

Suvestinė redakcija nuo 2006-01-05 iki 2006-05-18

Įsakymas paskelbtas: Žin. 2005, Nr. [28-895](#), i. k. 105301MISAK00D1-101

LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTRO

Į S A K Y M A S

DĖL STATYBOS TECHNINIO REGLAMENTO STR 2.05.08:2005 „PLIENINIŲ KONSTRUKCIJŲ PROJEKTAVIMAS. PAGRINDINĖS NUOSTATOS“ PATVIRTINIMO

2005 m. vasario 18 d. Nr. D1-101

Vilnius

Vadovaudamasis Lietuvos Respublikos statybos įstatymo (Žin., 1996, Nr. [32-788](#); 2001, Nr. 101-3579; 2004, Nr. [73-2545](#)) 8 straipsnio 5 dalimi ir Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2002 m. vasario 26 d. nutarimo Nr. 280 „Dėl Lietuvos Respublikos statybos įstatymo įgyvendinimo“ (Žin., 2002, Nr. [22-819](#)) 1.2 punktu,

1. T v i r t i n u statybos techninį reglamentą STR 2.05.08: 2005 „Plieninių konstrukcijų projektavimas. Pagrindinės nuostatos“ (pridedama).

2. N u s t a t a u, kad 1 punkte nurodyto statybos techninio reglamento nuostatos privalomos projektuojant statinius, kuriems prašymai dėl statinio projektavimo sąlygų sąvado išdavimo pateikti po šio įsakymo įsigaliojimo.

APLINKOS MINISTRAS

ARŪNAS KUNDROTAS

PATVIRTINTA
Lietuvos Respublikos
aplinkos ministro
2005 m. vasario 18 d.
įsakymu Nr. D1-101

STATYBOS TECHINIS REGLAMENTAS

STR 2.05.08:2005

PLIENINIŲ KONSTRUKCIJŲ PROJEKTAVIMAS. PAGRINDINĖS NUOSTATOS

I SKYRIUS. BENDROSIOS NUOSTATOS

1. Šis statybos techninis reglamentas (toliau – Reglamentas) nustato privalomuosius plieninių laikančiųjų konstrukcijų projektavimo reikalavimus.

2. Reglamentas netaikomas projektuojant tiltų, transporto tunelių ir vamzdynų plienines konstrukcijas.

3. Projektuojant plienines konstrukcijas ypatingoms naudojimo sąlygoms (pvz., magistralinius ir technologinius vamzdynus, specialiosios paskirties talpyklas, pastatų konstrukcijas, kurias veikia intensyvūs temperatūros poveikiai ar agresyvioji aplinka, hidrotechninių jūros statinių konstrukcijas ir kt.), unikalių pastatų ir statinių konstrukcijas, taip pat specialiųjų tipų konstrukcijas (iš anksto įtemptąsias, erdvines, kabamąsias ir kt.), būtina laikytis papildomų reikalavimų, nustatytų atitinkamuose normatyviniuose dokumentuose.

4. Reglamento nuostatos privalomos visiems juridiniams ir fiziniams asmenims, projektuojantiems plienines statinių konstrukcijas ir rengiantiems plieninių konstrukcijų projektavimo ir kontrolės normatyvinius dokumentus.

5. Kol bus įvertinti visi europinę (EN) ir tarptautinę (ISO) sistemas sudarantys standartai, projektuojant plienines konstrukcijas gali būti naudojamos ir kitos medžiagos bei jungimo priemonės, nei nurodyta Reglamente, tačiau jų fizikinės ir mechaninės savybės turi būti ne blogesnės už nurodytas šiame Reglamente.

6. Kol nėra parengtų kitų reglamentų, reglamentuojančių plieninių konstrukcijų projektavimo reikalavimus, nepateiktus šiame Reglamente, nustatyta tvarka gali būti naudojami kitų šalių normatyviniai dokumentai, reglamentuojantys plieninių konstrukcijų projektavimą.

II SKYRIUS. NUORODOS

7. Reglamente pateiktos nuorodos į šiuos dokumentus:

7.1. LST ISO 8930:2004 „Bendrieji konstrukcijų patikimumo principai. Terminai“;

7.2. LST ISO 3898:2002 „Konstrukcijų projektavimo pagrindai. Žymėjimo sistema. Bendrieji žymenys“;

7.3. STR 2.05.03:2003 „Statybinių konstrukcijų projektavimo pagrindai“ (Žin., 2003, Nr. [59-2682](#));

7.4. STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“ (Žin., 2003, Nr. [59-2683](#));

7.5. LST EN 439:1998 „Suvirinimo medžiagos. Lankinio suvirinimo ir pjovimo apsauginės dujos“;

7.6. LST EN 440:1997 „Suvirinimo medžiagos. Elektrodinė viela ir siūlės metalas. Nelegiruotųjų ir smulkiagrūdžių plienų lankinis suvirinimas lydžiuoju elektrodu apsauginėse dujose. Klasifikavimas“;

7.7. LST EN 499:1997 „Suvirinimo medžiagos. Glaistytieji elektrodai rankiniam lankiniam nelegiruotųjų ir smulkiagrūdžių plienų suvirinimui. Klasifikavimas“;

7.8. LST EN 756:2004 „Suvirinimo medžiagos. Nelegiruotųjų ir smulkiagrūdžių plienų lankinio suvirinimo po fliusu vientisos vielos, vientisos vielos – fliuso ir miltelinės vielos – fliuso deriniai. Klasifikacija“;

7.9. LST EN 757:1999 „Suvirinimo medžiagos. Glaistytieji elektrodai atspariems plienams suvirinti rankiniu lankiniu būdu. Klasifikavimas“;

7.10. LST EN 758:2000 „Suvirinimo medžiagos. Nelegiruotųjų ir smulkiagrūdžių plienų lankinio suvirinimo apsauginėse dujose elektrodinės vielos arba savisaugės vielos. Klasifikavimas“;

7.11. LST EN 760 :2000 „Suvirinimo medžiagos. Lankinio suvirinimo po fliusu fliusai. Klasifikavimas“;

7.12. LST EN ISO 887:2002 „Bendrosios paskirties metrinių varžtų, sraigtų ir veržlių poveržlės. Bendrasis projektas“ (ISO 887:2000);

7.13. LST EN ISO 898 – 1:2000 „Anglinio ir legiruotojo plieno tvirtinimo detalių mechaninės savybės. 1 dalis. Varžtai, sraigčiai ir smeigės“ (ISO 898 – 1:1999);

7.14. LST 1585:2001 „Plieno žymėjimo sistemos. Papildomieji simboliai“ (CR 10260:1998);

7.15. LST EN ISO 2320 :2001 „Plieninės šešiakampės veržlės su įspraudžiamąja dalimi. Mechaniniai ir naudojimo reikalavimai“ (ISO 2320:1997);

7.16. LST EN ISO 4016:2002 „Varžtai su šešiakampėmis galvutėmis. C klasės gaminiai“ (ISO 4016:1999);

7.17. LST EN ISO 4014:2002 „Varžtai su šešiakampėmis galvutėmis. A ir B klasių gaminiai“ (ISO 4014:1999);

7.18. LST EN ISO 4017:2002 „Sraigčiai su šešiakampėmis galvutėmis. A ir B klasių gaminiai“ (ISO 4017:1999);

7.19. LST EN ISO 4018:2002 „Sraigčiai su šešiakampėmis galvutėmis. C klasės gaminiai“ (ISO 4018:1999);

7.20. LST EN ISO 4032:2002 „Šešiakampės veržlės, 1 tipas. A ir B klasių gaminiai“ (ISO 4032:1999);

7.21. LST EN ISO 4033:2002 „Šešiakampės veržlės, 2 tipas. A ir B klasių gaminiai“ (ISO 4033:1999);

7.22. LST EN ISO 4034:2002 „Šešiakampės veržlės. C klasės gaminiai“ (ISO 4034:1999);

7.23. LST EN ISO 7089:2002 „Poveržlės. Vidutinės serijos. A klasės gaminiai“ (ISO 7089:2000);

7.24. LST EN ISO 7090:2002 „Nusklembtosios poveržlės. Vidutinės serijos. A klasės gaminiai“ (ISO 7090:2000);

7.25. LST EN ISO 7091:2002 „Poveržlės. Vidutinės serijos. C klasės gaminiai“ (ISO 7091:2000);

7.26. LST EN ISO 9692 – 1:2004 „Suvirinimas ir panašūs procesai. Jungčių paruošimo rekomendacijos. 1 dalis. Plienų rankinis lankinis suvirinimas, lankinis suvirinimas lydžiuoju elektrodu apsauginėse dujose, dujinis suvirinimas, TIG suvirinimas ir pluoštinis suvirinimas“ (ISO 9692 – 1:2003);

7.27. LST EN ISO 9692 – 2+AC :2001 „Suvirinimas ir panašūs procesai. Jungčių paruošimas. 2 dalis. Plienų rankinis suvirinimas po fliusu“ (ISO 9692 – 2:1998);

7.28. LST L ENV 1090 – 1:2002 „Plieninių konstrukcijų darbai. 1 dalis. Bendrosios ir pastatų taisyklės“;

7.29. LST EN 10025 – 2:2005 „Karštai valcuoti konstrukcinio plieno gaminiai. 2 dalis. Nelegiruotojo konstrukcinio plieno techninės tiekimo sąlygos“;

7.30. LST EN 10025 – 3:2005 „Karštai valcuoti konstrukcinio plieno gaminiai. 3 dalis. Normalizuoto/apdirbto normalizaciniu valcavimu suvirinamojo smulkiagrūdžio konstrukcinio plieno techninės tiekimo sąlygos“;

7.31. LST EN 10025 – 4:2005 „Karštai valcuoti konstrukcinio plieno gaminiai. 4 dalis. Termomechanškai valcuoto suvirinamojo smulkiagrūdžio konstrukcinio plieno techninės tiekimo sąlygos „;“;

7.32. LST EN 10025 – 5:2005 „Karštai valcuoti konstrukcinio plieno gaminiai. 5 dalis. Pagerinto atsparumo atmosferinei korozijai konstrukcinio plieno techninės tiekimo sąlygos“;

7.33. LST EN 10027 – 1:1997 „Plienų žymėjimo sistemos. 1-oji dalis. Pieno markės. Pagrindiniai simboliai“;

7.34. LST EN 10164:2000 „Pieno gaminiai su pagerintomis deformacijos statmenai gaminio paviršiui savybėmis. Techninės tiekimo sąlygos“;

7.35. LST EN 10210 – 1:2002 „Karštuoju būdu pagaminti nelegiruotųjų ir smulkiagrūdžių konstrukcinių plienų tuščiaviduriai statybiniai profiliai. 1 dalis. Techniniai tiekimo reikalavimai“;

7.36. LST EN 10219 – 1:2000 „Nelegiruotojo ir smulkiagrūdžio plieno šaltai formuoti virintieji tuščiaviduriai statybiniai profiliai. 1 dalis. Techniniai tiekimo reikalavimai“;

7.37. LST EN 10264 – 1:2003 „Plieninė viela ir vielos gaminiai. Plieninė lynų viela. 1 dalis. Bendrieji reikalavimai“;

7.38. LST EN 12534:2000 „Suvirinimo medžiagos. Aukšto stiprumo plienų lankinio suvirinimo apsauginėse dujose elektrodinės ir pridėtinės vielos, strypeliai ir prilydomasis metalas. Klasifikavimas“;

7.39. LST EN 12535:2000 „Suvirinimo medžiagos. Aukšto stiprumo plienų lankinio suvirinimo apsauginėse dujose elektrodinės miltelinės vielos su užpildu. Klasifikavimas“;

7.40. LST EN ISO 10511:2001 „Šešiakampės plonos veržlės su įspraudžiamąja dalimi (su nemetaliniu įdėklu)“ (ISO 10511:1997);

7.41. LST EN ISO 10512:2001 „Šešiakampės veržlės su įspraudžiamąja dalimi (ir nemetaliniu įdėklu). 1 tipas. Metrinių smulkaus žingsnio sriegis. 6, 8 ir 10 kokybės klasės“ (ISO 10512:1997);

7.42. LST EN ISO 10513:2001 „Metalinės šešiakampės veržlės su įspraudžiamąja dalimi. 2 tipas. Metrinių smulkaus žingsnio sriegis. 8, 10 ir 12 kokybės klasės“ (ISO 10513:1997);

7.43. LST EN ISO 12944 – 2:2000 „Dažai ir lakai. Plieninių konstrukcijų apsauga nuo korozijos apsauginėmis dažų sistemomis. 2-oji dalis. Aplinkos klasifikacija“ (ISO 12944 – 2:1998);

7.44. LST EN 20898 – 2:2000 „Mechaninės tvirtinimo detalių savybės. 2 dalis. Veržlės su nustatytais apskaičiuotos apkrovos dydžiais. Stambusis sriegis“ (ISO 898 – 2:1992);

7.45. LST EN 50149:2002/AC:2003 „Geležinkelio taikmenys. Stacionarioji įranga. Elektrinė trauka. Vario ir vario lydinių kontaktiniai laidai su grioveliais“;

7.46. LST EN 50182+AC:2002 „Oro linijų laidai. Laidai iš koncentriškais sluoksniais susuktos apvaliosios vielos“;

7.47. LST EN 50183:2001 „Oro linijų laidininkai. Aliuminio, magnio ir silicio lydinio laidai“;

7.48. LST EN 50189:2001 „Oro linijų laidininkai. Cinkuoti plieniniai laidai“.

8. Šiame Reglamente datuotais ir nedatuotais šaltiniais pateikti duomenys iš kitų leidinių. Datuotos nuorodos, jų pataisos ir papildymai šio Reglamento dalimi tampa tik tada, kai įtraukiami į Reglamentą kaip priedai arba papildymai.

III SKYRIUS. PAGRINDINĖS SĄVOKOS

9. Reglamente vartojamos pagrindinės sąvokos ir jų apibrėžimai atitinka LST ISO 8930:2004 [7.1] ir LST ISO 3898:2002 [7.2] pateiktas sąvokas ir jų apibrėžimus.

IV SKYRIUS. ŽYMENYS IR SUTRUMPINIMAI

10. Pagrindiniai raidiniai žymenys vartojami šiame Reglamente:

A - skerspjūvio plotas

A_b - varžto skerspjūvio plotas

$A_{b,net}$ - varžto grynas (neto) skerspjūvio plotas

- A_{eff} - skaičiuojamasis skerspjūvio plotas
 A_f - juostos (lentynos) skerspjūvio plotas
 A_{net} - grynasis (neto) skerspjūvio plotas
 A_w - sienelės skerspjūvio plotas
 A_{wf} - kertinės (kampinės) siūlės metalo skerspjūvio plotas
 A_{wz} - kertinės (kampinės) siūlės sulydymo srities skerspjūvio plotas
 E - tamprumo modulis
 F - charakteristinė jėga, apkrova
 $F_{b,v,Rd}$ - skaičiuotinis varžto kerpamasis atsparis
 $F_{bh,Rd}$ - skaičiuotinis vieno varžto ir vienos trinties plokštumos jungties atsparis
 $F_{b,p,Rd}$ - skaičiuotinis varžtu glemžiamų jungiamųjų elementų atsparis
 $F_{b,t,Rd}$ - skaičiuotinis varžto tempiamasis atsparis
 F_d - skaičiuotinė jėga, apkrova
 $F_{p,Cd}$ - skaičiuotinė įtempiamojo (stipriojo) varžto išankstinio įtempimo jėga
 F_y - charakteristinė jėga, apkrova y ašies kryptimi
 $F_{y,d}$ - skaičiuotinė jėga, apkrova y ašies kryptimi
 F_z - charakteristinė jėga, apkrova z ašies kryptimi
 $F_{z,d}$ - skaičiuotinė jėga, apkrova z ašies kryptimi
 G - šlyties modulis
 I_b - antdėklo skerspjūvio ploto inercijos momentas
 I_c - rėmo kolonos skerspjūvio ploto inercijos momentas
 I_d - spyrio skerspjūvio ploto inercijos momentas
 I_f - juostos (lentynos) skerspjūvio ploto inercijos momentas
 I_r - rėmo sijos skerspjūvio ploto inercijos momentas
 $I_{r,l}$ - rėmo apatinės sijos skerspjūvio ploto inercijos momentas
 $I_{r,u}$ - rėmo viršutinės sijos skerspjūvio ploto inercijos momentas
 I_s - sąstandos, antdėklo skerspjūvio ploto inercijos momentas
 I_{tor} - skerspjūvio ploto sukamasis inercijos momentas
 I_y - skerspjūvio ploto inercijos momentas apie y ašį
 I_z - skerspjūvio ploto inercijos momentas apie z ašį
 $I_{y,net}$ - grynasis (neto) skerspjūvio ploto inercijos momentas apie y ašį
 $I_{z,net}$ - grynasis (neto) skerspjūvio ploto inercijos momentas apie z ašį
 I_{ω} - skerspjūvio ploto sektorinis inercijos momentas
 M_{Ed} - skaičiuotinis lenkiamasis momentas
 $M_{b,Rd}$ - skaičiuotinis lenkiamojo elemento pastovumo atsparis
 $M_{c,Rd}$ - skaičiuotinis skerspjūvio lenkiamasis tamprusis stiprumo atsparis
 $M_{fl,Rd}$ - skaičiuotinis sijos su lanksčiaja (klupiaja) sienele lenkiamasis stiprumo atsparis
 $M_{pl,Rd}$ - skaičiuotinis skerspjūvio lenkiamasis atsparis pagal takumo ribą
 $M_{pl,y,Rd}$ - skaičiuotinis skerspjūvio lenkiamasis atsparis pagal takumo ribą y ašies atžvilgiu

- $M_{pl,z,Rd}$ - skaičiuotinis skerspjūvio lenkiamasis atsparis pagal takumo ribą z ašies atžvilgiu
 $M_{u,Rd}$ - skaičiuotinis skerspjūvio lenkiamasis atsparis pagal stiprumo ribą
 $M_{y,Ed}$ - skaičiuotinis lenkiamasis momentas apie y ašį
 $M_{z,Ed}$ - skaičiuotinis lenkiamasis momentas apie z ašį
 N_{Ed} - skaičiuotinė ašinė jėga
 $N_{c,Ed}$ - labiausiai apkrautos rėmo kolonos skaičiuotinė ašinė jėga
 $N_{c,Rd}$ - skaičiuotinis centriškai gniuždomo elemento pastovumo atsparis
 $N_{NM,c,Rd}$ - skaičiuotinis ekscentriškai gniuždomo elemento pastovumo atsparis
 $N_{NM,TF,Rd}$ - skaičiuotinis ekscentriškai gniuždomo elemento lenkiamasis sukamasis pastovumo atsparis
 $N_{NM,yz,Rd}$ -
 $N_{pl,Rd}$ -
 $N_{TF,Rd}$ - skaičiuotinis centriškai gniuždomo elemento sukamasis pastovumo atsparis
 $N_{u,Rd}$ -
 S_y - skerspjūvio dalies statinis momentas y ašies, einančios per sunkio centrą, atžvilgiu
 S_z - skerspjūvio dalies statinis momentas z ašies, einančios per sunkio centrą, atžvilgiu
 $T_{loc,Ed}$ - vietinis skaičiuotinis sukamasis momentas
 $V_{c,Rd}$ - skaičiuotinis skerspjūvio kerpamasis atsparis
 $V_{c,Rd,m}$ - skaičiuotinis skerspjūvio kerpamasis vidutinis atsparis
 V_{Ed} - skaičiuotinė skersinė (kerpamoji) jėga
 V_{fic} - skaičiuotinė spragotojo skerspjūvio strypo sąlyginė skersinė jėga
 $V_{fl,Rd}$ - skaičiuotinis sijos su lanksčiąja (klupiąja) sienele kerpamasis atsparis
 $Q_{F,Ed}$ - sutelktosios jėgos sukelta juostinių jungčių įrąža ilgio vienetui
 $Q_{V,Ed}$ - šlyties sukelta juostinių jungčių įrąža ilgio vienetui
 W_c - skerspjūvio labiausiai gniuždomo krašto atsparumo momentas
 W_y - skerspjūvio atsparumo momentas apie y ašį
 $W_{y,net,min}$ - grynas (neto) skerspjūvio mažiausias atsparumo momentas apie y ašį
 W_z - skerspjūvio atsparumo momentas apie z ašį
 $W_{z,net,min}$ - grynas (neto) skerspjūvio mažiausias atsparumo momentas apie z ašį
 W_{wf} - kertinės (kampinės) siūlės metalo skerspjūvio atsparumo momentas
 W_{wz} - kertinės (kampinės) siūlės sulydymo srities skerspjūvio atsparumo momentas
 a_{eff} - skaičiuojamasis lankstyųjų profiliuotųjų užlankų plotis
 a_s - atstumas tarp skersinių sąstandų
 b_{eff} - skaičiuojamasis plotis
 b_f - juostos (lentynos) plotis
 b_s - sąstandų plotis
 d - varžto skersmuo
 d_w - elektrodinės vielos skersmuo

- d_0 - varžto skylės skersmuo
 e - ekscentricitetas
 e_{rel} - santykinis ekscentricitetas
 $e_{rel,eff}$ - santykinis lyginamasis ekscentricitetas
 e_1 - atstumas nuo elemento krašto iki artimiausios skylės (varžto) centro jėgos veikimo kryptimi
 e_2 - atstumas nuo elemento krašto iki artimiausios skylės (varžto) centro statmena jėgos veikimo kryptimi
 $f_{ba,d}$ - skaičiuotinis pamatų inkarinių varžtų tempiamasis plieno stipris
 $f_{bh,d}$ - skaičiuotinis įtempiamųjų (stipriųjų) varžtų tempiamasis plieno stipris
 $f_{bp,d}$ - skaičiuotinis varžtų glemžiamo plieno stipris
 $f_{bs,d}$ - skaičiuotinis varžtų kerpamasis plieno stipris
 $f_{bt,d}$ - skaičiuotinis varžtų tempiamasis plieno stipris
 $f_{bv,d}$ - skaičiuotinis U formos varžto tempiamasis plieno stipris
 f_{bu} - charakteristinis varžtų plieno stipris pagal stiprumo ribą
 $f_{c,d}$ - skaičiuotinis ritinio (parito) skersmeninis gniuždomasis stipris
 $f_{dh,d}$ - skaičiuotinis stipriosios plieninės vielos, naudojamos pluoštams ir vijoms, tempiamasis plieno stipris
 $f_{l,d}$ - skaičiuotinis glaudaus lietimosi ritininių lankstų (šarnyrų) vietinis glemžiamasis stipris
 $f_{p,d}$ - skaičiuotinis glemžiamasis plieno stipris
 f_s - charakteristinis kerpamasis plieno stipris
 $f_{s,d}$ - skaičiuotinis kerpamasis plieno stipris
 $f_{th,d}$ - skaičiuotinis tempiamasis plieno stipris gaminio storio kryptimi
 f_u - charakteristinis tempiamasis, gniuždomasis, lenkiamasis plieno stipris pagal stiprumo ribą
 $f_{u,d}$ - skaičiuotinis tempiamasis, gniuždomasis, lenkiamasis plieno stipris pagal stiprumo ribą
 $f_{v,d}$ - skaičiuotinis varginamasis plieno stipris
 $f_{vw,u}$ - charakteristinis kertinės (kampinės) siūlės metalo stipris pagal stiprumo ribą
 $f_{vw,f,d}$ - skaičiuotinis kertinės (kampinės) siūlės kerpamasis metalo stipris
 $f_{w,s,d}$ - skaičiuotinis sudurtinės siūlės kerpamasis metalo stipris
 $f_{vw,u,d}$ - skaičiuotinis kertinės (kampinės) siūlės metalo stipris pagal stiprumo ribą
 $f_{vw,z,d}$ - skaičiuotinis kertinės (kampinės) siūlės sulydymo srities kerpamasis metalo stipris
 f_y - charakteristinis tempiamasis, gniuždomasis, lenkiamasis plieno stipris pagal takumo ribą
 $f_{y,d}$ - skaičiuotinis tempiamasis, gniuždomasis, lenkiamasis plieno stipris pagal takumo ribą
 $f_{w,u,d}$ - skaičiuotinis sudurtinės siūlės gniuždomasis, tempiamasis, lenkiamasis metalo stipris pagal stiprumo ribą
 $f_{w,y,d}$ - skaičiuotinis sudurtinės siūlės tempiamasis, gniuždomasis, lenkiamasis metalo stipris pagal takumo ribą
 $c_{pl}, c_{pl,y}, c_{pl,z}$ – ribotųjų plastinių deformacijų koeficientai

- i - skerspjūvio inercijos spindulys
- $i_{\min}$ - mažiausias skerspjūvio inercijos spindulys
- i_y - skerspjūvio inercijos spindulys y ašies atžvilgiu
- i_z - skerspjūvio inercijos spindulys z ašies atžvilgiu
- h - aukštis, skerspjūvio aukštis
- h_f - atstumas tarp skerspjūvio juostų sunkio centrų
- h_{eff} - skaičiuojamasis aukštis
- h_w - sienelės aukštis
- $h_{w,eff}$ - skaičiuojamasis klupiosios sienelės aukštis
- k_f - kartinės (kampinės) siūlės statinis
- k_{shape} - skerspjūvio formos koeficientas
- l - ilgis, tarpatramis
- l_c - rėmo vieno aukšto kolonos ilgis, statramsčio ilgis
- l_d - spyrio ilgis
- $l_{d,eff}$ - spyrio skaičiuojamasis ilgis
- l_{eff} - skaičiuojamasis ilgis
- $l_{eff,y}$ - skaičiuojamasis elemento ilgis y ašies atžvilgiu
- $l_{eff,z}$ - skaičiuojamasis elemento ilgis z ašies atžvilgiu
- l_r - rėmo vieno tarpatramio sijos ilgis
- l_w - virintinės (lydytinės) siūlės ilgis
- $l_{w,eff}$ - skaičiuojamasis virintinės (lydytinės) siūlės ilgis
- n_s - varžto kirpimo plokštumų skaičius
- n_{sl} - varžtinės jungties trinties paviršių skaičius
- p_d - skaičiuotinis slėgis į kevalo paviršių
- p_1 - atstumas tarp skylių (varžtų) eilių centrų jėgos veikimo kryptimi
- p_2 - atstumas tarp skylių (varžtų) eilių centrų statmena jėgos veikimo kryptimi
- r_m - kevalo vidurinio paviršiaus kreivio spindulys
- t - storis
- t_f - juostos (lentynos) storis
- t_s - sąstandos storis
- t_w - sienelės storis
- β_{wf} - kartinės (kampinės) siūlės metalo įlydymo gylio koeficientas
- β_{wz} - kartinės (kampinės) siūlės sulydymo srities metalo koeficientas
- φ - centriškai gniuždomojo elemento klupumo koeficientas (centriškai gniuždomojo elemento, skaičiuotinio klupumui, skaičiuotinio stiprio pagal takumo ribą sumažinimo koeficientas)
- φ_b - sijos lenkiamojo sukamojo klupumo koeficientas (lenkiamojo elemento, skaičiuotinio klupumui pagal lenkimo-susisukimo praradimo formą, skaičiuotinio stiprio pagal takumo ribą sumažinimo koeficientas)
- φ_e - ekscentriškai gniuždomojo elemento klupumo koeficientas (ekscentriškai gniuždomojo elemento, skaičiuotinio klupumui, skaičiuotinio stiprio pagal takumo ribą sumažinimo koeficientas)

- $\Phi_{e,yz}$ - dviejose plokštumose ekscentriškai gniuždomojo elemento klupumo koeficientas (dviejose plokštumose ekscentriškai gniuždomojo elemento, klupumui, skaičiuotinio stiprio pagal takumo ribą sumažinimo koeficientas)
 γ_b - varžtinės jungties darbo sąlygų koeficientas
 γ_c - elemento darbo sąlygų koeficientas
 γ_F - apkrovos patikimumo koeficientas
 γ_{F1} - krano rato slėgio koeficientas
 γ_h - jungties įtempiamaisiais (stipriaisiais) varžtais patikimumo koeficientas
 γ_M - medžiagos patikimumo koeficientas
 γ_{Mw} - virintinės (lydytinės) siūlės metalo medžiagos patikimumo koeficientas
 γ_u - patikimumo koeficientas pagal stiprumo ribą
 λ - elemento liaunis
 $\bar{\lambda}$ - sąlyginis elemento liaunis
 λ_L - lyginamasis spragotojo elemento liaunis
 $\bar{\lambda}_L$ - sąlyginis lyginamasis spragotojo elemento liaunis
 λ_u - ribinis elemento liaunis
 λ_y - elemento liaunis plokštumoje, statmenoje y ašiai
 λ_z - elemento liaunis plokštumoje, statmenoje z ašiai
 $\bar{\lambda}_w$ - sąlyginis sienelės liaunis
 λ_{wu} - ribinis sienelės liaunis
 $\bar{\lambda}_{wu}$ - sąlyginis ribinis sienelės liaunis
 μ - skaičiuojamojo ilgio koeficientas
 $\mu_{c,eff}$ - labiausiai apkrautos rėmo kolonos skaičiuojamojo ilgio koeficientas
 μ_h - jungčių įtempiamaisiais (stipriaisiais) varžtais trinties koeficientas
 μ_y - skaičiuojamojo ilgio koeficientas plokštumoje, statmenoje y ašiai
 μ_z - skaičiuojamojo ilgio koeficientas plokštumoje, statmenoje z ašiai
 ν - plieno skersinės deformacijos (Puasono) koeficientas
 $\sigma_{cr,Rd}$ - kritinis normalinis sijos sienelės įtempis
 $\sigma_{cr,loc,Rd}$ - kritinis normalinis vietinis sijos sienelės įtempis
 $\sigma_{x,Ed}$ - skaičiuotinis normalinis įtempis x ašies kryptimi
 $\sigma_{y,Ed}$ - skaičiuotinis normalinis įtempis y ašies kryptimi
 $\sigma_{z,Ed}$ - skaičiuotinis normalinis įtempis z ašies kryptimi
 $\sigma_{w,c,Ed}$ - skaičiuotinis normalinis sijos sienelės gniuždomasis įtempis
 $\sigma_{w,loc,Ed}$ - skaičiuotinis vietinis sienelės įtempis
 $\sigma_{w,t,Ed}$ - skaičiuotinis normalinis sijos sienelės tempiamasis įtempis
 $\tau_{cr,Rd}$ - kritinis tangentinis sijos sienelės įtempis
 $\tau_{xz,Ed}$ - skaičiuotinis tangentinis įtempis z ašies kryptimi
 $\tau_{w,Ed}$ - skaičiuotinis tangentinis sijos sienelės įtempis

11. Bendruoju atveju elemento ašys yra: x – išilgai elemento, y ir z – skerspjūvio ašys. Skerspjūvio ašys: y – lygiagreti su juosta (lentyna), z – statmena juostai, išskyrus kampuočių: jų

y – lygiagreti su mažesniąja kampuočio lentyna, z – statmena mažesniajai kampuočio lentynai. Kiti elementų skerspjūvio ašių naudojimo atvejai aptariami tekste.

12. Atliekant skaičiavimus rekomenduojami šie SI sistemos vienetai:

- jėga, apkrova $kN, \frac{kN}{m}, \frac{kN}{m^2},$
- momentas (lenkimas) $kNm,$
- masė $kg,$
- tankis $\frac{kg}{m^3},$
- tūrinis svoris $\frac{kN}{m^3},$
- įtempis, stipris $\frac{N}{mm^2} \left(\frac{MN}{m^2}, MPa \right).$

V SKYRIUS. PROJEKTAVIMO PAGRINDAI

13. Plieninės konstrukcijos projektuojamos vadovaujantis bendrosiomis statybinių konstrukcijų projektavimo taisyklėmis [7.3]. Konstrukcijų patikimumas užtikrinamas taikant dalinių koeficientų metodą. Atskirais atvejais konstrukcijų patikimumas gali būti užtikrinamas taikant dalinių koeficientų su bandymais metodą. Saugos ir tinkamumo ribinių būvių skaičiavimo taisyklės pateikiamos šio Reglamento VII, VIII ir X skyriuose.

14. Poveikiai ir apkrovos, veikiantys laikančiąsias plienines konstrukcijas, apskaičiuojami pagal STR 2.05.04:2003 [7.4]. Poveikių ir apkrovų deriniai ir jų daliniai koeficientai imami iš [7.4] 10 priedo.

15. Plieninės konstrukcijos taip pat turi būti projektuojamos apsaugai nuo korozijos ir gaisrinei saugai. Didinti valcuotųjų ir lankstytųjų gaminių ir vamzdžių sienelių storį norint apsaugoti nuo korozijos ir padidinti konstrukcijų atsparumo ugniai ribą neleidžiama.

16. Visos konstrukcijos turi būti prieinamos apžiūrėti, valyti, dažyti, taip pat neturi sulaikyti drėgmės ir apsunkinti vėdinimo.

17. Projektuojant plienines konstrukcijas būtina: parinkti techniniu ir ekonominiu požiūriu tinkamiausias statinių schemas ir elementų skerspjūvius; naudoti ekonomiškus valcuotųjų gaminių profilius; naudoti pažangias konstrukcijas (erdvines sistemas iš standartinių elementų, konstrukcijas, sutapatinančias laikančiąsias ir atitvarines funkcijas; iš anksto įtemptąsias, kabamąsias, plonasiene lakštines ir sudėtines konstrukcijas iš įvairaus plieno); numatyti konstrukcijų gamybos ir montavimo technologiskumą; naudoti konstrukcijas, užtikrinančias mažiausias gamybos, transportavimo ir montavimo sąnaudas; numatyti gamyklines ir montuojamąsias progresyvių tipų jungtis.

18. Projektuojant pastatus ir statinius būtina imti konstrukcines schemas, kurios užtikrintų pastatų, statinių ir jų elementų stiprumą, pastovumą bei erdvinį nekintamumą transportuojant, montuojant ir naudojant.

19. Skaičiuojamosios schemas ir pagrindinės skaičiavimo prielaidos turi atitikti plieninių konstrukcijų tikrąsias elgsenos sąlygas. Plienines konstrukcijas paprastai būtina skaičiuoti kaip bendras erdvines sistemas. Dalijant erdvines konstrukcijas į plokščiąsias, būtina įvertinti elementų tarpusavio sąveiką ir sąveiką su pamatais.

20. Plienines konstrukcijas paprastai būtina skaičiuoti įvertinant netampriąsias plieno deformacijas.

21. Plieninių konstrukcijų įrašas ir deformacijas paprastai būtina skaičiuoti pagal deformuotąjį būvį.

22. Plieninių konstrukcijų elementai turi būti mažiausių skerspjūvių ir atitikti šio Reglamento reikalavimus.

VI SKYRIUS. KONSTRUKCIJŲ IR JUNGČIŲ MEDŽIAGOS

I SKIRSNIS. STATYBINIS PLIENAS

23. Atsižvelgiant į pastatų ir statinių konstrukcijų svarbą, jų naudojimo sąlygas, visos plieninės konstrukcijos skirstomos į keturias grupes. Pstatų ir statinių konstrukcijoms plienas parenkamas pagal 6.1 lentelę.

24. Flanšinės jungtys ir rėmų mazgų lakštai gaminami iš valcuotųjų gaminių pagal LST EN 10164.

6.1 lentelė

Pastatų ir statinių konstrukcijų plienas

Plienas	Standartas
1 grupė. Suvirintosios konstrukcijos arba jų elementai, naudojami ypač sunkiomis sąlygomis arba tiesiogiai veikiami dinaminių, vibracinių arba slankiųjų apkrovų (pokraninės, darbo aikštelių sijos; bunkerio ir krovimo estakadų konstrukcijų elementai, tiesiogiai laikantys judančių sąstatų apkrovą; santvarų mazgo lakštai; transporto galerijų rėmai; suvirintosios elektros linijų atramos, kurių aukštis didesnis nei 60 m; stiebų atotampų ir jų mazgų elementai; hidrotechnikos statinių kranų sijos ir pan.)	
S275	LST EN 10025-2, LST EN 10025-3, LST EN 10025-4, LST EN 10210-1, LST EN 10219-1
S355	LST EN 10025-2, LST EN 10025-3, LST EN 10025-4, LST EN 10025-5, LST EN 10210-1, LST EN 10219-1
S420	LST EN 10025-3, LST EN 10025-4, LST EN 10219-1
S450	LST EN 10025-2
S460	LST EN 10025-3, LST EN 10025-4, LST EN 10210-1, LST EN 10219-1
2 grupė. Suvirintosios konstrukcijos arba jų elementai, veikiami statinių apkrovų (santvaros; rėmų, perdangų, laiptakčių sijos; atramos, išskyrus suvirintąsias atramas; atvirų skirstomųjų pastočių įrangos atramos, jų išjungiklių atramos; transporto galerijų atramos; transporto kontaktinio tinklo elementai (skersiniai, inkarinės atotampos, sankabos); prožektorių stiebai; sudėtiniai antenų statinių elementai; hidroelektrinių ir siurblinių vamzdinių vandentakių aptaisas; įdėtinės užtvarų dalys ir kiti tempiamieji, tempiamieji lenkiamieji ir lenkiamieji elementai), taip pat 1-os grupės konstrukcijos ir jų elementai, kai nėra suvirintinių jungčių, ir kabamieji keliai iš dvitėjų, kai nėra suvirintinių montuojamųjų jungčių	
S275	LST EN 10025-2, LST EN 10025-3, LST EN 10025-4, LST EN 10210-1, LST EN 10219-1
S355	LST EN 10025-2, LST EN 10025-3, LST EN 10025-4, LST EN 10025-5, LST EN 10210-1, LST EN 10219-1
S420	LST EN 10025-3, LST EN 10025-4, LST EN 10219-1
S450	LST EN 10025-2
S460	LST EN 10025-3, LST EN 10025-4, LST EN 10210-1, LST EN 10219-1
3 grupė. Suvirintosios konstrukcijos arba jų elementai, veikiami statinių apkrovų (kolonos; statramsčiai; atraminės plokštės; perdangų pakloto elementai; konstrukcijos, laikančios technologinę įrangą; vertikalūs kolonų ramsčiai, kai ramsčių įtempiai viršija $0,4 f_{y,d}$; transporto kontaktinio tinklo inkarinės, laikančiosios ir fiksuojančiosios konstrukcijos (atramos, skersinės standumo sijos, fiksuokliai); atvirųjų skirstomųjų pastočių įrangos atramos, išskyrus išjungiklių atramas; antenų statinių kamienų ir bokštų elementai; betono tiekimo estakadų kolonos, stogo perdangų ilginiai ir kiti gniuždomieji bei gniuždomieji lenkiamieji elementai), taip pat 2-os grupės konstrukcijos ir jų elementai, kai nėra suvirintinių jungčių	
S235	LST EN 10025-2, LST EN 10025-3, LST EN 10025-4, LST EN 10025-5, LST EN 10210-1, LST EN 10219-1
S275	LST EN 10025-2, LST EN 10025-3, LST EN 10025-4, LST EN 10210-1, LST EN 10219-1
S355	LST EN 10025-2, LST EN 10025-3, LST EN 10025-4, LST EN 10025-5, LST EN 10210-1, LST EN 10219-1
S420	LST EN 10025-3, LST EN 10025-4, LST EN 10219-1
S450	LST EN 10025-2
S460	LST EN 10025-3, LST EN 10025-4, LST EN 10210-1, LST EN 10219-1

4 grupė. Pastatų ir statinių nepagrindinės konstrukcijos (ramsčiai, išskyrus nurodytus 3-ioje grupėje; sienos strypyno elementai; laiptai; aikštelės, atitvaros; kabelių kanalų metalo konstrukcijos; nepagrindinių statinių elementai ir pan.), taip pat 3-ios grupės konstrukcijos ir elementai, kai nėra suvirintinių jungčių	
S235	LST EN 10025-2, LST EN 10025-3, LST EN 10025-4, LST EN 10025-5, LST EN 10210-1, LST EN 10219-1
S275	LST EN 10025-2, LST EN 10025-3, LST EN 10025-4, LST EN 10210-1, LST EN 10219-1
Pastabos: 1. Šios lentelės reikalavimai netaikomi specialiųjų statinių plieninėms konstrukcijoms: magistraliniams ir technologiniams vamzdynams, specialiosios paskirties skysčių talpykloms, lydymo krosnių apvalkalams, oro šildytuvams ir pan. Plienai šioms konstrukcijoms parenkami pagal kitus normatyvinius dokumentus. 2. Konstrukcijoms, kurias tiesiogiai veikia dinaminės, vibracinės arba judamosios apkrovos, priskiriamos konstrukcijos ar jų elementai, kuriuos reikia skaičiuoti patvarumui arba kurie skaičiuojami įvertinant dinaminis koeficientus. 3. Konstrukcinio plieno smūginio tašio ir santykinio pailgėjimo reikšmės pateiktos 5 priedo 1-6 lentelėse.	

II SKIRSNIS. JUNGIMO PRIEMONĖS

25. Plieninėms konstrukcijoms suvirinti reikia naudoti: rankiniam suvirinimui – glaistytuosius elektrodus pagal LST EN 499 [7.7], LST EN 757 [7.9]; elektrodinę vielą – pagal LST EN 440 [7.6], LST EN 756 [7.8], LST EN 758 [7.10] ar LST EN 12535 [7.39]; flusus – pagal LST EN 760 [7.11]; apsaugines dujas – pagal LST EN 439 [7.5].

26. Suvirinimo medžiagos ir suvirinimo technologija turi užtikrinti virintinės (lydytinės) siūlės metalo laikinąją stiprį pagal stiprumo ribą, ne mažesnę nei pagrindinio metalo charakteristinė plieno stiprio pagal stiprumo ribą reikšmė f_u , taip pat suvirintinių jungčių metalo kietumo, smūginio tašio ir santykinio pailgėjimo reikšmės, atitinkančias norminius dokumentus.

27. Varžtinėms jungtims parenkami plieniniai varžtai, atitinkantys LST EN ISO 898 – 1 [7.13], veržlės, atitinkančios LST EN ISO 20898 – 2 [7.44] ar LST EN ISO 2320, ir poveržlės, atitinkančios LST EN ISO 887 [7.12] reikalavimus.

Varžtai naudojami pagal LST EN ISO 4014 [7.17], LST EN ISO 4016 [7.16], LST EN ISO 4017 [7.18], LST EN ISO 4018 [7.19], o ribojant jungčių deformacijas – A gaminio klasės varžtai pagal LST EN ISO 4014 [7.17], LST EN ISO 4017 [7.18], šių kokybės klasių:

a) konstrukcijoms, kurių patvarumas neskaičiuojamas – 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.6, 8.8, 10.9;

b) konstrukcijoms, kurių patvarumas skaičiuojamas – 4.6, 5.6, 6.6, 8.8, jei varžtai yra tempiami arba kerpami, ir 4.8, 5.8, jei varžtai yra kerpami.

Veržlės parenkamos pagal LST EN ISO 4032 [7.20], LST EN ISO 4033 [7.21] ir LST EN ISO 4034 [7.22].

Naudojamos apvalios poveržlės pagal LST EN ISO 7089 [7.23], LST EN ISO 7090 [7.24] ir LST EN ISO 7091 [7.25]. Prireikus gali būti naudojamos įžambiosios ar spyruoklinės poveržlės, atitinkančios tokio surinkimo reikalavimus.

Varžtinį surinkimą su neįtempiamaisiais varžtais turi sudaryti: varžtas, veržlė ir poveržlė pagal 6.2 lentelėje pateiktus derinius.

28. Pamatų inkarinių varžtų mechaninės savybės paprastai turi atitikti 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8, 8.8, 10.9 varžtų kokybės klases. Pamatų inkariniai varžtai gali būti pagaminti iš karštai valcuotųjų plienų S235, S275 ar S355 pagal LST EN 10025 – 2 [7.29] arba iš plienų S275 ar S355 pagal LST EN 10025 – 3 [7.30] ar LST EN 10025 – 4 [7.31]. Jei naudojami pamatų inkariniai varžtai, kurių galas pamate užlenktas kampu (žr. 6.1 a pav.), inkaravimo ilgis turi būti toks, kad suirimas neįvyktų iki varžto plienas pasieks takumo ribą. Inkaravimo ilgis turi būti apskaičiuojamas. Naudojant tokio tipo pamatų inkarinius varžtus, charakteristinis tempiamasis, gniuždomasis, lenkiamasis plieno stipris pagal takumo ribą negali būti didesnis nei 300 N/mm^2 .

Neįtempiamųjų varžtų surinkimas pagal LST L ENV 1090 – 1 [7.28]

Varžtai		Veržlės		Poveržlės	
Kokybės klasė	Standartas ²⁾	Standartas	Kokybės klasė	Standartas	Kietumo klasė
4.6	LST EN ISO 4016	LST EN 4034	4, kai $d > M16$	LST EN ISO 7091 ⁶⁾	100H V
4.8	LST EN ISO 4018		5, kai $d \leq M16$		
5.6	LST EN ISO 4014 LST EN ISO 4017	LST EN 4034	5		
5.8 ¹⁾	-	-	-		
6.8 ¹⁾	-	-	-		
8.8	LST EN ISO 4014 LST EN ISO 4017	LST EN 4032	8 ^{3) 4)}	LST EN ISO 7089 LST EN ISO 7090	200H V 200H V
			10 ^{3) 4)}		
10.9	LST EN ISO 4014 LST EN ISO 4017	LST EN 4032	10 ^{3) 5)}	LST EN ISO 7089 LST EN ISO 7090	300H V 300H V
		LST EN 4033	12 ⁵⁾		

Pastabos:

¹⁾ Kadangi nėra CEN ar ISO standartų, kuriuose būtų pateikti 5.8 ir 6.8 kokybės klasių varžtų ir veržlių surinkimo reikalavimai, šie varžtai gali atitikti LST EN ISO 4014 [7.17], LST EN ISO 4016 [7.16], LST EN ISO 4017 [7.18] ar LST EN ISO 4018 [7.19] standartų reikalavimus pagal matmenis ir tolerancijas (nors jie nenumatyti šiuose standartuose). Veržlių matmenys ir tolerancijos gali atitikti LST EN 4032 [7.20] ar LST EN 4034 [7.22] (nors jie nenumatyti šiuose standartuose) su sąlyga, kad yra atitinkamos kokybės klasės pagal LST EN 20898 – 2 [7.44].

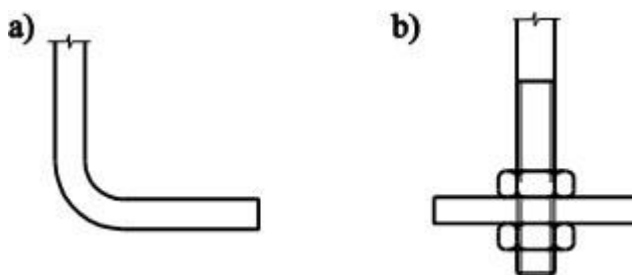
²⁾ 5.6, 8.8 ir 10.9 kokybės klasių varžtai pagal matmenis ir tolerancijas turi atitikti LST EN ISO 4016 [7.16], LST EN ISO 4017 [7.18] standartus (nors jie nenumatyti šiuose standartuose).

³⁾ 8 ar 10 kokybės klasės veržlės pagal matmenis ir tolerancijas turi atitikti LST EN ISO 4034 [7.22] standartus (nors jie nenumatyti šiuose standartuose).

⁴⁾ Jei 8.8 kokybės klasės varžtai pagal LST EN ISO 4014 [7.17] ar LST EN ISO 4017 [7.18] (arba kaip numatyta ²⁾ pastaboje) yra dengti metalu, veržlės turi būti 10 kokybės klasės.

⁵⁾ Jei 10.9 kokybės klasės varžtai pagal LST EN ISO 4014 [7.17] ar LST EN ISO 4017 [7.18] (ar kaip numatyta ²⁾ pastaboje) yra dengti metalu, veržlės turi būti 12 kokybės klasės ir atitikti LST EN ISO 4033 [7.21].

⁶⁾ 140 HV kietumo klasės poveržlės, atitinkančios LST EN ISO 7089 [7.23], taip pat gali būti naudojamos.



6.1 pav. Pamatų varžtų inkaravimo būdai:

a – užlenkiant galą kampą, b – naudojant inkarinę plokštelę, tvirtinamą veržlėmis

29. U formos varžtai antenų statinių atotampoms tvirtinti, taip pat U formos ir pamatų varžtai elektros linijų atramoms turi būti gaminami iš karštai valcuotųjų plienų S235, S275 ar S355 pagal LST EN 10025 – 2 [7.29] arba S275 ar S355 pagal LST EN 10025 – 3 [7.30] ar LST EN 10025 – 4 [7.31].

30. Pamatų inkarinių ir U formos varžtų veržlės turi atitikti LST EN 20898 – 2 [7.44] ir vieną iš kokybės klasių.

Leidžiama naudoti veržles iš plieno, atitinkančio varžtų plieną.

31. Jungtys įtempiamaisiais (stipriaisiais) varžtais – kai jungtyse veikiančios įrašos perduodamos trintimi, atsirandančia tarp jungiamųjų elementų sąlyčio paviršių, iš anksto įtempus varžtus.

Varžtinėms jungtims su įtempiamaisiais varžtais naudoti 8.8 ar 10.9 kokybės klasės varžtus pagal LST EN ISO 4014 [7.17], LST EN ISO 4017 [7.18]. Taip pat galima imti ir kitokius stipriuosius varžtus, veržles ir poveržles, kurių mechaninės savybės atitinka nurodytus reikalavimus: varžtų – LST EN ISO 898 – 1 [7.13], veržlių – LST EN ISO 20898 – 2 [7.44], poveržlių – LST EN ISO 887 [7.12].

32. Kabamųjų denginių laikančiosioms konstrukcijoms, elektros linijų ir atvirų skirstomųjų pastočių įrangos atramų atotampoms, stiebams ir bokštams, taip pat įtemptųjų konstrukcijų tempiamiesiems elementams naudojami spiraliniai, dvivijai uždarieji lynai, lygiagrečių vielų pluoštai ir vijos iš lynų vielos, atitinkančios LST EN 10264 – 1 [7.37].

III SKIRSNIS. MEDŽIAGŲ IR JUNGIMO PRIEMONIŲ CHARAKTERISTIKOS

33. Lakštinių gaminių, ilgųjų valcuotųjų, tuščiavidurių statybinių profiliuotųjų skaičiuotiniai stipriai, esant įvairiems įtempimų būviams, nustatomi pagal formules, pateiktas 6.3 lentelėje.

6.3 lentelė

Plieno skaičiuotinių stiprių nustatymas

Įtempimų būvis		Žymuo	Lakštinių, valcuotųjų gaminių ir vamzdžių plieno skaičiuotinis stipris
Tempimas, gniuždymas ir lenkimas	Pagal takumo ribą	$f_{y,d}$	$f_{y,d} = f_y / \gamma_M$
	Pagal stiprumo ribą	$f_{u,d}$	$f_{u,d} = f_u / \gamma_M$
Šlytis		$f_{s,d}$	$f_{s,d} = 0,58 f_y / \gamma_M$
Galinio paviršiaus glemžimas (prigludinus paviršius)		$f_{p,d}$	$f_{p,d} = f_u / \gamma_M$
Vietinis glemžimas ritininiuose lankstuose (šarnyruose) glaudaus sąlyčio atveju		$f_{l,d}$	$f_{l,d} = 0,5 f_u / \gamma_M$
Ritinio (parito) skersinis gniuždymas laisvo lietimosi atveju		$f_{c,d}$	$f_{c,d} = 0,025 f_u / \gamma_M$
Tempimas gaminių storio kryptimi (iki 60 mm)		$f_{th,d}$	$f_{th,d} = 0,5 f_u / \gamma_M$
Žymuo. γ_M – medžiagos patikimumo koeficientas (žr. 35 p.)			

34. Naudojamos fizikinių plieno savybių reikšmės pateiktos 6.4 lentelėje.

6.4 lentelė

Fizikinės plieno savybės

Savybė	Reikšmė
Tamprumo modulis	$E = 210000 \text{ N/mm}^2$
Šlyties modulis	$G = E/2(1+\nu)$
Plieno skersinės deformacijos (Puasono) koeficientas	$\nu = 0,3$
Tiesinio šiluminio plėtimosi koeficientas	$\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \quad (T \leq 100^\circ\text{C})$
Tankis	$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

35. Lakštinių gaminių, ilgųjų valcuotųjų, tuščiavidurių (apvalių, keturkampių) statybinių profiliuotųjų medžiagos patikimumo koeficientas $\gamma_M = 1,1$.

36. Lakštinių ir ilgųjų valcuotųjų statybinių profiliuotųjų tempiamieji, gniuždomieji, lenkiamieji plieno charakteristiniai stipriai pateikti 6.5 lentelėje, karštuoju būdu iš konstrukcinių plienų pagamintų tuščiavidurių statybinių profiliuotųjų – 6.7 ir 6.8 lentelėse, o šalta formuotų

virintinių tuščiavidurių statybinių profiliuotųjų iš konstrukcinio plieno – 6.9 ir 6.10 lentelėse. Konstrukcinio plieno išoksidinimo metodas, plieno pogrupiai, santykinio pailgėjimo rodikliai bei smūginio tašio reikšmės pateiktos 5 priedo 1-6 lentelėse.

6.5 lentelė

Karštai valcuotųjų gaminių konstrukcinio plieno mechaninės savybės

Standartas ir plienai	Stipris pagal takumo ribą f_y (N/mm ²)								Stipris pagal stiprumo ribą f_u (N/mm ²)			
	Nominalusis storis ¹⁾ , mm								Nominalusis storis ¹⁾ , mm			
	≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 80	> 80 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 200	> 200 ≤ 250	< 3	≥ 3 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 250
LST EN 10025 – 2 [7.29]	Nelegiruotasis konstrukcinis plienas											
S235JR S235J0 S235J2	235	225	215	215	215	195	185	175	360	360	350	340
S275JR S275J0 S275J2	275	265	255	245	235	225	215	205	430	410	400	380
S355JR S355J0 S355J2 S355K2	355	345	335	325	315	295	285	275	510	470	450	450
S450J0 ²⁾	450	430	410	390	380	380	-	-	-	550	530	-
E295 ³⁾	295	285	275	265	255	245	235	225	490	470	450	440
E335 ³⁾	335	325	315	305	295	275	265	255	590	570	550	540
E360 ³⁾	360	355	345	335	325	305	295	285	690	670	650	640
LST EN 10025 – 3 [7.30]	Normalizuotasis/apdirbtas normalizaciniu valcavimu suvirinamasis smulkiagrūdis konstrukcinis plienas											
S275N/NL	275	265	255	245	235	225	215	205	370	370	350	350
S355N/NL	355	345	335	325	315	295	285	275	470	450	450	450
S420N/NL	420	400	390	370	360	340	330	320	520	500	500	500
S460N/NL	460	440	430	410	400	380	370	-	540	540	530 ⁴⁾	-
LST EN 10025 – 5 [7.32]	Pagerinto atsparumo atmosferiniai korozijai konstrukcinis plienas											
S235J0W S235J2W	235	225	215	215	215	195	-	-	360	360	350	-
S355J0W S355J2W S355K2W	355	345	335	325	315	295	-	-	510	470	450	-
Pastabos: ¹⁾ Ilgųjų valcuotųjų gaminių nominalusis storis atitinka skerspjūvio lentynos storį. ²⁾ Tik ilgiesiems valcuotiesiems gaminiams. ³⁾ Šie plienai loviams, kampuočiams ir profiliuotiesiems gaminti paprastai nenaudojami. ⁴⁾ Iki 200 mm storio gaminiams.												

6.6 lentelė

Karštai valcuoti konstrukcinio plieno gaminiai. Termomechanškai valcuoto suvirinamojo smulkiagrūdžio konstrukcinio plieno mechaninės savybės pagal LST EN 10025-4 [7.31]

Plienai	Stipris pagal takumo ribą f_y (N/mm ²)						Stipris pagal stiprumo ribą f_u (N/mm ²)				
	Nominalusis storis ¹⁾ , mm						Nominalusis storis ¹⁾ , mm				
	≤ 16	>16 ≤ 40	>40 ≤ 63	>63 ≤ 80	>80 ≤ 100	>100 ≤ 120 ²⁾	≤ 40	>40 ≤ 63	>63 ≤ 80	>80 ≤ 100	>100 ≤ 120

S275M/ML	275	265	255	245	245	240	370	360	350	350	350
S355M/ML	355	345	335	325	325	320	470	450	440	440	430
S420M/ML	420	400	390	380	370	365	520	500	480	470	460
S460M/ML	460	440	430	410	400	385	540	530	510	500	490
Pastabos: ¹⁾ Ilgųjų valcuotųjų gaminių nominalusis storis atitinka skerspjūvio lentynos storį. ²⁾ Ilgiesiems valcuotiesiems gaminiams iki 150 mm storio.											

6.7 lentelė

Karštuoju būdu iš nelegiruotojo konstrukcinio plieno pagamintų tuščiavidurių statybinių profiliuotų plieno charakteristikos

Standartas ir plienai	Stipris pagal takumo ribą f_y (N/mm ²)			Stipris pagal stiprumo ribą f_u (N/mm ²)	
	Nominalusis storis, mm			Nominalusis storis, mm	
LST EN 10210 – 1 [7.35]	≤ 16	>16 ≤ 40	> 40 ≤ 65	< 3	≥ 3 ≤ 65
S235JRH	235	225	215	360	340
S275J0H	275	265	255	430	410
S275J2H					
S355J0H	355	345	335	510	490
S355J2H					

6.8 lentelė

Karštuoju būdu iš smulkiagrūdžio konstrukcinio plieno pagamintų tuščiavidurių statybinių profiliuotų plieno charakteristikos

Standartas ir plienai	Stipris pagal takumo ribą f_y (N/mm ²)			Stipris pagal stiprumo ribą f_u (N/mm ²)
	Nominalusis storis, mm			
LST EN 10210 – 1 [7.35]	≤ 16	>16 ≤ 40	> 40 ≤ 65	
S275NH	275	265	255	370
S275NLH				
S355NH	355	345	335	470
S355NLH				
S460NH	460	440	430	550
S460NLH				

6.9 lentelė

Šaltai formuotų virintinių tuščiavidurių statybinių profiliuotų iš nelegiruotojo konstrukcinio plieno, kai storis mažesnis arba lygus 40 mm¹⁾, plieno charakteristikos

Standartas ir plienai	Stipris pagal takumo ribą f_v (N/mm ²)		Stipris pagal stiprumo ribą f_u (N/mm ²)	
	Nominalusis storis, mm		Nominalusis storis, mm	
LST EN 10219 – 1 [7.35]	≤ 16	>16 ≤ 40	< 3	≥ 3 ≤ 40
S235JRH	235	225	360	340
S275J0H	275	265	430	410
S275J2H				
S355J0H	355	345	510	490
S355J2H				
Pastaba. ¹⁾ Tik apvaliųjų vamzdžių sienutės storis galimas didesnis nei 24 mm.				

Šaltai formuotų virintinių tuščiavidurių statybinių profiliuotųjų iš smulkiagrūdžio konstrukcinio plieno, kai storis mažesnis arba lygus 40 mm¹⁾, plieno charakteristikos

Standartas ir plienai	Stipris pagal takumo ribą f_y (N/mm ²)		Stipris pagal stiprumo ribą f_u (N/mm ²)
	Nominalusis storis, mm		Nominalusis storis, mm
LST EN 10219 – 1 [7.36]	≤ 16	>16 ≤ 40	≤ 40
S275MH ²⁾	275	265	360
S275MLH			
S275NH ²⁾			
S275NLH	275	265	370
S355MH	355	345	450
S355MLH			
S355NH			
S355NLH	355	345	470
S420MH	420	400	500
S420MLH			
S460NH/ MH			
S460NLH/ MLH	460	440	550

Pastabos:

¹⁾ Tik apvaliųjų vamzdžių sienelės storis galimas didesnis nei 24 mm.

²⁾ Žaliavos tiekimo sąlygos:

N – normalizuotoji/normalizuotoji valcuotoji, N ir NL kokybės plienui;

M – termomechaniskai valcuota, M ir ML kokybės plienui.

37. Liejinių iš anglingojo plieno ir pilkojo ketaus charakteristiniai stipriai imami iš atitinkamų standartų.

38. Įvairių tipų bei įtempių būvių veikiamų suvirintinių jungčių skaičiuotiniai stipriai nustatomi pagal 6.11 lentelę.

Suvirintinių jungčių skaičiuotinių stiprių nustatymas

Suvirintinės jungtys	Įtempių būvis		Sąlyginis žymuo	Suvirintinių jungčių skaičiuotinis stipris
Sandūrinės	Gniuždymas, tempimas ir lenkimas suvirinant automatinio, pusiau automatinio ar rankiniu būdu ir atliekant fizikinę siūlių kokybės kontrolę	Pagal takumo ribą	$f_{w,y,d}$	$f_{w,y,d} = f_{y,d}$
		Pagal stiprumo ribą	$f_{w,u,d}$	$f_{w,u,d} = f_{u,d}$
	Tempimas ir lenkimas suvirinant automatinio, pusiau automatinio ar rankiniu būdu	Pagal takumo ribą	$f_{w,y,d}$	$f_{w,y,d} = 0,85 f_{y,d}$
	Šlytis		$f_{w,s,d}$	$f_{w,s,d} = f_{s,d}$
Kertinėmis (kampinėmis) siūlėmis	Kirpimas (sąlyginis)	Per siūlės metalą	$f_{vw,f,d}$	$f_{vw,f,d} = 0,55 \frac{f_{vw,u}}{\gamma_{Mw}}$
		Per sulydymo srities metalą	$f_{vw,z,d}$	$f_{vw,z,d} = 0,45 f_u$

Pastabos:

1. Rankiniu būdu virinamoms siūlėms $f_{vw,u}$ reikšmės imamos lygios siūlės metalo charakteristinėms stiprio pagal stiprumo ribą reikšmėms, nurodytoms LST EN 499 [7.7] ir LST EN 757 [7.9].
2. Automatinio ar pusiau automatinio būdu virinamoms siūlėms $f_{vw,u}$ reikšmės nurodytos LST EN 440 [7.6], LST EN 756 [7.8], LST EN 758 [7.10], LST EN 12534 [7.38], ar LST EN 12535 [7.39] (žr. šio Reglamento 12-15 lenteles).
3. Virintinės (lydytinės) siūlės metalo medžiagos patikimumo koeficiento γ_{Mw} reikšmės imamos lygios: 1,25 – kai $f_{vw,u}$ ne didesnis nei 560 N/mm²; 1,35 – kai $f_{vw,u}$ lygus 610 N/mm² ar didesnis.

39. Sudurtinių siūlių skaičiuotiniai stipriai, jungiant elementus iš plieno, kurio charakteristiniai stipriai skirtingi, turi būti imami kaip sudurtinėms siūlėms, jungiančioms elementus iš plieno, kurio charakteristinis stipris mažesnis.

40. Kertinių (kampinių) virintinių (lydytinių) siūlių, suvirintų glaistytaisiais elektrodais, metalo charakteristiniai stipriai pateikti 6.12 lentelėje.

41. Nelegiruotojo ir smulkiagrūdžio plieno lankinio suvirinimo apsauginėse dujose elektrodine viela siūlės metalo charakteristiniai stipriai pateikti 6.13 lentelėje.

42. Nelegiruotojo ir smulkiagrūdžio plieno lankinio suvirinimo apsauginėse dujose elektrodine arba savisaugė viela siūlės metalo charakteristiniai stipriai pateikti 6.14 lentelėje.

43. Stipriojo plieno lankinio suvirinimo apsauginėse dujose elektrodine milteline viela su užpildu siūlės metalo charakteristiniai stipriai pateikti 6.15 lentelėje.

44. Nelegiruotojo ir smulkiagrūdžio plieno lankinio suvirinimo po flisu elektrodine viela siūlės metalo charakteristiniai stipriai pateikti 6.16 lentelėje.

6.12 lentelė

Kertinių (kampinių) virintinių (lydytinių) siūlių, suvirintų glaistytaisiais elektrodais, metalo charakteristiniai stipriai

Žymuo	Standartas	$f_{vw,u}$ N/mm ²
E 35	LST EN 499 [7.7]	440
E 38		470
E 42		500
E 46		530
E 50		560
E 55	ST EN 757 [7.9]	610
E 62		690
E 69		760
E 79		880
E 89		980

6.13 lentelė

Kertinių (kampinių) virintinių (lydytinių) siūlių, suvirintų apsauginėse dujose elektrodine viela, metalo charakteristiniai stipriai

Žymuo	Standartas	$f_{vw,u}$ N/mm ²
G 35	LST EN 440 [7.6]	440
G 38		470
G 42		500
G 46		530
G 50		560
G 55	LST EN 12534 [7.39]	640
G 62		700
G 69		770
G 79		880

G 89		940
------	--	-----

6.14 lentelė

Kertinių (kampinių) virintinių (lydytinių) siūlių, suvirintų apsauginėse dujose elektrodine arba savisaugė viela, metalo charakteristiniai stipriai

Žymuo	Standartas	$f_{vw,u}$ N/mm ²
T 35	LST EN 758 [7.10]	440
T 38		470
T 42		500
T 46		530
T 50		560

6.15 lentelė

Kertinių (kampinių) virintinių (lydytinių) siūlių, suvirintų apsauginėse dujose elektrodine milteline viela su užpildu, metalo charakteristiniai stipriai

Žymuo	Standartas	$f_{vw,u}$ N/mm ²
T 55	LST EN 12535 [7.38]	640
T 62		700
T 69		770
T 79		880
T 89		940

6.16 lentelė

Kertinių (kampinių) virintinių (lydytinių) siūlių, suvirintų po flisu elektrodine viela, metalo charakteristiniai stipriai

Žymuo	Standartas	$f_{vw,u}$ N/mm ²
S 35	LST EN 756 [7.8]	440
S 38		470
S 42		500
S 46		530
S 50		560

45. Jungčių, sujungtų vienu varžtu, skaičiuotiniai stipriai nustatomi pagal formules, pateiktas 6.17 lentelėje.

46. Charakteristiniai varžtų plieno stipriai pagal takumo ir stiprumo ribas pateikti 6.18 lentelėje.

6.17 lentelė

Varžtinių jungčių skaičiuotinių stiprių nustatymas

Įtempių būvis	Žymuo	Jungčių, sujungtų vienu varžtu, skaičiuotiniai stipriai							
		Kerpant ir tempiant varžtus, kurių kokybės klasės						Glemžiant jungiamuosius elementus, kurių plieno takumo riba iki 440 N/mm ²	
		4.6	5.6	6.8	4.8	5.8	8.8	10.9	
Kirpimas	$f_{bs,d}$	$f_{bs,d} = 0,38 f_{bu}$			$f_{bs,d} = 0,4 f_{bu}$		$f_{bs,d} = 0,4 f_{bu}$		-
Tempimas	$f_{bt,d}$	$f_{bt,d} = 0,42 f_{bu}$			$f_{bt,d} = 0,4 f_{bu}$		$f_{bt,d} = 0,5 f_{bu}$		-

Glemžimas: a) A gaminio klasės varžtai b) B ir C gaminio klasių varžtai	$f_{bp,d}$	-	-	-	$f_{bp,d} = (0,6+410 \frac{f_u}{E}) f_u$ $f_{bp,d} = (0,6+340 \frac{f_u}{E}) f_u$
Pastaba. Naudojamų 8.8 ar 10.9 kokybės klasės neįtempiamųjų varžtų skaičiuotinis stipris $f_{bp,d}$ nustatomas kaip B ir C gaminio klasių varžtų.					

