμής τάσης που προκύπτει από τα δυναμικά φορτία ως προς το άθροισμα τάσεων που προκύπτουν από φορτία εφελκυσμού στην ίδια διατομή είναι $\alpha > 0,2$.

Ομάδα 2. Συγκολλητές κατασκευές ή τα στοιχεία τους που καταπονούνται από στατικά φορτία καθώς και κατασκευές ή τα στοιχεία τους της ομάδας 1 όταν δεν υπάρχουν σ' αυτές συγκολλήσεις .

Ομάδα 3. Συγκολλητές διατομές ή τα στοιχεία τους που καταπονούνται από στατικά φορτία με κυρίως την θλίψη (υποστυλώματα και στηρίξεις , πλάκες θεμελίωσης , στοιχεία επικάλυψης , κατασκευές που στηρίζουν τεχνολογικό εξοπλισμό , καθετές συνδέσεις στα υποστυλώματα με τάση άνω των $0,4R_y$ κτλ) καθώς και κατασκευές της ομάδας 2 όταν δεν υπάρχουν συγκολλήσεις .

Ομάδα 4. Βοηθητικές κατασκευές (εκτός από αυτές της ομάδας 3) σκάλες , περιφράξεις, καθώς και κατασκευές της ομάδας 3 εάν δεν υπάρχουν συγκολλήσεις .

Σημείωση

1 Όταν ορίζεται χάλυβας για κατασκευές κατηγορίας σπουδαιότητας 1 σύμφωνα με το ΓΟCT 27751 ο αριθμός της ομάδας μειώνεται κατά μια μονάδα για κατασκευές ομάδων 2-4.

2 Όταν το πάχος της διατομής είναι $t > 40$ mm αριθμός ομάδας κατασκευής μειώνεται κατά μια μονάδα (για ομάδες 2-4), για πάχος διατομής $t \leq 8$ mm – αυξάνεται κατά μια μονάδα (για ομάδες 1-3). Η διατομή με πάχος 25 mm και άνω για στοιχεία συγκολλητών κατασκευών που καταπονούνται από εφελκυσμό στην διεύθυνση του πάχους και άλλες διατομές με πάχος άνω των 40 mm πρέπει να τηρούν τις προϋποθέσεις ΓΟCT 28870: για κατασκευές ομάδας 1 – σπουδαιότητας I (από ΓΟCT 27751), απαιτήσεις ομάδας ποιότητας Z35: για τις άλλες κατασκευές ομάδας 1, καθώς και για συνδέσεις σε περίπτωση που η τάση είναι κανονική στην επιφάνεια του ελάσματος , - με τις απαιτήσεις ποιότητας Z25, σε άλλες περιπτώσεις - Z15.

ΠΙΝΑΚΑΣ Β.1 – ορισμός χάλυβα σε κτίρια και κατασκευές

Χάλυβας σύμφωνα με				Συνθήκες λειτουργίας χάλυβα σε θερμοκρασίες σχεδιασμού , °C								
				$t \geq -45$			$-45 > t \geq -55$			$t < -55$		
				Για ομάδες κατασκευών								
ГОСТ 27772	ГОСТ 535, ГОСТ 14637	ГОСТ 19281	ТУ 14-1-5399	1	2	3	1	2	3	1	2	3
C235	Ст3кп2	09Г2С	06МБФ	-	-	+	-	-	-	-	-	-
C245	Ст3пс5			-	+	x	-	-	-	-	-	-
C255, C285	Ст3сп5			+	x	x	-	-	-	-	-	-
C345				$\frac{3}{12}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{12}$	$\frac{3}{12}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{4}{15}$	$\frac{4}{15}$	$\frac{2 \text{ или } 3}{7 \text{ или } 12}$
				+	+	+	+	+	+	+	+	+

Δείκτες που χρησιμοποιούνται στον πίνακα Β.1:

Δείκτης "+" – επιτρέπεται χρήση . "-" – δεν επιτρέπεται . "x" – επιτρέπεται η χρήση , εάν τηρείται τεχνικό-οικονομική απαίτηση .

Σημειώσεις

1 θερμοκρασία σχεδιασμού λαμβάνεται σύμφωνα με 5.1.3.

2 όταν χρησιμοποιείται χάλυβας C345 και 09Г2С στον αριθμητή δίνονται κατηγορίες απαιτήσεων σε κρούση σύμφωνα με το ГОСТ 27772, στον παρανομαστή - ανάλογες κατηγορίες σύμφωνα με το ГОСТ 19281.

3 στις κατασκευές ομάδας 4 όταν $t \geq -45$ °C ορίζεται χάλυβας C235 από ГОСТ 27772 ή Ст3кп2 και Ст3пс2 από ГОСТ 535 ή ГОСТ 14637, σε πιο χαμηλές θερμοκρασίες – χάλυβες C245, C255, C285 από ГОСТ 27772 ή Ст3пс5 και Ст3сп5 από ГОСТ 535 ή από ГОСТ 14637.

4 διατομή αυξημένης αντοχής σε πυρκαγιά 06МБФ από ТУ 14-1-5399 έχει ιδιότητες χάλυβα C345-4 από ГОСТ 27772.

5 διατομή χάλυβα με όριο διαρροής $R_{ym} \geq 390$ N/мм² ορίζεται σύμφωνα με τους πίνακες Β.3 και Β.4.

6 χάλυβας για κατασκευές που πραγματοποιούνται στις περιοχές με θερμοκρασία σχεδιασμού $t < -45$ °C, αλλά που λειτουργούν χωρίς εσωτερική θέρμανση λαμβάνονται όπως για μέση θερμοκρασία για τον μηνά Ιανουάριο σύμφωνα με τις απαιτήσεις СНиП 2.01.07 (βλ. χάρτη 5 παραρτήματος 5).

ΠΙΝΑΚΑΣ Β.2 –Χάλυβας για σωλήνες

Ποιότητα χάλυβα (πάχος , α)	ГОСТ	Συνθήκες λειτουργίας χάλυβα σε θερμοκρασίες σχεδιασμού , °C								
		$t \geq -45$			$-45 > t \geq -55$			$T < -55$		
		Για ομάδες κατασκευών								
		2	3	4	2	3	4	2	3	4
ВСт3кп (έως 4)	ГОСТ 10705*	+2* **	+2* **	+2* **	+2* **	+2* **	+2** *	-	-	+2***
ВСт3кп (4,5-10)	ГОСТ 10705*	-	+2* **	+2* **	-	-	-	-	-	-
ВСт3пс (έως 5,5)	ГОСТ 10705*	+2* **	+2* **	+2* **	-	+2* **	+2** *	-	-	+2***
ВСт3пс (6-10)	ГОСТ 10705*	+6	+6	+6	-	-	+6	-	-	+6
ВСт3сп (6-10)	ГОСТ 10705*	-	-	-	-	+5	-	-	-	-
ВСт3пс (5-15)	ГОСТ 10706**	-	+4	+4	-	-	+4	-	-	-
ВСт3сп (5-15)	ГОСТ 10706**	-	-	-	-	+4	-	-	-	-
20****	ГОСТ 8731	+	+	-	-	-	-	-	-	-
09Г2С****	ГОСТ 8731	+	+	-	+	+	-	-	-	-

Δείκτες που αναφέρονται στον πίνακα Β.2:

"+" – επιτρέπεται χρήση "-" – δεν επιτρέπεται, αριθμός κοντά στον δείκτη "+" δηλώνει την κατηγορία του χάλυβα.

* Ομάδα Β, πίνακας 1 ГОСТ 10705.

** ομάδα Β με πρόσθετες απαιτήσεις από 5.1.4 ГОСТ 10706.

*** εκτός από πυλώνες ΔΕΗ, στηρίξεις ΜΜΜ και ανοικτών δικτύων μεταφοράς ρεύματος .

**** Σωλήνες θερμής έλασης χωρίς ραφές από ποιότητες χάλυβα που αναφέρονται επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται στις στηρίξεις πυλώνων ΔΕΗ μεγάλων ανοιγμάτων με ύψος άνω των 60 μ (ομάδα κατασκευών 1).

Σημείωση - Σωλήνες θερμής έλασης χωρίς ραφές από χάλυβα ποιότητας 20 του ΓΟCT 8731 με θερμοκρασία σχεδιασμού $t \geq -45$ °C με πρόσθετες απαιτήσεις αντοχής σε κρούση σε θερμοκρασία - 20 °C – όχι κάτω από 30 J/cm², από χάλυβα ποιότητας 09Г2C του ΓΟCT 8731 σε θερμοκρασία σχεδιασμού $-45 > t, ^\circ\text{C} \geq -55$ με πρόσθετες απαιτήσεις αντοχής σε κρούση σε θερμοκρασία - 40 °C – όχι λιγότερο από 40 J/cm² με πάχος τοιχώματος έως 9 mm και 35 J/cm² με πάχος τοιχώματος 10mm και άνω .

ΠΙΝΑΚΑΣ Β.3 – Σκληρότητα χάλυβα

Θερμοκρασίες σχεδιασμού °C	Ομάδα α κατασκευών	Σκληρότητα χάλυβα για διατομές με όριο διαρροής , N/mm ²			
		$R_{\gamma n} < 290$	$290 \leq R_{\gamma n} < 390$	$390 \leq R_{\gamma n} < 490$	$R_{\gamma n} \geq 490$
$t \geq -45$	1	KCA + KCV	KCV ⁻²⁰	KCV ⁻⁴⁰	KCV ⁻⁶⁰
	2	Το ίδιο	Το ίδιο	Το ίδιο	Το ίδιο
	3	"	"	"	"
$-45 > t \geq -55$	1	KCA + KCV ⁻²⁰	KCV ⁻⁴⁰	KCV ⁻⁴⁰	KCV ⁻⁶⁰
	2	KCA + KCV ⁰	KCV ⁻²⁰	Το ίδιο	Το ίδιο
	3	Το ίδιο	Το ίδιο	"	"
$t < -55$	1	KCA + KCV ⁻²⁰	KCV ⁻⁴⁰	KCV ⁻⁶⁰	KCV ⁻⁶⁰
	2	Το ίδιο	Το ίδιο	Το ίδιο	Το ίδιο
	3	"	"	"	"

Σημειώσεις

1 KCV - σκληρότητα σε δείγματα με σχισμή τύπου V (τύπος 11 του ΓΟCT 9454),

δείκτης t (KCV') – θερμοκρασία κατά την οποία έγιναν τα πειράματα, απουσία δείκτη σημαίνει ότι τα πειράματα έγιναν σε θερμοκρασία $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$; KCA - σκληρότητα σε θερμοκρασία $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ σε πειράματα δείγματος τύπου 1 από ΓΟСТ 9454 με V-σχισμή.

2 τιμές σκληρότητας :

1) για χάλυβες με $R_{\gamma n} < 290\text{ N/mm}^2$ - $KCV = KCV^{-20} = 34\text{ J/cm}^2$ σε διαμήκεις δείγματα και 25 J/cm^2 σε εγκάρσια δείγματα, $KCA = 29\text{ J/cm}^2$;

2) για χάλυβες με $290 \leq R_{\gamma n} < 390\text{ N/mm}^2$ - $KCV^0 = KCV^{-20} = KCV^{-40} = 34\text{ J/cm}^2$ σε διαμήκεις δείγματα και 25 J/cm^2 σε εγκάρσια δείγματα

3) για χάλυβες με $390 \leq R_{\gamma n} < 490\text{ N/mm}^2$ - $KCV^{-40} = KCV^{-60} = 25\text{ J/cm}^2$;

4) για χάλυβες με $R_{\gamma n} \geq 490\text{ N/mm}^2$ - $KCV^{-60} = 25\text{ J/cm}^2$.

ΠΙΝΑΚΑΣ Β.4 – Απαιτήσεις χημικής σύστασης

Όριο διαρροής χάλυβα $R_{\gamma n}$, N/mm^2	Ποσότητα στοιχείων *, % (όχι άνω)			C_3 , % (όχι άνω)
	C	P	S	
$R_{\gamma n} < 290$	0,22	0,040	0,050**	-
$290 \leq R_{\gamma n} < 390$	0,15	0,035	0,040**	0,45
$390 \leq R_{\gamma n} < 490$	0,15	0,020***	0,015***	0,46
$490 \leq R_{\gamma n} < 590$	0,15	0,015	0,010	0,47
$R_{\gamma n} \geq 590$	0,15	0,010	0,005	0,51

* Μέγιστες αποκλίσεις σε χημική σύσταση σε έτοιμη διατομή σύμφωνα με το ΓΟСТ 27772.

** Σε περίπτωση θερμικής επεξεργασίας $S \leq 0,025\%$.

*** $S + P \leq 0,020\%$.

Σημείωση - ποσοστό άνθρακα (C_3 , %) υπολογίζεται από την εξίσωση

$$C_3 = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Cr}{5} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cu}{13} + \frac{V + Nb}{14} + \frac{Mo}{4} + \frac{P}{2},$$

όπου C , Mn , Si , Cr , Ni , Cu , V , Nb , Mo , P - ποσοστό μαζών στοιχείων , %.

ΠΙΝΑΚΑΣ Β.5 – Αντοχές και αντοχές σχεδιασμού κατά τον εφελκυσμό, θλίψη και κάμψη διατομών

Χάλυβας σύμφωνα με το ГОСТ 27772	Πάχος διατομής *, mm	Όρια αντοχής διατομής **, N/mm ²		Αντοχή σχεδιασμού διατομής ***, N/mm ²	
		R_{yk}	R_{ykH}	R_y	R_{yL}
C235	από 2 έως 8	235	360	230/225	350/345
C245	από 2 έως 20	245	370	240/235	360/350
	άνω. 20 έως 30	235	370	230/225	360/350
C255	άνω 2 έως 20	245	370	240/235	360/350
	άνω. 20 έως 40	235	370	230/225	360/350
C285	από 2 έως 10	275	390	270/260	380/370
	από. 10 έως 20	265	380	260/250	370/360
C345	από 2 έως 20	325	470	315/310	460/450
	από 20 έως 40	305	460	300/290	450/440
	άνω. 40 έως 80	285	450	280/270	440/430
	άνω. 80 έως 100	265	430	260/250	420/410
C345K	από 4 έως 10	345	470	335/330	460/450
C375	από 2 έως 20	355	490	345/340	480/465
	άνω. 20 έως 40	335	480	325/320	470/455
C390	από 4 έως 50	390	540	380/370	525/515
C440	από 4 έως 30	440	590	430/420	575/560
	άνω. 30 έως 50	410	570	400/390	555/540
C590	από 10 έως 40	590	685	575/560	670/650

C590K					
<p>* για πάχος ελατής διατομής λαμβάνεται πάχος πέλματος.</p> <p>** για όρια διαρροής και θραύσης χάλυβα λαμβάνονται τα όρια που αναφέρονται στους κανονισμούς. Στις περιπτώσεις όταν τα όρια είναι σε μονάδες (kg sec/mm^2), τα όρια σε (N/mm^2) γίνονται πολλαπλασιάζοντας επί 9,81 με στρογγυλοποίηση έως 5 N/mm^2.</p> <p>*** Τιμές των αντοχών σχεδιασμού που προέκυψαν με διαίρεση δια των συντελεστών ασφάλειας και που υπολογιστήκαν σύμφωνα με τον πίνακα 3, και με στρογγυλοποίηση έως 5 N/mm^2. Στον αριθμητή αναφέρονται τιμές των αντοχών σχεδιασμού σύμφωνα με το ΓΟCT 27772 (εκτός από χάλυβα C590K) ή άλλων κανονισμών στους οποίους χρησιμοποιούνται έλεγχοι σύμφωνα με το ΓΟCT 27772 ($\gamma_m=1,025$), στον παρανομαστή - αντοχή σχεδιασμού άλλης διατομής με $\gamma_m=1,050$.</p>					

ΠΙΝΑΚΑΣ Β.6 – Όρια και αντοχές σχεδιασμού σε εφελκυσμό, θλίψη και κάμψη σωλήνων

Ποιότητα χάλυβα	ΓΟCT	Πάχος τοιχώματος, mm	Όρια διαρροής και θραύσης, N/mm^2		Αντοχές σχεδιασμού, N/mm^2	
			R_{yH}	R_{uH}	R_y	R_u
ВСт3кп, ВСт3пс, ВСт3сп	ΓΟCT 10705	έως 10	225	370	215	350
ВСт3пс4, ВСт3сп4	ΓΟCT 10706	4-15	245	370	235	350
20	ΓΟCT 8731	4-36	245	410	225	375
Σημείωση - όρια για σωλήνες από χάλυβα ποιότητας 09Г2С σύμφωνα με το ΓΟCT 8731 λαμβάνονται κατόπιν συμφωνίας με βάση τις απαιτήσεις της διατομής.						

ΠΙΝΑΚΑΣ Β.7 – Αντοχές σχεδιασμού διατομής σε σύνθλιψη, τοπική σύνθλιψη σε διαμετρικούς κυλίνδρους και σύνθλιψη αρθρώσεων

Όρια	Αντοχή σχεδιασμού N/mm^2	
	Σύνθλιψης	Διαμετρικής σύνθλιψης

θρασύς , N/mm^2			κυλίνδρων (σε ελεύθερη επαφή στις κατασκευές με περιορισμένη μετατόπιση) R_{cd}
	Άνω επιφάνειας (με χρήση ελασμάτων) R_p	Τοπικής σε αρθρώσεις σε στενή επαφή R_{fp}	
360	351/343	176/171	9/9
370	361/352	180/176	9/9
380	371/362	185/181	9/9
390	380/371	190/185	10/10
400	390/381	195/190	10/10
430	420/409	210/204	10/10
440	429/419	215/209	11/11
450	439/428	220/214	11/11
460	449/438	224/219	11/11
470	459/448	229/224	11/11
480	468/457	234/228	12/12
490	478/467	239/233	12/12
510	498/486	249/243	12/12
540	527/514	263/257	13/13
570	556/543	278/271	14/14
590	576/562	288/281	14/14
Σημείωση - στον πίνακα αναφέρονται τιμές που προέκυψαν από τις εξισώσεις κεφαλαίου 6 με $\gamma_m=1,025$ (στον αριθμητή) και $\gamma_m=1,050$ (στον παρανομαστή).			

ΠΙΝΑΚΑΣ Β.8 – Αντοχές σχεδιασμού διατομών από ανθρακούχο χάλυβα

Καταπόνηση	Δείκτης	Αντοχές σχεδιασμού , N/mm^2 , διατομών από ανθρακούχο χάλυβα
------------	---------	---

		ποιότητας			
		15J	25J	35J	45J
Εφελκυσμός , θλίψη , κάμψη	R_u	150	180	210	250
Διάτμηση	R_s	90	110	130	150
Σύνθλιψη επιφάνειας με παρουσία ελάσματος	R_p	230	270	320	370
Τοπική σύνθλιψη σε αρθρώσεις με στενή επαφή	R_{fp}	110	130	160	180
Διαμετρική θλίψη κυλίνδρων σε ελεύθερη επαφή (σε κατασκευές με περιορισμένη μετατόπιση)	R_{cd}	6	7	8	10

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΕΝΩΣΕΙΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ Γ.1 – Υλικά για συγκόλληση , αντίστοιχοι χάλυβες

Χάλυβας	Υλικό για συγκόλληση				
	Με διοξείδιο του άνθρακα (ΓΟCT 8050) ή με την μύξη με αργό (ΓΟCT 10157)	Με κονίαμα (ΓΟCT 9087)	Σύρμα με σκόνη (ΓΟCT 26271)	ηλεκτρόδια (ΓΟCT 9467)	
	Είδος			Τύπος ηλεκτροδίου υ	
	Σύρματος συγκόλλησης	κονιάματος	Σύρματος με σκόνη		
$R_{yn} < 290 \text{ N/MM}^2$	CB-08Γ2C	CB-08A	AH-348-A AH-60*	ΠΠ-AH-3 ΠΠ-AH-8	Ξ42*, Ξ42A
		CB-08ΓA			Ξ46*, Ξ46A
$290 \text{ N/MM}^2 \leq R_{yn} < 590 \text{ N/MM}^2$			CB-10ΓA**		AH-17-M AH-43 AH-47

			AH-348-A***		-
		CB-10Γ2** CB-10HMA			
$R_{\gamma n} \geq 590 \text{ N/MM}^2$	CB-08Γ2C CB-08XΓCMA	CB-10HMA	AH-17-M	ΠΠ-AH-3	Ξ60
	CB-10XΓ2CMA	CB-08XH2ΓM ΙΟ		ΠΠ-AH-8	Ξ70
<p>* κονίαμα AH-60 και ηλεκτρόδια τύπου Ξ42, Ξ46, Ξ50 χρησιμοποιούν για κατασκευές ομάδας 2, 3 σε θερμοκρασίες σχεδιασμού $t \geq -45 \text{ }^\circ\text{C}$.</p> <p>** να μην χρησιμοποιείται κονίαμα AH-43.</p> <p>*** για κονίαμα AH-348-A χρειάζεται πρόσθετος έλεγχος μηχανικών ιδιοτήτων ραφής με συγκόλληση στοιχείων με όλα τα πάχη σε θερμοκρασίες $t < -45 \text{ }^\circ\text{C}$ και παχών άνω των 32 mm – σε θερμοκρασίες $t \geq -45 \text{ }^\circ\text{C}$.</p>					

ΠΙΝΑΚΑΣ Γ.2 – Όρια και αντοχές σχεδιασμού μετάλλου γωνιακών ραφών

Υλικά συγκόλλησης		$R_{\gamma n}, \text{ N/MM}^2$	$R_{\gamma f}, \text{ N/MM}^2$
Τύπος ηλεκτρόδιου (ГОСТ 9467)	Είδος σύρματος		
Ξ42, Ξ42A	CB-08, CB-08A	410	180
Ξ46, Ξ46A	CB-08ΓA,	450	200
Ξ50, Ξ50A	CB-08Γ2C, CB-10ΓA, ΠΠ-AH-8, ΠΠ-AH-3	490	215
Ξ60	CB-08Γ2C*, CB-10HMA, CB-10Γ2	590	240
Ξ70	CB-10XΓ2CMA, CB-08XH2ΓMIO	685	280
Ξ85	-	835	340
<p>* μονό για ραφές με κάθετο $k_f \leq 8$ mm σε κατασκευές από χάλυβα με όριο διαρροής 440 N/MM^2 και άνω .</p>			

ΠΙΝΑΚΑΣ Γ.3 – Απαιτήσεις για κοχλίες σε διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας τους

Θερμοκρασία σχεδιασμού t , °C	Κλάση αντοχής κοχλία και απαιτήσεις για αυτούς από ΓΟCT 1759.4 στις κατασκευές			
	Δεν υπολογίζονται για κόπωση		Υπολογίζονται για κόπωση	
	Σε λειτουργία των κοχλίων			
	Εφελκυσμός ή διάτμηση	Διάτμηση	Εφελκυσμός ή διάτμηση	Διάτμηση
≥ -45	5.6	5.6	5.6	5.6
	8.8	8.8	8.8	8.8
	10.9	10.9	10.9	10.9
	-	12.9	-	12.9
$-45 > t \geq -55$	5.6	5.6	5.6	5.6
	8.8	8.8	8.8*	8.8
	10.9	10.9	10.9*	10.9
	-	12.9	-	12.9
< -55	5.6	5.6	-	5.6
	8.8*	8.8	8.8*	8.8
	10.9*	10.9	10.9*	10.9
	-	12.9	-	12.9

* με απαιτήσεις έλεγχου σε θραύση λοξού παξιμαδιού 6.5 ΓΟCT 1759.4.

Σημείωση - κοχλίες υψηλής αντοχής σύμφωνα με ο ΓΟCT 22356 από χάλυβα ποιότητας 40X χρησιμοποιούνται σε κατασκευές όπου χρησιμοποιούνται κοχλίες κλάσης αντοχής 10.9.

ΠΙΝΑΚΑΣ Γ.4 – Ποιότητες χάλυβα για κοχλίες θεμελίωσης και συνθήκες λειτουργίας τους

Κατασκευές	Κανονισμός	Ποιότητα χάλυβα σε θερμοκρασία σχεδιασμού, t , °C
------------	------------	--

		≥ -45	$-45 > t \geq -55$	< -55
Κατασκευές , εκτός από πυλώνες ΔΕΗ	ГОСТ 535 ГОСТ 1050 ГОСТ 19281	Ст3пс2, Ст3сп2 20 -	Ст3пс4, Ст3сп4 - 09Г2С-4*	- - - 09Г2С-4*
Για κοχλίες τύπου U, καθώς και για θεμελιώσεις πυλώνων ΔΕΗ	ГОСТ 535 ГОСТ 19281	Ст3пс4, Ст3сп4 -	- - 09Г2С-4*	- - 09Г2С-6**
* επιτρέπεται χρήση άλλων χαλύβων σύμφωνα με το ГОСТ 19281 κατηγορίας 4.				
** επιτρέπεται χρήση άλλων χαλύβων σύμφωνα με το ГОСТ 19281 κατηγορίας 6.				

ΠΙΝΑΚΑΣ Γ.5 – Όρια αντοχής χάλυβα κοχλιών και αντοχές σχεδιασμού ενός κοχλία σε διάτμηση και εφελκυσμό N/mm^2

Κλάση αντοχής κοχλία	R_{bwn}	R_{bgn}	R_{bs}	R_{bt}
5.6	500	300	210	225
8.8	800	640	320	435
10.9	1000	900	400	540
12.9	1200	1080	420	-
40X "селект"	1100	990	405	550
Σημείωση - Τιμές των αντοχών σχεδιασμού που αναφέρονται στον πίνακα ,υπολογιστήκαν από τις εξισώσεις κεφαλαίου 3 με στρογγυλοποίηση έως $5 N/mm^2$.				

ΠΙΝΑΚΑΣ Γ.6 – Όρια θραύσης χάλυβα και αντοχές σχεδιασμού σε σύνθλιψη στοιχείων σε κοχλιοτές συνδέσεις , N/mm^2

Όρια θραύσης χάλυβα των στοιχείων σε ένωση R_{wn}	R_{tp} για κοχλίες	
	Κλάση ακριβείας A	Κλάση ακριβείας B και C

360	560	475
370	580	485
380	590	500
390	610	515
430	670	565
440	685	580
450	700	595
460	720	605
470	735	620
480	750	630
490	765	645
510	795	670
540	845	710
570	890	750
590	920	775
Σημείωση - τιμές αντοχών σχεδιασμού , που αναφέρονται στον πίνακα υπολογιστήκαν από τις εξισώσεις κεφαλαίου 6 με στρογγυλοποίηση έως 5 N/mm ² .		

ΠΙΝΑΚΑΣ Γ.7 – Αντοχές σχεδιασμού κοχλίων θεμελίωσης σε εφελκυσμό

Διάμετρος κοχλίας , mm	R_{ba} , N/mm ² , για κοχλίες από χάλυβα ποιότητας	
	ГОСТ 535*	ГОСТ 19281*
	Ст3пс4, Ст3пс2, Ст3сп4,	09Г2С-6, 09Г2С-8

	Ст3сп2	
12, 16, 20	200	265
24, 30	190	245
36	190	230
42, 48, 56	180	230
64, 72, 80	180	220
90, 100	180	210
110, 125, 140	165	210
<p>* αντοχές σχεδιασμού για κοχλίες από άλλους χάλυβες υπολογίζονται από εξισώσεις κεφαλαίου 7.</p> <p>Σημειώσεις</p> <p>1 χάλυβας από ГОСТ 535 πρέπει να δίνονται στην ομάδα 1.</p> <p>2 τιμές αντοχών σχεδιασμού, που αναφέρονται στον πίνακα υπολογιστήκαν από τις εξισώσεις κεφαλαίου 6 με στρογγυλοποίηση έως 5 N/mm².</p>		

ΠΙΝΑΚΑΣ Γ.8 – Όρια θραύσης και αντοχές σχεδιασμού, N/mm², σε εφελκυσμό κοχλιών υψηλής αντοχής από ГОСТ 22356 από χάλυβα ποιότητας 40X "селект"

Διάμετρος σπείρας, мм	$R_{\delta un}$	$R_{\delta h}$
16, 20, (22), 24, (27)	1100	770
30	950	665
36	750	525
42	650	455
48	600	420
Σημείωση - διαστάσεις που είναι σε καμπύλες συμβουλεύεται να αποφεύγονται.		