6.18 lentelė

Charakteristiniai varžtų plieno stipriai pagal LST EN ISO 898 – 1 [7.13]

Varžtų kokybės klasė	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
f_{bv} (N/mm ²)	240	320	300	400	480	640	900
f_{bu} (N/mm ²)	400	400	500	500	600	800	1000

47. Pamatų inkarinių varžtų, pagamintų iš karštai valcuotojo plieno, skaičiuotinis tempiamasis stipris $f_{ba,d}$ apskaičiuojamas pagal formulę

$$f_{ba,d} = 0,5 f_u. \quad (6.1)$$

48. U formos varžtų, įvardytų 29 p., skaičiuotinis tempiamasis plieno stipris $f_{bv,d}$ nustatomas pagal formulę

$$f_{bv,d} = 0,45 f_u. \quad (6.2)$$

49. Iš anksto įtempiamųjų 8.8 ir 10.9 kokybės klasių varžtų skaičiuotinis tempiamasis plieno stipris $f_{bh,d}$ apskaičiuojamas pagal formulę

$$f_{bh,d} = 0,7 f_{bu}, \quad (6.3)$$

čia f_{bu} – charakteristinis varžtų plieno stipris pagal stiprumo ribą, 8.8 ir 10.9 kokybės klasės varžtams imamas iš 18 lentelės.

50. Skaičiuotinis stipriosios plieninės vielos, naudojamos pluoštams ir vijoms, tempiamasis plieno stipris $f_{dh,d}$ nustatomas pagal formulę

$$f_{dh,d} = 0,63 f_u. \quad (6.4)$$

51. Plieninio lyno skaičiuotinis atsparis (įrąža) tempimui apskaičiuojamas lyno visiško nutraukimo jėgą, nustatytą pagal plieninių lynų standartus ar tiekimo sąlygas, dalijant iš patikimumo koeficiento $\gamma_M = 1,6$.

VII SKYRIUS. SAUGOS RIBINIAI BŪVIAI**IV SKIRSNIS. KONSTRUKCIJŲ DARBO SĄLYGŲ KOEFICIENTAI**

52. Konstrukcinių elementų darbo sąlygų koeficiento γ_c reikšmės imamos vadovaujantis 7.1 lentele, 55 p. ir atitinkamais Reglamento skyriais.

53. Patikimumo koeficiento γ_u reikšmė lygi 1,3. Jis taikomas skaičiuojant konstrukcijų stiprumą, kai naudojamas plieno charakteristinis stipris pagal stiprumo ribą f_u .

54. Varžtinių jungčių darbo sąlygų koeficiento γ_b reikšmės imamos iš 7.33 lentelės bei Reglamento atitinkamų skyrių.

Elementų darbo sąlygų koeficientas

Konstrukcijų elementai	Darbo sąlygų koeficiento γ_c reikšmės
1. Vientisosios perdangų sijos ir gniuždomieji santvarų elementai po teatrų, klubų, kino teatrų salėmis, tribūnomis, po parduotuvių, knygų saugyklų, archyvų ir t. t. patalpomis, kai konstrukcijų svoris yra lygus ar didesnis už laikinąsias apkrovas.	0,9
2. Visuomeninių pastatų kolonos ir vandentiekio bokštų atramos.	0,95
3. Denginių ir perdangų suvirintinių santvarų tinklelio pagrindiniai gniuždomieji (išskyrus atraminius) sudėtinio tėjinio iš kampuočių skerspjūvio elementai, kai strypo liaunis $\lambda \geq 60$.	0,8
4. Ištinės (nekarpytosios) sijos, skaičiuojant bendrąjį pastovumą, kai $\phi_b < 1,0$.	0,95
5. Valcuotojo plieno templės, stygos, atotamos, pakabos.	0,9
6. Perdangų strypinių konstrukcijų elementai: a) gniuždomieji (išskyrus uždarus vamzdinius skerspjūvius), skaičiuojant jų pastovumą; b) tempiamieji suvirintuose konstrukcijose; c) tempiamieji, gniuždomieji, taip pat veikiami statinės apkrovos varžtinių jungčių antdėklai konstrukcijose (išskyrus konstrukcijas su įtempiamaisiais varžtais) iš plieno su takumo riba iki 440 N/mm ² , skaičiuojant jų stiprumą.	0,95 0,95 1,05
7. Vientisosios sudėtinės sijos, kolonos, taip pat veikiami statinės apkrovos jungčių antdėklai iš plieno su takumo riba iki 440 N/mm ² varžtinėse jungtyse (išskyrus jungtis su įtempiamaisiais varžtais), skaičiuojant jų stiprumą.	1,1
8. Valcuotųjų ir suvirintinių elementų skerspjūviai, taip pat veikiami statinės apkrovos antdėklai iš plieno su takumo riba iki 440 N/mm ² varžtinių jungčių (išskyrus jungčių su įtempiamaisiais varžtais) vietose, skaičiuojant stiprumą: a) vientisojo skerspjūvio sijų ir kolonų; b) perdangų strypinių konstrukcijų.	1,1 1,05
9. Erdvinių spragotųjų konstrukcijų iš pavienių lygiašonių ar nelygiašonių kampuočių (tvirtinamų didžiąja lentyna) gniuždomieji elementai: a) pritvirtinti tiesiogiai prie juostų viena lentyna virintinėmis siūlėmis arba dviem ir daugiau varžtais, išdėstytais išilgai kampuočio: spyriai pagal 7.9 a pav.; skersiniai pagal 7.9 b, c pav.; spyriai pagal 7.9 c, d, e pav.; b) pritvirtinti tiesiogiai prie juostų viena lentyna ir vienu varžtu (išskyrus nurodytus šios lentelės 9 c p.), taip pat pritvirtinti profiline detale, nepaisant jungimo būdo; c) sudėtingo kryžminio tinklelio vieno varžto jungtyse pagal 7.9 f pav.	0,9 0,9 0,8 0,75 0,7
10. Gniuždomieji elementai iš pavienių kampuočių, pritvirtintų viena lentyna (nelygiašoniams kampuočiams – tik mažesniąja lentyna), išskyrus konstrukcijų elementus, nurodytus šios lentelės 9 p., spyrius pagal 7.9 b pav., pritvirtinti tiesiogiai prie juostų virintinėmis siūlėmis arba dviem ir daugiau varžtų, išdėstytų išilgai kampuočio ir plokščiųjų santvarų iš pavienių kampuočių elementų.	0,75
11. Statinės apkrovos veikiamos atraminės plokštės iš plieno su takumo riba iki 285 N/mm ² , kai storis, mm: a) 40 ir mažiau; b) daugiau nei 40, iki 60; c) daugiau nei 60, iki 80.	1,2 1,15 1,1

Pastabos:

1. Darbo sąlygų koeficientų $\gamma_c < 1$ skaičiuojant vienu metu nevertinti.
2. Darbo sąlygų koeficientus, pateiktus 1 ir 6 b; 1 ir 7; 1 ir 8; 2 ir 7; 2 ir 8 a; 3 ir 6 c p., skaičiuojant vertinti kartu.
3. Darbo sąlygų koeficientų, pateiktų 3; 4; 6 a, c; 7; 8; 9 ir 10, taip pat 5 ir 6 b p. (išskyrus suvirintąsias sandūrinės jungtis), nevertinti skaičiuojant nurodytų elementų jungtis.
4. Šioje lentelėje neaptais atvejais imti $\gamma_c = 1$.

55. Skaičiuojant elementų iš pavienių kampuočių, kurių plieno takumo riba neviršija 380 N/mm^2 , skerspjūvių stiprumą pagal (7.5) formulę, kai kampuočiai tvirtinimas viena lentyna varžtais, išdėstytais viena eile, ir kai atstumai įrašos veikimo kryptimi nuo elemento krašto iki artimiausios skylės centro $e_1 \geq 1,5d_0$ ir tarp skylių centrų $p_1 \geq 2d_0$ (čia d_0 – varžto skylės skersmuo), darbo sąlygų koeficientas γ_c nustatomas pagal formulę

$$\gamma_c = \alpha_1 \frac{A_{net,1}}{A_{net}} + \alpha_2, \quad (7.1)$$

čia: A_{net} – grynasis (neto) kampuočio skerspjūvio plotas;

$A_{net,1}$ – tvirtinamos kampuočio lentynos skerspjūvio dalies tarp skylės krašto ir lentynos krašto skerspjūvio plotas;

α_1 ir α_2 – koeficientai, kai atstumai nuo varžto ašies iki kampuočio kampo ne mažesni kaip $0,5b$ (čia b – kampuočio lentynos plotis) ir iki lentynos krašto ne mažesni kaip $1,2d_0$, nustatomi pagal 7.2 lentelę.

Skaičiuojant A_{net} , $A_{net,1}$ ir d_0 reikšmes, būtina įvertinti teigiamą varžto skylės toleranciją.

Jungčių su vienu varžtu, kai atstumas įrašos kryptimi nuo elemento krašto iki varžto centro $2d_0 \geq e_1 \geq 1,35d_0$, (7.6) formulėje darbo sąlygų koeficientas γ_c nustatomas pagal formulę

$$\gamma_c = \beta \left(1,74 \frac{A_{net,1}}{A_{net}} + 0,05 \right), \quad (7.2)$$

čia: $\beta = 1$, kai $e_1 = 2d_0$; $\beta = 0,85$, kai $e_1 = 1,5d_0$, ir $\beta = 0,65$, kai $e_1 = 1,35d_0$.

Darbo sąlygų koeficientai γ_c , nustatyti šiame punkte ir 7.1 lentelės 5 p., vienu metu nevertinami.

7.2 lentelė

α_1 ir α_2 koeficientai

Koeficientas	α_1 ir α_2 reikšmės, kai varžtų skaičius eilėje			
	2	3	4	5
α_1	1,82	1,49	1,20	0,87
α_2	0,195	0,37	0,48	0,61

V SKIRSNIS. CENTRIŠKAI TEMPIAMIIEJI IR CENTRIŠKAI GNIUŽDOMIEJI ELEMENTAI

56. Tikrinant centriškai tempiamojo arba gniuždomojo elemento bet kurio skerspjūvio stiprumą, turi būti tenkinama sąlyga

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1,0, \quad (7.3)$$

čia: N_{Ed} – skaičiuotinė ašinės jėgos reikšmė;

$N_{pl,Rd}$ – skaičiuotinio ašinės jėgos veikiamo skerspjūvio stiprumo atspario pagal takumo ribą reikšmė apskaičiuojama taip:

$$N_{pl,Rd} = A_{net} f_{y,d} \gamma_c. \quad (7.4)$$

Tempiamųjų elementų iš pavienių kampuočių, pritvirtintų viena lentyna varžtais, skerspjūvių pritvirtinimo vietose stiprumas apskaičiuojamas pagal (7.3) ir (7.5) formules. Šiuo atveju (7.5) formulėje γ_c reikšmė apskaičiuojama pagal 55 p. nurodymus.

57. Tikrinant centriškai tempiamojo elemento bet kurio skerspjūvio stiprumą, kai $\frac{f_{u,d}}{\gamma_u} > f_{y,d}$ ir kurio naudojimas galimas plienui pasiekus takumo ribą, turi būti tenkinama sąlyga

$$\frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} \leq 1,0, \quad (7.5)$$

čia $N_{u,Rd}$ – skaičiuotinio ašinės jėgos veikiamo skerspjūvio stiprumo atspario pagal stiprumo ribą reikšmė, apskaičiuojama taip:

$$N_{u,Rd} = A_{net} \frac{f_{u,d}}{\gamma_u} \gamma_c, \quad (7.6)$$

čia γ_u imamas vadovaujantis 53 p.

58. Tikrinant centriškai gniuždomojo elemento pastovumą, turi būti tenkinama sąlyga

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1,0, \quad (7.7)$$

čia $N_{c,Rd}$ – skaičiuotinio centriškai gniuždomojo elemento pastovumo atspario reikšmė, apskaičiuojama taip:

$$N_{c,Rd} = \varphi \cdot A \cdot f_{y,d} \gamma_c. \quad (7.8)$$

Centriškai gniuždomojo elemento klupumo koeficiento φ reikšmė apskaičiuojama pagal formules:

kai $0 < \bar{\lambda} \leq 2,5$,

$$\varphi = 1,0 - \left(0,073 - 5,53 \frac{f_{y,d}}{E} \right) \bar{\lambda} \sqrt{\bar{\lambda}}; \quad (7.9)$$

kai $2,5 < \bar{\lambda} \leq 4,5$,

$$\varphi = 1,47 - 13,0 \frac{f_{y,d}}{E} - \left(0,371 - 27,3 \frac{f_{y,d}}{E} \right) \bar{\lambda} + \left(0,0275 - 5,53 \frac{f_{y,d}}{E} \right) \bar{\lambda}^2; \quad (7.10)$$

kai $\bar{\lambda} > 4,5$,

$$\varphi = \frac{332}{\bar{\lambda}^2 (51 - \bar{\lambda})}. \quad (7.11)$$

Sąlyginis elemento liaunis apskaičiuojamas taip:

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}}. \quad (7.12)$$

Skaitinės φ reikšmės pateiktos 1 priedo 1 lentelėje.

59. Centriškai gniuždomi strypai iš pavienių kampuočių skaičiuojami pagal 58 p. reikalavimus. Nustatant šių strypų liaunį, kampuočio skerspjūvio inercijos spindulys i ir skaičiuojamasis ilgis l_{eff} imami vadovaujantis 95-102 p. nurodymais.

Skaičiuojant erdvinių konstrukcijų iš pavienių kampuočių juostas ir tinklelio elementus, turi būti laikomasi Reglamento 337 p. reikalavimų.

60. Atvirojo II formos skerspjūvio gniuždomuosius ištisinėmis sienelėmis elementus, kai $\lambda_y < 3\lambda_z$, kur λ_y ir λ_z – elemento skaičiuojamieji liauniai plokštumose, statmenose y ir z ašims (žr. 7.1 pav.), rekomenduojama sustiprinti antdėklais arba tinkleliu. Šiuo atveju turi būti tenkinami 61 ir 63 p. reikalavimai.

Elementai, kurių skerspjūviai nesustiprinti antdėklais arba tinkleliu, be skaičiavimo pagal (7.5) formulę, tikrinami, kad neprarastų pastovumo susisukdami, pagal išraišką

$$\frac{N_{Ed}}{N_{TF,Rd}} \leq 1,0. \quad (7.13)$$

Skaičiuotinė centriškai gniuždomojo elemento sukamojo pastovumo atspario reikšmė apskaičiuojama taip:

$$N_{TF,Rd} = c \cdot \varphi_z A \cdot f_{y,d} \gamma_c. \quad (7.14)$$

Centriškai gniuždomojo elemento klupumo koeficientas φ_z apskaičiuojamas pagal 58 p. reikalavimus.

Koeficientas c nustatomas pagal formulę

$$c = \frac{2}{1 + \delta + \sqrt{(1 - \delta)^2 + \frac{16\alpha^2}{\mu}}}, \quad (7.15)$$

čia

$$\delta = \frac{4\rho}{\mu}, \quad (7.16)$$

$$\mu = \frac{8I_{\omega}}{I_z h^2} + 0,156 \frac{I_{tor}}{Ah^2} \lambda_z^2, \quad (7.17)$$

$\alpha = \alpha_y / h$ – santykinis atstumas tarp skerspjūvio sunkio ir lenkimo centrų.

Čia

$$\rho = \frac{I_y + I_z}{Ah^2} + \alpha^2, \quad (7.18)$$

$$I_{tor} = \frac{1}{3} \sum b_i t_i^3, \quad (7.19)$$

I_{ω} – skerspjūvio ploto sektorinis inercijos momentas;

b_i ir t_i – skerspjūvį sudarančių stačiakampių elementų plotis ir storis.

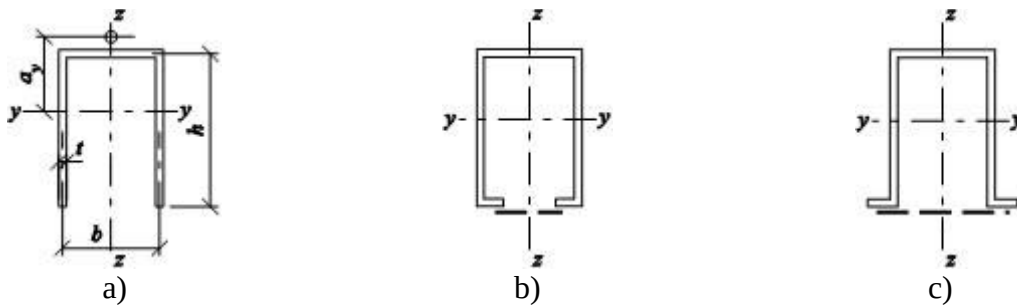
Skerspjūvio, pateikto 7.1 a pav., $\frac{I_{\omega}}{I_z h^2}$, $\frac{I_{tor}}{Ah^2}$ ir α reikšmės nustatomos pagal formules:

$$\frac{I_{\omega}}{I_z h^2} = \frac{39 + 2\beta}{(6 + \beta)^2}, \quad (7.20)$$

$$\frac{I_{tor}}{Ah^2} = \frac{1}{3} \left(\frac{t}{h} \right)^2, \quad (7.21)$$

$$\alpha = \frac{4(3 + \beta)}{(2 + \beta)(6 + \beta)}, \quad (7.22)$$

čia $\beta = b/h$.



7.1 pav. Π formos elementų skerspjūviai: a – atvirasis; b, c – sustiprintas antdėklais arba tinkleliu

61. Spragotojo skerspjūvio gniuždomųjų strypų, kurių šakos sujungtos antdėklais arba tinkleliu, koeficientas ϕ laisvosios ašies (statmenos antdėklų arba tinklelių plokštumoms) atžvilgiu nustatomas pagal (7.9)-(7.11) formules, keičiant jose $\bar{\lambda}$ į $\bar{\lambda}_L$. Sąlyginis lyginamasis spragotojo elemento liaunis apskaičiuojamas taip:

$$\bar{\lambda}_L = \lambda_L \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}}, \quad (7.23)$$

čia lyginamojo spragotojo elemento liaunio λ_L reikšmės apskaičiuojamos pagal formules, pateiktas 7.3 lentelėje.

Sragotojo skerspjūvio strypų su tinkleliu, be viso strypo pastovumo tikrinimo, būtina tikrinti atskirų šakų tarp tinklelio mazgų pastovumą.

Atskirų šakų tarp antdėklų liaunių $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ reikšmės turi būti ne didesnės kaip 40.

Sragotojo skerspjūvio strypų su tinkleliu atskirų šakų liaunis tarp mazgų turi būti ne didesnis kaip 80 ir neturi būti didesnis už viso spragotojo elemento lyginamąjį liaunį λ_L .

Kai vietoje antdėklų vienoje iš plokštumų yra ištisinis lakštas (žr. 7.1 b, c pav.), šakos liaunis apskaičiuojamas pagal pusės skerspjūvio inercijos spindulį ašies, statmenos antdėklų plokštumai.

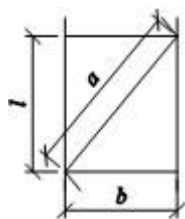
7.3 lentelė

Spragotojo skerspjūvio gniuždomųjų elementų lyginamasis liaunis

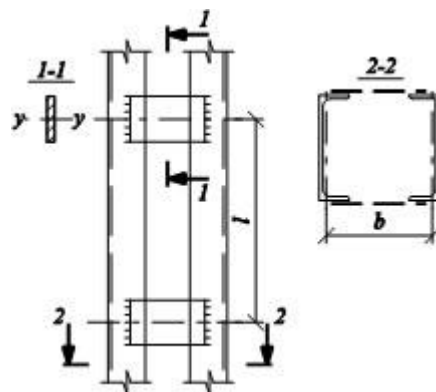
Skers pjūvio tipas	Skerspjūvio schema	Su antdėklais		Su tinkleliu
		$\frac{I_s l}{I_b b} < 5$	$\frac{I_s l}{I_b b} \geq 5$	
1		$\lambda_L = \sqrt{\lambda_z^2 + 0,82\lambda_1^2(1+n)}$ (7.24)	$\lambda_L = \sqrt{\lambda_z^2 + \lambda_1^2}$ (7.27)	$\lambda_L = \sqrt{\lambda_z^2 + \alpha_1 \frac{A}{A_{d1}}}$ (7.30)
2		$\lambda_L = \sqrt{\lambda^2 + 0,82[\lambda_1^2(1+n_1) + \lambda_2^2(1+n_2)]}$ (7.25)	$\lambda_L = \sqrt{\lambda^2 + \lambda_1^2 + \lambda_2^2}$ (7.28)	$\lambda_L = \sqrt{\lambda^2 + A \left(\frac{\alpha_1}{A_{d1}} + \frac{\alpha_2}{A_{d2}} \right)}$ (7.31)
3		$\lambda_L = \sqrt{\lambda^2 + 0,82\lambda_3^2(1+3n_3)}$ (7.26)	$\lambda_L = \sqrt{\lambda^2 + 1,3\lambda_3^2}$ (7.29)	$\lambda_L = \sqrt{\lambda^2 + \alpha_1 \frac{2A}{3A_d}}$ (7.32)
Žymenys: b - atstumas tarp šakų ašių; l - atstumas tarp antdėklų centrų; λ - didžiausias viso strypo liaunis; $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ - atskirų šakų liauniai plokštumose, statmenose 1, 2 ir 3 ašims, tarpuose tarp antdėklų (šviesioje) arba tarp kraštinių varžtų centrų; A - visas strypo skerspjūvio plotas; A_{d1}, A_{d2} - tinklelio spyrių skerspjūvių plotai (kai yra susikertantis tinklelis – iš dviejų spyrių) plokštumose, statmenose atitinkamai 1 ir 2 ašims; A_d - tinklelio spyrio skerspjūvio plotas (kai yra susikertantis tinklelis – iš dviejų spyrių), esančio vienos briaunos plokštumoje (tribriaunio lygiašonio strypo); α_1, α_2 - koeficientai, nustatomi pagal formulę $\alpha = 10 \frac{a^3}{b^2 l}$, čia a, b, l – matmenys, nustatomi pagal 7.2 pav.; n, n_1, n_2, n_3 - koeficientai, nustatomi pagal formules: $n = \frac{I_{b1} b}{I_s l}; \quad n_1 = \frac{I_{b1} b}{I_{s1} l}; \quad n_2 = \frac{I_{b2} b}{I_{s2} l}; \quad n_3 = \frac{I_{b3} b}{I_{s3} l};$ čia: I_{b1}, I_{b3} – šakų skerspjūvio inercijos momentai atitinkamai 1 ir 3 ašių atžvilgiu (1 ir 3 tipo skerspjūvių); I_{b1}, I_{b2} – tas pats dviejų kampuočių atitinkamai 1 ir 2 ašių atžvilgiu (2 tipo skerspjūvių);				

I_s – vieno antdėklo skerspjūvio inercijos momentas nuosavos y ašies atžvilgiu (žr. 7.3 pav.)

I_{s1}, I_{s2} – vieno iš antdėklų skerspjūvio inercijos momentas plokštumoje, statmenoje atitinkamai 1 ir 2 ašims (2 tipo skerspjūvio).



7.2 pav. Spyrinio tinklelio schema



7.3 pav. Spragotasis strypas su antdėklais

62. Sudėtiniai elementai iš kampuočių, lovių ir pan., sujungti glaudžiai arba su tarpais, skaičiuojami kaip vientisojo skerspjūvio su sąlyga, kad didžiausias atstumas tarp privirintų antdėklų (šviesoje) arba tarp kraštinių varžtų centrų neviršija:

gniuždomųjų elementų $40 i$,

tempiamųjų elementų $80 i$,

čia i – tęjinių ar dvitėjų skerspjūvių kampuočio ar lovio inercijos spindulys, imamas ašies, lygiagrečios su antdėklų išdėstymo plokštuma, atžvilgiu, o kryžminių skerspjūvių imamas mažiausias spindulys.

Visame gniuždomojo elemento ilgyje dedami ne mažiau kaip du tarpai.

63. Gniuždomųjų spragotųjų strypų jungiamųjų elementų (antdėklų, tinklelio) skaičiuotinė sąlyginė skersinė jėga V_{fic} , kuri laikoma pastovia visu elemento ilgiu, apskaičiuojama pagal formulę

$$V_{fic} = 7,15 \cdot 10^{-6} \left(2330 - \frac{E}{f_{y,d}} \right) \frac{N_{Ed}}{\varphi}, \quad (7.33)$$

čia: N_{Ed} – spragotojo elemento skaičiuotinė ašinė jėga;

φ – centriškai gniuždomo elemento klupumo koeficientas, imamas spragotojo skerspjūvio strypui jungiamųjų elementų plokštumoje.

Sąlyginė skersinė jėga V_{fic} paskirstoma:

a) kai yra tik antdėklai (tinklelis) – po lygiai tarp antdėklų (tinklelio), esančių plokštumose, statmenose ašiai, kurios atžvilgiu tikrinimas pastovumas;

b) kai yra ištisinis lakštas ir antdėklai (tinklelis) – po lygiai lakštui ir antdėklams (tinkleliui), esantiems plokštumose, lygiagrečiose su lakštu;

c) skaičiuojant lygiakraščius tribiaunius spragotuosius strypus, skaičiuotinė sąlyginė skersinė jėga, tenkanti jungiamųjų elementų sistemai, esančiai vienoje plokštumoje, imama lygi $0,8V_{fic}$.

64. Jungiamieji antdėklai ir jų prijungimas (žr. 7.3 pav.) skaičiuojamas kaip bespyrių santvarų elementų, veikiamų jėgos $F_{d,1}$, kerpančios antdėklą ir momento $M_{d,1}$, lenkiančio antdėklą jos plokštumoje. Šie dydžiai apskaičiuojami taip:

$$F_{d,1} = \frac{V_{fic,1} l}{b}, \quad (7.34)$$

$$M_{d,1} = \frac{V_{fic,1} l}{2}, \quad (7.35)$$

čia $V_{fic,1}$ – skaičiuotinė sąlyginė skersinė jėga, tenkanti vienos briaunos antdėklui.

65. Jungiamasis tinklelis skaičiuojamas kaip santvaros tinklelis. Skaičiuojant kryžminį tinklelį su statramsčiais (žr. 7.4 pav.), būtina įvertinti papildomą įrąžą $N_{ad,Ed}$, atsirandančią kiekviename spyryje dėl juostų apspaudimo. Ši įrąža apskaičiuojama pagal formulę

$$N_{ad,Ed} = \alpha \cdot N_{1,Ed} \frac{A_{d1}}{A_1}, \quad (7.36)$$

čia: $N_{1,Ed}$ – skaičiuotinė įrąža vienoje elemento šakoje;

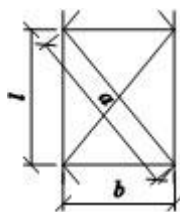
A_1 – vienos šakos skerspjūvio plotas;

A_{d1} – vieno spyrio skerspjūvio plotas;

α – koeficientas, apskaičiuojamas pagal formulę

$$\alpha = \frac{a \cdot l^2}{a^3 + 2b^3}, \quad (7.37)$$

čia a, b, l – matmenys, parodyti 7.4 pav.



7.4 pav. Kryžminio tinklelio su statramsčiais schema

66. Strypų, kuriais mažinamas gniuždomųjų elementų skaičiuojamasis ilgis, įrąža lygi skaičiuotinei sąlyginei skersinei jėgai pagrindiniame gniuždomajame elemente ir nustatoma pagal (7.33) formulę.

VI SKIRSNIS. LENKIAMIEJI ELEMENTAI

67. Vienoje iš svarbiausių plokštumų lenkiamųjų elementų (išskyrus siją su klupiąja ar perforuotąja siennele ir pokranines sijas) stiprumas tikrinamas pagal formulę

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0, \quad (7.38)$$

čia: M_{Ed} – skaičiuotinė lenkiamojo momento reikšmė;

$M_{c,Rd}$ – skaičiuotinio skerspjūvio lenkiamojo tampriojo stiprumo atspario reikšmė, apskaičiuojama taip:

$$M_{c,Rd} = W_{net,min} f_{y,d} \gamma_c. \quad (7.39)$$

Tikrinant lenkiamųjų elementų kerpamąjį stiprį, turi būti tenkinama sąlyga

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0, \quad (7.40)$$

čia: V_{Ed} – skaičiuotinė skersinės jėgos reikšmė;

$V_{c,Rd}$ – skaičiuotinio skerspjuvio kerpamojo atspario reikšmė, apskaičiuojama taip:

$$V_{c,Rd} = \frac{I \cdot t}{S} f_{s,d} \gamma_c. \quad (7.41)$$

Kai sienelė yra susilpninta varžtų skylėmis, $V_{c,Rd}$ reikšmė (7.41) formulėje dalijama iš koeficiento α , apskaičiuojamo pagal formulę

$$\alpha = \frac{a}{a - d_0}, \quad (7.42)$$

čia: a – skylių žingsnis; d_0 – skylių skersmuo.

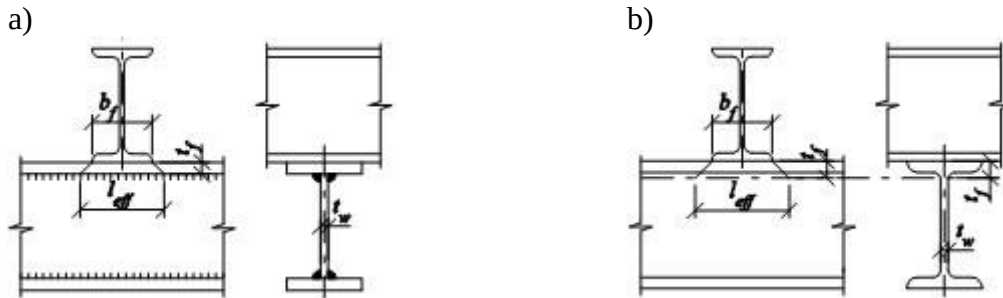
68. Skaičiuojant sijos sienelės stiprumą sutelktųjų apkrovų viršutinės juostos pridėjimo vietose ir atraminiuose pjūviuose, kai sienelė nesutvirtinta sąstandomis, vietinis įtempis apskaičiuojamas pagal formulę

$$\sigma_{w,loc,Ed} = \frac{F_d}{t_w l_{eff}} \leq f_{y,d} \gamma_c, \quad (7.43)$$

čia: F_d – skaičiuotinė sutelktosios apkrovos (jėgos) reikšmė; l_{eff} – skaičiuojamasis apkrovos išskirstymo ilgis, nustatomas pagal atrėmimo sąlygas. Atrėmimo, parodyto 7.5 pav., atveju

$$l_{eff} = b_f + 2t_f, \quad (7.44)$$

čia t_f – sijos viršutinės juostos storis, jeigu apatinė sija suvirintinė (žr. 7.5 a pav.), arba atstumas nuo juostos viršaus iki vidinio sienelės užapvalinimo pradžios, jeigu apatinė sija valcuotoji (žr. 7.5 b pav.).



7.5 pav. Sutelktosios apkrovos išskirstymo sijoje skaičiuojamojo ilgio nustatymo schema:
a – suvirintinėje; b – valcuotojoje

69. Sijų, skaičiuojamų pagal (7.38) formulę, sienelės turi tenkinti sąlygas:

$$\frac{\sqrt{\sigma_{w,x,Ed}^2 - \sigma_{w,x,Ed}\sigma_{w,z,Ed} + \sigma_{w,z,Ed}^2 + 3\tau_{w,xz,Ed}^2}}{1,15 f_{y,d} \gamma_c} \leq 1,0, \quad (7.45)$$

$$\frac{\tau_{w,xz,Ed}}{f_{s,d} \gamma_c} \leq 1,0, \quad (7.46)$$

čia: $\sigma_{w,x,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{I_{y,net}} z$ – normaliniai įtempiai sienelės vidurinėje plokštumoje, lygiagretūs su išilgine sijos ašimi;

$\sigma_{w,z,Ed}$ – tas pats, tik statmeni sijos išilginei ašiai, taip pat ir $\sigma_{w,loc,Ed}$, nustatomi pagal (7.43) formulę;

$$\tau_{w,xz,Ed} = \frac{V_{Ed} S_f}{I_{y,net} t_w} - \text{tangentiniai įtempiai; kai sienelė susilpninta varžtų skylėmis, } \tau_{w,xz,Ed}$$

didinami koeficientu α , kuris apskaičiuojamas pagal (7.42) formulę.

Įtempiai $\sigma_{w,x,Ed}$, $\sigma_{w,z,Ed}$, $\tau_{w,xz,Ed}$ nustatomi tame pačiame sijos taške. Įtempiai $\sigma_{w,x,Ed}$, $\sigma_{w,z,Ed}$ (7.45) formulėje imami su savo ženklais.

70. Dvitėjo skerspjūvio sijos, lenkiamos sienelės plokštumoje ir tenkinančios 67 ir 69 p. reikalavimus, pastovumas tikrinamas pagal formulę

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0. \quad (7.47)$$

Skaičiuotinis lenkiamojo elemento pastovumo atsparis apskaičiuojamas taip:

$$M_{b,Rd} = \varphi_b W_c f_{y,d} \gamma_c, \quad (7.48)$$

čia: φ_b – sijos sukamojo klupumo koeficientas, nustatomas pagal 2 priedą;

W_c – sijos skerspjūvio gniuždomojo krašto atsparumo momentas.

Nustatant φ_b reikšmę, sijos skaičiuojamasis ilgis l_{eff} imamas lygus atstumui tarp gniuždomosios juostos taškų, įtvirtintų nuo skersinių poslinkių (išilginių ar skersinių ramsčių mazgų, standžiojo pakloto tvirtinimo taškų); $l_{eff} = l$, kai ramsčių nėra (čia l – sijos tarpatramis); skaičiuojamasis gembės ilgis imamas $l_{eff} = l$, kai gembės gale gniuždomoji juosta neįtvirtinta horizontaliojoje plokštumoje (čia l – gembės ilgis) arba atstumui tarp gniuždomosios juostos įtvirtinimo taškų horizontaliojoje plokštumoje, kai juosta įtvirtinta gale ir visu gembės ilgiu.

71. Sijų pastovumo nereikia tikrinti:

a) kai apkrova perduodama per standų paklotą, ištaisai paremtą ir patikimai sujungtą su gniuždomąja sijos juosta (gelžbetoninės plokštės iš sunkiojo, lengvojo ir akytojo betono, plokščias ir profiliuotas metalo paklotas ir pan.);

b) kai yra simetrinio arba su platesne gniuždomąja juosta, kurio tempiamosios juostos plotis sudaro ne mažiau kaip 0,75 gniuždomosios juostos pločio, dvitėjo skerspjūvio sijos ir kai sijos skaičiuojamojo ilgio l_{eff} ir gniuždomosios juostos pločio b_f santykis neviršija reikšmių, nustatomų pagal 7.4 lentelės formules.

Gniuždomosios juostos tvirtinimo stiprumas horizontaliojoje plokštumoje turi būti apskaičiuotas esant faktinei arba sąlyginei skersinei jėgai. Šiuo atveju sąlyginė skersinė jėga nustatoma taip:

a) kai juosta įtvirtinta atskiruose taškuose, sąlyginė skaičiuotinė skersinė jėga apskaičiuojama pagal (7.33) formulę, kurioje φ nustatomas imant liaunį $\lambda = \frac{l_{eff}}{i}$ (čia i – gniuždomosios juostos inercijos spindulys horizontaliojoje plokštumoje), o N_{Ed} apskaičiuojamas pagal formulę

$$N_{Ed} = (A_f + 0,25A_w)f_{y,d}; \quad (7.49)$$

b) kai juosta pritvirtinta visu ilgiu, sąlyginė skaičiuotinė skersinė jėga apskaičiuojama pagal formulę

$$q_{fic} = 3 \frac{V_{fic}}{l}, \quad (7.50)$$

čia: q_{fic} – sąlyginė skersinė jėga sijos juostos ilgio vienetui;

V_{fic} – sąlyginė skersinė jėga, nustatoma pagal (7.33) formulę, kurioje $\varphi = 1,0$, o N_{Ed} nustatoma pagal (7.49) formulę.

7.4 lentelė

Didžiausios valcuotųjų ir suvirintinių sijų santykio $\frac{l_{eff}}{b_f}$ reikšmės

Apkrovos pridėjimo vieta	Didžiausios $\frac{l_{eff}}{b_f}$ reikšmės, kai valcuotųjų ir suvirintinių sijų pastovumo nereikia skaičiuoti (kai $1 \leq \frac{h_f}{b_f} \leq 6$ ir $15 \leq \frac{b_f}{t_f} \leq 35$)
Viršutinė juosta	$\frac{l_{eff}}{b_f} = \left[0,35 + 0,0032 \frac{b_f}{t_f} + \left(0,76 - 0,02 \frac{b_f}{t_f} \right) \frac{b_f}{h_f} \right] \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} \quad (7.51)$
Apatinė juosta	$\frac{l_{eff}}{b_f} = \left[0,57 + 0,0032 \frac{b_f}{t_f} + \left(0,92 - 0,02 \frac{b_f}{t_f} \right) \frac{b_f}{h_f} \right] \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} \quad (7.52)$
Neatsižvelgiant į apkrovos pridėjimo vietą, skaičiuojant sijos tarpą tarp ramsčių arba grynojo lenkimo atveju	$\frac{l_{eff}}{b_f} = \left[0,41 + 0,0032 \frac{b_f}{t_f} + \left(0,73 - 0,016 \frac{b_f}{t_f} \right) \frac{b_f}{h_f} \right] \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} \quad (7.53)$
Žymenys: b_f ir t_f – atitinkamai gniuždomosios juostos plotis ir storis; h_f – atstumas (aukštis) tarp juostų lakštų sunkio centrų. Pastabos: 1. $\frac{l_{eff}}{b_f}$ reikšmės dauginamos iš koeficiento 1,2, kai sijų juostos su sienele sujungtos įtempiamaisiais varžtais. 2. Formulėse imama $\frac{b_f}{t_f} = 15$, kai santykis $\frac{b_f}{t_f} < 15$.	

72. Dviejose svarbiausiose plokštumose lenkiamųjų elementų stiprumas tikrinamas pagal formulę

$$\frac{M_{y,Ed}}{I_{y,net}} z \pm \frac{M_{z,Ed}}{I_{z,net}} y \leq f_{y,d} \gamma_c, \quad (7.54)$$

čia y ir z – nagrinėjamojo taško koordinatės svarbiausių ašių atžvilgiu.

Sijos, skaičiuojamos pagal (7.54) formulę, sienelės stiprumas turi būti patikrintas dviejose svarbiausiose lenkimo plokštumose pagal (7.40), (7.45) ir (7.46) formules.

Kai tenkinami 71a p. reikalavimai, sijų, lenkiamų dviejose plokštumose, pastovumo tikrinti nereikia.

73. Veikiamos statinės apkrovos vientisojo skerspjūvio karpytosios sijos iš plieno, kurio takumo riba neviršija 530 N/mm^2 ir kurios tenkina 74-76, 115 ir 134 p. reikalavimus, stiprumas apskaičiuojamas įvertinant plastines deformacijas pagal formules:

a) lenkiant vienoje iš svarbiausių plokštumų, kai tangentiniai įtempiai $\tau \leq 0,9 f_{s,d}$ (išskyrus atraminius pjūvius):

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \leq 1,0, \quad (7.55)$$

čia skaičiuotinio skerspjūvio lenkiamojo atspario pagal takumo ribą reikšmė apskaičiuojama taip:

$$M_{pl,Rd} = c_{pl,1} W_{net,min} f_{y,d} \gamma_c; \quad (7.56)$$

b) lenkiant dviejose svarbiausiose plokštumose, kai tangentiniai įtempiai $\tau \leq 0,5 f_{s,d}$ (išskyrus atraminius pjūvius):

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} + \frac{M_{z,Rd}}{M_{pl,z,Rd}} \leq 1,0, \quad (7.57)$$

čia skaičiuotinių skerspjūvio lenkiamojo elemento atsparių pagal takumo ribą apie y ir z ašis reikšmės apskaičiuojamos taip:

$$M_{pl,y,Rd} = c_{pl,y} W_{y,net,min} f_{y,d} \gamma_c, \quad (7.58)$$

$$M_{pl,z,Rd} = c_{pl,z} W_{z,net,min} f_{y,d} \gamma_c, \quad (7.59)$$

čia: M_{Ed} , $M_{y,Ed}$ ir $M_{z,Rd}$ – skaičiuotinių lenkimo momentų absoliutinės reikšmės;

$c_{pl,1}$ – koeficientas, nustatomas pagal (7.63) ir (7.64) formules;

$c_{pl,y}$ ir $c_{pl,z}$ – koeficientai, imami iš 7.5 lentelės.

Atraminio sijos pjūvio, kai $M_{Ed} = 0$; $M_{y,Ed} = 0$ ir $M_{z,Ed} = 0$, stiprumas tikrinamas taip:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{w,c,Rd}} \leq 1,0, \quad (7.60)$$

čia skaičiuotinio skerspjūvio kerpamojo vidutinio atspario reikšmė apskaičiuojama pagal formulę

$$V_{w,c,Rd} = t_w h_w f_{s,d} \gamma_c. \quad (7.61)$$

Grynojo lenkimo zonoje sijos stiprumas tikrinamas pagal (7.55) ir (7.57) formules, o vietoj koeficientų $c_{pl,1}$, $c_{pl,y}$ ir $c_{pl,z}$ atitinkamai (7.56), (7.58) ir (7.59) formulėse imami šie koeficientai:

$$c_{pl,1m} = 0,5(1 + c_{pl}), c_{pl,ym} = 0,5(1 + c_{pl,y}), c_{pl,zm} = 0,5(1 + c_{pl,z}). \quad (7.62)$$

Kai pjūvyje vienu metu veikia momentas M_{Ed} ir skersinė jėga V_{Ed} , koeficientas $c_{pl,1}$ nustatomas pagal formules:

$$\text{kai } \tau_{w,Ed} \leq 0,5 f_{s,d}, \quad c_{pl,1} = c_{pl}; \quad (7.63)$$

$$\text{kai } 0,5 f_{s,d} < \tau_{w,Ed} \leq 0,9 f_{s,d}, \quad c_{pl,1} = 1,05\beta \cdot c_{pl}, \quad (7.64)$$

čia

$$\tau_{w,Ed} = \frac{V_{Ed}}{t_w h_w}, \quad (7.65)$$

$$\beta = \sqrt{\frac{1 - \left(\frac{\tau_{w,Ed}}{f_{s,d}} \right)^2}{1 - \alpha \left(\frac{\tau_{w,Ed}}{f_{s,d}} \right)^2}}, \quad (7.66)$$

čia: c_{pl} , $c_{pl,y}$, $c_{pl,z}$ – koeficientai, imami iš 7.5 lentelės;

t_w ir h_w – atitinkamai sienelės storis ir aukštis;

α – koeficientas; $\alpha = 0,7$ – dvitėjam skerspjūviui, lenkiamam sienelės plokštumoje; $\alpha = 0$ – kitos formos skerspjūviams;

$c_{pl,1}$ – koeficientas, ne mažesnis kaip 1,0 ir ne didesnis už koeficientą c_{pl} .

Siekiant optimizuoti sijas, jas skaičiuojant pagal 75, 115, 134 ir 211 p. reikalavimus koeficientų $c_{pl,1}$, $c_{pl,y}$ ir $c_{pl,z}$ reikšmės (7.56), (7.58) ir (7.59) formulėse leidžiama imti mažesnes, negu pateiktos 7.5 lentelėje, bet ne mažesnes kaip 1,0.

Kai sienelė susilpninta varžtų skylėmis, tangentinių įtempių $\tau_{w,Ed}$ reikšmės dauginamos, o skaičiuotinio skerspjūvio kerpamojo atspario $V_{c,Rd}$ ir skaičiuotinio skerspjūvio kerpamojo vidutinio atspario $V_{c,Rd,m}$ reikšmės dalijamos iš koeficiento α , nustatomo pagal (7.42) formulę.

74. Kintamojo skerspjūvio sijos stiprumas, vertinant plastines deformacijas, tikrinamas tik viename pjūvyje, kuriame veikia nepalankiausias M_{Ed} ir V_{Ed} įrašų derinys. Kituose pjūviuose plastinės deformacijos neleidžiamos.

Lenkiamųjų elementų iš plieno, kurio takumo riba neviršija 530 N/mm^2 , veikiamų dinaminių, vibracinių ir judamųjų apkrovų, stiprumą leidžiama tikrinti atsižvelgiant į plastines deformacijas, jei jos netrukdo naudoti konstrukciją ir įrangą.

75. Sijų, skaičiuojamų įvertinant plastines deformacijas, pastovumui užtikrinti reikia, kad būtų išpildyti 71a p. reikalavimai arba sijos skaičiuojamojo ilgio ir gniuždomosios juostos pločio santykio l_{eff} / b_f didžiausios reikšmės, nustatytos pagal 7.4 lentelės formules, būtų sumažintos, dauginant jas iš koeficiento:

$$\delta = \frac{1 - 0,7(c_{pl,1} - 1)}{c_{pl} - 1}, \quad (7.67)$$

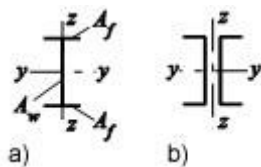
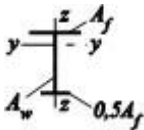
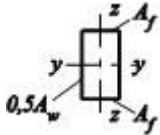
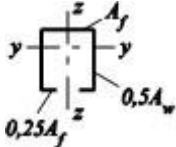
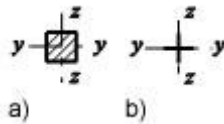
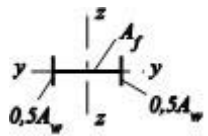
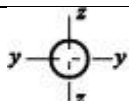
čia $1 < c_{pl,1} \leq c_{pl}$.

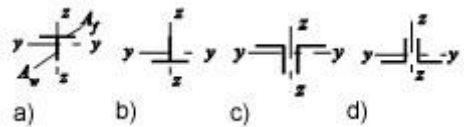
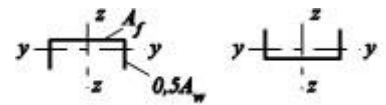
Skaičiuojant sijas, kurių gniuždomoji juosta yra mažesnė kaip tempiamoji, vertinti plastines deformacijas leidžiama tada, jei tenkinamos 71a p. sąlygos.

76. Sijų, kurios skaičiuojamos vertinant plastines deformacijas, sienelės turi būti sustiprintos sąstandomis pagal 120, 122 ir 123 p. reikalavimus. Sąstamos visada dedamos sutelktųjų apkrovų vietose.

7.5 lentelė

Plieninių konstrukcijų stiprumo skaičiavimo, įvertinant ribotas plastines deformacijas, $c_{pl}(c_{pl,y}), c_{pl,z}, n$ koeficientai

Skerspjuvio tipas	Skerspjuvio schema	$\frac{A_f}{A_w}$	Koeficientų reikšmės		
			$c_{pl}(c_{pl,y})$	$c_{pl,z}$	n kai $M_z = 0^*$
1		0,25	1,19	1,47	1,5
		0,5	1,12		
		1,0	1,07		
		2,0	1,04		
2		0,5	1,40	1,47	2,0
		1,0	1,28		
		2,0	1,18		
3		0,25	1,19	1,07	1,5
		0,5	1,12	1,12	
		1,0	1,07	1,19	
		2,0	1,04	1,26	
4		0,5	1,40	1,12	2,0
		1,0	1,28	1,20	
		2,0	1,18	1,31	
5		-	1,47	1,47	a) 2,0 b) 3,0
6		0,25	1,47	1,04	3,0
		0,5		1,07	
		1,0		1,12	
		2,0		1,19	
7		-	1,26	1,26	1,5

8	 a) b) c) d)	-	1,60	1,47	a) 3,0 b) 1,0
9		0,5	1,60	1,07	a) 3,0 b) 1,0
		1,0		1,12	
		2,0		1,19	

*) kai $M_z \neq 0$, $n = 1,5$, išskyrus 5a tipo skerspjūvį, kurio $n = 2$, ir 5b tipo skerspjūvį, kurio $n = 3$.
Pastaba. Nustatant koeficientus tarpinėms A_f / A_w reikšmėms taikoma tiesinė interpoliacija.

77. Veikiamos statinės apkrovos, pastovaus dvitėjo skerspjūvio lenkiamosios didžiausio standumo plokštumoje nekarpytosios įtvirtintais galais sijos, kai gretimų tarpatramių ilgiai skiriasi ne daugiau kaip 20 % ir yra įvykdyti 75, 76, 115 ir 134 p. reikalavimai, skaičiuojamos pagal (7.55) formulę, įvertinant momentų persiskirstymą atramose ir tarpatramiuose.

Skaičiuotinė lenkimo momento reikšmė nustatoma pagal formulę

$$M_{Ed} = \alpha \cdot M_{max}, \quad (7.68)$$

čia: M_{max} – didžiausias lenkimo momentas tarpatramyje ar atramoje, nustatomas imant nekarpytąją sijos skaičiuojamąją schemą ir tampriąją medžiagos elgseną;

α – momentų persiskirstymo koeficientas, nustatomas pagal formulę

$$\alpha = 0,5 \left(1 + \frac{M_{eff}}{M_{max}} \right). \quad (7.69)$$

Momentas M_{eff} lygus:

a) nekarpytųjų sijų su laisvai atremtais galais didžiausiai iš reikšmių:

$$M_{eff} = \max \left(\frac{M_1}{1 + \frac{a}{l}} \right), \quad (7.70)$$

$$M_{eff} = 0,5M_2, \quad (7.71)$$

čia simbolis max reiškia, kad būtina rasti didžiausią šios išraiškos reikšmę;

M_1 – lenkimo momentas kraštiniame tarpatramyje, apskaičiuojamas kaip laisvai paremtai vieno tarpatramio sijai;

M_2 – didžiausias lenkimo momentas tarpiniame tarpatramyje, apskaičiuojamas kaip laisvai paremtai vieno tarpatramio sijai;

a – atstumas nuo pjūvio, kuriame veikia momentas M_1 , iki kraštinės atramos;

l – kraštinio tarpatramio ilgis;

b) vieno tarpatramio ir nekarpytųjų sijų su standžiai įtvirtintais galais:

$$M_{eff} = 0,5M_3, \quad (7.72)$$

čia M_3 – didžiausias iš momentų, apskaičiuotų kaip lanksčiai atremtoms sijoms;

c) sijos su vienu standžiai įtvirtintu ir kitu laisvai paremtu galu M_{eff} reikšmė apskaičiuojama pagal (7.70) formulę.

Skersinės jėgos V_{Ed} reikšmė (7.65) formulėje imama M_{max} veikimo vietoje. Būtina patikrinti atraminį sijos pjūvį, jei M_{max} yra momentas tarpatramyje.

78. Nekarpytųjų ir standžiai įtvirtintų sijų, atitinkančių 77 p. reikalavimus, kai jos yra lenkiamos dviejuose svarbiausiose plokštumose ir $\tau_{w,Ed} \leq 0,5 f_{s,d}$, skerspjūvio atspariai skaičiuojami pagal (7.58) ir (7.59) formules, įvertinant atraminių ir tarpatramio momentų persiskirstymą dviejuose svarbiausiose plokštumose pagal 77 p. reikalavimus.

VII SKIRSNIS. AŠINĖS JĖGOS IR LENKIAMŲJŲ MOMENTŲ VEIKIAMIE ELEMENTAI

79. Ekscentriškai gniuždomų ir gniuždomųjų-lenkiamųjų elementų stiprumo skaičiuoti pagal (7.73) formulę nereikia, kai santykinio lyginamojo ekscentriciteto reikšmė $e_{rel,eff} \leq 20$, nėra susilpnintų skerspjūvių ir yra vienodos lenkimo momentų reikšmės, kurios imamos elemento stiprumui ir pastovumui skaičiuoti.

80. Ekscentriškai gniuždomų, gniuždomųjų-lenkiamųjų, ekscentriškai tempiamųjų ir tempiamųjų-lenkiamųjų elementų iš plieno, kurio takumo riba iki 530 N/mm^2 , neveikiamų tiesioginių dinaminių apkrovų ir kai $\tau_{w,Ed} \leq 0,5 f_{s,d}$ ir $\frac{N_{Ed}}{A_{net} f_{y,d}} > 0,1$, stiprumas tikrinamas pagal formulę

$$\left(\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right)^n + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,z,Rd}} \leq 1,0, \quad (7.73)$$

čia: N_{Ed} , $M_{y,Ed}$ ir $M_{z,Ed}$ – atitinkamai skaičiuotinės ašinės jėgos ir lenkimo momentų nepalankiausiuose deriniuose absoliutinės reikšmės;

$N_{pl,Rd}$, $M_{pl,y,Rd}$, $M_{pl,z,Rd}$ – skaičiuotiniai skerspjūvio atspariai pagal takumo ribą, apskaičiuojami pagal (7.4), (7.58) ir (7.59) formules;

n – imamas iš 7.5 lentelės.

Jei $\frac{N_{Ed}}{A_{net} f_{y,d}} \leq 0,1$, tai taikant (7.73) formulę turi būti tenkinamos 115 ir 134 p. sąlygos.

Kitais atvejais skaičiuojama pagal formulę

$$\frac{N_{Ed}}{A_{net}} \pm \frac{M_{y,Ed}}{I_{y,net}} z \pm \frac{M_{z,Ed}}{I_{z,net}} y \leq f_{y,d} \gamma_c, \quad (7.74)$$

čia y ir z – skerspjūvio nagrinėjamojo taško koordinatės svarbiausių ašių atžvilgiu.

81. Ekscentriškai gniuždomų ir gniuždomųjų-lenkiamųjų elementų pastovumas skaičiuojamas momento veikimo plokštumoje (plokščiojo pastovumo praradimo forma) ir iš momento veikimo plokštumos (lenkiamojo-sukamojo pastovumo praradimo forma).

82. Ekscentriškai gniuždomų ir gniuždomųjų-lenkiamųjų pastoviojo skerspjūvio elementų (įvertinant Reglamento 83 ir 88 p. reikalavimus) pastovumas momento veikimo plokštumoje, sutampančioje su simetrijos plokštuma, tikrinamas pagal formulę

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,c,Rd}} \leq 1,0. \quad (7.75)$$

Skaičiuotinis ekscentriškai gniuždomo elemento pastovumo atsparis lenkimo plokštumoje apskaičiuojamas pagal formulę

$$N_{NM,c,Rd} = \varphi_e A \cdot f_{y,d} \gamma_c. \quad (7.76)$$

Ekscentriškai gniuždomo elemento klupumo koeficientas φ_e nustatomas:

a) vientisojo skerspjūvio strypų pagal 1 priedo 2 lentelę, atsižvelgiant į sąlyginį strypo liaunį $\bar{\lambda}$ ir santykinį lyginamąjį ekscentricitetą $e_{rel,eff}$, kuris nustatomas pagal formulę

$$e_{rel,eff} = k_{shape} e_{rel}, \quad (7.77)$$

čia: k_{shape} – skerspjūvio formos koeficientas, nustatomas pagal 7.6 lentelę;

$$e_{rel} = \frac{eA}{W_c} - \text{santykinis ekscentricitetas (čia } e - \text{ ekscentricitetas; } W_c - \text{ skerspjūvio}$$

atsparumo momentas labiausiai gniuždomo krašto atžvilgiu);

b) spragotojo skerspjūvio strypų su tinkleliu arba antdėklais, išdėstytais plokštumose, lygiagrečiose su lenkimo plokštuma, pagal 1 priedo 3 lentelę, atsižvelgiant į spragotojo elemento sąlyginį lyginamąjį liaunį $\bar{\lambda}_L$ ($\bar{\lambda}_L$ nustatomas pagal 7.3 lentelę) ir santykinį ekscentricitetą e_{rel} , apskaičiuojamą pagal formulę

$$e_{rel} = e \frac{A \cdot a}{I}, \quad (7.78)$$

čia a – atstumas nuo svarbiausios skerspjūvio ašies, statmenos lenkimo plokštumai, iki labiausiai gniuždomos šakos, bet ne mažiau kaip atstumas iki šakos sienelės ašies.

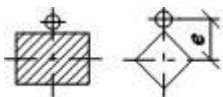
Apskaičiuojant ekscentricitetą $e = M_{Ed} / N_{Ed}$, M_{Ed} ir N_{Ed} reikšmės imamos vadovaujantis 84 p. reikalavimais.

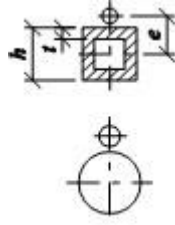
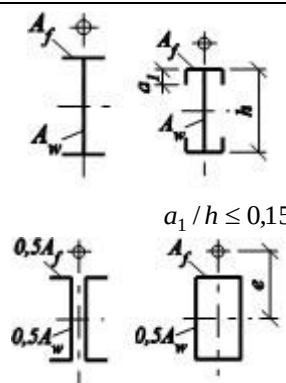
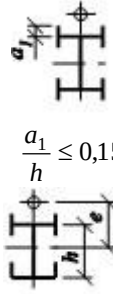
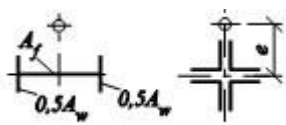
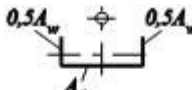
Ekscentriškai gniuždomų ir gniuždomųjų-lenkiamųjų tribriaunių spragotųjų strypų su tinkleliu ar antdėklais ir per visą elemento ilgį vienodu lygiašonių skerspjūviu pastovumas tikrinamas pagal XLIII skirsnio reikalavimus.

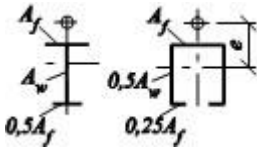
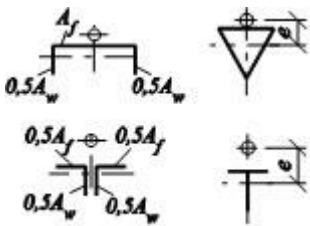
Vientisojo skerspjūvio strypų, kai $e_{rel,eff} > 20$, ir spragotojo skerspjūvio strypų, kai $e_{rel} > 20$, pastovumo skaičiuoti nereikia. Šiais atvejais elementai skaičiuojami kaip lenkiamieji elementai.

7.6 lentelė

Skerspjūvio formos koeficientas

Skerspjūvio tipas	Skerspjūvio schema	$\frac{A_f}{A_w}$	Koeficiento k_{shape} reikšmės			
			$0 \leq \bar{\lambda} \leq 5$		$\bar{\lambda} > 5$	
			$0,1 \leq e_{rel} \leq 5$	$5 < e_{rel} \leq 20$	$0,1 \leq e_{rel} \leq 5$	$5 < e_{rel} \leq 20$
1		-	1,0		1,0	

2	 $\frac{t}{h} = 0,25$	-	0,85		0,85
3		-	$0,75 + 0,02\bar{\lambda}$		0,85
4	 $\frac{t}{h} = 0,25$	-	$(1,35 - 0,05e_{rel}) - 0,01(5 - e_{rel})\bar{\lambda}$	1,1	1,1
5	 $a_1 / h \leq 0,15$	0,25	$(1,45 - 0,05e_{rel}) - 0,01(5 - e_{rel})\bar{\lambda}$	1,2	1,2
		0,50	$(1,75 - 0,1e_{rel}) - 0,02(5 - e_{rel})\bar{\lambda}$	1,25	1,25
		$\geq 1,0$	$(1,90 - 0,1e_{rel}) - 0,02(6 - e_{rel})\bar{\lambda}$	$1,4 - 0,02\bar{\lambda}$	1,30
6	 $\frac{a_1}{h} \leq 0,15$	-	$k_{shape,5} \times \left[1 - 0,3(5 - e_{rel})\frac{a_1}{h} \right]$	$k_{shape,5}$	$k_{shape,5}$
7	 $\frac{a_1}{h} \leq 0,15$	-	$k_{shape,5} \left(1 - 0,8\frac{a_1}{h} \right)$		$k_{shape,5} \left(1 - 0,8\frac{a_1}{h} \right)$
8		0,25	$(0,75 + 0,05e_{rel}) + 0,01(5 - e_{rel})\bar{\lambda}$	1,0	1,0
		0,50	$(0,50 + 0,1e_{rel}) + 0,02(5 - e_{rel})\bar{\lambda}$	1,0	1,0
		$\geq 1,0$	$(0,25 + 0,15e_{rel}) + 0,03(5 - e_{rel})\bar{\lambda}$	1,0	1,0
9		0,50	$(1,25 - 0,05e_{rel}) + 0,01(5 - e_{rel})\bar{\lambda}$	1,0	1,0

		$\geq 1,0$	$(1,50 - 0,1e_{rel}) + 0,02(5 - e_{rel})\bar{\lambda}$	1,0	1,0	
10		0,5	1,4	1,4		
		1,0	$1,6 - 0,01(5 - e_{rel})\bar{\lambda}$	1,6	$1,35 + 0,05e_{rel}$	1,6
		2,0	$1,8 - 0,02(5 - e_{rel})\bar{\lambda}$	1,8	$1,3 + 0,1e_{rel}$	1,8
11		0,5	$1,45 + 0,04e_{rel}$	1,65	$1,45 + 0,04e_{rel}$	1,65
		1,0	$1,8 + 0,12e_{rel}$	2,4	$1,8 + 0,12e_{rel}$	2,4
		1,5	$2,0 + 0,25e_{rel} + 0,1\bar{\lambda}$	-	-	-
		2,0	$3,0 + 0,25e_{rel} + 0,1\bar{\lambda}$	-	-	-

Pastabos:

1. Skaičiuojant 5-7 skerspjūvių tipų A_f / A_w reikšmes, lentynų vertikaliųjų elementų plotas neįskaitomas.

2. 6 ir 7 skerspjūvių tipų $k_{shape,5}$ imamas lygus 5-ojo skerspjūvio tipui k_{shape} , kai A_f / A_w reikšmės yra tos pačios.

83. Ekscentriškai gniuždomų elementų iš plieno, kurio takumo riba didesnė kaip 530 N/mm², turinčių ryškiai nesimetrinį skerspjūvį (10 ir 11 skerspjūviai 7.6 lentelėje), be skaičiavimo pagal (7.75) formulę, stiprumas turi būti patikrintas pagal formulę

$$\left| \frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} - \frac{M_{Ed}}{M_{u,Rd}} \right| \leq 1,0, \quad (7.79)$$

čia $N_{u,Rd}$ apskaičiuojama pagal (7.6) formulę, o skaičiuotinis skerspjūvio lenkiamasis atsparis pagal stiprumo ribą apskaičiuojamas taip:

$$M_{u,Rd} = \delta \cdot W_{net,t} \frac{f_{u,d}}{\gamma_u} \gamma_c. \quad (7.80)$$

Grynojo atsparumo momento $W_{net,t}$ reikšmė apskaičiuojama skerspjūvio tempiamojo krašto atžvilgiu, o koeficientas δ nustatomas pagal formulę

$$\delta = 1 - \frac{N_{Ed} \lambda^2}{\pi^2 EA}. \quad (7.81)$$

84. Skaičiuotinės ašinės jėgos N_{Ed} ir lenkimo momento M_{Ed} reikšmės apskaičiuojamos esant nedeformuotam būviui ir taikant plieno tampriųjų deformacijų prielaidą. Įrašos imamos iš to paties skaičiuotinių apkrovų situacijų derinio.

Šiuo atveju M_{Ed} reikšmės imamos:

a) rėminių sistemų pastoviojo skerspjūvio kolonų – didžiausiam momentui per visą kolonos ilgį;

b) pakopinių kolonų – didžiausiam kolonos dalies, kurioje yra pastovusis skerspjūvis, momentui;

c) kolonų su vienu standžiai įtvirtintu galu ir kitu laisvu galu – momentui įtvirtinimo pjūvyje, bet ne mažiau kaip pjūvyje, nutolusiame per kolonos ilgio trečdalį nuo įtvirtinimo;

d) gniuždomųjų viršutinių santvarų ir struktūrinių plokščių juostų, apkrautų nemazgine apkrova, – didžiausiam momentui juostos tarpmazgio viduriniame trečdalyje, apskaičiuotam imant juostą kaip tampriąją nekarpytąją siją;

e) gniuždomųjų strypų lanksčiai (šarnyriškai) įtvirtintais galais, kurių skerspjūviai turi vieną simetrijos ašį, sutampančią su lenkimo plokštuma, – momentui, nustatomam pagal 7.7 lentelės formules.

Gniuždomiesiems strypams lanksčiai (šarnyriškai) įtvirtintais galais, kurių skerspjūviai turi dvi simetrijos ašis, ekscentricitetų $e_{rel,eff}$ reikšmės nustatomos pagal 1 priedo 4 lentelę.

7.7 lentelė

Skaičiuotinės M_{Ed} reikšmės

Santykinis ekscentricitetas, atitinkantis $M_{Ed,max}$	Skaičiuotinės M_{Ed} reikšmės, kai sąlyginis elemento liaunis lygus	
	$\bar{\lambda} < 4$	$\bar{\lambda} \geq 4$
$e_{rel} \leq 3$	$M_{Ed} = M_{Ed,2} = M_{Ed,max} - \frac{\bar{\lambda}}{4}(M_{Ed,max} - M_{Ed,1})$	$M_{Ed} = M_{Ed,1}$
$3 < e_{rel} \leq 20$	$M_{Ed} = M_{Ed,2} + \frac{e_{rel} - 3}{17}(M_{Ed,max} - M_{Ed,2})$	$M_{Ed} = M_{Ed,1} + \frac{e_{rel} - 3}{17}(M_{Ed,max} - M_{Ed,1})$
Žymenys: $M_{Ed,max}$ - didžiausias lenkimo momentas per visą strypo ilgį; $M_{Ed,1}$ - didžiausias lenkimo momentas viduriniame strypo trečdalyje, bet ne mažiau kaip $0,5M_{Ed,max}$; e_{rel} - santykinis ekscentricitetas, apskaičiuojamas pagal formulę $e_{rel} = \frac{M_{Ed,max}A}{N_{Ed}W_c}$. Pastaba. Visais atvejais būtina imti $M_{Ed} \geq 0,5M_{Ed,max}$.		

85. Ekscentriškai gniuždomų pastoviojo skerspjūvio elementų pastovumas iš momento veikimo plokštumos, lenkiant juos didžiausio standumo plokštumoje ($I_y > I_z$), sutampančioje su simetrijos plokštuma, tikrinamas pagal formulę

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,TF,Rd}} \leq 1,0. \quad (7.82)$$

Skaičiuotinis ekscentriškai gniuždomo elemento lenkiamasis-sukamasis pastovumo atsparis apskaičiuojamas taip

$$N_{NM,TF,Rd} = c \cdot \varphi_z A f_{y,d} \gamma_c, \quad (7.83)$$

čia: c – koeficientas, apskaičiuojamas pagal 86 p. reikalavimus;

φ_z – koeficientas, nustatomas pagal 58 p. reikalavimus.

86. Koeficientas c (7.83) formulėje nustatomas:

a) kai santykinio ekscentriciteto reikšmė $e_{rel,y} \leq 5$, pagal formulę

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha \cdot e_{rel,y}}, \quad (7.84)$$

čia α ir β – koeficientai, imami iš 7.8 lentelės;

b) kai santykinio ekscentriciteto reikšmė $e_{rel,y} \geq 10$, pagal formulę

$$c = \frac{1}{1 + e_{rel,y} \frac{\varphi_z}{\varphi_b}}, \quad (7.85)$$

čia φ_b – koeficientas, nustatomas pagal 70 p. ir 2 priedą kaip sijai su dviem ir daugiau gniuždomosios juostos įtvirtinimų; uždarytų skerspjūvių $\varphi_b = 1,0$;

c) kai santykinio ekscentriciteto reikšmė $5 < e_{rel,y} < 10$, pagal formulę

$$c = c_5(2 - 0,2e_{rel,y}) + c_{10}(0,2e_{rel,y} - 1), \quad (7.86)$$

čia: c_5 – nustatomas pagal (7.84) formulę, teigiant, kad $e_{rel,y} = 5$;

c_{10} – pagal (7.85) formulę, teigiant, kad $e_{rel,y} = 10$.

Nustatant santykinį ekscentricitetą $e_{rel,y}$, skaičiuotinio momento $M_{y,Ed}$ reikšmė teigiama esanti lygi:

a) strypų lanksčiai (šarnyriškai) įtvirtintais galais, sutvirtintų nuo pasislinkimo statmenai momento veikimo plokštumai, – didžiausiam momentui strypo ilgio viduriniame trečdalyje, bet ne mažiau kaip pusė didžiausio visame strypo ilgyje veikiančio momento;

b) strypų vienu standžiai įtvirtintu galu ir kitu laisvu galu – momentui standžiame įtvirtinime, bet ne mažiau kaip momentas pjūvyje, nutolusiame per strypo ilgio trečdalį nuo įtvirtinimo.

Kai liaunis $\lambda_z > \lambda_c = 3,14 \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$, koeficientas c neturi būti didesnis kaip:

a) uždarojo skerspjūvio strypų – 1,0;

b) dvitėjo skerspjūvio su dviem simetrijos ašimis – reikšmių, nustatomų pagal formulę

$$c_{\max} = \frac{2}{1 + \delta + \sqrt{(1 - \delta)^2 + \frac{16}{\mu} \left(\frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}h} \right)^2}}, \quad (7.87)$$

čia

$$\delta = \frac{4\rho}{\mu}, \quad (7.88)$$

$$\rho = \frac{I_y + I_z}{Ah_f^2}, \quad (7.89)$$

$$\mu = 2 + 0,156 \frac{I_{tor}}{Ah_f^2} \lambda_z^2, \quad (7.90)$$

$$I_{tor} = 0,433 \sum b_i t_i^3, \quad (7.91)$$

čia: b_i ir t_i – skerspjūvį sudarančių lakštų plotis ir storis;

h_f – atstumas tarp juostų skerspjūvių sunkio centro ašių;

c) dvitėjų ir tėjinių skerspjūvių su viena simetrijos ašimi koeficientai c neturi viršyti reikšmių, nustatytų pagal 1 priedo 1 formulę.

87. Ekscentriškai gniuždomų elementų, lenkiamų mažesnio standumo plokštumoje ($I_y < I_z$ ir $e_z \neq 0$), kai $\lambda_y > \lambda_z$, skaičiuojamų pagal (7.75) formulę, taip pat tikrinamas pastovumas iš momento veikimo plokštumos kaip centriškai gniuždomų strypų pagal (7.7) formulę. Skaičiuojant (7.7) formulės narį $N_{c,Rd}$ pagal (7.8) formulę, teigiama, kad $\varphi = \varphi_y$, čia φ_y nustatoma pagal 58 p. reikalavimus.

Kai $\lambda_y \leq \lambda_z$, pastovumo iš momento veikimo plokštumos tikrinti nereikia.

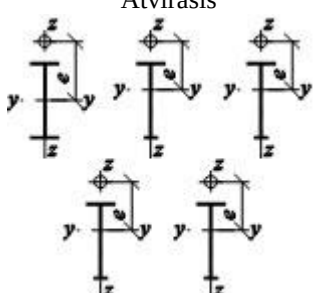
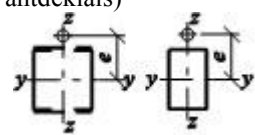
88. Spragotųjų ekscentriškai gniuždomų strypų su tinkleliais plokštumose, lygiagrečiose su lenkimo plokštuma, be viso strypo pastovumo skaičiavimo pagal (7.75) formulę, turi būti patikrintos atskiros šakos kaip centriškai gniuždomi elementai pagal (7.7) formulę.

Kiekvienos šakos ašinė jėga nustatoma įvertinant papildomą ašinę jėgą nuo momento. Šios papildomos ašinės jėgos dydis nustatomas pagal formules: lenkiant plokštumoje, statmenoje z ašiai (žr. 7.3 lentelę), $N_{Ed,ab} = M_{Ed} / b$ – 1-ojo ir 3-iojo tipo skerspjūviams, $N_{Ed,ab} = M_{Ed} / (2b)$ – 2-ojo tipo skerspjūviams; lenkiant plokštumoje, statmenoje y ašiai, $N_{Ed,ab} = 1,16 M_{Ed} / b$ – 3-iojo tipo skerspjūviams (čia b – atstumas tarp šakų ašių).

Ekscentriškai gniuždomų spragotųjų su antdėklais strypų atskirų šakų pastovumas tikrinamas kaip ekscentriškai gniuždomų elementų, įvertinant įrašas nuo momento ir šakų vietinio lenkimo, atsirandančio nuo tikrosios ar sąlyginės skersinės jėgos (kaip bespyrės santvaros juostose). Taip pat reikia tikrinti pagal 91 p. reikalavimus.

7.8 lentelė

α ir β koeficientų reikšmės

Skerspjūvio tipas	Koeficientų reikšmės			
	α , kai		β , kai	
	$e_{rel,y}$	$1 < e_{rel,y} \leq 5$	$\lambda_z \leq \lambda_c$	$\lambda_z > \lambda_c$
Atvirasis 	0,7	$0,65 + 0,05e_{rel,y}$	1	$\sqrt{\frac{\varphi_c}{\varphi_z}}$
	$1 - 0,3 \frac{I_2}{I_1}$	$1 - (0,35 - 0,05e_{rel,y}) \frac{I_2}{I_1}$	1	$1 - \left(1 - \sqrt{\frac{\varphi_c}{\varphi_z}}\right) \left(2 \frac{I_2}{I_1} - 1\right)$ kai $\frac{I_2}{I_1} < 0,5$ $\beta = 1$
Uždarasis su tinkleliu vientisasis (su antdėklais) 	0,6	$0,55 + 0,05e_{rel,y}$	1	$\sqrt{\frac{\varphi_c}{\varphi_z}}$
Žymenys: I_1 ir I_2 – didesnės ir mažesnės juostų apie z ašį inercijos momentai;				

$$\varphi_c - \varphi_z \text{ reikšmė, kai } \lambda_z = \lambda_c = 3,14 \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}.$$

Pastaba. Spragotojo skerspjuvio strypams su tinkleliu arba antdėklais ir turintiems ne mažiau kaip dvi tarpines diafragmas visame strypo ilgyje koeficientų α ir β reikšmes reikia imti kaip vientisojo skerspjuvio strypams. Priešingu atveju koeficientų reikšmes reikia imti kaip atvirojo dvitėjo skerspjuvio strypams.

89. Gniuždomųjų ir lenkiamųjų dviejose svarbiausiose plokštumose vientisojo skerspjuvio strypų, kai standesnė plokštuma ($I_y > I_z$) sutampa su simetrijos plokštuma, pastovumas tikrinamas pagal formulę

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,yz,Ed}} \leq 1,0, \quad (7.92)$$

čia $N_{NM,yz,Ed}$ – skaičiuotinis ekscentriškai gniuždomo dviejose plokštumose elemento pastovumo atsparis apskaičiuojamas taip:

$$N_{NM,yz,Ed} = \varphi_{e,yz} A \cdot f_{y,d} \gamma_c. \quad (7.93)$$

Ekscentriškai gniuždomo dviejose plokštumose elemento klupumo koeficientas apskaičiuojamas taip:

$$\varphi_{e,yz} = \varphi_{e,z} (0,6\sqrt[3]{c} + 0,4\sqrt[4]{c}), \quad (7.94)$$

čia $\varphi_{e,z}$ nustatomas pagal 82 p. reikalavimus, pakeičiant formulėse e_{rel} ir λ atitinkamai į $e_{rel,z}$ ir λ_z , o c nustatomas pagal 86 p. reikalavimus.

Skaičiuojant dvitėjo skerspjuvio strypų su nevienodomis lentynomis santykinį lyginamąjį ekscentricitetą $e_{rel,eff,z} = k_{shape} e_{rel,z}$, koeficientas k_{shape} nustatomas iš 7.6 lentelės kaip 8 tipo skerspjuvio.

Jei $e_{rel,eff,z} < e_{rel,y}$, tai, be skaičiavimo pagal (7.92) formulę, papildomai tikrinama pagal (7.75) ir (7.82) formules, teigiant, kad $e_z = 0$.

Santykinį ekscentricitetų reikšmės apskaičiuojamos pagal formules:

$$e_{rel,y} = e_y \frac{A}{W_{y,c}}; \quad e_{rel,z} = e_z \frac{A}{W_{z,c}}, \quad (7.95)$$

čia $W_{y,c}$ ir $W_{z,c}$ – skerspjuvio labiausiai gniuždomo krašto atsparumo momentai atitinkamai apie y ir z ašis.

Jei $\lambda_y > \lambda_z$ tai, be skaičiavimo pagal (7.92) formulę, reikia skaičiuoti ir pagal (7.75) formulę, teigiant, kad $e_z = 0$.

Kai didžiausio standumo plokštuma ($I_y > I_z$) nesutampa su simetrijos plokštuma $e_{rel,y}$, reikšmė didinama 25 %.

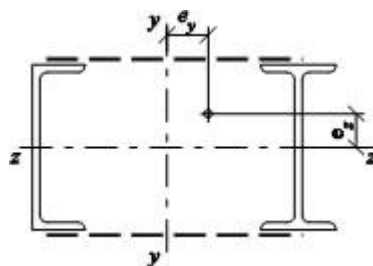
90. Gniuždomųjų ir lenkiamųjų dviejose svarbiausiose plokštumose spragotųjų strypų iš dviejų vientisojo skerspjuvio šakų, simetriškų z ašiai (žr. 7.6 pav.), su tinkleliais dviejose lygiagrečiose plokštumose, pastovumas tikrinamas taip:

a) viso strypo – plokštumoje, lygiagrečioje su tinklelių plokštumomis, pagal 82 p. reikalavimus, kai $e_z = 0$;

b) atskiros šakos – kaip ekscentriškai gniuždomi elementai pagal (7.75) ir (7.82) formules; šiuo atveju kiekvienos šakos ašinė jėga apskaičiuojama įvertinant ašinę jėgą nuo momento $M_{y,Ed}$ pagal 88 p. reikalavimus, o momentas $M_{z,Ed}$ paskirstomas tarp šakų proporcingai jų standumams (jei momentas $M_{z,Ed}$ veikia vienos iš šakų plokštumoje, teigiama, kad visas perduodamas šiai šakai). Skaičiuojant pagal (7.75) formulę atskiros šakos liaunumas nustatomas pagal 108 p. reikalavimus, o skaičiuojant pagal (7.82) formulę – imant didžiausią atstumą tarp tinklelio mazgų.

91. Spragotųjų ekscentriškai gniuždomųjų strypų jungiamieji antdėklai ar tinklelio elementai skaičiuojami skersinei jėgai pagal 64 ir 65 p. reikalavimus. Skaičiuojant imama didesnė iš dviejų reikšmių: skaičiuotinės skersinės jėgos V_{Ed} arba skaičiuotinės sąlyginės skersinės jėgos V_{fic} , apskaičiuotos pagal 63 p. reikalavimus.

Spragotųjų ekscentriškai gniuždomųjų strypų šakas jungti antdėklais, kai skaičiuotinė skersinė jėga didesnė už sąlyginę skersinę jėgą, nerekomenduojama.



7.6 pav. Strypo iš dviejų šakų spragotasis skerspjūvis

VIII SKIRSNIS. ATRAMINĖS DALYS

92. Nejudamąsias lankstines (šarnyrines) atramas su centruojančiomis tarpinėmis, o labai didelių reakcijų atvejais – balansyrines atramas būtina naudoti, kai reikia griežtai tolygiai paskirstyti slėgį po atramą.

Plokščiosios arba ritinės slankiosios atramos naudotinos atvejais, kai žemiau esančią konstrukciją būtina apsaugoti nuo horizontaliųjų jėgų, atsirandančių sijas ar santvaras nejudamai atrėmus.

Trinties koeficientas plokščiose slankiosiose atramose lygus 0,3, o ritinėse – 0,03.

93. Balansyrinių atramų glemžiamasis stiprumas ritiniuose lankstuose (šarnyruose), kai paviršių susilietimo centrinis kampas lygus ar didesnis kaip $\pi/2$, tikrinamas pagal formulę

$$\frac{F_d}{1,25r \cdot l \cdot f_{l,d} \gamma_c} \leq 1,0, \quad (7.96)$$

čia F_d – skaičiuotinis slėgis (jėga) į atramą;

r ir l – lanksto (šarnyro) spindulys ir ilgis;

$f_{l,d}$ – skaičiuotinis glaudaus lietimosi ritinių lankstų (šarnyrų) vietinis glemžiamasis stipris, nustatomas pagal 33 p. reikalavimus.

94. Gniuždomųjų ritinių stiprumas esant skersiniam gniuždymui tikrinamas pagal formulę

$$\frac{F_d}{n \cdot d \cdot l \cdot f_{c,d} \gamma_c} \leq 1,0, \quad (7.97)$$

čia n – ritinių skaičius;

d ir l – ritinio skersmuo ir ilgis;

$f_{c,d}$ – skaičiuotinis ritinio (parito) skersmeninis gniuždomasis stipris, imamas vadovaujantis 33 p.

IX SKIRSNIS. PLOKŠČIŲJŲ SANTVARŲ IR RAMSČIŲ ELEMENTŲ SKAIČIUOJAMIEJI ILGIAI

95. Plokščiųjų santvarų ir ramsčių elementų skaičiuojamieji ilgiai l_{eff} , išskyrus kryžminio santvarų tinklelio elementus, imami iš 7.9 lentelės.

7.9 lentelė

Plokščiųjų santvarų ir ramsčių skaičiuojamieji ilgiai

Klupimo kryptis	Skaičiuojamasis ilgis l_{eff}		
	Juostų	Atraminių spyrių ir atraminių statramsčių	Kitų tinklelio elementų
1. Santvaros plokštumoje: a) santvarų, išskyrus nurodytas 1b; b) santvarų iš pavienių kampuočių ir santvarų su sudurtinai prie juostų prijungtais tinklelio elementais	l l	l l	$0,8 l$ $0,9 l$
2. Santvaros plokštumai statmena kryptimi (iš santvaros plokštumos): a) santvarų, išskyrus nurodytas 2b; b) santvarų su juostomis iš uždarųjų profiliuotųjų sudurtinai prie juostų prijungtais tinklelio elementais	l_1 l_1	l_1 l_1	l_1 $0,9 l_1$
Žymenys (žr. 7.7 pav.): l – geometrinis elemento ilgis (atstumas tarp mazgų centrų) santvaros plokštumoje; l_1 – atstumas tarp mazgų, įtvirtintų nuo poslinkio iš santvaros plokštumos (santvaros juostomis, specialiais ramsčiais, standžiomis perdangų plokštėmis, prijungtomis prie juostų virintinėmis siūlėmis arba varžtais ir pan.).			

96. Elemento, kurio ilgyje veikia gniuždomosios ašinės jėgos N_{Ed1} ir N_{Ed2} ($N_{Ed1} > N_{Ed2}$), skaičiuojamasis ilgis l_{eff} iš santvaros plokštumos (žr. 7.7 c, d pav.; 7.8 pav.) apskaičiuojamas pagal formulę

$$l_{eff} = l_1 \left(0,75 + 0,25 \frac{N_{Ed2}}{N_{Ed1}} \right). \quad (7.98)$$

Šiuo atveju pastovumas skaičiuojamas jėgai N_{Ed1} .

97. Kryžminio tinklelio elementų, sujungtų tarpusavyje (žr. 7.7 e pav.), skaičiuojamieji ilgiai imami šie:

a) santvaros plokštumoje – lygūs atstumui nuo santvaros mazgo centro iki elementų sankirtos taško ($l_{eff} = l$);

b) iš santvaros plokštumos: gniuždomųjų elementų – pagal 7.10 lentelę; tempiamųjų elementų – lygūs visam geometriniam elemento ilgiui ($l_{eff} = l_1$).

98. Elementų iš pavienių kampuočių skerspjuvių inercijos spinduliai i imami:

a) kai elemento skaičiuojamasis ilgis lygus l arba $0,9 l$ (čia l – atstumas tarp artimiausių mazgų) – mažiausias ($i = i_{min}$);

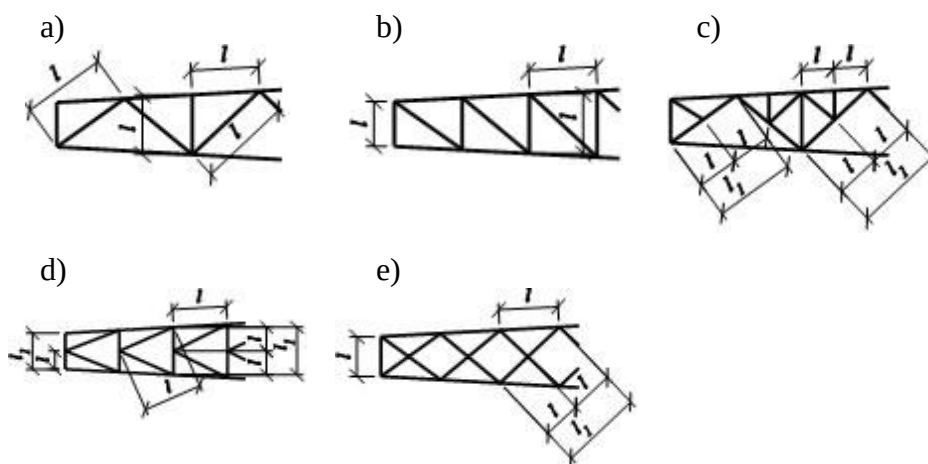
b) kitais atvejais – kampuočio ašies, statmenos arba lygiagrečios su santvaros plokštuma, atžvilgiu ($i = i_z$ arba $i = i_y$, atsižvelgiant į klupimo kryptį).

7.10 lentelė

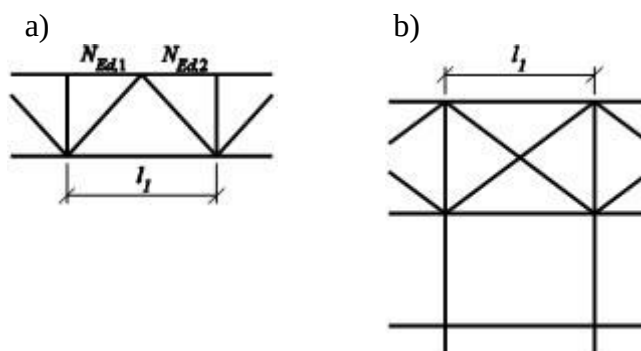
Gniuždomųjų elementų skaičiuojamieji ilgiai iš santvaros plokštumos

Tinklelio elementų sankirtos jungties konstrukcija	Skaičiuojamasis ilgis l_{eff} iš santvaros plokštumos, kai palaikantysis elementas		
	tempiamasis	neveiksnusis	gniuždomasis
Abu elementai nepertraukiami	l	$0,7 l_1$	l_1
Palaikantysis elementas pertraukiamas ir perdengiamas mazgo lakštu:			
a) nagrinėjamas elementas nepertraukiamas;	$0,7 l_1$	l_1	$1,4 l_1$
b) nagrinėjamas elementas pertraukiamas ir perdengiamas mazgo lakštu	$0,7 l_1$	-	-

Žymenys (žr. 7.7 e pav.):
 l – atstumas nuo santvaros mazgo centro iki elementų sankirtos taško;
 l_1 – geometrinis elemento ilgis.



7.7 pav. Santvarų tinklelio schemas elementų skaičiuojamiesiems ilgiams nustatyti: a – trikampis su statramsčiais; b – spyrinis; c – trikampis paspyrinis; d – pusiau spyrinis; e – kryžminis



7.8 pav. Schemas santvaros juostos skaičiuojamajam ilgiui iš plokštumos nustatyti: a – santvaros schema; b – ramsčių tarp santvarų schema (vaizdas iš viršaus)

X SKIRSNIS. ERDVINIŲ SPRAGOTŲJŲ KONSTRUKCIJŲ ELEMENTŲ SKAIČIUOJAMIEJI ILGIAI

99. Skaičiuojant gniuždomųjų ir neapkrautųjų elementų iš pavienių kampuočių liaunius, jų skaičiuojamieji ilgiai l_{eff} ir skerspjūvių inercijos spinduliai I imami iš 7.11 lentelės.

100. Skaičiuojant tempiamųjų elementų iš pavienių kampuočių liaunius, jų skaičiuojamieji ilgiai l_{eff} ir skerspjūvių inercijos spinduliai i imami:

a) juostoms – iš 7.11 lentelės;

b) kryžminiams spyriams – pagal 7.9 a, e, f pav.: briaunų plokštumoje – lygūs ilgiui l_d ir skerspjūvio inercijos spinduliui i_{min} ; iš briaunų plokštumos – visam spyrio geometriniam ilgiui L_d , kuris lygus atstumui tarp pritvirtinamų prie juostų mazgų, ir skerspjūvio inercijos spinduliui i_y ašies, lygiagrečios su briaunų plokštuma, atžvilgiu;

c) spyriams – pagal 7.9 b, c, d pav.: lygūs ilgiui l_d ir skerspjūvio inercijos spinduliui i_{min} .

Elementų iš vamzdžių ir dvigubų kampuočių skaičiuojamieji ilgiai l_{eff} ir skerspjūvio inercijos spindulys i imami pagal IX skirsnio reikalavimus.

7.11 lentelė

Elementų iš pavienių kampuočių skaičiuojamieji ilgiai ir skerspjūvių inercijos spinduliai

Elementai	l_{eff}	i
Juostos:		
pagal 7.9 a, b, c pav.	l_f	i_{min}
pagal 7.9 d, e, f pav.	$1,14 l_f$	i_y arba i_z
Spyriai:		
pagal 7.9 b, c, d pav.	$\mu_d l_d$	i_{min}
pagal 7.9 a, e pav.	$\mu_d l_d$	i_{min}
pagal 7.9 f pav.	l_d	i_{min}
Statramsčiai:		
pagal 7.9 b pav.	$0,8 l_c$	i_{min}
pagal 7.9 c pav.	$0,65 l_c$	i_{min}
Žymenys (žr. 7.9 pav.): l_{dc} – sąlyginis spyrio ilgis, imamas iš 7.12 lentelės; μ_d – spyrio skaičiuojamojo ilgio koeficientas, imamas iš 7.13 lentelės. Pastabos: 1. Spyriai pagal 7.9 a, e, c pav. sankirtos taškuose turi būti tarpusavyje sujungti. 2. Spyrius pagal 7.9 f pav. būtina papildomai patikrinti iš briaunų plokštumos, atsižvelgiant į skaičiavimą pagal deformuotąjį būvį. 3. Statramsčių pagal 7.9 c pav. l_{eff} reikšmė pateikta lygiašoniams kampuočiams.		

7.12 lentelė

Sąlyginis spyrio ilgis

Tinklelio elementų sankirtos jungties konstrukcija	Sąlyginis spyrio ilgis l_{dc} , kai palaikantysis elementas		
	tempiamasis	neveiksnusis	gniuždomasis
1. Abu elementai nepertraukiami	l_d	$1,3 l_d$	$0,8 L_d$
2. Palaikantysis elementas pertraukiamas ir perdengiamas mazginiu lakštu; nagrinėjamas elementas nepertraukiamas:			
a) konstrukcijose pagal 7.9 a pav.	$1,3 l_d$	$1,6 l_d$	L_d
b) konstrukcijose pagal 7.9 e pav.:			
kai $1 < n \leq 3$,	$(1,75 - 0,15n) l_d$	$(1,9 - 0,1n) l_d$	L_d
kai $n > 3$	$1,3 l_d$	$1,6 l_d$	L_d
3. Elementų sankirtos mazgas pritvirtintas, kad nesislinktų iš briaunos plokštumos (diafragma ir t. t.)	l_d	l_d	l_d
Žymenys: L_d – spyrio ilgis pagal 7.9 a, e pav.; $n = \frac{I_{f,min} l_d}{I_{d,min} l_f}$, čia $I_{f,min}$ ir $L_{d,min}$ – juostos ir spyrio skerspjūvio mažiausieji inercijos momentai.			

Spyrio skaičiuojamojo ilgio koeficientas

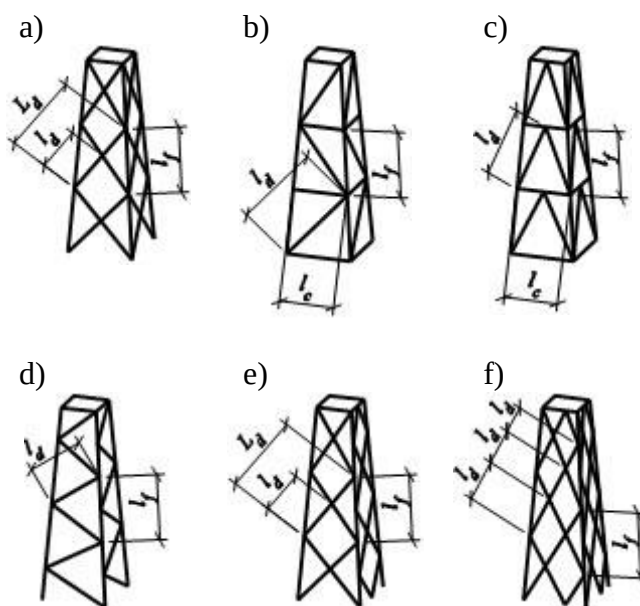
Elemento jungimas prie juostų	n	Skaičiuojamojo ilgio koeficiento μ_d reikšmė, kai l / i_{min} yra l		
		< 60	$60 \leq l / i_{min} < 160$	≥ 160
Virintinėmis siūlėmis, varžtais (ne mažiau kaip dviem), išdėstytais išilgai elemento, be mazginių lakštų	Iki 2	1,14	$0,54 + 36 \frac{i_{min}}{l}$	0,765
	Daugiau kaip 6	1,04	$0,56 + 28,8 \frac{i_{min}}{l}$	0,74
Vienu varžtu be mazginio lakšto	Neatsižvelgiant į n	1,12	$0,64 + 28,8 \frac{i_{min}}{l}$	0,82

Žymenys:

 n – žr. 7.12 lentelę; l – ilgis imamas: l_d – pagal 7.9 b, c, d pav.; l_{dc} – iš 7.12 lentelės (elementų – pagal 7.9 b, e pav.).

Pastabos:

1. Skaičiuojamojo ilgio koeficiento μ_d reikšmė, kai n kinta nuo 2 iki 6, nustatoma tiesine interpoliacija.
2. Kai vienas spyrio galas privirinamas prie juostos arba pritvirtinamas varžtais, o antras galas jungiamas per mazginį lakštą, spyrio skaičiuojamojo ilgio koeficientas imamas lygus $0,5 (1 + \mu_d)$; jungiant abu spyrio galus per mazginius lakštus, $\mu_d = 1,0$.
3. Spyrių galai pagal 7.9 c pav. kaip įprasta prijungiami be mazginių lakštų. Šiuo atveju, kai jie jungiami prie statramsčio ir juostos virintinėmis siūlėmis arba varžtais (ne mažiau kaip dviem), išdėstytais išilgai juostos, koeficiento μ_d reikšmė imama iš eilutės, kai n „iki 2“. Galus jungiant vienu varžtu, koeficiento μ_d reikšmė imama iš eilutės „vienu varžtu be mazginio lakšto“; apskaičiuojant l_{eff} reikšmę pagal 7.11 lentelę, vietoje μ_d imama $0,5 (1 + \mu_d)$.



7.9 pav. Erdvinių spragotųjų konstrukcijų schemas: a, b, c – mazgais, sutapdintais gretutinėse briaunose; d, e, f – mazgais, nesutapdintais gretutinėse briaunose

101. Plokščiųjų traversų (žr. 10.3 pav.) elementų skaičiuojamieji ilgiai l_{eff} ir skerspjūvio inercijos spinduliai i liaunių reikšmėms apskaičiuoti imami iš 7.14 lentelės.

Plokščiųjų traversų elementų skaičiuojamieji ilgiai

Skersinės sijos konstrukcija	Skaičiuojamasis ilgis l_{eff} ir skerspjūvio inercijos spindulys i			
	juostų		tinklelio	
	l_{eff}	i	l_{eff}	i
Su juostomis ir tinkleliu iš pavienių kampuočių (žr. 10.3 a pav.)	l_f l_{f1}	i_{min} i_y	l_d, l_c -	i_{min} -
Su juostomis iš lovių ir tinkleliu iš pavienių kampuočių (žr. 10.3 b pav.)	l_f $1,12 l_{f1}$	i_z i_y	l_d, l_c -	i_{min} -
Žymenys: i_y – skerspjūvio inercijos spindulys ašies, lygiagrečios su traversos tinklelio plokštuma, atžvilgiu.				

XI SKIRSNIS. STRUKTŪRINIŲ KONSTRUKCIJŲ ELEMENTŲ SKAIČIUOJAMIEJI ILGIAI

102. Struktūrinių konstrukcijų elementų skaičiuojamieji ilgiai l_{eff} imami iš 7.15 lentelės.

Skaičiuojant liaunius struktūrinių konstrukcijų elementų skerspjūvių inercijos spinduliai imami:

- a) gniuždomiesiems-lenkiamiesiems elementams ašies, statmenos arba lygiagrečios su lenkimo plokštuma, atžvilgiu ($i = i_y$ arba $i = i_z$);
- b) kitais atvejais – mažiausias ($i = i_{min}$).

7.15 lentelė

Struktūrinių konstrukcijų elementų skaičiuojamieji ilgiai

Struktūrinių konstrukcijų elementai	Skaičiuojamasis ilgis l_{eff}
1. Išskyrus nurodytus 2 ir 3 poz.	l
2. Nekarpytosios (nepertraukiamos mazguose) juostos ir sudurtinai privirinamos mazguose prie rutulinių arba cilindrinų mazginių elementų	$0,85 l$
3. Iš pavienių kampuočių, prijungtų mazguose viena lentyna:	
a) virintinėmis siūlėmis arba varžtais (ne mažiau kaip dviem), išdėstytais išilgai elementų, kai l / i_{min} :	
iki 90	l
nuo 90 iki 120	$0,9 l$
nuo 120 iki 150 (tik tinklelio elementams)	$0,75 l$
nuo 150 iki 200 (tik tinklelio elementams)	$0,7 l$
b) vienu varžtu, kai l / i_{min} :	
iki 90	l
nuo 90 iki 120	$0,95 l$
nuo 120 iki 150 (tik tinklelio elementams)	$0,85 l$
nuo 150 iki 200 (tik tinklelio elementams)	$0,8 l$
Žymenys: l – geometrinis elemento ilgis (atstumas tarp struktūrinių konstrukcijų mazgų).	

XII SKIRSNIS. KOLONŲ IR STATRAMSČIŲ SKAIČIUOJAMIEJI ILGIAI

103. Pastoviojo skerspjūvio kolonų ir statramsčių arba laiptuotųjų kolonų atskirų dalių skaičiuojamieji ilgiai l_{eff} apskaičiuojami pagal formulę

$$l_{eff} = \mu l_c, \quad (7.99)$$

čia: l_c – kolonos ar jos atskiros dalies ilgis arba aukšto aukštis;
 μ – skaičiuojamojo ilgio koeficientas.

104. Pastoviojo skerspjūvio kolonų ir statramsčių skaičiuojamojo ilgio koeficientas μ imamas atsižvelgiant į jų galų įtvirtinimą bei apkrovą.

Kai kuriems kolonų ir statramsčių įtvirtinimo atvejams bei apkrovoms μ reikšmės pateiktos 3 priedo 6 lentelėje.

105. Pastoviojo skerspjūvio kolonų skaičiuojamojo ilgio koeficientai μ rėmo plokštumoje, kai rėmo sija standžiai tvirtinama prie kolonų, nustatomi:

- laisviesiems rėmams, kai viršutiniai mazgai yra vienodai apkrauti, pagal 7.16 lentelę;
- nelaisviesiems rėmams – pagal formulę

$$\mu = \sqrt{\frac{1 + 0,46(p + n) + 0,18pn}{1 + 0,93(p + n) + 0,71pn}} \quad (7.104)$$

(7.104) formulėje p ir n imami:

a) vienaaukščiam rėmui

$$p = \frac{I_{r,l} l_c}{l_r I_c}; \quad n = \frac{I_{r,u} l_c}{l_r I_c};$$

b) daugiaaukščiam rėmui

viršutiniam aukštui $p = 0,5(p_1 + p_2); \quad n = n_1 + n_2;$

viduriniam aukštui $p = 0,5(p_1 + p_2); \quad n = 0,5(n_1 + n_2);$

apatiniam aukštui $p = p_1 + p_2; \quad n = 0,5(n_1 + n_2);$

čia p_1, p_2, n_1, n_2 nustatomi iš 7.16 lentelės.

Vienaaukščiams rėmams (7.101) formulėje ir daugiaaukščiams rėmams (7.102), (7.103) ir (7.104) formulėse, kai apatinės ir viršutinės rėmo sijos lanksčiai (šarnyriškai) tvirtinamos prie kolonų, imama: $p = 0$ arba $n = 0$ ($I_{r,l} = 0$ arba $I_{r,u} = 0$), kai tvirtinamos standžiai – $p = 50$ arba $n = 50$ ($I_{r,l} = \infty$ arba $I_{r,u} = \infty$).

Kai santykis $H/B > 6$ (čia H – bendras daugiaaukščio rėmo aukštis, B – rėmo plotis), būtina patikrinti rėmo, kaip pamate standžiai įtvirtinto sudėtinio strypo, bendrąjį pastovumą.

Rėmas laikomas laisvuju (nelaisvuju), kai rėmo sijos tvirtinimo prie kolonos mazgas turi (neturi) galimybę pasislinkti kryptimi, statmena kolonos ašiai rėmo plokštumoje.

7.16 lentelė

Laisvųjų rėmų skaičiuojamojo ilgio koeficientai

Laisvųjų rėmų skaičiuojamosios schemos	Formulės koeficientui μ apskaičiuoti	Koeficientai n ir p (7.100), (7.101), (7.102) ir (7.103) formulėse	
		vienaangių rėmų	daugiaangių rėmų ($k \geq 2$)
	$2 \cdot \sqrt{1 + \frac{0,38}{n}} \quad (7.100)$	$n = \frac{I_{r,u} l_c}{l_r I_c}$	$n = \frac{k(n_1 + n_2)}{k + 1}$

	$\sqrt{\frac{n+0,56}{n+0,14}} \quad (7.101)$		
	kai $n \leq 0,2$ $\frac{(p+0,68)\sqrt{n+0,22}}{\sqrt{0,68p(p+0,9)(n+0,08)+0,1n}}; \quad (7.102)$ kai $n > 0,2$ $\frac{(p+0,63)\sqrt{n+0,28}}{\sqrt{pn(p+0,9)+0,1n}}. \quad (7.103)$	Viršutinis aukštas $n = \frac{I_{ru}l_c}{l_r I_c}$ $p = \frac{I_{rl}l_c}{2l_r I_c}$ Vidurinis aukštas $n = \frac{I_{ru}l_c}{2l_r I_c}$ $p = \frac{I_{rl}l_c}{2l_r I_c}$ Apatinis aukštas $n = \frac{I_{ru}l_c}{2l_r I_c}$ $p = \frac{I_{rl}l_c}{l_r I_c}$	Viršutinis aukštas $n = \frac{2k(n_1 + n_2)}{k+1}$ $p = \frac{k(p_1 + p_2)}{k+1}$ Vidurinis aukštas $n = \frac{k(n_1 + n_2)}{k+1}$ $p = \frac{k(p_1 + p_2)}{k+1}$ Apatinis aukštas $n = \frac{k(n_1 + n_2)}{k+1}$ $p = \frac{2k(p_1 + p_2)}{k+1}$

Žymenys:

$n_1 = \frac{I_{ru,1}l_c}{l_{r,1}I_c}; \quad n_2 = \frac{I_{ru,2}l_c}{l_{r,2}I_c}; \quad p_1 = \frac{I_{rl,1}l_c}{l_{r,1}I_c}; \quad p_2 = \frac{I_{rl,2}l_c}{l_{r,2}I_c}$

k – angų (tarpatramių) skaičius;

I_c ir l_c – tikrinamos kolonos skerspjūvio inercijos momentas ir ilgis;

l_r, l_{r1} ir l_{r2} – rėmo tarpatramiai;

I_{ru}, I_{ru1}, I_{ru2} ir I_{rl}, I_{rl1}, I_{rl2} – prie tikrinamosios kolonos viršutinių ir apatinių galų prijungtų rėmo sijų skerspjūvių inercijos momentai.

Pastaba. Kraštinės laisvojo daugiaatramio (daugiaangio) rėmo kolonos koeficientas μ apskaičiuojamas kaip vienaangio rėmo kolonų.

106. Pastato laisvojo vienaaukščio rėmo, kurio viršutiniai mazgai yra nevienodai apkrauti ir visų jo kolonų viršuje yra įrengtas standusis perdangos diskas arba išilginiai ramsčiai, labiausiai apkrautos kolonos skaičiuojamojo ilgio koeficientas μ rėmo plokštumoje apskaičiuojamas pagal formulę

$$\mu_{c,eff} = \mu \cdot \sqrt{\frac{I_c \sum N_{ci}}{N_c \sum I_{ci}}}, \quad (7.105)$$

čia: μ – tikrinamosios kolonos skaičiuojamojo ilgio koeficientas, apskaičiuojamas pagal 7.16 lentelę;

I_c ir N_c – nagrinėjamojo rėmo labiausiai apkrautos kolonos skerspjūvio inercijos momentas ir skaičiuotinė įrašas;

$\sum N_{ci}$ ir $\sum I_{ci}$ – visų nagrinėjamojo rėmo ir keturių gretutinių rėmų (po du iš kiekvienos pusės) kolonų skaičiuotinių įrašų ir inercijos momentų suma; visas įrašas N_{ci} būtina apskaičiuoti esant tam pačiam apkrovų deriniui, kuris sukelia įrašą tikrinamojoje kolonoje.

Skačiuojamojo ilgio koeficiento $\mu_{c,eff}$ reikšmės, apskaičiuotos pagal (7.105) formulę, turi būti imamos ne mažesnės kaip 0,7.

107. Pakopinių kolonų atskirųjų dalių skaičiuojamojo ilgio rėmo plokštumoje koeficientai μ imami vadovaujantis 3 priedu.

Skaičiuojant vienaaukščių pramonės pastatų rėmų laiptuotųjų kolonų atskirųjų dalių skaičiuojamojo ilgio koeficientus μ , leidžiama:

- a) neįvertinti gretutinių kolonų apkrovimo laipsnio ir jų standumo;
- b) apskaičiuoti kolonų skaičiuojamuosius ilgius tik esant tam apkrovų deriniui, dėl kurio atsiranda didžiausios ašinių jėgų reikšmės atskirose kolonos dalyse, ir gautas μ reikšmes panaudoti kitiems apkrovų deriniams;
- c) daugiaaukščių rėmų (su dviem ir daugiau angų), turinčių standųjį perdangos diską arba išilginius ramsčius, jungiančių visas kolonas viršuje ir užtikrinančių erdvinę statinio elgseną, kolonų skaičiuojamuosius ilgius apskaičiuoti kaip statramsčių, neslankiai įtvirtintų rygelių lygyje;
- d) vienkapių kolonų koeficiento μ reikšmes, kai $l_2 / l_1 \leq 0,6$ ir $N_{Ed1} / N_{Ed2} \geq 3$, imti iš 7.17 lentelės.

108. Skaičiuojamieji kolonų ilgiai pastato išilginės ašies kryptimi (iš rėmo plokštumos) imami lygūs atstumams tarp įtvirtintų nuo poslinkių iš rėmo plokštumos taškų (kolonų, pokraninių sijų ir posantvarių atramų; ramsčių ir rėmo sijų tvirtinimo mazgų ir t. t.). Skaičiuojamuosius ilgius leidžiama nustatyti pagal skaičiuojamąją schemą, įvertinančią faktines kolonų galų įtvirtinimo sąlygas.

109. Transportavimo galerijų plokščiųjų atramų šakų (juostų) skaičiuojamasis ilgis imamas:

- a) išilgine galerijos kryptimi – atramos aukščiui (nuo pėdos apačios iki santvaros arba sijos apatinės juostos ašies), padaugintam iš koeficiento μ , nustatomo kaip pastoviojo skerspjuvio statramsčiams, atsižvelgiant į jų galų įtvirtinimo sąlygas;
- b) skersine galerijos kryptimi (atramos plokštumoje) – atstumui tarp mazgų centrų; šiuo atveju turi būti patikrintas atramos, kaip sudėtinio strypo, standžiai įtvirtinto pamate ir laisvu galu viršuje, bendrasis pastovumas.

7.17 lentelė

Vienpakopių kolonų skaičiuojamojo ilgio koeficientai

Kolonos viršutinio galo įtvirtinimo sąlygos	Kolonos dalies koeficientai μ		
	apatinės, kai I_2 / I_1 lygus		viršutinės
	nuo 0,1 iki 0,3	nuo 0,05 iki 0,1	
1. Laisvas galas	2,5	3,0	3,0
2. Galas įtvirtintas, kad nesisuktų	2,0	2,0	3,0
3. Neslankus, lanksčiai (šarnyriškai) atremtas galas	1,6	2,0	2,5
4. Neslankus galas, įtvirtintas, kad nesisuktų	1,2	1,5	2,0
Žymenys: I_1 – kolonos apatinės dalies skerspjuvio inercijos momentas; I_2 – kolonos viršutinės dalies skerspjuvio inercijos momentas.			

XIII SKIRSNIS. GNIUŽDOMŲJŲ IR TEMPIAMŲJŲ ELEMENTŲ RIBINIAI LIAUNIAI

110. Gniuždomųjų elementų liauniai neturi viršyti reikšmių, pateiktų 7.18 lentelėje. Tempiamųjų elementų liauniai neturi viršyti reikšmių, pateiktų 7.19 lentelėje.

7.18 lentelė

Gniuždomųjų elementų ribinis liaunis

Konstrukcijų elementai	Gniuždomųjų elementų ribinis liaunis
------------------------	--------------------------------------

1. Juostos, atraminiai spyriai ir statramsčiai, perduodantys atramines reakcijas: a) plokščiųjų santvarų, struktūrinių konstrukcijų ir erdvinių konstrukcijų (iki 50 m aukščio) iš vamzdžių ir dvigubų kampuočių; b) erdvinių konstrukcijų iš pavienių kampuočių, erdvinių konstrukcijų (daugiau nei 50 m aukščio) iš vamzdžių ir dvigubų kampuočių	180 – 60α 120
2. Elementai, išskyrus nurodytus 1 ir 7 poz.: c) plokščiųjų santvarų, virintinių erdvinių ir struktūrinių konstrukcijų iš pavienių kampuočių, erdvinių ir struktūrinių konstrukcijų iš vamzdžių ir dvigubų kampuočių; d) erdvinių ir struktūrinių konstrukcijų iš varžtais sujungtų pavienių kampuočių	210 – 60α 220 – 40α
3. Santvarų viršutinės juostos, nesutvirtintos montavimo metu (sumontavus ribinis liaunis imamas pagal 1 poz.)	220
4. Pagrindinės kolonos	180 – 60α
5. Nepagrindinės kolonos (sienos karkasų ir švieslangių statramsčiai ir pan.), kolonų tinklelio elementai, vertikaliųjų ramsčių tarp kolonų (žemiau pokraninių sijų) elementai	210 – 60α
6. Ramsčių elementai, išskyrus nurodytus 5 poz., taip pat strypai, skirti gniuždomųjų strypų skaičiuojamajam ilgiui sumažinti, ir kiti neapkrauti (neveiksūs) elementai, išskyrus nurodytus 7 poz.	200
7. Erdvinių konstrukcijų tėjinio ir kryžminio skerspjuvio gniuždomieji ir neapkrauti (neveiksūs) elementai, kuriuos veikia vėjo apkrova, kai tikrinami liauniai vertikaliajoje plokštumoje	150
Žymenys: $\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}}$ – koeficientas, imamas ne mažesnis kaip 0,5 (būtiniais atvejais apskaičiuojant N_{Rd} vietoj ϕ imamas ϕ_e).	

7.19 lentelė

Tempiamųjų elementų ribinis liaunis

Konstrukcijų elementai	Tempiamųjų elementų ribinis liaunis, kai konstrukciją veikia apkrovos		
	dinaminės (tiesiogiai veikiančios konstrukciją)	statinės	kranų (žr. 4 pastabą) ir geležinkelio sąstatų
1. Plokščiųjų santvarų (įskaitant stabdymo santvaras) ir struktūrinių konstrukcijų juostos ir atraminiai spyriai	250	400	250
2. Santvarų ir struktūrinių konstrukcijų elementai, išskyrus nurodytus 1 poz.	350	400	300
3. Pokraninių sijų ir santvarų apatinės juostos	-	-	150
4. Vertikaliųjų ramsčių tarp kolonų elementai (įrengti žemiau pokraninių sijų)	300	300	200
5. Kiti ramsčių elementai			
6. Juostos, statramsčiai ir skersinių sijų atraminiai spyriai, elektros linijų, atvirų skirstomųjų įrenginių ir transporto linijų kontaktinių tinklų skersinių sijų templės	400 250	400 -	300 -
7. Elektros linijų atramų elementai, išskyrus nurodytus 6 ir 8 poz.	350	-	-
8. Erdvinių konstrukcijų tėjinio ir kryžminio skerspjuvio elementai, veikiami vėjo apkrovų, tikrinant liaunį vertikaliajoje plokštumoje	150	-	-
Pastabos:			

1. Konstrukcijos, kurios neveikia dinaminės apkrovos, tempiamųjų elementų liaunis tikrinamas tik vertikaliajoje plokštumoje.
2. Tempiamųjų iš anksto įtemptųjų elementų liaunis neribojamas.
3. Tempiamųjų elementų, kurių įrašos ženklas gali pasikeisti dėl pavojingos apkrovų padėties, ribinis liaunis nustatomas kaip gniuždomųjų elementų; šiuo atveju jungiamieji tarpai sudėtinio skerspjuvio elementams įrengiami ne rečiau kaip kas 40i.
4. Dinaminėms apkrovoms (kurios tiesiogiai veikia konstrukcijas) priskiriamos apkrovos patvarumui skaičiuoti arba skaičiuojant įvertinti dinامينius koeficientus.

XIV SKIRSNIS. LENKIAMŲJŲ ELEMENTŲ SIENELĖS PASTOVUMAS

111. Norint užtikrinti sijų sienelių pastovumą, būtina jas sustandinti:

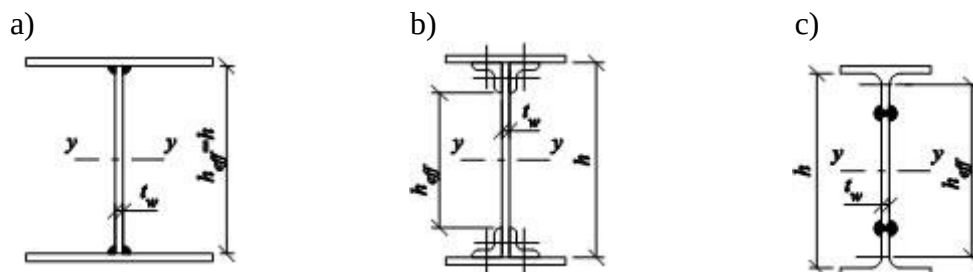
- a) skersinėmis pagrindinėmis sąstandomis, įrengiamomis per visą sienelės aukštį;
- b) skersinėmis pagrindinėmis ir išilginėmis sąstandomis;
- c) skersinėmis pagrindinėmis ir tarpinėmis trumpomis sąstandomis bei išilgine sąstanda (šiuo atveju tarpinės trumpos sąstandos išdėstomos tarp gniuždomosios juostos ir išilginės sąstandos).

Būtina skaičiuoti sienelių stačiakampių sekcijų (plokštelių), apribotų juostomis ir gretimomis pagrindinėmis sąstandomis, pastovumą. Šiuo atveju tikrinamos plokštelės skaičiuojamieji matmenys yra tokie:

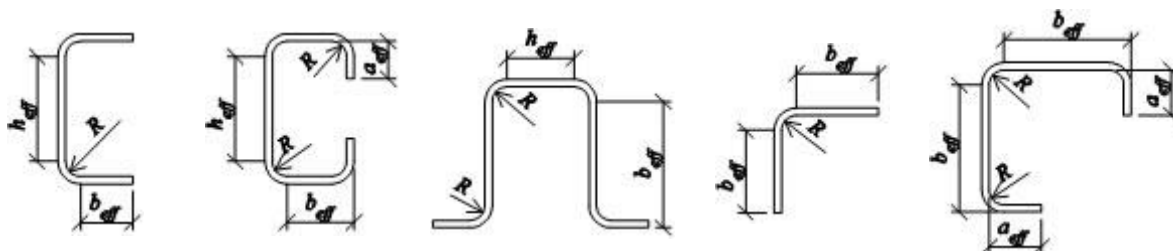
a_s – atstumas tarp skersinių pagrindinių sąstandų;

h_{eff} – sienelės skaičiuojamasis aukštis (žr. 7.10 pav.); suvirintinių sijų jis lygus visam sienelės aukščiui, sijų su įtemptųjų (stipriųjų) varžtų juostinėmis jungtimis – atstumui tarp artimiausių sijos ašiai juostinių kampuočių kraštų, o sijų iš valcuotųjų profiliuotųjų – atstumui tarp vidinių užlankų pradžios, o kai yra sijos iš lankstytųjų profiliuotųjų (žr. 7.11 pav.) – atstumui tarp užlankų kraštų;

t_w – sienelės storis.



7.10 pav. Sudėtinės sijos skaičiuojamasis sienelės aukštis: *a* – suvirintinės iš lakštų; *b* – sujungtos įtemptiaisiais (stipriaisiais) varžtais; *c* – suvirintinės su tėjniais profiliuotaisiais



7.11 pav. Lankstytųjų profiliuotųjų skerspjuvių schemas

112. Sijų sienelių pastovumas skaičiuojamas įvertinant visus įtempių deformacijų būvio komponentus ($\sigma_{w,x,Ed}$, $\tau_{w,xz,Ed}$, $\sigma_{w,loc,Ed}$).

Įtempiai $\sigma_{w,x,Ed}$, $\tau_{w,xz,Ed}$, $\sigma_{w,loc,Ed}$ apskaičiuojami tampriosios būklės bruto skerspjuvyje neįvertinant koeficiento ϕ_b .

Gniuždomieji įtempiai $\sigma_{w,x,Ed}$ prie sienelės skaičiuotinio krašto imami su pliuso ženklu, ir vidutiniai tangentiniai įtempiai $\tau_{w,xz,Ed}$ apskaičiuojami pagal formules:

$$\sigma_{w,x,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{I_y} z, \quad (7.106)$$

$$\tau_{w,xz,Ed} = \frac{V_{Ed}}{t_w h}, \quad (7.107)$$

čia h – visos sienelės aukštis;

$M_{y,Ed}$ ir V_{Ed} – momento ir skersinės jėgos vidutinės reikšmės stačiakampėje sienelės sekcijoje (plokštelėje); jei sekcijos ilgis didesnis už jos skaičiuojamąjį aukštį, tai $M_{y,Ed}$ ir V_{Ed} apskaičiuojami labiau įtemptos sekcijos zonai, lygiai sekcijos aukščiui; jei sekcijoje momentas ar skersinė jėga keičia ženklą, tai jų vidutinės reikšmės skaičiuojamos sekcijos zonoje su vienodu ženklu.

Vietinis įtempis sienelėje po sutelktąją jėgą $\sigma_{w,loc,Ed}$ nustatomas pagal 68 ir 277 p. reikalavimus (kai $\gamma_{F1} = 1,1$).

Sekcijose, kur sutelktoji jėga pridėta prie tempiamosios juostos, būtina vienu metu įvertinti tik du įtempių ir deformacijų būvio komponentus: $\sigma_{w,x,Ed}$ ir $\tau_{w,xz,Ed}$ arba $\sigma_{w,loc,Ed}$ ir $\tau_{w,xz,Ed}$.

Vienpusės juostinės virintinės siūlės turi būti naudojamos sijose, kuriose tikrinant sienelių pastovumą (7.108) formulės kairiosios pusės reikšmės neviršija 0,9 γ_c , kai $\bar{\lambda}_w < 3,8$, ir γ_c , kai $\bar{\lambda}_w \geq 3,8$.

113. Sijų sienelių pastovumo nereikia tikrinti, jei tenkinant (7.45) ir (7.46) sąlygas sienelės sąlyginis liaunis $\bar{\lambda}_w = \frac{h_{eff}}{t_w} \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}}$ neviršija reikšmių:

3,5 – kai nėra vietinių įtempių sijose su dvipusėmis juostinėmis virintinėmis siūlėmis;

3,2 – tas pats, sijose su vienpusėmis juostinėmis virintinėmis siūlėmis;

2,5 – kai yra vietinis įtempis sijose su vienpusėmis juostinėmis virintinėmis siūlėmis.

Visais atvejais įrengiamos skersinės pagrindinės sąstandos pagal 120, 122 ir 123 p. reikalavimus.

114. Simetrinio skerspjuvio sijų sienelių, sustandintų tik skersinėmis pagrindinėmis sąstandomis, pastovumas, kai nėra vietinio įtempio ($\sigma_{w,loc,Ed} = 0$) ir kai sienelės sąlyginis liaunis $\bar{\lambda}_w \leq 6$, apskaičiuojamas pagal formulę

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{w,x,Ed}}{\sigma_{w,cr,Rd}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{w,xz,Ed}}{\tau_{w,cr,Rd}}\right)^2} \leq \gamma_c, \quad (7.108)$$

čia γ_c – koeficientas, imamas iš 7.1 lentelės;

$$\sigma_{w,cr,Rd} = \frac{c_{cr} f_{y,d}}{\bar{\lambda}_w^2}, \quad (7.109)$$

$$\tau_{w,cr,Rd} = 10,3 \left(1 + \frac{0,76}{n^2}\right) \frac{f_{s,d}}{\bar{\lambda}_{eff}^2}. \quad (7.110)$$

(7.109) formulėje koeficientas c_{cr} imamas:

a) suvirintinėms sijoms – pagal 7.20 lentelę, atsižvelgiant į koeficiento δ reikšmes:

$$\delta = \beta \frac{b_f}{h_{eff}} \left(\frac{t_f}{t_w} \right)^3, \quad (7.111)$$

čia: b_f ir t_f – sijos gniuždomosios juostos plotis ir storis; β – koeficientas, imamas iš 7.21 lentelės;

b) sijų, sujungtų įtempiamaisiais (stipriaisiais) varžtais, $c_{cr} = 35,2$.

(7.110) formulėje $\bar{\lambda}_{eff} = \frac{d}{t_w} \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}},$

čia: d – mažesnioji plokštelės kraštinė (h_{eff} arba a_s);

n – plokštelės didžiosios kraštinės santykis su mažesniąja.

7.20 lentelė

Koeficiento c_{cr} reikšmės

δ	$\leq 0,8$	1,0	2,0	4,0	6,0	10,0	≥ 30
c_{cr}	30,0	31,5	33,3	34,6	34,8	35,1	35,5

7.21 lentelė

Koeficiento β reikšmės

Sijos	Gniuždomosios juostos elgsenos sąlygos	β
Pokraninės	Krano bėgiai neprivirinti	2
	Krano bėgiai privirinti	∞
Kitos sijos	Kai perdangos plokštės atremtos ištaisai	∞
	Kitais atvejais	0,8
Pastaba. Skaičiuojant pokraninių sijų sekcijų, kurių sutelktoji apkrova tiesiogiai veikia tempiamąją juostą, koeficientą δ , reikia imti $\beta = 0,8$.		

115. Simetrinio skerspjuvio sijų sienelių pastovumas, įvertinant plastines deformacijas, kai nėra vietinio įtempio ($\sigma_{w,loc,Ed} = 0$) ir $\tau_{w,xz,Ed} \leq 0,9 f_{s,d}$, o $A_f/A_w \geq 0,25$ ir $2,2 < \bar{\lambda}_w \leq 6$, apskaičiuojamas pagal formulę

$$M_{y,Ed} \leq f_{y,d} \gamma_c h_{eff}^2 t_w \left(\frac{A_f}{A_w} + \alpha \right), \quad (7.112)$$

čia $\alpha = 0,24 - 0,15 \left(\frac{\tau_{w,Ed}}{f_{s,d}} \right)^2 - 8,5 \cdot 10^{-3} (\bar{\lambda}_w - 2,2)^2,$

čia γ_c imamas iš 7.1 lentelės, o $\tau_{w,xz,Ed}$ nustatomas pagal (7.107) formulę.

116. Simetrinio skerspjuvio sijų sienelių, sustiprintų tik skersinėmis pagrindinėmis sąstandomis (žr. 7.12 pav.), pastovumas, kai yra vietiniai įtempiai ($\sigma_{w,loc,Ed} \neq 0$), apskaičiuojamas pagal formulę

a_s / h_{eff}	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
c_1	13,7	15,9	20,8	28,4	38,7	51,0	64,2	79,8	94,9

b) kai $a_s / h_{eff} > 0,8$ ir santykis $\sigma_{w,loc,Ed} / \sigma_{w,x,Ed}$ viršija 7.23 lentelėje pateiktas reikšmes, $\sigma_{w,cr,Rd}$ nustatomas pagal formulę:

$$\sigma_{w,cr,Rd} = \frac{c_2 f_{y,d}}{\bar{\lambda}_w^2}, \quad (7.115)$$

čia c_2 – koeficientas, nustatomas pagal 7.24 lentelę.

Įtempiai $\sigma_{w,loc,cr,Rd}$ apskaičiuojami pagal (7.114) formulę, kurioje kai $a_s / h_{eff} > 2$ imama $a_s = 2h_{eff}$;

c) kai $a_s / h_{eff} > 0,8$ ir santykio $\sigma_{w,loc,Ed} / \sigma_{w,x,Ed}$ reikšmės yra ne didesnės nei nurodytos 7.23 lentelėje, įtempiai apskaičiuojami taip:

$\sigma_{w,cr,Rd}$ – pagal (7.109) formulę;

$\sigma_{w,loc,cr,Rd}$ – pagal (7.114) formulę, bet skaičiuojant $\bar{\lambda}_a$ vietoj a_s imama $0,5a_s$ pagal (7.114) formulę ir 7.23 lentelę.

Visais atvejais $\tau_{w,cr,Rd}$ apskaičiuojamas pagal tikruosius sekcijos matmenis.

7.23 lentelė

Didžiausios santykio $\sigma_{w,loc,Ed} / \sigma_{w,x,Ed}$ reikšmės

Sijos	δ	$\sigma_{w,loc,Ed} / \sigma_{w,Ed}$ reikšmės, kai a_s / h_{eff}							
		0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	$\geq 2,0$
Suvirintinės	≤ 1	0	0,146	0,183	0,267	0,359	0,445	0,540	0,618
	2	0	0,109	0,169	0,277	0,406	0,543	0,652	0,799
	4	0	0,072	0,129	0,281	0,479	0,711	0,930	1,132
	6	0	0,066	0,127	0,288	0,536	0,874	1,192	1,468
	10	0	0,059	0,122	0,296	0,574	1,002	1,539	2,154
	≥ 30	0	0,047	0,112	0,300	0,633	1,283	2,249	3,939
Sujungtos įtempiamaisiais (stipriaisiais) varžtais	-	0	0,121	0,184	0,378	0,643	1,131	1,614	2,347

7.24 lentelė

Koeficiento c_2 reikšmės

a_s / h_{eff}	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	$\geq 2,0$
c_2	Pagal 7.20 lentelę $c_2 = c_{cr}$	37,0	39,2	45,2	52,8	62,0	72,6	84,7

117. Simetrinio skerspjuvio sijos sienelėje, sustandintoje ne tik skersinėmis pagrindinėmis sąstandomis, bet dar ir viena išilgine sąstanda atstumu h_1 nuo skaičiuotinio (gniuždomosios)

sekcijos krašto (žr. 7.13 pav.), abi plokšteles, į kurias ši sąstanda dalija sekciją, būtina skaičiuoti atskirai:

a) 3-iają plokštelę, esančią tarp gniuždomosios juostos ir išilginės sąstandos, pagal formulę

$$\frac{\sigma_{w,x,Ed}}{\sigma_{w,cr,Rd,1}} + \frac{\sigma_{w,loc,Ed}}{\sigma_{w,cr,loc,Rd,1}} + \left(\frac{\tau_{w,xz,Ed}}{\tau_{w,cr,Rd,1}} \right)^2 \leq \gamma_c, \quad (7.116)$$

čia γ_c imamas iš 7.1 lentelės, o $\sigma_{w,x,Ed}$, $\tau_{w,xz,Ed}$, $\sigma_{w,loc,Ed}$ - apskaičiuojami pagal 112 p. reikalavimus.