ΠΙΝΑΚΑΣ Γ.9 – Εμβαδόν διατομής κοχλιών , cm^2 , από ΓΟСТ 1759.4

d , mm	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48
A_b	2,01	2,54	3,14	3,80	4,52	5,72	7,06	10,17	13,85	18,09
$A_{bн}$	1,57	1,92	2,45	3,03	3,53	4,59	5,61	8,16	11,20	14,72
<p>Σημειώσεις</p> <p>1 εμβαδόν διατομής κοχλιών με διάμετρο μεγαλύτερο από 48 mm λαμβάνονται από ΓΟСТ 24379.0.</p> <p>2 διαστάσεις που είναι σε καμπύλες συμβουλεύεται να αποφεύγονται σε κατασκευές , εκτός από πυλώνες ΔΕΗ.</p>										

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΥΛΙΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ Δ.1 – Φυσικές ιδιότητες υλικών για μεταλλικές κατασκευές

Χαρακτηρίστηκα	Τιμή
Πυκνότητα ρ , kg/m^3 :	
διατομής από χάλυβα	7850
Από χυτοσίδηρο	7200
Συντελεστής θερμικής διαστολής α , $^{\circ}\text{C}^{-1}$	$0,12 \cdot 10^{-4}$
Μετρό ελαστικότητας E , N/mm^2 :	$2,06 \cdot 10^5$
Χάλυβα	
Συρματόσκοινων και παράλληλων συρμάτων	$1,96 \cdot 10^5$
Συρματόσκοινων από χάλυβα :	
Κλειστών και σπирάλ	$1,67 \cdot 10^5$
Φερόντων :	

Διπλής πλέξης	$1,47 \cdot 10^5$
Διπλής πλέξης με μη μεταλλικό άξονα	$1,27 \cdot 10^5$
Μετρό διάτμησης χάλυβα και ελατών διατομών G , N/mm ²	$0,79 \cdot 10^5$
Λόγος του Poisson ν	0,3
Σημείωση - Η τιμή του μέτρου ελαστικότητας αναφέρονται για συρματόσκοινα που έχουν προενταθεί πριν με τάση όχι μικρότερη από 60% του ορίου θραύσης για την διατομή ολόκληρη .	

ΠΙΝΑΚΑΣ Δ.2 – Φυσικές ιδιότητες καλωδίων και συρμάτων

Ονομασία υλικού	Ποιότητα και εμβαδόν διατομής , mm ²	Μετρό ελαστικότητας E , N/mm ²	Συντελεστής θερμικής διαστολής α , °C ⁻¹
Καλώδια από αλουμίνιο ГОСТ 839	A, АНП; 16-800	$0,630 \cdot 10^5$	$0,23 \cdot 10^{-4}$
Καλώδια από χαλκό ГОСТ 839	M; 4-800	$1,300 \cdot 10^5$	$0,17 \cdot 10^{-4}$
Καλώδια από χάλυβα και αλουμίνιο ГОСТ 839 με λόγο εμβαδού αλουμινίου προς χάλυβα ίσο με :	AC, ACK; ACKΠ, ACKC		
6-6,25	10 και άνω	$0,825 \cdot 10^5$	$0,192 \cdot 10^{-4}$
0,65	95	$1,460 \cdot 10^5$	$0,139 \cdot 10^{-4}$
4,29-4,39	120 και άνω	$0,890 \cdot 10^5$	$0,183 \cdot 10^{-4}$
7,71-8,04	150 και άνω	$0,770 \cdot 10^5$	$0,198 \cdot 10^{-4}$
1,46	185 και άνω	$1,140 \cdot 10^5$	$0,155 \cdot 10^{-4}$
12,22	330	$0,665 \cdot 10^5$	$0,212 \cdot 10^{-4}$
18,2-18,5	400 и 500	$0,665 \cdot 10^5$	$0,212 \cdot 10^{-4}$
Καλώδιο από χάλυβα και χαλκό ГОСТ 3822 διαμέτρου, mm:	BCM 1		

1,6-4	2,0-12,5	$1,870 \cdot 10^5$	$0,127 \cdot 10^{-4}$
6	28,2	$1,900 \cdot 10^5$	$0,124 \cdot 10^{-4}$
Σημείωση – Οι μάζες των καλωδίων λαμβάνονται από ΓΟCT 839 και ΓΟCT 3822.			

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε

**ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΓΙΑ ΕΦΕΛΚΥΟΜΕΝΗ ΓΩΝΙΑ ΠΟΥ ΕΝΩΝΕΤΑΙ
ΣΤΗΝ ΜΙΑ ΠΛΕΥΡΑ ΤΗΣ ΜΕ ΚΟΧΛΙΕΣ**

Οι τιμές των συντελεστών λειτουργίας γ_{c1} στον υπολογισμό από την εξίσωση 6) διατομών εφελκυσμένης γωνίας από χάλυβα με όριο διαρροής έως 380 N/mm^2 , που ενώνεται στην μια πλευρά με κοχλίες τοποθετούμενους σε σειρά στον άξονα, που βρίσκεται σε απόσταση όχι λιγότερο από $0,5b$ από την άκρη και όχι λιγότερο από $1,2d$ από την γωνία, υπολογίζεται από την εξίσωση

$$\gamma_{c1} = (\alpha_1 A_{n1} / A_n + \alpha_2) \beta, \quad (\text{E.1})$$

όπου A_{n1} - εμβαδόν διατομής τμήματος πλευράς που ενώνεται με κοχλίες ανάμεσα στην οπή και την άκρη γωνίας

A_n - απομειωμένο εμβαδόν διατομής

$\alpha_1, \alpha_2, \beta$ - συντελεστές από τον πίνακα Ε.1.

Δείκτες που αναφέρονται στο παράρτημα Ε:

a - απόσταση κατά μήκος της δύναμης από άκρη στοιχείου έως την πλησιέστερη οπή

b - πλάτος πέλματος γωνίας

s - απόσταση ανάμεσα στις οπές

d - διάμετρος οπής για κοχλία.

ΠΙΝΑΚΑΣ Ε.1 – Συντελεστές $\alpha_1, \alpha_2, \beta$

Συντελεστές	Τιμές συντελεστών $\alpha_1, \alpha_2, \beta$	
	Με ένα κοχλία και απόσταση	Όταν $a \geq 1,5d$ ή $s \geq 2d$

	α , ίση με			Με αριθμό κοχλίων σε σειρά		
	$1,35\alpha^*$	$1,5\alpha$	2α	2	3	4
α_1	1,70	1,70	1,70	1,77	1,45	1,17
α_2	0,05	0,05	0,05	0,19	0,36	0,47
β	0,65	0,85	1,0	1,0	1,0	1,0
* Μονό για στοιχεία δικτυώματος (αντιστηρίξεις και ελκυστήρες), εκτός από αυτά που καταπονούνται από μόνιμο εφελκυσμό , με πάχος πέλματος έως 6 mm.						

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ж

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΚΕΝΤΡΙΚΑ ΚΑΙ ΕΚΚΕΝΤΡΑ ΘΛΙΒΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Таблица Ж.1 - Коэффициент устойчивости при центральном сжатии

Ανοιγμένη λυγηρότητα $\bar{\lambda}$	Συντελεστής φ για καμπύλες ευστάθειας		
	a	b	c
0,4	999	998	992
0,6	994	986	950
0,8	981	967	929
1,0	968	948	901
1,2	954	927	878
1,4	938	905	842
1,6	920	881	811
1,8	900	855	778
2,0	877	826	744
2,2	851	794	709

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

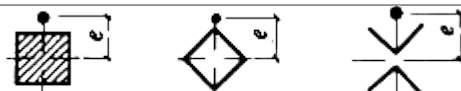
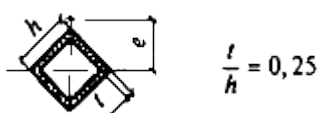
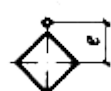
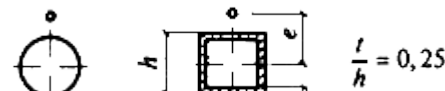
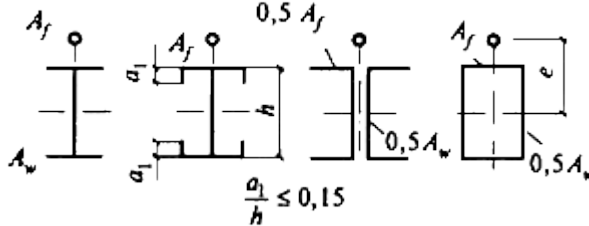
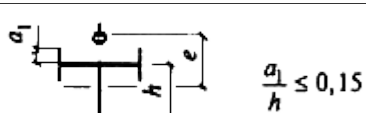
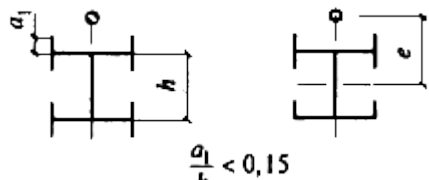
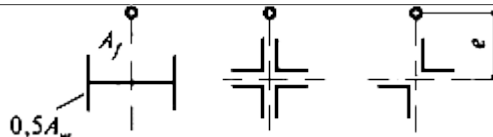
2,4	820	760	672
2,6	785	722	635
2,8	747	683	598
3,0	704	643	562
3,2	660	602	526
3,4	615	562	492
3,6	572	524	460
3,8	530	487	430
4,0	475	453	401
4,2	431	421	375
4,4	393	392	351
4,6	359	359	328
4,8	330	330	308
5,0	304	304	289
5,2	281	281	271
5,4	261	261	255
5,6	242	242	240
5,8	226	226	226
6,0	211		
6,2	198		
6,4	186		
6,6	174		
6,8	164		
7,0	155		
7,2	147		

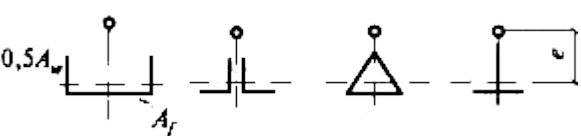
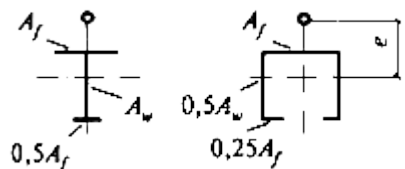
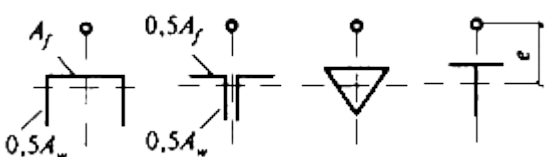
ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

7,4	139
7,6	132
7,8	125
8,0	119
8,5	105
9,0	094
9,5	084
10,0	076
10,5	069
11,0	063
11,5	057
12,0	053
12,5	049
13,0	045
14,0	039
Σημείωση – Τιμές του συντελεστή φ στον πίνακα είναι πολλαπλασιασμένα επί 1000	

ΠΙΝΑΚΑΣ Κ.2 – Συντελεστής επιρροής σχήματος διατομής η

Τύπος διατο	Σχήμα διατομής και εκκεντρότητα	$\frac{A_f}{A_M}$	Τιμές του η όταν	
			$0 \leq \bar{\lambda} \leq 5$	$\bar{\lambda} > 5$

μή ς						
			$0,1 \leq m \leq 5$	$5 < m \leq 20$	$0,1 \leq m \leq 5$	$5 \leq m \leq 20$
1		-	1,0	1,0	1,0	
2		-	0,85	0,85	0,85	
3		-	$0,75 + 0,02\bar{\lambda}$	$0,75 + 0,02\bar{\lambda}$	0,85	
4		-	$(1,35 - 0,05m) - 0,01(5 - m)\bar{\lambda}$	1,1	1,1	
5		0,25	$(1,45 - 0,05m) - 0,01(5 - m)\bar{\lambda}$	1,2	1,2	
		0,5	$(1,75 - 0,1m) - 0,02(5 - m)\bar{\lambda}$	1,25	1,25	
		$\geq 1,0$	$(1,90 - 0,1m) - 0,02(6 - m)\bar{\lambda}$	$1,4 - 0,02\bar{\lambda}$	1,3	
6		-	$\eta_5 \left[1 - 0,3(5 - m) \frac{a_1}{h} \right]$	η_5	η_5	
7		-	$\eta_5 \left(1 - 0,8 \frac{a_1}{h} \right)$	$\eta_5 \left(1 - 0,8 \frac{a_1}{h} \right)$	$\eta_5 \left(1 - 0,8 \frac{a_1}{h} \right)$	
8		0,25	$(0,75 - 0,05m) - 0,01(5 - m)\bar{\lambda}$	1,0	1,0	
		0,5	$(0,5 - 0,1m) - 0,02(5 - m)\bar{\lambda}$	1,0	1,0	
		≥ 1	$(0,25 + 0,15m) + 0,03(5 - m)\bar{\lambda}$	1,0	1,0	

		0			
9		0,5	$(1,25-0,05m)-0,01(5-m)\bar{\lambda}$	1,0	1,0
		$\geq 1,0$	$(1,5-0,1m)-0,02(5-m)\bar{\lambda}$	1,0	1,0
10		0,5	1,4	1,4	1,4
		1,0	$1,6-0,01(5-m)\bar{\lambda}$	1,6	$1,35+0,05m$
		2,0	$1,8-0,02(5-m)\bar{\lambda}$	1,8	$1,3+0,1m$
11		0,5	$1,45+0,04m$	1,65	$1,45+0,04m$
		1,0	$1,8+0,12m$	2,4	$1,8+0,12m$
		1,5	$2,0+0,25m+0,1\bar{\lambda}$	-	-
		2,0	$3,0+0,25m+0,1\bar{\lambda}$	-	-

Σημείωση

1 Για τύπο διατομών 5-7 όταν υπολογίζεται A_f/A_w εμβαδόν καθέτων στοιχείων πελμάτων δεν λαμβάνεται υπόψη.

2 Για τύπο διατομών 6-7 τιμή του η_5 λαμβάνουν ίση με την τιμή η για τύπο 5 με ίδιες τις τιμές των A_f/A_w .

ΠΙΝΑΚΑΣ Ж.3 – Συντελεστής ευστάθειας φ_θ σε έκκεντρη θλίψη συμπαγούς διατομής στο επίπεδο δράσης της ροπής, που συμπίπτει με το επίπεδο συμμετρίας

Ανοιγμένη λυγηρότητα $\bar{\lambda}$	Τιμή φ_θ με σχετική εκκεντρότητα $m_{\theta f}$								
	0,1	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

0,5	967	922	850	782	722	669	620	577	538
1,0	925	854	778	711	653	600	563	520	484
1,5	875	804	716	647	593	548	507	470	439
2,0	813	742	653	587	536	496	457	425	397
2,5	742	672	587	526	480	442	410	383	357
3,0	667	597	520	465	425	395	365	342	320
3,5	587	522	455	408	375	350	325	303	287
4,0	505	447	394	356	330	309	289	270	256
4,5	418	382	342	310	288	272	257	242	229
5,0	354	326	295	273	253	239	225	215	205
5,5	302	280	256	240	224	212	200	192	184
6,0	258	244	223	210	198	190	178	172	166
6,5	223	213	196	185	176	170	160	155	149
7,0	194	186	173	163	157	152	145	141	136
8,0	152	146	138	133	128	121	117	115	113
9,0	122	117	112	107	103	100	098	096	093
10,0	100	097	093	091	090	085	081	080	079
11,0	083	079	077	076	075	073	071	069	068
12,0	069	067	064	063	062	060	059	059	058
13,0	062	061	054	053	052	051	051	050	049
14,0	052	049	049	048	048	047	047	046	045

Συνέχεια του πίνακα Ж.3

Ανοιγμένη λυγιστικότητα $\bar{\lambda}$	Τιμή $\varphi_{\bar{\lambda}}$ με σχετική εκκεντρότητα $m_{\bar{\lambda}}$								
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

0,5	469	417	370	337	307	280	260	237	222
1,0	427	382	341	307	283	259	240	225	209
1,5	388	347	312	283	262	240	223	207	195
2,0	352	315	286	260	240	222	206	193	182
2,5	317	287	262	238	220	204	190	178	168
3,0	287	260	238	217	202	187	175	166	156
3,5	258	233	216	198	183	172	162	153	145
4,0	232	212	197	181	168	158	149	140	135
4,5	208	192	178	165	155	146	137	130	125
5,0	188	175	162	150	143	135	126	120	117
5,5	170	158	148	138	132	124	117	112	108
6,0	153	145	137	128	120	115	109	104	100
6,5	140	132	125	117	112	106	101	097	094
7,0	127	121	115	108	102	098	094	091	087
8,0	106	100	095	091	087	083	081	078	076
9,0	088	085	082	079	075	072	069	066	065
10,0	075	072	070	069	065	062	060	059	058
11,0	063	062	061	060	057	055	053	052	051
12,0	055	054	053	052	051	050	049	048	047
13,0	049	048	048	047	045	044	043	042	041
14,0	044	043	043	042	041	040	040	039	039

Συνέχεια πίνακα Ж.3

Ανοιγμένη λυγηρότητα $\bar{\lambda}$	Τιμή φ_s με σχετική εκκεντρότητα m_{sf}							
	7,0	8,0	9,0	10	12	14	17	20

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

0,5	210	183	164	150	125	106	090	077
1,0	196	175	157	142	121	103	086	074
1,5	182	163	148	134	114	099	082	070
2,0	170	153	138	125	107	094	079	067
2,5	158	144	130	118	101	090	076	065
3,0	147	135	123	112	097	086	073	063
3,5	137	125	115	106	092	082	069	060
4,0	127	118	108	098	088	078	066	057
4,5	118	110	101	093	083	075	064	055
5,0	111	103	095	088	079	072	062	053
5,5	104	095	089	084	075	069	060	051
6,0	096	089	084	079	072	066	057	049
6,5	089	083	080	074	068	062	054	047
7,0	083	078	074	070	064	059	052	045
8,0	074	068	065	062	057	053	047	041
9,0	064	061	058	055	051	048	043	038
10,0	057	055	052	049	046	043	039	035
11,0	050	048	046	044	040	038	035	032
12,0	046	044	042	040	037	035	032	029
13,0	041	039	038	037	035	033	030	027
14,0	038	037	036	036	034	032	029	026

Σημειώσεις

1 η τιμή του φ_g στον πίνακα είναι πολλαπλασιασμένη επί 1000 .

2 Οι τιμές των φ_g πρέπει να λαμβάνονται όχι μεγαλύτερες από τις τιμές του φ .

ΠΙΝΑΚΑΣ Κ.4 – Συντελεστής ευστάθειας φ_g σε έκκεντρη θλίψη πολυμερών διατομών στο επίπεδο δράσης της ροπής, που συμπίπτει με το επίπεδο συμμετρίας

Ανοιγμένη λυγηρότητα $\bar{\lambda}_{gr}$	Τιμή του φ_g με σχετική εκκεντρότητα m								
	0,1	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0
0,5	908	800	666	571	500	444	400	364	333
1,0	872	762	640	553	483	431	387	351	328
1,5	830	727	600	517	454	407	367	336	311
2,0	774	673	556	479	423	381	346	318	293
2,5	708	608	507	439	391	354	322	297	274
3,0	637	545	455	399	356	324	296	275	255
3,5	562	480	402	355	320	294	270	251	235
4,0	484	422	357	317	288	264	246	228	215
4,5	415	365	315	281	258	237	223	207	196
5,0	350	315	277	250	230	212	201	186	178
5,5	300	273	245	223	203	192	182	172	163
6,0	255	237	216	198	183	174	165	156	149
6,5	221	208	190	178	165	157	149	142	137
7,0	192	184	168	160	150	141	135	130	125
8,0	148	142	136	130	123	118	113	108	105
9,0	117	114	110	107	102	098	094	090	087
10,0	097	094	091	090	087	084	080	076	073
11,0	082	078	077	076	073	071	068	066	064
12,0	068	066	064	063	061	060	058	057	056
13,0	060	059	054	053	052	051	050	049	049

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

14,0	050	049	048	047	046	046	045	044	043
------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Συνέχεια του πίνακα Ж.4

Ανοιγμένη λειτουργία $\bar{\lambda}_{\text{eff}}$	Τιμή του φ_{g} με σχετική εκκεντρότητα m								
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
0,5	286	250	222	200	182	167	154	143	133
1,0	280	243	218	197	180	165	151	142	131
1,5	271	240	211	190	178	163	149	137	128
2,0	255	228	202	183	170	156	143	132	125
2,5	238	215	192	175	162	148	136	127	120
3,0	222	201	182	165	153	138	130	121	116
3,5	206	187	170	155	143	130	123	115	110
4,0	191	173	160	145	133	124	118	110	105
4,5	176	160	149	136	124	116	110	105	100
5,0	161	149	138	127	117	108	104	100	095
5,5	147	137	128	118	110	102	098	095	091
6,0	135	126	119	109	103	097	093	090	085
6,5	124	117	109	102	097	092	088	085	080
7,0	114	108	101	095	091	087	083	079	076
8,0	097	091	085	082	079	077	073	070	067
9,0	082	079	075	072	069	067	064	062	059
10,0	070	067	064	062	060	058	056	054	052
11,0	060	058	056	054	053	052	050	048	046
12,0	054	053	050	049	048	047	045	043	042
13,0	048	047	046	045	044	044	042	041	040

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

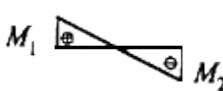
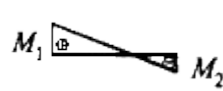
14,0	043	042	042	041	041	040	039	039	038
------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

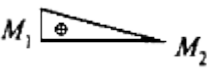
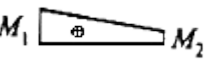
Συνέχεια του πίνακα Ζ.4

Ανοιγμένη λειτουργία $\bar{\lambda}_{ef}$	Τιμή του φ_g με σχετική εκκεντρότητα m							
	7,0	8,0	9,0	10	12	14	17	20
0,5	125	111	100	091	077	067	058	048
1,0	121	109	098	090	077	066	055	046
1,5	119	108	096	088	077	065	053	045
2,0	117	106	095	086	076	064	052	045
2,5	113	103	093	083	074	062	051	044
3,0	110	100	091	081	071	061	051	043
3,5	106	096	088	078	069	059	050	042
4,0	100	093	084	076	067	057	049	041
4,5	096	089	079	073	065	055	048	040
5,0	092	086	076	071	062	054	047	039
5,5	087	081	074	068	059	052	046	039
6,0	083	077	070	065	056	051	045	038
6,5	077	072	066	061	054	050	044	037
7,0	074	068	063	058	051	047	043	036
8,0	065	060	055	052	048	044	041	035
9,0	056	053	050	048	045	042	039	035
10,0	050	047	045	043	041	038	036	033
11,0	044	043	042	041	038	035	032	030
12,0	040	039	038	037	034	032	030	028
13,0	038	037	036	035	032	030	028	026

14,0	037	036	035	034	031	029	027	025
<p>Σημείωση</p> <p>1 Οι τιμές του συντελεστή στον πίνακα είναι πολλαπλασιασμένες επί 1000 .</p> <p>2 Οι τιμές των φ_{θ} πρέπει να λαμβάνονται όχι μεγαλύτερες από τις τιμές του φ .</p>								

ΠΙΝΑΚΑΣ Κ.5 – Σχετικές εκκεντρότητες m_{ef} για έκκεντρα θλιβόμενες διατομές με αρθρώσεις στα άκρα

Διάγραμμα ροπών	$\bar{\lambda}$	Τιμή m_{ef} με $m_{ef,1}$, ίση με										
		0,1	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	7,0	10,0	20,0
$\delta = -1,0$ 	1	0,10	0,30	0,68	1,12	1,60	2,62	3,55	4,55	6,50	9,40	19,40
	2	0,10	0,17	0,39	0,68	1,03	1,80	2,75	3,72	5,65	8,60	18,50
	3	0,10	0,10	0,22	0,36	0,55	1,17	1,95	2,77	4,60	7,40	17,20
	4	0,10	0,10	0,10	0,18	0,30	0,57	1,03	1,78	3,35	5,90	15,40
	5	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,23	0,48	0,95	2,18	4,40	13,40
	6	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,18	0,40	1,25	3,00	11,40
	7	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,50	1,70	9,50
$\delta = -0,5$ 	1	0,10	0,31	0,68	1,12	1,60	2,62	3,55	4,55	6,50	9,40	19,40
	2	0,10	0,22	0,46	0,73	1,05	1,88	2,75	3,72	5,65	8,60	18,50
	3	0,10	0,17	0,38	0,58	0,80	1,33	2,00	2,77	4,60	7,40	17,20
	4	0,10	0,14	0,32	0,49	0,66	1,05	1,52	2,22	3,50	5,90	15,40
	5	0,10	0,10	0,26	0,41	0,57	0,95	1,38	1,80	2,95	4,70	13,40
	6	0,10	0,16	0,28	0,40	0,52	0,95	1,25	1,60	2,50	4,00	11,50

	7	0,10	0,22	0,32	0,42	0,55	0,95	1,10	1,35	2,20	3,50	10,8 0
$\delta = 0$ 	1	0,10	0,32	0,70	1,12	1,60	2,62	3,55	4,55	6,50	9,40	19,4 0
	2	0,10	0,28	0,60	0,90	1,28	1,96	2,75	3,72	5,65	8,40	18,5 0
	3	0,10	0,27	0,55	0,84	1,15	1,75	2,43	3,17	4,80	7,40	17,2 0
	4	0,10	0,26	0,52	0,78	1,10	1,60	2,20	2,83	4,00	6,30	15,4 0
	5	0,10	0,25	0,52	0,78	1,10	1,55	2,10	2,78	3,85	5,90	14,5 0
	6	0,10	0,28	0,52	0,78	1,10	1,55	2,00	2,70	3,80	5,60	13,8 0
	7	0,10	0,32	0,52	0,78	1,10	1,55	1,90	2,60	3,75	5,50	13,0 0
$\delta = 0,5$ 	1	0,10	0,40	0,80	1,23	1,68	2,62	3,55	4,55	6,50	9,40	19,4 0
	2	0,10	0,40	0,78	1,20	1,60	2,30	3,15	4,10	5,85	8,60	18,5 0
	3	0,10	0,40	0,77	1,17	1,55	2,30	3,10	3,90	5,55	8,13	18,0 0
	4	0,10	0,40	0,75	1,13	1,55	2,30	3,05	3,80	5,30	7,60	17,5 0
	5	0,10	0,40	0,75	1,10	1,55	2,30	3,00	3,80	5,30	7,60	17,0 0
	6	0,10	0,40	0,75	1,10	1,50	2,30	3,00	3,80	5,30	7,60	16,5 0
	7	0,10	0,40	0,75	1,10	1,40	2,30	3,00	3,80	5,30	7,60	16,0 0
Δείκτες που χρησιμοποιούνται στον πίνακα Ж.5: $m_{ef,1} = \eta \frac{M_1}{N} \frac{A}{W_c} \quad \delta = \frac{M_2}{M_1}.$												

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II

**ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ c_{\max} ΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΑΝΤΟΧΗΣ ΘΛΙΒΟΜΕΝΩΝ
ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΜΕ ΛΕΠΤΑ ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ**

Η.1 Συντελεστής c_{\max} για τύπο διατομών που αναφέρονται στον πίνακα Η.1, υπολογίζεται από την εξίσωση

$$c_{\max} = \frac{2}{1 + \delta B + \sqrt{(1 - \delta B)^2 + \frac{16}{\mu} \left(\alpha - \frac{e_x}{h} \right)^2}} \quad (\text{Η.1})$$

όπου

$$\left. \begin{aligned} \delta &= 4\rho / \mu; \\ B &= 1 + 2(\beta / \rho)(e_x / h); \\ \mu &= 8\omega + 0,156I_t \lambda_y^2 / (Ah^2); \end{aligned} \right\} \quad (\text{Η.2})$$

$\alpha = a_x / h$ - λόγος αποστάσεων a_x ανάμεσα στο κέντρο βάρους και κέντρο κάμψης διατομής προς το ύψος διατομής h

$e_x = M_x / N$ - εκκεντρότητα δύναμης θλίψης ως προς άξονα $x-x$, που λαμβάνεται με το πρόσημο του (στον πίνακα Η.1 αναφέρεται με πρόσημο "+").