Įtempiai $\sigma_{w,cr,Rd,1}$ ir $\sigma_{w,cr,loc,Rd,1}$ nustatomi pagal formules:

kai $\sigma_{w,loc,Ed} = 0$,

$$\sigma_{w,cr,Rd,1} = \left(\frac{4,76}{1 - \frac{h_1}{h_{eff}}} \right) \frac{f_{y,d}}{\bar{\lambda}_{w,1}}, \quad (7.117)$$

čia $\bar{\lambda}_{w,1} = \frac{h_1}{t_w} \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}};$

kai $\sigma_{w,loc,Ed} \neq 0$ ir $n_1 = a_s / h_1 \leq 2$,

$$\sigma_{w,cr,Rd,1} = \left(\frac{1,19\psi}{1 - \frac{h_1}{h_{eff}}} \right) \frac{f_{y,d}}{\bar{\lambda}_{w,1}^2}; \quad (7.118)$$

$$\sigma_{w,cr,loc,Rd,1} = (1,24 + 0,476n_1)\psi \frac{f_{y,d}}{\bar{\lambda}_a^2}, \quad (7.119)$$

čia
$$\left. \begin{aligned} \psi &= \left(n_1 + \frac{1}{n_1} \right)^2 \\ \bar{\lambda}_a &= \frac{a_s}{t_w} \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} \end{aligned} \right\}. \quad (7.120)$$

Jei $a_s / h_1 > 2$, tai skaičiuojant $\sigma_{w,cr,Rd,1}$ ir $\sigma_{w,cr,loc,Rd,1}$ imama $a_s = 2h_1$; $\tau_{w,cr,Rd,1}$ apskaičiuojamas pagal (7.110) formulę, įstatant į ją tikrinamosios plokštelės matmenis;

b) 4-ąją plokštelę, esančią tarp išilginės sąstandos ir tempiamosios juostos – pagal formulę

$$\sqrt{\left[\frac{\sigma_{w,x,Ed} \left(1 - \frac{2h_1}{h_{eff}} \right)}{\sigma_{w,cr,Rd,2}} + \frac{\sigma_{w,loc,Ed,2}}{\sigma_{w,cr,loc,Rd,2}} \right]^2 + \left(\frac{\tau_{w,xz,Ed}}{\tau_{w,cr,Rd,2}} \right)^2} \leq \gamma_c, \quad (7.121)$$

$$\text{čia } \sigma_{w,cr,Rd,2} = \left[\frac{5,43}{\left(0,5 - \frac{h_1}{h_{eff}} \right)^2} \right] \frac{f_{y,d}}{\lambda_w^2}. \quad (7.122)$$

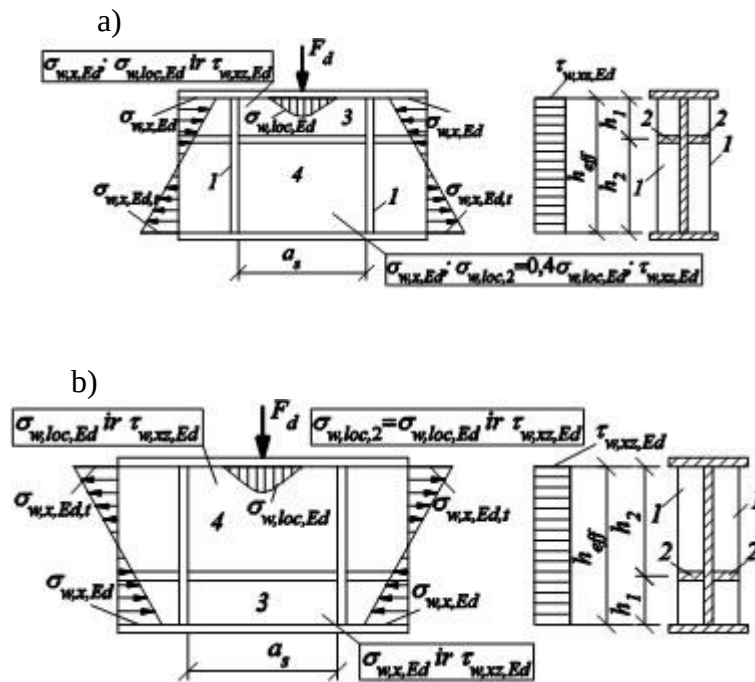
Čia: $\sigma_{w,cr,loc,Rd,2}$ – apskaičiuojamas pagal (7.114) formulę ir 7.22 lentelę, kai $\delta = 0,8$, pakeičiant santykio a_s / h_{eff} reikšmę $a_s / (h_{eff} - h_1)$ reikšme;

$\tau_{w,cr,Rd,2}$ – nustatomas pagal (7.110) formulę, įstatant į ją tikrinamosios plokštelės matmenis;

$\sigma_{w,loc,Ed,2} = 0,4\sigma_{w,loc,Ed}$, kai apkrova pridėta prie gniuždomosios juostos;

$\sigma_{w,loc,Ed,2} = \sigma_{w,loc,Ed}$, kai apkrova pridėta prie tempiamosios juostos.

Koeficientas γ_c nustatomas iš 7.1 lentelės.



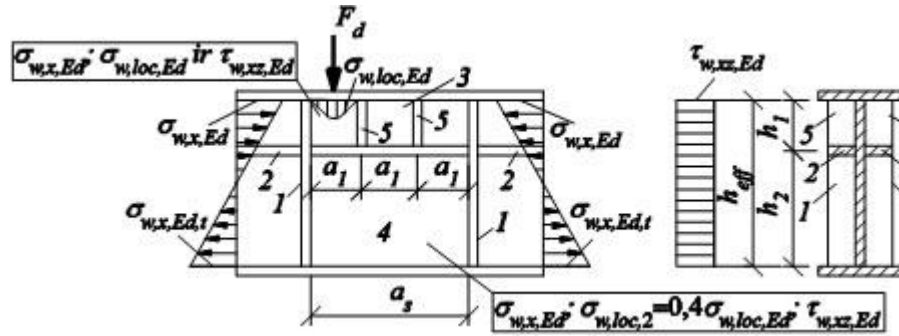
7.13 pav. Sijos, sustiprintos skersinėmis sąstandomis ir išilgine sąstanda, schema:

a – sutelktoji apkrova, pridėta prie gniuždomosios juostos; b – tas pats, prie tempiamosios;

1 – skersinė pagrindinė sąstanda; 2 – išilginė sąstanda; 3 – plokštelė prie gniuždomosios juostos; 4 – plokštelė prie tempiamosios juostos

118. Sustandinant 3-iąją plokštelę papildomomis trumpomis skersinėmis sąstandomis, jas būtina pratęsti iki išilginės sąstandos (žr. 7.14 pav.).

Šiuo atveju 3-ioji plokštelė skaičiuojama pagal (7.116) – (7.120) formules, kuriose a_s dydis pakeičiamas a_1 dydžiu, čia a_1 – atstumas tarp gretimų trumpųjų sąstandų ašių (žr. 7.14 pav.); 4-oji plokštelė skaičiuojama pagal 117 b p. reikalavimus.



7.14 pav. Sijos, sustiprintos skersinėmis pagrindinėmis sąstandomis (1), išilgine sąstanda (2), dalijančia sienelės sekciją į plokštelę (3) prie gniuždomosios juostos ir į plokštelę (4) prie tempiamosios juostos, taip pat trumpomis sąstandomis (5), schema

119. Asimetrinio skerspjuvio sijų sienelių (su didesniąja gniuždomąja juosta) pastovumas skaičiuojamas pagal 114, 116-118 p., įvertinant šiuos pakeitimus:

a) sienelėms, sustandintoms tik skersinėmis sąstandomis, (7.109) ir (7.115) formulėse ir 7.24 lentelėje h_{eff} reikšmė imama lygi dvigubam atstumui nuo neutraliosios ašies iki sekcijos skaičiuotinio (gniuždomojo) krašto. Kai $a_s / h_{eff} > 0,8$ ir $\sigma_{w,loc,Ed} \neq 0$, skaičiuojama abu kartus, kaip nurodyta 116 b ir c p., neatsižvelgiant į $\sigma_{w,loc,Ed} / \sigma_{w,x,Ed}$ reikšmes;

b) sienelėms, sustandintoms skersinėmis sąstandomis ir viena išilgine sąstanda, įrengta gniuždomojoje zonoje:

$$(7.117), (7.118) \text{ ir } (7.121) \text{ formulėse vietoj } h_1 / h_{eff} \text{ įstatoma } \frac{\alpha h_1}{2h_{eff}};$$

$$(7.122) \text{ formulėje vietoj } (0,5 - h_1 / h_{eff}) \text{ įstatoma } \left(\frac{1}{\alpha} - \frac{h_1}{h_{eff}} \right),$$

čia

$$\alpha = \frac{\sigma_{w,x,Ed} - \sigma_{w,x,Ed,t}}{\sigma_{w,x,Ed}},$$

čia $\sigma_{w,x,Ed,t}$ – tempimo įtempis (su minuso ženklu) prie skaičiuotinio sekcijos krašto.

Esant didesniajai tempiamajai (neapkrautai) juostai, kai tuo pat metu veikia įtempiai $\sigma_{w,x,Ed}$ ir $\tau_{w,xz,Ed}$, pastovumas skaičiuojamas pagal (7.124) formulę.

120. Sijos sienelės būtina sustandinti skersinėmis sąstandomis, jei sijos sienelės sąlyginio liaunio $\bar{\lambda}_w$ reikšmės viršija 3,2, kai nėra judamosios apkrovos, ir 2,2 – kai sijos juosta veikiamą judamosios apkrovos.

Atstumai tarp pagrindinių skersinių sąstandų neturi viršyti $2h_{eff}$, kai $\bar{\lambda}_w > 3,2$, ir $2,5 h_{eff}$, kai $\bar{\lambda}_w \leq 3,2$.

Leidžiama padidinti nurodytus atstumus tarp sąstandų iki $3h_{eff}$ reikšmės su sąlyga, kad sijos sienelė tenkina 114, 116 – 119 p. reikalavimus ir bendras sijos pastovumas yra užtikrinamas 71 a arba 71 b p. reikalavimų. Šiuo atveju gniuždomosios juostos l_{eff} / b_f reikšmės neturi viršyti reikšmių, nustatomų pagal 7.4 lentelės formules, kai apkrovos veikia viršutinę juostą.

Didelių sutelktųjų nejudamųjų jėgų pridėjimo vietose ir atramose būtina įrengti skersines sąstandas.

Sienelėje, sustandintoje tik skersinėmis sąstandomis, jų porinės simetrinės sąstandos išsikišusios dalies b_s plotis turi būti ne mažesnis kaip $h_{eff} / 30 + 40$ mm, vienpusės sąstandos – ne mažesnis kaip $h_{eff} / 24 + 50$ mm; sąstandos storis t_s turi būti ne mažesnis kaip $2b_s \sqrt{f_{y,d} / E}$.

Šių sienelės leidžiama sustiprinti vienpusėmis skersinėmis sąstandomis iš pavienių kampuočių, privirinamų prie sienelės lentyna. Tokios sąstandos skerspjūvio inercijos momentas, apskaičiuojamas ašies, sutampančios su artimiausiu sąstandai sienelės kraštu, turi būti ne mažesnis už dvigubų simetrinių sąstandų skerspjūvio inercijos momentą.

121. Sienelę standinant viena išilgine sąstanda, reikiama šių sąstandų skerspjūvių inercijos momentai nustatomi:

a) skersinių sąstandų – pagal formulę

$$I_s = 3h_{eff}t_w^3; \quad (7.123)$$

b) išilginės sąstandos – pagal 7.25 lentelės formules, įvertinant jos ribines reikšmes.

Išdėstant išilginę ir skersines sąstandas iš vienos sienelės pusės, kiekvieno sienelės skerspjūvio inercijos momentai skaičiuojami ašies, sutampančios su artimiausiu sąstandai sienelės kraštu, atžvilgiu. Mažiausi išsikišusios skersinių ir išilginės sąstandų dalių matmenys turi būti imami pagal 120 p. reikalavimus.

7.25 lentelė

Išilginės sąstandos inercijos momento I_{sl} reikšmės

$\frac{h_1}{h_{eff}}$	Būtinasis išilginės briaunos inercijos momentas I_{sl}	Ribinės reikšmės	
		mažiausi $I_{sl,min}$	didžiausi $I_{sl,max}$
0,20	$\left(2,5 - 0,5 \frac{a_s}{h_{eff}}\right) \frac{a_s^2 t^3}{h_{eff}}$	$1,5h_{eff}t_w^3$	$7h_{eff}t_w^3$
0,25	$\left(1,5 - 0,4 \frac{a_s}{h_{eff}}\right) \frac{a_s^2 t^3}{h_{eff}}$	$1,5h_{eff}t_w^3$	$3,5h_{eff}t_w^3$
0,30	$1,5h_{eff}t_w^3$	-	-

Pastaba. Apskaičiuojant I_{sl} tarpines h_1 / h_{eff} reikšmes leidžiama tiesinė interpoliacija.

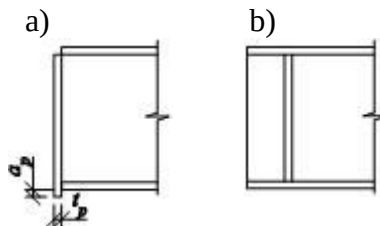
122. Būtina apskaičiuoti sudėtinio skerspjūvio sijos sienelės ruožo virš atramos, sustandinto sąstandomis, pastovumą iš plokštumos kaip statramstį, apkrautą atramine reakcija. Į šio statramsčio skaičiuotinį skerspjūvį įtraukiami skersinės sąstandos skerspjūvis ir sienelės $0,65 t_w \sqrt{E / f_{y,d}}$ pločio juostos iš kiekvienos sąstandos pusės skerspjūvis. Statramsčio skaičiuojamasis aukštis imamas lygus sienelės aukščiui.

Atraminių sąstandų apatiniai galai (žr. 7.15 pav.) turi būti nubrožti arba glaudžiai prigludę prie sijos apatinės juostos, arba privirinti prie jos. Įtempiai šiuose skerspjūviuose, veikiant atraminei reakcijai, neturi viršyti: pirmuoju atveju (žr. 7.15 a pav.) – skaičiuotinio glemžiamojo plieno stiprio $f_{p,d}$, kai $a_p \leq 1,5 t_p$, ir skaičiuotinio gniuždomojo plieno stiprio $f_{y,d}$, kai $a_p > 1,5 t_p$; antruoju atveju (žr. 7.15 b pav.) – skaičiuotinio glemžiamojo plieno stiprio $f_{p,d}$.

Jei atraminė sąstanda privirinta prie sijos apatinės juostos, virintinės siūlės turi būti apskaičiuotos atraminės reakcijos poveikiui.

123. Vienpusė sąstanda, įrengta sutelktosios apkrovos pridėjimo prie viršutinės juostos vietoje, skaičiuojama kaip ekscentriškai gniuždomas statramstis su ekscentricitetu, lygiu atstumui nuo sienelės vidurinės plokštumos iki statramsčio skaičiuotinio skerspjūvio sunkio centro. Į šio

statramsčio skaičiuotinį skerspjūvį įtraukiami sąstandos skerspjūvis ir sienelės $0,65 t_w \sqrt{E / f_{y,d}}$ pločio juostos iš kiekvienos sąstandos pusės skerspjūvis. Statramsčio skaičiuojamasis aukštis imamas lygus sienelės aukščiui.

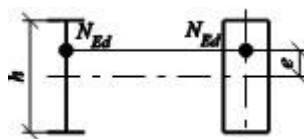


7.15 pav. Atraminės sąstandos konstrukcija:

a – galas nudrožtas; b – nutolusi nuo galo ir glaudžiai priglundusi arba privirinta prie apatinės juostos

XV SKIRSNIS. CENTRIŠKAI, EKSCENTRIŠKAI GNIUŽDOMŲ IR GNIUŽDOMŲJŲ-LENKIAMŲJŲ ELEMENTŲ SIENELĖS PASTOVUMAS

124. Centriškai gniuždomų, taip pat ekscentriškai gniuždomų ir gniuždomųjų-lenkiamųjų elementų sienelės skaičiuojamojo aukščio santykis su storiu h_{eff} / t_w (žr. 7.16 pav.), išskyrus atvejus, nurodytus 127 p., kaip įprasta neturi viršyti $\bar{\lambda}_{wu} \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$ reikšmių, kai sąlyginio ribinio sienelės liaunio $\bar{\lambda}_{wu}$ reikšmė nustatoma iš 7.26 lentelės.



7.16 pav. Ekscentriškai gniuždomų dvitėjo ir dėžinio skerspjūvio elementų schema

125. Ekscentriškai gniuždomų ir gniuždomųjų-lenkiamųjų dvitėjo ir dėžinio skerspjūvio elementų (žr. 7.16 pav.), skaičiuojamų pagal (7.82) formulę, sienelės skaičiuojamojo aukščio santykis su storiu h_{eff} / t_w nustatomas atsižvelgiant į reikšmę $\alpha = \frac{(\sigma_{w,c,Ed} - \sigma_{w,Ed,1})}{\sigma_{w,c,Ed}}$; čia: $\sigma_{w,c,Ed}$ – didžiausi gniuždymo įtempiai prie sienelės skaičiuotinio krašto, imami su „+“ ženklu ir skaičiuojami neįvertinant koeficientų ϕ_e , $\phi_{e,yz}$ ar $c\phi_z$; $\sigma_{w,Ed,1}$ – atitinkami įtempiai prie sienelės priešingo skaičiuotinio krašto ir imami ne didesnių reikšmių, nustatomų:

- a) kai $\alpha \leq 0,5$ – pagal 124 p.;
- b) kai $\alpha \geq 1$ – pagal formulę

$$\frac{h_{eff}}{t_w} = 4,35 \sqrt{\frac{(2\alpha - 1)E}{\sigma_{w,c,Ed} (2 - \alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4\beta^2})}} \leq 3,8 \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}, \quad (7.124)$$

čia

$$\beta = 1,4(2\alpha - 1) \frac{\tau_{w,Ed}}{\sigma_{w,c,Ed}},$$

$$\tau_{w,Ed} = \frac{V_{Ed}}{t_w h_{eff}} - \text{vidutiniai tangentiniai įtempiai nagrinėjamame skerspjūvyje};$$

c) kai $0,5 < \alpha < 1$, taikoma tiesinė interpoliacija tarp reikšmių, apskaičiuotų, kai $\alpha = 0,5$ ir $\alpha = 1$.

7.26 lentelė

Sąlyginiai ribiniai sienelės liauniai

Santykinis ekscentricitetas	Elemento skerspjūvis	$\bar{\lambda}$ ir $\bar{\lambda}_1$ reikšmės	Formulės $\bar{\lambda}_{wu}$ nustatyti
$e_{rel} = 0$	Dvitėjis	$\bar{\lambda} < 2,0$ $\bar{\lambda} \geq 2,0$	$\bar{\lambda}_{wu} = 1,30 + 0,15\bar{\lambda}^2$ $\bar{\lambda}_{wu} = 1,20 + 0,35\bar{\lambda}$, bet ne daugiau kaip 2
	Dėžinis, lovinis valcuotasis	$\bar{\lambda} < 1,0$ $\bar{\lambda} \geq 1,0$	$\bar{\lambda}_{wu} = 1,2$ $\bar{\lambda}_{wu} = 1,0 + 0,2\bar{\lambda}$, bet ne daugiau kaip 1,6
	Lovinis, išskyrus valcuotąjį	$\bar{\lambda} < 0,8$ $\bar{\lambda} \geq 0,8$	$\bar{\lambda}_{wu} = 1,0$ $\bar{\lambda}_{wu} = 0,85 + 0,19\bar{\lambda}$, bet ne daugiau kaip 1,6
$e_{rel} \geq 1$	Dvitėjis, dėžinis	$\bar{\lambda}_1 < 2,0$ $\bar{\lambda}_1 \geq 2,0$	$\bar{\lambda}_{wu} = 1,30 + 0,15\bar{\lambda}_1^2$ $\bar{\lambda}_{wu} = 1,20 + 0,35\bar{\lambda}_1$, bet ne daugiau kaip 3,1

Žymenys:
 $\bar{\lambda}$ – elemento sąlyginis liaunis, imamas skaičiuojant pastovumą centrinio gniuždymo atveju;
 $\bar{\lambda}_1$ – elemento sąlyginis liaunis, imamas skaičiuojant pastovumą momento veikimo plokštumoje.
Pastabos:
1. Dėžiniams priskiriami uždarieji stačiakampiai profiliuočiai (sudėtiniai, lankstyti stačiakampiai ir kvadratiniai).
2. Dėžiniame skerspjūvyje, kai $e_{rel} > 0$, $\bar{\lambda}_{wu}$ reikšmė nustatoma sienelės, lygiagrečiai su lenkimo momento plokštuma.
3. Kai $0 < e_{rel} < 1,0$, $\bar{\lambda}_{wu}$ reikšmė nustatoma tiesiškai interpoliuojant reikšmes, apskaičiuotas, kai $e_{rel} = 0$ ir $e_{rel} = 1,0$.

126. Ekscentriškai gniuždomų ir gniuždomųjų-lenkiamųjų kitokio nei dvitėjo ir dėžinio (išskyrus tėjinio) skerspjūvio elementų pagal 125 p. nustatytos santykio h_{eff}/t_w reikšmės turi būti dauginamos iš koeficiento 0,75.

127. Centriškai, ekscentriškai gniuždomų ir gniuždomųjų-lenkiamųjų tėjinio skerspjūvio elementų, kurių sąlyginis liaunis $\bar{\lambda}$ nuo 0,8 iki 4, tėjo sienelės skaičiuojamojo aukščio santykis su storiu, kai $1 \leq b_f/h_{eff} \leq 2$, neturi viršyti reikšmių, apskaičiuotų pagal formulę

$$\frac{h_{eff}}{t_w} = (0,40 + 0,07 \bar{\lambda}) \left(1 + 0,25 \sqrt{2 - \frac{b_f}{h_{eff}}} \right) \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}, \quad (7.125)$$

čia: b_f – tėjo lentynos plotis;

h_{eff} – skaičiuojamasis tėjo sienelės aukštis.

Kai $\bar{\lambda} < 0,8$ arba $\bar{\lambda} > 4$, tai (7.125) formulėje imami atitinkamai $\bar{\lambda} = 0,8$ arba $\bar{\lambda} = 4$.

Kai elemento skerspjūvis parenkamas pagal ribinį liaunį, taip pat atitinkamai pagrindus skaičiavimais, didžiausios h_{eff}/t_w reikšmės dauginamos iš koeficiento $\sqrt{\frac{f_{y,d}\varphi_m}{\sigma_{Ed}}}$ (čia $\varphi_m = \varphi$ arba $\varphi_m = \varphi_e$; $\sigma_{Ed} = \frac{N_{Ed}}{A}$), bet ne didesnio kaip 1,25.

128. Centriškai gniuždomų dvitėjo skerspjūvio elementų sienelėms su skaičiuojamuoju aukščiu h_{eff} ir sustandintomis dviguba sienelės viduryje išilgine sąstanda h_{eff}/t_w reikšmė, apskaičiuota pagal 124 p., turi būti padauginta iš koeficiento β , nustatyto, kai $\frac{I_{sl}}{h_{eff}^3 t_w^3} \leq 6$ pagal formulę

$$\beta = 1 + 0,4 \frac{I_{sl}}{h_{eff}^3} \left(1 - 0,1 \frac{I_{sl}}{h_{eff}^3} \right), \quad (7.126)$$

čia I_{sl} – išilginės sąstandos skerspjūvio inercijos momentas.

Kai ekscentriškai gniuždomo ar gniuždomojo-lenkiamojo elemento sienelė sustandinama sienelės viduryje įrengta išilgine sąstanda su inercijos momentu $I_{sl} \geq 6h_{eff}^3 t_w^3$, tai labiau apkrauta sienelės dalis tarp juostos ir sąstandos ašies turi būti nagrinėjama kaip atskira plokštelė ir tikrinama pagal 124 arba 125 p. reikalavimus.

129. Kai sąstanda įrengiama iš vienos sienelės pusės, jos inercijos momentas turi būti apskaičiuojamas ašies, sutapdintos su artimiausiu sienelės kraštu, atžvilgiu.

Išilginės sąstandos įtraukiamos į skaičiuotinį elemento skerspjūvį.

Kai išilginė sąstanda konstruojama kaip sienelės klostė, tai skaičiuojant h_{eff} įvertinamas ištiesintos klostės ilgis.

Išsikišusios išilginės sąstandos dalies mažiausi matmenys imami pagal 120 p. reikalavimus.

130. Kai faktinė h_{eff}/t_w reikšmė viršija reikšmę, nustatytą pagal 124 p. (centriškai gniuždomiems elementams ne daugiau kaip du kartus), skaičiuojamosiose formulėse vietoj A reikšmės imama A_{red} reikšmė, apskaičiuota, kai sienelės aukštis yra $h_{red,w}$ (kai yra dėžinis skerspjūvis $h_{red,w}$ ir $h_{red,w,1}$ nustatomi plokštelėms, sudarančioms skerspjūvį ir išdėstytoms atitinkamai lygiagrečiai ir statmenai lenkimo plokštumai):

a) dvitėjo ir lovinio skerspjūvio $A_{red} = A - (h_{eff} - h_{red,w}) \cdot t_w$;

b) dėžinio skerspjūvio:

centriškai gniuždomo elemento $A_{red} = A - 2(h_{eff} - h_{red,w}) \cdot t_w - 2(h_{eff,1} - h_{red,w,1}) \cdot t_{w,1}$;

ekscentriškai gniuždomo ir gniuždomojo-lenkiamojo elemento $A_{red} = A - 2(h_{eff} - h_{red,w}) \cdot t_w$.

131. Sienelės aukščio $h_{red,w}$ reikšmė 130 p. nustatoma:

a) centriškai gniuždomo lovinio skerspjūvio elemento pagal formulę

$$h_{red,w} = t_w \bar{\lambda}_{wu} \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}, \quad (7.127)$$

čia $\bar{\lambda}_{uw}$ – sąlyginis ribinis lovinio skerspjūvio sienelės liaunis, imamas iš 7.26 lentelės;

b) centriškai gniuždomo dvitėjo ir dėžinio skerspjūvio elemento pagal formulę

$$h_{red,w} = t_w \left[\bar{\lambda}_{wu} - \left(\frac{\bar{\lambda}_w}{\bar{\lambda}_{wu}} - 1 \right) (\bar{\lambda}_{wu} - k) \right] \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}, \quad (7.128)$$

čia: $\bar{\lambda}_{uw}$ – sąlyginis ribinis atitinkamo skerspjūvio sienelės liaunis, imamas iš 7.26 lentelės, kai $e_{rel} = 0$,

$$\bar{\lambda}_w = \frac{h_{eff}}{t_w} \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} - \text{sąlyginis sienelės liaunis; kai skaičiuojamas } h_{red,w,1}, \text{ imamas lygus}$$

$$\bar{\lambda}_{w1} = \frac{h_{red,w,1}}{t_{w1}} \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}},$$

k – koeficientas, imamas lygus:

dvitėjo skerspjūvio $k = 1,2 + 0,15\bar{\lambda}$ (kai $\bar{\lambda} > 3,5$, imama $\bar{\lambda} = 3,5$);

dėžinio skerspjūvio $k = 2,9 + 0,2\bar{\lambda} - 0,7\bar{\lambda}_w$ (kai $\bar{\lambda}_w > 2,3$, imama $\bar{\lambda}_w = 2,3$),

čia $\bar{\lambda}$ – sąlyginis elemento liaunis, imamas iš 7.26 lentelės;

c) ekscentriškai gniuždomų ir gniuždomųjų-lenkiamųjų elementų – pagal (7.128) formulę, čia $\bar{\lambda}_{wu}$ reikšmė skaičiuojama iš 7.26 lentelės, o k reikšmė imama esant sąlygai $\bar{\lambda} = \bar{\lambda}_1$.

Nurodyti sienelės skaičiuojamojo aukščio pakeitimai imami tik apskaičiuojant skerspjūvio plotą A , kai skaičiuojama pagal (7.7), (7.75) ir (7.92) formules.

132. Ištisinių kolonų sienelės, kai $h_{eff}/t_w \geq 2,3\sqrt{E/f_{y,d}}$, reikia sustandinti skersinėmis sąstandomis, išdėstytomis viena nuo kitos atstumu $(2,5 - 3)h_{eff}$, kiekviename siunčiamame elemente turi būti ne mažiau kaip dvi sąstamos (dvigubos arba viengubos).

Skersinių sąstandų išsikišusios dalies mažiausi matmenys turi būti imami pagal 120 p. reikalavimus.

XVI SKIRSNIS. CENTRIŠKAI, EKSCENTRIŠKAI GNIUŽDOMŲ, GNIUŽDOMŲJŲ-LENKIAMŲJŲ IR LENKIAMŲJŲ ELEMENTŲ JUOSTŲ LAKŠTŲ PASTOVUMAS

133. Juostų lakštų (lentynų) skaičiuojamasis nuosvyrų plotis imamas lygus atstumui: suvirintinių elementų – nuo sienelės krašto (kai yra vienpusės siūlės – nuo sienelės krašto iš siūlių pusės) iki juostos lakšto (lentynos) krašto; valcuotųjų profiliuotųjų – nuo vidinio užlanko pradžios iki lentynos krašto; lankstytųjų profiliuotųjų (žr. 7.11 pav.) – nuo sienelės išraitos iki juostos lakšto (lentynos) krašto.

134. Centriškai, ekscentriškai gniuždomų ir gniuždomųjų-lenkiamųjų elementų, kurių sąlyginis liaunis $\bar{\lambda}$ yra nuo 0,8 iki 4, juostos lakšto (lentynos) nuosvyros skaičiuojamojo pločio santykis su storiu imamas ne didesnis nei apskaičiuotas pagal 7.27 lentelės formules.

Kai $\bar{\lambda} < 0,8$ arba $\bar{\lambda} > 4$, 7.27 lentelės formulėse imama atitinkamai $\bar{\lambda} = 0,8$ arba $\bar{\lambda} = 4$.

135. Lenkiamųjų elementų gniuždomosios juostos nuosvyros pločio b_{eff} santykis su storiu t_f imamas ne didesnis nei apskaičiuotas pagal 7.28 lentelės formules.

136. Lentyną sustandinančios sąstamos (užlankos) aukštis a_{eff} , matuojamas nuo jos ašies, turi būti ne mažesnis kaip $0,3b_{eff}$ elementuose, nesustiprintuose antdėklais (žr. 7.11 pav.), ir turi būti ne mažesnis kaip $0,2b_{eff}$ elementuose, sustiprintuose antdėklais; sąstamos storis turi būti ne

mažesnis kaip $2a_{eff}\sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}}$.

7.27 lentelė

Didžiausios santykio $\frac{b_{eff}}{t_f}$ reikšmės

Lentynos (juostos lakšto) ir elemento skerspjūvio charakteristika	Didžiausias santykis $\frac{b_{eff}}{t_f}$
Nesustandinto dvitėjo ir tėjo	$\frac{b_{eff}}{t_f} = (0,36 + 0,10\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$
Sustandinto sąstanda dvitėjo ir tėjo	$\frac{b_{eff}}{t_f} = (0,54 + 0,15\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$
Nesustandintų lygiašonių kampuočių ir lankstytų profiliuotųjų (išskyrus lovį)	$\frac{b_{eff}}{t_f} = (0,40 + 0,07\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$
Sustandintų sąstanda lygiašonių kampuočių ir lankstytų profiliuotųjų	$\frac{b_{eff}}{t_f} = (0,50 + 0,18\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$
Nesustandinto lovio ir nelygiašonio kampuočio didžioji lentyna	$\frac{b_{eff}}{t_f} = (0,43 + 0,08\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$
Lankstytųjų profiliuotųjų, sustiprintų antdėklais ir sustandintų užlankomis	$\frac{b_{eff}}{t_f} = (0,85 + 0,19\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$

7.28 lentelė

Didžiausios santykio $\frac{b_{eff}}{t_f}$ reikšmės

Lenkiamųjų elementų skaičiavimas	Nuosvyros charakteristika	Didžiausios santykio $\frac{b_{eff}}{t_f}$ reikšmės
Neviršijant tampriųjų deformacijų (tamprioji stadija)	Nesustandinta	$\frac{b_{eff}}{t_f} = 0,5 \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$
	Sustandinta	$\frac{b_{eff}}{t_f} = 0,75 \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$
Atsižvelgiant į plastines deformacijas ¹⁾	Nesustandinta	$\frac{b_{eff}}{t_f} = 0,11 \frac{h_{w,d}}{t_w}$, bet ne daugiau kaip $0,5 \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$
	Sustandinta	$\frac{b_{eff}}{t_f} = 0,16 \frac{h_{w,d}}{t_w}$, bet ne daugiau kaip $0,75 \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$

Žymenys:
 h_{eff} – skaičiuojamasis sijos sienelės aukštis;
 t_w – sijos sienelės storis.
 Pastaba.
 Kai $\frac{h_{eff}}{t_w} \leq 2,7 \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$, didžiausia santykio $\frac{b_{eff}}{t_f}$ reikšmė imama:
 nesustandintos lentynos $\frac{b_{eff}}{t_f} = 0,3 \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$; sustandintos lentynos $\frac{b_{eff}}{t_f} = 0,45 \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$.

137. Centriškai gniuždomų dėžinio skerspjūvio elementų didžiausias juostos skaičiuojamojo pločio ir storio santykis b_{eff}/t_f imamas pagal 7.26 lentelę kaip dėžinio skerspjūvio sienelėms.

Ekscentriškai gniuždomų ir gniuždomųjų – lenkiamųjų dėžinio skerspjūvio elementų didžiausias santykis b_{eff}/t_f imamas:

a) kai $e_{rel} \leq 0,3$, kaip centriškai gniuždomų elementų;

$$\text{b) kai } e_{rel} \geq 1,0 \text{ ir } \bar{\lambda} \leq 2 + 0,04e_{rel}, \quad \frac{b_{eff}}{t_f} = \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}};$$

$$\text{c) kai } e_{rel} \geq 1,0 \text{ ir } \bar{\lambda} > 2 + 0,04e_{rel}, \quad \frac{b_{eff}}{t_f} = (0,4 + 0,3\bar{\lambda})(1 - 0,01e_{rel}) \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}.$$

Kai santykinio ekscentriciteto reikšmės $0,3 < e_{rel} < 1$, didžiausios b_{eff}/t_f reikšmės nustatomos tiesiškai interpoliuojant tarp b_{eff}/t_f reikšmių, apskaičiuotų, kai $e_{rel} = 0,3$ ir $e_{rel} = 1$.

138. Parenkant skerspjūvius pagal ribinį liaunį centriškai, ekscentriškai gniuždomiems ir gniuždomiesiems-lenkiamiesiems elementams, o lenkiamiesiems elementams – pagal ribinius įlinkius, taip pat atitinkamai pagrindus skaičiavimais, didžiausios nuosvyros skaičiuojamojo pločio

santykis su storium $\frac{b_{eff}}{t_f}$ turi būti dauginamas iš koeficiento $\sqrt{\frac{f_{y,d}\varphi_m}{\sigma_{Ed}}}$, bet ne didesnės reikšmės

kaip 1,25.

Čia būtina imti:

a) centriškai, ekscentriškai gniuždomiems ir gniuždomiesiems-lenkiamiesiems elementams:

φ_m – mažiausia iš φ , φ_e , φ_{eyz} , $c\varphi$ reikšmių, naudotų tikrinant elemento pastovumą;

$$\sigma_{Ed} = \frac{N_{Ed}}{A};$$

b) lenkiamiesiems elementams:

$$\varphi_m = 1;$$

$$\sigma_{Ed} - \text{didžiausia iš įtempių reikšmių } \sigma_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{W_c\varphi_b} \text{ arba } \sigma_{Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{I_y}z \pm \frac{M_{z,Ed}}{I_z}y.$$

XVII SKIRSNIS. SUVIRINTINĖS JUNGTYS

139. Konstruojant plienines suvirintines konstrukcijas, būtina pašalinti liekamųjų deformacijų kenksmingos įtakos galimybę, numatant tam tikrus konstrukcinius sprendimus (su įmanomai tolygiu įtempių pasiskirstymu elementuose ir detalėse, be staigių skerspjūvio pokyčių ir kitokių įtempių koncentruojančių sprendinių) bei technologines priemones (surinkimo ir suvirinimo eiliškumą, išankstinį išlinkį, mechaninį apdirbimą drožiant, frezuojant, valant abrazyviniu būdu ir kt.).

140. Plieninių konstrukcijų suvirintinėms jungtims užtikrinti būtina pašalinti trapiosios montuojamų ir eksploatuojamų konstrukcijų irties galimybę dėl nepalankaus šių veiksmų poveikio:

a) didelių vietinių įtempių dėl sutelktųjų apkrovų poveikio ar jungties detalių deformacijų, taip pat liekamųjų įtempių;

b) staigių skerspjūvio pokyčių (įtempių koncentratorių) didelių vietinių įtempių ruožuose ir orientuotų skersai veikiančių tempimo įtempių;

c) žemų temperatūrų, kuriose plienas dėl cheminės sudėties, struktūros ir valcuotojo gaminio storio tampa trapus.

141. Konstruojant suvirintines konstrukcijas, būtina įvertinti, kad konstrukcijose su ištisine sienele yra mažesnė įtempių koncentracija ir, palyginti su spragotosiomis konstrukcijomis, jos ne tokios jautrios ekscentricitetams.

142. Konstrukcijoms su suvirintinėms jungtimis būtina:

a) numatyti našius mechanizuotus suvirinimo būdus;

b) užtikrinti laisvą priėjimą prie suvirintinių jungčių virinimo vietų, įvertinant pasirinktą suvirinimo būdą ir technologiją.

143. Suvirinimui jungtys paruošiamos pagal LST EN ISO 9692 – 1 [7.26] ir LST EN ISO 9692 – 2 [7.27].

Virintinių (lydytinių) kertinių (kampinių) siūlių matmenys ir forma parenkami įvertinant tokias sąlygas:

- a) statiniai k_f turi būti ne didesni nei 1,2 t, kur t – ploniausio iš jungiamųjų elementų storis;
- b) statiniai k_f apskaičiuojami, bet imami ne mažesni nei nurodyti 7.29 lentelėje;
- c) siūlės skaičiuojamasis ilgis turi būti ne mažesnis nei $4 k_f$ ir ne mažesnis nei 40 mm;
- d) šoninės siūlės skaičiuojamasis ilgis turi būti ne didesnis nei $85 \beta_{wf} k_f$ (β_{wf} – koeficientas, imamas iš 7.30 lentelės), išskyrus siūles, kuriose įrašą veikia visu siūlės ilgiu;
- e) užlaidos plotis turi būti ne mažesnis kaip penki ploniausio iš suvirinamų elementų storiai;
- f) siūlės statinių santykis dažniausiai esti 1:1. Kai suvirinami skirtingo storio elementai, leidžiamos asimetriškos (nevienodo statinio aukščio) siūlės; šiuo atveju statinis arčiausiai plonesniojo elemento turi atitikti 143 a p. reikalavimus, o statinis šalia storesniojo elemento -143 b p. reikalavimus;
- g) konstrukcijų, veikiamų dinaminių ir vibracinių apkrovų, siūlės turi būti įgaubtos ir sklandžiai pereiti į pagrindinį metalą. Tai pagrindžiama patvarumo arba stiprumo skaičiavimu, kai atsižvelgiama į trapiąją irtį.

144. Sąstandas, diafragmas ir juostas virintiniuose dvitėjuose pagal 112, 113, 244 ir 265 p. bei 4-os grupės konstrukcijose leidžiama prijungti vienaspusėmis virintinėmis siūlėmis, kurių statinius k_f būtina apskaičiuoti, bet jie neturi būti mažesni nei nurodyta 7.29 lentelėje.

7.29 lentelė

Mažiausi kertinių (kampinių) siūlių statiniai

Jungtis	Suvirinimo būdas	Plieno takumo riba, N/mm ²	Mažiausi siūlių statiniai k_f , mm, kai storesniojo iš suvirinamų elementų storis t , mm						
			4-5	6-10	11-16	17-22	23-32	33-40	41-80
Tėjinė su dvipusėmis kartinėmis (kampinėmis) siūlėmis; užleistinė ir kampinė	Rankinis	≤ 430	4	5	6	7	8	9	10
		$> 430 \leq 530$	5	6	7	8	9	10	12
	Automatinis ir pusiau automatinis	≤ 430	3	4	5	6	7	8	9
		$> 430 \leq 530$	4	5	6	7	8	9	10
Tėjinė su vienpusėmis kartinėmis (kampinėmis) siūlėmis	Rankinis	≤ 380	5	6	7	8	9	10	12
	Automatinis ir pusiau automatinis		4	5	6	7	8	9	10
Pastabos:									
1. Konstrukcijų iš plieno, kurio takumo riba viršija 530 N/mm ² , taip pat iš visų plienų, kai elemento storis viršija 80 mm, kertinių (kampinių) siūlių statiniai parenkami pagal specialiąsias technines sąlygas.									
2. 4-os grupės konstrukcijų mažiausi vienpusių kertinių (kampinių) siūlių statiniai mažinami 1 mm, kai virinamų elementų storis siekia iki 40 mm, ir 2 mm, kai elementų storis didesnis nei 40 mm.									

145. Vienpusių siūlių naudoti neleidžiama:

- 1-os grupės konstrukcijose;
- konstrukcijose, eksploatuojamose vidutiniško, aukšto ir labai aukšto koroziškumo kategorijos aplinkoje pagal LST EN ISO 12944 – 2 [7.43].

146. Turi būti nurodytas virintinių siūlių tipas, elektrodai arba suvirinimo viela, siūlės padėtis virinant.

147. Lakštai paprastai jungiami skersinėmis sudurtinėmis virintinėmis siūlėmis, kurios turi būti visiškai įvirintos ir naudojant pridėtines siūlės pradžios ir pabaigos plokšteles.

Montavimo sąlygomis leidžiamas vienaspusis suvirinimas su siūlės šaknies įvirinimu ir suvirinimas ant liekamojo plieninio padėklo.

148. Naudoti mišriąsias jungtis, kai įrašos dalį perima virintinė siūlė, o dalį – varžtai, neleidžiama.

149. Naudoti trūkiašias siūles, taip pat virintines kniedytines, virinamas rankiniu būdu iš anksto išgręžtose skylėse, leidžiama tik 4 – os grupės konstrukcijoms.

150. Centriškai tempiamos arba gniuždomos suvirintinės sandūrinės jungtys skaičiuojamos pagal formulę

$$\frac{N_{Ed}}{t \cdot l_{w,eff} \cdot f_{w,y,d} \cdot \gamma_c} \leq 1,0, \quad (7.129)$$

čia: t – ploniausiojo iš jungiamųjų elementų storis;

$l_{w,eff}$ – virintinės (lydytinės) siūlės skaičiuojamasis ilgis, lygus visam jos ilgiui, sumažintam $2t$, arba visam jos ilgiui tuo atveju, kai siūlės galai išvedami už jungties ribų.

Skaičiuojant elementų, apskaičiuotų pagal 57 p., suvirintinės sandūrinės jungtis, (7.129) formulėje vietoj $f_{w,y,d}$ imama $f_{w,u,d} / \gamma_u$.

151. Suvirintinių sandūrinių jungčių skaičiuoti nereikia, jei naudojamos III skirsnyje nurodytos suvirinimo medžiagos, virintinė siūlė yra visiškai įvirinta ir fiziškai kontroliuojama tempiamųjų siūlių kokybė.

152. Suvirintinės jungtys su kartinėmis (kampinėmis) siūlėmis, veikiant išilginei ir skersinei jėgoms, turi būti skaičiuojamos sąlyginiam kirpimui dviejuose pjūviuose (žr. 7.17 pav.):

- per siūlės metalą (1 pjūvis):

$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wf} \cdot k_f \cdot \sum l_{w,eff} \cdot f_{vw,f,d} \cdot \gamma_c} \leq 1,0, \quad (7.130)$$

- per sulydymo srities metalą (2 pjūvis):

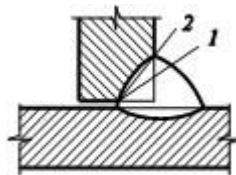
$$\frac{N_{Ed}}{\beta_{wz} \cdot k_f \cdot \sum l_{w,eff} \cdot f_{vw,z,d} \cdot \gamma_c} \leq 1,0, \quad (7.131)$$

čia: $l_{w,eff}$ – vienos virintinės (lydytinės) siūlės skaičiuojamasis ilgis, imamas 10 mm trumpesnis nei visas jos geometrinis ilgis;

β_{wf} ir β_{wz} – koeficientai, naudojami, kai virinamų plieninių elementų takumo riba:

– iki 530 N/mm^2 pagal 7.30 lentelę;

– didesnė kaip 530 N/mm^2 , neatsižvelgiant į suvirinimo būdą, siūlės padėtį ir elektrodinės vielos skersmenį $\beta_{wf} = 0,7$ ir $\beta_{wz} = 1$.



7.17 pav. Suvirintinės jungties su kertine (kampine) siūle skaičiuotinių pjūvių schema:
1 – pjūvis per siūlės metalą; 2 – pjūvis per sulydymo srities metalą

153. Tėjinės jungtys, skaičiuojamos tempimo jėgai dviejuose pjūviuose pagal 152 p., papildomai turi būti skaičiuojamos tempimui per pagrindinį metalą pjūvyje, statmename jėgos veikimo kryptčiai (žr. 7.18 pav. 3 – 3 pjūvį).

Neparuošta jungtis su dvipuse siūle (žr. 7.18 a pav.) 3-3 pjūvyje skaičiuojama pagal formulę

$$\frac{N_{Ed}}{2,8\beta_{wf} k_f l_w f_{th,d} \gamma_c} \leq 1,0. \quad (7.132)$$

Jungtis su dvipuse siūle ir prijungiamojo elemento K nuosklemba 3-3 pjūvyje turi būti skaičiuojama pagal formulę

- kai siūlė visiškai įvirinta (žr. 7.18 b pav.)

$$\frac{N_{Ed}}{1,3t \cdot l_w f_{th,d} \gamma_c} \leq 1,0; \quad (7.133)$$

- kai siūlė nevysiškai įvirinta (žr. 7.18 c pav.)

$$\frac{N_{Ed}}{2(h_p + 0,15t)l_w f_{th,d} \gamma_c} \leq 1,0; \quad (7.134)$$

- tėjinė jungtis su vienpuse sudurtine siūle ir pusine prijungiamojo elemento nuosklemba (žr. 7.18 d pav.) 3-3 pjūvyje turi būti skaičiuojama pagal formulę

$$\frac{N_{Ed}}{1,15t \cdot l_w f_{th,d} \gamma_c} \leq 1,0. \quad (7.135)$$

(7.132) – (7.135) formulėse: l_w – vienpusės virintinės siūlės ilgis; t – jungiamojo elemento storis; h_p – nuosklembos gylis; $f_{th,d}$ – skaičiuotinis tempiamasis plieno stipris gaminio storio kryptimi (žr. 7.3 lentelę).

154. Jungtis (žr. 7.18 pav.) 3-3 pjūvyje neskaičiuojama tokiais atvejais:

a) kai jungtis su dvipuse kertine (kampine) siūle neparuoštos (žr. 7.18 a pav.), taip pat kai yra paruoštos su nevysiškai įvirinta siūle, prijungiančia jungiamąjį elementą (žr. 7.18 c pav.), galiojant sąlygai, kad suvirinamų elementų plieno charakteristiniai stipriai pagal stiprumo ribą yra $f_{u,1} \leq f_{u,2}$;

b) kai yra jungtis su dvipuse kertine (kampine) siūle ir prijungiamojo elemento K nuosklemba (žr. 7.18 b pav.), galiojant sąlygai $f_{y,1} \leq 0,65 f_{u,2}$.

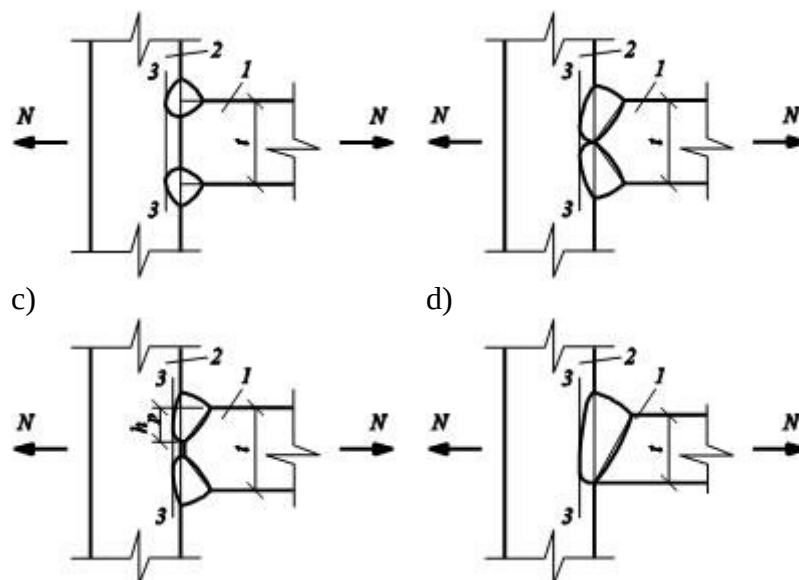
Suvirinimo medžiagas reikia parinkti taip, kad virintinės siūlės metalo stipriai pagal takumo ir stiprumo ribą, pailgėjimas, smūginis tūsumas būtų ne mažesni už suvirinamų elementų plieno atitinkamas charakteristikas.

155. Plieninių elementų, kurių takumo riba iki 285 N/mm^2 , kertinėms (kampinėms) siūlėms, kai matmenys apskaičiuojami, turi būti naudojami glaistytieji elektrodai arba elektrodinė viela pagal Reglamento 38 p., kurių skaičiuotinis kerpamasis siūlės metalo stipris $f_{vw,f,d}$ turi būti didesnis už $f_{vw,z,d}$, o virinant rankiniu būdu – ne mažiau kaip 1,1 karto viršytų siūlės sulydymo srities skaičiuotinį kerpamąjį metalo stiprį $f_{vw,z,d}$, bet neviršytų $f_{vw,z,d} \beta_{wz} / \beta_{wf}$, elementams iš plieno, kurio takumo riba viršija 285 N/mm^2 , leidžiama naudoti glaistytuosius elektrodus arba elektrodinę vielą, kurie tenkina sąlygą

$$f_{vw,z,d} < f_{vw,f,d} \leq f_{vw,z,d} \frac{\beta_{wf}}{\beta_{wz}}. \quad (7.136)$$

a)

b)



7.18 pav. Tėjinės jungties skaičiuotinio pjūvio per pagrindinį metalą, statmeno tempimo kryptčiai, schemas

156. Suvirintinės jungtys su kertinėmis (kampinėmis) siūlėmis, kai momentas veikia plokštumoje, statmenoje siūlių plokštumai, skaičiuojamos dviejuose pjūviuose:

– per siūlės metalą

$$\frac{M_{Ed}}{W_{wf} f_{vw,f,d} \gamma_c} \leq 1,0; \quad (7.137)$$

– per sulydymo srities metalą

$$\frac{M_{Ed}}{W_{wz} f_{vw,z,d} \gamma_c} \leq 1,0, \quad (7.138)$$

čia: W_{wf} – kertinės (kampinės) siūlės metalo skerspjūvio atsparumo momentas;

W_{wz} – kertinės (kampinės) siūlės sulydymo srities skerspjūvio atsparumo momentas.

157. Suvirintinės jungtys su kertinėmis (kampinėms) siūlėmis, kai momentas veikia šių siūlių plokštumoje, turi būti skaičiuojamos dviejuose pjūviuose

– per siūlės metalą

$$\frac{M_{Ed} \sqrt{y^2 + z^2}}{(I_{fy} + I_{fz}) f_{vw,f,d} \gamma_c} \leq 1,0; \quad (7.139)$$

– per sulydymo srities metalą

$$\frac{M_{Ed} \sqrt{y^2 + z^2}}{(I_{zy} + I_{zz}) f_{vw,z,d} \gamma_c} \leq 1,0, \quad (7.140)$$

čia: I_{fy} ir I_{fz} – skaičiuotinio pjūvio per siūlės metalą inercijos momentas svarbiausių ašių atžvilgiu;

I_{zy} ir I_{zz} – tas pats per sulydymo srities metalą;

y ir z – siūlės taško, labiausiai nutolusio nuo siūlių skaičiuotinio pjūvio sunkio centro, koordinatės šio pjūvio svarbiausių ašių atžvilgiu.

7.30 lentelė

Koeficientai β_{wf} ir β_{wz}

Suvirinimo būdas, kai elektrodinės vielos skersmuo d_w , mm	Siūlės padėtis	Koeficientas	β_{wf} ir β_{wz} koeficientų reikšmės, kai siūlių statiniai, mm			
			3-8	9-12	14-16	18 ir daugiau
Automatinis, kai $d_w = 3-5$	Laiveliu	β_{wf}	1,1			0,7
		β_{wz}	1,15			1,0
	Žemutinė	β_{wf}	1,1	0,9		0,7
		β_{wz}	1,15	1,05		1,0
Automatinis ir pusiau automatinis, kai $d_w = 1,4-2$	Laiveliu	β_{wf}	0,9		0,8	0,7
		β_{wz}	1,05		1,0	
	Žemutinė, gulsčioji, stačioji	β_{wf}	0,9	0,8	0,7	
		β_{wz}	1,05	1,0		
Rankinis; pusiau automatinis vientisojo skerspjuvio viela, $d_w < 1,4$ arba milteline elektrodine viela	Laiveliu, žemutinė, gulsčioji, stačioji, lubinė	β_{wf}	0,7			
		β_{wz}	1,0			
Pastaba. Koeficientu reikšmės atitinka normalius suvirinimo režimus.						

158. Suvirintinės sandūrinės jungtys, kurių kokybė nekontroliuojama fizinės kontrolės būdais, vienu metu viename ir tame pačiame pjūvyje, veikiant normaliniams ir tangentiniams įtempiams, turi būti patikrintos pagal (7.45) formulę, kurioje $\sigma_{w,x,Ed}$, $\sigma_{w,z,Ed}$, $\tau_{w,xz,Ed}$ ir $f_{y,d}$ reikšmės yra:

$\sigma_{w,x,Ed} = \sigma_{wy}$ ir $\sigma_{w,z,Ed} = \sigma_{wz}$ – normaliniai įtempiai suvirintinėje jungtyje dviem tarpusavyje statmenomis kryptimis; $\tau_{w,xz,Ed} = \tau_{wyz}$ – tangentiniai įtempiai suvirintinėje jungtyje; $f_{y,d} = f_{w,y,d}$.

159. Skaičiuojant suvirintines jungtis su kertinėmis (kampinėms) siūlėmis, vienu metu veikiamas ašinės ir skersinės jėgų ir momento, turi būti tenkinamos sąlygos:

$$\tau_{wf} \leq f_{vw,f,d} \gamma_c \quad \text{ir} \quad \tau_{wz} \leq f_{vw,z,d} \gamma_c, \quad (7.141)$$

čia τ_{wf} ir τ_{wz} – įtempiai skaičiuotiniame pjūvyje atitinkamai per siūlės metalą ir per sulydymo srities metalą. Jie lygūs geometrinėms sumoms įtempių, sukeltų ašinės ir skersinės jėgų bei momento.

XVIII SKIRSNIS. VARŽTINĖS JUNGTYS

160. Naudoti mišriasias jungtis, kai įrašos dalį perima varžtai, o dalį – virintinė siūlė, neleidžiama.

161. Skylės plieninių konstrukcijų detalėse gręžiamos vadovaujantis LST L ENV 1090 [7.28].

A gaminio klasės varžtai naudojami surinktų elementų jungtyse, kuriose išgręžtos projekcinio skersmens skylės. Taip pat ir tada, kai pavieniuose elementuose ir detalėse skylės pragręžtos ar prakirstos pagal konduktorius mažesnio skersmens, o vėliau surinktuose elementuose pragręžiamos iki projekcinio skersmens.

B ir C gaminio klasių varžtai naudojami daugiavaržtėse jungtyse konstrukcijoms, gaminamoms iš plieno, kurio takumo riba iki 380 N/mm^2 .

Mazge elementus leidžiama jungti vienu varžtu.

162. Varžtų, kurių neįsriegtoje dalyje yra skirtingo skersmens ruožai, neleidžiama naudoti jungtyse, kur šie varžtai yra kerpami.

163. Po varžtų veržlėmis būtina dėti apvalias poveržles pagal LST EN ISO 7091 [7.24], po įtempiamųjų varžtų galvutėmis ir veržlėmis būtina dėti poveržles pagal LST EN ISO 7089 [7.23], LST EN ISO 7090 [7.24] arba analogiškas.

164. Konstrukcijose po įtempiamaisiais varžtais, kurių galvutės ir veržlės didesnės už įprastinių bei skirtumas tarp nominaliojo skylės ir varžto skersmens neviršija 3 mm, leidžiama padėti vieną poveržlę po veržle, o konstrukcijose, pagamintose iš plieno, kurio laikinasis stipris ne mažesnis nei 440 N/mm^2 ir kai skirtumas tarp nominaliojo skylės ir varžto skersmens neviršija 4 mm, po šiais varžtais taip pat leidžiama padėti vieną poveržlę po veržle.

165. Varžto, veikiamo šlyties įrašos, įsriegtoji dalis neturi būti giliau nei pusė elemento, priglundusio prie veržlės, storio arba giliau nei 5 mm, išskyrus struktūrines konstrukcijas, elektros linijų atramas ir atvirus skirstomuosius įrenginius bei transporto kontaktinius tinklus, kur įsriegtoji dalis turi būti jungiamųjų elementų išorėje.

166. Varžtus (taip pat įtempiamuosius) būtina išdėstyti taip, kaip nurodyta 7.31 lentelėje.

7.31 lentelė

Mažiausi ir didžiausi varžtų išdėstymo atstumai

Atstumo charakteristika	Varžtų išdėstymo atstumai
1. Atstumai tarp varžtų centrų bet kuria kryptimi:	
a) mažiausi	$2,5 d_0$ ¹⁾
b) didžiausi kraštinėse eilėse, kai nėra sustandinančių kampuočių tempiant ir gniuždant	$8 d_0$ arba $12 t$
c) didžiausi vidurinėse eilėse, taip pat kraštinėse eilėse, kai yra sustandinantys kampuočiai:	
tempiant	$16 d_0$ arba $24 t$
gniuždant	$12 d_0$ arba $18 t$
2. Atstumas nuo varžto centro iki elemento krašto:	
a) mažiausias įrašos kryptimi	$2 d_0$
b) tas pat statmena įrašai kryptimi	
kai kraštai apipjauti	$1,5 d_0$
kai kraštai valcuoti	$1,2 d_0$
c) didžiausias	$4 d_0$ arba $8 t$
d) mažiausias įtempiamiesiems varžtams esant bet kokiam krašto apdirbimui ir bet kokios krypties įrašai	$1,3 d_0$
Pastaba. ¹⁾ Jungiamiesiems elementams iš plieno, kurio takumo riba viršija 380 N/mm^2 , mažiausias atstumas tarp varžtų imamas $3d_0$.	
Žymenys:	
d_0 – varžto skylės skersmuo;	
t – ploniausiojo išorinio elemento storis.	

167. Jungiamieji varžtai jungtyse ir mazguose paprastai išdėstomi mažiausiais atstumais.

168. Varžtus išdėstant šachmatine tvarka, atstumai tarp jų centrų įrašos veikimo kryptimi turi būti ne mažesni nei $p_2 + 1,5d_0$, čia p_2 – atstumas tarp eilių statmenai įrašos veikimo kryptčiai, d_0 – varžto skylės skersmuo. Taip išdėsčius varžtus, elemento pjūvis A_{net} nustatomas įvertinant jo susilpnėjimą dėl skylių, išdėstytų tik viename pjūvyje statmenai įrašai (ne zigzagu).

169. Prijungiant kampuočių vieną lentyna, skylė varžtui, labiausiai nutolusi nuo jo galo, gręžiama ant rėžio, esančio arčiausiai kampo.

170. Jungtyse su A, B ir C gaminio klasių varžtais (išskyrus nepagrindinių konstrukcijų jungimą ir jungtis su įtempiamaisiais varžtais) turi būti numatytos priemonės, neleidžiančios veržlėms atsisukti (spyruoklinės poveržlės ar antveržlės arba veržlės su įspraudžiamąja dalimi).

171. Varžtinėse jungtyse, veikiant ašinei jėgai N , einančiai per jungties sunkio centrą, šios jėgos pasiskirstymas tarp varžtų laikomas vienodu.

172. Skaičiuotinis vieno varžto atsparis apskaičiuojamas:

– kerpamasis

$$F_{b,v,Rd} = f_{bs,d} \gamma_b A_b n_s; \quad (7.142)$$

– glemžiamasis

$$F_{b,p,Rd} = f_{bp,d} \gamma_b d \sum t; \quad (7.143)$$

– tempiamasis

$$F_{b,t,Rd} = f_{bt,d} A_{b,net}. \quad (7.144)$$

(7.142)-(7.144) formulų žymenys:

$f_{bs,d}$, $f_{bp,d}$, $f_{bt,d}$ – varžtinių jungčių skaičiuotiniai stipriai;

d – varžto skersmuo;

$A_b = \pi \cdot d^2 / 4$ – varžto skerspjūvio plotas;

$A_{b,net}$ – varžto grynas (neto) skerspjūvio plotas; varžto su metriniais sriegiais $A_{b,net}$ reikšmė imama iš 7.32 lentelės ir vadovaujantis LST EN ISO 898 – 1:2000 [7.13];

$\sum t$ – mažiausias suminis elementų, glemžiamų viena kryptimi, storis;

n_s – varžto kirpimo plokštumų skaičius;

γ_b – varžtinės jungties darbo sąlygų koeficientas, imamas iš 7.33 lentelės.

7.32 lentelė

Varžtų gryniesi (neto) skerspjūvio plotai pagal LST EN ISO 898 – 1:2000 [7.13]

d (mm)	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30	M33	M36	M39
$A_{b,net}$ (mm ²)	157	192	245	303	353	459	561	694	817	976

7.33 lentelė

Varžtinių jungčių darbo sąlygų koeficientas

Jungties charakteristika	Jungties darbo sąlygų koeficientas γ_b
1. Daugiavaržtė, skaičiuojant kirpimui ir glemžimui, kai varžtai: - A gaminio klasės; - B ir C gaminio klasių, įtempiamieji su nereguliuojamu įtempimu	1,0 0,9
2. Vienvaržtė ir daugiavaržtė, skaičiuojant glemžimui, kai $e_1 = 1,5 d_0$, ir $p_1 = 2 d_0$ konstrukcijų elementams iš plieno, kurio takumo riba, N/mm ² : ≤ 285 - $> 285 \leq 380$	0,8 0,75
Žymenys: e_1 – atstumas nuo elemento krašto iki artimiausios skylės centro jėgos veikimo kryptimi; p_1 – atstumas tarp skylių eilių centrų jėgos veikimo kryptimi; d_0 – varžto skylės skersmuo. Pastabos: 1. 1 ir 2 poz. nustatyti koeficientai vertinami vienu metu. 2. Kai e_1 ir p_1 reikšmės yra tarp nurodytų 2 poz. ir 7.31 lentelėje, koeficientas γ_b nustatomas tiesine interpoliacija.	

173. Būtina įvertinti vienvaržčių jungčių darbo sąlygų koeficientą γ_c vadovaujantis 174 p. reikalavimais.

174. Varžtų, esančių vienoje jungties pusėje, skaičius n , veikiant ašinei jėgai N_{Ed} , apskaičiuojamas pagal formulę

$$n \geq \frac{N_{Ed}}{\gamma_c F_{min}}, \quad (7.145)$$

čia F_{min} – vieno varžto mažiausia skaičiuotinio atspario reikšmė, apskaičiuota pagal 172 p.

175. Kai jungtį veikia lenkimo momentas, sukeliantis jungiamųjų elementų pasislinkimą, įrąžų pasiskirstymas varžtams imamas proporcingai atstumams nuo jungties sunkio centro iki nagrinėjamojo varžto.

176. Vienu metu kerpami ir tempiami varžtai turi būti atskirai patikrinti kirpimui, tempimui bei jų poveikio atstojamajai.

Varžtai, kerpami dėl vienu metu veikiančių ašinės jėgos ir lenkimo momento poveikio, turi būti tikrinami lygiavertei įrąžai.

177. Vienam elementui tvirtinti prie kito tarpikliais ar kitais tarpiniais elementais, taip pat jungtims su vienpusiais antdėklais varžtų skaičius, lyginant su skaičiavimo rezultatais, turi būti padidintas 10 %.

178. Jungiant kampuočių ar lovių lentynas trumpiniais, varžtų, pritvirtinančių vieną iš trumpinio lentynų, skaičius, lyginant su skaičiavimo rezultatais, turi būti padidintas 50 %.

XIX SKIRSNIS. JUNGTYS ĮTEMPIAMAISIAIS VARŽTAIS

179. Jungtys įtempiamaisiais (stipriaisiais) varžtais skaičiuojamos teigiant, kad jungtyse veikiančios įrąžos perduodamos trintimi, atsirandančia tarp jungiamųjų elementų lietimosi paviršių įtempus varžtus. Šiuo atveju teigiama, kad ašinė jėga tarp varžtų pasiskirsto vienodai.

Varžtų išdėstymo reikalavimai pateikti XVIII skirsnyje.

180. Skaičiuotinis vieno varžto ir vienos trinties plokštumos atsparis $F_{bh,Rd}$

$$F_{bh,Rd} = \frac{f_{bh,d} \gamma_b A_{b,net} \mu_h}{\gamma_h}, \quad (7.146)$$

čia: $f_{bh,d}$ – skaičiuotinis įtempiamųjų varžtų tempiamasis plieno stipris;

μ_h – jungties įtempiamaisiais varžtais trinties koeficientas, imamas iš 7.34 lentelės;

γ_h – jungties įtempiamaisiais varžtais patikimumo koeficientas, imamas iš 7.34 lentelės;

$A_{b,net}$ – varžto grynasis (neto) skerspjūvio plotas, nustatomas pagal 7.32 lentelę ir LST EN ISO 898 – 1 [7.13];

γ_b – varžtinės jungties darbo sąlygų koeficientas, priklausantis nuo varžtų, būtinų skaičiuotinei įrąžai perimti, skaičiaus n ir imamas lygus:

0,8, kai $n < 5$;

0,9, kai $5 \leq n < 10$;

1,0, kai $n \geq 10$.

181. Jungtyje, veikiamoje ašinės jėgos, iš anksto įtempiamųjų varžtų skaičius, esantis vienoje jungties pusėje, apskaičiuojamas pagal formulę

$$n \geq \frac{N_{Ed}}{F_{bh,Rd} n_{sl} \gamma_c}, \quad (7.147)$$

čia n_{sl} – varžtinės jungties trinties paviršių skaičius.

Įtempiamasis varžtas turi būti iš anksto įtempiamas ašine jėga

$$F_{p,Cd} = f_{bh,d} A_{b,net} \cdot (7.148)$$

182. Jungiamųjų elementų, susilpnintų įtempiamųjų varžtų skylėmis, atsparis skaičiuojamas įvertinant, kad pusė įrašos, tenkančios kiekvienam varžtui, nagrinėjamame pjūvyje jau perduota trinties jėgomis. Todėl susilpnintieji pjūviai tikrinami teigiant: veikiant dinaminėms apkrovoms – grynąją (neto) plotą A_{net} , statinėms apkrovoms – bruto skerspjuvio plotą A , kai $A_{net} \geq 0,85 A$ arba sąlyginį plotą $A_{c,d} = 1,18 A_{net}$, kai $A_{net} < 0,85 A$.