Στις εξισώσεις (Η.2) αναφέρεται :

$$\rho = (I_x + I_y) / (Ah^2) + \alpha^2;$$

β - συντελεστής που λαμβάνεται από τον πίνακα Η.1

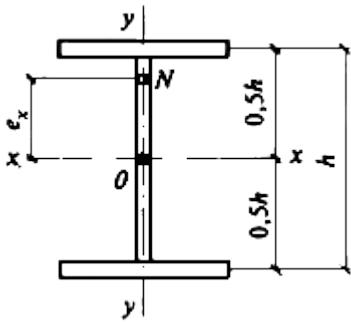
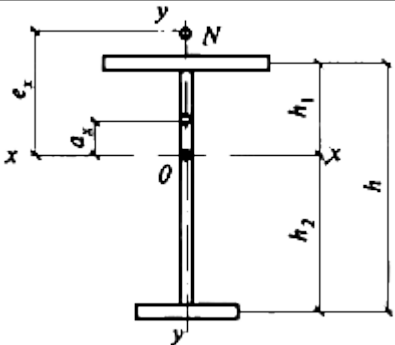
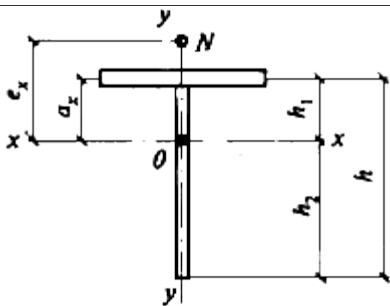
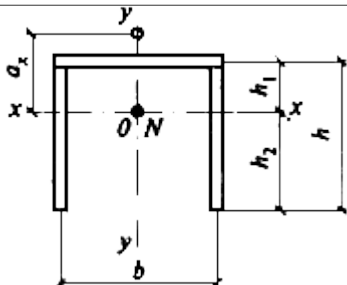
$\omega = I_\omega / (I_y h^2)$ - άδω I_ω - γωνιακή ροπή αδράνειας διατομής

$I_t = \varepsilon \sum b_i t_i^3$ - ροπή αδράνειας διατομής σε ελεύθερη περιστροφή (εδώ ε - συντελεστής από τον πίνακα Η.1 b_i και t_i - πλάτος και πάχος τοιχωμάτων διατομής αντίστοιχα).

Εξισώσεις για υπολογισμό ω , ε , α και β και οι τιμές τους υπάρχουν στον πίνακα Η.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ Η.1 – Συντελεστές ω , ε , α , β

Τύπος διατομής	ω	ε	α	β
----------------	----------	---------------	----------	---------

	0,25	0,43	0	0
	$\frac{I_1 I_2}{I_y^2}$	0,42	$\frac{I_1 h_1 - I_2 h_2}{I_y h}$	Από εξίσωση (Μ.12) του παραρτήματος Μ
	0	0,40	$\frac{h_1}{h}$	Ίδιο
	$\frac{3 + 2\eta}{(6 + \eta)^2}$	0,37	$\frac{4(3 + \eta)}{(2 + \eta)(6 + \eta)}$	0
<p>Δείκτες που αναφέρονται στον πίνακα II.1:</p> <p>I_1 και I_2 - ροπές αδράνειας μεγαλύτερου και μικρότερου πέλματος αντίστοιχα ως προς τον άξονα συμμετρίας διατομής $y-y$, $\eta = b/h$.</p>				

Κατά τον υπολογισμό διατομής τύπου II για κεντρική θλίψη στην εξίσωση (II.1) λαμβάνεται $B=1$ και $e_x=0$.

II.2 Συντελεστής c_{\max} κατά τον υπολογισμό ευστάθειας διατομής μορφοδοκού σχήματος Π υπολογίζεται από την εξίσωση (B.1) με τιμές $\varepsilon=0,37$ και $\beta=0$, επίσης λαμβάνεται ($I_x > I_y$, σχήμα II.1):

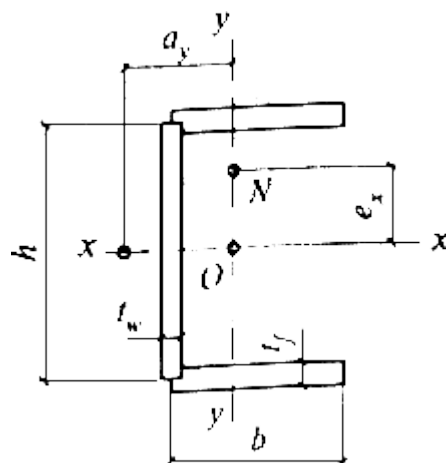
$$\left. \begin{aligned} \delta &= 4(\rho - 2\nu\alpha) / \mu; \\ I_{\omega} &= th^5 [0,167(\eta - 3\gamma)\eta^2\psi - I_x\gamma/(th^3)]; \\ \alpha &= a_y / h = 4\chi(1 + 3\eta\psi) / (1 + 6\eta\psi), \end{aligned} \right\} \quad (II.3)$$

$$\text{Όπου } \nu = \frac{0,5th^3}{I_y} [0,667\psi(\eta_1^4 - \chi^4) + 0,25\psi(\eta_1^2 - \chi^2) - \chi(0,125 - \chi^2) + \alpha];$$

$$\eta = b / h; \quad \psi = t_f / t_w; \quad \chi = \eta^2\psi / (1 + 2\eta\psi);$$

$$\gamma = 3\eta^2\psi / (1 + 6\eta\psi); \quad \eta_1 = \eta - \omega.$$

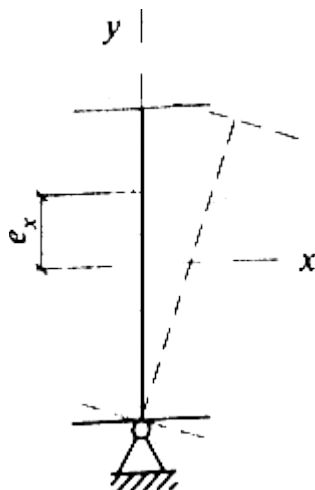
Τις τιμές μ , ρ , ω , I_t υπολογίζουν από τις εξισώσεις (II.1), (II.2), λαμβάνοντας I_{ω} και α σύμφωνα με τις εξισώσεις (II.3).



Σχήμα II.1 – Σχήμα διατομής τύπου Π

II.3 Ο υπολογισμός ευστάθειας έκκεντρα θλιβόμενων διατομών διπλού Ταυ με δυο άξονες συμμετρίας, που στηρίζεται συνεχώς κατά μήκος ενός πέλματος (σχήμα II.2), γίνεται από τις εξισώσεις (6) και (7), στις οποίες ο συντελεστής c_{\max} υπολογίζεται από την εξίσωση

$$c_{\max} = \frac{1 + I_x / I_y + \alpha / 9,87}{1 + 4[(i_x^2 + i_y^2) / h^2 + e_x / h]} \quad (\text{II.4})$$



Σχήμα II.2 – Σχήμα διατομής στοιχείου , που στηρίζεται κατά μήκος ενός πέλματος

Συντελεστής α υπολογίζεται από την εξίσωση (M.4) του παραρτήματος Μ.

Κατά τον υπολογισμό της τιμής α την τιμή του l_{ef} λαμβάνουν ίση με την απόσταση ανάμεσα στις στηρίξεις πλευρικής εξασφάλισης κατά μήκος του διαμήκης άξονα (αποσώσεις ανάμεσα στους κόμβους στήριξης ελκυστήρων κτλ.).

Εκκεντρότητα $e_x = M_x / N$ στην εξίσωση (II.4) λαμβάνεται θετική εάν το σημείο εφαρμογής της δύναμης είναι μετατοπισμένο στην πλευρά του ελεύθερου πέλματος , για κεντρικά θλιβόμενες διατομές $e_x = 0$.

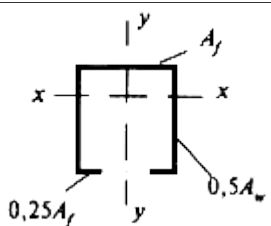
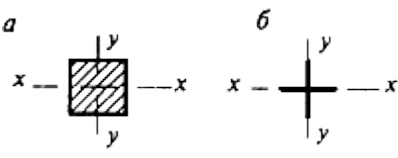
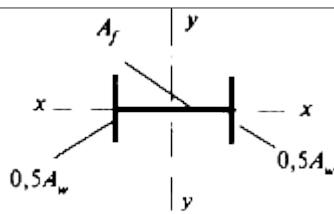
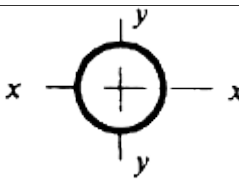
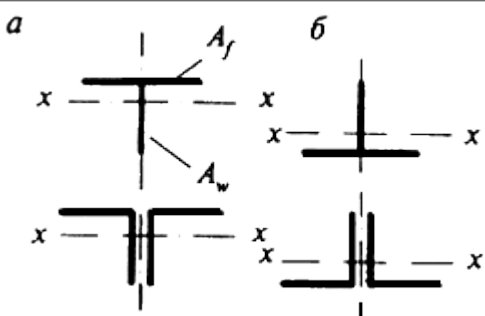
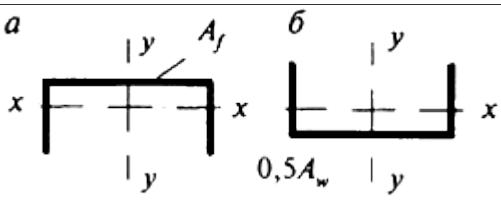
Κατά τον υπολογισμό e_x για ροπή σχεδιασμού M_x λαμβάνουν την μέγιστη ροπή στο μήκος υπολογισμού l_{ef} του στοιχείου .

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Κ

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ Κ.1 – Συντελεστές για υπολογισμό στοιχείων λαμβάνοντας υπόψη τις πλαστικές παραμορφώσεις

Τύπος διατομής	Σχήμα διατομής	$\frac{A_f}{A_w}$	Μέγιστες τιμές των συντελεστών		
			c_x	c_y	η με $M_y=0^*$
1		0,25	1,19		
		0,5	1,12		
		1,0	1,07	1,47	1,5
		2,0	1,04		
2		0,5	1,40		
		1,0	1,28	1,47	2,0
		2,0	1,18		
3		0,25	1,19	1,07	
		0,5	1,12	1,12	
		1,0	1,07	1,19	1,5
		2,0	1,04	1,26	

4		0,5	1,40	1,12	
		1,0	1,28	1,20	2,0
		2,0	1,18	1,31	
5		-	1,47	1,47	a) 2,0 b) 3,0
6		0,25		1,04	
		0,5		1,07	
		1,0	1,47	1,12	3,0
		2,0		1,19	
7		-	1,26	1,26	1,5
8		-	1,60	1,47	a) 3,0 b) 1,0
9		0,5		1,07	
		1,0	1,60	1,12	a) 3,0

		2,0		1,19	δ) 1,0
<p>* όταν $M_y \neq 0$ λαμβάνεται $\eta=1,5$, εκτός από τις διατομές τύπου 5, α, για τις οποίες ο $\eta=2$, και τύπου 5, β, για τις οποίες $\eta=3$.</p> <p>Σημείωση</p> <p>1 κατά τον υπολογισμό συντελεστών για ενδιάμεσες τιμές A_f / A_w επιτρέπεται γραμμική παρεμβολή .</p> <p>2 οι τιμές των συντελεστών c_x, c_y λαμβάνονται όχι άνω των $1,15\gamma_f$, όπου γ_f - συντελεστής ασφάλειας για φορτία , υπολογισμένος ως λόγος της δύναμης σχεδιασμού προς την αντοχή σχεδιασμού .</p>					

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ ΠΟΥ ΚΑΤΑΠΟΝΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΚΑΜΨΗ

ΙΙ.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

ΙΙ.1.1 Μέθοδος επιτρέπει τον ορισμό της ελάχιστης διατομής αμφιαρθρωτών δοκών , που καταπονούνται στο επίπεδο του κορμού και που αποτελούνται από συγκολλητή διατομή τύπου διπλού Ταυ με δυο άξονες συμμετρίας με ανθεκτικό κορμό , καθώς και να ορίσει το πιο αποτελεσματική ποιότητα του χάλυβα .

ΙΙ.1.2 Ευστάθεια δοκών γίνεται τηρώντας τις απαιτήσεις του 9.4.4-9.4.6.

ΙΙ.1.3 Για επιλογή ελάχιστου εμβαδού δοκού τα μήκη και παράμετροι του υπολογισμού είναι :

l - άνοιγμα δοκού

M - ροπή κάμψης

η - παράμετρος , που ορίζει το μέγιστο βέλος κάμψης ($f_u = l^2/\eta$) και που λαμβάνεται σύμφωνα με το СНиП 2.01.07 (κεφ. 10)

ρ - παράμετρος που ισούται με 9,6 – σε ομοιόμορφο φορτίο , 12 – σε συγκεντρωμένο φορτίο στο μεσούν του ανοίγματος , 10 – σε άλλες περιπτώσεις

γ_f - συντελεστής ασφάλειας φορτίσεων , που υπολογίζεται ως λόγος της δύναμης σχεδιασμού προς αντοχή του υλικού

$B = \sqrt[3]{M/(E\gamma_c)}$, $\psi = l/B$, $\theta = n/(\rho \gamma_f)$ - τιμές που χρησιμοποιούνται στις εξισώσεις.

Λ1.4 Για να οριστεί ελάχιστο εμβαδόν δοκού από υπολογισμούς, καθώς και με τήρηση των απαιτήσεων που υπάρχουν για την κατασκευή, γίνεται έλεγχος δοκού σύμφωνα με τις απαιτήσεις κεφαλαίου 9 (για δοκούς με ανθεκτικό κορμό) ή του παρόντος παραρτήματος (για δοκούς με εύκαμπτο κορμό).

Λ1.2 ΔΟΚΟΙ ΑΠΟ ΕΝΑ ΧΑΛΥΒΑ ΜΕ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟ ΚΟΡΜΟ

Λ1.2.1 Διαστάσεις δοκών διατομών διπλού Ταυ 1^{ης} κλάσης υπολογίζονται από τις εξισώσεις:

$$\begin{aligned} t_w &= 0,367B; \quad h_w = 5,5t_w v / \sqrt{\gamma_c} \\ t_f &= 1,66 t_w; \quad b_f = 0,302 h_w, \end{aligned} \quad (\text{Λ.1})$$

Όπου $v = \sqrt{E/R_y}$.

Το πραγματικό όριο διαρροής χάλυβα $R_{y,ef}$ υπολογίζεται από την εξίσωση

$$R_{y,ef} = \frac{E}{\gamma_c} \frac{1}{\sqrt[3]{(\psi\theta)^2}}. \quad (\text{Λ.2})$$

Λ1.2.2 Διστάσεις διατομών δοκών διπλού Ταυ 2^{ης} κλάσης με περιορισμό πλαστικών παραμορφώσεων $\bar{\varepsilon} (1 < \bar{\varepsilon} \leq 5)$ υπολογίζονται από τις εξισώσεις:

$$\begin{aligned} t_w &= 1,26B / \sqrt[3]{\omega_1 \bar{\lambda}_{ww}^2}; \quad h_w = \bar{\lambda}_{ww} t_w v / \sqrt{\gamma_c}; \\ t_f &= 0,71 t_w \sqrt{\bar{\lambda}_{ww} \alpha_1 / \bar{\lambda}_{wf}}; \quad b_f = 1,42 h_w \sqrt{\bar{\lambda}_{wf} \alpha_1 / \bar{\lambda}_{ww}}, \end{aligned} \quad (\text{Λ.3})$$

Όπου $\omega_1 = 1 + 1/3 \bar{\varepsilon}^2 + 0,8 (\tau/R_s)^4 (1 - 1/\bar{\varepsilon}^2)$

$\alpha_1 = 0,25 (3\omega_1 - 2)$.

Παράμετρος $\bar{\varepsilon}$ υπολογίζεται από τις εξισώσεις:

Για δοκούς από ένα χάλυβα

$$\bar{\varepsilon} = 0,29 / \sqrt{0,0833 - (c_{1x} - 1) (\alpha_f + 0,167)}, \quad (\text{Λ.4})$$

Όπου c_{1x} - συντελεστής, που υπολογίζεται από την εξίσωση (70) και με διάστημα τιμών $1 < c_{1x} \leq c_x$

Για δοκούς αποτελούμενους από δυο χάλυβες

$$\bar{\varepsilon} = 1 + (1,3 - 0,2\alpha_f)(c_{1r} - 1), \quad (\text{JL.5})$$

όπου c_{1r} - συντελεστής που υπολογίζεται από την εξίσωση :

$$c_{1r} = M_x / (W_{xx} R_{yw} \gamma_c) \quad \text{ή} \quad c_{1r} = \beta_r c_{xr} \quad (\text{JL.6})$$

Και με δίστομα τιμών $1 < c_{1r} \leq c_{xr}$

άδω β_r και c_{xr} - συντελεστές που υπολογίζονται σύμφωνα με 9.2.8.

Για δοκούς κυβοειδής διατομής οι συντελεστές c_{1x} και c_{1r} στις εξισώσεις (JL.4) και (JL.5) αντίστοιχα πολλαπλασιάζονται επί το 0,5.

Στις εξισώσεις (JL.3) η τιμή της $\bar{\lambda}_{yw}$ υπολογίζεται ανάλογα από το $\bar{\varepsilon}$ από τον πίνακα JL.1, και την τιμή της $\bar{\lambda}_{yf}$ - από την εξίσωση (80). Στον πίνακα JL.1 και στις εξισώσεις (JL.3) την μέση διατμητική τάση τ λαμβάνεται ίση με $\tau = Q / A_w$, και η παράμετρος $\bar{\varepsilon}$ - από τις εξισώσεις (JL.4)-(JL.6).

ΠΙΝΑΚΑΣ JL.1

τ / R_s	Μέγιστες τιμές $\bar{\lambda}_{yw}$ όταν το $\bar{\varepsilon}$ ισούται								
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	$\geq 5,0$
0	5,50	4,00	3,42	3,00	2,72	2,52	2,37	2,27	2,20
0,5	4,50	3,70	3,13	2,75	2,51	2,35	2,26	2,20	2,20
0,6	4,25	3,52	2,98	2,64	2,42	2,28	2,20	2,20	2,20
0,7	4,00	3,34	2,84	2,53	2,34	2,20	2,20	2,20	2,20
0,8	3,75	3,04	2,62	2,37	2,26	2,20	2,20	2,20	2,20
0,9	3,50	2,73	2,39	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20

Οι τιμές M και Q υπολογίζονται για την ίδια διατομή.

Το πραγματικό όριο διαρροής $R_{y,ef}$ υπολογίζεται από την εξίσωση

$$R_{y,ef} = \frac{0,65}{\gamma_c} \sqrt[3]{\left(\frac{\eta_1 \sqrt[3]{\lambda_{zw}}}{\psi \theta} \right)^2}, \quad (J.7)$$

Όπου $\eta = (1,8\omega_1 - 0,8) / (\omega_1 \sqrt[3]{\omega_1})$.

Λ.2.3 Όταν υπάρχει ζώνη καθαρής κάμψης, οι διαστάσεις των δοκών 2^{ης} κλάσης και το πραγματικό όριο διαρροής υπολογίζονται από τις εξισώσεις (J.3) και (J.7) αντίστοιχα με αντικατάσταση της τιμής του παραμέτρου $\bar{\varepsilon} = 1,42$.

Λ.2.4 Διαστάσεις διατομών δοκών διπλού Ταυ 3^{ης} κλάσης (όταν $\bar{\lambda}_{zw} = 2,2$, $\bar{\lambda}_{zf} = 0,3$) υπολογίζονται από τις εξισώσεις:

$$\begin{aligned} t_w &= 0,745B / \sqrt[3]{\omega_2}; \quad h_w = 2,2 t_w \nu / \sqrt{\lambda_c} \\ t_f &= 1,92 t_w \sqrt{\alpha_2}; \quad b_f = 0,525 h_w \sqrt{\alpha_2}, \end{aligned} \quad (J.8)$$

όπου $\omega_2 = 1 + 0,8(\tau / R_s)^4$;

$\alpha_2 = 0,25(3\omega_2 - 2)$.

Πραγματικό όριο διαρροής χάλυβα $R_{y,ef}$ υπολογίζονται από τις εξισώσεις

$$R_{y,ef} = \frac{0,775E}{\gamma_c} \sqrt[3]{\left(\frac{\eta_2}{\psi \theta} \right)^2}, \quad (J.9)$$

где $\eta_2 = (1,8\omega_2 - 0,8) / (\omega_2 \sqrt[3]{\omega_2})$.

Λ.2.5 Κατά την επιλογή χάλυβα το όριο διαρροής R_y λαμβάνεται ίσο με $R_{y,ef}$, υπολογισμένο από τις εξισώσεις (J.2), (J.7) και (J.9); πρέπει να τηρείται η συνθήκη $R_y \leq R_{y,ef}$.

Λ.2.6 Για δοκούς 2^{ης} και 3^{ης} κλάσης και όταν δρα ταυτόχρονα ροπή και τέμνουσα δύναμη M και Q στις εξισώσεις (J.3), (J.7)-(J.9) σε πρώτη προσέγγιση λαμβάνεται $\tau = 0$, και στα επόμενα βήματα $\tau = Q / (t_w h_w)$.

Λ.3 ΔΟΚΟΙ ΑΠΟ ΔΥΟ ΧΑΛΥΒΕΣ ΜΕ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟ ΚΟΡΜΟ

Λ.3.1 Διαστάσεις δοκών διπλού Ταυ από δυο χάλυβες 2^{ης} κλάσης με ανθεκτικό κορμό και όταν $R_{yf} / R_{yw} = r$ υπολογίζονται από τις εξισώσεις:

$$t_w = 1,26B / \sqrt[3]{\omega_3 \bar{\lambda}_{uw}} ; \quad h_w = \bar{\lambda}_{uw} t_w v_w / \sqrt{\gamma_c}$$

$$t_f = t_w \sqrt{\lambda_{uw} \alpha_3 \sqrt{r}} ; \quad b_f = h_w \sqrt{\alpha_3 / (\bar{\lambda}_{uw} \sqrt{r})} , \quad (\text{J.10})$$

$$\text{где } \omega_3 = 2r - 1 + 1/(3r^2) + 0,8(\tau / R_{sw})^4(1 - 1/r^2)$$

$$\alpha_3 = 0,25(3\omega_3/r - 2) ;$$

$$v_w = \sqrt{E / R_{yw}} .$$

Στις εξισώσεις (J.10) την τιμή $\bar{\lambda}_{uw}$ υπολογίζουν από τον πίνακα J.1 ανάλογα από την παράμετρο $\bar{\varepsilon}$, υπολογισμένο από την εξίσωση (J.5).

Την πραγματική τιμή του ορίου διαρροής χάλυβα κορμού $R_{yw,ef}$ υπολογίζουν από την εξίσωση

$$R_{yw,ef} = \frac{0,63E}{\gamma_c} \sqrt[3]{\left(\frac{\eta_3 \sqrt[3]{\bar{\lambda}_{uw}}}{\psi \theta} \right)^2} , \quad (\text{J.11})$$

$$\text{Όπου } \eta_3 = (1,8\omega_3/r - 0,8) / (\omega_3 \sqrt[3]{\omega_3}) .$$

Κατά την επιλογή χάλυβα τηρείται η προϋπόθεση $R_{yw} \leq R_{yw,ef}$.

Κατά την ταυτόχρονη δράση στην διατομή M και Q λαμβάνουν υπόψη τις απαιτήσεις J.2.6.

J.4 ΔΟΚΟΙ ΜΕ ΕΥΚΑΜΠΤΟ ΚΟΡΜΟ

J.4.1 Δοκοί με εύκαμπτο κορμό συμμετρικής διατομής τύπου διπλού Ταυ που φέρουν στατική φόρτιση και που κάμπτονται στο επίπεδο του κορμού, κατά κανόνα χρησιμοποιούνται ως ανάλογες με αυτές που φέρουν ομοιόμορφα κατανεμημένο φορτίο έως 50 N/m, και σχεδιάζονται από χάλυβα ποιότητας με όριο διαρροής έως 345 N/mm².

J.4.2 Ευστάθεια δοκών με εύκαμπτο κορμό εξασφαλίζεται τηρώντας τις απαιτήσεις του 5.18, α, ή με στήριξη του λαβομάνου πέλματος, εάν η συμβατική λυγρηρότητα πέλματος $\bar{\lambda}_b = (l_{ef} / b_f) \sqrt{R_y / E}$ δεν είναι μεγαλύτερη από 0,21 (όπου b_f - πλάτος θλιβόμενου πέλματος).

J.4.3 Ο λόγος του πλάτους του προβόλου θλιβόμενου πέλματος προς το πάχος του λαμβάνουν όχι μεγαλύτερο από $0,38 \sqrt{E / R_y}$.

Λ.4.4 Ο λόγος των εμβαδών πέλματος και κορμού $\alpha_f = A_f / (th)$ δεν πρέπει να ξεπερνά τις μέγιστες τιμές του α_{fu} , που υπολογίζεται από την εξίσωση

$$\alpha_{fu} = \frac{10^3}{\bar{\lambda}_w^3} (1,34 - 412 R_y / E). \quad (\text{J.12})$$

Λ.4.5 Τμήμα του κορμού δοκού πάνω από την στήριξη ενισχύεται με εγκάρσιες νευρώσεις και στις δυο πλευρές και το υπολογίζουν σύμφωνα με τις απαιτήσεις 9.5.13.

Σε απόσταση όχι μικρότερη από το πλάτος της νεύρωσης και όχι μεγαλύτερη από $1,3t\sqrt{E/R_y}$ από εγκάρσια νεύρωση τοποθετείται άλλη μια νεύρωση και στις δυο πλευρές διαστάσεων σύμφωνα με Λ.4.9.

Λ.4.6 Τοπική τάση σ_{loc} στον κορμό δοκού, υπολογίζεται από την εξίσωση (37), δεν πρέπει να ξεπερνά την τιμή $0,75R_y$, επίσης το l_{ef} υπολογίζουν από την εξίσωση (39).

Λ.4.7 Κατά τον υπολογισμό βέλους κάμψης σε δοκούς η ροπή αδράνειας εγκάρσιας ολικής διατομής πολλαπλασιάζουν επί τον συντελεστή $\alpha = 1,2 - 0,033\bar{\lambda}_w$ για δοκούς με νευρώσεις στο άνοιγμα και επί τον συντελεστή $\alpha = 1,2 - 0,033\bar{\lambda}_w - h/l$ - για δοκούς χωρίς νευρώσεις στο άνοιγμα.

Λ.4.8 Η αντοχή δοκών συμμετρικής διατομής τύπου διπλού Ταυ, που φέρουν στατική φόρτιση και που κάμπτονται στο επίπεδο του κορμού και ενισχύονται μονό με εγκάρσιες νευρώσεις (σχήμα J.1), με συμβατική λυγηρότητα $6 \leq \bar{\lambda}_w \leq 13$ υπολογίζεται από τις εξισώσεις

$$(M/M_u)^4 + (Q/Q_u)^4 \leq 1, \quad (\text{J.13})$$

όπου M και Q - τιμές ροπής και τέμνουσας στην κατ'υπολογισμό διατομή

M_u - μέγιστη τιμή ροπής που υπολογίζεται από την εξίσωση

$$M_u = R_y \gamma_c t h^2 [A_f / (th) + (0,85 / \bar{\lambda}_w)(1 - 1 / \bar{\lambda}_w)] \quad (\text{J.14})$$

Q_u - μέγιστη τιμή τέμνουσας δύναμης που υπολογίζεται από την εξίσωση

$$Q_u = R_y \gamma_c t h [\tau_{cr} / R_s + 3,3\beta\mu (1 - \tau_{cr} / R_s) / (1 + \mu^2)]. \quad (\text{J.15})$$

Στις εξισώσεις (J.14) και (J.15) αναφέρονται :

t και h - πάχος και ύψος κορμού αντίστοιχα

A_f - εμβαδόν διατομής πέλματος

τ_{cr} , μ - κρίσιμη τάση και λόγος διαστάσεων πέλματος αντίστοιχα, που υπολογίζονται σύμφωνα με 9.5.3

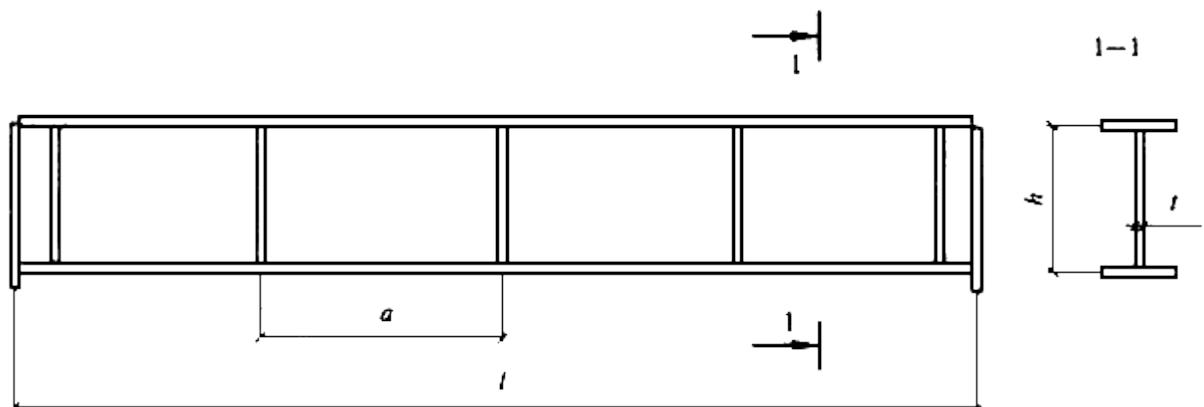
β - συντελεστής που υπολογίζεται από την εξίσωση

$$\beta = 0,1 + 3\alpha \geq 0,15 \quad (\text{JL.16})$$

$$\text{Εδώ } \alpha = 8 W_{\min} (h^2 + a^2) / (t h^2 a^2) \leq 0,1$$

W_{\min} - ελαχίστη ροπή αντίστασης διατομής τύπου Ταυ, που αποτελείται από θλιβόμενο πέλμα και του τμήματος κορμού ύψους $0,5t\sqrt{E/R_y}$ (ως προς τον άξονα της διατομής, που είναι παράλληλος προς το πέλμα)

a - βήμα νευρώσεων ακαμψίας.