7.34 lentelė

Jungties įtempiamaisiais varžtais patikimumo ir trinties koeficientai

Jungiamųjų paviršių apdirbimo (nuvalymo) būdas	Varžtų įtempimo reguliavimo būdas	Trinties koeficientas μ_h	Koeficientai γ_h , atsižvelgiant į apkrovos pobūdį bei skylių ir varžtų nominaliųjų skersmenų skirtumą δ , mm	
			dinaminė ir kai $\delta = 3 - 6$; statinė ir kai $\delta = 5 - 6$	dinaminė ir kai $\delta = 1$; statinė ir kai $\delta = 1 - 4$
1. Dviejų paviršių valymas šratais ar šratų srautu nekonservuojant	M α	0,58 0,58	1,35 1,20	1,12 1,02
2. Tas pats ir konservuojant (metalizavimas purškiant cinku arba aliuminiu)	M α	0,50 0,50	1,35 1,20	1,12 1,02
3. Šratais vieną paviršių konservuojant polimeriniais klijais ir pabarstant karborundiniais milteliais, o kitą paviršių – plieniniais šepetiais ir nekonservuojant	M α	0,50 0,50	1,35 1,20	1,12 1,02
4. Dujų liepsna dviejų paviršių nekonservuojant	M α	0,42 0,42	1,35 1,20	1,12 1,02
5. Dviejų paviršių apdirbimas plieniniais šepetiais nekonservuojant	M α	0,35 0,35	1,35 1,25	1,17 1,06
6. Be apdirbimo	M α	0,25 0,25	1,70 1,50	1,30 1,20
Pastabos: 1. Varžtų įtempimo reguliavimo būdas M reiškia reguliavimą pagal sukimo momentą, o α – pagal veržlės posūkio kampą.				
2. Leidžiama naudoti kitus jungiamųjų paviršių apdirbimo būdus, užtikrinančius trinties koeficientų μ_h reikšmes ne mažesnes, nei nurodytos lentelėje.				

XX SKIRSNIS. JUNGTYS FREZUOTAIS GALAIS

183. Elementų su frezuotais galais jungtyse (kolonų bazių sandūrose ir pan.) gniuždymo jėga visiškai perduodama galais.

184. Ekscentriškai gniuždomų ir gniuždomųjų – lenkiamųjų elementų virintinės siūlės ir varžtai, įskaitant įtempiamuosius varžtus, jungtyse frezuotais galais skaičiuojami didžiausiai tempimo įrašai nuo momento ir ašinės jėgos nepalankiausio derinio poveikio, taip pat nuo skersinės jėgos sukeltos šlyties įrašos.

XXI. JUNGTYS SUDĖTINĖSE SIJOSE

185. Sudėtinių dvitėjų sijų sieneles ir juostas, jungiančias virintines siūles ir įtempiamuosius varžtus, būtina skaičiuoti pagal formules, pateiktas 7.35 lentelėje.

186. Kai nėra sąstandų didelėms neslankiosioms sutelktosioms apkrovoms perduoti, viršutinės juostos prijungimą būtina skaičiuoti nuo judamosios sutelktosios apkrovos.

187. Kai neslankioji sutelktoji apkrova pridėta prie sijos apatinės juostos, virintinės siūlės ir įtempiamieji varžtai, prijungiantys šią juostą prie sienelės, skaičiuojami pagal 7.35 lentelėje pateiktas (7.154) – (7.156) formules, neatsižvelgiant į tai, ar yra sąstandos apkrovos vietose.

188. Įtempiamaisiais varžtais sujungtose sijose su daugialakščiais juostiniais paketais kiekvieno lakšto prijungimas prie savo teorinės irties vietos turi būti apskaičiuotas pusei įrašos, kuri gali būti perimta lakšto skerspjūvio. Kiekvieno lakšto prijungimas ruože tarp tikrosios jo trūkio vietos ir prieš jį esančio lakšto trūkio vietos turi būti apskaičiuotas visai įrašai, kurią gali perimti lakšto skerspjūvis.

7.35 lentelė

Sudėtinių dvitėjų sijų sienelės ir juostų jungčių skaičiavimas

Apkrova	Jungimo būdas	Sudėtinių sijų juostų jungčių skaičiavimo formulės
Nejudamoji	Kertinės (kampinės) siūlės: Dvipusės	$\frac{T_{Ed}}{2 \beta_{wf} k_f f_{vw,f,d} \gamma_c} \leq 1,0 \quad (7.149)$ $\frac{T_{Ed}}{2 \beta_{wz} k_f f_{vw,z,d} \gamma_c} \leq 1,0 \quad (7.150)$
	Vienpusės	$\frac{T_{Ed}}{\beta_{wf} k_f f_{vw,f,d} \gamma_c} \leq 1,0 \quad (7.151)$ $\frac{T_{Ed}}{\beta_{wz} k_f f_{vw,z,d} \gamma_c} \leq 1,0 \quad (7.152)$
	Įtempiamieji varžtai	$\frac{a \cdot T_{Ed}}{F_{bh,Rd} n_{sl} \gamma_c} \leq 1,0 \quad (7.153)$
Judamoji	Dvipusės kertinės (kampinės) siūlės	$\frac{\sqrt{T_{Ed}^2 + F_{cd}^2}}{2 \beta_{wf} k_f f_{vw,f,d} \gamma_c} \leq 1,0 \quad (7.154)$ $\frac{\sqrt{T_{Ed}^2 + F_{cd}^2}}{2 \beta_{wz} k_f f_{vw,z,d} \gamma_c} \leq 1,0 \quad (7.155)$
	Įtempiamieji varžtai	$\frac{a \sqrt{T_{Ed}^2 + \alpha^2 F_{cd}^2}}{F_{bh,Rd} n_{sl} \gamma_c} \leq 1,0 \quad (7.156)$

Žymenys:

- $T_{Ed} = \frac{V_{Ed} S}{I}$ - skersinės (kerpamosios) jėgos V_{Ed} sukelta juostų jungčių įrašų ilgio vienetai; čia S – sijos juostos bruto statinis momentas neutraliosios ašies atžvilgiu;
 $F_{cd} = \frac{\gamma_F F}{l_{eff}}$ - sutelktosios jėgos F sukelta juostų jungčių įrašų ilgio vienetai (pokraninėms sijoms nuo krano rato slėgio be dinaminio koeficiento), čia γ_F – apkrovos patikimumo koeficientas, imamas iš STR 2.05.04:2003 [7.4], l_{eff} – skaičiuojamasis sutelktosios apkrovos išskirstymo ilgis, imamas iš Reglamento 68 ir 277 p.;
 α - koeficientas, kai apkrova veikia viršutinę sijos juostą, prie kurios sienutė pritaikyta drožiant, yra $\alpha = 0,4$, o kai sienutė nepritaikyta prie viršutinės juostos arba apkrova pridėta prie apatinės juostos, tuomet $\alpha = 1$;
 a - įtempiamųjų varžtų viršutinėje juostoje žingsnis;
 $F_{bh,Rd}$ - skaičiuotinis vieno varžto ir vienos trinties plokštumos jungties atsparis, apskaičiuotas pagal (7.146) formulę;
 n_{sl} - varžtinės jungties trinties paviršių skaičius.

XXII SKIRSNIS. LAKŠTINIŲ KONSTRUKCIJŲ STIPRUMO IR PASTOVUMO SKAIČIAVIMAS

189. Lakštinių konstrukcijų (sukamųjų kevalų) stiprumas skaičiuojamas, kai yra bemomentinis įtempimų būvis, pagal formulę

$$\frac{\sqrt{\sigma_{y,Ed}^2 - \sigma_{y,Ed}\sigma_{z,Ed} + \sigma_{z,Ed}^2 + 3\tau_{zy,Ed}^2}}{f_{y,d}} \leq \gamma_c, \quad (7.157)$$

čia: $\sigma_{y,Ed}$ ir $\sigma_{z,Ed}$ – normaliniai įtempiai dviem tarpusavyje statmenomis kryptimis;

γ_c – konstrukcijų darbo sąlygų koeficientas, imamas pagal pramonės statinių projektavimo reikalavimus.

Šiuo atveju svarbiausių įtempių absoliutinės reikšmės turi būti ne didesnės nei skaičiuotinių stiprių reikšmės, padaugintos iš koeficiento γ_c .

190. Įtempiai bemomenčiuose plonasieniuose sukamuosiuose kevaluose (žr. 7.19 pav.) nuo skysčio, dujų arba biriųjų medžiagų slėgio nustatomi pagal šias formules:

$$\frac{\sigma_{Ed,1}}{r_{m,1}} + \frac{\sigma_{Ed,2}}{r_{m,2}} = \frac{p_d}{t}, \quad (7.158)$$

$$\sigma_{Ed,1} = \frac{F_d}{2\pi r_m t \cos\beta}, \quad (7.159)$$

čia: $\sigma_{Ed,1}$ ir $\sigma_{Ed,2}$ – atitinkamai meridianinis ir žiedinis įtempiai;

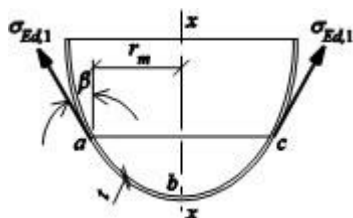
$r_{m,1}$ ir $r_{m,2}$ – kreivumo spinduliai svarbiausiomis kevalų vidurinio paviršiaus kryptimis;

p_d – skaičiuotinis slėgis į kevalo paviršių;

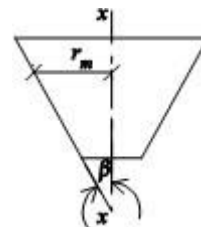
t – kevalo storis;

F_d – kevalo viso skaičiuotinio slėgio, veikiančio kevalo dalį abc (žr. 7.19 pav.) projekcija į x ašį;

r_m ir β – spindulys ir kampas, parodyti 7.19 pav.



7.19 pav. Sukamojo kevalo schema



7.20 pav. Kūginio sukamojo kevalo schema

191. Įtempiai uždaruose bemomenčiuose plonasieniuose sukamuosiuose kevaluose, veikiamuose tolygaus vidinio slėgio, apskaičiuojami pagal formules:

a) cilindrinų kevalų

$$\sigma_{Ed,1} = \frac{p_d r_m}{2t}, \quad \sigma_{Ed,2} = \frac{p_d r_m}{t}; \quad (7.160)$$

b) sferinių kevalų

$$\sigma_{Ed,1} = \sigma_{Ed,2} = \frac{p_d r_m}{2t}; \quad (7.161)$$

c) kūginių kevalų

$$\sigma_{Ed,1} = \frac{p_d r_m}{2t \cos \beta}, \quad (7.162)$$

$$\sigma_{Ed,2} = \frac{p_d r_m}{t \cos \beta}, \quad (7.163)$$

čia: p_d – skaičiuotinis vidinis slėgis į kevalo paviršių;

r_m – vidutinis kevalo paviršiaus spindulys (žr. 7.20 pav.);

β – kevalo sudaromosios ir jos x ašies kampas (žr. 7.20 pav.).

192. Kevalų formos ir storio, taip pat apkrovos pasikeitimo vietose turi būti atsižvelgta į vietinius įtempius (kraštinių efektą).

193. Uždarų cilindrinų sukamųjų kevalų, tolygiai gniuždomų lygiagrečiai su sudaromąja kryptimi, pastovumas skaičiuojamas pagal formulę

$$\frac{\sigma_{Ed,1}}{\sigma_{cr,Rd,1}} \leq \gamma_c, \quad (7.164)$$

čia: $\sigma_{Ed,1}$ – skaičiuotiniai kevalo įtempiai;

$\sigma_{cr,Rd,1}$ – kritinis įtempis, lygus mažesnei iš reikšmių $\psi \cdot f_{y,d}$ arba $\frac{c \cdot E \cdot t}{r_m}$ (čia r_m – kevalo vidurinio paviršiaus spindulys; t – kevalo storis).

Koeficientų ψ reikšmės, kai $0 < \frac{r_m}{t} \leq 300$, nustatomos pagal formulę

$$\psi = 0,97 - \left(0,00025 + 0,95 \frac{f_{y,d}}{E} \right) \frac{r_m}{t}. \quad (7.165)$$

Koeficientų c reikšmės nustatomos iš 7.36 lentelės.

Ekscentrinio gniuždymo lygiagrečiai su sudaromąja arba grynojo lenkimo diametraliojoje plokštumoje atveju, kai tangentiniai įtempiai didžiausio momento vietoje neviršija reikšmės

$0,07E \left(\frac{t}{r_m} \right)^{\frac{3}{2}}$, įtempiai $\sigma_{cr,Rd,1}$ turi būti padidinti $\left(1,1 + 0,1 \frac{\sigma_{Ed,1,min}}{\sigma_{Ed,1}} \right)$ kartų; čia – $\sigma_{Ed,1}$ mažiausi įtempiai (tempimo įtempiai laikomi neigiamaisiais).

7.36 lentelė

Koeficientų c reikšmės

$\frac{r_m}{t}$	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

194. Vamzdžiai, skaičiuojami kaip gniuždomieji arba gniuždomieji-lenkiamieji strypai, kai jų sąlyginis liaunis $\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} \geq 0,65$, turi atitikti sąlygą

$$\frac{r_m}{t} \leq 3,14 \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} . \quad (7.166)$$

Tokių vamzdžių pastovumas skaičiuojamas pagal VII skyriaus nuorodas, neatsižvelgiant į sienelių vietinio pastovumo skaičiavimą. Besiūlių ar suvirintinių vamzdžių pastovumo skaičiuoti nereikia, jei r_m/t reikšmė neviršija pusės reikšmės, apskaičiuotos pagal (7.166) formulę.

195. Cilindrinės plokštės, atremtos dviem sudaromosiomis ir dviem lankų kreipiamosiomis, tolygiai gniuždomos išilgai sudaromųjų, kai $b^2/(r_m t) \leq 20$ (čia b – plokštės plotis, išmatuotas pagal kreipiamosios lanką), pastovumas turi būti skaičiuojamas kaip plokštelės pagal šias formules:

a) kai skaičiuotiniai įtempiai $\sigma_{Ed} \leq 0,8 f_{y,d}$,

$$\frac{b}{t} \leq 1,9 \sqrt{\frac{E}{\sigma_{Ed}}} ; \quad (7.167)$$

b) kai skaičiuotiniai įtempiai $\sigma_{Ed} = f_{y,d}$,

$$\frac{b}{t} \leq \frac{37}{\sqrt{1 + 500 \frac{f_{y,d}}{E}}} . \quad (7.168)$$

Kai $0,8 f_{y,d} < \sigma_{Ed} < f_{y,d}$, didžiausias b/t santykis nustatomas tiesine interpoliacija.

Jei $b^2/(r_m t) > 20$, plokštės pastovumas skaičiuojamas kaip kevalo pagal 193 p. reikalavimus.

196. Uždaro cilindrinio sukamojo kevalo, veikiamo išorinio tolygaus normaliniam į šoninį paviršių slėgio, pastovumas skaičiuojamas pagal formulę

$$\frac{\sigma_{Ed,2}}{\sigma_{cr,Rd,2}} \leq \gamma_c, \quad (7.169)$$

čia: $\sigma_{Ed,2} = p_d r_m / t$ - skaičiuotiniai žiediniai kevalo įtempiai;

$\sigma_{cr,Rd,2}$ – kritiniai įtempiai, nustatomi pagal formules:

a) kai $0,5 \leq \frac{l}{r_m} \leq 10$,

$$\sigma_{cr,Rd,2} = 0,55E \frac{r_m}{l} \left(\frac{t}{r_m} \right)^{\frac{3}{2}} ; \quad (7.170)$$

b) kai $\frac{l}{r_m} \leq 20$,

$$\sigma_{cr,Rd,2} = 0,17E \left(\frac{t}{r_m} \right)^2; \quad (7.171)$$

c) kai $10 < \frac{l}{r_m} < 20$, įtempiai $\sigma_{cr,Rd,2}$ nustatomi tiesine interpoliacija,

čia l – cilindrinio kevalo ilgis.

To paties kevalo, bet sustandinto žiedinėmis sąstandomis, išdėstytomis tarp ašių žingsniu $s \geq 0,5r_m$, pastovumas skaičiuojamas pagal (7.169) – (7.170) formules, įstatant į jas vietoj reikšmės l reikšmę s .

Turi būti tenkinama sąstandos pastovumo savo plokštumoje kaip gniuždomojo strypo sąlyga pagal 58 p. reikalavimus, kai $N_{Ed} = p_d r_m s$ ir skaičiuojamasis strypo ilgis $l_{eff} = 1,8r_m$. Šiuo atveju

sąstandos skerspjūvis apima kevalo ruožus iš abiejų sąstandos pusių pločiu $0,65t \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$, o sąlyginis strypo liaunis $\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}}$ neturi viršyti 6,5.

Kai sąstanda yra vienpusė, jos skerspjūvio inercijos momentas skaičiuojamas ašies, sutampančios su artimiausiu kevalo paviršiumi, atžvilgiu.

197. Uždaro apskritiminio cilindrinio sukamojo kevalo, vienu metu veikiamo apkrovų, nurodytų 193 ir 196 p., pastovumas skaičiuojamas pagal formulę

$$\frac{\sigma_{Ed,1}}{\sigma_{cr,Rd,1}} + \frac{\sigma_{Ed,2}}{\sigma_{cr,Rd,2}} \leq \gamma_c, \quad (7.172)$$

čia $\sigma_{cr,Rd,1}$ turi būti apskaičiuotas pagal 193 p., o $\sigma_{cr,Rd,2}$ – pagal 196 p. reikalavimus.

198. Kūginio sukamojo kevalo, kai kūgiškumo kampas $\beta \leq 60^\circ$, veikiamo išilgai ašies gniuždymo jėgos N_{Ed} (žr. 7.21 pav.), pastovumas skaičiuojamas pagal formulę

$$\frac{N_{Ed}}{N_{cr,Rd}} \leq \gamma_c, \quad (7.173)$$

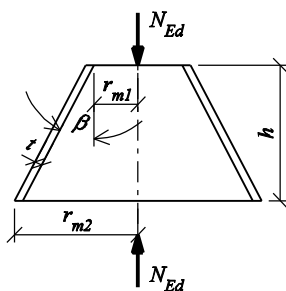
čia $N_{cr,Rd}$ - sukamojo kevalo pastovumo atsparis, apskaičiuojamas pagal formulę

$$N_{cr,Rd} = 6,28r_d t \sigma_{cr,Rd,1} \cos^2 \beta, \quad (7.174)$$

čia: t – kevalo storis;

$\sigma_{cr,Rd,1}$ - įtempiai, apskaičiuoti pagal 193 p. reikalavimus, keičiant spindulį r_m spinduliu r_d , lygiu:

$$r_d = \frac{0,9r_{m2} + 0,1r_{m1}}{\cos \beta}. \quad (7.175)$$



7.21 pav. Kūginio sukamojo kevalo, veikiamo išilginės gniuždomosios jėgos, schema

199. Kūginio sukamojo kevalo, veikiamo išorinio normalinio šoniniam paviršiui tolygaus slėgio p_d , pastovumas skaičiuojamas pagal formulę

$$\frac{\sigma_{Ed,2}}{\sigma_{cr,Rd,2}} \leq \gamma_c, \quad (7.176)$$

čia: $\sigma_{Ed} = \frac{p_d r_d}{t}$ – kevalo žiediniai skaičiuotiniai įtempiai;

$\sigma_{cr,Rd,2}$ – kritiniai įtempiai, apskaičiuojami pagal formulę

$$\sigma_{cr,Rd,2} = 0,55E \frac{r_d}{h} \left(\frac{t}{r_d} \right)^{\frac{3}{2}}, \quad (7.177)$$

čia: h – kūginio kevalo aukštis (tarp pagrindų);

r_d – spindulys, apskaičiuojamas pagal (7.175) formulę.

200. Kūginio sukamojo kevalo, vienu metu veikiamo apkrovų, nurodytų 198 ir 199 p., pastovumas skaičiuojamas pagal formulę

$$\frac{N_{Ed}}{N_{cr,Rd}} + \frac{\sigma_{Ed,2}}{\sigma_{cr,Rd,2}} \leq \gamma_c, \quad (7.178)$$

čia $N_{cr,Rd}$ ir $\sigma_{cr,Rd,2}$ – reikšmės, apskaičiuojamos pagal (7.174) ir (7.177) formules.

201. Sferinio kevalo (arba jo segmento), kai $r_m / t \leq 750$ ir veikiamo išorinio normalinio jo paviršiui tolygaus slėgio p_d , pastovumas skaičiuojamas pagal formulę

$$\frac{\sigma_{Ed}}{\sigma_{cr,Rd}} \leq \gamma_c, \quad (7.179)$$

čia: $\sigma_{Ed} = \frac{p_d r_m}{2t}$ – skaičiuotiniai įtempiai;

$\sigma_{cr,Rd} = 0,1 \frac{E \cdot t}{r_m}$ – kritiniai įtempiai, imami ne didesni kaip $f_{y,d}$;

r_m – sferos vidurinio paviršiaus spindulys.

XXIII SKIRSNIS. PAGRINDINIAI MEMBRANŲ KONSTRUKCIJŲ REIKALAVIMAI

202. Skaiciuojant membranų konstrukcijas, membranos kraštų atramas į kontūro tarpriuosius elementus būtina laikyti lanksčiai (šarnyriškai) atremtas linijoje ir galinčias perduoti šlytį kontūro elementams.

203. Membranų konstrukcijos turi būti skaičiuojamos įvertinant membranos ir kontūro sąveiką bei atsižvelgiant į membranos deformuotąjį būvį ir geometrinį netiesiškumą.

204. Normaliniai ir tangentiniai įtempiai, pasiskirstę membranos kraštuose, laikomi esantys pusiausvyri atraminio kontūro gniuždymui ir lenkimui tangentinėje plokštumoje.

Skaiciuojant membranų konstrukcijų kontūro atraminius elementus būtina įvertinti:

a) lenkimą tangentinėje plokštumoje;

b) ašinį gniuždymą kontūro elementuose;

c) gniuždymą, kurį sukelia tangentiniai įtempiai membranos sąlyčio linijoje su kontūro elementais;

d) lenkimą vertikalojoje plokštumoje.

205. Kai membrana pritvirtinama su ekscentricitetu kontūro elementų skerspjūvio sunkio centro atžvilgiu, būtina, išskyrus veiksnius, nurodytus 204 p., skaičiuojant kontūrą įvertinti ir sukimą.

206. Apskaičiuojant įtempius apvalių plane plokščių membranų centre, leidžiama teigti, kad atraminis kontūras nesideformuoja.

207. Apskaičiuojant įtempius elipsės formos membranos centre, įtvirtintos deformuojamame kontūre, leidžiama taikyti 206 p. reikalavimus, pakeičiant spindulio reikšmę didesnės svarbiausios pusašės spindulio reikšme (didesnės pusašės su mažesniąja santykis turi būti ne didesnis kaip 1,2).

XXIV SKIRSNIS. ELEMENTŲ PATVARUMAS

208. Plieninės konstrukcijos ir jų elementai (pokraninės sijos, darbo aikštelių sijos, bunkerų ir estakadų konstrukcijos ir kt.), tiesiogiai laikantys daugkartines veikiančias judamąsias, vibracines ar kitokio pavidalo apkrovas su apkrovimo ciklų skaičiumi 10^5 ir daugiau, kurie gali turėti įtakos nuovargiui, turi būti projektuojami naudojant konstrukcinius sprendimus, nesukeliantčius didelės įtempių koncentracijos, ir turi būti tikrinamas jų patvarumas.

Apkrovimo ciklų skaičius imamas pagal technologinius eksploatavimo reikalavimus.

Aukštų statinių (antenų, kaminų, stiebų, bokštų, kėlimo ir transportavimo statinių ir kt.) konstrukcijų, tikrinamų rezonansui nuo vėjo apkrovos, turi būti skaičiuojamas ir patvarumas.

Konstrukcijų patvarumui skaičiuoti apkrovos imamos iš STR 2.05.04:2003 [7.4].

209. Elementų patvarumas tikrinamas pagal formulę

$$\sigma_{\max} \leq \alpha \cdot f_{v,d} \gamma_v, \quad (7.180)$$

čia: $f_{v,d}$ – skaičiuotinis varginamasis plieno stipris, imamas iš 7.37 lentelės, atsižvelgiant į skaičiuotinį plieno stiprį pagal stiprumo ribą ir konstrukcijos elementų grupes, pateiktas 4 priedo 1 lentelėje;

α – koeficientas, įvertinantis apkrovimo ciklų skaičių n ir apskaičiuojamas:

kai $n < 3,9 \cdot 10^6$, pagal formules:

1 ir 2 elementų grupių

$$\alpha = 0,064 \left(\frac{n}{10^6} \right)^2 - 0,5 \left(\frac{n}{10^6} \right) + 1,75; \quad (7.181)$$

3-8 elementų grupių

$$\alpha = 0,07 \left(\frac{n}{10^6} \right)^2 - 0,64 \left(\frac{n}{10^6} \right) + 2,2; \quad (7.182)$$

kai $n \geq 3,9 \cdot 10^6$, koeficientas $\alpha = 0,77$;

γ_v – koeficientas, imamas iš 7.38 lentelės, atsižvelgiant į įtempių būvį ir įtempių asimetrijos koeficientą $\rho = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}$; čia $\sigma_{\max}$ ir $\sigma_{\min}$ – atitinkamai didžiausias ir mažiausias įtempiai pagal absoliutinę reikšmę, apskaičiuoti grynajam skerspjūviui, neįvertinant dinaminio koeficiento ir koeficientų ϕ, ϕ_e, ϕ_b . Įtempių asimetrijos koeficientas imamas su „-“ ženklu, kai įtempiai yra skirtingų ženklų.

Skaičiuojant elementų patvarumą pagal (7.180) formulę, turi būti tenkinama sąlyga

$$\alpha \cdot f_{v,d} \gamma_v \leq \frac{f_{u,d}}{\gamma_u}. \quad (7.183)$$

210. Plieninės konstrukcijos ir jų elementai, tiesiogiai veikiami apkrovų su ciklų skaičiumi, mažesniu nei 10^5 , turi būti projektuojami naudojant konstrukcinius sprendimus, nesukeliantis didelės įtempių koncentracijos. Prireikus skaičiuojamas mažaciklis stiprumas.

7.37 lentelė

Varginamojo plieno skaičiuotinis stipris

Elementų grupės	$f_{v,d}$ (N/mm ²) reikšmės, kai skaičiuotinis plieno stipris pagal stiprumo ribą $f_{u,d}$ (N/mm ²)				
	$f_{u,d} < 420$	$420 \leq f_{u,d} < 440$	$440 \leq f_{u,d} < 520$	$520 \leq f_{u,d} < 580$	$580 \leq f_{u,d} < 635$
1	120	128	132	136	145
2	100	106	108	110	116
3	90				
4	75				
5	60				
6	45				
7	36				
8	27				

7.38 lentelė

Formulės γ_v koeficientui apskaičiuoti

$\sigma_{\max}$	Įtempių asimetrijos koeficientas ρ	Formulės γ_v koeficientui apskaičiuoti
Tempimas	$-1 \leq \rho \leq 0$	$\gamma_v = \frac{2,5}{1,5 - \rho}$
	$0 < \rho \leq 0,8$	$\gamma_v = \frac{2,0}{1,2 - \rho}$
	$0,8 < \rho < 1$	$\gamma_v = \frac{1,0}{1,0 - \rho}$
Gniuždymas	$-1 \leq \rho < 1$	$\gamma_v = \frac{2,0}{1,0 - \rho}$

VIII SKYRIUS. TINKAMUMO RIBINIAI BŪVIAI

XXV SKIRSNIS. KONSTRUKCIJŲ ĮLINKIAI IR POSLINKIAI

211. Konstrukcijų elementų įlinkiai ir poslinkiai turi atitikti reglamente STR 2.05.04:2003 [7.4] pateiktus tinkamumo ribinio būvio reikalavimus. Įlinkiai ir poslinkiai nustatomi pagal reglamento STR 2.05.04:2003 [7.4] 9 priedą. Jie neturi viršyti ribinių dydžių, nurodytų reglamento STR 2.05.04:2003 [7.4] XVII skyriuje.

212. Specialiosios paskirties plieno konstrukcijų ribiniai įlinkiai ir poslinkiai pateikti Reglamento XLIII ir XLIV skirsniuose.

XXVI SKIRSNIS. DINAMINIS POVEIKIS

213. Projektuojant būtina atsižvelgti į sutelktąsias apkrovas, galinčias sukelti smūgius, svyravimus ar vibraciją. Esant ribiniam tinkamumo būviui turi būti atsižvelgta į galimą vibraciją, sukeliamą įrengimų, ir į svyravimų šaltinius, galinčius sukelti rezonansą. Esminiai konstrukcijų dinaminės elgsenos reikalavimai yra pateikti reglamento STR 2.05.04:2003 [7.4] 9 priedo 4 p.

214. Siekiant išvengti neįprastos žmonių savijautos, konstrukcijų, virš kurių vaikšto žmonės, vibracija ir svyravimai turi būti apriboti. Patalpų perdangų konstrukcijų, jeigu jomis reguliariai vaikšto žmonės, žemiausias savųjų svyravimų dažnis turi būti ne žemesnis nei 3 ciklai per sekundę. Šis apribojimas bus tenkinamas, jeigu bendras įlinkis, nustatytas pagal dažninio derinio (STR 2.05.04:2003 [7.4] 90.2 p.) apkrovas, neviršys 28 mm. Šio apribojimo galima netaikyti perdangoms su aukštomis dinaminėmis svyravimų slopinimo charakteristikomis.

Jeigu perdanga yra ritmiškai apkraunama šokant ar šokinėjant (šokių ar sporto salėse ir pan.), žemiausias savųjų svyravimų dažnis turi būti ne žemesnis nei 5 ciklai per sekundę. Šis apribojimas bus tenkinamas, jeigu bendras įlinkis, nustatytas pagal dažninio derinio (STR 2.05.04:2003 [7.4] 90.2 p.) apkrovas, neviršys 10 mm.

Prireikus gali būti atliekama dinaminė analizė, galinti patvirtinti, kad pagreičiai ir dažniai nesukels neįprastos ar nepažeis pastate esančios įrangos.

215. Kaip nurodyta reglamento STR 2.05.04:2003 [7.4] XII skyriuje, projektuojant aukštus ir liaunus statinius, būtina atsižvelgti į vėjo sukeltus svyravimus vėjo veikimo plokštumoje ir jai statmenoje plokštumose.

XXVII SKIRSNIS. ATSTUMAI TARP TEMPERATŪRINIŲ SIŪLIŲ

216. Didžiausi atstumai tarp vienaaukščių pastatų ir statinių plieninių karkasų temperatūrinių siūlių turi neviršyti nurodytų 8.1 lentelėje. Daugiau negu 5 % viršijus 8.1 lentelėje pateiktus atstumus, taip pat didinant pastato standumą sienomis ar kitomis konstrukcijomis, skaičiuojant būtina įvertinti aplinkos temperatūros poveikius, netampriąsias konstrukcijų deformacijas ir mazgų slankumą.

8.1 lentelė

Didžiausi plieninio karkaso temperatūrinių blokų matmenys

Pastato ir statinio charakteristika	Didžiausi atstumai, m		
	Tarp temperatūrinių siūlių		Nuo temperatūrinės siūlės ar pastato galo iki artimiausio vertikalojo ramsčio ašies
	Bloko ilgiu (išilgai pastato)	Bloko pločiu (skersai pastato)	
Šildomi pastatai	230	150	90
Nešildomi pastatai ir karštieji cechai	200	120	75
Atviros estakados	130	-	50

Pastaba. Kai tarp pastato ar statinio temperatūrinių siūlių yra du vertikalieji ramsčiai, atstumas tarp jų ašių neturi viršyti: pastatų – 50 m ir atvirų estakadų – 30 m.

IX SKYRIUS. STRYPINIŲ KONSTRUKCIJŲ ANALIZĖ

XXVIII SKIRSNIS. KONSTRUKCIJŲ MODELIAVIMAS

217. Konstrukcijų skaičiavimo modelis ir pagrindinės prielaidos turi tam tikru tikslumu perteikti konstrukcijos elgseną pagal ribinius saugos ir tinkamumo būvius bei numatomą skerspjuvių, elementų, jungčių ir ramsčių elgseną.

218. Metodai, taikomi konstrukcijų analizei, turi būti tokie, kad būtų galima įvertinti priimtas projektavimo prielaidas.

219. Tikroji jungčių elgsenos įtaka (tikrasis standumas ir/ar stiprumas) įrašų ir deformacijų pasiskirstymui konstrukcijoje apskritai gali būti nevertinama.

Skaičiuojant konstrukcijas tikroji jungčių elgsena turi būti vertinama, kai turi pakankamai didelę įtaką įrašų ir/ar deformacijų pasiskirstymui. Pagal mazgų standumo ir/ar stiprumo įtaką analizės rezultatams mazgai skirstomi į:

- a) paprastus (lankstinius), negalinčius perduoti lenkimo momento;
- b) vientisuosius (standžiuosius), dėl pakankamo standumo galinčius užtikrinti visišką mazgo vientisumą ir galinčius perduoti visas veikiančias įrašas;
- c) pusiau vientisus (pasiduodančius), kurių standumas (tam tikrais atvejais ir stiprumas) turi būti įvertintas pagal konstrukcijų analizės metodus.

220. Konstrukcijų analizėje, jei aktualu, turi būti įvertintos pagrindo deformacijos.

XXIX SKIRSNIS. NETOBULUMAI

221. Atitinkamos leistinosios tolerancijos turi būti įvertintos neapkrautos konstrukcijos netobulumais, kurie turi apimti liekamuosius įtempius ir geometrinius netikslumus (nuokrypis nuo vertikalės, tiesės (tiesumas), plokštumos, nuokrypiai suleidimuose ir atsitiktiniai ekscentricitetai jungtyse ir kt.).

222. Ekvivalentiniai netobulumai, kurie turi būti įvertinti:

- a) bendrieji (globaliniai) rėmų ir ramsčių netobulumai;
- b) vietiniai paskirų elementų netobulumai.

223. Bendrieji rėmų netobulumai (žr. 9.1 pav.) apskaičiuojami taip:

$$\phi = \phi_0 k_c k_s, \quad (9.1)$$

čia

$$\phi_0 = \frac{1}{200}; \quad (9.2)$$

$$k_c = \sqrt{0,5 + \frac{1}{n_c}}, \quad k_c \leq 1; \quad (9.3)$$

$$k_s = \sqrt{0,2 + \frac{1}{n_s}}, \quad k_s \leq 1, \quad (9.4)$$

čia: n_s – aukštų skaičius, n_c – kolonų skaičius, įskaitant tik tas kolonas, kuriose veikianti įrąža N_{Ed} yra ne mažesnė už kolonų, esančių vienoje vertikaliojoje plokštumoje, 50 % vidutinės įrąžos reikšmės.

Turi būti numatyta galimybė įvertinti bendruosius rėmų netobulumus visomis jų galimomis išdėstymo kryptimis. Vienu metu šie netobulumai gali būti pridėti tik viena kryptimi.

Skaičiavimo patogumui bendrieji rėmo netobulumai gali būti pakeisti ekvivalentinėmis kiekvienos kolonos jėgomis (žr. 9.2 pav.).

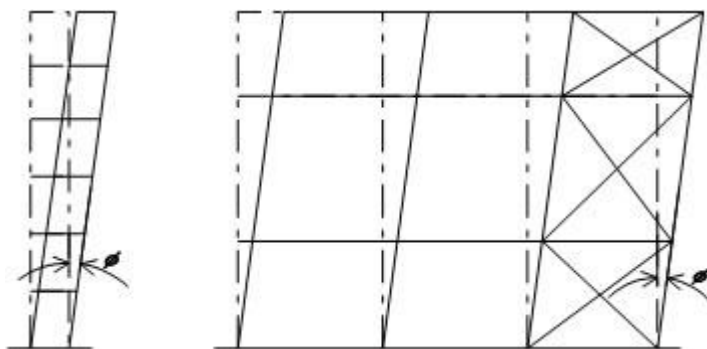
224. Atliekant ramsčių sistemos analizę turi būti numatyta galimybė įvertinti ramsčių kaip visos sistemos netobulumus. Ramsčių sistemos netobulumai (žr. 9.3 pav.) apskaičiuojami taip:

$$e_0 = \frac{k_r l}{500}, \quad (9.5)$$

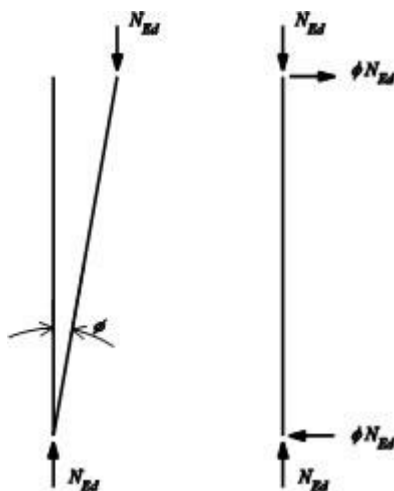
čia: l – ramsčių sistemos tarpatramis;

$$k_r = \sqrt{0,2 + \frac{1}{n_r}}, \quad k_r \leq 1,0, \quad (9.6)$$

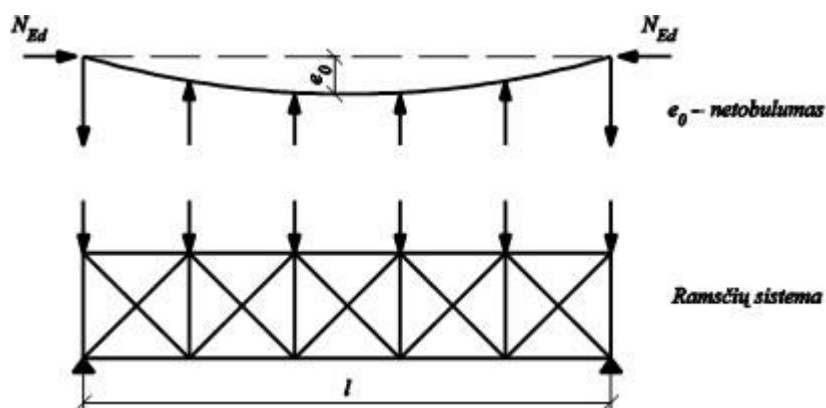
čia n_r – suvaržytų elementų skaičius.



9.1 pav. Ekvivalentiniai bendrieji rėmų netobulumai



9.2 pav. Bendrųjų rėmų netobulumų pakeitimas ekvivalentinėmis jėgomis



9.3 pav. Ramsčių netobulumai ir jų pakeitimas ekvivalentinėmis jėgomis

225. Vietiniai atskirų elementų netobulumai imami remiantis atitinkamais normatyviniais dokumentais.

XXX SKIRSNIS. BENDROJI STRYPINIŲ KONSTRUKCIJŲ ANALIZĖ

226. Bendruoju atveju įrašos ir deformacijos gali būti nustatytos taikant:

- a) pirmosios eilės analizę, naudojant pradinę (nedeformuotą) konstrukcijos geometriją;
- b) antrosios eilės analizę, įvertinant deformuotą konstrukcijos būvį.

Konstrukcijos deformuotos geometrijos (antrosios eilės efektų) įtaka turi būti įvertinta, jei tai labai padidina įrašos ir/ar deformacijų reikšmes ar keičiasi jų ženklas (kryptis).

227. Bendruoju atveju rėmo ar jo dalių pastovumas turi būti tikrinamas įvertinant netobulumus ir antrosios eilės efektus.

Atsižvelgiant į rėmų tipą antrosios eilės efektai ir/ar netobulumai gali būti įvertinti vienu iš šių metodų:

- a) visiškai taikant bendrąją (globalinę) analizę;
- b) iš dalies taikant bendrąją analizę ir iš dalies tikrinant paskirų elementų pastovumą pagal V-VII skirsnių reikalavimus;
- c) tikrinant paskirų elementų pastovumą pagal V-VII skirsnių reikalavimus.

228. Bendruoju atveju paskirų elementų netobulumų įtaka rėmų pastovumui gali būti nustatyta vienu iš šių metodų:

- a) jei antrosios eilės efektai atskiruose elementuose ir elementų netobulumai yra iki galo įvertinti bendrosios analizės metu – paskiro elemento pastovumo tikrinti nereikia;
- b) jei antrosios eilės efektai atskiruose elementuose ir elementų netobulumai yra ne iki galo įvertinti bendrosios analizės metu – paskiro elemento pastovumas tikrinamas pagal V-VII skirsnių reikalavimus vertinant netobulumus, į kuriuos nebuvo atsižvelgta bendrosios analizės metu.

Kai rėmo pastovumas yra užtikrinamas, tikrinant paskirų elementų pastovumą imami skaičiuojamieji elementų ilgiai turi būti pagrįsti bendrąja pastovumo analize įvertinant elementų ir mazgų standumą, gniuždomųjų jėgų pasiskirstymą. Šiuo atveju įrašos apskaičiuojamos pagal pirmosios eilės teoriją neįvertinant netobulumų.

229. Plienines konstrukcijas paprastai būtina skaičiuoti įvertinant netampriąsias plieno deformacijas. Projektuojant konstrukcijas iš VI skyriuje nurodytų medžiagų taikomas idealiai tamprios plastinės medžiagos modelis. Vertinant netampriąsias plieno deformacijas, įrašos ir deformacijos gali būti apskaičiuotos:

- a) taikant tampriąją bendrąją analizę;
- b) taikant tampriąją-plastinę bendrąją analizę (plastinių lankstų (šarnyrų) arba plastinių zonų koncepcija).

Tamprioji bendroji analizė gali būti taikoma visais atvejais projektuojant elementus tampriosios ar tampriosios plastinės būklės pagal šio reglamento nuostatas. Tamprioji plastinė

bendroji analizė gali būti taikoma tik tuomet, jei yra suderinti bendrosios analizės ir paskirų elementų skaičiavimo metodai.

X SKYRIUS. PAPILDOMI REIKALAVIMAI PASTATŲ IR STATINIŲ KONSTRUKCIJŲ PROJEKTAVIMUI

XXXI SKIRSNIS. PAGRINDINĖS NUOSTATOS

230. Projektuojant pastatus ar statinius, būtina atsižvelgti į šias ypatybes:

- a) konstrukcijų naudojimo;
- b) mechaninės konstrukcijų elgsenos;
- c) konstrukciją veikiančių apkrovų.

231. Šiame skyriuje pateiktos nuostatos turi būti taikomos drauge su kitų Reglamento skyrių reikalavimais.

XXXII SKIRSNIS. SANTVAROS IR STRUKTŪRINĖS PLOKŠTĖS

232. Santvarų ir struktūrų strypų ašys paprastai centruojamos visuose mazguose. Strypai suvirintose santvarose turi būti centruojami pagal skerspjūvių sunkio centrus (apvalinant iki 5 mm), o sujungtose varžtais – pagal arčiausią kampuočio kampui varžtų žymėjimo ašį.

233. Santvaros juostų ašių nesutapimo, keičiantis skerspjūviui, galima nevertinti, jei jis neviršija 1,5 % juostos skerspjūvio aukščio.

234. Jeigu mazguose susidaro ekscentricitetai, santvarų ir struktūrų elementai turi būti skaičiuojami įvertinant atitinkamus ekscentricitetų sukeltus lenkimo momentus.

235. Jeigu apkrovos pridėtis yra ne santvaros mazguose, jos juostos turi būti skaičiuojamos bendram ašinės jėgos ir lenkimo momento poveikiui.

236. Kai stogo santvarų tarpatramis viršija 36 m, būtina numatyti statybinę pakylą, lygia įlinkiui nuo tariamai nuolatinio derinio (STR 2.05.04:2003 [7.4] 90.3 p.) apkrovų. Kai yra plokštieji stogai, statybinė pakyla turi būti numatyta nepaisant tarpatramio dydžio, laikant ją lygia įlinkiui nuo charakteristinio derinio (STR 2.05.04:2003 [7.4] 90.3 p.) apkrovų, pridėdant 1/200 tarpatramio dydžio.

237. Kai skaičiuojama santvara su elementais iš kampuočių ar tėtų, mazgų jungtis leidžiama laikyti lankstinėmis. Taikant H tipo ir vamzdinius skerspjūvius, santvarą skaičiuoti pagal lankstinę (šarnyrinę) schemą leidžiama, jei skerspjūvio aukščio santykis su elemento ilgiu neviršija 1/10. Viršijus šį santykį, būtina įvertinti papildomus lenkimo momentus elementuose, susidarantį dėl mazgų standumo.

238. Atstumas tarp tinklelio ir juostų elementų kraštų suvirintų santvarų mazguose su mazginiais lakštais turi būti ne mažesnis kaip $a = 6t - 20$ mm, bet ne didesnis kaip 80 mm (čia t – mazginio lakšto storis, mm).

239. Tarp santvaros juostų jungiamųjų elementų galų, perdengiamų antdėklais, paliekamas ne mažesnis kaip 50 mm plyšys.

240. Virintinės siūlės, prijungiančias santvaros tinklelio elementus prie mazginių lakštų, būtina pratęsti 20 mm už elemento galo.

241. Santvarų mazguose su juostomis iš tėtų, dvitėtų ir pavienių kampuočių mazginių lakštų tvirtinamasis sudūrimas prie juostų lentynų turi būti atliekamas virinant per visą mazginio lakšto storį. 1-os grupės konstrukcijų mazginius lakštus prie juostų būtina prijungti pagal 4 priedo 1-os lentelės 7-ąją eilutę.

XXXIII SKIRSNIS. KOLONOS

242. Spragotųjų kolonų su tinkleliais dviejuose plokštumose montuojamuosius elementus būtina sustandinti diafragmomis, išdėstomomis montuojamojo elemento galuose.

243. Spragotųjų kolonų su jungiamuoju tinkleliu vienoje plokštumoje diafragmos išdėstomos ne rečiau kaip kas 4 m.

244. Centriškai gniuždomoms kolonomis ir statramsčiams su vienpusėmis juostinėmis siūlėmis, atitinkančiomis 144 p. reikalavimus, ramsčių, sijų, spyrių ir kitų elementų tvirtinimo mazguose įrašos perdavimo zonoje būtina naudoti dvipuses juostines siūles, išeinančias iš kiekvienos tvirtinamojo elemento kontūro (mazgo) pusės 30 k_f ilgiu.

245. Kertinės (kampinės) siūlės, tvirtinančios sujungiamojo tinklelio mazginius lakštus prie kolonų su užlaida, apskaičiuojamos ir išdėstomos iš mazginio lakšto dviejų pusių išilgai kolonos tarpais šachmatine tvarka. Šiuo atveju atstumas tarp tokių siūlių galų neturi viršyti 15 mazginio lakšto storių.

246. Konstrukcijų, gaminamų virinant rankomis, siūlės turi būti nenutrūkstamos visu mazginio lakšto ilgiu.

247. Kolonų montuojamosios jungtys turi būti įrengiamos su frezuotais galais, virinant sudurtinai, naudojant antdėklus, prijungtus virintinėmis siūlėmis arba paprastaisiais ar įtempiamaisiais varžtais. Virinamų antdėklų siūlės iš kiekvienos pusės turi nesiekti sandūros per 30 mm. Leidžiama naudoti flanšines jungtis, kurios perduoda gniuždomąsias įrašas glaudaus lietimosi paviršiais, o tempiamąsias – varžtais.

XXXIV SKIRSNIS. RAMSČIAI

248. Projektuojant plienines konstrukcijas būtina numatyti ramsčius, užtikrinančius statinio ir jo elementų erdvinį nekintamumą montavimo ir naudojimo metu, parenkant juos pagal geometrinius statinio parametrus ir jo naudojimo ypatybes (konstrukcinė schema, tarpatramio, kranų tipai ir jų darbo režimai, temperatūros poveikiai ir t. t.).

249. Kiekviename pastato temperatūriniame bloke būtina numatyti savarankišką ramsčių sistemą.

250. Ilgesnių nei 12 m pokraninių sijų ir santvarų apatinės juostos turi turėti horizontaliuosius ramsčius.

251. Vertikalieji ramsčiai tarp pagrindinių kolonų, žemiau pokraninių sijų lygio, esant dvišakėms kolonomis turi būti išdėstyti kiekvienos kolonos šakos plokštumoje. Tokiu atveju šakų ramsčiai tarpusavyje turi būti sujungti tinkleliu.

252. Skersinius horizontaliuosius ramsčius būtina numatyti gegninių santvarų viršutinių arba apatinių juostų lygyje kiekviename pastato tarpatramyje temperatūrinių blokų galuose. Kai temperatūrinio bloko ilgis viršija 144 m, būtina numatyti skersinius horizontaliuosius ramsčius.

253. Gegnines santvaras, tiesiogiai nesujungtas su skersiniais ramsčiais, būtina sujungti šių ramsčių išdėstymo plokštumoje spyriais ir templėmis.

254. Skersinių ramsčių išdėstymo vietose būtina numatyti vertikaliuosius ramsčius tarp santvarų.

255. Kai viršutinių juostų lygyje yra standusis stogo diskas, reikia numatyti inventorinius nuimamuosius ramsčius konstrukcijų projektinei padėčiai ir jų pastovumui montavimo metu užtikrinti.

256. Pastatuose su kranais, atitinkančiais darbo režimų grupes 6K-8K pagal STR 2.05.04:2003 [7.4] 5 priede pateiktą klasifikaciją, stogams su pogežninėmis santvaromis, vieno tarpatramio ir dviejų tarpatramių pastatuose su 10 T (100 kN) ir galingesniais tiltiniais kranais išilgai kraštinių kolonų eilių būtina numatyti išilginius horizontaliuosius ramsčius gegninių santvarų apatinių juostų plokštumoje, o kai gegninių konstrukcijų apatinė altitudė viršija 18 m – nepaisant kranų keliamosios galios.

257. Pastatams su daugiau negu 3 tarpatramiais horizontaliuosius išilginius ramsčius būtina numatyti ir išilgai vidurinių kolonų eilių, ne rečiau kaip kas antras tarpatramis pastatuose su 6K – 8K darbo režimo grupės kranais ir kas du tarpatramiai – kituose pastatuose.

258. Transporto galerijų karpųjų santvarų viršutinių ir apatinių juostų horizontaliuosius ramsčius būtina konstruoti atskirai kiekvienam tarpatramiui.

259. Naudojant denginių ramsčiams kryžminius tinklelius, leidžiama juos skaičiuoti pagal sąlyginę schemą, tarus, kad spyriai perima tik tempimo įrašas.

260. Nustatant įrašas ramsčių elementuose, santvarų juostų apspaudimas paprastai nevertinamas.

261. Įrengiant membraninį paklotą santvarų apatinių juostų plokštumoje, leidžiama įvertinti membranos poveikį.

262. Kabamiesiems denginiams su plokščiosiomis laikančiosiomis sistemomis (dvijuostėmis, baigtinio lenkiamąjo standumo, lynų sistemomis ir t. t.) tarp laikančiųjų sistemų reikia numatyti vertikaliuosius ir horizontaliuosius ramsčius.

XXXV SKIRSNIS. SIJOS

263. Suvirintinių dvitėjų sijų juostoms lakštų paketai paprastai nenaudojami. Sijų su įtempiamaisiais varžtais juostoms leidžiama naudoti paketus, susidedančius iš ne daugiau kaip trijų lakštų, šiuo atveju juostų kampuočių skerspjūvio plotas turi sudaryti ne mažiau kaip 30 % viso juostos skerspjūvio ploto.

264. Suvirintinių sijų juostinės siūlės, taip pat siūlės, prie pagrindinio sijos skerspjūvio prijungiančios pagalbinius elementus (pvz., sąstandas), turi būti nepertrūkstamos.

265. Vienpusės dvitėjų suvirintinių sijų juostinės siūlės, laikančios statines apkrovas, gali būti naudojamos šiais atvejais:

- a) kai skaičiuotinė apkrova pridėta simetriškai sijos skerspjūvio atžvilgiu;
- b) kai užtikrintas sijos gniuždomosios juostos pastovumas pagal 71 a p. reikalavimus;
- c) kai sutelktųjų jėgų pridėjimo prie sijos juostos vietose įrengtos skersinės sąstandos.

266. Rėminių konstrukcijų sijose prie atraminių mazgų būtina naudoti dvipuses juostines siūles.

267. Sijose, skaičiuojamose pagal 73-78 p. reikalavimus, negalima naudoti vienpusių juostinių siūlių.

268. Suvirintinių sijų sąstandos turi būti nutolintos nuo sienelės sandūrinių jungčių ne mažesniu kaip 10 sienelės storių atstumu. Sijos sienelės sudurtinių siūlių sankirtos su išilgine standumo briauna vietose siūlės, pritvirtinančios briauną prie sienelės, turi nesiecti sudurtinės siūlės per 40 mm. Suvirintinėms dvitėjėms sijoms, pagal Reglamento 1 lentelę priklausančioms 2-4 konstrukcijų grupei, naudotinos vienpusės sąstandos.

269. Sijoms su vienpusėmis juostinėmis siūlėmis sąstandas būtina išdėstyti priešingoje vienpusių juostinių siūlių išdėstymui sienelės pusėje.

XXXVI SKIRSNIS. POKRANINĖS SIJOS

270. Pokraninių sijų stiprumas turi būti skaičiuojamas numatomam vertikalųjų ir horizontalųjų apkrovų poveikiui pagal 72 p. reikalavimus.

271. 7K ir 8K darbo režimo grupių kranams (pagal STR 2.05.04:2003 [7.4] 5 priedą) pokraninių sijų sienelių stiprumas (išskyrus sijas, kurių patvarumas skaičiuojamas) skaičiuojamas pagal (7.45) ir (7.46) formules, kuriose skaičiuojant nekarpytųjų sijų atraminius pjūvius vietoj koeficiento 1,15 naudojamas koeficientas 1,3.

272. Pokraninių sijų pastovumas turi būti skaičiuojamas pagal 70 p.

273. Pokraninių sijų sienelių ir juostų lakštų pastovumas turi būti tikrinimas pagal VII skyriaus reikalavimus.

274. Pokraninių sijų patvarumas turi būti skaičiuojamas pagal XXIV skirsnio reikalavimus, taikant $\alpha = 0,77$, kai kranai atitinka 7K ir 8K darbo režimų grupes pagal STR 2.05.04:2003 [7.4] 5 priedą, ir $\alpha = 1,1$ kitais atvejais.

275. Pokraninių sijų, skirtų 7K ir 8K darbo režimų grupių kranams, papildomai turi būti skaičiuojamas sienelių patvarumas pagal 278 p.

276. Pokraninių sijų stiprumo ir patvarumo skaičiavimas turi būti atliekamas kranų apkrovoms, nustatomoms pagal STR 2.05.04:2003 [7.4] reikalavimus.

277. Pokraninės sijos iš plieno, kurio takumo riba iki 400 N/mm², sienelių gniuždomojoje zonoje turi atitikti šiuos reikalavimus:

$$\frac{\sqrt{(\sigma_{w,x,Ed} + \sigma_{w,x,loc,Ed})^2 - (\sigma_{w,x,Ed} - \sigma_{w,x,loc,Ed})\sigma_{w,z,loc,Ed} + \sigma_{w,z,loc,Ed}^2 + 3(\tau_{w,xz,Ed} + \tau_{w,xz,loc,Ed})^2}}{\beta f_{y,d}} \leq 1,0, \quad (10.1)$$

$$\frac{\sigma_{w,x,Ed} + \sigma_{w,x,loc,Ed}}{f_{y,d}} \leq 1,0, \quad (10.2)$$

$$\frac{\sigma_{w,x,loc,Ed} + \sigma_{w,x,T,Ed}}{f_{y,d}} \leq 1,0, \quad (10.3)$$

$$\frac{\tau_{w,xz,Ed} + \tau_{w,xz,loc,Ed} + \tau_{w,xz,T,Ed}}{f_{s,d}} \leq 1,0, \quad (10.4)$$

čia:

$$\sigma_{w,x,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{y,net}}; \quad \tau_{w,xz,Ed} = \frac{V_{z,Ed}}{h_w t_w}; \quad \sigma_{w,z,loc,Ed} = \frac{\gamma_{F1} F_d}{t_w l_{eff}}; \quad \sigma_{w,x,loc,Ed} = 0,25 \sigma_{w,z,loc,Ed}, \quad (10.5)$$

$$\tau_{w,xz,loc,Ed} = 0,3 \sigma_{w,z,loc,Ed}; \quad \sigma_{w,z,T,Ed} = \frac{2T_{loc,Ed} t_w}{I_{tor}}; \quad \tau_{w,xz,T} = 0,25 \sigma_{w,z,T,Ed}, \quad (10.6)$$

čia:

- β - koeficientas: karpytųjų sijų atraminių pjūvių $\beta = 1,15$, nekarpytųjų sijų atraminių pjūvių $\beta = 1,3$;
- $M_{y,Ed}, V_{z,Ed}$ - skaičiuotinis lenkiamasis momentas ir skersinė jėga, veikiantys sijos skerspjūvyje;
- γ_{F1} - vertikaliosios koncentruotos apkrovos, sukeltos vieno kranų rato, padidinimo koeficientas, parenkamas pagal STR 2.05.04:2003 [7.4] reikalavimus;
- F_d - skaičiuotinis kranų rato slėgis be dinaminio koeficiento;
- l_{eff} - skaičiuojamasis ilgis, nustatomas pagal (10.7) formulę;
- $T_{loc,Ed}$ - vietinis skaičiuotinis sukamasis momentas, nustatomas pagal (10.8) formulę;
- $I_{tor} = I_{tor,r} + \frac{b_f t_f^3}{3}$ - bėgio ir juostos savųjų sukamųjų inercijos momentų suma, čia t_f ir b_f – atitinkamai sijos viršutinės (gniuždomosios) juostos storis ir plotis.

Skaičiuojamasis ilgis:

$$l_{eff} = c \cdot \sqrt[3]{\frac{I_{f,r}}{t_w}}, \quad (10.7)$$

čia:

- c - koeficientas: suvirintinių ir valcuotųjų sijų $c = 3,25$, o sijų su įtempiamaisiais

varžtais $c = 4,5$;

$I_{f,r}$ - sijos juostos ir kranų bėgio skerspjūvių plotų savųjų inercijos momentų suma arba bėgio ir juostos bendrasis skerspjūvio ploto inercijos momentas tuo atveju, kai bėgis privirinamas, užtikrinant bendrą bėgio ir sijos juostos darbą;

$$T_{loc,Ed} = F_d e + 0,75 F_{d,H} h_r, \quad (10.8)$$

čia:

e - sąlyginis ekscentricitetas, lygus 15 mm;
 $F_{d,H}$ - skaičiuotinė horizontali apkrova, sukelta tiltinio kranų susiskersavimo ir kranų bėgių nelygiagretumo, parenkama pagal STR 2.05.04:2003 [7.4] reikalavimus;
 h_r - kranų bėgio aukštis.

(10.1) – (10.6) formulėse visi įtempiai naudojami su pliuso ženklu.

278. Sudėtinės pokraninės sijos sienelės viršutinės zonos patvarumas skaičiuojamas pagal formulę

$$\frac{0,5\sqrt{\sigma_{w,x,Ed}^2 + 0,36\tau_{w,xz,Ed}^2} + 0,4\sigma_{w,z,loc,Ed} + 0,5\sigma_{w,z,T,Ed}}{f_{v,d}} \leq 1,0, \quad (10.9)$$

čia $f_{v,d}$ – visų plieno rūšių, suvirintinių sijų ir sijų su įtempiamaisiais varžtais skaičiuotinis varginamasis plieno stipris, atitinkamai lygus: $f_{v,d} = 75 \text{ N/mm}^2$ ir 95 N/mm^2 – gniuždomosios viršutinės sienelės zonos (pjūviai vidurinėje sijos dalyje); $f_{v,d} = 65 \text{ N/mm}^2$ ir 89 N/mm^2 – tempiamosios viršutinės sijos sienelės zonos (nekarpytosios sijos atraminiai pjūviai).

279. Įtempių dydis (10.9) formulėje turi būti nustatomas pagal 277 p. reikalavimus nuo kranų apkrovų, atitinkančių STR 2.05.04:2003 [7.4] reikalavimus.

280. Kranų, atitinkančių pagal STR 2.05.04:2003 [7.4] 7K ir 8K darbo režimų grupes, viršutinės sijų juostos siūlės turi būti įvirinamos visu sienelės storio.

281. Pokraninių sijų ir darbo aikštelių sijų, tiesiogiai perimančių judamąsias apkrovas, tempiamųjų juostų laisvieji kraštai turi būti valcuoti, drožti arba apipjauti mechanizuotu deguonies arba plazminiu-lankiniu pjovimo būdu.

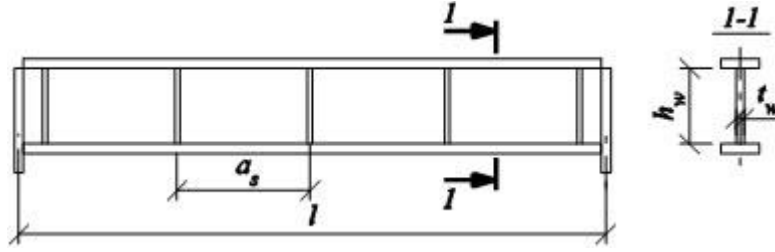
282. Pokraninių sijų sąstandų matmenys turi atitikti 120 p. reikalavimus, o dvipusės sąstandos atsikišusios dalies plotis turi būti ne mažesnis kaip 90 mm. Dvipusės skersinės sąstandos neturi būti privirinamos prie sijos juostų. Sąstandų galai turi būti glaudžiai pridėti prie sijos viršutinės juostos, o kranų, atitinkančių 7K ir 8K darbo režimų grupes, sijų sąstandų galus, priglaudusius prie viršutinės juostos, būtina drožti.

283. Kranų, atitinkančių 1K – 5K darbo režimo grupes, sijoms leidžiama naudoti vienpusės sąstandas, virinamas prie sienelės ir viršutinės juostos bei išdėstomas pagal 268 ir 269 p. reikalavimus.

284. Pakabinamųjų kranų bėgių (monobėgių) stiprumas turi būti skaičiuojamas įvertinant vietinius normalinius įtempimus, sukeltus kranų rato ir veikiančius išilgai ir skersai sijos ašies.

XXXVII SKIRSNIS. SIJOS SU KLUPIAJA SIENELE

285. Karpytosioms simetrinio dvitėjo skerspjūvio sijoms su klupiąja sienele, laikančioms statinę apkrovą ir lenkiamoms sienelės plokštumoje, turi būti naudojamas plienas su takumo riba iki 430 N/mm^2 .



10.1 pav. Sijos su klūpiąja sienie schema

286. Karpytųjų simetrinio dvitėjo skerspjūvio sijų, laikančių statinę apkrovą, lenkiamų sienelės plokštumoje, sustiprintų tik skersinėmis sąstandomis (žr. 10.1 pav.), kai sąlyginis sienelės liaunis $6 \leq \bar{\lambda}_w \leq 13$, stiprumas tikrinamas pagal formulę

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{\bar{f},Rd}} \right)^4 + \left(\frac{V_{z,Ed}}{V_{\bar{f},Rd}} \right)^4 \leq 1,0, \quad (10.10)$$

čia: $M_{y,Ed}$ ir $V_{z,Ed}$ – skaičiuotiniai momento ir skersinės jėgos dydžiai nagrinėjamame sijos pjūvyje;
 $M_{\bar{f},Rd}$ – skaičiuotinis lenkiamasis atsparis pagal takumo ribą, skaičiuojamas pagal formulę

$$M_{\bar{f},Rd} = f_{y,d} t_w h_w^2 \left[\frac{A_f}{t_w h_w} + \frac{0,85}{\bar{\lambda}_w} \left(1 - \frac{1}{\bar{\lambda}_w} \right) \right]; \quad (10.11)$$

$V_{\bar{f},Rd}$ – skaičiuotinis kerpamasis atsparis, skaičiuojamas pagal formulę

$$V_{\bar{f},Rd} = f_{s,d} t_w h_w \left[\frac{\tau_{cr,Rd}}{f_{s,d}} + 3,3 \left(1 - \frac{\tau_{w,cr,Rd}}{f_{s,d}} \right) \frac{\beta_1 n}{1 + n^2} \right]. \quad (10.12)$$

(10.11) ir (10.12) formulėse:

- t_w ir h_w – sijos sienelės storis ir aukštis;
- A_f – sijos juostos skerspjūvio plotas;
- $\tau_{w,cr,Rd}$ ir n – kritinis tangentinis įtempis ir sienelės ruožo matmenų santykis, nustatomi pagal 114 p.;
- β_1 – koeficientas, apskaičiuojamas pagal (10.13) ir (10.14) formules.

Koeficientas β_1 :

jeigu $\alpha \leq 0,03$, tai

$$\beta_1 = 0,05 + 5\alpha \geq 0,15; \quad (10.13)$$

jeigu $0,03 < \alpha \leq 0,1$, tai

$$\beta_1 = 0,11 + 3\alpha \leq 0,40, \quad (10.14)$$

$$\text{čia } \alpha = \frac{8W_{\min}}{t_w h_w^2 a_s^2} (h_w^2 + a_s^2),$$

čia:

- $W_{\min}$ - mažiausias tėjinio skerspjuvio, susidedančio iš sijos gniuždomosios juostos ir prigludusios prie jos $0,5t_w\sqrt{E/f_{y,d}}$ aukščio sienelės dalies, atsparumo momentas (savosios tėjo ašies, lygiagrečios su sijos juosta);
 a_s - sąstandų žingsnis.

287. Skersinių sąstandų skerspjuvis turi būti ne mažesnis, nei nurodyta 120 p., ir turi būti tikrinamas jų pastovumas kaip strypo, gniuždomo jėga N_{stiff} , kuri apskaičiuojama pagal formulę

$$N_{stiff} = 3,3 f_{s,d} t_w h_w \left(1 - \frac{\tau_{cr,Rd}}{f_{s,d}} \right) \frac{\beta_1 n}{1 + n^2}. \quad (10.15)$$

Jos dydis turi būti ne mažesnis nei sutelktosios apkrovos, esančios virš sąstandos. Skaičiuojamasis strypo ilgis $l_{eff} = h_w (1 - \beta_1)$, bet ne mažesnis kaip $0,7h_w$. Skaičiuojamas simetrinės dvipusės sąstandos centriškasis gniuždymas, vienpusės – ekscentriškasis gniuždymas su ekscentricitetu, lygiu atstumui nuo sienelės ašies iki skaičiuotinio strypo skerspjuvio sunkio centro. Skaičiuotinį strypo skerspjuvį sudaro sąstanda ir $0,65t_w\sqrt{E/f_{y,d}}$ pločio sienelės dalys į abi puses nuo sąstandos.

288. Sijos sienelės dalis, esanti virš atramos, turi būti sutvirtinta dvipuse atramine sąstanda, atitinkančia 122 p. reikalavimus.

289. Papildoma dvipusė sąstanda turi būti statoma atstumu, ne mažesniu nei jos plotis ir ne didesniu nei $1,3t_w\sqrt{E/f_{y,d}}$ nuo atraminės sąstandos. Ji turi atitikti 287 p. reikalavimus.

290. Sijos pastovumo tikrinti nereikia, jei tenkinami Reglamento 71 p. reikalavimai arba kai skaičiuojamasis ilgis $l_{eff} \leq 0,21b_f\sqrt{E/f_{y,d}}$, čia b_f – gniuždomosios juostos plotis.

291. Sijos gniuždomosios juostos lentynos pločio santykis su jos storiu turi būti ne didesnis kaip $0,38\sqrt{E/f_{y,d}}$.

292. Vietiniai sijos sienelės įtempiai $\sigma_{w,loc,Ed}$, nustatyti pagal (7.43) formulę, turi būti ne didesni kaip $0,75f_{yd}$ naudojant skaičiuojamąjį ilgį, nustatomą pagal (10.7) formulę.

293. Nustatant sijos, turinčios tarpatramyje sąstandas, įlinkį, jos skerspjuvio ploto inercijos bruto momentas mažinamas dauginant iš koeficiento $\alpha = 1,2 - 0,033\bar{\lambda}_w$, o sijų, neturinčių sąstandų tarpatramyje, iš $\alpha = 1,2 - 0,033\bar{\lambda}_w - \frac{h_w}{l}$.

294. Jeigu sijos, apibūdintos 285 p., sienelės liaunis patenka į režius $7 \leq \bar{\lambda}_w \leq 10$ ir jeigu ją veikia tolygiai paskirstytoji apkrova arba penkios ir daugiau vienodo dydžio tolygiai sijos ilgiu išdėstytos sutelktosios apkrovos, sijos sienelė gali būti nesutvirtinama sąstandomis. Šiuo atveju apkrova turi būti pridėta simetriškai sijos sienelės plokštumai. Tokių sijų stiprumas tikrinamas pagal formulę

$$\frac{M_{y,Ed}}{f_{y,d} t_w h_w^2 \left[\frac{A_f}{t_w h_w} + \frac{1,4}{\bar{\lambda}_w} \left(1 - \frac{1}{\bar{\lambda}_w} \right) \right] \delta} \leq 1,0, \quad (10.16)$$

čia δ – koeficientas, įvertinantis skersinės jėgos įtaką laikomajai sijos galiai ir nustatomas pagal formulę $\delta = 1 - \frac{5,6A_f h_w}{A_w l}$.

Taip pat turi būti tenkinamos sąlygos $t_f \geq 0,3\bar{\lambda}_w t_w$ ir $0,025 \leq \frac{A_f h_w}{A_w l} \leq 0,1$.

XXXVIII SKIRSNIS. SIJOS SU PERFORUOTĄJA SIENELE

295. Sijos su perforuotąja siennele projektuojamos iš valcuotųjų dvitėjų sijų, paprastai iš plieno, kurio takumo riba siekia iki 530 N/mm^2 . Sandūrinių sienelių jungčių virintinės siūlės yra visiškai įvirinamos.

296. Sijų, lenkiamų sienelės plokštumoje (žr. 10.2 pav.), stiprumas skaičiuojamas pagal 10.1 lentelės formules.

297. Sijų pastovumas skaičiuojamas pagal 70 p. reikalavimus, jų geometrines charakteristikas skaičiuojant pjūvyje su kiauryme sienelėje. Sijų pastovumo tikrinti nereikia, jei tenkinami 71 p. reikalavimai.

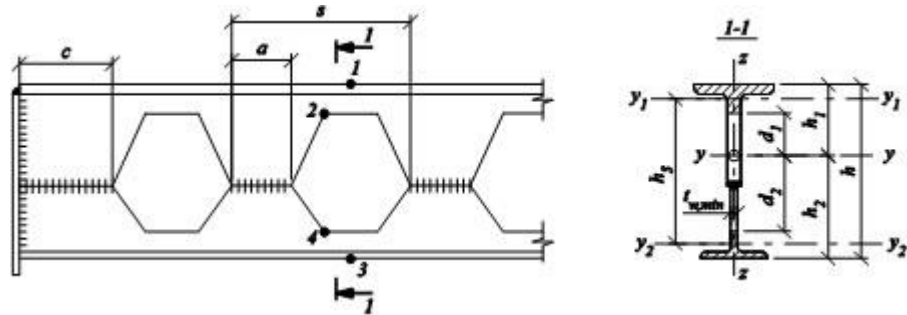
298. Sijos sienelė atraminiuose pjūviuose stiprinama sąstandomis ir skaičiuojama pagal 122 p. reikalavimus, kai $h_{eff}/t_{w,min} > 40$ (čia $t_{w,min}$ – mažesnysis sienelės storis), be to, atraminio pjūvio nesusilpninta sienelės dalis imama $c \geq 250 \text{ mm}$ (žr. 10.2 pav.).

299. Jeigu $h_{eff}/t_{w,min} > 2,5\sqrt{E/f_{y,d}}$ arba kai netenkinami 68 p. reikalavimai, turi būti numatomos sąstandos pagal 120 p. reikalavimus.

300. Sutelktosios apkrovos turi būti išdėstomos tik nesusilpnėjusiose dėl sienelės kiaurymių sijos pjūviuose.

301. Gniuždomojo tėjinio skerspjūvio sienelės aukštis turi atitikti Reglamento 129 p. reikalavimus, (8.125) formulėje taikant $\bar{\lambda} = 1,4$.

302. Nustatant sijos įlinkį, jeigu $\frac{l}{h_{eff}} \geq 12$ (čia l – sijos tarpatramis), sijos skerspjūvio su kiauryme inercijos momentas dauginamas iš koeficiento 0,95.



10.2 pav. Sijos dalies su perforuotąja siennele schema

10.1 lentelė

Sijos su perforuotąja siennele skerspjūvių stiprumo tikrinimo formulės

Viršutinio tėjinio		Apatinio tėjinio		Atraminio
1 taškas	$\frac{M_{y,Ed} h_1}{I_y} + \frac{V_{Ed,1} a}{2W_{y1,max}} \leq f_{y,d,1} \gamma_c$	3 taškas	$\frac{M_{y,Ed} h_2}{I_y} + \frac{V_{Ed,2} a}{2W_{y2,max}} \leq f_{y,d,2} \gamma_c$	$\frac{V_{Ed,3} s}{t_{w,min} a \cdot h_3} \leq f_{s,d} \gamma_c$

2 taškas	$\frac{M_{y,Ed}d_1}{I_y} + \frac{V_{Ed,1}a}{2W_{y1,min}} \leq \frac{f_{u,d,1}\gamma_c}{\gamma_u}$	4 taškas	$\frac{M_{y,Ed}d_2}{I_y} + \frac{V_{Ed,2}a}{2W_{y2,min}} \leq \frac{f_{u,d,2}\gamma_c}{\gamma_u}$	
Lentelėje pateiktų įtempių skaičiavimo taškai parodyti 10.2 pav. Žymenys: $M_{y,Ed}$ - skaičiuotinis lenkiamasis momentas nagrinėjamame sijos pjūvyje; $V_{Ed,1} = V_{z,Ed} \frac{I_{y1}}{I_{y1} + I_{y2}}$ - skaičiuotinės skersinės jėgos dalis, perimama viršutinio tėjo; $V_{Ed,2} = V_{z,Ed} \frac{I_{y2}}{I_{y1} + I_{y2}}$ - skaičiuotinės skersinės jėgos dalis, perimama apatinio tėjo; $V_{Ed,3}$ - skaičiuotinė skersinė jėga, veikianti sijos skerspjūvyje atstumu $(c+s-0,5a)$ nuo atramos; $V_{z,Ed}$ - skaičiuotinė skersinė jėga nagrinėjamame sijos pjūvyje; I_{y1} ir I_{y2} - viršutinio ir apatinio tėtų plotų inercijos momentai savųjų ašių y_1 ir y_2 atžvilgiu; I_y - sijos skerspjūvio ploto ties kiauptyje sienelėje inercijos momentas y ašies atžvilgiu; $W_{y1,max}$ ir $W_{y1,min}$ - viršutinio tėjo skerspjūvio didžiausias ir mažiausias atsparumo momentai; $W_{y2,max}$ ir $W_{y2,min}$ - apatinio tėjo skerspjūvio didžiausias ir mažiausias atsparumo momentai; $f_{y,d,1}, f_{u,d,1}, f_{y,d,2}, f_{u,d,2}$ - viršutinio ir apatinio tėtų plieno skaičiuotiniai stipriai.				

XXXIX SKIRSNIS. LAKŠTINĖS KONSTRUKCIJOS

303. Kevalų skersinių sąstandų elementai turi būti projektuojami uždarojo kontūro.

304. Sutelktosios lakštinių konstrukcijų apkrovos turi būti perduodamos numatytiems standumo elementams. Skirtingos formos kevalų sujungimo vietose būtinos glodžiosios pereigos vietiniams įtempiams mažinti.

305. Visas sudurtinių jungčių siūlės būtina suvirinti arba iš dviejų pusių, arba iš vienos, įvirinant siūlės šaknį ar naudoti padėklus.

Projekte derėtų nurodyti konstrukcijų jungčių, kur to reikia, sandarumo būtinumą.

306. Lakštinėse konstrukcijose turi būti naudojamos suvirintinės sandūrinės jungtys. 5 mm ir mažesnio storio lakštų jungtims, taip pat montuojamosioms jungtims leidžiama konstruoti užleistines jungtis.

307. Konstruojant lakštines konstrukcijas, būtina numatyti pramoninius jų gamybos ir montavimo metodus:

- naudojant didelių matmenų lakštus bei juostas;
- naudojant susuktus į ritinius, kiaučio pavidalo ruošinius ir kt.;
- karpant, tuo užtikrinant mažesnę atliekų kiekį;
- automatiškai suvirinant;
- montavimo metu naudojant mažiausią virintinių siūlių skaičių.

308. Projektuojant stačiakampes ar kvadratinės planės plokščiąsias perdangų membranas, atraminių kontūrų kampuose reikia naudoti didesnio atsparumo korozijai plieną.

XL SKIRSNIS. MONTUOJAMOSIOS JUNGTYS

309. Konstrukcijas reikia dalyti į montuojamuosius elementus, įvertinant leistinuosius gabenimo gabaritų, racionalų ir ekonomišką konstrukcijų vežimą į statybą bei mažinant joje atliekamus konstrukcijų gamybos darbus.

310. Prireikus reikia numatyti montuojamuosius elementų tvirtinimus (įrengti montavimo stalelius ir pan.), gerinančius konstrukcijų montavimo tikslumą ir saugumą.

311. Montuojamosioms jungtims tikslinga naudoti B ir C gaminio klasių bei įtempiamuosius (stipriuosius) varžtus.

312. Montuojamosiose jungtyse su didelėmis vertikaliosiomis įrašomis (santvarų, rėmo sijų, rėmų ir kt.) reikia numatyti atraminius stalelius.

313. Montuojamosiose jungtyse veikiant lenkiamiesiems momentams, naudojami tempiamieji B ir C gaminio klasių varžtai.

314. Pastatų ir statinių montuojamosios jungtys su pokraninėmis sijomis, kurių skaičiuotas patvarumas, taip pat su konstrukcijomis, skirtomis geležinkelio sąstatams, turi būti suvirinamos arba naudojami įtempiamieji (stiprieji) varžtai.

315. B ir C gaminio klasių varžtus montuojamosioms jungtims leidžiama naudoti šiais atvejais:

a) ilginiams, konstrukciniams stoglangių elementams, santvarų viršutinių juostų ramsčiams (kai yra ramsčiai apatinių juostų lygyje arba esant standžiai denginio konstrukcijai), santvarų ir stoglangių vertikaliesiems ramsčiams, taip pat fachverko elementams tvirtinti;

b) santvarų apatinių juostų ramsčiams, kai yra standžioji denginio konstrukcija (gelžbetoninėms arba armuotosioms plokštėms iš akytojo betono, plieniniam profiliniam paklotui ir t. t.) tvirtinti;

c) jungti gegninėms ir pogegegninėms santvaroms prie kolonų ir gegninėms santvaroms prie pogegegninių, perduodant vertikaliąją atraminę reakciją per stalelį;

d) karpytosioms pokraninėms sijoms tarp savęs, taip pat apatinei jų juostai prie kolonų, prie kurių nejungiami vertikalieji ramsčiai, tvirtinti;

e) darbo aikštelių sijoms, kurių neveikia dinaminės apkrovos, tvirtinti;

f) nepagrindinėms konstrukcijoms tvirtinti.

XLI SKIRSNIS. KARKASINIAI PASTATAI

316. Rėminių sistemų lenkimo momentams perskirstyti gali būti naudojami kolonos ir rėmo sijos jungties plieniniai antdėklai, kuriuose leistinos plastinės deformacijos. Šių antdėklų plieno takumo riba turi neviršyti 345 N/mm^2 . Antdėklų įrašos turi būti nustatomos, kai yra mažiausia takumo riba $\sigma_{y,\min} = f_y$ ir didžiausia takumo riba $\sigma_{y,\max} = f_y + 100 \text{ N/mm}^2$. Tokių antdėklų išilginiai kraštai turi būti drožti arba frezuoti.

XLII SKIRSNIS. KABAMOSIOS PERDANGOS

317. Kabamosioms laikančiosioms konstrukcijoms turėtų būti naudojami įvairūs lynai ir stiprioji viela. Leidžiama naudoti ir valcuotuosius gaminius.

318. Kabamojo stogo atitvaros turėtų būti įrengtos tiesiogiai ant laikančiųjų lynų ir atkartoti jų sudarytą pavidalą. Stogo atitvaras leidžiama pakelti virš laikančiųjų lynų, atremiant jas ant specialių pagalbinių konstrukcijų arba pakabinti po laikančiais lynais. Šiuo atveju stogo atitvarų pavidalas gali nesutapti su laikančiųjų lynų apybrėža.

319. Atraminų kontūrų forma numatoma atsižvelgiant į skaičiuotinių apkrovų sukeltą įrašų slėgį nuo prijungtų prie jų laikančiųjų lynų.

320. Kabamųjų denginių pradinės formos stabilumas turėtų būti skaičiuojamas nuo laikinųjų apkrovų, įskaitant vėjo apkrovos trauką. Pradinės formos stabilumas turi užtikrinti parinktos stogo atitvaros hermetiškumą. Be to, turėtų būti tikrinamas kabamojo denginio kreivio pokytis išilgai ir skersai lynų.

321. Reikalingas pradinės formos stabilumas pasiekiamas konstrukcinėmis priemonėmis: didinant laikančiųjų lynų įtempį stogo perdangos svorio sąskaita arba iš anksto įtempiant; įrengiant specialią stabilizuojančiąją konstrukciją; naudojant baigtinio lenkiamojo standumo laikančiąsias konstrukcijas; jungiant kabamųjų lynų sistemą ir denginio plokštes į bendrą konstrukciją.

322. Laikančiosiomis kabamųjų denginių konstrukcijomis gali būti:

a) įvairūs tinklai iš lygiagrečiai, ortogonaliai arba radialiai išdėstytų lynų;

b) plokščiosios arba erdvinės dvijuostės iš anksto įtemptosios lynų sistemos;

c) vantinės sijinės ir mišriosios sistemos iš lynų;

d) vienjuostės arba dvijuostės baigtinio lenkiamojo standumo konstrukcijos iš valcuotųjų profiliuotųjų.

323. Laikančiųjų lynų skerspjūvis turi būti parinktas didžiausiai skaičiuotinės apkrovos sukeltai įrašai, nustatytai atsižvelgiant į kabamojo denginio pradinės formos pokyčius. Tinklinių sistemų elementų skerspjūviai turi būti patikrinti laikinųjų apkrovų, pridėtų tik išilgai laikančiojo lyno sukeltai įrašai.

324. Laikančiųjų kabamųjų lynų vertikalieji ir horizontalieji poslinkiai bei įrašos juose turi būti apskaičiuojami atsižvelgiant į jų netiesinę elgseną.

325. Laikančiųjų kabamųjų lynų ir jų tvirtinimo jungčių darbo sąlygų koeficientai imami pagal XLIV skirsnio nuorodas. Stabilizuojančiųjų lynų, jei jie nėra atraminio kontūro templės, darbo sąlygų koeficientas $\gamma_c = 1$.

326. Laikančiųjų kabamųjų konstrukcijų iš valcuotųjų profiliuotųjų atraminiai mazgai turėtų būti lankstiniai (šarnyriniai).

XLIII SKIRSNIS. ELEKTROS LINIJOS, ATVIRŲ SKIRSTOMŲJŲ ĮRENGINIŲ IR TRANSPORTO LINIJŲ KONTAKTINIAI TINKLAI

327. Elektros oro linijų atramoms, atviros skirstomosios įrangos konstrukcijoms bei transporto kontaktinių tinklų linijoms naudojami plienai, kurių charakteristikos pateiktos 5-10 lentelėse (išskyrus S420, S460 plienus).

328. Iki 100 m aukščio oro linijų atramoms ir atviros skirstomosios įrangos konstrukcijoms A, B ir C gaminio klasių varžtus reikia naudoti kaip konstrukcijoms, kurių patvarumas neskaičiuojamas, o atramoms, viršijančioms 100 m aukštį, – kaip konstrukcijoms, kurių patvarumas skaičiuojamas.

329. Oro linijų atramoms, atviros skirstomosios įrangos konstrukcijoms ir kontaktinių tinklų linijoms skaičiuoti naudojami darbo sąlygų koeficientai, nurodyti VII skyriuje, taip pat 10.2 lentelėje, 342 ir 55 p.

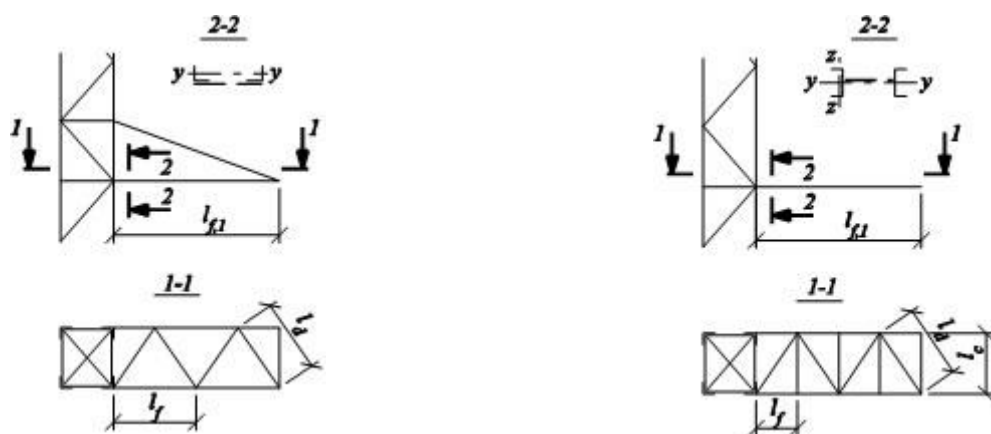
10.2 lentelė

Oro linijų, transporto linijų kontaktinių tinklų, atviros skirstomosios įrangos elementų darbo sąlygų koeficientai

Konstrukcijos elementai	Darbo sąlygų koeficientai γ_c
1. Laisvai stovinčių atramų gniuždomosios juostos iš pavienių kampuočių pirmuose dviejuose tarpmazgiuose nuo pagrindo, kai mazgai sujungti:	
a) virinant;	0,95
b) varžtais	0,9
2. Plokščių spragotųjų traversų iš pavienių lygiašonių kampuočių, pritvirtinamų viena lentyna (žr. 10.3 pav.), gniuždomieji elementai, kai:	0,9
a) juostos pritvirtinamos prie atramos tiesiogiai dviem ir daugiau varžtų;	0,75
b) juostos pritvirtinamos prie atramos vienu varžtu arba per mazginį lakštą;	0,75
c) spyriai ir statramsčiai	
3. Atotamos iš plieninių lynų ir stipriosios vielos pluoštų:	0,9
a) tarpinėms atramoms normaliomis darbo sąlygomis;	
b) inkarinėms, inkarinėms kampinėms ir kampinėms atramoms:	0,8
normaliomis darbo sąlygomis;	0,9
avarinėmis darbo sąlygomis	
Pastaba. Lentelėje nurodyti darbo sąlygų koeficientai netaikomi skaičiuojant elementų mazgus.	

a)

b)



10.3 pav. Traversų schemas:

a – su trikampiu tinkleliu; b – su trikampiu tinkleliu su statramsčiais

330. Atramų konstrukcinių elementų stiprumas gali būti skaičiuojamas pagal 57 p. tik tempiamųjų elementų iš pavienių kampuočių jungimo viena lentyna vietoje.

331. Nustatant lyginamąjį liaunį pagal 7.3 lentelę, viso spragotojo strypo didžiausias liaunis λ skaičiuojamas pagal šias formules:

a) keturbriaunio lankstais (šarnyriškai) atremto galuose strypo su lygiagrečiomis juostomis

$$\lambda = \frac{2l}{b}; \quad (10.17)$$

b) tribriaunio lankstais (šarnyriškai) atremto galuose lygiašonio strypo su lygiagrečiomis juostomis

$$\lambda = \frac{2,5l}{b}; \quad (10.18)$$

c) laisvai stovinčio piramidės formos strypo

$$\lambda = \frac{2\mu_1 h}{b_b}, \quad (10.19)$$

$$\mu_1 = 1,25 \left(\frac{b_t}{b_b} \right)^2 - 2,75 \left(\frac{b_t}{b_b} \right) + 3,5. \quad (10.20)$$

(10.17) – (10.20) formulėse:

- l - spragotojo strypo geometrinis ilgis;
- b - atstumas tarp siaurosios briaunos juostų ašių;
- h - laisvai stovinčios spragotosios atramos aukštis;
- b_t ir b_b - atstumai tarp piramidės formos atramos juostų ašių atitinkamai viršutinėje ir apatinėje dalyse siauriausiame atramos šone;
- μ_1 - skaičiuojamojo ilgio koeficientas.

332. Pastoviojo skerspjuvio ekscentriškai gniuždomų ir gniuždomųjų-lenkiamųjų spragotojo skerspjuvio strypų pastovumas skaičiuojamas pagal VII skyriaus reikalavimus.

333. Lygiašonių tribriaunių pastoviojo spragotojo skerspjūvio strypų su tinkleliu ar jungiamaisiais lakštais (antdeklais) santykinis ekscentricitetas e_{rel} skaičiuojamas pagal formules: lenkiant plokštumoje, statmenoje vienai iš šoninių plokštumų,

$$e_{rel} = \frac{3,48\beta M_{Ed}}{N_{Ed}b}, \quad (10.21)$$

lenkiant plokštumoje, lygiagrečioje su viena iš šoninių plokštumų,

$$e_{rel} = \frac{3\beta M_{Ed}}{N_{Ed}b}, \quad (10.22)$$

čia: b – atstumas tarp juostų ašių šoninėje plokštumoje;

β – koeficientas, lygus 1,2, kai elementai jungiami varžtais, ir 1,0, kai suvirinami.

334. Skaičiuojant ekscentriškai gniuždomus ir gniuždomuosius-lenkiamuosius spragotojo skerspjūvio strypus pagal Reglamento 82 p. reikalavimus, jeigu elementai jungiami varžtais, ekscentricitetas dauginamas iš koeficiento 1,2.

335. Tikrinant ekscentriškai gniuždomų ir gniuždomųjų-lenkiamųjų spragotojo skerspjūvio atramų su atotampomis atskirų juostų pastovumą, ašinė jėga kiekvienoje juostoje nustatoma įvertinant įrąžą nuo lenkimo momento $M_{2nd,Ed}$, apskaičiuoto pagal deformuotą schemą. Šio momento dydis lankstais (šarnyriškai) įtvirtintos atramos viduryje turi būti nustatomas pagal formulę

$$M_{2nd,Ed} = M_q + \frac{\beta N_{Ed}}{\delta_1}(w + w_0), \quad (10.23)$$

čia:

$$\delta_1 = 1 - \frac{0,1N_{Ed}l^2}{EI},$$

M_q - lenkiamasis momentas atramos viduryje nuo statmenos jos ašiai apkrovos, nustatomas kaip įprastose sijose;

I - atramos skerspjūvio ploto inercijos momentas ašies, statmenos apkrovos veikimo plokštumai, atžvilgiu;

l - atramos ilgis;

w - įlinkis atramos viduryje nuo statmenos jos ašiai apkrovos, nustatomas kaip įprastinėse sijose;

w_0 - pradinis atramos išlinkis, lygus $l/750$;

β - koeficientas, nurodytas 333 p.

336. Skersinė jėga V_{Ed} gniuždomosiose-lenkiamosiose ir lankstais (šarnyriškai) paremtose pastoviojo spragotojo skerspjūvio atramose su atotampomis imama pastovi visu ilgiu ir nustatoma pagal formulę

$$V_{Ed} = V_{Ed,max} + \frac{3,14\beta N_{Ed}}{\delta_1 l}(w + w_0), \quad (10.24)$$

čia $V_{Ed,max}$ – didžiausia skaičiuotinė skersinė jėga nuo išorinių apkrovų. Kiti žymenys (10.24) formulėje yra tie patys, kaip ir (10.23) formulėje.

337. Gniuždomųjų strypų iš pavienių kampuočių pastovumas dažniausiai skaičiuojamas įvertinant ekscentrišką ašinių jėgų pridėtį. Tokius strypus leidžiama skaičiuoti pagal (7.7) formulę kaip centriškai gniuždomus, dauginant ašinę jėgą iš koeficientų α_m ir α_d , ne mažesnių nei 1,0.

Erdvinių varžtinių konstrukcijų, kurių konstrukcinės schemos atitinka pateiktas 7.9 pav. (išskyrus schemą 7.9 c ir galines atramas), jungiamų varžtais mazguose, centruojant strypus iš pavienių lygiašonių kampuočių pagal varžtų išdėstymo ašis, kai varžtai tinklelio elementuose išdėstyti viena eile ir spyriai pritvirtinami mazge iš dviejų juostos lentynos pusių, koeficientų α_m ir α_d reikšmės nustatomos taip:

a) juostoms, kurių sąlyginis liaunis $\bar{\lambda} \leq 3,5$ (jeigu $\bar{\lambda} > 3,5$, skaičiuojant naudojama $\bar{\lambda} = 3,5$), pagal formules:

$$\text{kai } 0,55 \leq \frac{c}{b} \leq 0,66 \text{ ir } \frac{N_{pr,Ed}}{N_{Ed}} \leq 0,7,$$

$$\alpha_m = 1 + \left[\frac{c}{b} - 0,55 + \bar{\lambda}(0,2 - 0,05\bar{\lambda}) \right] \frac{N_{pr,Ed}}{N_{Ed}}; \quad (10.25)$$

$$\text{kai } 0,4 \leq \frac{c}{b} < 0,55 \text{ ir } N_{pr,Ed} / N_{Ed} \leq (2,33 \frac{c}{b} - 0,58),$$

$$\alpha_m = 0,95 + 0,1 \frac{c}{b} + \left[0,34 - 0,62 \frac{c}{b} + \bar{\lambda}(0,2 - 0,05\bar{\lambda}) \right] \frac{N_{pr,Ed}}{N_{Ed}}; \quad (10.26)$$

b) spyriams, kuriems atstumo nuo varžtų ašies iki kampuočio kampo santykis su kampuočio lentynos pločiu telpa į režius nuo 0,54 iki 0,60, prijungtų prie skaičiuojamojo juostos tarpmazgio, pagal formules:

$$\text{kai } 0,55 \leq \frac{c}{b} \leq 0,66 \text{ ir } \frac{N_{pr,Ed}}{N_{Ed}} \leq 0,7,$$

$$\alpha_d = 1,18 - 0,36 \frac{c}{b} + \left(1,8 \frac{c}{b} - 0,86 \right) \frac{N_{pr,Ed}}{N_{Ed}}; \quad (10.27)$$

$$\text{kai } 0,4 \leq \frac{c}{b} < 0,55 \text{ ir } \frac{N_{pr,Ed}}{N_{Ed}} \leq 2,33 \frac{c}{b} - 0,58,$$

$$\alpha_d = 1 - 0,04 \frac{c}{b} + \left(0,36 - 0,41 \frac{c}{b} \right) \frac{N_{pr,Ed}}{N_{Ed}}. \quad (10.28)$$

338. Erdvinėms varžtais sujungtoms konstrukcijoms, kurių schemos atitinka pateiktas 10.9 d, e, f pav., (10.26) ir (10.28) formulėse naudojamas santykis c/b turi tenkinti sąlygą $0,45 \leq c/b < 0,55$.

Erdvinėms suvirintosioms konstrukcijoms, pagamintoms iš pavienių lygiašonių kampuočių, atitinkančių 10.9 b, d pav. pavaizduotas schemas (išskyrus galines atramas) su spyrių pritvirtinimu mazge tik iš vidinės juostos pusės, kai $N_{pr,Ed} / N_{Ed} \leq 0,7$, taikomos šios koeficientų α_m ir α_d reikšmės:

a) centruojant strypus mazguose pagal skerspjūvių sunkio centrus $\alpha_m = \alpha_d = 1,0$;

b) centruojant spyrių ašis mazguose į juostos kampuočio kampą $\alpha_m = \alpha_d = 1 + 0,12 N_{pr,Ed} / N_{Ed}$;

c) skaičiuojant konstrukcijas nuo bendro vertikalių ir skersinių apkrovų ir sukimo momento poveikio, kurį sukelia laidų ar lynų trūkis, leidžiama taikyti $\alpha_m = \alpha_d = 1,0$.

(10.25) – (10.28) formulėse naudoti šie žymenys:

- c - atstumas, statmenas juostos ašiai nuo juostos kampuočio kampo iki mazgo centravimo ašies;
- b - juostos kampuočio lentynos plotis;
- $\bar{\lambda}$ - sąlyginis juostos liaunis;
- N_{Ed} - skaičiuotinė ašinė jėga juostos tarpmazgyje;
- $N_{pr,Ed}$ - įrašų spyriuose, prijungtuose prie tos pačios lentynos, projekcijų į juostos ašį suma, perduodama mazge, nustatoma tam pačiam apkrovų deriniui kaip ir N_{Ed} ; skaičiuojant juostą imama didesnė iš $N_{pr,Ed}$ reikšmių, gautų tarpmazgio galuose, o skaičiuojant spyrius – mazgo, prie kurio spyris yra prijungtas.

339. Pirmojo nuo apačios laisvai stovinčios spragotosios atramos spyrio iš pavienio kampuočio liaunis neturi viršyti 160.

340. Atramų viršaus nuokrypiai ir vertikalieji traversų įlinkiai neturi viršyti 10.3 lentelėje pateiktų ribinių dydžių.

341. Diafragmos oro linijų ir atviros skirstomosios įrangos atramų metalinėse konstrukcijose iš pavienių kampuočių išdėstomos ne rečiau kaip kas 15 m. Jos taip pat turi būti numatomos sutelktųjų jėgų pridėjimo ir juostų ašies lūžių vietose.

342. Tinklelio elementų (spyrių ir statramsčių) jungtyse vienu varžtu, išskyrus nuolat perimančius tempimą, kai lentynos storis iki 6 mm ir plieno takumo riba iki 380 N/mm^2 , atstumas nuo elemento krašto iki skylės centro gali būti $1,35 d_0$; čia d_0 – skylės skersmuo be mažinančios gamybinės tolerancijos, tai nurodoma projekte. Skaičiuojant jungiamųjų elementų glemžimą, mazgo darbo sąlygų koeficientas γ_b (7.143) formulėje imamas 0,65.

343. Nuolat perimančių tempimą elementų (traversų templių, elementų, prijungtų prie laidų ir lynų tvirtinimo mazgų ir įrangos tvirtinimo vietose) jungtyse vienu varžtu atstumas nuo elemento krašto iki skylės centro įrašos kryptimi imamas ne mažesnis nei $2 d_0$.

344. Jeigu spyriai tvirtinami prie juostų varžtais viename mazge, jie išdėstomi dviejose juostos kampuočio lentynos pusėse.

345. Juostinių lygiašonių kampuočių varžtinėse sandūrose turi būti numatomas porinis varžtų skaičius, juos išdėstant kampuočio lentynose po lygiai.

346. Varžtų skaičius, kai jie išdėstomi viena eile ar šachmatų tvarka, taip pat varžtų skersinių eilių skaičius, kai jie išdėstomi dviem eilėmis, neturi viršyti penkių vienoje kampuočio lentynoje kiekvienai sandūros pusei.

10.3 lentelė

Oro linijų, atviros skirstomosios įrangos, transporto linijų kontaktinių tinklų konstrukcijų ribiniai poslinkiai ir įlinkiai

Konstrukcijos apibudinimas ir nuokrypio kryptis	Atramų santykinės nuokrypos	Santykiniai traversų įlinkiai (tarpatramio arba gembės ilgiui)			
		Vertikalieji		Horizontalieji	
		tarpatramyje	gembėje	tarpatramyje	gembėje
1. Galinės ir kampinės inkarinio tipo oro linijų atramos iki 60 m aukščio išilgai laidų	1/120	1/200	1/70	Neribojama	Neribojama

2. Inkarinio tipo oro linijų atramos iki 60 m aukščio išilgai laidų	1/100	1/200	1/70	Neribojama	Neribojama
3. Tarpinės oro linijų atramos (išskyrus pereinamąsias) išilgai laidų	Neribojama	1/150	1/50	Neribojama	Neribojama
4. Pereinamosios visų tipų oro linijų atramos, aukštesnės nei 60 m išilgai laidų	1/140	1/200	1/70	Neribojama	1/70
5. Atviros skirstomosios įrangos atramos išilgai laidų				a	Neribojama
6. Atviros skirstomosios įrangos atramos skersai laidų	1/100	1/200	1/70	1/200	-
	1/70	Neribojama	Neribojama	Neribojama	-
7. Įrangos atramos					
8. Įrangos sijos	1/100	-	-	-	
	-	1/300	1/250	-	

Pastabos: 1. Kai yra avariniai ir montažiniai režimai, atviros skirstomosios įrangos atramų ir oro linijų traversų atramų nuokrypiai nenormuojami.
2. Nuokrypiai ir įlinkiai, pateikti 7 ir 8 poz., turi būti sumažinti, jei įrangos eksploatacijos techninės sąlygos numato griežtesnius apribojimus.

XLIV SKIRSNIS. TELEKOMUNIKACINIŲ ANTENŲ STATINIŲ KONSTRUKCIJOS

347. Šiame poskyryje pateikiami papildomi telekomunikacinių antenų statinių, kurių aukštis neviršija 500 m, reikalavimai.

348. Projektuojant telekomunikacinius antenų statinius, reikia siekti:

- a) sumažinti statinio ir jo elementų aerodinaminį pasipriešinimą;
- b) racionaliai paskirstyti įrašas konstrukcijos elementuose, naudojant veiksmingas konstrukcines schemas ir išankstinį įtempimą;
- c) sugretinti laikančiąsias ir radiotechnines funkcijas.

349. Antenų statinių konstrukcijoms turi būti naudojami plienai, pateikti 5-10 lentelėse (išskyrus S420 ir S460).

350. Antenų įrenginių atotampoms ir elementams gali būti naudojami cinkuoti nesūkieji viengubo arba nesūkieji dvigubo kryžminio vijimo (spiraliniai) lynai su metaline šerdimi.

Lynams turi būti naudojama šaltai tempta arba šaltai valcuota plieno viela, atitinkanti standarto LST EN 10264 – 1 [7.37] reikalavimus. Atotamos įrašoms, viršijus lynų iš plieninės vielos laikomąją galią, leidžiama naudoti uždaruosius plieninius lynus iš „z“ ar pleištinio skerspjūvio cinkuotos vielos. Viela, naudojama lynams, turi būti karštai cinkuota. Cinko sluoksnio storis turi būti ne plonesnis nei 45 μ . Vidiniai lyno tarpai turi būti pripildyti hidrofobinio tepalo, saugančio nuo drėgmės patekimo į lyno vidų.

351. Plieninių lynų galai įvorėse arba movose gali būti užliejami cinko, cinko ir aliuminio lydinio arba epoksidine derva su plieno šratais, užtikrinant patikimą plieno vielų inkaravimą nepasireišskiant ilgalaikiam valkšnumui.

352. Antenų sistemų elementams turi būti naudojami laidai pagal standartus LST EN 50189:2001 [7.48], LST EN 50183:2001 [7.47], LST EN 50182+AC:2002 [7.46]. Variniai laidai naudojami tik technologinio būtinumo atvejais.

353. Laidų ir vielų skaičiuotinio atspario (įrašos) reikšmė imama lygi trūkio įrašos reikšmei, nustatytai galiojančiame standarte, padalytai iš medžiagos patikimumo koeficiento γ_M :

a) aliumininių ir varinių laidų $\gamma_M = 2,5$;

b) plieninių ir aliumininio laidų, kai jų nominalusis skerspjūvis, mm^2 :

16 ir 25 $\gamma_M = 2,8$;

35 – 95 $\gamma_M = 2,5$;

120 ir daugiau $\gamma_M = 2,2$;

c) bimetaliniams plieniniams ir variniams laidams $\gamma_M = 2,0$.

354. Projektuojant antenų sistemų konstrukcijas, turi būti taikomi darbo sąlygų koeficientai, nurodyti VII skyriuje, taip pat 10.4 lentelėje.

355. Santykiniai atramų poslinkiai turi neviršyti reikšmių, nurodytų 10.5 lentelėje, išskyrus atramas, kurioms technine projektavimo užduotimi yra numatyti kiti leistinųjų poslinkių dydžiai.

10.4 lentelė

Antenų sistemų elementų darbo sąlygų koeficientai

Konstrukcijų elementai	Darbo sąlygų koeficientai γ_c
Iš anksto įtempti tinklelio elementai	0,90
Flanšai:	
- žiediniai	1,10
- kitos formos	0,90
Plieniniai stiebų atotampų arba antenų tinklų elementų lynai, kai jų skaičius:	
3 – 5 atotampų arba tinklo elementai viename lygyje	0,80
6 – 8 atotampų viename lygyje	0,90
9 ir daugiau atotampų viename lygyje	0,95
Galinių lino kilpų tvirtinimas sąvaržomis arba taškiniu įvorių presavimu	0,75
Lyno pynimas galinėse kilpose arba ant izoliatoriaus	0,55
Atotampų, antenų sistemų, laidai, spyriai į atramines konstrukcijas ir inkarinius pamatus	0,90
Inkarinės templės be srieginių jungčių, kai jos dirba tempimui su lenkimu	0,65
Tempiamieji lakštai, maunami ant ašies	0,65
Plieninių lynų tvirtiklių ir jungčių detalės:	
- mechaninės, išskyrus lankstų (šarnyrų) ašis	0,80
- lankstų (šarnyrų) ašys glemžiant	0,90

10.5 lentelė

Ribiniai antenų statinių poslinkiai

Apkrovos atvejis	Santykiniai poslinkiai
Vėjo arba apledėjimo apkrova	1/100
Vienpusis antenų tvirtinimas, kai nėra vėjo	1/300

356. Atramos dinaminio skaičiavimo atveju į pritvirtintą prie atramos antenų sistemos (tinklo) masę galima neatsižvelgti.

357. Vėjo ir apledėjimo apkrovų dydis gali būti nustatomas tarpo tarp atotampų tvirtinimo vietų viduryje, o lynams – jų ilgio dviejų trečdalių aukštyje, pridodant jį kaip tolygiai išskirstytą stiebo (lyno) ilgiu.

358. Sutelktosios lynų apkrovos, sukeltos izoliatorių svorio ir jų apledėjimo, gali būti keičiamos tolygiai išskirstytąja ekvivalentine sukeliama momento požiūriu apkrova.

359. Skaičiuojant pasvirusius antenų sistemų elementus (stiebų atotampas, antenų sistemų elementus, ramsčius), skaičiavimais būtina įvertinti tik statmeną jų ašiai arba stygai apkrovų dedamąją.

360. Bendras stiebo ir atskirų jo elementų pastovumas turi būti tikrinamas šiais apkrovų atvejais:

- veikiant atotampų montavimo įtempimo jėgoms be vėjo apkrovos;
- veikiant vėjo apkrovai – vienos iš atotampų kryptimi;
- veikiant apledėjimui – be vėjo apkrovos;
- veikiant apledėjimo apkrovai ir vėjo apkrovai – vienos iš atotampų kryptimi.

361. Tikrinant bendrą stiebo pastovumą, nustatyta kritinė jėga turi ne mažiau kaip 1,3 karto viršyti veikiančiąją bendrąją skaičiuotinę jėgą.

362. Projekte turi būti nurodyta atotampų įtempimo jėga, esant vidutinei metinei temperatūrai pagal stiebo statybos vietovę, taip pat esant $\pm 40^\circ\text{C}$.

363. Konstrukcijų elementų montuojamosios jungtys, perduodančios skaičiuotines įrašas, paprastai projektuojamos su B gaminio klasės, neįtempiamaisiais 8.8 arba 10.9 kokybės klasės varžtais. Veikiant ženklą keičiančioms įrašoms, būtina naudoti jungtis įtempiamaisiais (stipriaisiais) varžtais arba suvirintines jungtis.

364. Flanšinėse jungtyse paprastai naudojami iš anksto neįtempti 8.8 arba 10.9 kokybės klasės varžtai.

365. Didesnio negu 250 liaunio kryžminio tinklelio spyriai susikirtimo vietose turi būti tarpusavyje sujungti.

366. Diafragmų spyrių ir technologinių aikštelių elementų įlinkiai vertikaliojoje ir horizontaliojoje plokštumose neturi viršyti 1/250 jų tarpatramio.

367. Spragotosiose atramose diafragmos turi būti įrengiamos ne rečiau kaip trigubas vidutinis mažiausias sekcijos skerspjūvio matmuo, taip pat koncentruotųjų apkrovų pridėties ir juostų ašių lūžio vietose.

368. Vamzdinių elementų flanšinių jungčių varžtai išdėstomi tolygiai vienodu mažiausiu spinduliu.

369. Spragotųjų konstrukcijų tinklelio elementai, sueinantys viename mazge, centruojami juostos ir jų ašių persikirtimo vietoje. Spyrių jungimo prie flanšų vietose leidžiamas ašių nuokrypis dydžiu, ne didesniu nei trečdalis juostos skerspjūvio matmens. Esant didesniems nuokrypiams, skaičiuojant turi būti vertinami susidarantys papildomi mazginiai momentai.

370. Įpjautuose mazginiuose lakštuose, skirtuose tinklelio strypams iš apvaliojo plieno tvirtinti, pjūvio gale gręžiama skylė, 1,2 karto didesnė nei tinklelio strypo skersmuo.

371. Stiebų su spragotuoju kamieniu atotampos centruojamos į juostų ir spyrių ašių susikirtimo vietas. Atotampos sąlygine ašimi turi būti imama jos styga.

372. Lakštinės kilpos atotampoms tvirtinti turi būti sustiprinamos sąstandomis, apsaugančiomis jas nuo sulenkimo.

373. Atotampų tvirtinimo mazgų konstrukcijos, kurios netelpa į stiebų kamienų sekcijų gabenimo gabaritą, projektuojamos kaip atskiri standieji diafragminiai intarpai.

374. Atraminė stiebo sekcija paprastai projektuojama kaip perduodanti apkrovą iš stiebo kamieno į pamatą per atraminį lankstą (šarnyrą).

375. Gembės ir pakabos technologinėms aikštelėms tvirtinti turi būti įrengiamos pagrindinių kamieno konstrukcijų mazguose.

376. Įtempimo įrenginiai (movos), naudojami stiebo atotampų ilgiui reguliuoti ir įtvirtinti, prie inkaravimo (pamato) elementų turi būti tvirtinami per intarpą, pagamintą iš lyno. Intarpo iš lyno ilgis tarp įvorių galų turi būti ne mažesnis nei 20 lyno skersmenų.

377. Turi būti išbandytas standartinių antenų sistemų elementams naudojamų mechaninių detalių stiprumas ir patvarumas. Tempiamųjų elementų sriegiai turi būti su apvaliąja įduba.

378. Stiebų atotampose ant horizontalių antenų sistemų laidų ir lynų vibracijoms slopinti būtina įrengti nuoseklų porinių žemojo dažnio (1-2,5 Hz) ir aukštojo dažnio (4-40 Hz) lingės arba kito tipo vibracijų slopintuvą. Žemojo dažnio slopintuvai parenkami atsižvelgiant į atotampos, laido ar lyno pagrindinio tono dažnį. Atstumas s iki slopintuvų pakabinimo vietos nustatomas pagal formulę

$$s \geq 0,00041 \cdot d \sqrt{\frac{F_p}{m}}, \quad (10.29)$$

čia:

d - lyno ar laido skersmuo, mm;

m - lyno ar laido 1 m masė, kg;

F_p - išankstinio lyno ar laido įtempimo jėga, N.

379. Aukštojo dažnio slopintuvai įrengiami atstumu s aukščiau nei žemojo dažnio slopintuvai. Slopintuvai būtinai įrengiami, kai antenų sistemų laidų ir lynų tarpatramiai viršija 300 m arba jeigu jų išankstinio įtempimo jėga viršija 10 % lyno trūkio jėgos.

380. Jeigu slopintuvai neįrengiami, pirmus naudojimo metus turi būti įdėmiai stebimos lynų vibracijos ir prireikus įrengiami slopintuvai.

381. Didelės amplitudės svyravimams slopinti įrengiami keičiantys laisvąjį lyno ilgį pavadėliai su svoriais. Tas pat efektas gali būti pasiektas didžiausiosios svyravimų amplitudės vietoje jungiant laikančiuosius lynus pagalbiniais lynais poromis arba po tris. Tvirtinant pavadėlius ar pagalbinius lynus, būtina imtis priemonių, mažinančių vietinį lyno lenkimą. Papildomos stiebo ir lynų apkrovos, atsirandančios naudojant minėtas slopinimo sistemas, turi būti įvertintos skaičiavimais.

382. Radijo ryšio antenų įrenginius būtina dažyti kintamųjų spalvų žymėjimo juostomis pagal galiojančias Aukštų statinių ženklinimo taisykles.

383. Mechaninės atotampų, izoliatorių tvirtinimo detalės ir lietinės detalės turi būti karštai cinkuotos.

XI SKYRIUS. BAIGIAMOSIOS NUOSTATOS

384. Ginčiai dėl Reglamento taikymo sprendžiami Lietuvos Respublikos įstatymų nustatyta tvarka.

STR 2.05.08:2005

1 priedas

CENTRIŠKAI GNIUŽDOMŲ, EKSCENTRIŠKAI GNIUŽDOMŲ IR GNIUŽDOMŲJŲ- LENKIAMŲJŲ ELEMENTŲ KLUPUMO KOEFICIENTAI

1 lentelė

Centriškai gniuždomų elementų klupumo koeficientai

Liaunis λ	ϕ koeficientas, kai skaičiuotinis stipris pagal takumo ribą $f_{v,d}$ (N/mm ²)											
	200	240	280	320	360	400	440	480	520	560	600	640
10	0,988	0,987	0,985	0,984	0,983	0,982	0,981	0,980	0,979	0,978	0,977	0,977
20	0,967	0,962	0,959	0,955	0,952	0,949	0,946	0,943	0,941	0,938	0,936	0,934
30	0,939	0,931	0,924	0,917	0,911	0,905	0,900	0,895	0,891	0,887	0,883	0,879
40	0,906	0,894	0,883	0,873	0,863	0,854	0,846	0,849	0,832	0,825	0,820	0,814
50	0,869	0,852	0,836	0,822	0,809	0,796	0,785	0,775	0,764	0,746	0,729	0,712
60	0,827	0,805	0,785	0,766	0,749	0,721	0,696	0,672	0,650	0,628	0,608	0,588
70	0,782	0,754	0,724	0,687	0,654	0,623	0,595	0,568	0,542	0,518	0,494	0,470
80	0,734	0,686	0,641	0,602	0,566	0,532	0,501	0,471	0,442	0,414	0,386	0,359
90	0,665	0,612	0,565	0,522	0,483	0,447	0,413	0,380	0,349	0,326	0,305	0,287
100	0,599	0,542	0,493	0,448	0,408	0,369	0,335	0,309	0,286	0,267	0,250	0,235
110	0,537	0,478	0,427	0,381	0,338	0,306	0,280	0,258	0,239	0,223	0,209	0,197
120	0,479	0,419	0,366	0,321	0,287	0,260	0,237	0,219	0,203	0,190	0,178	0,167
130	0,425	0,364	0,313	0,276	0,247	0,223	0,204	0,189	0,175	0,163	0,153	0,145
140	0,376	0,315	0,272	0,240	0,215	0,195	0,178	0,164	0,153	0,143	0,134	0,126
150	0,328	0,276	0,239	0,211	0,189	0,171	0,157	0,145	0,134	0,126	0,118	0,111
160	0,290	0,244	0,212	0,187	0,167	0,152	0,139	0,129	0,120	0,112	0,105	0,099
170	0,259	0,218	0,189	0,167	0,150	0,136	0,125	0,115	0,107	0,100	0,094	0,089
180	0,233	0,196	0,170	0,150	0,135	0,123	0,112	0,104	0,097	0,091	0,085	0,081
190	0,210	0,177	0,154	0,136	0,122	0,111	0,102	0,094	0,088	0,082	0,077	0,073
200	0,191	0,161	0,140	0,124	0,111	0,101	0,093	0,086	0,080	0,075	0,071	0,067
210	0,174	0,147	0,128	0,113	0,102	0,093	0,085	0,079	0,074	0,069	0,065	0,062
220	0,160	0,135	0,118	0,104	0,094	0,086	0,077	0,073	0,068	0,064	0,060	0,057

Lentelės pakeitimai:

Nr. [D1-595](#), 2005-12-12, Žin., 2006, Nr. I-4 (2006-01-04), i. k. 105301MISAK00D1-595

2 lentelė

Ekscentriškai gniuždomų ir gniuždomųjų-lenkiamųjų vientisojo skerspjuvio elementų pastovumo tikrinimo momento veikimo plokštumoje, sutampančioje su simetrijos plokštuma, klupumo koeficientai

Sąlyginis liaunis $\bar{\lambda}$	ϕ_e koeficientai, kai santykinis lyginamasis ekscentricitetas $e_{rel,eff}$												
	0,1	0,25	0,50	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0,5	0,967	0,922	0,850	0,782	0,722	0,669	0,620	0,577	0,538	0,469	0,417	0,370	0,337
1,0	0,925	0,854	0,778	0,711	0,653	0,600	0,563	0,520	0,484	0,427	0,382	0,341	0,307
1,5	0,875	0,804	0,716	0,647	0,593	0,548	0,507	0,470	0,439	0,388	0,347	0,312	0,283
2,0	0,813	0,742	0,653	0,587	0,536	0,496	0,457	0,425	0,397	0,352	0,315	0,286	0,260
2,5	0,742	0,672	0,587	0,526	0,480	0,442	0,410	0,383	0,357	0,317	0,287	0,262	0,238
3,0	0,667	0,597	0,520	0,465	0,425	0,395	0,365	0,342	0,320	0,287	0,260	0,238	0,217
3,5	0,587	0,522	0,455	0,408	0,375	0,350	0,325	0,303	0,287	0,258	0,233	0,216	0,198
4,0	0,505	0,447	0,394	0,356	0,330	0,309	0,289	0,270	0,256	0,232	0,212	0,197	0,181
4,5	0,418	0,382	0,342	0,310	0,288	0,272	0,257	0,242	0,229	0,208	0,192	0,178	0,165
5,0	0,354	0,326	0,295	0,273	0,253	0,239	0,225	0,215	0,205	0,188	0,175	0,162	0,150
5,5	0,302	0,280	0,256	0,240	0,224	0,212	0,200	0,192	0,184	0,170	0,158	0,148	0,138
6,0	0,258	0,244	0,223	0,210	0,198	0,190	0,178	0,172	0,166	0,153	0,145	0,137	0,128
6,5	0,223	0,213	0,196	0,185	0,176	0,170	0,160	0,155	0,149	0,140	0,132	0,125	0,117
7,0	0,194	0,186	0,173	0,163	0,157	0,152	0,145	0,141	0,136	0,127	0,121	0,115	0,108

Sąlyginis liaunio $\bar{\lambda}$	φ_e koeficientai, kai santykinis lyginamasis ekscentricitetas $e_{rel,eff}$												
	0,1	0,25	0,50	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
8,0	0,152	0,146	0,138	0,133	0,128	0,121	0,117	0,115	0,113	0,106	0,100	0,095	0,091
9,0	0,122	0,117	0,112	0,107	0,103	0,100	0,098	0,096	0,093	0,088	0,085	0,082	0,079
10,0	0,100	0,097	0,093	0,091	0,090	0,085	0,081	0,080	0,079	0,075	0,072	0,070	0,069
11,0	0,083	0,079	0,077	0,076	0,075	0,073	0,071	0,069	0,068	0,063	0,062	0,061	0,060
12,0	0,069	0,067	0,064	0,063	0,062	0,060	0,059	0,059	0,058	0,055	0,054	0,053	0,052
13,0	0,062	0,061	0,054	0,053	0,052	0,051	0,051	0,050	0,049	0,049	0,048	0,048	0,047
14,0	0,052	0,049	0,049	0,048	0,048	0,047	0,047	0,046	0,045	0,044	0,043	0,043	0,042

Sąly- ginis liaunio $\bar{\lambda}$	φ_e koeficientai, kai santykinis lyginamasis ekscentricitetas $e_{rel,eff}$												
	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	10,0	12,0	14,0	17,0	20,0
0,5	0,307	0,280	0,260	0,237	0,222	0,210	0,183	0,164	0,150	0,125	0,106	0,090	0,077
1,0	0,283	0,259	0,240	0,225	0,209	0,196	0,175	0,157	0,142	0,121	0,103	0,086	0,074
1,5	0,262	0,240	0,223	0,207	0,195	0,182	0,163	0,148	0,134	0,114	0,099	0,082	0,070
2,0	0,240	0,222	0,206	0,193	0,182	0,170	0,153	0,138	0,125	0,107	0,094	0,079	0,067
2,5	0,220	0,204	0,190	0,178	0,168	0,158	0,144	0,130	0,118	0,101	0,090	0,076	0,065
3,0	0,202	0,187	0,175	0,166	0,156	0,147	0,135	0,123	0,112	0,097	0,086	0,073	0,063
3,5	0,183	0,172	0,162	0,153	0,145	0,137	0,125	0,115	0,106	0,092	0,082	0,069	0,060
4,0	0,168	0,158	0,149	0,140	0,135	0,127	0,118	0,108	0,098	0,088	0,078	0,066	0,057
4,5	0,155	0,146	0,137	0,130	0,125	0,118	0,110	0,101	0,093	0,083	0,075	0,064	0,055
5,0	0,143	0,135	0,126	0,120	0,117	0,111	0,103	0,095	0,088	0,079	0,072	0,062	0,053
5,5	0,132	0,124	0,117	0,112	0,108	0,104	0,095	0,089	0,084	0,075	0,069	0,060	0,051
6,0	0,120	0,115	0,109	0,104	0,100	0,096	0,089	0,084	0,079	0,072	0,066	0,057	0,049
6,5	0,112	0,106	0,101	0,097	0,094	0,089	0,083	0,080	0,074	0,068	0,062	0,054	0,047
7,0	0,102	0,098	0,094	0,091	0,087	0,083	0,078	0,074	0,070	0,064	0,059	0,052	0,045
8,0	0,087	0,083	0,081	0,078	0,076	0,074	0,068	0,065	0,062	0,057	0,053	0,047	0,041
9,0	0,075	0,072	0,069	0,066	0,065	0,064	0,061	0,058	0,055	0,051	0,048	0,043	0,038
10,0	0,065	0,062	0,060	0,059	0,058	0,057	0,055	0,052	0,049	0,046	0,043	0,039	0,035
11,0	0,057	0,055	0,063	0,052	0,051	0,050	0,048	0,046	0,044	0,040	0,038	0,035	0,032
12,0	0,051	0,050	0,049	0,048	0,047	0,046	0,044	0,042	0,040	0,037	0,035	0,032	0,029
13,0	0,045	0,044	0,043	0,042	0,041	0,041	0,039	0,038	0,037	0,035	0,033	0,030	0,027
14,0	0,041	0,040	0,040	0,039	0,039	0,038	0,037	0,036	0,036	0,034	0,032	0,029	0,026

Pastaba. Koeficientų φ_e reikšmės imamos ne didesnės kaip φ reikšmės.

3 lentelė

Ekscentriškai gniuždomų ir gniuždomųjų-lenkiamųjų spragotojo skerspjuvio elementų pastovumo tikrinimo momento veikimo plokštumoje, sutampančioje su simetrijos plokštuma, klupumo koeficientai

Sąlyginis lyginamasis liaunio $\bar{\lambda}_L$	φ_e koeficientai, kai santykinis ekscentricitetas e_{rel}												
	0,1	0,25	0,50	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0,5	0,908	0,800	0,666	0,571	0,500	0,444	0,400	0,364	0,333	0,286	0,250	0,222	0,200
1,0	0,872	0,762	0,640	0,553	0,483	0,431	0,387	0,351	0,328	0,280	0,243	0,218	0,197
1,5	0,830	0,727	0,600	0,517	0,454	0,407	0,367	0,336	0,311	0,271	0,240	0,211	0,190
2,0	0,774	0,673	0,556	0,479	0,423	0,381	0,346	0,318	0,293	0,255	0,228	0,202	0,183
2,5	0,708	0,608	0,507	0,439	0,391	0,354	0,322	0,297	0,274	0,238	0,215	0,192	0,175
3,0	0,637	0,545	0,455	0,399	0,356	0,324	0,296	0,275	0,255	0,222	0,201	0,182	0,165
3,5	0,562	0,480	0,402	0,355	0,320	0,294	0,270	0,251	0,235	0,206	0,187	0,170	0,155
4,0	0,484	0,422	0,357	0,317	0,288	0,264	0,246	0,228	0,215	0,191	0,173	0,160	0,145

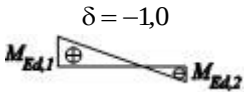
Sąlyginis lyginamasis liaunis $\bar{\lambda}_L$	φ_e koeficientai, kai santykinis ekscentricitetas e_{rel}												
	0,1	0,25	0,50	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
4,5	0,415	0,365	0,315	0,281	0,258	0,237	0,223	0,207	0,196	0,176	0,160	0,149	0,136
5,0	0,350	0,315	0,277	0,250	0,230	0,212	0,201	0,186	0,178	0,161	0,149	0,138	0,127
5,5	0,300	0,273	0,245	0,223	0,203	0,192	0,182	0,172	0,163	0,147	0,137	0,128	0,118
6,0	0,255	0,237	0,216	0,198	0,183	0,174	0,165	0,156	0,149	0,135	0,126	0,119	0,109
6,5	0,221	0,208	0,190	0,178	0,165	0,157	0,149	0,142	0,137	0,124	0,117	0,109	0,102
7,0	0,192	0,184	0,168	0,160	0,150	0,141	0,135	0,130	0,125	0,114	0,108	0,101	0,095
8,0	0,148	0,142	0,136	0,130	0,123	0,118	0,113	0,108	0,105	0,097	0,091	0,085	0,082
9,0	0,117	0,114	0,110	0,107	0,102	0,098	0,094	0,090	0,087	0,082	0,079	0,075	0,072
10,0	0,097	0,094	0,091	0,090	0,087	0,084	0,080	0,076	0,073	0,070	0,067	0,064	0,062
11,0	0,082	0,078	0,077	0,076	0,073	0,071	0,068	0,066	0,064	0,060	0,058	0,056	0,054
12,0	0,068	0,066	0,064	0,063	0,061	0,060	0,058	0,057	0,056	0,054	0,053	0,050	0,049
13,0	0,060	0,059	0,054	0,053	0,052	0,051	0,050	0,049	0,049	0,048	0,047	0,046	0,045
14,0	0,050	0,049	0,048	0,047	0,046	0,046	0,045	0,044	0,043	0,043	0,042	0,042	0,041

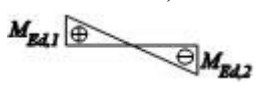
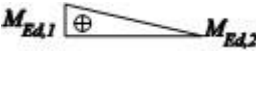
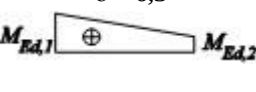
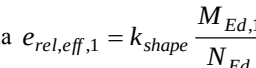
Sąlyginis lyginamasis liaunis $\bar{\lambda}_L$	φ_e koeficientai, kai santykinis ekscentricitetas e_{rel}												
	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	10,0	12,0	14,0	17,0	20,0
0,5	0,182	0,167	0,154	0,143	0,133	0,125	0,111	0,100	0,091	0,077	0,067	0,056	0,048
1,0	0,180	0,165	0,151	0,142	0,131	0,121	0,109	0,098	0,090	0,077	0,066	0,055	0,046
1,5	0,178	0,163	0,149	0,137	0,128	0,119	0,108	0,096	0,088	0,077	0,065	0,053	0,045
2,0	0,170	0,156	0,143	0,132	0,125	0,117	0,106	0,095	0,086	0,076	0,064	0,052	0,045
2,5	0,162	0,148	0,136	0,127	0,120	0,113	0,103	0,093	0,083	0,074	0,062	0,051	0,044
3,0	0,153	0,138	0,130	0,121	0,116	0,110	0,100	0,091	0,081	0,071	0,061	0,051	0,043
3,5	0,143	0,130	0,123	0,115	0,110	0,106	0,096	0,088	0,078	0,069	0,059	0,050	0,042
4,0	0,133	0,124	0,118	0,110	0,105	0,100	0,093	0,084	0,076	0,067	0,057	0,049	0,041
4,5	0,124	0,116	0,110	0,105	0,100	0,096	0,089	0,079	0,073	0,065	0,055	0,048	0,040
5,0	0,117	0,108	0,104	0,100	0,095	0,092	0,086	0,076	0,071	0,062	0,054	0,047	0,039
5,5	0,110	0,102	0,098	0,095	0,091	0,087	0,081	0,074	0,068	0,059	0,052	0,046	0,039
6,0	0,103	0,097	0,093	0,090	0,085	0,083	0,077	0,070	0,065	0,056	0,051	0,045	0,038
6,5	0,097	0,092	0,088	0,085	0,080	0,077	0,072	0,066	0,061	0,054	0,050	0,044	0,037
7,0	0,091	0,087	0,083	0,079	0,076	0,074	0,068	0,063	0,058	0,051	0,047	0,043	0,036
8,0	0,079	0,077	0,073	0,070	0,067	0,065	0,060	0,055	0,052	0,048	0,044	0,041	0,035
9,0	0,069	0,067	0,064	0,062	0,059	0,056	0,053	0,050	0,048	0,045	0,042	0,039	0,035
10,0	0,060	0,058	0,056	0,054	0,052	0,050	0,047	0,045	0,043	0,041	0,038	0,036	0,033
11,0	0,053	0,052	0,050	0,048	0,046	0,044	0,043	0,042	0,041	0,038	0,035	0,032	0,030
12,0	0,048	0,047	0,045	0,043	0,042	0,040	0,039	0,038	0,037	0,034	0,032	0,030	0,028
13,0	0,044	0,044	0,042	0,041	0,040	0,038	0,037	0,036	0,035	0,032	0,030	0,028	0,026
14,0	0,041	0,040	0,039	0,039	0,038	0,037	0,036	0,035	0,034	0,031	0,029	0,027	0,025

Pastaba. Koeficientų φ_e reikšmės imamos ne didesnės kaip φ reikšmės.