Σχήμα JL.1 – Σχήμα δοκού με εύκαμπτο κορμό

JL.4.9 Εγκάρσιες νευρώσεις ακαμψίας, διατομές για τις οποίες λαμβάνονται όχι μικρότερες από αυτές που αναφέρονται στο JL.4.8, υπολογίζονται σε αντοχή ως στύλοι που είναι θλιβόμενοι από δύναμη N , υπολογισμένης από τις εξισώσεις

$$N = 3,3 R_s \gamma_c t h \beta \mu (1 - \tau_{cr}/R_s) / (1 + \mu^2), \quad (\text{JL.17})$$

Όπου όλοι δείκτες λαμβάνονται από JL.4.8.

Τιμή N ισούται με τιμή όχι μικρότερη από την τιμή του συγκεντρωμένου φορτίου που βρίσκεται πάνω από την νευρώση.

Το μήκος υπολογισμού στύλου υπολογίζουν ίσο με $l_{ef} = h(1 - \beta)$, αλλά όχι μικρότερο από $0,7h$.

Συμμετρικές νευρώσεις και στις δυο πλευρές υπολογίζονται σε κεντρική θλίψη, την νεύρωση σε μια πλευρά υπολογίζουν για έκκεντρη θλίψη με εκκεντρότητα που ισούται με την απόσταση από τον άξονα κορμού έως το κέντρο βάρους της διατομής υπολογισμού.

Στην διατομή υπολογισμού συμπεριλαμβάνεται διατομή νεύρωσης κα λωρίδας κορμού πλάτους $0,65\sqrt{E/R_y}$ σε κάθε πλευρά της νεύρωσης.

Λ.4.10 Διαστάσεις διατομών δοκών διπλού Ταυ με εύκαμπτο κορμό με νευρώσεις που πληρούν τις προϋποθέσεις (Λ.14), υπολογίζουν από τις εξισώσεις:

$$t_w = (0,19 + 29 R_y/E) B; \quad h_w = t_w \bar{\lambda}_w \nu / \gamma_c$$

$$b_f = 0,76 h_w / \sqrt{\bar{\lambda}_w}; \quad t_f = t_w \sqrt{\bar{\lambda}_w}, \quad (\text{Λ.18})$$

Όπου $\bar{\lambda}_w = 12,9 - 2060 R_y/E$.

Το πραγματικό όριο διαρροής χάλυβα $R_{y,ef}$ υπολογίζουν από την εξίσωση

$$R_{y,ef} = \frac{1,06 E}{\gamma_c} \frac{1}{\sqrt[3]{(\psi \theta)^2}}. \quad (\text{Λ.19})$$

Για να πληρείται προϋπόθεση (Λ.15) εάν απαιτείται αυξάνουν των αριθμό νευρώσεων ή πάχος κορμού στα τμήματα δοκού κοντά στις στηρίξεις.

Κατά την επιλογή χάλυβα πρέπει $R_y \leq R_{y,ef}$.

Λ.4.11 Σε δοκούς από Λ.4.1 με συμβατική λυγηρότητα $7 \leq \bar{\lambda}_w \leq 10$ με καταπόνηση από ομοιόμορφο φορτίο ή με αριθμό συγκεντρωμένων φορτίων στο άνοιγμα 5 και άνω, που βρίσκονται σε ίσες αποστάσεις ανάμεσα τους, επιτρέπεται να μην ενισχύονται στο άνοιγμα με εγκάρσιες νευρώσεις από σχήμα Λ.1, πρέπει μεν η φόρτιση να είναι συμμετρική ως προς τον άξονα του κορμού.

Αντοχή τέτοιων δοκών υπολογίζεται από την εξίσωση

$$M \leq R_y \gamma_c t h^2 \left[\frac{A_f}{t h} + \frac{1,4}{\bar{\lambda}_w} \left(1 - \frac{1}{\bar{\lambda}_w} \right) \right] \delta, \quad (\text{Λ.20})$$

Όπου δ - συντελεστής, που υπολογίζει την επιρροή της τέμνουσας δύναμης στην φέρουσα ικανότητα δοκού και που υπολογίζεται από την εξίσωση

$$\delta = 1 - 5,6 A_f h / (A_w l).$$

Επίσης λαμβάνεται $t_f = (2 - 3) t_w$ ή $0,025 \leq A_f h / (A_w l) \leq 0,04$.

ΛΙ.4.12 Ύψος κορμού δοκών διπλού Ταυ ελάχιστης διατομής με εύκαμπτο κορμό χωρίς νευρώσεις υπολογίζονται από την συνθήκη

$$1 + 0,198 \frac{l}{h_w} - \left[\frac{\psi^2 \eta}{26,5\theta} \left(\frac{h_w}{l} \right)^3 \right]^3 = 0, \quad (\text{ΛΙ.21})$$

Όπου $\eta = 0,72 - h_w / l + 0,13 l / h_w$.

Πραγματικό όριο διαρροής χάλυβα $R_{y,ef}$ υπολογίζονται από την εξίσωση

$$R_{y,ef} = \frac{E}{\gamma_c} \left[\frac{120\theta}{\psi^3 \eta} \left(\frac{l}{h} \right)^4 \right]^2. \quad (\text{ΛΙ.22})$$

Για δοκούς ελάχιστης διατομής από χάλυβα με διαφορετικό όριο διαρροής $R_y (R_y < R_{y,ef})$ το ύψος κορμού δοκού υπολογίζονται από την συνθήκη

$$\left(\frac{h_w}{l} \right)^3 + 0,198 \left(\frac{h_w}{l} \right)^2 - \left(\frac{4,52\nu}{\psi \sqrt{\gamma_c}} \right)^3 = 0. \quad (\text{ΛΙ.23})$$

Διαστάσεις δοκών διπλού Ταυ ελάχιστης διατομής με εύκαμπτο κορμό χωρίς νευρώσεις υπολογίζονται από τις εξισώσεις :

$$\begin{aligned} t_w &= 0,1 h_w \sqrt{\gamma_c} / \nu ; \quad t_f = 3,63 t_w \sqrt{\alpha_f} ; \\ b_f &= 0,276 h_w \sqrt{\alpha_f} , \end{aligned} \quad (\text{ΛΙ.24})$$

Όπου $\alpha_f = 0,025 l / h_w$.

ΛΙ.5 ΔΟΚΟΙ ΜΕ ΔΙΑΤΡΗΤΟΥΣ ΚΟΡΜΟΥΣ

ΛΙ.5.1 Δοκοί με διάτρητους κορμούς σχεδιάζονται από δοκούς διατομής διπλού Ταυ από χάλυβα με όριο διαρροής έως 440 N/mm².

ΛΙ.5.2 Υπολογισμός αντοχής , που κάμπτονται στο επίπεδο κορμού (σχήμα ΛΙ.2),

Γίνεται από τις εξισώσεις :

$$\frac{M}{W_x} + \frac{Qa}{4W_{l,max}} \leq R_y \gamma_c \quad (\text{ΛΙ.25})$$

$$\frac{M}{W_x} \xi + \frac{Qa}{4W_{1,\min}} \leq R_y \gamma_c \quad (\text{J.26})$$

$$\frac{Q_s s}{t a h_1} \leq R_s \gamma_c, \quad (\text{J.27})$$

Όπου M - κοπτική ροπή στην διατομή δοκού

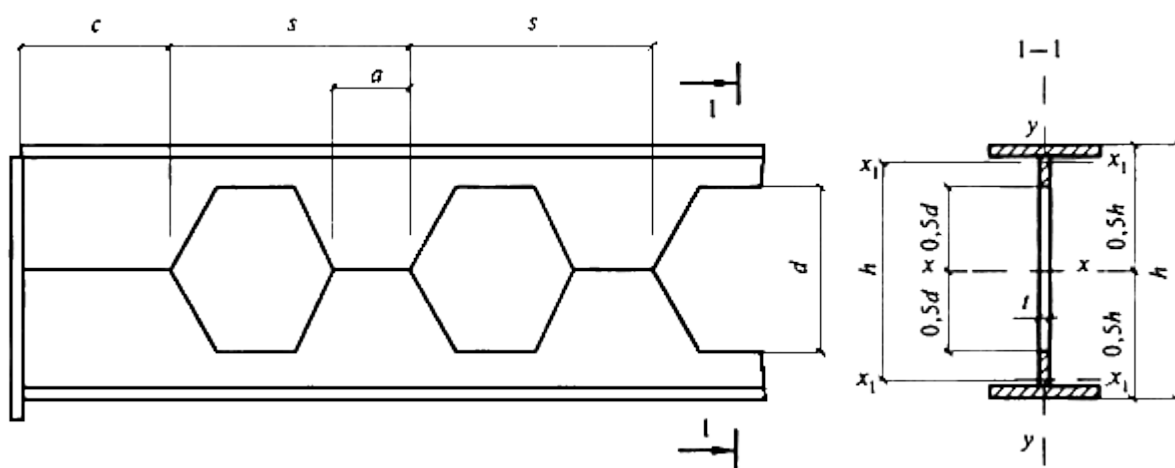
Q - τέμνουσα δύναμη στην διατομή δοκού

Q_s - το ίδιο σε απόσταση $(c + s - 0,5a)$ από την στήριξη (σχήμα J.2)

W_x - ροπή αντίστασης διατομής δοκού με οπή ως προς άξονα $x - x$

$W_{1,\max}$, $W_{1,\min}$ - μέγιστη και ελάχιστη ροπή αντίστασης διατομής τύπου Ταυ

$\xi = d / h$.



Σχήμα J.2 – Σχήμα τμήματος δοκού με διάτρητο κορμό

J.5.3 Υπολογισμός ευσταθείας δοκού κάνουν σύμφωνα με τις απαιτήσεις 9.4.1, επίσης τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά υπολογίζουν για διατομή με οπές.

Ευστάθεια δοκού θεωρείται εξασφαλισμένη, εάν τηρούνται προϋποθέσεις 9.4.4 και 9.4.5.

J.5.4 Σε διατομές στηρίξεων τον κορμό της δοκού όταν $h_{ef} / t > 40$ ενισχύουν με νευρώσεις ακαμψίας και υπολογίζουν σύμφωνα με τις απαιτήσεις 9.5.13, επίσης στην διατομή στήριξης λαμβάνεται $c \geq 250$ mm (σχήμα J.2).

Λ.5.5 Σε διατομές δοκών με λόγο $h_{ef}/t > 2,5\sqrt{E/R_y}$ ή εάν δεν τηρούνται προϋποθέσεις 9.2.2 τοποθετούνται νευρώσεις ακαμψίας σύμφωνα με τις απαιτήσεις 9.5.9.

Συγκεντρωμένες φορτίσεις τοποθετούνται μονό στα τμήματα δοκού που δεν έχει οπές.

Ύψος κορμού θλιβόμενης διατομής τύπου Ταυ πρέπει να πλήρη τις προϋποθέσεις του πίνακα 8, στην εξίσωση (6) στην οποία λαμβάνεται $\bar{\lambda} = 1,4$.

Λ.5.6 Κατά τον υπολογισμό βέλους κάμψης δοκού με λόγο $l/h_{ef} \geq 12$ (όπου l - άνοιγμα δοκού) ροπή αδράνειας διατομής δοκού με οπές πολλαπλασιάζουν επί τον συντελεστή 0,95.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Μ

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ φ_b

Μ.1 Συντελεστής ευστάθειας φ_b για υπολογισμό σε ευστάθεια καμπτόμενων στοιχείων διπλού Ταυ, Ταυ και διατομών τύπου Π υπολογίζεται ανάλογα από τους κόμβους στήριξης το είδος της φόρτισης και το σημείο εφαρμογής της. Επίσης θεωρείται ότι η φόρτιση δρα στο επίπεδο μεγαλύτερης ακαμψίας ($I_x > I_y$), και οι στηρίξεις είναι πλευρικά εξασφαλισμένες.

Μ.2 Για δοκούς διατομής διπλού Ταυ με δυο άξονες συμμετρίας ο συντελεστής φ_b λαμβάνεται ίσος με :

όταν $\varphi_1 \leq 0,85$

$$\varphi_b = \varphi_1 \quad (\text{M.1})$$

Όταν $\varphi_1 > 0,85$

$$\varphi_b = 0,68 + 0,21\varphi \leq 1, \quad (\text{M.2})$$

Όπου η τιμή του φ_1 υπολογίζουν από την εξίσωση

$$\varphi_1 = \psi \frac{I_y}{I_x} \left(\frac{h}{l_{ef}} \right)^2 \frac{E}{R_y}. \quad (\text{M.3})$$

Στην εξίσωση (Μ.3) αναφέρεται :

ψ - συντελεστής που υπολογίζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις Μ.3

h - ολικό ύψος διατομής διπλού Ταυ ή απόσταση ανάμεσα στους άξονες πελμάτων

l_{ef} - μήκος υπολογισμού δοκού , που υπολογίζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις 9.4.2.

Μ.3 Η τιμή του συντελεστή ψ στην εξίσωση (Μ.3) υπολογίζεται από τις εξισώσεις πινάκων (Μ.1) και (Μ.2) ανάλογα από τον αριθμό στηρίξεων θλιβόμενου πέλματος , είδος της φόρτισης και το σημείο εφαρμογής της , καθώς και από τον συντελεστή α , που ισούται :

α) για διατομές διπλού Ταυ

$$\alpha = 1,54 \frac{I_t}{I_y} \left(\frac{l_{ef}}{h} \right)^2, \quad (\text{Μ.4})$$

όπου I_t - ροπή αδράνειας σε ελεύθερη περιστροφή , που υπολογίζεται από το παράρτημα Η

h - ολικό ύψος διατομής

β) για διατομές διπλού Ταυ με συγκολλήσεις ή με κοχλιώσεις

$$\alpha = 8 \left(\frac{l_{ef} t_f}{h b_f} \right) \left(1 + \frac{a t^3}{b_f t_f^3} \right), \quad (\text{Μ.5})$$

Όπου αναφέρονται :

Για συγκολλητές διατομές διπλού Ταυ από δυο ή τρία φύλα :

t_f και b_f - πάχος και πλάτος πέλματος δοκού

h - απόσταση ανάμεσα στους άξονες πελμάτων

$a = 0,5h$;

t - πάχος κορμού ($t = t_w$)

Για διατομές διπλού Ταυ που αποτελούνται από τμήματα που ενώνονται με κοχλίες

t_f - άθροισμα παχών κορμού και πέλματος

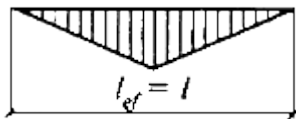
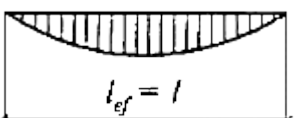
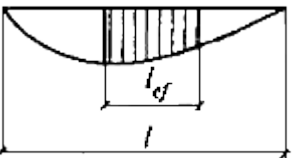
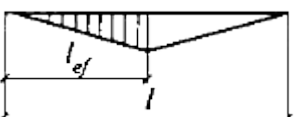
b_f - πλάτος πέλματος

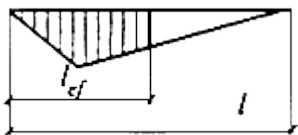
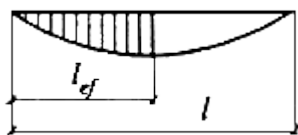
h - απόσταση ανάμεσα στα πέλματα

α - πλάτος κάθετου στοιχείου γωνίας πέλματος με αφαίρεση του πάχους του πέλματος

l - άθροισμα παχών κορμού και καθέτων των πελμάτων .

ΠΙΝΑΚΑΣ Μ.1 – Συντελεστής Ψ για δοκούς διατομής διπλού Ταυ με δυο άξονες συμμετρίας

Αριθμός στηρίξεων θλιβόμενου πέλματος στο άνοιγμα	Είδος καταπόνησης	Διάγραμμα ροπών M_x στο μήκος l_{ef}	Πέσμα, στο οποίο είναι η φόρτιση	Συντελεστής Ψ με τιμές του α	
				$0,1 \leq \alpha \leq 40$	$40 < \alpha \leq 400$
Χωρίς στηρίξεις	Συγκεντρωμένη		Θλιβόμενος	$1,75 + 0,09\alpha$	$3,3 + 0,053\alpha - 4,5 \cdot 10^{-5} \alpha^2$
			Εφελκυσμένο	$5,05 + 0,09\alpha$	$6,6 + 0,053\alpha - 4,5 \cdot 10^{-5} \alpha^2$
	Ομοιόμορφα κατανεμημένη		Θλιβόμενος	$1,60 + 0,08\alpha$	$3,15 + 0,04\alpha - 2,7 \cdot 10^{-5} \alpha^2$
			Εφελκυσμένο	$3,80 + 0,08\alpha$	$5,35 + 0,04\alpha - 2,7 \cdot 10^{-5} \alpha^2$
Δυο και άνω που χωρίζουν το μήκος l σε ίσα ανοίγματα	οποιαδήποτε		Οποιοδήποτε	$2,25 + 0,07\alpha$	$3,6 + 0,04\alpha - 3,5 \cdot 10^{-5} \alpha^2$
Ένα στο μέσον	συγκεντρωμένη στο μέσον		Οποιοδήποτε	$1,75\psi_1$	

Συγκεντρωμένη στο ένα τέταρτο		Θλιβομενο	$1,14\psi_1$
		Εφελκυόμενο	$1,60\psi_1$
Ομοιόμορφα κατανεμημένη		Θλιβομενο	$1,14\psi_1$
		Εφελκυόμενο	$1,30\psi_1$

Σημειώσεις - τιμή του ψ_1 λαμβάνεται ίση με το Ψ όταν υπάρχουν δυο και παραπάνω στηρίξεις θλιβόμενου πέλματος στο άνοιγμα .

ΠΙΝΑΚΑΣ Μ.2 – Συντελεστής Ψ για άκαμπτες κονσόλες διατομής διπλού Ταυ με δυο άξονες συμμετρίας

Είδος καταπόνησης	Πέλμα στο οποίο είναι η φόρτιση	Συντελεστής Ψ όταν δεν υπάρχουν στηρίξεις θλιβόμενου πέλματος και με τιμές α	
		$4 \leq \alpha \leq 28$	$28 < \alpha \leq 100$
Συγκεντρωμένη στο τέλος της κονσόλας	Εφελκυόμενο	$1,0 + 0,16\alpha$	$4,0 + 0,05\alpha$
	Θλιβομενο	$6,2 + 0,08\alpha$	$7,0 + 0,05\alpha$
Ομοιόμορφα κατανεμημένη	Εφελκυόμενο	$1,42\sqrt{\alpha}$	

Εάν στο μήκος δοκού l_{ef} το διάγραμμα M_x είναι διαφορετικό από αυτό που αναφέρεται στους πίνακες Μ.1, τότε επιτρέπεται ο συντελεστής Ψ να υπολογίζεται από τις εξισώσεις για το πιο κοντινό διάγραμμα M_x , στο οποίο μπορεί να εγγραφεί το υπάρχον διάγραμμα .

Στις περιπτώσεις όταν το θλιβόμενο πέλμα κονσόλας ενε εξασφαλισμένο με στηρίξεις από πλευρική μετατόπιση στο τέλος του ή κατά μήκος , τότε η τιμή Ψ επιτρέπεται να λαμβάνεται ίση :

Με συγκεντρωμένη φόρτιση , που δρα στο εφελκόμενο πέλμα στο τέλος της κονσόλας , $\psi = 0,75\psi_1$, όπου ψ_1 ορίζεται σύμφωνα με τον πίνακα Μ.1

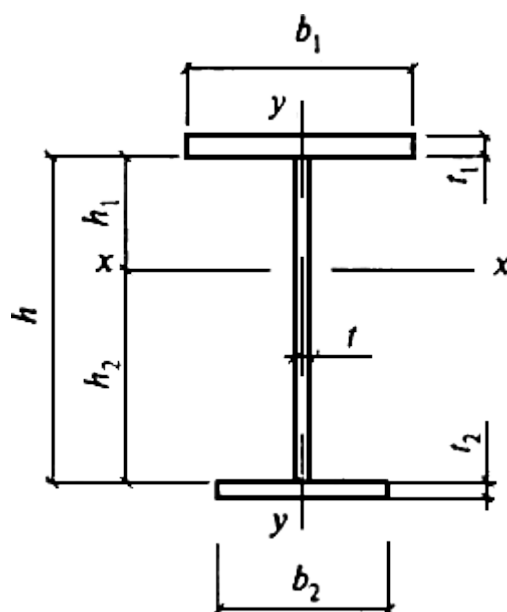
Σε άλλες περιπτώσεις - όπως για κονσόλα χωρίς στηρίξεις .

Μ.4 Για μη συνεχή δοκό διατομής διπλού Ταυ με ένα άξονα συμμετρίας (σχήμα κ Μ.1) ο συντελεστής φ_b υπολογίζεται από τον πίνακα Μ.3, όπου οι τιμές φ_1 , φ_2 και n υπολογίζονται από τις εξισώσεις :

$$\varphi_1 = \psi_a \frac{I_y}{I_x} \frac{2hh_1}{l_{ef}^2} \frac{E}{R_y} \quad (M.6)$$

$$\varphi_2 = \psi_a \frac{I_y}{I_x} \frac{2hh_2}{l_{ef}^2} \frac{E}{R_y} \quad (M.7)$$

$$n = \frac{I_1}{I_1 + I_2} \quad (M.8)$$



Σχήμα Μ.1 – Σχήμα διπλού Ταυ με ένα άξονα συμμετρίας

ΠΙΝΑΚΑΣ Μ.3 – Συντελεστής φ_b

Θλιβόμενο πέλμα	Συντελεστής φ_b όταν η τιμή του φ_2
-----------------	---

	έως 0,85	Άνω . 0,85
Πιο αναπτυγμένο	$\varphi_1 \leq 1$	$\varphi_1 \left[0,21 + 0,68 \left(\frac{n}{\varphi_1} + \frac{1-n}{\varphi_2} \right) \right] \leq 1$
Λιγότερο αναπτυγμένο	φ_2	$0,68 + 0,21\varphi_2 \leq 1$

Στις εξισώσεις (M.6)-(M.8) αναφέρονται :

ψ_a - συντελεστής που υπολογίζεται από την εξίσωση

$$\psi_a = \left(B + \sqrt{B^2 + C} \right) D \quad (\text{M.9})$$

h - απόσταση ανάμεσα στους άξονες πελμάτων

h_1 και h_2 - απόσταση από το Κ.Β διατομής έως τον άξονα αντίστοιχα του πιο αναπτυγμένου και λιγότερα αναπτυγμένου πέλματος

l_{ef} - μήκος υπολογισμού δοκού , που υπολογίζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις 9.4.2

I_1 και I_2 - ροπές αδράνειας διατομών του πιο αναπτυγμένου και λιγότερα αναπτυγμένου πέλματος αντίστοιχα ως προς τον άξονα συμμετρίας δοκού .

M.5 Τιμές B , C και D στην εξίσωση (M.9) υπολογίζονται από τους πίνακες M.4 και M.5 ανάλογα από τον συντελεστή :

$$\delta = n + 0,734\beta \quad (\text{M.10})$$





$$\mu = n + 1,145\beta \quad (\text{M.11})$$

$$\beta = (2n - 1) \left\{ 0,47 - 0,035 \left(\frac{b_1}{h} \right) \left[1 + \frac{b_1}{h} - 0,072 \left(\frac{b_1}{h} \right)^2 \right] \right\} \quad (\text{M.12})$$

$$n = (1 - n) \left[9,87n + 0,385 \frac{I_t}{I_2} \left(\frac{l_{ef}}{h} \right)^2 \right], \quad (\text{M.13})$$

Όπου οι τιμές n , b_1 , h , I_2 , l_{ef} - λαμβάνονται σύμφωνα με το παρόν κανονισμό και I_t - από το παράρτημα ΙΙ.

ΠΙΝΑΚΑΣ Μ.4 – Συντελεστής B

Σχήμα διατομής και σημείο φόρτισης	Συντελεστής B για φόρτιση		
	Συγκεντρωμένη στο μέσον του ανοίγματος	Ομοιόμορφα κατανεμημένη	Που προκαλεί καθαρή κάμψη
	δ	μ	β
	$\delta - 1$	$\mu - 1$	β
	$1 - \delta$	$1 - \mu$	$-\beta$
	$-\delta$	$-\mu$	$-\beta$

ΠΙΝΑΚΑΣ Μ.5 – Συντελεστές C και D

Είδος καταπόνησης	Συντελεστής C με διατομή		Συντελεστής D
	Διπλό Ταυ ($n \leq 0,9$)	Ταυ ($n = 1,0$)	

Συγκεντρωμένη στο μέσον του ανοίγματος	0,330η	0,0826α	3,265
Ομοιόμορφα κατανεμημένη	0,481η	0,1202α	2,247
Που προκαλεί καθαρή κάμψη	0,101η	0,0253α	4,315

Συντελεστής α στον πίνακα .M.5 υπολογίζεται από την εξίσωση (M.4).

M.6 Για διατομή διπλού Ταυ και όταν $0,9 < \kappa < 1,0$ συντελεστής ψ_α υπολογίζεται με γραμμική παρεμβολή ανάμεσα από τιμές που υπολογίστηκαν από την εξίσωση (M.9) για διπλό Ταυ όταν $\kappa=0,9$ και για Ταυ όταν $\kappa=1$.

Για διατομή Ταυ με συγκεντρωμένη ή ομοιόμορφα κατανεμημένη φόρτιση και $\alpha < 40$ συντελεστές ψ_α πολλαπλασιάζονται επί $(0,8 + 0,004\alpha)$.

Σε δοκούς με λιγότερο αναπτυγμένο θλιβομενο πέλμα και όταν $\kappa > 0,7$ και $5 \leq l_{ef}/b_2 \leq 25$ η τιμή του συντελεστή φ_2 πρέπει να μειώνεται με πολλαπλασιασμό επί $(1,025 - 0,015l_{ef}/b_2)$ και να λαμβάνεται όχι μεγαλύτερη από 0,95. Οι τιμές $l_{ef}/b_2 > 25$ σε τέτοιους δοκούς δεν επιτρέπονται.

M.7 Για δοκούς διατομής τύπου Π ο συντελεστής φ_b επιτρέπεται να λαμβάνεται $\varphi_b = 0,7\varphi_1$, όπου φ_1 υπολογίζουν για δοκούς διπλού Ταυ με δυο άξονες συμμετρίας, χρησιμοποιώντας τις εξισώσεις (M.3), (M.4), όπου οι τιμές I_x , I_y , I_t υπολογίζονται για διατομή τύπου Π.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Η

ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΚΟΡΜΟΥ, ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΩΝ ΔΟΚΩΝ ΜΕ ΔΙΑΜΗΚΕΙΣ ΚΑΙ ΕΓΚΑΡΣΙΕΣ ΝΕΥΡΩΣΕΙΣ ΑΚΑΜΨΙΑΣ

H.1 Στον κορμό δοκού συμμετρικής διατομής διπλού Ταυ κλάσης, ενισχυμένης εκτός από εγκάρσιες νευρώσεις με μια διαμήκης που βρίσκεται σε απόσταση h_1 από το όριο υπολογισμού (σχήμα H.1), και τα δυο ελάσματα στα οποία χωρίζει η νεύρωση την διατομή υπολογίζονται ξεχωριστά :

α) το έλασμα 1, που βρίσκεται ανάμεσα στο θλιβόμενο πέλμα και την διαμήκης νεύρωση, - από την εξίσωση

$$\frac{0,5\sigma}{\sigma_{cr,1}\gamma_c} \left[1 + \alpha_1 + \sqrt{(1 + \alpha_1)^2 + 4\beta_1^2} \right] \leq 1 \quad (H.1)$$

$$\text{Όπου } \alpha_1 = \frac{\sigma_{cr,1}}{\sigma} \frac{\tau}{\tau_{cr}}$$

$$\beta_1 = \frac{\sigma_{cr,1}}{\sigma} \frac{\sigma_{loc,1}}{\sigma_{loc,cr,1}}$$

σ , σ_{loc} , τ - υπολογίζονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις 9.5.2

$\sigma_{cr,1}$, $\sigma_{loc,cr,1}$ - υπολογίζονται από τις εξισώσεις :

με $\sigma_{loc}=0$

$$\sigma_{cr,1} = \frac{4,76}{2 - h_1 / h_{ef}} \frac{R_y}{\bar{\lambda}_1^2} \quad (\text{H.2})$$

$$\text{Όπου } \bar{\lambda}_1 = (h_1 / t_w) \sqrt{R_y / E}$$

Όταν $\sigma_{loc} \neq 0$ και $\mu_1 = a / h_1 \leq 2$ (όταν $\mu_1 > 2$ λαμβάνεται $\mu_1 = 2$)

$$\sigma_{cr,1} = \frac{1,19\psi}{1 - h_1 / h_{ef}} \frac{R_y}{\bar{\lambda}_1^2} \quad (\text{H.3})$$

$$\sigma_{loc,cr,1} = \psi (1,24 + 0,476\mu_1) \frac{R_y}{\bar{\lambda}_a^2} \quad (\text{H.4})$$

$$\text{Όπου } \psi = (\mu_1 + 1 / \mu_1)^2 \text{ и } \bar{\lambda}_a = (a / t_w) \sqrt{R_y / E}$$

Κρίσιμη διατμητική τάση $\tau_{cr,1}$ υπολογίζονται από την εξίσωση e (72) με χρήση των διαστάσεων του ελάσματος υπολογισμού

6) το έλασμα 2, που βρίσκεται ανάμεσα στην διαμήκη νεύρωση και το εφελκόμενο πέγμα, - από την εξίσωση

$$\frac{1}{\gamma_c} \sqrt{\left[\frac{\sigma(1 - 2h_1 / h_{ef})}{\sigma_{cr,2}} + \frac{\sigma_{loc,2}}{\sigma_{loc,cr,2}} \right]^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr,2}} \right)^2} \leq 1 \quad (\text{H.5})$$

Όπου σ και τ - τάσεις που υπολογίζονται σύμφωνα με το 5.22

$$\sigma_{cr,2} = \frac{5,43}{(0,5 - h_1 / h_{ef})^2} \frac{R_y}{\bar{\lambda}_w^2} \left(\text{здесь } \bar{\lambda}_w = \frac{h_2}{t_w} \sqrt{\frac{R_y}{E}} \right) \quad (\text{H.6})$$

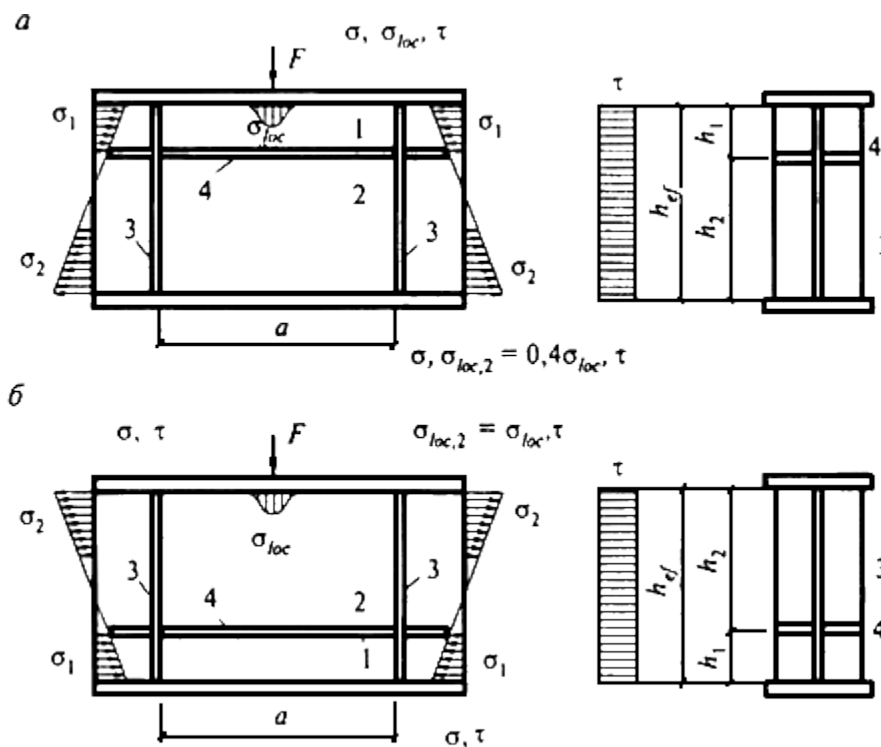
$\sigma_{loc,2}$ - τάση που εξαρτάται από το σε πιο πέλμα είναι η φόρτιση :

Στο θλιβόμενο (βλ. σχέδιο Η.1, α) - $\sigma_{loc,2} = 0,4\sigma_{loc}$ (εδώ σ_{loc} υπολογίζουν σύμφωνα με 9.5.2)

Στο εφελκυσμένο (σχήμα Η.1, β) - $\sigma_{loc,2} = \sigma_{loc}$

$\sigma_{loc,cr,2}$ - τάση , που υπολογίζεται από την εξίσωση (71), όπου c_1 και c_2 υπολογίζονται αντίστοιχα από τον πίνακα 8 με $\rho = 0,4$ και από πίνακα 9 με $\delta = 1$, αλλάζοντας την τιμή h_{ef} με $(h_{ef} - h_1)$

$\tau_{cr,2}$ - διατμητική τάση που υπολογίζεται από την εξίσωση (72) με αντικατάσταση σε αυτή τις διαστάσεις του ελάσματος υπολογισμού .

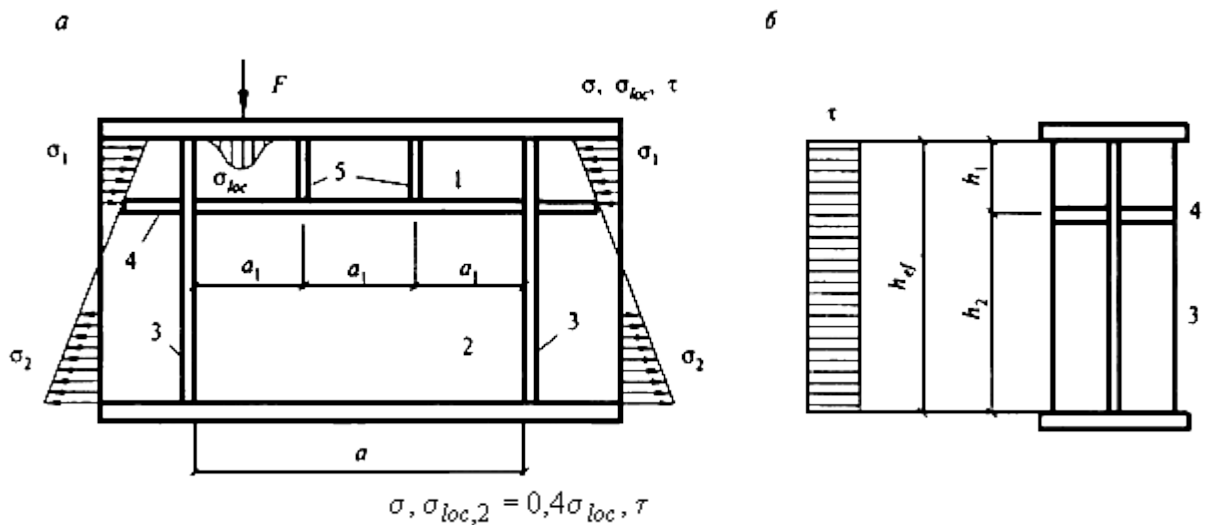


α - δοκός με θλιβόμενο άνω πέλμα , β - δοκός με εφελκυσμένο άνω πέλμα

1, 2 - ελάσματα

Σχήμα Η.1 – σχήμα δοκού , ενισχυμένης με εγκάρσιες (3) και διαμήκεις (4) νευρώσεις ακαμψίας

Η.2 Όταν ενισχύεται το έλασμα 1, που βρίσκεται ανάμεσα σε θλιβόμενο πέλμα και διαμήκης νεύρωσης , με ενδιάμεσες εγκάρσιες νευρώσεις τότε αυτές τοποθετούνται μέχρι την διαμήκης νεύρωση (σχήμα Η.2).



Σχήμα Η.2 – Σχήμα δοκού ,ενισχυμένης με εγκάρσιες (3), διαμήκειες (4) και ενδιάμεσες (5) νευρώσεις ακαμψίας

Σε αυτήν την περίπτωση το έλασμα 1 υπολογίζεται από τις εξισώσεις (Η.1)-(Η.4), στις οποίες για τιμή a λαμβάνεται a_1 - απόσταση ανάμεσα στους άξονες γειτονικών εγκάρσιων νευρώσεων (σχήμα Η.2). Υπολογισμός ελάσματος 2 γίνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις Η.1, β.

Η.3 Υπολογισμός ευστάθειας κορμού δοκών ασύμμετρης διατομής (με μεγαλύτερο το θλιβόμενο πέλμα), ενισχυμένες με εγκάρσιες νευρώσεις και μια διαμήκης , που βρίσκονται στην θλιβόμενη ζώνη , γίνεται από τις εξισώσεις (Η.1) και (Η.2), στις εξισώσεις (Η.2), (Η.3) και (Η.5) αντί για λόγο h_1 / h_{ef} χρησιμοποιούν $\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2\sigma_1} - \frac{h_1}{h_{ef}}$, και στην εξίσωση (Η.6) αντί για $(0,5 - h_1 / h_{ef})$ χρησιμοποιείται $[\sigma_1 / (\sigma_1 - \sigma_2) - h_1 / h_{ef}]$, όπου σ_2 - τάση εφελκυσμού στο άκρο (με πρόσημο "-") στο όριο τμήματος υπολογισμού .

Η.4 Όταν ο κορμός ενισχύεται με εγκάρσιες και μια διαμήκης νευρώσεις ακαμψίας οι ροπές αδράνειας των νευρώσεων αυτών I_r και I_{rl} αντίστοιχα πρέπει να πληρούν τις προϋποθέσεις 9.5.9 και της εξίσωσης

$$I_r \geq 3h_{ef}t_w^3 \quad (Η.7)$$

Καθώς και του πίνακα Η.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ Η.1

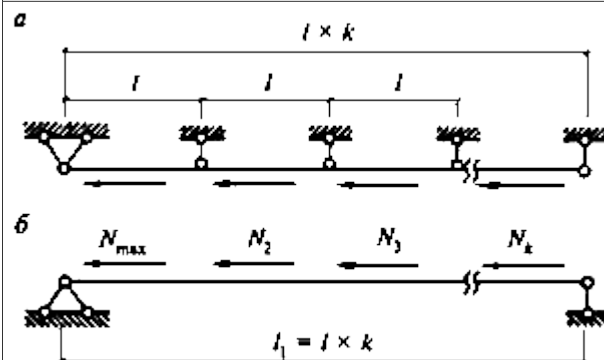
h_1 / h_{ef}	Τιμή I_{rl} διαμήκης νεύρωσης		
	Απαιτούμενο	Οριακά	
		Ελάχιστο	Μέγιστο
0,20	$(2,5 - 0,5 \alpha / h_{ef}) \alpha^2 t_w^3 / h_{ef}$	$1,5 h_{ef} t_w^3$	$7 h_{ef} t_w^3$
0,25	$(1,5 - 0,4 \alpha / h_{ef}) \alpha^2 t_w^3 / h_{ef}$	$1,5 h_{ef} t_w^3$	$8,5 h_{ef} t_w^3$
0,30	$1,5 h_{ef} t_w^3$	-	-
Σημείωση - κατά τον υπολογισμό I_{rl} για ενδιάμεσες τιμές h_1 / h_{ef} επιτρέπεται γραμμική παρεμβολή .			

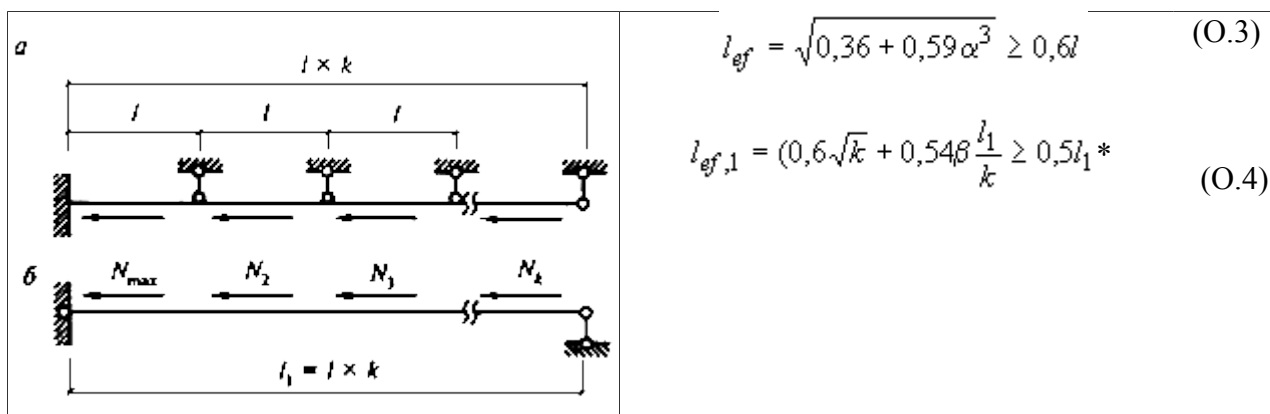
Όταν εγκάρσιες και διαμήκεις νευρώσεις τοποθετούνται από μια πλευρά τις ροπές αδράνειας της κάθε μιας νεύρωσης υπολογίζονται ως προς τον άξονα , που συμπίπτει με το πλησιέστερο στην νεύρωση όριο κορμού .

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ο

ΜΗΚΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΕΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ Ο.1 – Μήκος υπολογισμού στοιχείου απελευθερωμένοι από τις συνδέσεις στο ένα επίπεδο

Σχήμα στοιχείου στο επίπεδο των συνδέσεων (α) εκτός του επιπέδου συνδέσεων (β)	Μήκη υπολογισμού στο επίπεδο συνδέσεων l_{ef} Εκτός του επιπέδου $l_{ef,1}$
	$l_{ef} = (0,83 + 0,17 \alpha^3) l \geq 0,8l \quad (O.1)$ $l_{ef,1} = \left[0,75 + 0,25 \left(\frac{\beta}{k-1} \right)^{2k-3} \right] l_1 \geq 0,5l_1 \quad (O.2)$



* εξίσωση ίδια με την αρχική

Δείκτες που χρησιμοποιούνται στον πίνακα O.1:

k - αριθμός τμημάτων ίδιου μήκους

$$\alpha = \frac{N_2}{N_{\max}} \text{ και } \beta = \frac{\sum N_i}{N_{\max}}, \text{ όταν } -0,5 \leq \alpha \leq 1 \text{ και } -0,5 \leq \beta \leq (k-1)$$

Όπου N_{\max} - μέγιστη θλιβόμενη δύναμη (στο ακραίο τμήμα)

N_2 - δύναμη στο τμήμα, που εφάπτεται στο τμήμα με N_{\max}

$\sum N_i$ - άθροισμα δυνάμεων σε όλα τα τμήματα εκτός από N_{\max} .

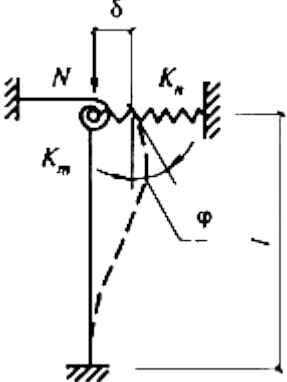
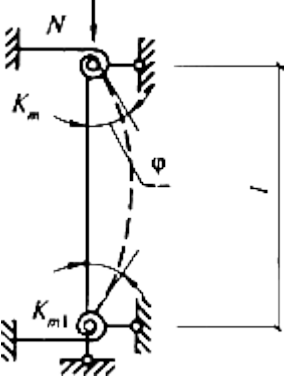
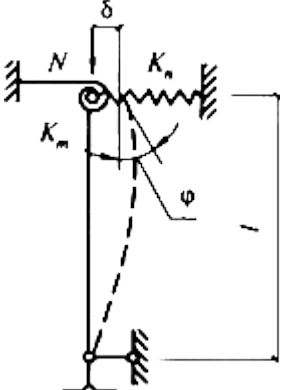
Σημειώσεις

1 Δυνάμεις εφελκυσμού υπολογίζονται με πρόσημο "μείον".

2 Υπολογισμός ευστάθειας στο επίπεδο των συνδέσεων γίνεται για την δύναμη N_{\max} .

ΠΙΝΑΚΑΣ O.2 – Συντελεστής μήκους υπολογισμού μ υποστυλώματος με ελαστικές στηρίξεις στα άκρα

Σχήμα υποστυλώματος	μ
---------------------	-------

	$\mu = \sqrt{\frac{5,4(\alpha + 4) + \beta(0,25\alpha + 1,2)}{5,4(\alpha + 1) + \beta(\alpha + 2,4)}} \quad (O.5)$
	$\mu = 0,5 \sqrt{\frac{(\alpha + 4,8)(\psi\alpha + 4,8)}{(\alpha + 2,4)(\psi\alpha + 2,4)}} \quad (O.6)$
	<p>όταν $0 \leq \alpha \leq \infty$ и $\beta \leq 9,87$</p> $\mu = 3,14 \sqrt{\frac{3 + 1,3\alpha}{\alpha\beta + 3(\alpha + \beta)}} ; \quad (O.7)$ <p>όταν $\alpha = 0$ и $\beta > 9,87$</p> $\mu = 1$

Δείκτες που χρησιμοποιούνται στον πίνακα O.2:

$$\alpha = \frac{K_m l}{EI} \quad \beta = \frac{K_n l^3}{EI}$$

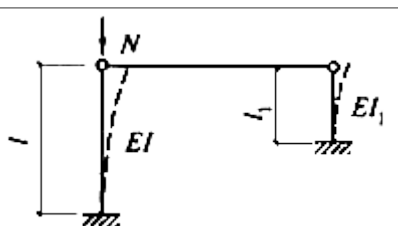
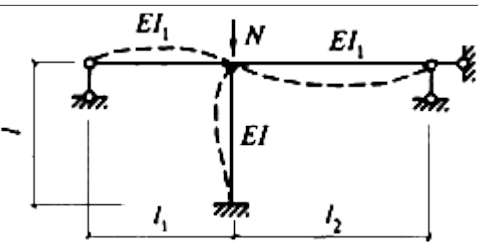
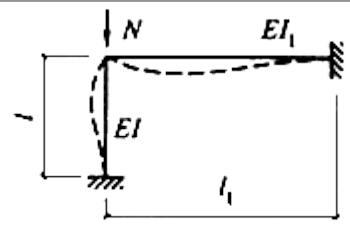
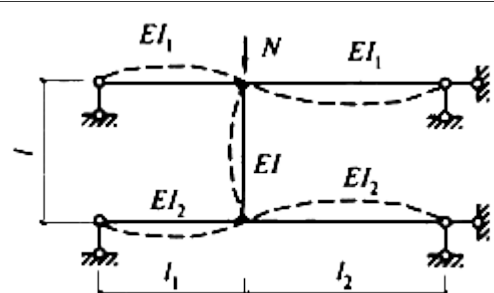
$\psi = \frac{K_{m1}}{K_m}$ - λόγος των συντελεστών ακαμψίας ελαστικών στηρίξεων υποστυλωμάτων ,

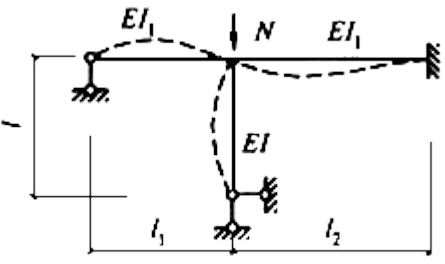
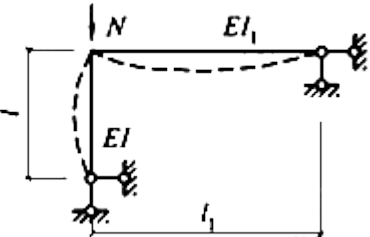
Όπου K_m - συντελεστής ακαμψίας ελαστικής στήριξης , N/cm, από την τιμή της ροπής που προκύπτει στην στήριξη όταν αυτή στρέφεται κατά γωνία $\varphi = 1$

K_n - συντελεστής ακαμψίας ελαστικής στήριξης , N/cm, που ισούται με την τιμή της δύναμης που προκύπτει στην στήριξη κατά την μετατόπιση της για $\delta = 1$.

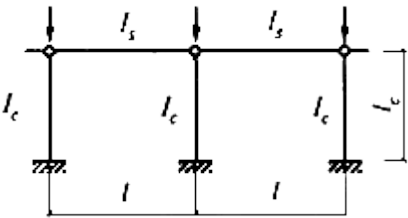
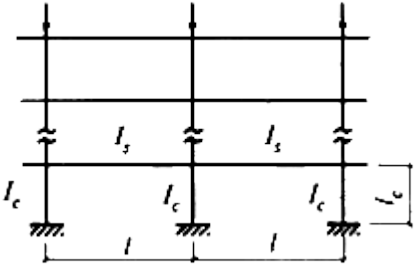
Σημείωση - Οι τιμές των K_m και K_n για μερικά πλαίσια αναφέρονται στον πίνακα Ο.3.

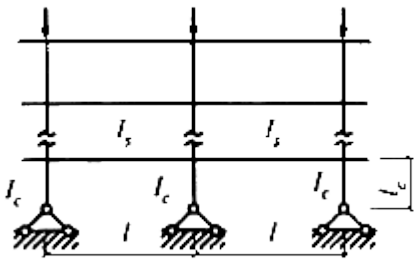
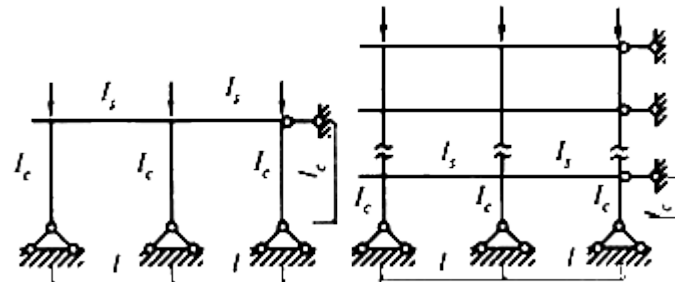
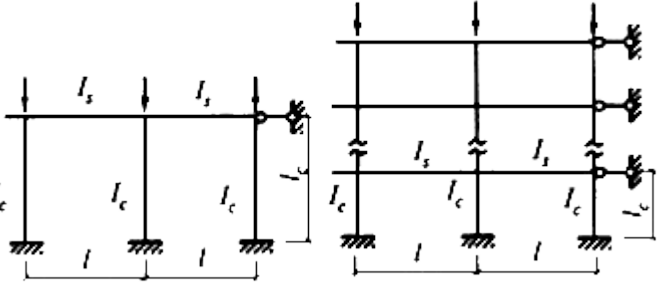
ΠΙΝΑΚΑΣ Ο.3 – Συντελεστές ακαμψίας K_m και K_n για υποστυλώματα πλαισίου

Σχήμα πλαισίου	Εξίσωση για πλαίσιο από πίνακα Ο.2	Τιμές K_m και K_n
	(Ο.5)	$K_m = 0$ $K_n = \frac{3EI_1}{l_1^3}$
	(Ο.5)	$K_m = \frac{3EI_1}{l_1 l_2} (l_1 + l_2)$ $K_n = \infty$
	(Ο.5)	$K_m = \frac{4EI_1}{l_1}$ $K_n = \infty$
	(Ο.6)	$K_m = \frac{3EI_1}{l_1 l_2} (l_1 + l_2)$ $K_{m1} = \frac{3EI_2}{l_1 l_2} (l_1 + l_2)$

	(O.7)	$K_m = \frac{EI}{l_1 l_2} (4l_1 + 3l_2)$ $K_n = \infty$
	(O.7)	$K_m = \frac{3EI_1}{l_1}$ $K_n = \infty$

ΠΙΝΑΚΑΣ Ο.4 – Συντελεστής μήκους υπολογισμού μ υποστυλωμάτων πλαισίων με ένα ή πολλά ανοίγματα

Σχήμα πλαισίου	n	μ
	0	2,0
	Από 0,03 Έως 0,2	$1,21 \sqrt{\frac{n+0,22}{n+0,08}} \quad (\text{O.8})$
	Άνω . 0,2	$\sqrt{\frac{n+0,28}{n}} \quad (\text{O.9})$

	Από 0,03 Έως 0,2	$2,15 \sqrt{\frac{n+0,22}{n}}$ (O.10)
	Ανω . 0,2	$2,0 \sqrt{\frac{n+0,28}{n}}$ (O.11)
	n	$\sqrt{\frac{1+0,39n}{2+1,54n}}$ (O.12)
	n	$\sqrt{\frac{1+0,46n}{2+0,93n}}$ (O.13)
<p>Δείκτες που αναφέρονται στον πίνακα O.4:</p> $n = \frac{I_s l_c}{I_c l_s}$ <p>Σημείωση - Τιμές μ για υποστυλώματα πολυώροφου πλαισίου αναφέρονται για κάτω όροφο .</p>		

Ο.1 ΜΗΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ ΛΑΜΒΑΝΟΝΤΑΣ ΥΠΟΨΗ ΤΗΝ ΕΠΙΡΡΟΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΥΠΟ ΦΟΡΤΙΣΗ

Συντελεστής μήκους υπολογισμού μ , που λαμβάνεται σύμφωνα με 11.2.8 και 11.2.9 για υποστυλώματα ελεύθερων μονώροφων πλαισίων (όταν δεν υπάρχει

άκαμπτη πλακά επικάλυψης) και πολυώροφων πλαισίων επιτρέπεται να πολλαπλασιάζεται επί τον συντελεστή ψ , που υπολογίζεται από την εξίσωση

$$\psi = 1 - \alpha \left[1 - (\omega / 5)^2 \right]^{5/4}, \quad (\text{O.14})$$

$$\text{где } \alpha = 0,65 - 0,9\beta + 0,25\beta^2$$

$$\omega = \bar{\lambda} / \sqrt{1+m} \leq 5.$$

Εδώ αναφέρεται :

$$\beta = 1 - M_1 / M \leq 0,2$$

$$m = MA / (NW_c)$$

$\bar{\lambda}$ - συμβατική λυγηρότητα υποστυλώματος υπολογισμένη με βάση τις απαιτήσεις 11.2.8, 11.2.9.

Την αξονική δύναμη σχεδιασμού N και κοπτικής ροπής M στο πλαίσιο υπολογισμού υπολογίζουν σύμφωνα με τις απαιτήσεις 10.2.3.

Η τιμή της κοπτικής ροπής M_1 υπολογίζεται για τον ίδιο συνδυασμό φορτίων και στην ίδια διατομή υποστυλώματος όπου δρα η ροπή M , υπολογίζοντας το πλαίσιο σε αυτήν την περίπτωση ως μη ελεύθερο .

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Π

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΗΚΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ μ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ ΜΕ ΔΙΑΤΟΜΗ ΠΟΥ ΑΛΛΑΖΕΙ ΚΑΤΑ ΥΨΟΣ

Π.1 Συντελεστής μήκους υπολογισμού μ_1 για πακτωμένο στην μια άκρη υποστύλωμα με μια αλλαγή διατομής καθ' ύψος λαμβάνεται :

Όταν το άνω άκρο είναι ελεύθερο από τον πίνακα Π.1

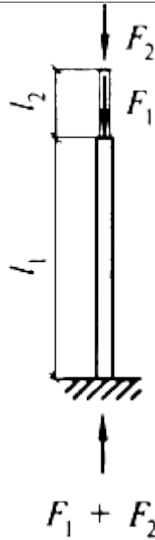
Όταν το άνω άκρο στηρίζεται δια της στροφής και έχει την δυνατότητα μετατόπισης - από πίνακα Π.2

Όταν το άνω άκρο στηρίζεται έναντι μετατόπισης - από την εξίσωση

$$\mu_1 = \sqrt{\frac{\mu_{12}^2 + \mu_{11}^2 (\beta - 1)}{\beta}} \quad (\text{Π.1})$$

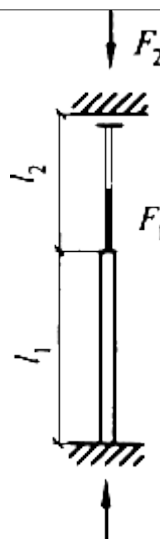
Όπου μ_{12} και μ_{11} - συντελεστές μήκος υπολογισμού του κάτω τμήματος του υποστυλώματος με φορτία $F_1 = 0$ και $F_2 = 0$ αντίστοιχα, που υπολογίζονται όταν το άνω άκρο είναι άρθρωση από πίνακα Π.3, και όταν το άνω άκρο στηρίζεται ενάτη στροφής – από τον πίνακα Π.4.