4 lentelė

Strypų su lanksčiai įtvirtintais galais santykinis lyginamasis ekscentricitetas

$\delta = \frac{M_{Ed,2}}{M_{Ed,1}}$	$\bar{\lambda}$	Santykinis lyginamasis ekscentricitetas $e_{rel,eff}$, kai $e_{rel,eff,1}$ lygus											
		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	

$\delta = \frac{M_{Ed,2}}{M_{Ed,1}}$ 	$\bar{\lambda}$	Santyklinis lyginamasis ekscentricitetas $e_{rel,eff}$, kai $e_{rel,eff,1}$ lygus											
		0,1	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	7,0	10,0	20,0	
	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	10,80	
	1	0,10	0,32	0,70	1,12	1,60	2,62	3,55	4,55	6,50	9,40	19,40	
	2	0,10	0,28	0,60	0,90	1,28	1,96	2,75	3,72	5,65	8,40	18,50	
	3	0,10	0,27	0,55	0,84	1,15	1,75	2,43	3,17	4,80	7,40	17,20	
	4	0,10	0,26	0,52	0,78	1,10	1,60	2,20	2,83	4,00	6,30	15,40	
	5	0,10	0,25	0,52	0,78	1,10	1,55	2,10	2,78	3,85	5,90	14,50	
	6	0,10	0,28	0,52	0,78	1,10	1,55	2,00	2,70	3,80	5,60	13,80	
	7	0,10	0,32	0,52	0,78	1,10	1,55	1,90	2,60	3,75	5,50	13,00	
	1	0,10	0,40	0,80	1,23	1,68	2,62	3,55	4,55	6,50	9,40	19,40	
	2	0,10	0,40	0,78	1,20	1,60	2,30	3,15	4,10	5,85	8,60	18,50	
	3	0,10	0,40	0,77	1,17	1,55	2,30	3,10	3,90	5,55	8,13	18,00	
	4	0,10	0,40	0,75	1,13	1,55	2,30	3,05	3,80	5,30	7,60	17,50	
	5	0,10	0,40	0,75	1,10	1,55	2,30	3,00	3,80	5,30	7,60	17,00	
	6	0,10	0,40	0,75	1,10	1,50	2,30	3,00	3,80	5,30	7,60	16,50	
	7	0,10	0,40	0,75	1,10	1,40	2,30	3,00	3,80	5,30	7,60	16,00	
čia $e_{rel,eff,1} = k_{shape} \frac{M_{Ed,1}}{N_{Ed}} \frac{A}{W_c}$													

Dvitėjų ir tėjinių skerspjūvių c_{max} koeficientas

1. Dvitėjų skerspjūvių su viena simetrijos ašimi (žr. šio priedo 1 pav.) c_{max} koeficientas skaičiuojamas pagal formulę

$$c_{max} = \frac{2}{1 + \delta B + \sqrt{(1 - \delta B)^2 + \frac{16}{\mu} \left(\alpha_y - \frac{e_y}{h_f} \right)^2}}, \quad (1)$$

čia

$$\alpha_y = \frac{h_1 I_1 - h_2 I_2}{h_f I_z};$$

$$e_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} - \text{gniuždomosios jėgos ekscentricitetas } y \text{ ašies atžvilgiu, kuris imamas su savo ženklu (šio priedo 1 pav. } e_y \text{ parodytas su „+“ ženklu);}$$

h_f - atstumas tarp juostų ašių;

$$\mu = \frac{8 I_1 I_2}{I_z^2} + 0,156 \frac{I_{tor}}{A h_f^2} \lambda_z^2;$$

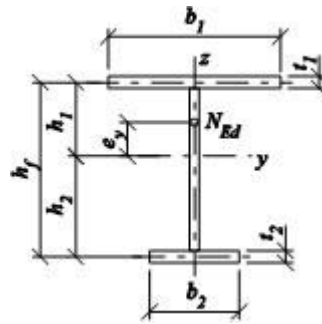
$$B = 1 + \frac{2\beta}{\rho} \frac{e_y}{h_f};$$

$$\delta = \frac{4\rho}{\mu};$$

čia I_1 ir I_2 – didžiosios ir mažosios juostų inercijos momentai z ašies atžvilgiu;

$$\rho = \frac{I_y + I_z}{A h_f^2} + \alpha_y^2;$$

I_{tor} ir β - dydžiai, nustatomi pagal formules, pateiktas 2 priedo 3 ir 4 lentelėse.



1 pav. Ekscentriškai gniuždomo dvitėjo skerspjūvio su viena simetrijos ašimi schema

2. Tėjinių skerspjūvių c_{max} koeficiento reikšmė nustatoma kaip dvitėjų skerspjūvių, imant $I_2 = 0$ bei skaičiuojant I_{tor} , kad $b_2 = 0$ ir $t_2 = 0$ (žr. šio priedo 1 pav.).

SIJŲ KLUPUMO KOEFICIENTAI

1. Dvitėjo skerspjūvio sijų su dviem simetrijos ašimis koeficientui φ_b nustatyti būtina apskaičiuoti koeficientą φ_{b1} pagal formulę

$$\varphi_{b,1} = \psi \frac{I_z}{I_y} \left(\frac{h}{l_{eff}} \right)^2 \frac{E}{f_{y,d}}, \quad (1)$$

čia ψ reikšmė imama pagal šio priedo 1 ir 2 lenteles, atsižvelgiant į apkrovos pobūdį ir α parametą, kuris skaičiuojamas pagal formules:

a) valcuotųjų dvitėjų

$$\alpha = 1,54 \frac{I_{tor}}{I_z} \left(\frac{l_{eff}}{h} \right)^3, \quad (2)$$

čia: l_{eff} – sijos arba gembės skaičiuojamasis ilgis, nustatomas pagal 70 p. reikalavimus;

h – visas skerspjūvio aukštis;

I_{tor} – skerspjūvio sukamasis inercijos momentas;

b) suvirintinių dvitėjų, sudarytų iš trijų lakštų, taip pat dvitėjų sijų, kai juostos su siennele sujungtos įtempiamaisiais varžtais:

$$\alpha = 8 \left(\frac{l_{eff} t_1}{h_f b_f} \right)^2 \left(1 + \frac{a \cdot t^3}{b_f t_1^3} \right), \quad (3)$$

čia:

suvirintinių dvitėjų:

t – sienelės storis;

b_f ir t_1 – juostos plotis ir storis;

h_f – atstumas tarp juostų ašių;

a – dydis, lygus $0,5h_f$;

dvitėjų sijų, kai juostos su siennele sujungtos įtempiamaisiais varžtais:

t – sienelės ir jungiamųjų kampuočių vertikaliosios lentynos storių suma;

b_f – juostos plotis;

t_1 – juostos ir jungiamojo kampuočio horizontaliosios lentynos storių suma;

h_f – atstumas tarp juostų lakštų paketų ašių;

a – jungiamojo kampuočio vertikaliosios lentynos plotis atmetus horizontaliosios lentynos storį.

Koeficiento φ_b reikšmė (7.48) formulėje imama:

$\varphi_b = \varphi_{b,1}$, kai $\varphi_{b,1} \leq 0,85$;

$\varphi_b = 0,68 + 0,21\varphi_{b,1}$, bet ne daugiau kaip 1,00, kai $\varphi_{b,1} > 0,85$.

Dvitėjų sijų su dviem simetrijos ašimis koeficientas ψ

Gniuždomosios juostos sutvirtinimų tarpatramyje skaičius	Apkrovos pobūdis tarpatramyje	Apkrautoji juosta	Formulės ψ rasti	
			$0,1 \leq \alpha \leq 40$	$40 < \alpha \leq 400$
Be sutvirtinimų	Sutelktoji	Viršutinė Apatinė	$\psi = 1,75 + 0,09\alpha$ $\psi = 5,05 + 0,09\alpha$	$\psi = 3,3 + 0,053\alpha - 4,5 \cdot 10^{-5} \alpha^2$ $\psi = 6,6 + 0,053\alpha - 4,5 \cdot 10^{-5} \alpha^2$
	Tolygiai išskirstyta	Viršutinė Apatinė	$\psi = 1,6 + 0,08\alpha$ $\psi = 3,8 + 0,08\alpha$	$\psi = 3,15 + 0,04\alpha - 2,7 \cdot 10^{-5} \alpha^2$ $\psi = 5,35 + 0,04\alpha - 2,7 \cdot 10^{-5} \alpha^2$
Du ir daugiau, dalijančių tarpatramį į lygias dalis	Bet kuri	Bet kuri	$\psi = 2,25 + 0,07\alpha$	$\psi = 3,6 + 0,04\alpha - 3,5 \cdot 10^{-5} \alpha^2$
Vienas viduryje	Sutelktoji viduryje	Bet kuri	$\psi = 1,75\psi_1$	$\psi = 1,75\psi_1$
	Sutelktoji ketvirtyje	Viršutinė Apatinė	$\psi = 1,14\psi_1$ $\psi = 1,6\psi_1$	$\psi = 1,14\psi_1$ $\psi = 1,6\psi_1$
	Tolygiai išskirstyta	Viršutinė Apatinė	$\psi = 1,14\psi_1$ $\psi = 1,3\psi_1$	$\psi = 1,14\psi_1$ $\psi = 1,3\psi_1$
Pastaba. ψ_1 reikšmė imama lygi ψ reikšmei, kai gniuždomoji juosta tarpatramyje sutvirtinta dviem ir daugiau sutvirtinimų.				

Gembinių sijų dvitėjo skerspjūvio su dviem simetrijos ašimis koeficientas ψ

Apkrovos pobūdis	Apmušioji juosta	ψ rasti, kai nėra gniuždomosios juostos sutvirtinimų	
		$4 \leq \alpha \leq 28$	$28 < \alpha \leq 100$
Sutelktoji gembės gale	Viršutinė	$\psi = 1,0 + 0,16\alpha$	$\psi = 4,0 + 0,05\alpha$
	Apatinė	$\psi = 6,2 + 0,08\alpha$	$\psi = 7,0 + 0,05\alpha$
Tolygiai išskirstyta	Viršutinė	$\psi = 1,42\sqrt{\alpha}$	
Pastaba. Kai gniuždomoji juosta sutvirtinta horizontaliojoje plokštumoje gembės gale ar jos ilgiu, koeficientas ψ nustatomas kaip gembei be sutvirtinimų, išskyrus sutelktosios jėgos, pridėtos gembės viršutinės juostos gale, atvejį, kai $\psi = 1,75\psi_1$ (ψ_1 reikšmė imama vadovaujantis šio priedo 1 lentelės pastaba).			

2. Dvitėjo skerspjūvio sijų su viena simetrijos ašimi (žr. 1 priedo 1 pav.) koeficientui φ_b nustatyti reikia apskaičiuoti koeficientus $\varphi_{b,1}$ ir $\varphi_{b,2}$ pagal formules:

$$\varphi_{b,1} = \psi \frac{I_z}{I_y} \frac{2h_f h_1}{l_{eff}^2} \frac{E}{f_{y,d}}, \quad (4)$$

$$\varphi_{b,2} = \psi \frac{I_z}{I_y} \frac{2h_f h_2}{l_{eff}^2} \frac{E}{f_{y,d}}, \quad (5)$$

čia: h_1 – atstumas nuo skerspjūvio sunkio centro iki didesnės juostos ašies;

h_2 – atstumas nuo skerspjūvio sunkio centro iki mažesnės juostos ašies;

l_{eff} – turi tą pačią reikšmę, kaip ir šio priedo (2) formulėje;

ψ – koeficientas, skaičiuojamas pagal formulę

$$\psi = D(B + \sqrt{B^2 + C}). \quad (6)$$

Koeficientai B , C ir D (6) formulėje nustatomi pagal šio priedo 3 ir 4 lenteles.

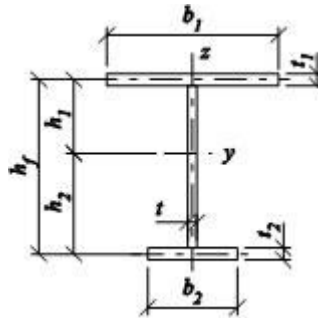
Dvitėjų skerspjūvių, kai $0,9 < n < 1,0$, koeficientas ψ nustatomas tiesine interpoliacija tarp reikšmių, gautų pagal šio priedo (6) formulę, kai $n = 0,9$ dvitėjų skerspjūvių ir $n = 1,0$ tėjinių skerspjūvių.

Tėjinio skerspjūvio sijai veikiamai sutelktosios arba tolygiai išskirstytos apkrovos ir kai $\alpha < 40$ koeficientą ψ reikia dauginti iš $(0,8 + 0,004\alpha)$.

Kai $n > 0,7$ ir $5 \leq l_{eff}/b_2 \leq 25$, koeficiento $\phi_{b,2}$ reikšmę reikia mažinti dauginant ją iš $(1,025 - 0,015l_{eff}/b_2)$ ir šiuo atveju imti ne daugiau kaip 0,95.

Sijoms su mažesne gniuždomąja juosta reikšmė $l_{eff}/b_2 > 25$ neleidžiama.

Koeficiento ϕ_b reikšmę (7.48) formulėje būtina imti pagal šio priedo 5 lentelę, bet ne daugiau kaip 1,0.



1 pav. Lenkiamojo elemento dvitėjo skerspjūvio su viena simetrijos ašimi schema

3 lentelė

C ir D koeficientai

Apkrovos pobūdis	Koeficientas D	Koeficientas C , kai skerspjūvis	
		Dvitėjis $n \leq 0,9$	Tėjinis $n = 1$
Sutelktoji tarpatramio viduryje	3,265	$0,330\mu$	$0,0826\mu$
Tolygiai išskirstyta	2,247	$0,481\mu$	$0,1202\mu$
Grynasis lenkimas	4,315	$0,101\mu$	$0,0253\mu$

Žymenys:

$$n = \frac{I_{z,1}}{I_{z,1} + I_{z,2}}, \quad \mu = n(1-n)(9,87 + \alpha_1), \quad \text{čia} \quad \alpha_1 = 0,385 \frac{I_{tor}(I_{z,1} + I_{z,2})}{I_{z,1}I_{z,2}} \left(\frac{l_{eff}}{h_f} \right)^2;$$

čia: $I_{z,1}$ ir $I_{z,2}$ - atitinkamai didesnės ir mažesnės juostos inercijos momentai skerspjūvio simetrijos ašies atžvilgiu;

α - nustatomas pagal šio priedo (2) formulę, kurioje skerspjūvio sukamasis inercijos momentas

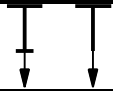
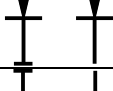
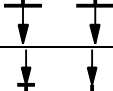
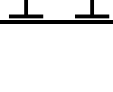
$$I_{tor} = \frac{\delta}{3} \sum b_i t_i^3;$$

čia: b_i ir t_i - skerspjūvių sudarančių lakštų plotis ir storis;

$\delta = 1,25$ - dvitėjo skerspjūvio su viena simetrijos ašimi;

$\delta = 1,20$ - tėjinio skerspjūvio.

B koeficientas

Skerspjūvio schema ir apkrovos pridėties vieta	Koeficientas B, kai apkrova		
	sutelktoji tarpatramio viduryje	tolygiai išskirstyta	sukelianti grynąjį lenkimą
	δ	μ	β
	$\delta - 1$	$\mu - 1$	β
	$1 - \delta$	$1 - \mu$	$-\beta$
	$-\delta$	$-\mu$	$-\beta$

Žymenys:

$$\delta = n + 0,734\beta; \quad \mu = n + 1,145\beta; \quad \beta = \left\{ 0,47 - 0,035 \left(\frac{b_1}{h_f} \right) \left[1 + \frac{b_1}{h_f} - 0,072 \left(\frac{b_1}{h_f} \right)^2 \right] \right\} (2n - 1)$$

čia: b_1 sijos didesniosios juostos plotis;

-

 n - tas pats žymuo, kaip ir šio priedo 3 lentelėje. **φ_b koeficientai**

$\varphi_{b,2}$ reikšmė	Koeficientas φ_b , kai gniuždomoji juosta yra:	
	didesnioji	mažesnioji
$\varphi_{b,2} \leq 0,85$	$\varphi_b = \varphi_{b,1}$	$\varphi_b = \varphi_{b,2}$
$\varphi_{b,2} > 0,85$	$\varphi_b = \varphi_{b,1} \left[0,21 + 0,68 \left(\frac{n}{\varphi_{b,1}} + \frac{1-n}{\varphi_{b,2}} \right) \right]$	$\varphi_b = 0,68 + 0,21\varphi_{b,2}$

3. Lovinio skerspjūvio sijų koeficientas φ_b nustatomas kaip simetrinio dvitėjo skerspjūvio sijų; šiuo atveju α reikšmė skaičiuojama pagal šio priedo (2) formulę, o apskaičiuotos $\varphi_{b,1}$ reikšmės dauginamos iš 0,7. Formulėse šio priedo (1) ir (2) I_y , I_z ir I_{tor} reikšmės imamos loviniam skerspjūviui.

KOLONŲ SKAIČIUOJAMOJO ILGIO KOEFICIENTAI

Vienpakopės kolonos

1. Vienpakopės kolonos apatinės dalies skaičiuojamojo ilgio koeficientai imami atsižvelgiant į santykį $n = \frac{I_2 l_1}{I_1 l_2}$ ir dydį $\alpha_1 = \frac{l_2}{l_1} \sqrt{\frac{I_1}{I_2 \beta}}$ (čia I_1, I_2, l_1, l_2 – kolonos apatinės ir viršutinės dalių skerspjūvio inercijos momentai ir ilgiai (žr. 1 pav.) ir $\beta = \frac{F_{d,1} + F_{d,2}}{F_{d,2}}$):

- a) kai viršutinis galas yra laisvas nuo bet kokių įtvirtinimų – pagal 1 lentelę;
- b) kai viršutinis galas įtvirtintas nuo pasisukimo ir gali laisvai persislinkti – pagal 2 lentelę.

2. Kai viršutinis galas yra lanksčiai atremtas arba įtvirtintas nuo pasisukimo, kolonos apatinės dalies koeficiento μ_1 reikšmė apskaičiuojama pagal formulę

$$\mu_1 = \sqrt{\frac{\mu_{12}^2 + \mu_{11}^2 (\beta - 1)}{\beta}}, \quad (1)$$

čia: μ_{12} – apatinės dalies skaičiuojamojo ilgio koeficientas, kai $F_{d,1} = 0$;

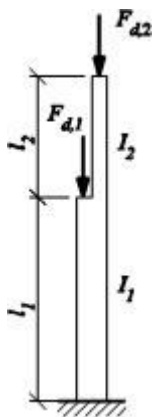
μ_{11} – apatinės dalies skaičiuojamojo ilgio koeficientas, kai $F_{d,2} = 0$.

Koeficientų μ_{12} ir μ_{11} reikšmės imamos:

- a) kai viršutinis galas yra lanksčiai atremtas – pagal 3 lentelę;
- b) kai viršutinis galas nepaslankus ir įtvirtintas nuo pasisukimo – pagal 4 lentelę.

3. Viršutinės kolonos dalies skaičiuojamojo ilgio koeficientų μ_2 reikšmės apskaičiuojamos visais atvejais pagal formulę

$$\mu_2 = \frac{\mu_1}{\alpha_1} \leq 3. \quad (2)$$

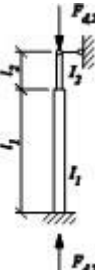
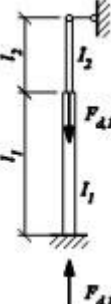


1 pav. Vienpakopės kolonos schema

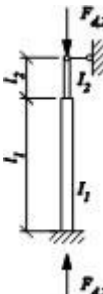
1 lentelė

Kolonos su laisvu viršuje galu apatinės dalies skaičiuojamojo ilgio koeficientas

Kolonos, lanksčiai atremtos viršuje, skaičiuojamojo ilgio koeficientai

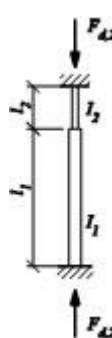
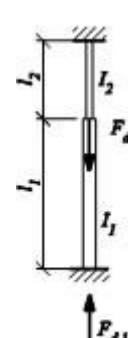
Skaičiuojamoji schema	$\frac{I_2}{I_1}$	Koeficientai μ_{12} ir μ_{11} , kai $\frac{l_2}{l_1}$							
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
	Koeficientai μ_{12}								
	0,04	1,02	1,84	2,25	2,59	2,85	3,08	3,24	3,42
	0,06	0,91	1,47	1,93	2,26	2,57	2,74	2,90	3,05
	0,08	0,86	1,31	1,73	2,05	2,31	2,49	2,68	2,85
	0,1	0,83	1,21	1,57	1,95	2,14	2,33	2,46	2,60
	0,2	0,79	0,98	1,23	1,46	1,67	1,85	2,02	2,15
	0,3	0,78	0,90	1,09	1,27	1,44	1,60	1,74	1,86
	0,4	0,78	0,88	1,02	1,17	1,32	1,45	1,58	1,69
	0,5	0,78	0,86	0,99	1,10	1,22	1,35	1,47	1,57
	1,0	0,78	0,85	0,92	0,99	1,06	1,13	1,20	1,27
	Koeficientai μ_{11}								
	0,04	0,67	0,67	0,83	1,25	1,43	1,55	1,65	1,70
	0,06	0,67	0,67	0,81	1,07	1,27	1,41	1,51	1,60
	0,08	0,67	0,67	0,75	0,98	1,19	1,32	1,43	1,51
	0,1	0,67	0,67	0,73	0,93	1,11	1,25	1,36	1,45
	0,2	0,67	0,67	0,69	0,75	0,89	1,02	1,12	1,21
	0,3	0,67	0,67	0,67	0,71	0,80	0,90	0,99	1,08
	0,4	0,67	0,67	0,67	0,69	0,75	0,84	0,92	1,00
	0,5	0,67	0,67	0,67	0,69	0,73	0,81	0,87	0,94
	1,0	0,67	0,67	0,67	0,68	0,71	0,74	0,78	0,82

3 lentelės tęsinys

Skaičiuojamoji schema	$\frac{I_2}{I_1}$	Koeficientai μ_{12} ir μ_{11} , kai $\frac{l_2}{l_1}$							
		0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
	Koeficientai μ_{12}								
	0,04	3,42	3,70	4,00	4,55	5,25	5,80	6,55	7,20
	0,06	3,05	3,24	3,45	3,88	4,43	4,90	5,43	5,94
	0,08	2,85	3,00	3,14	3,53	3,93	4,37	4,85	5,28
	0,1	2,60	2,76	2,91	3,28	3,61	4,03	4,43	4,85
	0,2	2,15	2,28	2,40	2,67	2,88	3,11	3,42	3,71
	0,3	1,86	1,98	2,11	2,35	2,51	2,76	2,99	3,25
	0,4	1,69	1,81	1,92	2,14	2,31	2,51	2,68	2,88
	0,5	1,57	1,67	1,76	1,96	2,15	2,34	2,50	2,76
	1,0	1,27	1,34	1,41	1,54	1,68	1,82	1,97	2,1
	Koeficientai μ_{11}								
	0,04	1,70	1,75	1,78	1,84	1,87	1,88	1,90	1,92
	0,06	1,60	1,64	1,70	1,78	1,82	1,84	1,87	1,88
	0,08	1,51	1,58	1,63	1,72	1,77	1,81	1,82	1,84
	0,1	1,45	1,52	1,57	1,66	1,72	1,77	1,80	1,82
	0,2	1,21	1,29	1,36	1,46	1,54	1,60	1,65	1,69
	0,3	1,08	1,15	1,22	1,33	1,41	1,48	1,54	1,59
	0,4	1,00	1,07	1,13	1,24	1,33	1,40	1,47	1,51
	0,5	0,94	1,01	1,07	1,17	1,26	1,33	1,39	1,44
	1,0	0,82	0,87	0,91	0,99	1,07	1,13	1,19	1,24

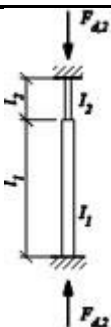
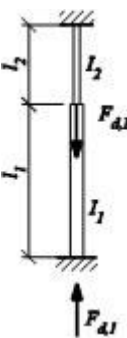
4 lentelė

Kolonos, nepaslankiai atremtos viršuje, skaičiuojamojo ilgio koeficientai

Skaičiuotinė schema	$\frac{I_2}{I_1}$	Koeficientai μ_{12} ir μ_{11} , kai $\frac{l_2}{l_1}$							
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
	Koeficientai μ_{12}								
	0,04	0,78	1,02	1,53	1,73	2,01	2,21	2,38	2,54
	0,06	0,70	0,86	1,23	1,47	1,73	1,93	2,08	2,23
	0,08	0,68	0,79	1,05	1,31	1,54	1,74	1,91	2,05
	0,1	0,67	0,76	1,00	1,20	1,42	1,61	1,78	1,92
	0,2	0,64	0,70	0,79	0,93	1,07	1,23	1,41	1,50
	0,3	0,62	0,68	0,74	0,85	0,95	1,06	1,18	1,28
	0,4	0,60	0,66	0,71	0,78	0,87	0,99	1,07	1,16
	0,5	0,59	0,65	0,70	0,77	0,82	0,93	1,00	1,08
	1,0	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90
	Koeficientai μ_{11}								
	0,04	0,66	0,68	0,75	0,94	1,08	1,24	1,37	1,47
	0,06	0,65	0,67	0,68	0,76	0,94	1,10	1,25	1,35
	0,08	0,64	0,66	0,67	0,68	0,84	1,00	1,12	0,25
	0,1	0,64	0,65	0,65	0,65	0,78	0,92	1,05	1,15
	0,2	0,62	0,64	0,65	0,65	0,66	0,73	0,83	0,92
	0,3	0,60	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67	0,73	0,81
	0,4	0,58	0,63	0,63	0,64	0,64	0,66	0,68	0,75

	0,5	0,57	0,61	0,63	0,64	0,64	0,65	0,68	0,72
	1,0	0,55	0,58	0,60	0,61	0,62	0,63	0,65	0,67

4 lentelės tęsinys

Skaičiuojamoji schema	$\frac{I_2}{I_1}$	Koeficientai μ_{12} ir μ_{11} , kai $\frac{l_2}{l_1}$							
		0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
	Koeficientai μ_{12}								
	0,04	2,54	2,65	2,85	3,24	3,70	4,20	4,76	5,23
	0,06	2,23	2,38	2,49	2,81	3,17	3,50	3,92	4,30
	0,08	2,05	2,20	2,31	2,55	2,80	3,11	3,45	3,73
	0,1	1,92	2,04	2,20	2,40	2,60	2,86	3,18	3,41
	0,2	1,50	1,60	1,72	1,92	2,11	2,28	2,45	2,64
	0,3	1,28	1,39	1,48	1,67	1,82	1,96	2,12	2,20
	0,4	1,16	1,26	1,34	1,50	1,65	1,79	1,94	2,08
	0,5	1,08	1,17	1,23	1,39	1,53	1,66	1,79	1,92
	1,0	0,90	0,95	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50
	Koeficientai μ_{11}								
	0,04	1,47	1,55	1,64	1,72	1,78	1,81	1,85	1,89
	0,06	1,35	1,44	1,50	1,61	1,69	1,74	1,79	1,82
	0,08	0,25	1,34	1,41	1,53	1,62	1,68	1,75	1,79
	0,1	1,15	1,25	1,33	1,45	1,55	1,62	1,68	1,71
	0,2	0,92	1,01	1,09	1,23	1,33	1,41	1,48	1,54
	0,3	0,81	0,89	0,94	1,09	1,20	1,28	1,35	1,41
	0,4	0,75	0,82	0,88	1,01	1,10	1,19	1,26	1,32
	0,5	0,72	0,77	0,83	0,94	1,04	1,12	1,19	1,25
	1,0	0,67	0,70	0,73	0,80	0,88	0,93	1,01	1,05

Dvipakopės kolonos

4. Dvipakopės kolonos apatinės dalies skaičiuojamojo ilgio koeficientai μ_1 (žr. 2 pav.), kai yra viršutinio galo įtvirtinimai, pateikti 5 lentelėje, apskaičiuojami pagal formulę

$$\mu_1 = \sqrt{\frac{\beta_1 \mu_{m1}^2 + (\beta_2 \mu_{m2}^2 + \mu_{m3}^2)(1 + \delta_2)^2 \frac{I_1}{I_{1m}}}{1 + \beta_1 + \beta_2}}, \quad (3)$$

čia: μ_{m1} , μ_{m2} , μ_{m3} – koeficientai, nustatomi iš 5 lentelės, kaip vienpakopei kolonai pagal 3 pav. schemas;

$$\beta_1 = \frac{F_{d,1}}{F_{d,3}}; \beta_2 = \frac{F_{d,2}}{F_{d,3}}; \delta_2 = \frac{l_2}{l_1};$$

$F_{d,1}$, $F_{d,2}$, $F_{d,3}$ – ašinės jėgos, pridėtos atitinkamai pakopose ir kolonos viršuje; I_{1m} – vidutinė l_1 ir l_2 dalių skerspjūvio inercijos momento reikšmė, nustatoma pagal formulę

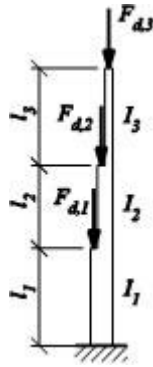
$$I_{1m} = \frac{I_1 l_1 + I_2 l_2}{l_1 + l_2}, \quad (4)$$

I_{2m} – vidutinė l_2 ir l_3 dalių skerspjūvio inercijos momento reikšmė, nustatoma pagal formulę

$$I_{2m} = \frac{I_2 l_2 + I_3 l_3}{l_2 + l_3}, \quad (5)$$

čia: I_1, I_2, I_3 – dalių skerspjūvio inercijos momentai;

l_1, l_2, l_3 – atitinkamai kolonos apatinės, vidurinės ir viršutinės dalių ilgiai.



2 pav. Dvipakopės kolonos schema

5. Vidurinės dalies ilgiu l_2 skaičiuojamojo ilgio koeficientų μ_2 reikšmės nustatomos pagal formulę

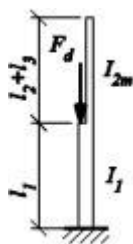
$$\mu_2 = \frac{\mu_1}{\alpha_2}, \quad (6)$$

o viršutinės dalies ilgiu l_3 skaičiuojamojo ilgio koeficiento μ_3 reikšmės – pagal formulę

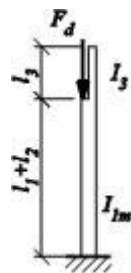
$$\mu_3 = \frac{\mu_1}{\alpha_3} \leq 3, \quad (7)$$

čia $\alpha_2 = \frac{l_2}{l_1} \sqrt{\frac{I_1(F_{d,2} + F_{d,3})}{I_2(F_{d,1} + F_{d,2} + F_{d,3})}}, \quad \alpha_3 = \frac{l_3}{l_1} \sqrt{\frac{I_1 F_{d,3}}{I_2(F_{d,1} + F_{d,2} + F_{d,3})}}.$

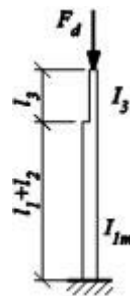
a)



b)



c)



3 pav. Vienpakopių kolonų schemas (prie 5 lentelės)

a – jėga F_d pridėta prie kolonos apatinės dalies; b – tas pats prie vidurinės dalies;
c – tas pats, prie viršutinės dalies

5 lentelė

Skaičiuojamojo ilgio koeficientai μ_{m1} , μ_{m2} , μ_{m3}

Kolonos viršutinio galo įtvirtinimo sąlygos	Koeficientų reikšmės		
	μ_{m1}	μ_{m2}	μ_{m3}
	kai apkrovos		
	pagal 3 a pav.	pagal 3 b pav.	pagal 3 c pav.
Laisvas	$\mu_{m1} = 2,0$	$\mu_{m2} = 2,0$	$\mu_{m3} = \mu_1$ (μ_1 – pagal 1 lentelę, kai $\alpha_1 = \frac{l_3}{l_1 + l_2} \sqrt{\frac{I_{1m}}{I_3}}$)
Įtvirtintas tik nuo pasisukimo	$\mu_{m1} = \mu_1$ (μ_1 – pagal 2 lentelę, kai $\alpha_1 = 0$)	$\mu_{m2} = \mu_1$ (μ_1 – pagal 2 lentelę, kai $\alpha_1 = 0$)	$\mu_{m3} = \mu_1$ (μ_1 – pagal 2 lentelę, kai $\alpha_1 = \frac{l_3}{l_1 + l_2} \sqrt{\frac{I_{1m}}{I_3}}$)
Nejudamas, lanksčiai paremtas	$\mu_{m1} = \mu_{11}$ (μ_{11} – pagal 3 lentelę)	$\mu_{m2} = \mu_{11}$ (μ_{11} – pagal 3 lentelę)	$\mu_{m3} = \mu_{12}$ (μ_{12} – pagal 3 lentelę)
Nejudamai įtvirtintas nuo pasisukimo	$\mu_{m1} = \mu_{11}$ (μ_{11} – pagal 4 lentelę)	$\mu_{m2} = \mu_{11}$ (μ_{11} – pagal 4 lentelę)	$\mu_{m3} = \mu_{12}$ (μ_{12} – pagal 4 lentelę)

6 lentelė

Pastoviojo skerspjūvio kolonų ir statramsčių skaičiuojamojo ilgio koeficientai

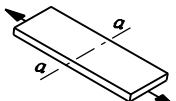
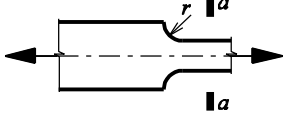
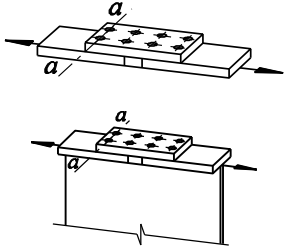
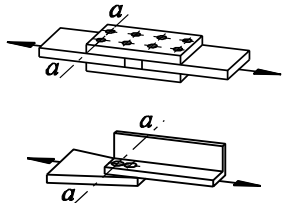
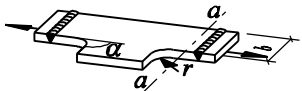
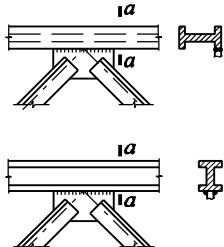
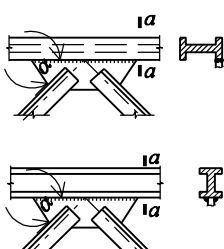
Įtvirtinimo schema ir apkrova							
μ	1,0	0,7	0,5	2,0	1,0	2,0	0,7

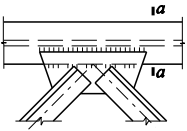
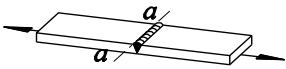
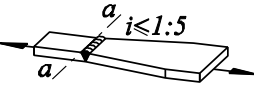
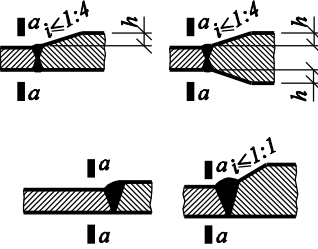
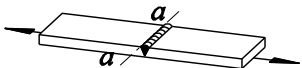
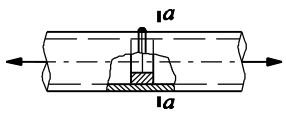
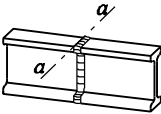
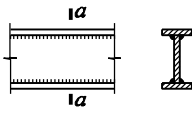
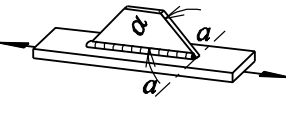
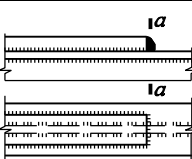
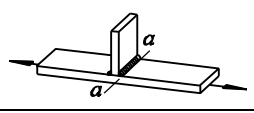
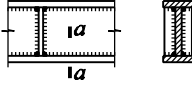
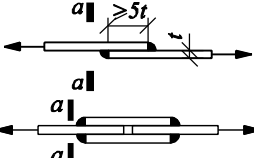
6 lentelės tęsinys

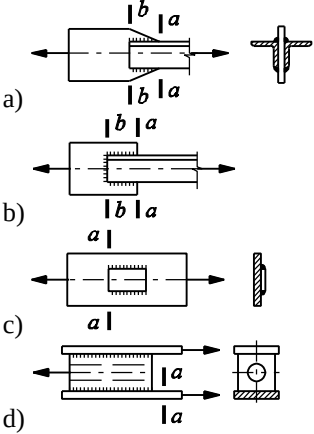
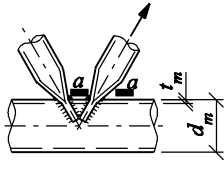
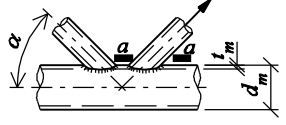
Įtvirtinimo schema ir apkrova						
μ	0,725	0,434	0,366	1,122	0,723	0,577

DUOMENYS ELEMENTŲ PATVARUMUI SKAIČIUOTI, ĮVERTINANT TRAPIOSIOS IRTIES GALIMYBĘ

Elementų ir jungčių, kurių patvarumas skaičiuojamas, grupės

Eil. Nr.	Elemento schema ir skaičiuotinio pjūvio vieta	Elemento charakteristika	Elemento grupė
1		Pagrindinis metalas su valcuotaisiais ar mechaniniu būdu apdorotais kraštais Tas pats, kai kraštai apdoroti mašininio dujinio pjūvikiu	1 2
2		Pagrindinis metalas su mechaniniu būdu apdorotais kraštais, įvairaus pločio, kai glodžiosios pereigos spindulys r yra lygus: 200 mm 10 mm	1 4
3		Pagrindinis metalas jungtyse įtempiamaisiais varžtais	1
4		Pagrindinis metalas pjūviuose ties skylė varžtinėse jungtyse (A klasės varžtai): a) poriniai antdėklai b) vienpusiai antdėklai	4 5
5		Pereiga ir apvalinimas (dujinio pjūvio 1-oji švarumo klasė arba frezavimas), kai $\alpha \geq 72^\circ$, $r \geq \frac{b}{2}$	2
6		Stačiakampės formos profilinės dalys, privirintos sandūrine arba tėjine jungtimi prie konstrukcijos elementų, be mechaninio profilinės dalies pereigos į elementą apdorojimo	7
7		Stačiakampės formos profilinės dalys, privirintos sandūrine arba tėjine jungtimi prie sijos sienelių ir juostų, taip pat prie santvaros elementų, kai $\alpha \leq 45^\circ$	4

8		Stačiakampės arba trapecinės formos profilinės dalys, privirtintos prie sijos juostų užleistine jungtimi, apvirinant užleidimą kontūrą be mechaninio siūlių apdorojimo	7
9		Sudurtinė neapdorota siūlė; apkrova statmena suvirintinei siūlei; suduriami vienodo pločio ir storio elementai	2
10		Sudurtinė neapdorota siūlė; suduriami skirtingo pločio arba storio elementai	5
11		Pagrindinis metalas pereigos į sudurtinę siūlę vietoje su mechaniniu būdu nuimtu siūlės stiprinimu: jungiant vienodo pločio ir storio elementus; tas pats, jungiant skirtingo storio ir pločio elementus	2 3
12		Sudurtinė siūlė, atlikta ant padėklo; apkrova statmena suvirintinei siūlei	4
13		Sudurtinė vamzdžių siūlė, atlikta ant tarpinio žiedo	4
14		Valcuotųjų profiliuotųjų sandūrinė jungtis	4
15		Dvitėjo, tėjo ir kitų tipų suvirintinės jungtys nepertraukiamomis išilginėmis siūlėmis, įrašai veikiant išilgai siūlės ašies	2
16		Elementas su pagalbiniu elementu, pritvirtintu išilginėmis siūlėmis, kai α : iki 45° 90°	4 7
17		Juostos lakšto trūkis be skersinės (priekinės) siūlės mechaninio apdorojimo	7
18		Pagrindinis metalas su skersine siūle; virintinė dvipusė siūlė sklandžiai pereina į pagrindinį metalą	4
19		Pagrindinis sijų tempiamųjų juostų ir santvaros elementų metalas prie diafragmų ir sąstandų, privirtintų kartinėmis siūlėmis	5
20		Pagrindinis metalas pereigos prie skersinės (priekinės) kampinės siūlės vietoje	6

21	 a) b) c) d)	Pagrindinis metalas jungtyse su šoninėmis siūlėmis (pereigos nuo elemento į šoninės siūlės galus vietose): a) su dvigubomis šoninėmis siūlėmis b) su šoninėmis ir priekinėmis siūlėmis c) perduodant įrašas per pagrindinį metalą d) šoninės inkarų sąstandos lynams tvirtinti	8 7 7 8
22		Pagrindinis tempiamojo spyrio vamzdžio metalas, kai sienelės storio su juostos vamzdžio išoriniu skersmeniu santykis yra: $\frac{t_m}{d_m} \geq \frac{1}{14}$ $\frac{1}{20} \leq \frac{t_m}{d_m} < \frac{1}{14}$	7 8
23	 $\alpha = 45 - 60^\circ$	Pagrindinis tempiamojo spyrio vamzdžio metalas, kai spyrio ir juostos skerspjūvių skersmenų santykis $\frac{d_d}{d_m} = 0,4 - 0,7$ ir sienelės storio su vamzdžio išoriniu skersmeniu santykis yra: $\frac{t_m}{d_m} \geq \frac{1}{14}$ $\frac{1}{20} \leq \frac{t_m}{d_m} < \frac{1}{14}$ $\frac{1}{35} \leq \frac{t_m}{d_m} < \frac{1}{20}$	6 7 8

KONSTRUKCINIO PLIENO SMŪGINIO TAŠUMO IR SANTYKINIO PAILGĖJIMO REIKŠMĖS

1 lentelė

Karštai valcuotųjų gaminių konstrukcinio plieno santykinio pailgėjimo rodikliai pagal LST EN 10025 – 2 [7.29], LST EN 10025 – 4 [7.31] ir LST EN 10025 – 5 [7.32]

Standartas ir plienai	Išoksidinimo metodas ¹⁾	Mažiausias santykinis pailgėjimas, % $L_0=5,65 \sqrt{S_0}$									
		Išilgine kryptimi					Skersine kryptimi				
		≥ 3 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 100	$>$ ≤ 100	$>$ ≤ 150	≥ 3 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 100	$>$ ≤ 100	$>$ ≤ 150
LST EN 10025 – 2 [7.29]	Nelegiruotasis konstrukcinis plienas										
S235JR	FN	26	25	24	22	21	24	23	22	22	21
S235J0	FN	26	25	24	22	21	24	23	22	22	21
S235J2	FF	26	25	24	22	21	24	23	22	22	21
S275JR	FN	23	22	21	19	18	21	20	19	19	18
S275J0	FN	23	22	21	19	18	21	20	19	19	18
S275J2	FF	23	22	21	19	18	21	20	19	19	18
S355JR	FN	22	21	20	18	17	20	19	18	18	17
S355J0	FN	22	21	20	18	17	20	19	18	18	17
S355J2	FF	22	21	20	18	17	20	19	18	18	17
S355K2	FF	22	21	20	18	17	20	19	18	18	17
S450J0 ²⁾	FF	17	17	17	17	-	-	-	-	-	-
E295 ³⁾	FN	20	19	18	16	15	18	17	16	15	14
E335 ³⁾	FN	16	15	14	12	11	14	13	12	11	10
E360 ³⁾	FN	11	10	9	8	7	10	9	8	7	6
LST EN 10025 – 4 [7.31]	Termomechanškai valcuotas suvirinamasis smulkiagrūdis konstrukcinis plienas										
S275M/ML	⁵⁾	24	24	24	24 ⁴⁾	-	24	24	24	24 ⁴⁾	-
S355M/ML	⁵⁾	22	22	22	22 ⁴⁾	-	22	22	22	22 ⁴⁾	-
S420M/ML	⁵⁾	19	19	19	19 ⁴⁾	-	19	19	19	19 ⁴⁾	-
S460M/ML	⁵⁾	17	17	17	17 ⁴⁾	-	17	17	17	17 ⁴⁾	-
LST EN 10025 – 5 [7.32]	Pagerinto atsparumo atmosferiniai korozijai konstrukcinis plienas										
S235J0W	FN	26	25	24	22	-	24	23	22	22	-
S235J2W	FF	26	25	24	22	-	24	23	22	22	-
S355J0W	FN	22	21	20	18	-	20	19	18	18	-
S355J2W	FF	22	21	20	18	-	20	19	18	18	-
S355K2W	FF	22	21	20	18	-	20	19	18	18	-
Pastabos: ¹⁾ Išoksidinimo metodai yra tokie: FN – verdančiojo stingimo plienas neleidžiamas; FF – ramiojo stingimo plienas, turintis pakankamą kiekį elementų, jungiančių azotą. ²⁾ Tik ilgiesiems valcuotiesiems gaminiams. ³⁾ Šie plienai loviams, kampuočiams ir profiliuotiesiems gaminti paprastai nenaudojami. ⁴⁾ Plokštiesiems gaminiams iki 120 mm storio. ⁵⁾ Smulkiagrūdės sandaros plienas, turintis pakankamą kiekį elementų, jungiančių azotą (žr. LST EN 10025 – 4 [7.31] 2 lentelę).											

2 lentelė

3 lentelė

4 lentelė

**Karštai valcuotų gaminių konstrukcinio plieno smūginio tašumo rodikliai
pagal LST EN 10025 – 3 [7.30], LST EN 10025 – 4 [7.31] ir LST EN 10025 – 5 [7.32]**

Standartas ir plienai	Mažiausia energija J, esant bandymo temperatūrai °C						
	20	0	- 10	- 20	- 30	- 40	- 50
LST EN 10025 – 3 [7.30]	Normalizuotas/apdirbtas normalizaciniu valcavimu suvirinamasis smulkiagrūdis konstrukcinis plienas						
S275N	55	47	43	40 ¹⁾	-	-	-
S355N							
S420N							

S460N							
S275NL	63	55	51	47	40	31	27
S355NL							
S420NL							
S460NL							
LST EN 10025 – 4 [7.31]	Termomechaniškai valcuotas suvirinamasis smulkiagrūdis konstrukcinis plienas						
S275M	55	47	43	40 ¹⁾	-	-	-
S355M							
S420M							
S460M							
S275ML	63	55	51	47	40	31	27
S355ML							
S420ML							
S460ML							
LST EN 10025 – 5 [7.32]	Pagerinto atsparumo atmosferiniai korozijai konstrukcinis plienas						
S235J0W	-	27	-	-	-	-	-
S235J2W	-	-	-	27	-	-	-
S355J0W	-	27	-	-	-	-	-
S355J2W	-	-	-	27	-	-	-
S355K2W	-	-	-	40 ¹⁾	-	-	-
Pastaba. ¹⁾ Ši reikšmė atitinka 27J prie -30°C.							

5 lentelė

Karštuoju būdu iš nelegiruotojo ir smulkiagrūdžio konstrukcinio plieno pagamintų tuščiavidurių statybinių profiliuotųjų plieno santykinio pailgėjimo ir smūginio tūsumo rodikliai pagal LST EN 10210 – 1 [7.35]

Žymėjimas pagal LST EN 10027-1 [7.33] ir LST 1585 [7.14]	Išoksidinimo metodas ¹⁾	Plieno pogrupiai ²⁾	Mažiausias santykinis pailgėjimas, % $L_0 = 5,65 \sqrt{S_0}$				Smūginis tūsumas	
			Išilgine kryptimi		Skersine kryptimi		Temperatūra, °C	Mažiausia vidutinė smūgio energija, J
			≤ 40	> 40 ≤ 65	≤ 40	> 40 ≤ 65		
S235JRH ³⁾	FN	BS	26	25	24	23	20	27
S275J0H ³⁾	FN	QS	22	21	20	19	0	27
S275J2H ³⁾	FF	QS	22	21	20	19	0	27
S355J0H ³⁾	FN	QS	22	21	20	19	-20	27
S355J2H	FF	QS	22	21	20	19	-20	27
S275NH	GF	QS	24	24	22	22	-20	40
S275NLH	GF	QS	24	24	22	22	-50	27
S355NH	GF	QS	22	22	20	20	-20	40
S355NLH	GF	QS	22	22	20	20	-50	27
S460NH	GF	SS	17	17	15	15	-20	40
S460NLH	GF	SS	17	17	15	15	-50	27

Pastabos:

¹⁾ Išoksidinimo metodai yra tokie:

FN – verdančiojo stingimo plienas neleidžiamas;

FF – ramiojo stingimo plienas, turintis pakankamą kiekį elementų, jungiančių azotą;

GF – ramiojo stingimo ir smulkiagrūdės sandaros plienas, turintis pakankamą kiekį elementų, jungiančių azotą.

²⁾ Plieno pogrupiai:

BS – paprastieji plienai; QS – kokybiškieji plienai; SS – specialieji plienai.

³⁾ Smūginio tūsumo savybės patikrinamos tik tuomet, jei tai aptarta per derybas.

Šaltai formuotų virintinių tuščiavidurių statybinių profiliuotųjų iš nelegiruotojo ir smulkiagrūdžio konstrukcinio plieno, kai storis mažesnis arba lygus 40 mm¹⁾, plieno santykinio pailgėjimo ir smūginio tūsumo rodikliai pagal LST EN 10219 – 1 [7.36]

Žymėjimas pagal LST EN 10027-1 [7.33] ir LST 1585 [7.14]	Išoksidinimo metodas ²⁾	Plieno pogrupiai ³⁾	Mažiausias santykinis pailgėjimas, % $L_0 = 5,65 \sqrt{S_0}$	Smūginis tūsumas	
			≤ 40	Temperatūra, °C	Mažiausia vidutinė smūgio energija, J
S235JRH ⁴⁾	FF	BS	24	20	27
S275J0H ⁴⁾	FF	QS	20	0	27
S275J2H	FF	QS	20	-20	27
S355J0H ⁴⁾	FF	QS	20	0	27
S355J2H	FF	QS	20	-20	27
S275 NH /MH	GF	QS	24	-20	40
S275 NLH/MLH	GF	QS	24	-50	27
S355NH/ MH	GF	QS	22	-20	40
S355NLH/ MLH	GF	QS	22	-50	27
S420MH	GF	SS	19	-20	40
S420MLH	GF	SS	19	-50	27
S460NH/ MH	GF	SS	17	-20	40
S460NLH/ MLH	GF	SS	17	-50	27

Pastabos:
¹⁾ Tik apvalių vamzdžių sienelės storis galimas didesnis nei 24 mm.
²⁾ Išoksidinimo metodai:
FF – ramiojo stingimo plienas, turintis pakankamą kiekį elementų, jungiančių azotą;
GF – ramiojo stingimo ir smulkiagrūdės sandaros plienas, turintis pakankamą kiekį elementų, jungiančių azotą.
³⁾ Plieno pogrupiai:
BS – paprastieji plienai; QS – kokybiškieji plienai; SS – specialieji plienai.
⁴⁾ Smūginio tūsumo savybės patikrinamos tik tuomet, jei tai aptarta per derybas.

PRAKTINIO TAIKYMO VADOVAS. MEDŽIAGOS. ELEMENTŲ SKAIČIAVIMAS

I SKYRIUS. BENDROSIOS NUOSTATOS

1. Statybos techninis reglamentas STR 2.05.08:2005 „Plieninių konstrukcijų projektavimas. Pagrindinės nuostatos“ (Žin., 2005, Nr. [28-895](#)) (toliau – Reglamentas) nustato privalomuosius plieninių laikančiųjų konstrukcijų projektavimo reikalavimus.

2. Reglamento 6 priedas „Praktinio taikymo vadovas. Medžiagos. Elementų skaičiavimas“ (toliau – Reglamento priedas) yra Reglamento paaiškinamasis dokumentas, kuriame Reglamento reikalavimai yra paaiškinti, iliustruoti skaičiavimo pavyzdžiais. Šiame priede taip pat duotos kai kurios papildomos rekomendacijos, reikalingos projektuojant plienines laikančiąsias konstrukcijas.

3. Reglamento priede vartojamos pagrindinės sąvokos ir jų apibrėžimai atitinka Reglamente pateiktas sąvokas ir jų apibrėžimus.

4. Reglamento priede vartojamos nuorodos atitinka Reglamente pateiktas nuorodas.

5. Pagrindiniai raidiniai žymenys, vartojami šiame priede, atitinka pagrindinius raidinius žymenis pateiktus Reglamente.

6. Bendru atveju elemento ašys yra: x – išilgai elemento, y ir z – skerspjūvio ašys. Skerspjūvio ašys yra: y – lygiagreti su juosta (su lentyna), z – statmena juostai, išskyrus kampuočių: jų y – lygiagreti su mažesniąja kampuočio lentyna, z – statmena mažesniajai kampuočio lentynai. Profiliuočių sortimentuose dažniausiai naudojami skerspjūvių matmenys ir ašys parodyti 1.1 pav. Kiti elementų skerspjūvio ašių naudojimo atvejai aptariami tekste.

7. Reglamento priede naudojami SI sistemos vienetai.

II SKYRIUS. PROJEKTAVIMO PAGRINDAI

I SKIRSNIS. BENDROSIOS NUOSTATOS

8. Šiame skyriuje pateikiama medžiaga norima glaustai supažindinti su naujomis plieno konstrukcijų projektavimo tendencijomis, kurios išdėstytos Reglamento atskirose dalyse, tampančiose Europos normų (Eurokodų) pradine nacionalinio taikymo dokumentų versija, ir kuriomis siekiama suderinti Lietuvos specialistų turimą patirtį, sukauptą ilgą laiką naudojant ankstesnes projektavimo normas (SNIIP) su naujesniais plieno konstrukcijų projektavimo reikalavimais, reglamentuojamais rengiamų Europos normų (Eurokodų).

9. Konstrukcijos turi būti suprojektuotos ir pastatytos tokiu būdu, kad su reikiama tikimybe jos išliktų tinkamos naudoti tiek ilgai, kiek to reikia, priklausomai nuo numatytos jų naudojimo trukmės. Be to, pakankamai patikimai jos turi atlaikyti visas apkrovas ir poveikius bei kitokias įtakas, kurios galėtų atsirasti jų įvykdymo ir naudojimo metu. Konstrukcijos turi būti suprojektuotos tokiu būdu, kad tokie įvykiai, kaip sprogimai, smūgiai, arba žmogaus daromų klaidų pasekmės jų nesugadintų. Galimą sugadinimą reikia apriboti arba jo išvengti atitinkamai pasirinkus bent vieną ar kitą iš šių priemonių:

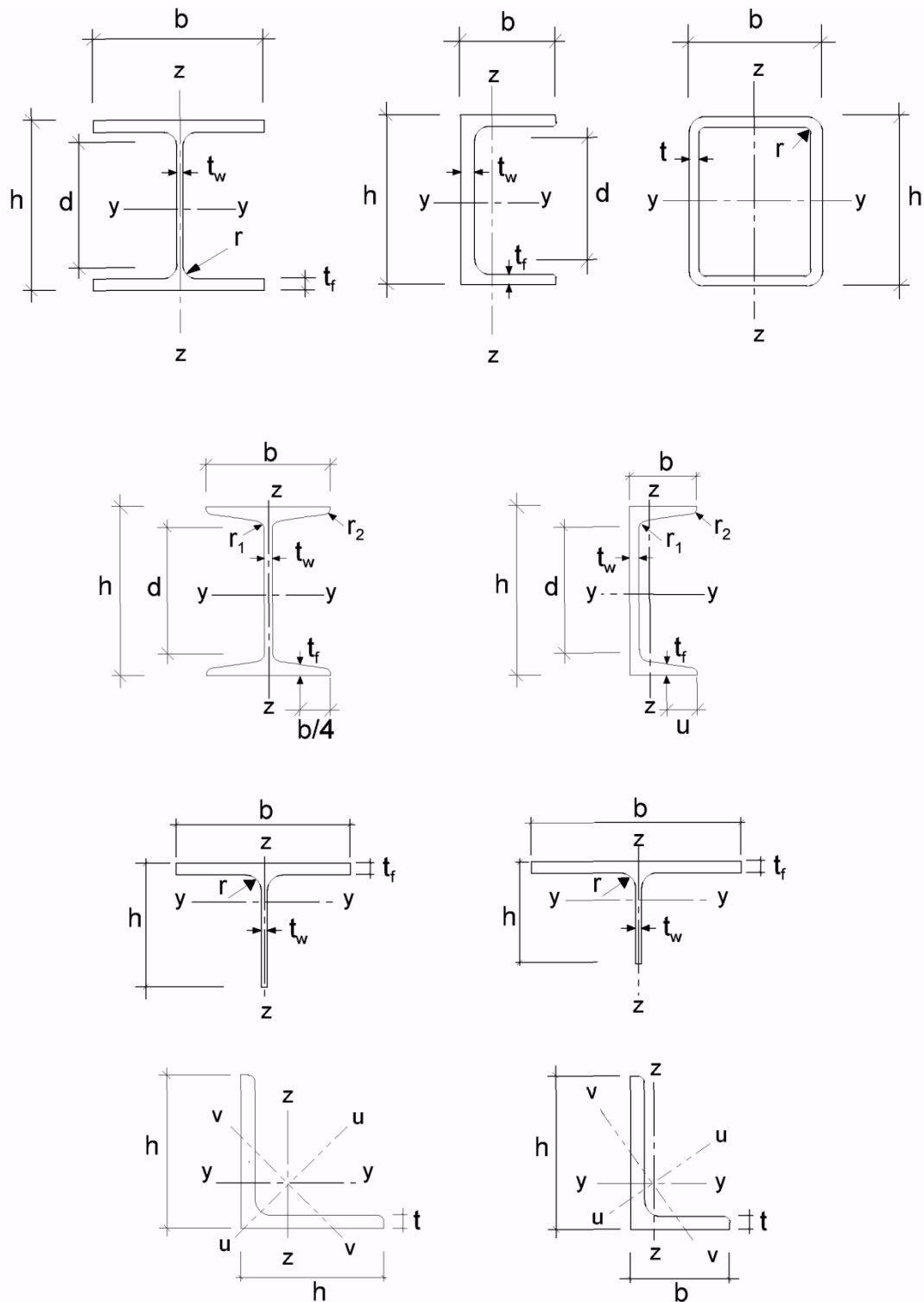
9.1. išvengti, pašalinti arba sumažinti pavojų, kuris galėtų grėsti konstrukcijai;

9.2. pasirinkti tokią konstrukcinę formą, kuri būtų mažiau jautri pavojams, į kuriuos reikia atsižvelgti;

9.3. suramstyti (surišti) konstrukcijas;

9.4. pasirinkti tokią konstrukcinę formą ir tokį projekcinį sprendimą, kad konstrukcija išliktų, kai atsitiktinai pašalinamas ar suyra atskiras elementas.

10. Tokie reikalavimai gali būti patenkinti, jeigu pasirenkamos tinkamos medžiagos, atitinkami projektavimo ir konstravimo būdai bei griežtai nurodomos kokybės kontrolės procedūros, kaip tinkamai konstrukcijas pagaminti, pastatyti ir naudoti.



1.1 pav. Skerspjūvių matmenys ir ašys

11. Statybinių konstrukcijų projektavimo pagrindai, apimantys konstrukcijų saugos ir patikimumo bei tvarumo privalomuosius reikalavimus, įskaitant geotechninius, atsparumo ugniai (kaitrai) ir statybos darbų vykdymo, yra išdėstyti STR 2.05.03:2003 [7.3].

12. Statybinių konstrukcijų projektavimas paremtas ribinių būvių metodu, kurį taikant turi būti pagal apibrėžtą tvarką nustatytos konstrukcijos veikiančios apkrovos ir poveikiai, apskaičiuotos konstrukcijų atsparių reikšmės, kurios priklauso nuo pasirinktų konstrukcijoms naudojamų medžiagų savybių, geometrinių rodiklių, konstrukcijos elgsenos ir naudojimo sąlygų, į kurias atsižvelgiama aprobuotais koeficientais.

II SKIRSNIS. RIBINIAI BŪVIAI

13. Ribiniai būviai yra tokie būviai, kuriuos pasiekusi konstrukcija nebegali tenkinti projektinių reikalavimų. Ribiniai būviai skirstomi į:

- 13.1. saugos ribinius būvius;
- 13.2. tinkamumo (naudoti) ribinius būvius.

14. Saugos ribiniai būviai yra tokie, kurie susiję su konstrukcijos griūtimi arba kitokiais konstrukcinio sugadinimo pavidalais, kurie gali kelti pavojų saugumui. Saugos ribiniai būviai, į kuriuos būtina atsižvelgti, kai projektuojama plieno konstrukcija, apima:

14.1. konstrukcijos arba bet kurios jos dalies, laikomų standžiaisiais kūnais, pusiausvyros netektį;

14.2. konstrukcijos arba bet kurios jos dalies, įskaitant atramas ir pamatus, sugadinimą dėl per didelių deformacijų, lūžimą arba pastovumo netektį.

15. Tinkamumo ribiniai būviai atitinka būvius, kuriuos pasiekusi plieninė konstrukcija netenkina nustatytų jai naudojimo kriterijų. Tinkamumo ribiniai būviai, į kuriuos reikia atsižvelgti, kai projektuojama plieninė konstrukcija, apima:

15.1. deformacijas arba įlinkius, kurie nepalankiai atsiliepia konstrukcijos išvaizdai arba jos naudojimo, įskaitant tinkamą mechanizmų ir aptarnavimo funkcionavimą, veiksmingumui arba sugadina apdailą ar nelaikančiuosius elementus;

15.2. virpesius, kurie sukelia žmonėms diskomfortą, sugadina pastatą arba jo įrangą, apriboja pastato funkcinį veiksmingumą.

16. Projektuojamo pastato plieno konstrukcijos gali būti nagrinėjamos pasirinkus vieną iš galimų projektinių situacijų:

- 16.1. nuolatinės situacijos, atitinkančias normalias konstrukcijos naudojimo sąlygas;
- 16.2. laikinąsias situacijas, atsitinkančias, pavyzdžiui, konstrukcijų montavimo metu;
- 16.3. atsitiktines situacijas, apimančias ir tokius atvejus, kurie gali ir nebūti atsitiktinio įvykio pasekmė.

17. Pagrindiniai plieninių konstrukcijų projektavimo reikalavimai yra tokie:

- 17.1. ribinis būvis neturi būti viršytas;
- 17.2. turi būti atsižvelgta į visas svarbias skaičiuotines situacijas ir apkrovimo atvejus;
- 17.3. skaičiavimams būtina taikyti atitinkamus skaičiuotinius modelius (jei reikia, papildytus bandymais), apimančius visus svarbiausius kintamuosius. Modeliai turi būti pakankamai tikslūs prognozuoti konstrukcijų elgseną ir derantys su informacijos, pagal kurią atliekamas projektavimas, patikimumu.

18. Saugos ribinių būvių tikrinimo sąlygos apima:

18.1. tikrinimą, kuriuo būtų atsižvelgta į statinės pusiausvyros ribinį būvį arba į konstrukcijos visus poslinkius ir deformacijas:

$$E_{d,dst} \leq E_{d,stb}, \quad (2.1)$$

čia: $E_{d,dst}$ – destabilizuojamosios skaičiuotinės įrašos (poveikių efektas);

$E_{d,stb}$ – stabilizuojamosios skaičiuotinės įrašos (poveikių efektas);

18.2. tikrinimą, kuriuo būtų atsižvelgta į skerspjuvio, elemento ar jungčių suirimą arba pernelyg didelį deformavimąsi:

$$E_d \leq R_d, \quad (2.2)$$

čia: E_d – įrašos skaičiuotinė reikšmė;

R_d – atitinkamas skaičiuotinis atsparis.

19. Kiekvienam apkrovimo atvejui įrašų (poveikių efektų) skaičiuotinės reikšmės E_d turi būti nustatytos remiantis poveikių skaičiuotinių reikšmių derinių sudarymo taisyklėmis, kurios pateiktos STR 2.05.04:2003 [7.4]. Ten pat yra nuorodos, į kokius atsparių dalinius patikimumo koeficientus reikia atsižvelgti.

20. Tinkamumo ribinių būvių tikrinimo sąlyga išreiškiama taip:

$$E_d \leq C_d \text{ arba } E_d \leq R_d, \quad (2.3)$$

čia: C_d – medžiagų, susijusių su nagrinėjama skaičiuotine įraša (poveikių efektu), tam tikrų skaičiuotinių savybių nominali reikšmė arba funkcija;

E_d – skaičiuotinė įraša (poveikių efektas), nustatyta remiantis vienu iš jų derinių.

III SKIRSNIS. POVEIKIAI IR APKROVOS

21. Poveikis (F) yra arba jėga (apkrova), kuri tiesiogiai veikia konstrukciją, arba primestoji deformacija, sukelianti netiesioginį poveikį (pvz., temperatūros veiksniai arba konstrukcijos pamatų arba pagrindų nuosėdžiai).

22. Poveikiai yra skirstomi pagal jų kitimą laike į:

– nuolatinis poveikius (G), kurie apima pačios konstrukcijos, jos detalių, papildomų elementų ir sumontuotų įrengimų savąjį svorį;

– kintamuosius poveikius (Q), kurie apima naudingąsias, transporto priemonių, vėjo, sniego ir bangų apkrovas;

– atsitiktinius poveikius (A), kurie apima sprogimus, slenkančiųjų masių arba susidūrimų sukeltus smūgius.

23. Poveikiai dar skirstomi pagal jų kitimo erdvėje pobūdį į:

– nuolatinis (fiksiuosius) poveikius, t. y. savąjį svorį;

– laisvuosius poveikius, kurie gali veikti labai įvairiai. Tai būtų judriosios naudingosios, vėjo, sniego, bangų ir kitos panašios apkrovos.

24. Paprastai yra skiriamos charakteristinės (būdingosios), atstovaujamosios (reprezentacinės – kintamųjų poveikių) ir skaičiuotinės (projektinės) poveikių (apkrovų) bei įrašų (poveikių efektų) reikšmės.

25. Charakteristinės apkrovų F_k reikšmės yra apibrėžtos STR 2.05.04:2003 [7.4] ir kitų tiesiogiai susijusių apkrovų standartų.

26. Nuolatinių poveikių charakteristinė reikšmė žymima G_k . Tačiau tais atvejais, kai apkrovos variacijos koeficientas yra didelis arba kai tikėtina, kad poveikiai gali kisti per konstrukcijos tarnybos laiką, yra išskiriamos dvi charakteristinės reikšmės: aukštesnioji $G_{k,sup}$ ir žemesnioji $G_{k,inf}$.

27. Kintamųjų poveikių charakteristinė reikšmė Q_k atitinka STR 2.05.04:2003 [7.4] apibrėžtąją reikšmę arba vieną iš dviejų: aukštesniąją reikšmę, kuri su laukiama tikimybe negali būti viršyta, arba žemesniąją reikšmę, kuri su laukiama tikimybe negali būti pasiekta, per tam tikrą nustatytą trukmę, kai atsižvelgiama į numatomą konstrukcijos tarnybos laiką arba į pasirinktą projektinės situacijos trukmę.

28. Atsitiktinių poveikių charakteristinė reikšmė A_k paprastai atitinka STR 2.05.04:2003 [7.4] apibrėžtą reikšmę.

29. Atstovaujamoji (reprezentacinė) kintamųjų poveikių pagrindinė reikšmė yra charakteristinė reikšmė Q_k . Kitos atstovaujamosios (reprezentacinės) reikšmės, gaunamos charakteristinę reikšmę Q_k padauginus iš atitinkamo Ψ koeficiento, yra apibrėžiamos taip:

- derinio reikšmė $\Psi_0 Q_k$;
- įprastinė reikšmė $\Psi_1 Q_k$;
- tariamai nuolatinė reikšmė $\Psi_2 Q_k$,

čia: Ψ_0, Ψ_1, Ψ_2 – įrašytosios dinaminių koeficientų reikšmės, apibrėžtos STR 2.05.04:2003 [7.4], arba nustatomos statytojo (užsakovo), arba projektuotojo konsultuojantis su statytoju (užsakovu).