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.1 – Συντελεστής μήκους υπολογισμού μ_1 για υποστυλώματα με μια αλλαγή διατομής και με άνω άκρο ελεύθερο από τις στηρίξεις

Σχήμα υπολογισμού	α_1	Συντελεστής μ_1 όταν n ισούται																			
		0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	5,0	10,0	20,0
	0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	0,2	2,0	2,0 1	2,0 2	2,0 3	2,0 4	2,0 5	2,0 6	2,0 6	2,0 7	2,0 8	2,0 9	2,1 0	2,1 2	2,1 4	2,1 5	2,1 7	2,2 1	2,4 0	2,7 6	3,3 8
	0,4	2,0	2,0 4	2,0 8	2,1 1	2,2 3	2,1 8	2,2 1	2,2 5	2,2 8	2,3 2	2,3 5	2,4 2	2,4 8	2,5 4	2,6 0	2,6 6	2,8 0	-	-	-
	0,6	2,0	2,1 1	2,2 0	2,2 8	2,3 6	2,4 4	2,5 2	2,5 9	2,6 6	2,7 3	2,8 0	2,9 3	3,0 5	3,1 7	3,2 8	3,3 9	-	-	-	-
	0,8	2,0	2,2 5	2,4 2	2,5 6	2,7 0	2,8 3	2,9 6	3,0 7	3,1 7	3,2 7	3,3 6	3,5 5	3,7 4	-	-	-	-	-	-	-
	1,0	2,0	2,5 0	2,7 3	2,9 4	3,1 3	3,2 9	3,4 4	3,5 9	3,7 4	3,8 7	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1,5	3,0	3,4 3	3,7 7	4,0 7	4,3 5	4,6 1	4,8 6	5,0 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2,0	4,0	4,4 4	4,9 0	5,2 9	5,6 7	6,0 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2,5	5,0	5,5 5	6,0 8	6,5 6	7,0 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3,0	6,0	6,6 5	7,2 5	7,8 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.2 – Συντελεστής μήκους υπολογισμού μ_1 για υποστυλώματα με μια αλλαγή διατομής με άνω άκρο που στηρίζεται έναντι στροφής

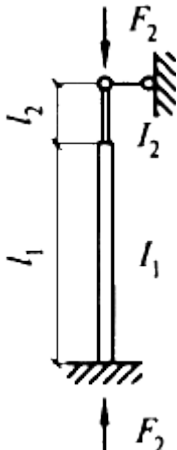
Σχήμα υπολογισμού	α_1	Συντελεστής μ_1 με τιμές του κ																			
		0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	5,0	10,0	20,0

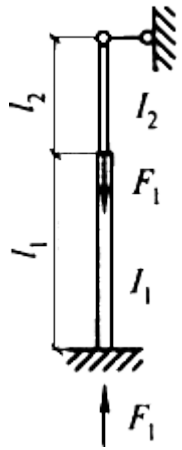


0	2,0	1,9 2	1,8 6	1,8 0	1,7 6	1,7 0	1,6 7	1,6 4	1,6 0	1,5 7	1,5 5	1,5 0	1,4 6	1,4 3	1,4 0	1,3 7	1,3 2	1,1 8	1,1 0	1,0 5
0,2	2,0	1,9 3	1,8 7	1,8 2	1,7 6	1,7 1	1,6 8	1,6 4	1,6 2	1,5 9	1,5 6	1,5 2	1,4 8	1,4 5	1,4 1	1,3 9	1,3 3	1,2 0	1,1 1	-
0,4	2,0	1,9 4	1,8 8	1,8 3	1,7 7	1,7 5	1,6 2	1,6 9	1,6 6	1,6 2	1,6 1	1,5 7	1,5 3	1,5 0	1,4 8	1,4 5	1,4 0	-	-	-
0,6	2,0	1,9 5	1,9 1	1,8 6	1,8 3	1,7 9	1,7 7	1,7 6	1,7 2	1,6 1	1,6 9	1,6 6	1,6 3	1,6 1	1,5 9	-	-	-	-	-
0,8	2,0	1,9 7	1,9 4	1,9 2	1,9 0	1,8 8	1,8 7	1,8 6	1,8 5	1,8 3	1,8 2	1,8 0	1,7 9	-	-	-	-	-	-	-
1,0	2,0	2,0 0	2,0 0	2,0 0	2,0 0	2,0 0	2,0 0	2,0 0	2,0 0	2,0 0	2,0 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,5	2,0	2,1 2	2,2 5	2,3 3	2,3 8	2,4 3	2,4 8	2,5 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,0	2,0	2,4 5	2,6 6	2,8 1	2,9 1	3,0 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,5	2,5	2,9 4	3,1 7	3,3 4	3,5 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,0	3,0	3,4 3	3,7 0	3,9 3	4,1 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

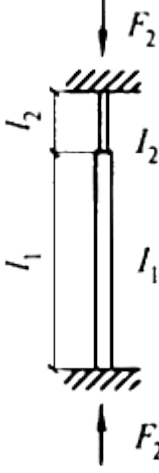
ΠΙΝΑΚΑΣ Π.3 – Συντελεστές μήκους υπολογισμού μ_{12} και μ_{11} για υποστυλώμα με μια αλλαγή διατομής και με άρθρωση στο άνω άκρο

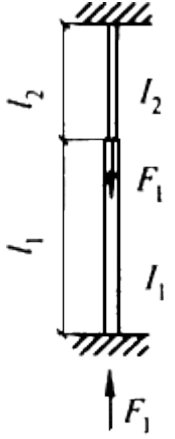
Σχήμα υπολογισμού	$\frac{I_2}{I_1}$	Συντελεστές μ_{12} και μ_{11} όταν l_2 / l_1															
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	

	Συντελεστής μ12															
0,04	1,0 2	1,8 4	2,2 5	2,5 9	2,8 5	3,0 8	3,2 4	3,4 2	3,7 0	4,0 0	4,5 5	5,2 5	5,8 0	6,5 5	7,2 0	
0,06	0,9 1	1,4 7	1,9 3	2,2 6	2,5 7	2,7 4	3,0 5	3,0 5	3,2 4	3,4 5	3,8 8	4,4 3	4,9 0	5,4 3	5,9 4	
0,08	0,8 6	1,3 1	1,7 3	2,0 5	2,3 1	2,4 9	2,6 8	2,8 5	3,0 0	3,1 4	3,5 3	3,9 3	4,3 7	4,8 5	5,2 8	
0,1	0,8 3	1,2 1	1,5 7	1,9 5	2,1 4	2,3 3	2,4 6	2,6 0	2,7 6	2,9 1	3,2 8	3,6 1	4,0 3	4,4 3	4,8 5	
0,2	0,7 9	0,9 8	1,2 3	1,4 6	1,6 7	1,8 5	2,0 2	2,1 5	2,2 8	2,4 0	2,6 7	2,8 8	3,1 1	3,4 2	3,7 1	
0,3	0,7 8	0,9 0	1,0 9	1,2 7	1,4 4	1,6 0	1,7 4	1,8 6	1,9 8	2,1 1	2,3 5	2,5 1	2,7 6	2,9 9	3,2 5	
0,4	0,7 8	0,8 8	1,0 2	1,1 7	1,3 2	1,4 5	1,5 8	1,6 9	1,8 1	1,9 2	2,1 4	2,3 1	2,5 1	2,6 8	2,8 8	
0,5	0,7 8	0,8 6	0,9 9	1,1 0	1,2 2	1,3 5	1,4 7	1,5 7	1,6 7	1,7 6	1,9 6	2,1 5	2,3 4	2,5 0	2,7 6	
1,0	0,7 8	0,8 5	0,9 2	0,9 9	1,0 6	1,1 3	1,2 0	1,2 7	1,3 4	1,4 1	1,5 4	1,6 8	1,8 2	1,9 7	2,1 0	

	Συντελεστής μ11															
0,04	0,6 7	0,6 7	0,8 3	1,2 5	1,4 3	1,5 5	1,6 5	1,7 0	1,7 5	1,7 8	1,8 4	1,8 7	1,8 8	1,9 0	1,9 2	
0,06	0,6 7	0,6 7	0,8 1	1,0 7	1,2 7	1,4 1	1,5 1	1,6 0	1,6 4	1,7 0	1,7 8	1,8 2	1,8 4	1,8 7	1,8 8	
0,08	0,6 7	0,6 7	0,7 5	0,9 8	1,1 9	1,3 2	1,4 3	1,5 1	1,5 8	1,6 3	1,7 2	1,7 7	1,8 1	1,8 2	1,8 4	
0,1	0,6 7	0,6 7	0,7 3	0,9 3	1,1 1	1,2 5	1,3 6	1,4 5	1,5 2	1,5 7	1,6 6	1,7 2	1,7 7	1,8 0	1,8 2	
0,2	0,6 7	0,6 7	0,6 9	0,7 5	0,8 9	1,0 2	1,1 2	1,2 1	1,2 9	1,3 6	1,4 6	1,5 4	1,6 0	1,6 5	1,6 9	
0,3	0,6 7	0,6 7	0,6 7	0,7 1	0,8 0	0,9 0	0,9 9	1,0 8	1,1 5	1,2 2	1,3 3	1,4 1	1,4 8	1,5 4	1,5 9	
0,4	0,6 7	0,6 7	0,6 7	0,6 9	0,7 5	0,8 4	0,9 2	1,0 0	1,0 7	1,1 3	1,2 4	1,3 3	1,4 0	1,4 7	1,5 1	
0,5	0,6 7	0,6 7	0,6 7	0,6 9	0,7 3	0,8 1	0,8 7	0,9 4	1,0 1	1,0 7	1,1 7	1,2 6	1,3 3	1,3 9	1,4 4	
1,0	0,6 7	0,6 7	0,6 7	0,6 8	0,7 1	0,7 4	0,7 8	0,8 2	0,8 7	0,9 1	0,9 9	1,0 7	1,1 3	1,1 9	1,2 4	

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.4 – Συντελεστές μήκους υπολογισμού μ_{12} και μ_{11} για υποστυλώματα με μια αλλαγή διατομής με πακτωμένο το άνω άκρο

Σχήμα υπολογισμού	$\frac{I_2}{I_1}$	Συντελεστές μ_{12} και μ_{11} όταν l_2 / l_1														
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
		Συντελεστής μ_{12}														
	0,04	0,78	1,02	1,53	1,73	2,01	2,21	2,38	2,54	2,65	2,85	3,24	3,70	4,20	4,76	5,23
	0,06	0,70	0,86	1,23	1,47	1,73	1,93	2,08	2,23	2,38	2,49	2,81	3,17	3,50	3,92	4,30
	0,08	0,68	0,79	1,05	1,31	1,51	1,71	1,91	2,06	2,21	2,36	2,51	2,83	3,11	3,44	3,73
	0,1	0,67	0,76	1,00	1,24	1,41	1,61	1,76	1,91	2,06	2,21	2,44	2,66	2,88	3,11	3,41
	0,2	0,64	0,70	0,93	0,97	1,01	1,21	1,41	1,56	1,66	1,71	1,91	2,11	2,28	2,44	2,61
	0,3	0,62	0,68	0,91	0,85	0,91	1,01	1,11	1,21	2,31	1,41	1,61	1,81	1,91	2,11	2,21
	0,4	0,60	0,66	0,71	0,77	0,81	0,91	1,01	1,11	1,21	1,31	1,51	1,61	1,71	1,91	2,01
	0,5	0,59	0,65	0,71	0,77	0,81	0,91	0,91	1,01	1,11	1,21	1,31	1,51	1,61	1,71	1,91
	1,0	0,55	0,60	0,66	0,71	0,77	0,81	0,81	0,91	0,91	1,01	1,11	1,21	1,31	1,41	1,51

	Συντελεστής μ_{11}															
	0,04	0,6	0,6	0,7	0,9	1,0	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8
	6	8	5	4	8	4	4	7	7	5	4	2	8	1	5	9
0,06	0,6	0,6	0,6	0,7	0,9	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8
	5	7	8	6	4	0	5	5	4	0	1	9	4	9	2	
0,08	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	
	4	6	7	8	4	0	2	5	4	1	3	2	8	5	9	
0,1	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	
	4	5	5	5	8	2	5	5	5	3	5	5	2	8	1	
0,2	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	
	2	4	5	5	6	3	3	2	1	9	3	3	1	8	4	
0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,2	1,2	1,3	1,4	
	0	3	4	5	6	7	3	1	9	4	9	0	8	5	1	
0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	
	8	3	3	4	4	6	8	5	2	8	1	0	9	6	2	
0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	
	7	1	3	4	4	5	8	2	7	3	4	4	2	9	5	
1,0	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	
	5	8	0	1	2	3	5	7	0	3	0	8	3	1	5	

Στους πίνακες Π.1-Π.4 αναφέρονται :

$$\alpha_1 = \frac{l_2}{l_1} \sqrt{\frac{I_1}{\beta I_2}} \text{ και } \kappa = \frac{I_2 l_1}{I_1 l_2}$$

Όπου I_1 , I_2 , l_1 , l_2 - ροπές αδράνειας διατομών και μήκη άνω και κάτω τμήματος υποστυλώματος αντίστοιχα

$$\beta = (F_1 + F_2)/F_2 .$$

Π.2 Συντελεστής μήκους υπολογισμού μ_2 για άνω τμήμα υποστυλώματος με μια αλλαγή διατομής σε όλες τις περιπτώσεις υπολογίζεται από την εξίσωση

$$\mu_2 = \mu_1 / \alpha_1 \leq 3. \quad (\text{Π.2})$$

Π.3 Συντελεστής μήκους υπολογισμού μ_1 για πακτωμένο στην βάση κάτω τμήματος υποστυλώματος με δυο αλλαγές διατομής (σχήμα Π.1, α) με τις απαιτήσεις στήριξης του άνω άκρου που αναφέρεται στον πίνακα Π.5, υπολογίζεται από την εξίσωση

$$\mu_1 = \sqrt{\frac{\beta_1 \mu_{m1}^2 + (\beta_2 \mu_{m2}^2 + \mu_{m3}^2)(1 + \delta_2) I_2 / I_{m1}}{1 + \beta_1 + \beta_2}}, \quad (\text{Π.3})$$

Όπου $\beta_1 = F_1 / F_3$ $\beta_2 = F_2 / F_3$ $\delta_2 = l_2 / l_1$

μ_{m1} , μ_{m2} , μ_{m3} - συντελεστές που υπολογίζονται από τον πίνακα Π.5 όπως για υποστυλώματα με μια αλλαγή διατομής, από τα σχήματα (σχήμα Π.1, β, γ, δ)

$I_{m1} = (I_1 l_1 + I_2 l_2) / (l_1 + l_2)$ - ροπή αδράνειας διατομής μήκους $(l_1 + l_2)$.

Εδώ F_1 , F_2 , F_3 - αξονικές δυνάμεις, που δρουν στο καώ, μεσαίο και άνω τμήμα του υποστυλώματος αντίστοιχα με αντίστοιχες ροπές αδράνειας I_1 , I_2 , I_3 και αντίστοιχα μήκη l_1 , l_2 , l_3 .

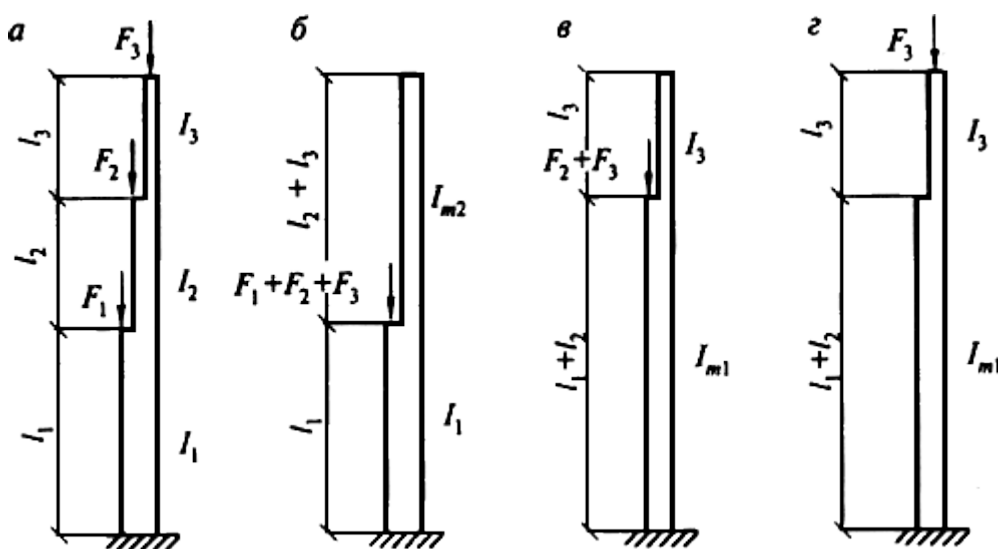
ΠΙΝΑΚΑΣ Π.5 – Συντελεστές μ_{m1} , μ_{m2} , μ_{m3}

Συνθήκη στήριξης του άνω άκρου του υποστυλώματος	Τιμές των συντελεστών		
	μ_{m1}	μ_{m2}	μ_{m3}
	Με σχήμα υπολογισμού από σχέδιο		
	Π.1 β	Π.1 γ	Π.1 δ
Ελεύθερο από τις στηρίξεις	$\mu_{m1} = 2,0$	$\mu_{m2} = 2,0$	$\mu_{m3} = \mu_1$ (μ_1 - από πίνακα Π.1 όταν $\alpha_1 = \frac{l_3}{l_1 + l_2} \sqrt{\frac{I_{m1}}{I_3}}$)
Στηρίζεται έναντι στροφής, επιτρέπεται η μετατόπιση	$\mu_{m1} = \mu_1$ (μ_1 - από πίνακα Π.2 όταν $\alpha_1 = 0$)	$\mu_{m2} = \mu_1$	$\mu_{m3} = \mu_1$ (μ_1 - από πίνακα Π.2 όταν $\alpha_1 = \frac{l_3}{l_1 + l_2} \sqrt{\frac{I_{m1}}{I_3}}$)

Στηρίζεται με άρθρωση που δεν επιτρέπει την μετατόπιση	$\mu_{m1} = \mu_{11}$ (μ_{11} - από πίνακα Π.3)	$\mu_{m2} = \mu_{11}$	$\mu_{m3} = \mu_{12}$ (μ_{12} - από πίνακα Π.3)
Στηρίζεται ενάτη μετατόπισης και στροφής	$\mu_{m1} = \mu_{11}$ (μ_{11} - από πίνακα Π.4)	$\mu_{m2} = \mu_{11}$	$\mu_{m3} = \mu_{12}$ (μ_{12} - από πίνακα Π.4)

Η αναφερόμενη ροπή αδράνειας τμήματος διατομής μήκους ($l_2 + l_3$) στο σχήμα Π.1, δ, υπολογίζονται από την εξίσωση

$$I_{m2} = (I_2 l_2 + I_3 l_3) / (l_2 + l_3).$$



Σχήμα Π.1 – Σχήμα υποστυλώματος με δυο αλλαγές διατομής καθ' ύψος (α) και σχήματα συμβατικών φορτίσεων όταν οι δυνάμεις F_1 , F_2 και F_3 δρουν στο κάτω (δ), μεσαίο (ε) και άνω τμήμα (ε) υποστυλώματος αντίστοιχα

Π.4 Συντελεστές μήκους υπολογισμού μ_2 για μεσαίο τμήμα υποστυλώματος με 2 αλλαγές διατομής μήκους l_2 και μ_3 για το άνω τμήμα, μήκους l_3 υπολογίζονται από τις εξισώσεις :

$$\mu_2 = \mu_1 / \alpha_2 \quad (\text{Π.4})$$

$$\mu_3 = \mu_1 / \alpha_3 \leq 3 \quad (\Pi.5)$$

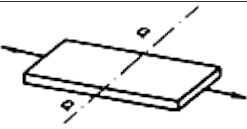
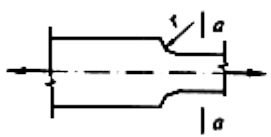
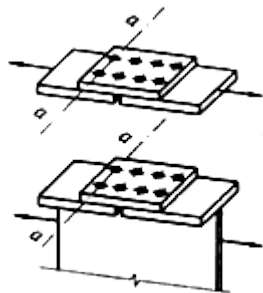
$$\text{где } \alpha_2 = \frac{l_2}{l_1} \sqrt{\frac{I_1(F_2 + F_3)}{I_2(F_1 + F_2 + F_3)}}$$

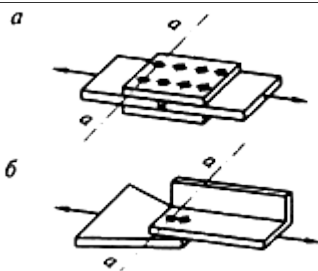
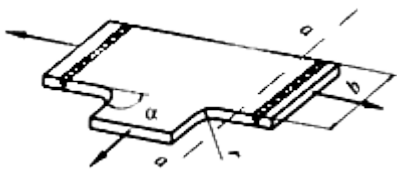
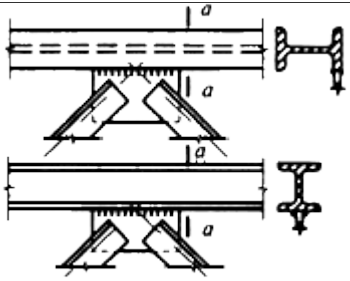
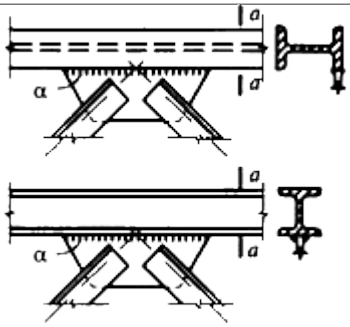
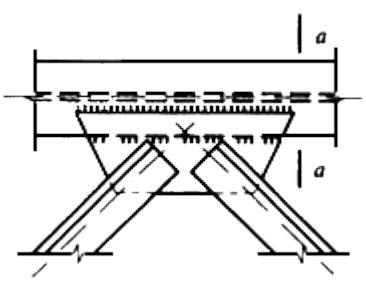
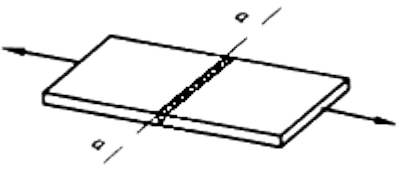
$$\alpha_3 = \frac{l_3}{l_1} \sqrt{\frac{I_1 F_3}{I_3(F_1 + F_2 + F_3)}}$$

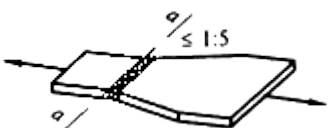
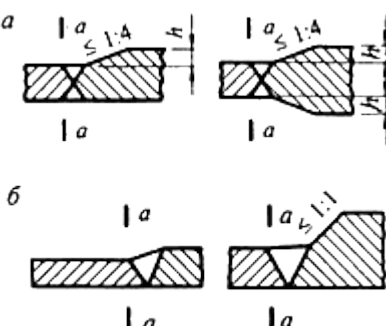
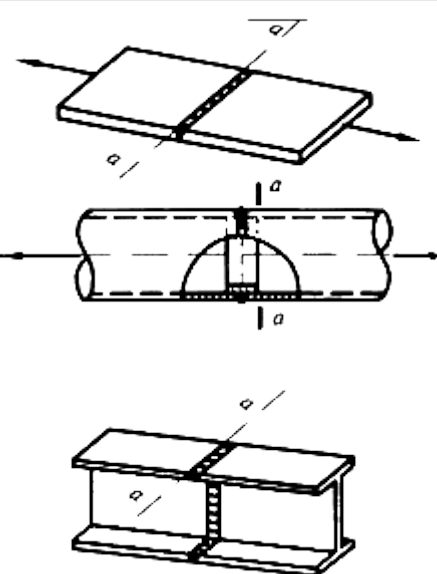
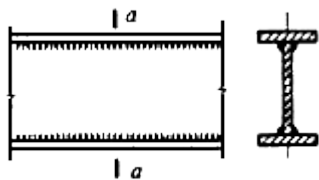
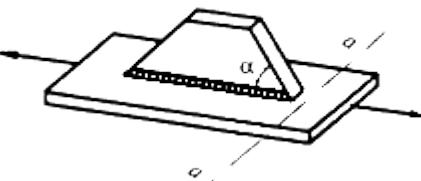
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ρ

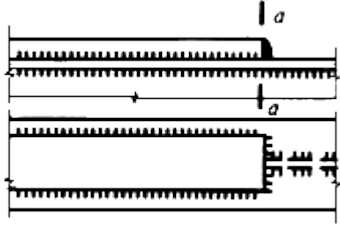
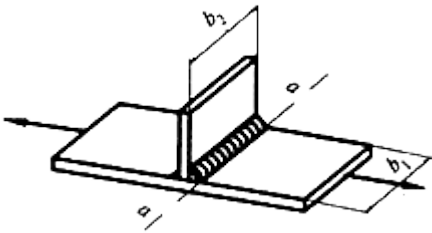
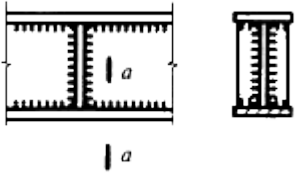
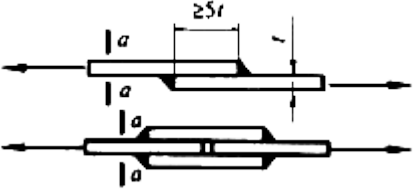
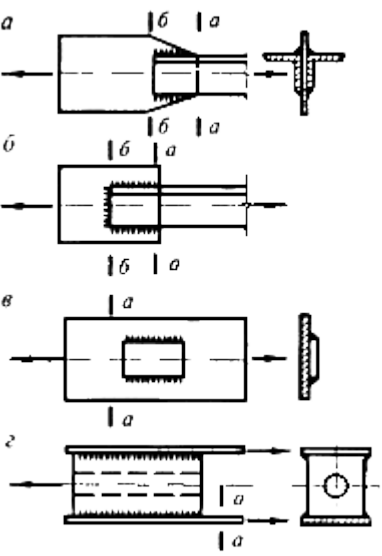
ΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΕ ΚΟΠΩΣΗ

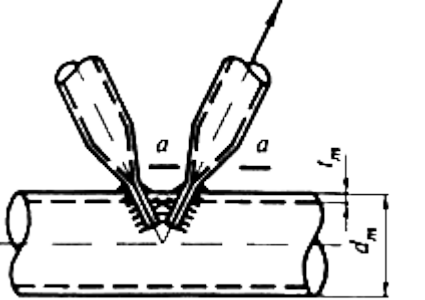
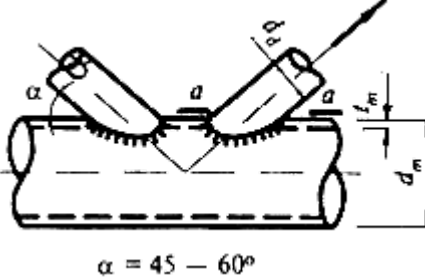
ΠΙΝΑΚΑΣ Ρ.1 – Ομάδες στοιχείων και των ενώσεων κατά τον υπολογισμό σε κόπωση

N	Σχήμα στοιχείου και τοποθεσία διατομής υπολογισμού	Χαρακτηριστικά στοιχείου	Ομάδα στοιχείου
1		Βασικό μέταλλο με ελατά ή επεξεργασμένα με μηχανικά μέσα άκρα Το ίδιο με άκρα κομμένα με μηχανή ή με οξυγονοκόλληση	1 2
2		Βασικό μέταλλο με άκρα επεξεργασμένα με μηχανικό τρόπο, με διαφορετικά πάχη και ακτίνες στρογγυλεύσεις r , mm: 200 10	1 4
3		Βασικό μέταλλο σε προεντεταμένες ενώσεις	1

4		<p>Βασικό μέταλλο σε κοχλιωτή σύνδεση (κοχλίες κλάσης ακριβείας) σε διατομές με οπές :</p> <p>α) για διπλό έλασμα</p> <p>β) για μονό έλασμα</p>	<p>4</p> <p>5</p>
5		<p>Μεταβίβαση και στρογγυλεύσει (κλάση οξυγονοκόλλησης 1 ή με φρέζα) όταν $\alpha \geq 72^\circ$, $r \geq 0,5b$</p>	2
6		<p>Ελάσματα ορθογωνικής διατομής , που συγκολλούνται απευθείας στον κορμό ή πέλμα στα στοιχεία κατασκευών χωρίς μηχανική επεξεργασία μεταβίβασης από το έλασμα στο στοιχείο</p>	7
7		<p>Ελάσματα που συγκολλούνται στον κορμό ή πέλμα στα πέλματα ή κορμούς δοκών καθώς και στα στοιχεία πλαισίων , όταν $\alpha \leq 45^\circ$</p>	4
8		<p>Ελάσματα ορθογωνικής διατομής ή τραπεζοειδής διατομής , που συγκολλούνται στα πέλματα δοκών με διακοπτόμενες ραφές χωρίς μηχανική επεξεργασία ραφών</p>	7
9		<p>Ραφή ένωσης , φόρτιση καθετή στην ραφή , τα στοιχεία που συγκολλούνται έχουν ίδιο πλάτος και πάχος</p>	2

10		Ραφή ένωσης χωρίς επεξεργασία, τα στοιχεία της ένωσης έχουν διαφορετικό πλάτος ή πάχος	5
11		<p>Βασικό μέταλλο στο σημείο μετάβασης στην ραφή επαφής με αποφυγή με μηχανικό τρόπο ενίσχυσης της ραφής :</p> <p>α) όταν τα στοιχεία έχουν ίδιο πάχος και πλάτος</p> <p>β) το ίδιο με διαφορετικό πάχος και πλάτος</p>	2 3
12		<p>Συγκολλητές ενώσεις :</p> <p>Ελασμάτων</p> <p>Σωλήνων</p> <p>Συγκολλητών διατομών</p>	4 4 4
13		Συγκολλητές διατομές διπλού Ταυ, Ταυ και άλλων διατομών, που συγκολλούνται με συνεχείς ραφές και όταν η φόρτιση δρα κατά μήκος της ραφής	2
14		<p>Στοιχείο με βοηθητικό στοιχείο, που συγκολλάτε με συνεχή ραφή και όταν α :</p> <p>έως 45°</p> <p>90°</p>	4 7

15		Διακοπή πέλματος χωρίς επεξεργασία εγκάρσιας ραφής	7
16		Βασικό μέταλλο με εγκάρσια ραφή ; ραφή και στις δυο πλευρές με ομαλή μετάβαση στο βασικό μέταλλο	4
17		Βασικό μέταλλο εφελκόμενων πελμάτων δοκών και στοιχείων πλαισίων κοντά στα διαφράγματα και στις νευρώσεις	5
18		Βασικό μέταλλο στο σημείο μεταβίβασης στην εγκάρσια ραφή	6
19		Βασικό μέταλλο στις ενώσεις με πλευρικές ραφές (στα σημεία μετάβασης από το στοιχείο στις άκρες των πλευρικών ραφών): α) με δίπλες πλευρικές ενώσεις β) με μετάδοση της καταπόνησης μέσω του βασικού μετάλλου γ) θέσεις ενώσεων συρματόσκοινων από χάλυβα	8 7 7 8

20		<p>Βασικό μέταλλο σωλήνων εφελκυόμενης λοξής στήριξης με λόγο του πάχους προς εξωτερική διάμετρο του σωλήνα</p> $t_m / d_m \geq 1/14$ $1/20 \leq t_m / d_m < 1/14$	<p>7</p> <p>8</p>
21	 <p>$\alpha = 45 - 60^\circ$</p>	<p>Βασικό μέταλλο σωλήνα εφελκυόμενης λοξής στήριξης με λόγο διαμετρών λοξής και πέλματος $d_d / d_m = 0,4 - 0,7$ και με λόγο των παχών ως προς την εξωτερική διάμετρο σωλήνα πέλματος ποσά:</p> $t_m / d_m \geq 1/14$ $1/20 \leq t_m / d_m < 1/14$ $1/35 \leq t_m / d_m < 1/20$	<p>6</p> <p>7</p> <p>8</p>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ C

ΚΟΜΒΟΙ ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΜΕ ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΕΝΩΣΗ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΟΣ ΣΤΑ ΠΕΛΜΑΤΑ

C.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Σε κόμβους πλαισίων με ενώσεις δικτυώματος απευθείας στο πέλμα ελέγχουν :

Την φέρουσα ικανότητα κορμού πέλματος , στο οποίο εφάπτεται στοιχείο δικτυώματος

Την φέρουσα ικανότητα στοιχείου δικτυώματος κοντά στο σημείο επαφής στο πέλμα

Την αντοχή ραφών συγκόλλησης .

Στις παρακάτω εξισώσεις αναφέρονται :

N - δύναμη στο στοιχείο επαφής (δικτυώματος)

M - ροπή κάμψης

F - αξονική δύναμη στο πέλμα από την πλευρά του εφελκυόμενου στοιχείου δικτυώματος

A - εμβαδόν εγκάρσιας διατομής πέλματος

R_y - αντοχή σχεδιασμού χάλυβα πέλματος

t - πάχος

α - γωνία ανάμεσα στο στοιχείο δικτυώματος και το πέλμα

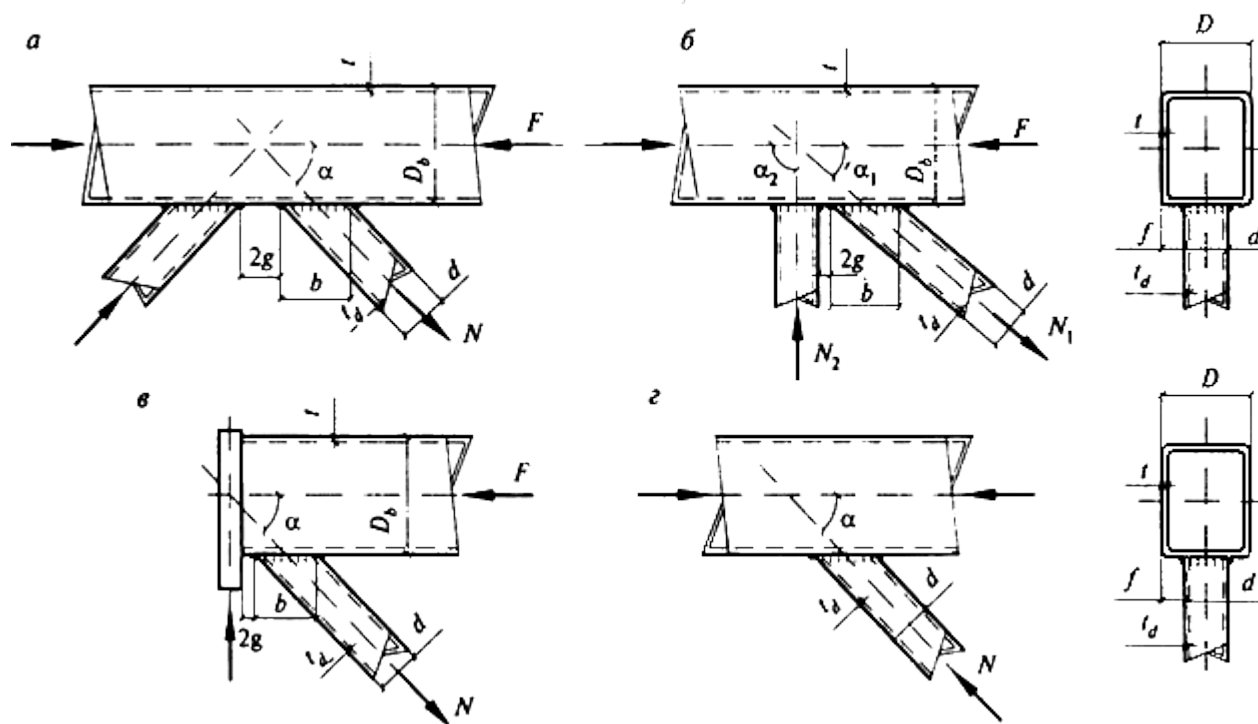
A_d - εμβαδόν εγκάρσιας διατομής στοιχείου δικτυώματος

t_d - πάχος στοιχείου δικτυώματος

R_{yd} - αντοχή σχεδιασμού χάλυβα δικτυώματος .

Σ.2 ΠΛΑΙΣΙΑ ΑΠΟ ΣΥΓΚΟΛΛΗΤΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ

C.2.1 Κομβίοι πλαισίων από συγκολλητές διατομές , ορθογώνιος διατομής (σχήμα C.1) ελέγχονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις C.1, καθώς και συνυπολογίζεται η φέρουσα ικανότητα πλευρικού τοιχώματος (παράλληλο στο επίπεδο του κόμβου) στο σημείο επαφής θλιβόμενου στοιχείου δικτυώματος .



α - Τύπου K με τριγωνικό δικτύωμα δ - το ίδιο με χιαστί δικτύωμα ϵ - στήριξης z -τύπου Y

Σχήμα C.1 – Κομβίοι πλαισίων από συγκολλητές διατομές

C.2.2 Σε περίπτωση μονόπλευρης επαφής στο πέλμα δυο στοιχείων δικτυώματος και παραπάνω με δυνάμεις με διαφορετικά πρόσημα (σχήμα C.1, α, β), καθώς και ενός στοιχείου στους κόμβους στήριξης (σχήμα C.1, γ) και όταν $d/D \leq 0,9$ και $g/b \leq 0,25$ την φέρουσα ικανότητα τοιχώματος υπολογίζουν για κάθε εφαπτόμενο στοιχείο από την εξίσωση

$$\left(N + \frac{1,5M}{d_b} \right) \frac{(0,4 + 1,8g/b)f \sin \alpha}{\gamma_c \gamma_d \gamma_D R_y t^2 (b + g + \sqrt{2Df})} \leq 1 \quad (C.1)$$

Όπου γ_d - συντελεστής επιρροής προσχήματος στο εφαπτόμενο στοιχείο που λαμβάνεται 1,2 σε εφελκυσμό και 1 - σε όλες τις άλλες περιπτώσεις

γ_D - συντελεστής επιρροής αξονικής δύναμης στο πέλμα, που υπολογίζεται για κάμψη στο πέλμα,

Εάν $|F|/(AR_y) > 0,5$, από την εξίσωση

$$\gamma_D = 1,5 - |F|/(AR_y)$$

Σε άλλες περιπτώσεις $\gamma_D = 1,0$

b - μήκος τμήματος ευθείας τομής εφαπτόμενου στοιχείου με πέλμα στην διεύθυνση του άξονα του πέλματος, που ισούται $d_b / \sin \alpha$

g - μισό μήκος ανάμεσα στα τοιχώματα γειτονικών στοιχείων δικτυώματος ή τοιχώματος αντηρίδας και νεύρωσης στήριξης

$$f = (D - d)/2.$$

C.2.3 Την φέρουσα ικανότητα τοιχώματος σε κόμβους τύπου Y (σχήμα C.1, ε), καθώς και σε κόμβους που αναφέρονται στο C.2.2, και όταν $g/b > 0,25$ ελέγχεται από την εξίσωση

$$\frac{(N + 1,7M/d_b)f \sin \alpha}{\gamma_c \gamma_d \gamma_D R_y t^2 (b + 2\sqrt{2Df})} \leq 1. \quad (C.2)$$

C.2.4 την φέρουσα ικανότητα πλευρικού τοιχώματος στο επίπεδο του κόμβου στο σημείο επαφής θλιβόμενου στοιχείου και όταν $d/D > 0,85$ ελέγχουν από την εξίσωση

$$N \leq 2\gamma_c \gamma_t k R_y t d_b / \sin^2 \alpha \quad (C.3)$$

Όπου γ_t - συντελεστής επιρροής λεπτότητας τοιχώματος ,για λόγο $D_b/t \geq 25$ που λαμβάνεται ίσος με 0,8, σε άλλες περιπτώσεις ισούται με 1

k - συντελεστής που ισούται με :

$$\text{Όταν } 4(t/D_b)^2 - R_y/E \leq 0 \quad 3,6(t/D_b)^2 E/R_y$$

$$\text{Όταν } 0 < 4(t/D_b)^2 - R/E < 6 \cdot 10^{-4} \quad 0,9 + 670(t/D_b)^2 - 170R/E$$

Σε άλλες περιπτώσεις - 1.

C.2.5 Την φέρουσα ικανότητα στοιχείου δικτύματος κοντά στο σημείο επαφής στο πέλμα υπολογίζουν :

α) σε κόμβους , που αναφέρονται στο C.2.2, με γωνίες επαφής $\alpha=40^\circ-50^\circ$ από την εξίσωση

$$\frac{(N + 0,5M/d_b)(1 + 0,013D/t)}{\gamma_c \gamma_d k R_{yd} A_d} \leq 1 \quad (C.4)$$

Όπου k - υπολογίζεται όπως στο C.2.4, αλλά με αλλαγή χαρακτηριστικών πέλματος σε χαρακτηρίστηκα στοιχείου δικτύματος : D_b σε μέγιστη από τις τιμές d ή d_b , t σε t_d και R_y σε R_{yd} .

Για τα στοιχεία δικτύματος μη τετραγωνικής διατομής στο αριστερό μέρος της εξίσωσης (C.4) τοποθετείται πολλαπλασιαστής $\frac{3(1+d/d_b)}{2(2+d/d_b)}$

β) σε κόμβους , που αναφέρονται στο C.2.3, από την εξίσωση

$$\left(N + \frac{0,5M}{d_b} \right) \times \frac{[1 + 0,01(3 + 5d/D - 0,1d_b t_d)D/t] \sin \alpha}{\gamma_c \gamma_d k R_{yd} A_d} \leq 1. \quad (C.5)$$

Η τιμή σε καμπύλη της εξίσωσης (C.5) δεν πρέπει να είναι μικρότερη του 0.

Για τα στοιχεία δικτύματος μη τετραγωνικής διατομής στο αριστερό μέρος της εξίσωσης (C.5) τοποθετείται πολλαπλασιαστής $(1 + d/d_b)/2$.

C.2.6 Η αντοχή ραφών συγκόλλησης , που ενώνουν τα στοιχεία του δικτύματος στο πέλμα , ελέγχουν :

α) στους κόμβους , που αναφέρονται στο C.2.2, με γωνίες επαφής $\alpha=40^\circ - 50^\circ$ από την εξίσωση

$$\left(N + \frac{0,5M}{d_b} \right) \frac{0,75 + 0,01D/t}{\beta_f k_f \gamma_c R_{wf} (2d_b / \sin \alpha + d)} \leq 1 \quad (C.6)$$

Όπου β_f , k_f , R_{wf} λαμβάνουν σύμφωνα με τις απαιτήσεις του κεφαλαίου 15

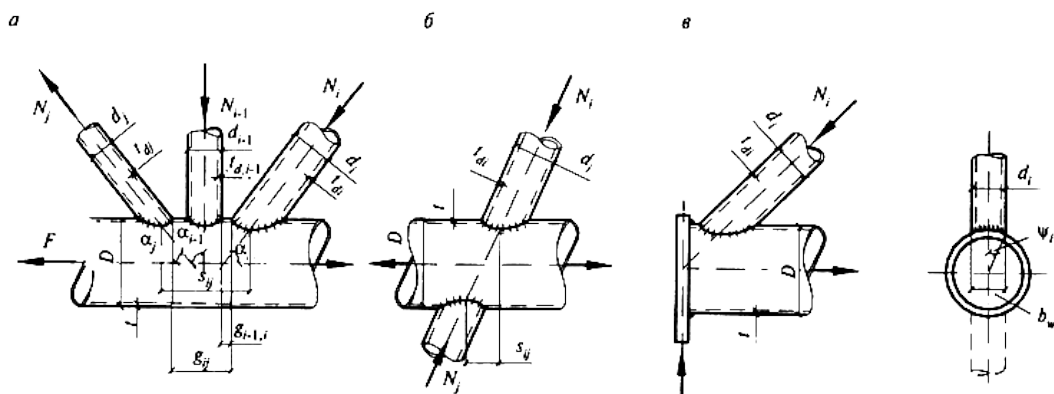
β) σε κόμβους, που αναφέρονται στο C.2.3, από την εξίσωση

$$\left(N + \frac{0,5M}{d_b} \right) \times \frac{[1 + 0,01(3 + 5d/D - 0,1d_b/t_d)D/t] \sin \alpha}{4\beta_f k_f d_b \gamma_c R_{wf}} \leq 1 \quad (C.7)$$

β) ραφές συγκόλλησης, που έγιναν με οδηγό με κενό ίσο με $(0,5 - 0,7)t_d$, με πλήρη τήξη τοιχώματος διατομής, υπολογίζονται όπως ραφές επαφής.

C.3 ΠΛΑΙΣΙΑ ΑΠΟ ΣΤΡΟΓΓΥΛΟΥΣ ΣΩΛΗΝΕΣ

C.3.1 Κομβίοι πλαισίων από στρόγγυλους σωλήνες (σχήμα C.2) υπολογίζονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις C.1.



α - τύπου K, β - τύπου X, γ - στήριξης

Σχήμα C.2 – Κομβίοι πλαισίων από στρόγγυλους σωλήνες
(δείκτες - βλ. Πίνακα C.1)

C.3.2 Σε περίπτωση επαφής στο πέλμα n στοιχείων δικτυώματος (σχήμα C.2, α, β), καθώς και ενός στοιχείου σε κόμβους στήριξης (σχήμα C.2, γ) την φέρουσα ικανότητα τοιχώματος υπολογίζουν για κάθε στοιχείο επαφής από τις εξισώσεις:

$$\left| \sum_{i=1}^n \varepsilon_{ij} \mu_i N_i \sin \alpha_i / \psi_i \right| / (\gamma_{Dj} \gamma_{Tj} S) \leq 1; \quad j = 1, \dots, n \quad (C.8)$$

$$|N_j| \sin \alpha_j / (\psi_j 2S) \leq 1 \quad (C.9)$$

Όπου i - αριθμός στοιχείου επαφής

j - αριθμός στοιχείου επαφής που εξετάζεται

N_i, N_j - δύναμη στο στοιχείο επαφής, που λαμβάνεται με πρόσημο ("συν" σε εφελκυσμό, "μείον" σε θλίψη)

μ_i - συντελεστής, όταν $i = j$ υπολογιζόμενος από την εξίσωση

$$\mu_i = \frac{\gamma_{dij}}{\gamma_{zj}} + \frac{1,7 M_j}{N_j l_{zj} \sin \alpha_j}$$

όταν $i \neq j$ $\mu_i = 1$

Εδώ γ_{dij} - συντελεστής επιρροής προσήματος δύναμης στο εξεταζόμενο στοιχείο επαφής, που ισούται με 0,8 σε εφελκυσμό και 1,0 – σε άλλες περιπτώσεις

l_{zj} - μήκος τμήματος επαφής εξεταζομένου στοιχείου (για σωλήνες $l_{zj} = d_j / \sin \alpha_j$)

γ_{zj} - συντελεστής επιρροής μήκους επαφής εξεταζομένου στοιχείου, για μη κυλινδρικές επαφές, που υπολογίζεται από την εξίσωση

$$\gamma_{zj} = 1 + \frac{l_{zj} - b_j}{2(2D - b_j)}$$

Για κυλινδρικές επαφές (σωλήνες) $\gamma_{zj} = 1$

b_i ή b_j - πλάτος στοιχείου επαφής (για σωλήνες $b_i = d_i$ ή $b_j = d_j$)

S - χαρακτηριστικό φέρουσας ικανότητας πέλματος, που υπολογίζεται από την εξίσωση

$$S = 13(1 + 0,02\delta) t^2 R_y \gamma_c \quad (C.10)$$

Εδώ $\delta = D/t$ - λεπτότητα πέλματος

γ_{Dj} - συντελεστής επιρροής αξονικής δύναμης στο πέλμα, που υπολογίζεται για θλίψη από την εξίσωση

$$\gamma_{Dj} = 1 - 0,5 (F_j / AR_y)^2$$

Σε άλλες περιπτώσεις - $\gamma_{Dj} = 1$

Εδώ F_j - αξονική δύναμη στο πέλμα από την πλευρά του εφελκόμενου στοιχείου δικτύωματος

γ_{ij} - συντελεστής επιρροής ενίσχυσης κορμού πέλματος, στον κόμβο με εγκάρσιες νευρώσεις (διαφράγματα κτλ.), που ισούται με 1,25 όταν η νεύρωση βρίσκεται στο τμήμα του μήκους εξεταζομένου στοιχείου και 1 – σε όλες τις άλλες περιπτώσεις

ε_{ij} - συντελεστής επιρροής τοποθεσίας του καθένα από τα στοιχεία επαφής, προς το εξεταζόμενο (j -ου), που υπολογίζεται από τον πίνακα C.1

Όταν $i = j$ $\varepsilon_{ij} = 1$

$$\psi_i = \arcsin \beta_{wi},$$

Όταν $\beta_i \leq 0,7$ επιτρέπεται $\psi_i = 1,05\beta_i$ (β_i - βλ. Πίνακα C.1),

Όταν $\beta_i > 0,7$

$$\psi_i = 1,05\beta_i (1 + 0,15\beta_i^8),$$

$$\beta_{wi} = b_{wi} / D$$

b_{wi} - πλάτος σύσφιξης πέλματος από το στοιχείο επαφής ανάμεσα σε ραφές (όταν $\beta_i \leq 0,7$ επιτρέπεται να λαμβάνεται $\beta_{wi} = \beta_i$, όταν $\beta > 0,7$ $b_{wi} = b_i - t_{di}$).

C.3.3 Η φέρουσα ικανότητα τοιχώματος σωληνωτών στοιχείων δικτύωματος κοντά στην επαφή με πέλμα, υπολογίζεται από την εξίσωση

$$\frac{N(1 + \varepsilon\delta)}{\gamma_c \gamma_d \gamma_{cd} R_{yd} A_d} \leq 1 \quad (C.11)$$

Όπου ε - συντελεστής που ισούται με : 0,008 – για λοξούς ελκυστήρες σε κόμβους τύπου K, κατά τον υπολογισμό επαφών για τις οποίες την τιμή του συντελεστή ξ , που υπολογίζεται από τον πίνακα C.1, είναι λιγότερος από 0,85, 0,015 – σε άλλες περιπτώσεις

γ_{cd} - συντελεστής λειτουργίας που λαμβάνεται ίσος με : 0,85 – για τα στοιχεία που τέμνονται στον κόμβο με δυο αλλά στοιχεία, που έχουν ίδιο πρόσημο δυνάμεων, 1 – σε άλλες περιπτώσεις.

C.3.4 Κατά την ενίσχυση τοιχώματος στον κόμβο (στα σημεία επαφής εξεταζομένου στοιχείου επαφής) συγκολλημένης στο πέλμα νεύρωσης πάχους t_a αντί για R_y στην εξίσωση (C.10) λαμβάνεται αντοχή σχεδιασμού υλικού νεύρωσης

$R_{y\alpha}$, αντί για t - το αναφερόμενο πάχος t_{ef} , που ισούται για εφελκούμενα στοιχεία επαφής t_α , αλλά όχι μεγαλύτερο από $1,5t$, για θλιβόμενα - $t_{\max} + 0,25t_{\min}$, όπου t_{\max} - μέγιστο, και t_{\min} - ελάχιστο από τα πάχη t και t_α .

ΠΙΝΑΚΑΣ C.1

Τοποθεσία άξονα ενδιάμεσου στοιχείου επαφής προς εξεταζόμενο άξονα	Είδος κόμβου	s_{ij}	ξ_{ij}
Από την ίδια πλευρά πέλματος	K	-	$1 - \frac{1,3 \xi_{ij} (1 + 0,02\delta)}{1 + 0,04\delta}$
Από την αντίθετη πλευρά πέλματος	X	$0 \leq s_{ij} < D$	$\cos^2\left(\frac{\pi s_{ij}}{2D}\right) \left[\frac{6\psi_i(1+0,02)}{1+5,4\beta_i+5,6\beta_i^8} - 1 \right]$
		$\geq D$	0

Δείκτες στον πίνακα C.1 (σχήμα C.2):

ξ_{ij} - ελαχίστη απόσταση κατά μήκος άξονα πέλματος ανάμεσα σε ραφές συγκόλλησης, που ενώνουν στο πέλμα το εξεταζόμενο στοιχείο επαφής δικτυώματος:

$$g_{ij} = \left(\frac{D}{2} + s_{ij} \right) \left(\operatorname{ctg} \alpha_i + \operatorname{ctg} \alpha_j - \frac{D}{2} \left(\frac{\beta_i}{\sin \alpha_i} + \frac{\beta_j}{\sin \alpha_j} \right) \right), *$$

s_{ij} - απόσταση κατά μήκος του πέλματος ανάμεσα στο ενδιάμεσο και εξεταζόμενο στοιχείο επαφής:

$$s_{ij} = \left(\frac{D}{2} \sqrt{1 - \beta_{wi}} + e_{ij} \right) \operatorname{ctg} \alpha_i \left(\frac{D}{2} \sqrt{1 - \beta_{wj}^2} + e_{ij} \right) \operatorname{ctg} \alpha_j$$

$\beta_i = b_i / D$ - λόγος του πλάτους επαφής ενδιάμεσου στοιχείου προς την διάμετρο πέλματος (για σωλήνες $\beta_i = d_i / D$).

Σημείωση - την τιμή του ξ_{ij} λαμβάνουν ίση με:

$$\text{Όταν } g_{ij} \leq 0 \quad \xi_{ij} = 0,6$$

$$\text{Όταν } 0 < g_{ij} < D \quad \xi_{ij} = 1 - 0,4 (1 - g_{ij} / D)^4$$

$$\text{Όταν } g_{\bar{y}} \geq D \quad \zeta_{\bar{y}} = 1.$$

C.3.5 Αντοχή ραφών συγκόλλησης σε περίπτωση λοξής κοπής σωλήνα επιτρέπεται να υπολογίζεται από την εξίσωση

$$N \leq 0,95 A_d R_{wy} \quad (\text{C. 12})$$

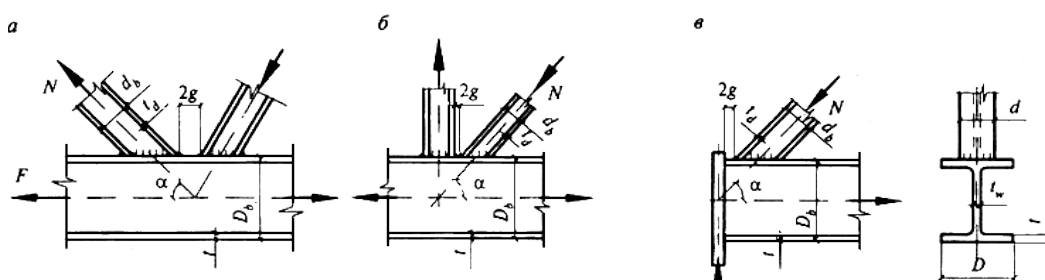
Όπου R_{wy} - αντοχή σχεδιασμό ραφής συγκόλλησης που λαμβάνεται σύμφωνα με 7.4.

C.4 ΠΛΑΙΣΙΑ ΑΠΟ ΔΙΠΛΟ ΤΑΥ

C.4.1 Κομβίοι πλαισίων από διπλό Ταυ με παράλληλα πέλματα (σχήμα C.3) υπολογίζονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις C.1, καθώς συνυπολογίζεται :

Η φέρουσα ικανότητα τμήματος κορμού , που αντιστοιχεί στο θλιβόμενο τμήμα δικτύματος

Την φέρουσα ικανότητα εγκάρσιας διατομής πέλματος για μετατόπιση .



α - Τύπου K-με τριγωνικό δίκτυμα δ - το ίδιο με λοξό δίκτυμα ϵ - στήριξης

Σχήμα C.3 – Κομβίοι πλαισίων από διπλό Ταυ

C.4.2 Σε περίπτωση μονόπλευρης επαφής στο πέλμα διπλού Ταυ δυο ή άνω στοιχείων δικτύματος τύπου διπλού Ταυ με καταπονήσεις με διαφορετικό πρόσημο (σχήμα C.3, α , δ), καθώς και ενός στοιχείου σε κόμβους στήριξης (σχήμα C.3, ϵ) και όταν $g \leq 15$ mm την φέρουσα ικανότητα πέλματος υπολογίζουν για κάθε στοιχείο επαφής από την εξίσωση

$$\left(N + \frac{M}{d_b} \right) \left/ \left[\frac{\gamma_c \gamma_D R_y t^2}{d} \left(\frac{2d_b}{\sin^2 \alpha} + \frac{D^2}{d_b} + \frac{2\sqrt{2D}}{\sin \alpha} \right) + R_{yd} (A_d - t_d d) \right] \right. \leq 1, \quad (\text{C.13})$$

Όπου γ_D - συντελεστής που υπολογίζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις C.2.2.

C.4.3 Την φέρουσα ικανότητα τμήματος κορμού διατομής διπλού Ταυ κατά την δράση σε αυτό θλιβόμενου στοιχείου δικτυώματος διατομής διπλού Ταυ υπολογίζουν από την εξίσωση

$$N \sin^2 \alpha / (1,5 \gamma_c \gamma_D R_y d_b t_w) \leq 1 \quad (C.14)$$

Όπου t_w - πάχος κορμού .

C.4.4 Την φέρουσα ικανότητα εγκάρσιας διατομής πέλματος διπλού Ταυ κατά την δράση σε αυτό τέμνουσας δύναμης στον κόμβο υπολογίζουν από την εξίσωση способность поперечного сечения двутаврового пояса под воздействием поперечной силы в узле проверяют по формуле

$$Q / \{ \gamma_c R_s [A - (2 - \chi) D t + (t_w + 2r) t] \} \leq 1 \quad (C.15)$$

Όπου Q - τέμνουσα δύναμη στον κόμβο , που ισούται με την ελάχιστη από τις τιμές $N \sin \alpha$

R_s - αντοχή σχεδιασμού σε διάτμηση του χάλυβα πέλματος

$$\chi = 1 / \sqrt{1 + 16 g^2 / (3 t^2)}$$

r - ακτίνα στρογγύλευσης διατομής πέλματος .

C.4.5 την φέρουσα ικανότητα δικτυώματος από διπλό Ταυ κοντά στο σημείο επαφής με πέλμα υπολογίζουν από την εξίσωση

$$N (1 + 0,05 d / t) / (\gamma_c \gamma_d R_{yd} A_d) \leq 1 \quad (C.16)$$

Όπου γ_d - συντελεστής που λαμβάνεται από τις ενδείξεις του C.2.2.

C.4.6 Διατομές ραφών συγκόλλησης , που ενώνουν τα στοιχεία δικτυώματος στο πέλμα λαμβάνουν αντίστοιχα από τις αντοχές τμημάτων (πελμάτων, κορμών) στοιχείου δικτυώματος από διπλό Ταυ .

ΠΑΡΑΤΗΜΑ Τ

ΘΛΙΒΟΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕ ΕΥΚΑΜΠΤΟ ΤΟΙΧΩΜΑ

Κατά τον υπολογισμό κεντρικά και έκκεντρα θλιβομενων στύλων συνεχούς διατομής σε περιπτώσεις όταν η πραγματική τιμή ανοιγμένης λυγηρότητας κορμού $\bar{\lambda}_{w0} = (k_{ef} / t_w) \sqrt{R_y / E}$ ξεπερνά (κατά την κεντρική θλίψη όχι πάνω από 2 φορές) την τιμή της μέγιστης λυγηρότητας κορμού $\bar{\lambda}_{w0}$, που πάρθηκε σύμφωνα με τις

απαιτήσεις 8.3.2, 10.4.2, 10.4.3, συμβουλευεται στις εξισώσεις (7), (94), (96) όταν $\alpha \leq 0,5$ από 10.4.2, (100), (101), (105) και (106) να λαμβάνεται απομειωμένο εμβαδόν διατομής A_d αντί για A .

Το A_d συμβουλευεται να υπολογίζεται από τις εξισώσεις :

Για διατομές διπλού Ταυ και τύπου Π

$$A_d = A - (h_{ef} - h_d) t_w \quad (T.1)$$

Για κυβωτοειδή διατομή :

Σε κεντρική θλίψη

$$A_d = A - 2(h_{ef} - h_d) t_w - 2(b_{ef,1} - b_d) t_f \quad (T.2)$$

Σε έκκεντρη θλίψη

$$A_d = A - 2(h_{ef} - h_d) t_w \quad (T.3)$$

Στις εξισώσεις (T.1)-(T.3) αναφέρονται :

h_{ef} και h_d - ύψος υπολογισμού και μειωμένο ύψος αντίστοιχα , που είναι παράλληλο στο επίπεδο στο οποίο γίνεται ο έλεγχος αντοχής

$b_{ef,1}$ και b_d - πλάτος υπολογισμού και απομειωμένο πλάτος κυβωτοειδούς διατομής , που βρίσκεται κάθετα στο επίπεδο στο οποίο γίνεται ο έλεγχος .

Η τιμή h_d σε κεντρικά – θλιβόμενες διατομές , συνιστάται να γίνεται από τις εξισώσεις :

Για διατομές διπλού Ταυ

$$h_d = t_w \left[\bar{\lambda}_{uw} - (\bar{\lambda}_w / \bar{\lambda}_{uw} - 1) \times (\bar{\lambda}_{uw} - 1,2 - 0,15\bar{\lambda}) \right] \sqrt{E/R_y} \quad (T.4)$$

Όταν με $\bar{\lambda} > 3,5$ συνιστάται να λαμβάνεται $\bar{\lambda} = 3,5$

Για κυβωτοειδή διατομή

$$h_d = t_w \left[\bar{\lambda}_{uw} - (\bar{\lambda}_w / \bar{\lambda}_{uw} - 1) \times (\bar{\lambda}_{uw} - 2,9 - 0,2\bar{\lambda} + 0,7\bar{\lambda}_w) \right] \sqrt{E/R_y} \quad (T.5)$$

Όταν με $\bar{\lambda} > 2,3$ συνιστάται να λαμβάνεται $\bar{\lambda} = 2,3$

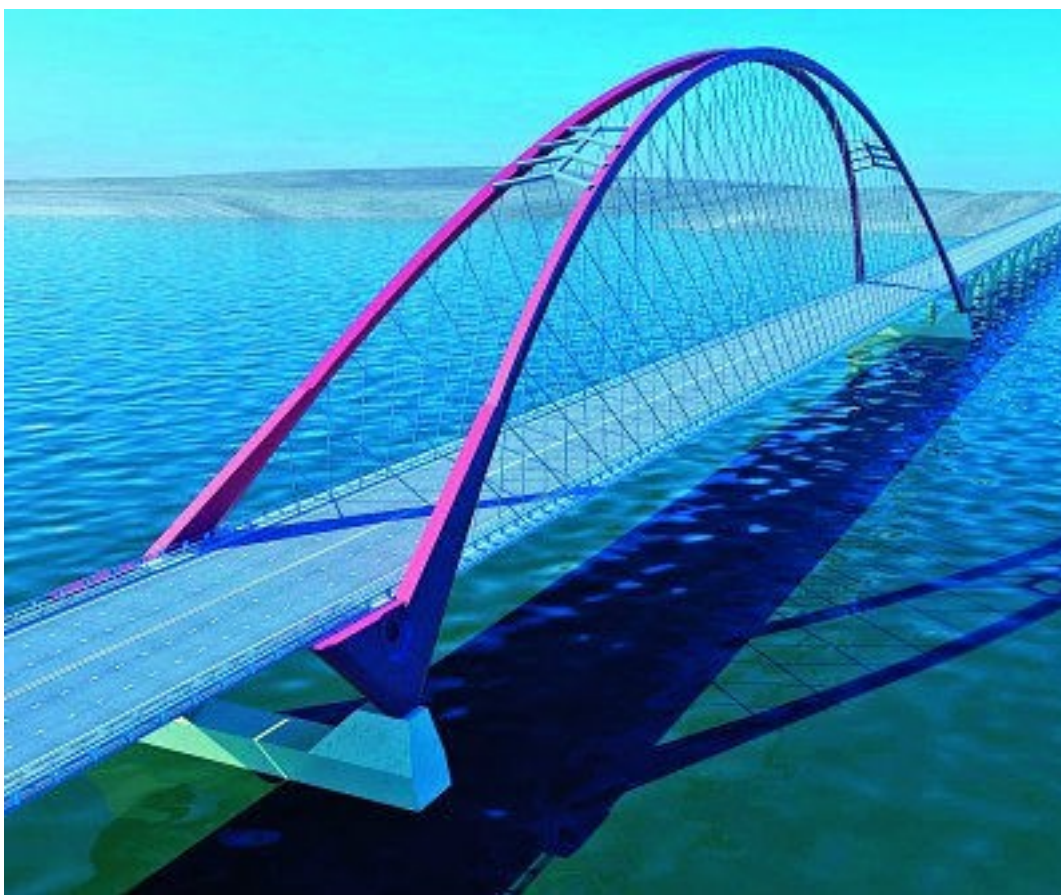
Για διατομή τύπου Π

$$h_d = t_w \bar{\lambda}_{uw} \sqrt{E/R_y} . \quad (T.6)$$

Για κεντρικά θλιβόμενα στοιχεία οι τιμές $\bar{\lambda}$ και $\bar{\lambda}_{\omega\omega}$ στις εξισώσεις (T.4)-(T.6) συνιστάται να λαμβάνονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις 8.3.2. Κατά τον υπολογισμό της τιμής h_d για κυβωτοειδή διατομή από εξίσωση (T.5) αντί για h_d , t_w , $\bar{\lambda}_{\omega\omega}$ ή $\bar{\lambda}_w$ συνιστάται να λαμβάνονται αντίστοιχα b_d , t_f , $\bar{\lambda}_{\omega f,1}$ και $\bar{\lambda}_{f,1} = (b_{\omega f,1} / t_f) \sqrt{R_y / E}$, επίσης η τιμή $\bar{\lambda}_{\omega f,1}$ συνιστάται να λαμβάνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις 8.3.8.

Σε μη κεντρικά θλιβόμενα στοιχεία διατομής διπλού Ταυ και κυβωτοειδή διατομής την τιμή h_d συνιστάται να υπολογίζονται από τις εξισώσεις (T.4) και (T.5) αντίστοιχα. Επίσης στις εξισώσεις αυτές οι τιμές $\bar{\lambda} = \bar{\lambda}_x$ και $\bar{\lambda}_{\omega\omega}$ συνιστάται να λαμβάνονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις 10.4.2.

ΕΝΘΕΤΟ



ΓΕΦΥΡΑ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΟΤΑΜΟ ΟΜΠ ΣΤΗΝ ΡΩΣΙΑ



ΓΕΦΥΡΑ ΠΟΥ ΕΝΩΝΕΙ ΤΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΗΣ ΑΓΙΑΣ ΠΕΤΡΟΥΠΟΛΗΣ. ΜΗΚΟΣ ΓΕΦΥΡΑΣ 582 Μ. ΠΛΑΤΟΣ 24 Μ. ΜΑΖΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΑΠΟ ΧΑΛΥΒΑ 11242 Τ.



ΓΕΦΥΡΑ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΠΟΤΑΜΟ ΝΕΒΑ. ΜΗΚΟΣ 396Μ. ΠΛΑΤΟΣ 34Μ.



ΓΕΦΥΡΑ ΣΤΟΝ ΠΟΤΑΜΟ ΝΕΒΑ . ΑΓΙΑ ΠΕΤΡΟΥΠΟΛΗ . ΜΗΚΟΣ ΓΕΦΥΡΑΣ 335Μ. ΠΛΑΤΟΣ 23.5Μ. ΜΑΖΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΑΠΟ ΧΑΛΥΒΑ 8920Τ.



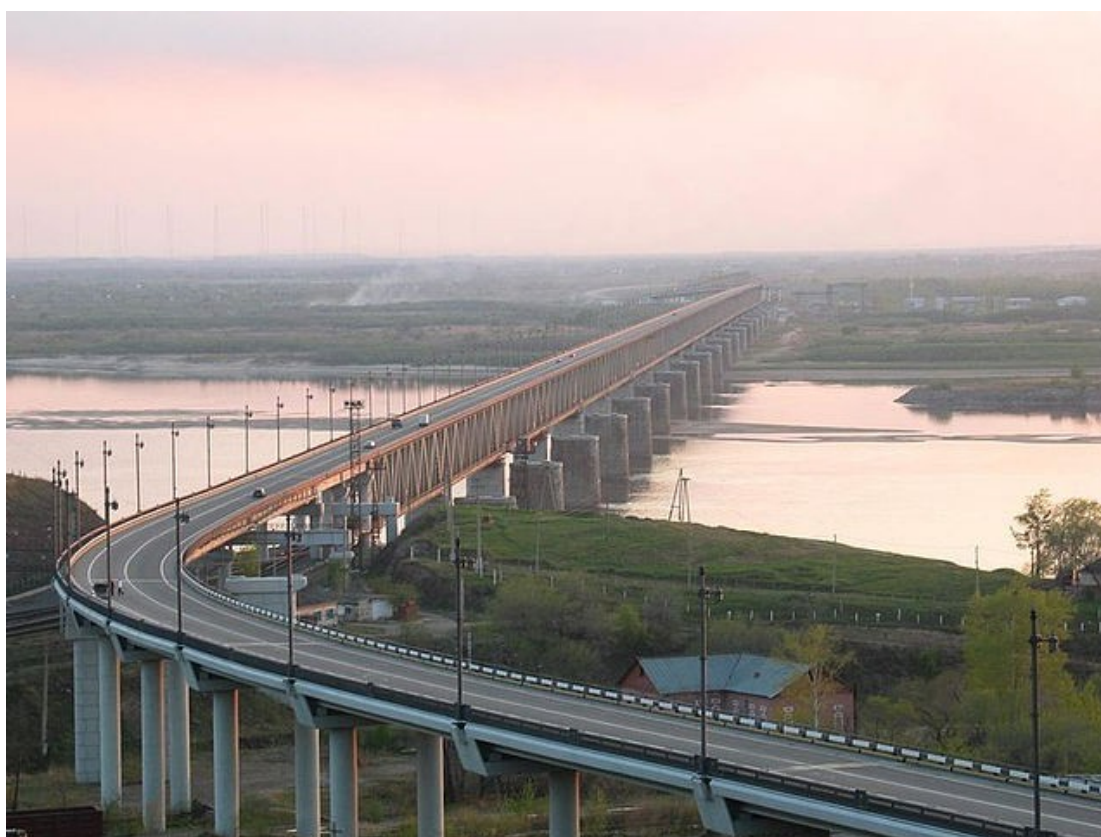
‘ΦΙΝΛΑΝΔΙΚΗ’ ΓΕΦΥΡΑ ΣΤΗΝ ΑΓΙΑ ΠΕΤΡΟΥΠΟΛΗ. ΜΗΚΟΣ ΓΕΦΥΡΑΣ 514Μ. ΜΗΚΟΣ ΜΕΣΑΙΟΥ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ 611Μ. ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ 1130Μ.



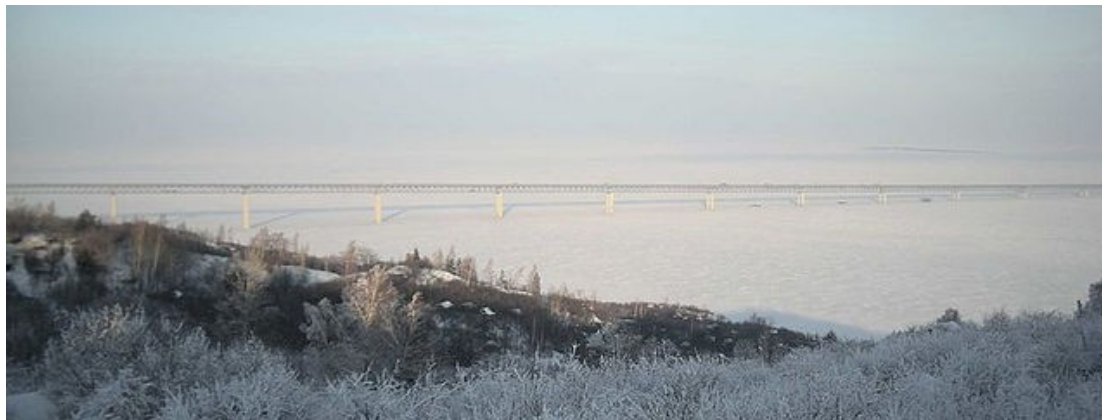
ΚΡΑΣΝΟΓΙΑΡΣΚ. ΓΕΦΥΡΑ ΜΗΚΟΥΣ 2100Μ. ΥΠΑΡΧΕΙ ΕΠΙΣΗΣ ΩΣ ΕΙΚΟΝΑ
ΣΤΟ ΧΑΡΤΟΝΟΜΙΣΜΑ ΤΩΝ 10 ΡΟΥΒΛΙΩΝ 1997



ΜΟΣΧΑ. ΓΕΦΥΡΑ ΑΝΝΤΡΕΕΒΣΚΙΙ



ΧΑΜΠΑΡΟΒΣΚ. ΓΕΦΥΡΑ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΜΗΚΟΥΣ 3890Μ.



ΓΕΦΥΡΑ ΟΥΛΙΑΝΟΦΣΚΠ. ΕΠΙΣΗΜΑ ΕΓΚΑΙΝΙΑΣΤΗΚΕ 24/11/2009.
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ 12980 Μ.



ΣΑΡΑΤΟΒΣΚ. ΓΕΦΥΡΑ ΜΕΙΩΝΕΙ ΤΗΝ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ
ΣΤΗΝ ΑΣΙΑ ΚΑΤΑ 500 ΚΜ. ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ 12760Μ.



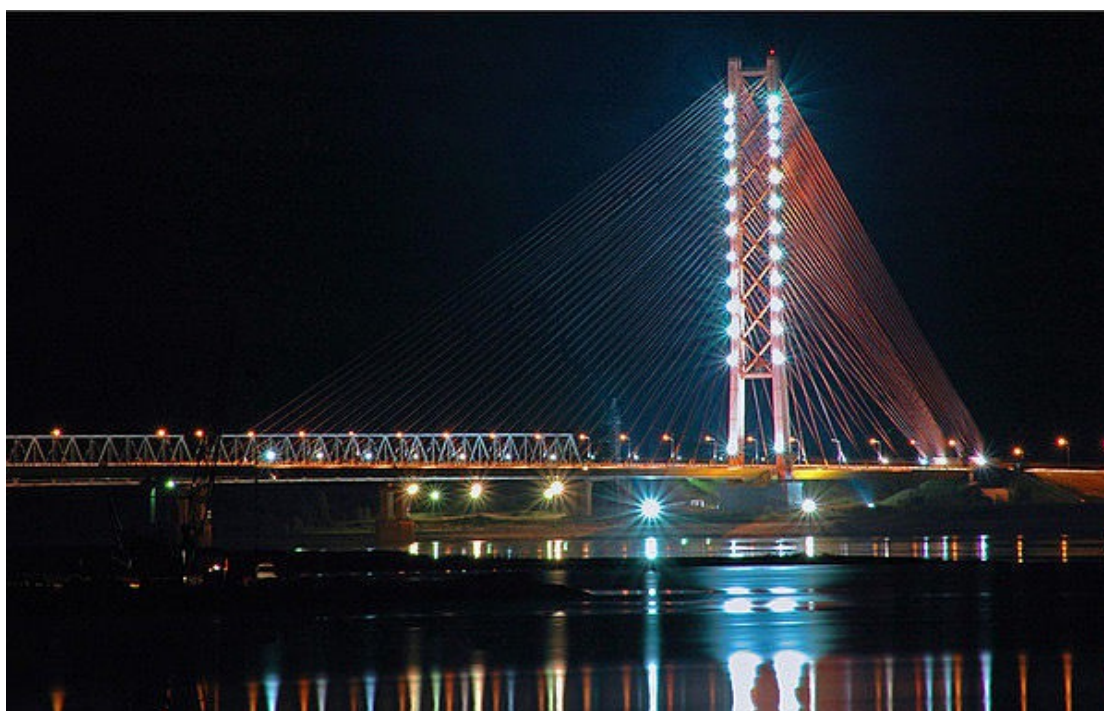
ΓΕΦΥΡΑ ΣΤΗΝ ΜΟΣΧΑ ΚΟΝΤΑ ΣΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΜΟΣΧΑΣ



ΓΕΦΥΡΑ ΣΤΟΝ ΠΟΤΑΜΟ ΝΕΒΑ . ΑΓΙΑ ΠΕΤΡΟΥΠΟΛΗ . ΜΗΚΟΣ ΓΕΦΥΡΑΣ 335Μ. ΠΛΑΤΟΣ 23.5Μ. ΜΑΖΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΑΠΟ ΧΑΛΥΒΑ 8920Τ



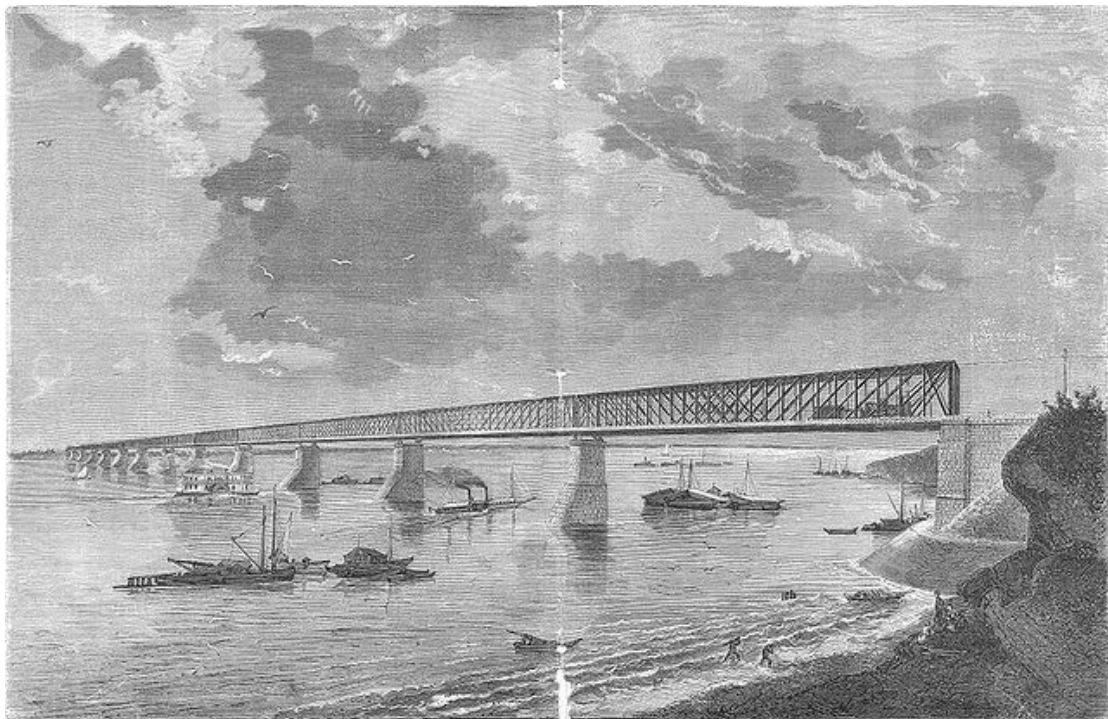
ΓΕΦΥΡΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ. ΜΗΚΟΣ ΓΕΦΥΡΑΣ 790Μ. ΜΗΚΟΣ ΒΑΣΙΚΟΥ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ 129.2 Μ. ΠΛΑΤΟΣ ΓΕΦΥΡΑΣ 44 Μ (10 ΛΩΡΙΔΕΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ)



ΓΕΦΥΡΑ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΟΤΑΜΟ ΟΜΠ ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 408 Μ.
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ 2110 Μ.



ΓΕΦΥΡΑ ΚΡΙΜΣΚΙΥ ΣΤΗΝ ΜΟΣΧΑ. ΒΑΣΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ 168Μ. ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ 688Μ.



ΓΕΦΥΡΑ ΣΙΖΡΑΝΣΚΙΥ. ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΠΟΤΑΜΟ ΒΟΛΓΑ. ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΧΡΗΣΗ. ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΟΚΤΙΑΜΠΡΣΚ. ΕΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ 1880 30/8 ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ 1436 Μ.



ΝΟΒΟΣΙΜΠΡΣΚ. ΓΕΦΥΡΑ ΓΙΑ ΜΕΤΡΟ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΟΤΑΜΟ ΟΜΠ.
ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ ΓΕΦΥΡΑ ΓΙΑ ΜΕΤΡΟ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΜΗΚΟΥΣ
2145Μ

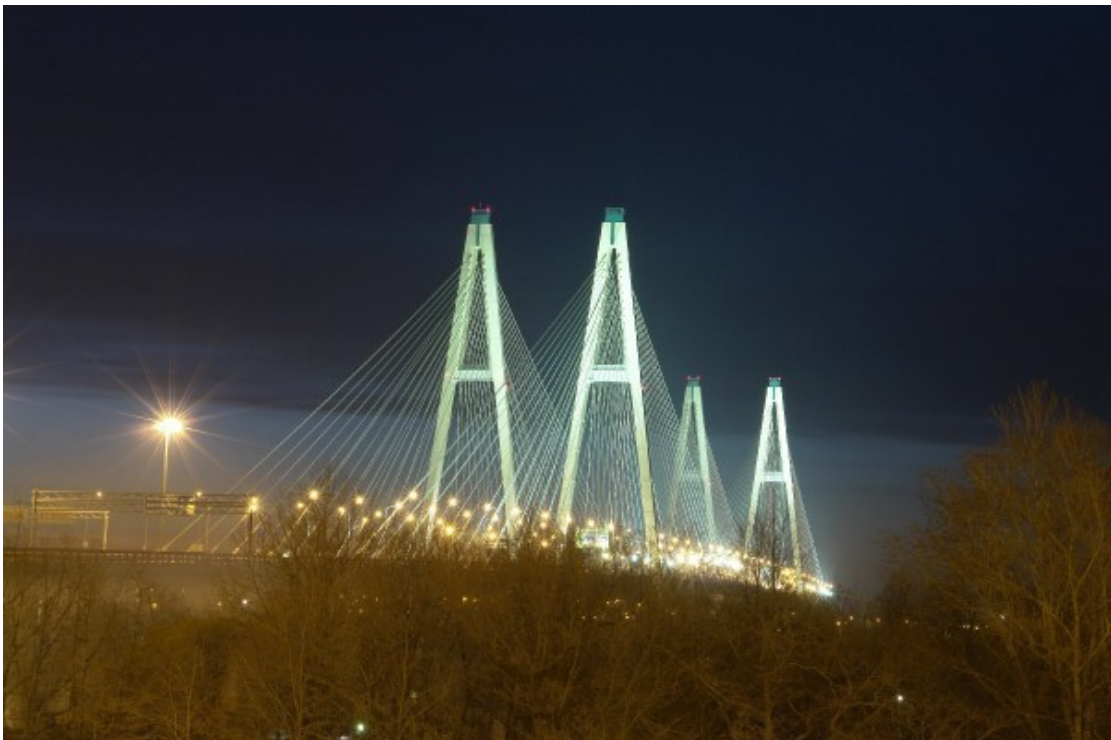


ΑΓΙΑ ΠΕΤΡΟΥΠΟΛΗ. ΓΕΦΥΡΑ ΝΤΒΟΡΤΣΟΒΙ



ΜΕΓΑΛΗ ΓΕΦΥΡΑ ΟΜΠΙΧΟΒΣΚΙΙ ΑΓΙΑ ΠΕΤΡΟΥΠΟΛΗ







ΜΕΡΙΚΑ ΚΤΗΡΙΑ ΜΕ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟ ΣΚΕΛΕΤΟ



ΜΟΣΧΑ ΚΤΙΡΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ





ΜΟΣΧΑ



ΜΟΣΧΑ











ΜΟΣΧΑ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ



ΤΑΣΚΕΝΔΗ ΟΥΖΜΠΕΚΙΣΤΑΝ



ΜΟΣΧΑ



ΤΣΕΡΝΟΜΠΙΛ. ΣΑΡΚΟΦΑΓΟΣ ΑΠΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΦΥΓΗ ΔΙΑΡΡΟΗΣ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



ΜΟΣΧΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

ΘΑ ΗΘΕΛΑ ΤΕΛΕΙΩΝΟΝΤΑΣ ΑΥΤΗ ΤΗΝ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΝΑ ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΣΩ ΘΕΡΜΑ ΤΟΝ Κ. ΙΩΑΝΝΗ ΕΡΜΟΠΟΥΛΟ ΠΟΥ ΜΟΥ ΕΔΩΣΕ ΤΗΝ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΝΑ ΑΣΧΟΛΗΘΩ ΜΕ ΤΗΝ ΑΚΡΩΣ ΕΝΔΙΑΦΕΡΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑ ΑΥΤΗ ΚΑΙ ΠΟΥ ΜΟΥ ΣΤΑΘΗΚΕ ΣΕ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΠΟΥ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΗΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.

ΕΠΙΣΗΣ ΘΑ ΗΘΕΛΑ ΝΑ ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΣΩ ΟΛΑ ΤΑ ΜΕΛΗ ΤΗΣ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΑΚΗΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑΣ, ΤΟΥΣ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ ΜΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥΣ ΣΥΜΦΟΙΤΗΤΕΣ ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΑΤΟΜΑ ΟΠΩΣ :

ΚΑΡΑΚΑΣ ΣΝΕΖΑΝΑ

ΑΝΤΩΝΙΑΔΟΥ ΒΑΛΕΝΤΙΝΑ

ΑΝΤΡΑ ΗΛΙΑΣ

ΠΟΥ ΜΕ ΒΟΗΘΗΣΑΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΑΤΩΣΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΑΦΙΕΡΩΝΕΤΑΙ ΣΤΟΥΣ ΓΟΝΕΙΣ ΜΟΥ ΒΑΛΕΝΤΙΝΑ ΚΑΙ ΣΕΡΓΚΕΙ
ΑΝΤΩΝΙΑΔΗ