30. Skaičiuotinės poveikių F_d reikšmės bendruoju atveju yra išreiškiamos taip:

$$F_d = \gamma_F F_k, \quad (2.4)$$

čia: γ_F – dalinis poveikio patikimumo koeficientas, pagal kurį atsižvelgiama, pavyzdžiui, į: nepalankų poveikių išsidėstymą, galimybę netiksliai modeliuoti poveikius, neapibrėžtumus, kai vertinamos įrašos (poveikių efektai) ir pasirinktas ribinis būvis. Kai kurios γ_F reikšmės nurodytos STR 2.05.04:2003 [7.4].

31. Skaičiuotinės įrašų (poveikių efektų) E_d reikšmės yra nustatomos pagal poveikių skaičiuotines reikšmes, geometrinius duomenis (a_d) ir medžiagų savybes:

$$E_d = E(F_d, a_d, \dots), \quad (2.5)$$

čia: E – įrašos (poveikių efektai), kurios yra konstrukcijos atoveikis (reakcija, pvz., ašinės jėgos, lenkiamieji arba sukamieji momentai, įtempiai, deformacijos) į poveikius.

IV SKIRSNIS. MEDŽIAGŲ SAVYBĖS

32. Medžiagos savybė yra apibūdinama charakteristine reikšme X_k , kuri atitinka medžiagos savitųjų savybių, apibrėžtų atitinkamais standartais arba nustatytų bandymais pagal standartų apibrėžtas sąlygas, pasirinktą statistinio pasiskirstymo fraktilį. Kai kuriais atvejais nominalioji reikšmė naudojama kaip charakteristinė reikšmė.

33. Medžiagos savybės skaičiuotinė reikšmė nustatoma taip:

$$X_d = X_k / \gamma_M, \quad (2.6)$$

čia: γ_M – medžiagos savybių dalinis patikimumo koeficientas.

34. Plieno konstrukcijų skaičiuotinis atsparis R_d nustatomas tiesiog pagal medžiagos savybių charakteristinę reikšmę ir geometrinius duomenis:

$$R_d = R(X_k, a_k, \dots) / \gamma_M \quad (2.7)$$

Atspario charakteristinė reikšmė R_k gali būti nustatyta ir bandymais. Geometriniai duomenys pristatomi pagal jų nominalias reikšmes:

$$a_d = a_{nom} \quad (2.8)$$

35. Kai kuriais atvejais geometrinės skaičiuotinės reikšmės yra nustatomos ir taip:

$$a_d = a_{nom} + \Delta a \quad (2.9)$$

Konstrukcijas galima skaičiuoti ir taip, kad būtų atsižvelgiama į galimus jų gamybos, montavimo, naudojimo ir kt. netobulumus.

V SKIRSNIS. DARBO SĄLYGŲ IR KITI KOEFICIENTAI

36. Reglamento taikomo ribinio būvio dalinių patikimumo koeficientų rinkiniui dar priskirti tokie koeficientai:

- konstrukcinių elementų darbo sąlygų koeficientas γ_c ;
- patikimumo koeficientas γ_u ;
- varžtinių jungčių darbo sąlygų koeficientas γ_b .

37. Konstrukcinių elementų darbo sąlygų koeficientu γ_c atsižvelgiama į skaičiuojamojo konstrukcijos modelio idealizavimo laipsnį (lyginant su tikrąja konstrukcijos elgsena) bei, bendruoju atveju, ir į visumą faktorių, darančių įtaką konstrukcijos elgsenai, neįvertintų tiesiogiai skaičiavimais arba kitais daliniais patikimumo koeficientais. Tokiems faktoriams priklauso: atsitiktiniai apkrovos pridėjimo ekscentricitetai, gniuždomųjų elementų ašių pradinis išlinkis, įtempių koncentratoriai, didelės plastinės deformacijos lokalinėse konstrukcijos zonose, nuolatinių ir kintamųjų poveikių (apkrovų) santykis (charakterizuojantis galimybę (tikimybę) sutapti vienu metu didžiausių poveikių efektams su mažiausiu konstrukcijos atspariu), poveikių dinaminį pobūdį ir pan. Darbo sąlygų koeficientų γ_c reikšmės yra diferencijuotos pagal konstrukcijų elementų tipus (rūšis) ir poveikių charakterį. Būtina pažymėti, kad γ_c reikšmės yra tikimybiškai pagrįstos, tačiau daugeliu atveju yra paremtos ilgalaikio plieno konstrukcijų projektavimo ir naudojimo patirtimi.

38. Patikimumo koeficientas γ_u papildomai prie dalinio medžiagos patikimumo koeficiento γ_M taikomas, kai konstrukcijų atsparį tenka skaičiuoti pagal plieno charakteristinę stiprį, nustatytą pagal jo stiprumo ribą f_u . Patikimumo koeficiento γ_u reikšmė lygi 1,3.

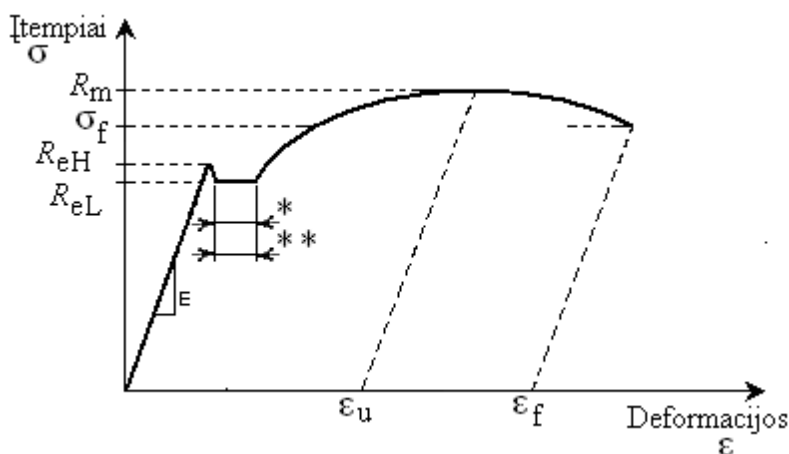
39. Varžtinių jungčių darbo sąlygų koeficientu γ_b atsižvelgiama į ypatingesnes nei konstrukcinių elementų varžtinių jungčių elgsenos sąlygas, neišvengiamas jų įrengimo nuokrypas. Reglamento atitinkamose lentelėse ir atskiruose skyriuose yra pateiktos nustatytos darbo sąlygų koeficientų reikšmės.

III SKYRIUS. KONSTRUKCIJŲ IR JUNGČIŲ MEDŽIAGOS

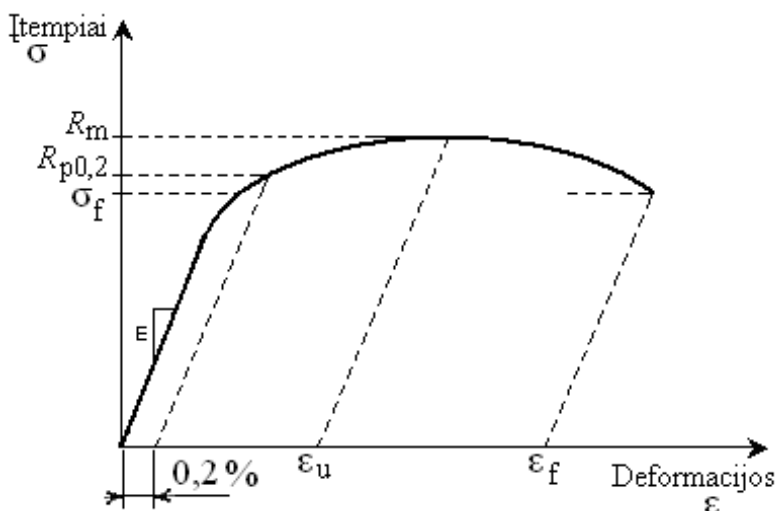
I SKIRSNIS. BENDRA STATYBINIŲ PLIENŲ CHARAKTERISTIKA

40. Pagrindinėmis plienų mechaninėmis savybėmis yra stiprumas, tamprumas bei plastiškumas. Šios savybės apibūdinamos įtempiais, pailgėjimu ir smūginiu tūsumu.

41. Plienų mechaninės savybės nustatomos bandant standartinius bandinius pagal standartines bandymo metodikas. Plienų stipruminės-mechaninės savybės tempiant nustatomos pagal LST EN 10002-1. Plieno tempimo kreivės pavaizduotos 3.1 ir 3.2 pav.



3.1 pav. Paprastojo konstrukcinio plieno, turinčio takumo aikštelę, tempimo kreivė



3.2 pav. Didelio stiprumo plieno, be takumo aikštelės, tempimo kreivė

Plieno tempimo kreivių, pateiktų 3.1 ir 3.2 pav., dydžiai:

- R_m – plieno stiprumo riba;
- R_{eH} – viršutinė plieno takumo riba;
- R_{eL} – apatinė plieno takumo riba;
- $R_{p0,2}$ – sąlyginė plieno takumo riba;
- ϵ_u – plastinės deformacijos pasiekus stiprumo ribą;
- ϵ_f – plastinės deformacijos suirimo metu;
- σ_f – suirimo įtempiai;
- E – tamprumo modulis lygus $\tan \alpha$.
- * – Liuderso linijų pasireiškimo zona;
- ** – takumo aikštelė.

42. Charakteristiniai tempiamieji, gniuždomieji, lenkiamieji plieno stipriai pagal takumo ribą f_y ir charakteristiniai tempiamieji, gniuždomieji, lenkiamieji plieno stipriai pagal stiprumo ribą f_u gali būti imami:

- iš atitinkamų standartų priimant, kad $f_y = R_{eH}$ ir $f_u = R_m$;
- iš Reglamento 6.5– 6.10 lentelių.

II SKIRSNIS. PLIENO ŽYMĖJIMO SISTEMOS

43. Pagal Europinius standartus plienų žymėjimo sistemos yra dvi:

43.1. Plienų žymėjimas markėmis pagal LST EN 10027-1 [7.33]:

a) pagal paskirtį ir mechanines bei fizines savybes;

b) pagal plieno cheminę sudėtį suskirsčius į keturis pogrupius:

– nelegiruotieji plienai, išskyrus gerai apdirbamus pjovimu (automatu) plienus, kurių mangano vidutinis kiekis iki 1 % (2.1 pogrupis),

– nelegiruotieji plienai, kurių vidutinis mangano kiekis ≥ 1 %, nelegiruotieji automatų plienai ir legiruotieji plienai (išskyrus greitapjovius), kurių kiekvieno legiruojančio elemento masės kiekis iki 5 % (2.2 pogrupis),

– legiruotieji plienai (išskyrus greitapjovius), kurių bent vieno legiruojančio elemento masės kiekis ≥ 5 % (2.3 pogrupis),

– greitapjoviai plienai (2.4 pogrupis).

43.2. Plienų skaitinis žymėjimas pagal LST EN 10027 – 2.

44. Konstrukciniai plienai žymimi plieno marke (nurodant paskirtį ir mechanines ar fizines savybes) ir skaitiniu žymeniu. Skaitinis plieno žymuo sudarytas iš „1“, atskirto tašku ir 4 skaičių sekos, žyminčios plieno grupės numerį ir eilės numerį.

45. Plienų skaitinius žymenis suteikia Europos registravimo biuras (European Registering Office).

46. Pagrindiniai plieno paskirties žymenys ir mechaninės savybės pagal LST EN 10027 – 1[7.33] pateikti 3.1 lentelėje.

3.1 lentelė

Pagrindiniai plieno paskirties žymenys ir mechaninės savybės

Raidinis žymuo	Plieno paskirtis	Mechaninės savybės
S	Konstrukcinis (statybinis) plienas	Mažiausia takumo riba, MPa
P	Plienai slėginiams indams	Mažiausia takumo riba, MPa
L	Plienai magistraliniams vamzdiniams	Mažiausia takumo riba, MPa
E	Plienai mašinų gamybai	Mažiausia takumo riba, MPa
B	Armatūrinis plienas	Mažiausia takumo riba, MPa
Y	Armatūrinis iš anksto įtemptas plienas betonui	Mažiausia stiprumo riba, MPa
R	Bėgių arba bėgių formos plienas	Mažiausia stiprumo riba, MPa
H	Šaltai valcuotas didelio stiprumo lakštinis plienas, skirtas šaltam ištempimui	Mažiausia takumo riba, MPa
D	Lakštinis plienas šaltam šampavimui: C – šaltai valcuotiems gaminiams D – karštai valcuotiems gaminiams, šaltam šampavimui X – gaminiams, kurių valcavimo sąlygos nenurodytos	Du simboliai, apibūdinantys plieną
T	Skarda	Nominalioji takumo riba MPa arba raidė H ir vidutinis charakteristinis Rokvelo kietumas HR 30 Tm
M	Elektrotechninis plienas	Du skaičiai: Skaičius = $100 \times$ nuostoliai W/kg Skaičius = $100 \times$ nominalusis storis mm Raidė, rodanti elektrotechninio plieno tipą (A, D, E, N, S ar P)

47. Plieno markės pagal LST EN 10027 – 1 [7.33] sudarytos iš X(1) nnn(2) Xn(3) Xn(4), pavyzdžiui S275J2G3:

1) X – raidinis žymuo, apibūdinantis plieno paskirtį (žr. 3.1 lentelę). Plieno, pateikiamo liejinių pavidalu, plieno markė turi prasidėti G raide;

2) nnn – skaičius, nurodantis mechanines savybes – mažiausią takumo ribą (MPa) ar pan. (žr. 3.1 lentelę). Europiniuose standartuose gali būti nurodyta apatinė takumo riba R_{eL} , viršutinė takumo riba R_{eH} arba sąlyginė takumo riba R_p ar $R_{p0,2}$;

3) Xn – papildomieji simboliai smūginiam tūsumui apibūdinti, pateikti 3.2 lentelėje;

4) Xn – papildomieji simboliai specialiesiems reikalavimams nusakyti:

– išoksidinimo metodo nuoroda:

G1 – verdančiojo stingimo plienas (FU);

G2 – verdančiojo stingimo plienas neleistinas (FN);

G3 – normalizuotas/ apdirbtas normalizaciniu valcavimu;

G4 – gamintojo nuožiūra teikiama informacija;

– tiekimo sąlygas:

A – dispersiškai kietintas;

M – termomechaniskai valcuotas;

N – normalizuotas/apdirbtas normalizaciniu valcavimu;

C – specialiai šaltai formuotas;

H – tuščiaviduris;

T – vamzdžiams;

W – atsparus atmosferinei korozijai.

Simboliai C, H, T, W gali turėti vieno ar dviejų skaičių priedą, pažymintį kokybinius skirtumus.

3.2 lentelė

Smūginio tūsumo simboliai ir jų reikšmės

Smūginis tūsumas KV (žymuo = suardymo energija)			Bandymo temperatūra, °C
JR = 27J	KR = 40J	LR = 60J	20
J0 = 27J	K0 = 40J	L0 = 60J	0
J2 = 27J	K2 = 40J	L2 = 60J	-20
J3 = 27J	K3 = 40J	L3 = 60J	-30
J4 = 27J	K4 = 40J	L4 = 60J	-40

III SKIRSNIS.

PLIENŲ MECHANINĖS CHARAKTERISTIKOS

48. Skaičiavimuose naudojamos fizikinės plieno savybės pateiktos Reglamento 6.4 lentelėje.

49. Plieno skaičiuotinių stiprių reikšmės apskaičiuojamos pagal Reglamento 6.3 lentelėje pateiktas formules. Medžiagos patikimumo koeficientas $\gamma_M = 1,1$ (Reglamento 35 p.).

50. Nelegiruotojo, normalizuotojo/apdirbto normalizaciniu valcavimu suvirinamojo smulkiagrūdžio, termomechaniskai valcuoto suvirinamojo smulkiagrūdžio ir pagerinto atsparumo atmosferinei korozijai konstrukcinių plienų, skirtų karštai valcuotų gaminių gamybai, charakteristinės ir skaičiuotinės stiprių vertės pateiktos 3.3 lentelėje.

51. Karštuoju būdu pagamintų tuščiavidurių statybinių profiliuotųjų plieno charakteristinės ir skaičiuotinės stipruminės charakteristikos pateiktos 3.4 lentelėje. Šaltai formuotų suvirintinių tuščiavidurių statybinių profiliuotųjų, kurių storis mažesnis arba lygus 40 mm, plieno charakteristinės ir skaičiuotinės stiprių reikšmės pateiktos 3.5 lentelėje. Plienų cheminės sudėties pateiktos 3.6– 3.9 lentelėse.

3.3 lentelė

Karštai valcuotų konstrukcinio plieno gaminių stipruminės savybės

Standartas ir plienas pagal LST EN 10027-1	Nominalusis storis ¹⁾ , mm	Charakteristinė takumo riba f_y , MPa	Charakteristinė stiprumo riba ³⁾ f_u , MPa	Skaičiuotinė takumo riba $f_{y,d}$, MPa	Skaičiuotinė stiprumo riba $f_{u,d}$, MPa
LST EN 10025– 2 S235JR S235J0 S235J2 LST EN 10025– 5 S235J0W ⁴⁾ S235J2W ⁴⁾	≤ 16	235	360	215	325
	$> 16 \leq 40$	225	360	205	325
	$> 40 \leq 63$	215	360	195	325
	$> 63 \leq 80$	215	360	195	325
	$> 80 \leq 100$	215	360	195	325
	$> 100 \leq 150$	195	350	175	320
	$> 150 \leq 200$	185	340	170	310
	$> 200 \leq 250$	175	340	160	310
LST EN 10025– 2 S275JR S275J0 S275J2	≤ 16	275	410	250	370
	$> 16 \leq 40$	265	410	240	370
	$> 40 \leq 63$	255	410	230	370
	$> 63 \leq 80$	245	410	225	370
	$> 80 \leq 100$	235	410	215	370
	$> 100 \leq 150$	225	400	205	365
	$> 150 \leq 200$	215	380	195	345
	$> 200 \leq 250$	205	380	185	345
LST EN 10025– 3 S275N S275NL LST EN 10025– 4 S275M ⁵⁾ S275ML ⁵⁾	≤ 16	275	370	250	335
	$> 16 \leq 40$	265	370	240	335
	$> 40 \leq 63$	255	370	230	335
	$> 63 \leq 80$	245	370	225	335
	$> 80 \leq 100$	235	370	215	335
	$> 100 \leq 150$	225	350	205	320
	$> 150 \leq 200$	215	350	195	320
	$> 200 \leq 250$	205	350	185	320
LST EN 10025– 2 S355JR S355J0 S355J2 S355K2 LST EN 10025– 3 S355N S355NL LST EN 10025– 5 S355J0W ⁴⁾ S355J2W ⁴⁾ S355K2W ⁴⁾	≤ 16	355	470	320	425
	$> 16 \leq 40$	345	470	315	425
	$> 40 \leq 63$	335	470	305	425
	$> 63 \leq 80$	325	470	295	425
	$> 80 \leq 100$	315	470	285	425
	$> 100 \leq 150$	295	450	270	410
	$> 150 \leq 200$	285	450	260	410
	$> 200 \leq 250$	275	450	250	410
	≤ 16	355	470	320	425
	$> 16 \leq 40$	345	470	315	425
LST EN 10025– 4 S355M S355ML	$> 40 \leq 63$	335	450	305	410
	$> 63 \leq 80$	325	440	295	400
	$> 80 \leq 100$	325	440	295	400
	$> 100 \leq 120$	320	430	290	390
	≤ 16	420	520	380	470
	$> 16 \leq 40$	400	520	365	470
LST EN 10025– 3 S420N S420NL	$> 40 \leq 63$	390	520	355	470
	$> 63 \leq 80$	370	520	335	470
	$> 80 \leq 100$	360	520	325	470
	$> 100 \leq 150$	340	500	310	455
	$> 150 \leq 200$	330	500	300	455
	$> 200 \leq 250$	320	500	290	455
	≤ 16	420	520	380	470
LST EN 10025– 4 S420M S420ML	$> 16 \leq 40$	400	520	365	470
	$> 40 \leq 63$	390	500	355	455
	$> 63 \leq 80$	380	480	345	435
	$> 80 \leq 100$	370	470	335	425

	$> 100 \leq 120$	365	460	330	420
LST EN 10025– 2 S450J0 ²⁾	≤ 16	450	550	410	500
	$> 16 \leq 40$	430	550	390	500
	$> 40 \leq 63$	410	550	375	500
	$> 63 \leq 80$	390	550	355	500
	$> 80 \leq 100$	380	550	345	500
	$> 100 \leq 150$	380	530	345	480
LST EN 10025– 3 S460M S460ML	≤ 16	460	540	420	490
	$> 16 \leq 40$	440	540	400	490
	$> 40 \leq 63$	430	540	390	490
	$> 63 \leq 80$	410	540	375	490
	$> 80 \leq 100$	400	540	365	490
	$> 100 \leq 150$	380	530	345	480
	$> 150 \leq 200$	370	530	335	480
LST EN 10025– 4 S460M S460ML	≤ 16	460	540	420	490
	$> 16 \leq 40$	440	540	400	490
	$> 40 \leq 63$	430	530	390	480
	$> 63 \leq 80$	410	510	375	465
	$> 80 \leq 100$	400	500	365	455
	$> 100 \leq 120$	385	490	350	445
Pastabos: ¹⁾ Karštai valcuotų gaminių nominalusis storis atitinka skerspjūvio lentynos storį. ²⁾ Tik ilgiesiems valcuotiesiems gaminiams. ³⁾ Storiui nuo 3 mm. ⁴⁾ Gaminų storiai iki 150 mm. ⁵⁾ Gaminų storiai iki 120 mm. Skaičiuotinių stiprių reikšmės apskaičiuotos pagal Reglamento 6.3 lentelės formules, suapvalinus gautas reikšmes iki 5 MPa. 1 MPa = 1 N/mm ² .					

3.4 lentelė

Karštuoju būdu pagamintų tuščiavidurių statybinių profiliuotų plieno stipruminės charakteristikos pagal LST EN 10210-1 [7.35]

Plienai	Nominalusis storis, mm	Charakteristinė takumo riba f_y , MPa	Charakteristinė stiprumo riba ²⁾ f_u , MPa	Skaičiuotinė takumo riba $f_{y,d}$, MPa	Skaičiuotinė stiprumo riba $f_{u,d}$, MPa	Didžiausia CEV, %
nelegiruotas konstrukcinis plienas						
S235JRH	≤ 16	235	340	215	310	0,37
	$> 16 \leq 40$	225	340	205	310	0,39
	$> 40 \leq 65$	215	340	195	310	0,41
S275J0H S275J2H	≤ 16	275	410	250	370	0,41
	$> 16 \leq 40$	265	410	240	370	0,43
	$> 40 \leq 65$	255	410	230	370	0,45
S355J0H S355J2H	≤ 16	355	490	320	445	0,41
	$> 16 \leq 40$	345	490	315	445	0,47
	$> 40 \leq 65$	335	490	305	445	0,50
smulkiagrūdis konstrukcinis plienas						
S275NH S275NLH	≤ 16	275	370	250	335	0,40
	$> 16 \leq 40$	265	370	240	335	0,40
	$> 40 \leq 65$	255	370	230	335	0,40
S355NH S355NLH	≤ 16	355	470	320	425	0,43
	$> 16 \leq 40$	345	470	315	425	0,45
	$> 40 \leq 65$	335	470	305	425	0,45
S460NH ¹⁾ S460NLH ¹⁾	≤ 16	460	550	420	500	–
	$> 16 \leq 40$	440	550	400	500	–
	$> 40 \leq 65$	430	550	390	500	–

Pastabos:

¹⁾ Plienui S460 didžiausios reikšmės plieno išpilstymo metu yra:

$V+Nb+Ti \leq 0,22 \%$ ir $Mo+Cr \leq 0,30 \%$.

²⁾ Storiui nuo 3 mm.

Skaičiuotinių stiprių reikšmės apskaičiuotos pagal Reglamento 6.3 lentelės formules, suapvalinus gautas reikšmes iki 5 MPa.

1 MPa = 1 N/mm².

3.5 lentelė

Šaltai formuotų suvirintinių tuščiavidurių statybinių profiliuotųjų, kai storis mažesnis arba lygus 40 mm¹⁾, plieno stipruminės charakteristikos pagal LST EN 10219-1 [7.36]

Plienai	Nominalusis storis ³⁾ , mm	Charakteristinė takumo riba f_y , MPa	Charakteristinė stiprumo riba ¹⁾ f_u , MPa	Skaičiuotinė takumo riba $f_{y,d}$, MPa	Skaičiuotinė stiprumo riba $f_{u,d}$, MPa	Didžiausia CEV, %
nelegiruotas konstrukcinis plienas						
S235JRH	≤ 16	235	340	215	310	0,37
	$> 16 \leq 40$	225	340	205	310	0,39
S275J0H S275J2H	≤ 16	275	410	250	370	0,41
	$> 16 \leq 40$	265	410	240	370	0,43
S355J0H S355J2H	≤ 16	355	490	320	445	0,41
	$> 16 \leq 40$	345	490	315	445	0,47
smulkiagrūdis konstrukcinis plienas						
S275NH ²⁾ S275NLH	≤ 16	275	360	250	325	0,40
	$> 16 \leq 40$	265	360	240	325	
S275MH ²⁾ S275MLH	≤ 16	275	370	250	335	0,34
	$> 16 \leq 40$	265	370	240	335	
S355NH S355NLH	≤ 16	355	470	320	425	0,43
	$> 16 \leq 40$	345	470	315	425	
S355MH S355MLH	≤ 16	355	450	320	410	0,39
	$> 16 \leq 40$	345	450	315	410	
S420MH S420MLH	≤ 16	420	500	380	455	0,43
	$> 16 \leq 40$	400	500	365	455	
S460NH/M H ⁴⁾ S460NLH/ MLH ⁴⁾	≤ 16	460	550	420	500	–
	$> 16 \leq 40$	440	550			–
				400	500	

Pastabos:

¹⁾ Tik apvalių vamzdžių sienelės storis galimas didesnis nei 24 mm.

²⁾ Žaliavos tiekimo sąlygos:

N – normalizuotoji / normalizuotoji valcuotoji, N ir NL kokybės plienams;

M – termomechaniskai valcuota, M ir ML kokybės plienams

³⁾ Storiui nuo 3 mm.

⁴⁾ Plienui S460 didžiausios reikšmės plieno išpilstymo metu yra:

$V+Nb+Ti \leq 0,22 \%$ ir $Mo+Cr \leq 0,30 \%$.

Skaičiuotinių stiprių reikšmės apskaičiuotos pagal Reglamento 6.3 lentelės formules, suapvalinus gautas reikšmes iki 5 MPa.

1 MPa = 1 N/mm².

3.6 lentelė

Nelegiruotojo konstrukcinio plieno cheminė sudėtis pagal LST EN 10025-2 [7.29]

Plienai pagal LST EN 10027-1	C %, nominaliam gaminiui storiui			Mn %	Si %	P %	S %	N %	CEV %
	≤ 16	$>16 \leq 40$	$>40^{1)}$						
S235JR	$\leq 0,17$	$\leq 0,17$	$\leq 0,20$	$\leq 1,40$	–	$\leq 0,035$	$\leq 0,035$	$\leq 0,012$	0,35 – 0,40
S235J0			$\leq 0,17$			$\leq 0,030$	$\leq 0,030$	$\leq 0,012$	

S235J2			≤ 0,17			≤ 0,025	≤ 0,025	–	
S275JR	≤ 0,21	≤ 0,21	≤ 0,22	≤ 1,50	–	≤ 0,035	≤ 0,035	≤ 0,012	0,40 – 0,44
S275J0	≤ 0,18	≤ 0,18	≤ 0,18			≤ 0,030	≤ 0,030	≤ 0,012	
S275J2	≤ 0,18	≤ 0,18	≤ 0,18			≤ 0,025	≤ 0,025	–	
S355JR	≤ 0,24	≤ 0,24	≤ 0,24	≤ 1,60	≤ 0,55	≤ 0,035	≤ 0,035	≤ 0,012	0,45 – 0,49
S355J0	≤ 0,20	≤ 0,20	≤ 0,20			≤ 0,030	≤ 0,030		
S355J2						≤ 0,025	≤ 0,025	–	
S355K2						≤ 0,025	≤ 0,025	–	
S450J0 ²⁾	≤ 0,20	≤ 0,20	≤ 0,22	≤ 1,70	≤ 0,55	≤ 0,030	≤ 0,040	≤ 0,025	0,45 – 0,49
Pastabos:									
¹⁾ Profiliams, kurių nominalusis storis > 100 mm, anglies kiekis gali būti kitoks nei nurodyta.									
²⁾ Tik ilgiesiems valcuotiesiems iki 150 mm storio gaminiams.									
Ilgiesiems gaminiams iš plieno S355, kurių storis >150 ≤ 250 mm, didžiausias CEV 0,54.									

3.7 lentelė

Normalizuoto/apdirbtos normalizaciniu valcavimu suvirinamojo smulkiagrūdžio ir termomechanškai valcuoto suvirinamojo smulkiagrūdžio konstrukcinio plienų cheminė sudėtis

Standartas ir plienai	C %	Si %	Mn %	P %	S %	V %	Ni %	N %	Cr %	Cu %
LST EN 10025-3	Normalizuotas/apdirbtas normalizaciniu valcavimu suvirinamasis smulkiagrūdis konstrukcinis plienas									
S275N	≤0,18	≤0,40	0,50 – 1,50	≤0,030	≤0,025	≤0,05	≤0,30	≤0,015	≤0,30	≤0,55
S275NL	≤0,16			≤0,025	≤0,020					
S355N	≤0,20	≤0,50	0,90 – 1,65	≤0,030	≤0,025	≤0,12	≤0,50	≤0,015	≤0,30	≤0,55
S355NL	≤0,18			≤0,025	≤0,020					
S420N	≤0,20	≤0,60	1,00 – 1,70	≤0,030	≤0,025	≤0,20	≤0,80	≤0,025	≤0,30	≤0,55
S420NL				≤0,025	≤0,020					
S460N	≤0,20	≤0,60	1,00 – 1,70	≤0,030	≤0,025	≤0,20	≤0,80	≤0,025	≤0,30	≤0,55
S460NL				≤0,025	≤0,020					
LST EN 10025-4	Termomechaniskai valcuotas suvirinamasis smulkiagrūdis konstrukcinis plienas									
S275M	≤0,13 ¹⁾	≤0,50	≤1,50	≤0,030	≤0,025	≤0,08	≤0,10	≤0,015	≤0,30	≤0,55
S275ML				≤0,025	≤0,020					
S355M	≤0,14 ¹⁾	≤0,50	≤1,50	≤0,030	≤0,025	≤0,10	≤0,10	≤0,015	≤0,30	≤0,55
S355ML				≤0,025	≤0,020					
S420M	≤0,16 ²⁾	≤0,50	≤1,50	≤0,030	≤0,025	≤0,12	≤0,20	≤0,025	≤0,30	≤0,55
S420ML				≤0,025	≤0,020					
S460M	≤0,16 ²⁾	≤0,50	≤1,50	≤0,030	≤0,025	≤0,12	≤0,20	≤0,025	≤0,30	≤0,55
S460ML				≤0,025	≤0,020					
Pastabos:										
Ilgiesiems gaminiams P ir S gali būti 0,005 % didesnis.										
Plienų sudėtyje turi būti: Al ≥ 0,020 %, Nb ≤ 0,05 % Ti ≤ 0,05 %.										
¹⁾ Ilgiesiems gaminiams iš plieno S275 didžiausias C kiekis gali siekti 0,15 %, gaminiams iš plieno S355 didžiausias C kiekis gali siekti 0,16 %.										
²⁾ Ilgiesiems gaminiams iš plieno S420 ir S460 didžiausias C kiekis gali siekti 0,18 %.										

3.8 lentelė

Pagerinto atsparumo atmosferinei korozijai konstrukcinio plieno cheminė sudėtis pagal LST EN 10025-5 [7.32]

Plienai	Išoksidinimo būdas	C %	Si %	Mn %	P %	S %	N %	Cr %	Cu %
S235J0W	FN	≤ 0,13	≤ 0,40	0,20 – 0,60	≤ 0,035	≤ 0,035	≤ 0,009	0,40 – 0,80	0,25 – 0,55
S235J2W ¹⁾	FF					≤ 0,030	–		

S355J0W	FN	≤ 0,16	≤ 0,50	0,50 – 1,50	≤0,03 5	≤0,035	≤0,009	0,40 – 0,80	0,25– 0,55
S355J2W ¹⁾	FF				≤0,03 0	≤0,030	–		
S355K2W ¹⁾²⁾	FF				≤0,03 0	≤0,030	–		
Pastabos: ¹⁾ Plienų sudėtyje turi būti mažiausiai vienas iš elementų: Al ≥ 0,020 %, Nb 0,015– 0,020 %, V: 0,02 – 0,12%, Ti: 0,02– 0,10 %. Jei yra keletas išvardytų elementų, turi būti nurodytas bent vieno iš jų kiekis. ²⁾ Plieno sudėtyje turi būti iki 0,65 % Mo ir iki 0,16 % Zr. Plienų sudėtyje turi būti iki 0,65 % Ni.									

3.9 lentelė

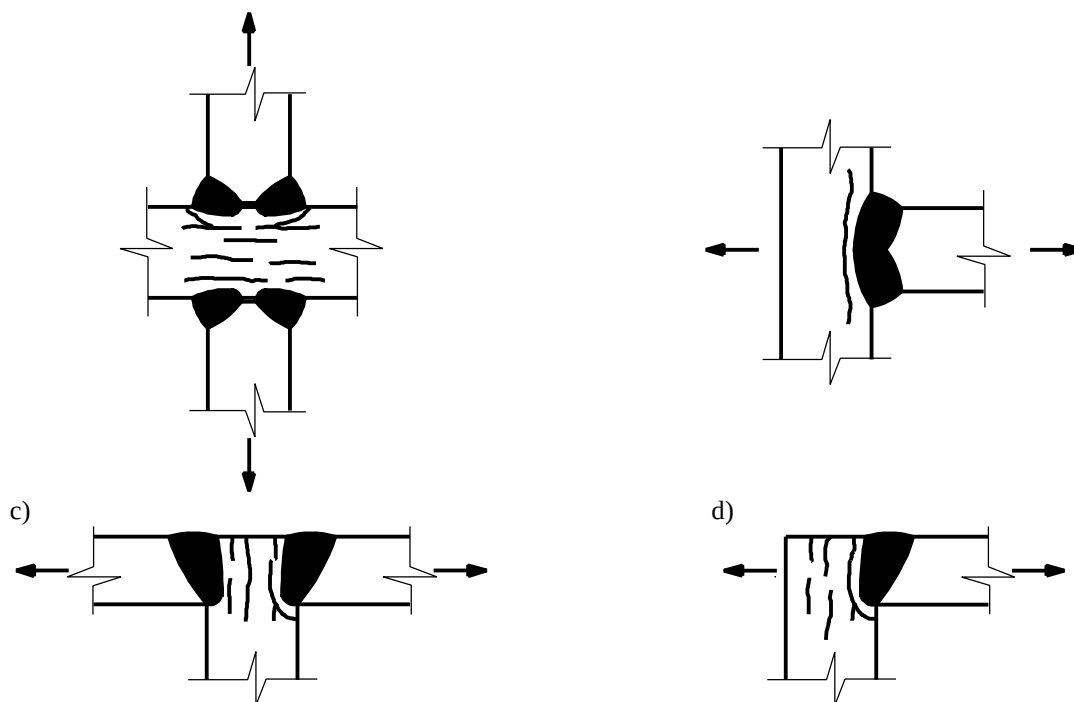
Šaltai formuotų suvirintinių tuščiavidurių statybinių profiliuotųjų, kurių storis mažesnis arba lygus 40 mm¹⁾, plieno cheminė sudėtis pagal LST EN 10219-1 [7.36]

Plienas	C %	Si %	Mn %	P %	S %	V %	Ni %	N %	Mo %	Cu %
Normalizuotas/apdirbtas normalizaciniu valcavimu N ir NL kokybės plienas										
S275NH ²⁾	≤0,20	≤0,40	0,50 – 1,40	≤0,035	≤0,030	≤0,05	≤0,30	≤0,015	≤0,10	≤0,35
S275NLH ²⁾				≤0,030	≤0,025					
S355NH ²⁾	≤0,20	≤0,50	0,90 – 1,65	≤0,035	≤0,030	≤0,12	≤0,50	≤0,015	≤0,10	≤0,35
S355NLH ²⁾	≤0,18			≤0,030	≤0,025					
S460NH ²⁾	≤0,20	≤0,60	1,00 – 1,70	≤0,035	≤0,030	≤0,20	≤0,80	≤0,025	≤0,10	≤0,70
S460NLH ²⁾				≤0,030	≤0,025					
Termomechanškai M ir ML kokybės valcuotas plienas										
S275MH ³⁾	≤0,13	≤0,50	≤1,50	≤0,035	≤0,030	≤0,08	≤0,30	≤0,020	≤0,20	4)
S275MLH ³⁾				≤0,030	≤0,025					
S355MH ³⁾	≤0,14	≤0,50	≤1,50	≤0,035	≤0,030	≤0,10	≤0,30	≤0,020	≤0,20	4)
S355MLH ³⁾				≤0,030	≤0,025					
S420MH ³⁾	≤0,16	≤0,50	≤1,70	≤0,035	≤0,030	≤0,12	≤0,30	≤0,020	≤0,20	4)
S420MLH ³⁾				≤0,030	≤0,025					
S460MH ³⁾	≤0,16	≤0,50	≤1,70	≤0,035	≤0,030	≤0,12	≤0,30	≤0,025	≤0,20	4)
S460MLH ³⁾				≤0,030	≤0,025					
Pastabos: 1) Tik apvaliųjų vamzdžių sienelės storis galimas didesnis nei 24 mm. 2) Didžiausias Ti kiekis 0,03 %. 3) Didžiausias Ti kiekis 0,05 %. 4) Bendras Cr, Cu ir Mo kiekis neturi viršyti 0,60 %.										
Plienų sudėtyje turi būti: Al ≥ 0,020 %, tačiau jei yra pakankamas jungiančių elementų N, tai mažiausias Al kiekis nenaudojamas. Didžiausias Nb kiekis pliene 0,050 %.										

52. Suvirintinės tėjinės ir kampinės jungtys dėl suvirinimo metu veikiančių įtempių ir temperatūrinių deformacijų ties virintinėmis siūlėmis turi polinkį pleišėti. Plyšiai atsiranda pagrindiniame metale ties virintinėmis siūlėmis (žr. 3.3 pav.). Jie gali atsirasti lakšto paviršiuje terminio poveikio srityje arba ties sulydymo linija. Plyšiai, susiformavę ilgame ruože išilgai virintinių siūlių, turi didelės įtakos jungties atspario sumažėjimui. Siekiant išvengti tokio pobūdžio jungčių supleišėjimo, šio tipo rėminių mazgų jungčių lakštams reikia naudoti plieno lakštus su pagerintomis deformacijos statmenai gaminio paviršiui savybėmis pagal LST EN 10164.

a)

b)



3.3 pav. Plyšiai pagrindiniame metale ties virintinėmis siūlėmis

53. Standarte LST EN 10164 apibrėžtos trys plieno kokybės klasės Z15, Z25 ir Z35, nusakančios procentinį ploto sumažėjimą (tempiant statmenai) gaminio paviršiui pagal trijų bandinių vidutinę reikšmę (žr. 3.10 lentelę). Plokštiesiems gaminiams – lakštams, plokštėms ir juostoms ploto sumažėjimas taikomas visam gaminiui, o valcuotiesiems profiliams – lentynai arba sienutei priklausomai nuo bandinio ėmimo vietos. Pagerintos deformacijos statmenai gaminio paviršiui savybės gali būti „pasirinkimu“ numatytos plienams pagal LST EN 10025-2 [7.29], LST EN 10025-3 [7.30] ir LST EN 10025-4 [7.31]. Susitarus su gamintoju, valcuotieji gaminiai pagal LST EN 10025-2 [7.29] ir LST EN 10025-5 [7.32] gali atitikti geresnio deformuojamumo statmena paviršiui kryptimi pagal LST EN 10164 reikalavimus.

3.10 lentelė

Rekomenduojamos plieno kokybės klasės pagal LST EN 10164 [7.34]

Z_{Ed} pagal EC3	Kokybės klasė Z_{Rd}	Ploto sumažėjimas tempiant statmenai gaminio paviršiui, %
$Z_{Ed} \leq 10$	–	–
$10 < Z_{Ed} \leq 20$	Z15	(mažiausiai) 15
$20 < Z_{Ed} \leq 30$	Z25	(mažiausiai) 25
$Z_{Ed} > 30$	Z35	(mažiausiai) 35

čia:
 Z_{Ed} – skaičiuotinė Z reikšmė apskaičiuota pagal suvaržytas deformacijas plienui susitraukiant ties virintine siūle.
 Z_{Rd} – atspario Z reikšmė pagal LST EN 10164.

54. Plienų su pagerintomis deformacijos statmenai gaminio paviršiui savybėmis žymėjimą sudaro: naudojamo plieno standarto numeris; valcuotųjų gaminių su pagerintomis deformacijos statmenai gaminio paviršiui savybėmis standarto numeris (LST EN 10164) ir kokybės klasės žymuo.

55. Suvirintinių jungčių lakšto sluoksninio pleišėjimo galimybė, kai procentinis ploto sumažėjimas tempiant statmenai gaminio paviršiui:

- <10 % lakšte sluoksninis pleišėjimas gali vykti veikiant nedideliems tempimo įtempimams lakšto storio kryptimi;
 - <15 % sluoksninis pleišėjimas galimas, veikiant vidutinio dydžio įtempimams lakšto storio kryptimi;
 - <20 % galimas veikiant dideliems įtempimams lakšto storio kryptimi;
 - >20 % sluoksninis pleišėjimas galimas retai.
- Lakšto sluoksninis pleišėjimas galimas ir suvirinant standžius arba standžiai įtvirtintus elementus.

IV SKIRSNIS. PLIENŲ SUVIRINAMUMAS

56. Projektuojant suvirintąsias konstrukcijas, svarbu įvertinti naudojamų plienų suvirinimo galimybes ir galimą defektų atsiradimą virintinėje siūlėje ir siūlės srityje. Nors visi plienai gali būti suvirinami, tačiau vieni plienai suvirinami gerai, o kiti, netaikant įvairių suvirinimo technologijų, – prastai. Plienų suvirinamumas priklauso nuo daugelio veiksnių – plieno cheminės sudėties, legiruojančiųjų priedų, jungiamųjų elementų storio ir pan.

57. Konstrukcinis plienas gali būti virinamas visais būdais. Konstrukcinių plienų JR kokybės suvirinamumas yra blogesnis už J0 J2 K2 kokybės gaminius. Išoksidinimo metodas taip pat daro įtakos plienų suvirinamumui. Ramaus stingimo plienai yra geresni už verdančiojo stingimo plienus, nes pastaruosiuose galimos segregacinės zonos.

58. Kuo stipresnis plienas, tuo didesnis jame anglies (C) ir/arba legiruojančiųjų elementų kiekis. Tai turi įtakos užgrūdintųjų struktūrų, trapių šaltųjų plyšių atsiradimui siūlės srityje. Galimas taip pat ir sluoksninis pleišėjimas pagrindiniame metale ties siūlėmis ir kristalizacinių plyšių siūlės metale atsiradimas. Anglies įtaka šiuo atveju ypač neigiama, o kitų legiruojančiųjų elementų įtaka įvertinama santykiu su anglies įtaka. Vandeniliniam (šaltajam) pleišėjimui didžiausią įtaką turi ištirpusio vandenilio kiekis siūlės metale, o trapiųjų struktūrų atsiradimui terminio poveikio zonoje (TPZ, angliškai – HAZ) – didelis pagrindinio metalo kiekis siūlėje bei įtempių koncentracijos suvirintinėje jungtyje.

59. Plienų suvirinamumas dažniausiai apibūdinamas anglies ekvivalentu, išreikštu tarptautinio suvirinimo instituto (IIW) pasiūlyta formule, kuri pateikiama daugelyje EN plienų standartų:

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}, \quad (3.1)$$

čia: C = anglies kiekis (%), Mn = mangano kiekis (%), Cr = chromo kiekis (%), Mo = molibdeno kiekis (%), V = vanadžio kiekis (%), Ni = nikelio kiekis (%), Cu = vario kiekis (%).

Jei plieno $CEV \leq 0,4$, tai plienas gali būti suvirinamas visais suvirinimo būdais nenaudojant suvirinamųjų elementų pakaitinimo, išskyrus atvejus, kai suvirinami stori lakštai. Pakaitinimas gali būti naudojamas drėgmės pašalinimui.

Plieno, kurio anglies ekvivalentas $0,41 \leq CEV \leq 0,45$, suvirinamumas yra geras, tačiau prieš suvirinimą virinamuosius elementus rekomenduojama pakaitinti ir naudoti suvirinimo medžiagas su mažu vandenilio kiekiu.

Kai anglies ekvivalentas $0,46 \leq CEV \leq 0,52$, plieno suvirinamumas yra patenkinamas. Prieš suvirinimą toks plienas turi būti pakaitinamas, naudojamos suvirinimo medžiagos su mažu vandenilio kiekiu, atliekamas pakaitinimas (temperatūros kontrolė) tarp ėjimų. Kartais gali reikėti suvirintines jungtis termiškai apdirbti.

Esant $CEV > 0,52$, plieno suvirinamumas yra blogas, plienai jungties siūlės srityje gali pleišėti, todėl būtinos šios technologinės priemonės: pakaitinimas prieš suvirinimą, naudojamos suvirinimo medžiagos su mažu vandenilio kiekiu, pakaitinimas (temperatūros kontrolė) tarp ėjimų, terminis jungčių apdirbimas po suvirinimo.

60. Suvirintinių jungčių pleišėjimo prevencijos rekomendacijos pateiktos LST EN 1011-2+A1.

V SKIRSNIS. SUVIRINTINIŲ JUNGČIŲ MEDŽIAGOS

61. Gaminant ir montuojant plienines konstrukcijas, dažnai yra naudojamas lankinis suvirinimas. Atsižvelgiant į gamybos montavimo, konstrukcinius elementų ar mazgų ypatumus, suvirinimas gali būti atliekamas automatinio, pusiau automatinio ar rankiniu būdu.

62. Glaistytųjų elektrodų rankiniam lankiniam nelegiruotųjų ir smulkiagrūdžių plienų suvirinimui LST EN 499 [7.7] žymėjimo pavyzdys ir charakteristikos:

EN 499 – E¹⁾ 46²⁾ 4³⁾ 1Ni⁴⁾ B⁵⁾ 2⁶⁾ 3⁷⁾ H10⁸⁾;

Privalomoji dalis: **EN 499 – E 46 4 1Ni B,**

čia EN 499 – standarto žymuo.

1) Glaistytasis elektrodas/ rankinis lankinis suvirinimas

3)

Siūlės metalo smūginis tūsumas	
Simbolis	Temperatūra °C, kurioje smūginio lenkimo energija 47J
Z	Nereikalaujama
A	+20
0	0
2	-20
3	-30
4	-40
5	-50
6	-60

2)

Siūlės metalo stipriai ir santykinis pailgėjimas			
Simbolis	Minimali takumo riba ¹⁾ , MPa	Minimali stiprumo riba, MPa	Santykinis pailgėjimas ²⁾ , %
35	355	440	≥22
38	380	470	≥20
42	420	500	≥20
46	460	530	≥20
50	500	560	≥18

Pastabos:
¹⁾ Apatinė takumo riba (R_{eL}) arba sąlyginė takumo riba ($R_{p0,2}$).
²⁾ Pradinis skaičiuojamasis ilgis $L_0=5d$.

4)

Siūlės metalo cheminė sudėtis			
Lydinio simbolis	Cheminė sudėtis ¹⁾ , %		
	Mn	Mo	Ni
Nėra	≤2,0	–	–
Mo	≤1,4	0,3– 0,6	–
MnMo	>1,4– 2,0	0,3– 0,6	–
1Ni	≤1,4	–	0,6– 1,2
2Ni	≤1,4	–	1,8– 2,6
3Ni	≤1,4	–	>2,6– 3,8
Mn1Ni	>1,4– 2,0	–	0,6– 1,2
1NiMo	≤1,4	0,3– 0,6	0,6– 1,2

Pastaba:
¹⁾ Jei sudėtis nenurodyta, tuomet: Mo<0,2; Ni<0,3; Cr<0,2; V<0,05; Nb<0,05; Cu<0,3.

5)

Elektrodų glaisto tipai	
Simbolis	Glaisto tipas
A	Rūgštusis
C	Celiuliozinis
R	Rutilo
RR	Storasis rutilo
RC	Rutilo celiuliozinis
RA	Rutilo rūgštusis
RB	Rutilo bazinis
B	Bazinis

6)

Siūlės metalo prilydymo koeficientai ir srovės rūšys		
1	≤ 105	AC+DC
2	≤ 105	DC
3	$> 105 \leq 125$	AC+DC
4	$> 105 \leq 125$	DC
5	$> 125 \leq 160$	AC+DC
6	$> 125 \leq 160$	DC
7	> 160	AC+DC
8	> 160	DC

Pastabos:

1. Kad būtų priimtina virinti AC, bandymai turi būti atliekami su tuščios eigos įtampa, ne aukštesne kaip 65 V.

2. AC – kintamoji srovė; DC – nuolatinė srovė.

7)

Suvirinimo padėtys	
Simbolis	Suvirinimo erdvinė padėtis
1	Visos padėtys
2	Visos, išskyrus vertikalią žemyn
3	Žemutinė sandūrinė siūlė, žemutinė kampinė siūlė, horizontali kampinė siūlė
4	Žemutinė sandūrinė siūlė, žemutinė kampinė siūlė
5	Vertikali žemyn ir padėtys pagal 3 simbolį

8)

Vandenilio kiekis siūlės metalo	
Simbolis	Vandenilio kiekis ml/100g siūlės metalo
H5	≤ 5
H10	≤ 10
H15	≤ 15

Glaistas turi didelę įtaką virintinės siūlės metalo stipruminėms mechaninėms savybėms ir suvirinimui įvairiose padėtyse. Glaistai paprastai susideda iš šių medžiagų: šlakus sudarančių, išoksiduojančių, sudarančių dujinę apsaugą, jonizuojančiųjų, legiruojančiųjų bei rišamųjų. Glaistytųjų elektrodų pagal LST EN 499 [7.7] glaistų charakteristikos pateiktos 3.11 lentelėje.

3.11 lentelė

Glaistytųjų elektrodų glaisto charakteristikos

Simbolis	Glaisto tipas	Charakteristika
A	Rūgštusis	Glaiste yra didelis geležies oksido ir išoksiduojančiųjų medžiagų kiekis. Glaistas leidžia pernešti išlydytą metalą smulkiais lašeliais ir suformuoti plokščias ir glotnias virintines siūles. Naudojant elektrodus su šiuo glaistu, virinti galima ne visose padėtyse. Rūgštusis glaistas turi didesnės įtakos kristalizacinių plyšių susidarymui negu kitokio tipo glaistai.
C	Celiuliozinis	Glaiste yra daug degių organinių medžiagų, ypač celiuliozės. Elektrodai su šiuo glaistu ypač tinka vertikaliųjų siūlių suvirinimui žemyn.
R	Rutilo	Glaistas leidžia pernešti išlydytą metalą stambiais lašais. Elektrodai su šiuo glaistu tinkami suvirinti lakštinį metalą. Suvirinimo kryptys visos, išskyrus vertikaliai žemyn.
RR	Storasis rutilo	Glaisto ir elektrodo skersmenų santykis $\geq 1,6$. Glaiste didelis rutilo kiekis. Naudojant elektrodus su šiuo glaistu, gaunamos smulkiai žvynuotos virintinės siūlės.
RC	Rutilo celiuliozinis	Glaisto sudėtis labai panaši į rutilo, tik su daug didesniu celiuliozės kiekiu. Elektrodai su šiuo glaistu tinkami virinti vertikaliai žemyn.
RA	Rutilo rūgštusis	Mišraus tipo glaistas labiau panašesnis į rūgštųjį, bet didesnis kiekis geležies oksido kiekis pakeistas rutilu. Elektrodai su storu glaistu ypač tinka suvirinimui visose padėtyse, išskyrus vertikalią žemyn.
RB	Rutilo bazinis	Glaiste didelis rutilo ir bazinių komponentų kiekis. Geros virintinių siūlių, suvirintų naudojant elektrodus su storu glaistu, mechaninės savybės. Tinka suvirinimui vertikaliai žemyn.
B	Bazinis	Glaiste yra didelis šarminių metalų karbonatų, tačiau nedidelis vandenilio kiekis. Elektrodai su šiuo glaistu tinkami virinti visose padėtyse, išskyrus vertikalią žemyn. Virintinės siūlės, suvirintos elektrodais su baziniu glaistu, gaunamos didesnio metalurginio metalo švarumo aukštesnio smūginio tūsumo, jos atsparesnės plyšių (kristalizacinių ir šaltųjų) susidarymui. Elektrodai su specialios sudėties baziniu glaistu. Tinka suvirinimui vertikaliai žemyn.

63. Glaistytieji elektrodai pagal LST EN 757 [7.9] skirti atspariems plienams, kurių mažiausia takumo riba didesnė kaip 500 MPa (N/mm²), suvirinti rankiniu lankiniu būdu. Elektrodų pagal LST EN 757 [7.9] žymėjimo pavyzdys ir charakteristikos:

EN 757 – E¹⁾ 55²⁾ 4³⁾ 1NiMo⁴⁾ B⁵⁾ 2⁶⁾ 3⁷⁾ H5⁸⁾;

Privalomoji dalis: **EN 757 – E 55 4 1NiMo B arba E 55 4 Mn1Ni B T,**

čia: EN 757 – standarto žymuo,

T – rodo, kad siūlės metalo stiprumas, santykinis pailgėjimas bei smūginis tūsumas nustatyti atlikus įtempimus mažinantį apdorojimą.

1) Glaistytasis elektrodas/rankinis lankinis suvirinimas

3)

Siūlės metalo smūginis tūsumas	
Simbolis	Temperatūra °C, kurioje smūginio lenkimo energija 47J
Z	Nereikalaujama
A	+20
0	0
2	-20
3	-30
4	-40
5	-50
6	-60
7	-70
8	-80

2)

Siūlės metalo stipriai ir santykinis pailgėjimas			
Simbolis	Minimali takumo riba ¹⁾ , MPa	Minimali stiprumo riba, MPa	Santykinis pailgėjimas ²⁾ , %
55	550	610	≥18
62	620	690	≥18
69	690	760	≥17
79	790	880	≥16
89	890	980	≥15

Pastabos:
¹⁾ Apatinė takumo riba (R_{eL}) arba sąlyginė takumo riba ($R_{p0,2}$).
²⁾ Pradinis skaičiuojamasis ilgis $L_0=5d$.

4)

Siūlės metalo cheminė sudėtis				
Lydinio simbolis	Cheminė sudėtis ¹⁾ % (m/m)			
	Mn	Ni	Cr	Mo
MnMo	1,4–	–	–	0,3–
MnNi	2,0	0,6–	–	0,6
1NiMo	1,4–	1,2	–	–
1,5NiMo	2,0	0,6–	–	0,3–
2NiMo	≤1,4	1,2	–	0,6
Mn1NiMo	≤1,4	1,2–	–	0,3–
Mn2NiMo	≤1,4	1,8	–	0,6
Mn2NiCrMo	1,4–	1,8–	0,3–	0,3–
Mn2Ni1CrMo	2,0	2,6	0,6	0,6
	1,4–	0,6–	0,6–	0,3–
	2,0	1,2	1,0	0,6
	1,4–	1,8–		0,3–
	2,0	2,6		0,6
	1,4–	1,8–		0,3–
	2,0	2,6		0,6
		1,8–		0,3–
		2,6		0,6

Pastaba: jei sudėtis nenurodyta, tuomet: C (0,03–0,1); Ni<0,3; Cr<0,2; Mo<0,2; V<0,05; Nb<0,05; Cu<0,3; P<0,025; S<0,02.

5)

Elektrodų glaisto tipai	
Simbolis	Glaisto tipas
A	Rūgštusis
C	Celiuliozinis
R	Rutilo
RR	Storasis rutilo
RC	Rutilo celiuliozinis
RA	Rutilo rūgštusis
RB	Rutilo bazinis
B	Bazinis

6)

Siūlės metalo prilijimo koeficientai ir srovės rūšys		
1	≤ 105	AC+DC
2	≤ 105	DC
3	$> 105 \leq 125$	AC+DC
4	$> 105 \leq 125$	DC
5	$> 125 \leq 160$	AC+DC
6	$> 125 \leq 160$	DC
7	> 160	AC+DC
8	> 160	DC
Pastabos: 1. Kad būtų priimtina virinti AC, bandymai turi būti atliekami su tuščios eigos įtampa, ne aukštesne kaip 65 V. 2. AC – kintamoji srovė; DC – nuolatinė srovė.		

7)

Suvirinimo padėtys	
Simbolis	Suvirinimo erdvinė padėtis
1	Visos padėtys.
2	Visos, išskyrus vertikaliają žemyn.
3	Žemutinė sandūrinė siūlė, žemutinė kampinė siūlė, horizontali kampinė siūlė.
4	Žemutinė sandūrinė siūlė, žemutinė kampinė siūlė.
5	Vertikali žemyn ir padėtys pagal 3 simbolį.

8)

Vandenilio kiekis siūlės metalo	
Simbolis	Vandenilio kiekis ml/100g siūlės metalo
H5	≤ 5
H10	≤ 10
H15	≤ 15

64. Elektrodinė viela pagal LST EN 440 [7.6] skirta nelegiruotųjų ir smulkiagrūdžių plienų, kurių mažiausia takumo riba iki 500 MPa (N/mm²), suvirinimui lankiniu būdu apsauginėse dujose. Apsauginės dujos lankiniam suvirinimui nurodytos LST EN 439 [7.5]. Elektrodinės vielos pagal LST EN 440 [7.6] žymėjimo pavyzdys ir charakteristikos:

EN 440 – G¹⁾ 42²⁾ 4³⁾ M⁴⁾ G2Si⁵⁾;

Privalomoji dalis: **EN 440 – G 42 4 M G2Si,**

čia: EN 440 – standarto žymuo.

1)

Elektrodinė viela/prilijdytas metalas/lankinis suvirinimas lydžiuoju elektrodu apsauginėse dujose

3)

Siūlės metalo smūginis tūsumas	
Simbolis	Temperatūra °C, kurioje smūginio lenkimo energija 47J
Z	Nereikalaujama
A	+20
0	0
2	-20
3	-30
4	-40
5	-50
6	-60

2)

Siūlės metalo stipriai ir santykinis pailgėjimas			
Simbolis	Minimali takumo riba ¹⁾ , MPa	Minimali stiprumo riba, MPa	Santykinis pailgėjimas ²⁾ , %
35	355	440	≥ 22
38	380	470	≥ 20
42	420	500	≥ 20
46	460	530	≥ 20
50	500	560	≥ 18
Pastabos: ¹⁾ Apatinė takumo riba (R_{eL}) arba sąlyginė takumo riba ($R_{p0,2}$). ²⁾ Pradinis skaičiuojamasis ilgis $L_0=5d$.			

4)

Apsauginių dujų simboliai	
Simbolis	Apsauginės dujos
M	Bandymams naudojant apsaugines dujas EN439 – M2 be helio.
C	Bandymams naudojant apsaugines dujas EN439 – C1 su anglies dvideginiu.

5)

Siūlės metalo cheminė sudėtis	
Simbolis	Cheminė sudėtis ¹⁾ % (m/m)
GO G2Si, G3Si1, G4Si1, G3Si2, G2Ti, G3Ni1, G2Ni2, G2Mo, G4Mo, G2Al	Sutartinė cheminė sudėtis žr. LST EN 440 3 lentelę

Pastaba:
¹⁾ Jei sudėtis nenurodyta, tuomet: Cr<0,15;
Cu<0,35; V<0,03. Nb<0,05; Cu<0,3; P<0,025;
S<0,02. Liekamasis vario kiekis, įskaitant padengimą ≤ 0,35.

65. Elektrodinė ir pridėtinė viela, strypeliai pagal LST EN 12534 [7.38] skirti aukšto stiprumo plienų, kurių mažiausia takumo riba didesnė kaip 500 MPa (N/mm²), suvirinimui lankiniu būdu apsauginėse dujose. Apsauginės dujos lankiniam suvirinimui nurodytos LST EN 439.

Elektrodinės vielos pagal LST EN 12534 [7.38] žymėjimo pavyzdys ir charakteristikos:

Lankiniam suvirinimui elektrodu apsauginėse dujose:

Elektrodinė viela EN 12534 – G¹⁾ 62²⁾ 6³⁾ M⁴⁾ G2Si⁵⁾;

Lankiniam suvirinimui volframo elektrodu inertinėse dujose (TIG):

Strypas EN 12534 – W¹⁾ 55²⁾ 6³⁾ Mn4NiMo⁵⁾ T⁶⁾,

čia: EN 12534 – standarto žymuo.

1)

Elektrodinė viela/prilydytas metalas/lankinis suvirinimas apsauginėse dujose.

Simbolis G – lankiniam suvirinimui lydžiuoju elektrodu apsauginėse dujose.

W – lankiniam suvirinimui volframo elektrodu inertinėse dujose.

2)

Siūlės metalo stipriai ir santykinis pailgėjimas

Simbolis	Minimali takumo riba ¹⁾ , MPa	Minimali stiprumo riba, Mpa	Santykinis pailgėjimas ²⁾ , %
55	550	640	≥18
62	620	700	≥18
69	690	770	≥17
79	790	880	≥16
89	890	940	≥15

Pastabos:

¹⁾ Apatinė takumo riba (R_{eL}) arba sąlyginė takumo riba ($R_{p0,2}$).

²⁾ Pradinis skaičiuojamasis ilgis $L_0=5d$.

3)

Siūlės metalo smūginis tūšumas

Simbolis	Temperatūra °C, kurioje smūginio lenkimo energija 47J
Z	Nereikalaujama
A	+20
0	0
2	-20
3	-30
4	-40
5	-50
6	-60

4)

Apsauginių dujų simboliai

Simbolis	Apsauginės dujos ¹⁾
M	Bandymams naudojant apsaugines dujas EN439 – M2 be helio.
C	Bandymams naudojant apsaugines dujas EN439 – C1 su anglies dvideginiu.

Pastaba.

¹⁾ Apsauginių dujų simboliai nenurodomi TIG suvirinimui, jei naudojamos argono EN 439 – I1 dujos.

5)	Siūlės metalo cheminė sudėtis	
	Simbolis	Cheminė sudėtis ¹⁾ % (m/m)
	Z	Sutartinė cheminė sudėtis
	Mn3NiCrMo, Mn3Ni1CrMo, Mn3Ni1Mo, Mn3Ni1,5Mo, Mn3Ni1Cu, Mn3Ni1MoCu, Mn3Ni2,5CrMo, Mn4Ni1Mo, Mn4Ni2Mo, Mn4Ni1,5CrMo, Mn4Ni2CrMo, Mn4Ni2,5CrMo	žr. LST EN 12534 3 lentelę
	Pastaba. ¹⁾ Jei sudėtis nenurodyta, tuomet: Ti<0,10; Zr<0,10; Al<0,12. Nb<0,05; V<0,03. Liekamasis vario kiekis, įskaitant padengimą, negali viršyti bendrojo vario kiekio.	

6)	T – siūlės metalo stiprumas, santykinis pailgėjimas bei smūginis tūsumas nustatyti atlikus įtempimus mažinantį apdorojimą.
----	--

66. Elektrodinė arba savisaugė viela pagal LST EN 758 [7.10], skirta nelegiruotųjų ir smulkiagrūdžių plienų, kurių mažiausia takumo riba iki 500 MPa (N/mm²), suvirinimui lankiniu būdu apsauginėse dujose arba be jų. Apsauginės dujos lankiniam suvirinimui nurodytos LST EN 439 [7.5].

Elektrodoinės vielos pagal LST EN 758 [7.10] žymėjimo pavyzdys ir charakteristikos:

EN 758 – T¹⁾ 46²⁾ 4³⁾ 1Ni⁴⁾ B⁵⁾ M⁶⁾ 4⁷⁾ H5⁸⁾;

Privalomoji dalis: **EN 758 – T 46 4 1Ni B M,**

čia: EN 758 – standarto žymuo.

1)	Elektrodinė ar savisaugė viela/lankinis suvirinimas
----	---

3)	Siūlės metalo smūginis tūsumas	
	Simbolis	Temperatūra °C, kurioje smūginio lenkimo energija 47J
	Z	Nereikalaujama
	A	+20
	0	0
	2	-20
	3	-30
	4	-40
	5	-50
	6	-60

2)	Siūlės metalo stipriai ir santykinis pailgėjimas			
	Simbolis	Minimali takumo riba ¹⁾ , MPa	Minimali stiprumo riba, MPa	Santykinis pailgėjimas ²⁾ , %
	35	355	440	≥22
	38	380	470	≥20
	42	420	500	≥20
	46	460	530	≥20
	50	500	560	≥18
	Vieno ėjimo technologijai			
	3T	355	470	–
	4T	420	520	–
	5T	500	600	–
	Pastabos: ¹⁾ Apatinė takumo riba (R_{eL}) arba sąlyginė takumo riba ($R_{p0,2}$). ²⁾ Pradinis skaičiuojamasis ilgis $L_0=5d$.			

4)

Siūlės metalo cheminė sudėtis			
Lydinio simbolis	Cheminė sudėtis ¹⁾ % (m/m)		
	Mn	Mo	Ni
Nėra simbolio	≤2,0	–	–
Mo	≤1,4	0,3– 0,6	–
MnMo	1,4– 2,0	–	0,6– 1,2
1Ni	≤1,4	–	1,2– 1,8
1,5Ni	≤1,6	–	1,8– 2,6
3Ni	≤1,4	–	2,6– 3,8
Mn1Ni	1,4– 2,0	–	0,6– 1,2
1NiMo	≤1,4	0,3– 0,6	0,6– 1,2
Z	Pagal susitarimą		
Pastaba.			
¹⁾ Jei sudėtis nenurodyta, tuomet: Mo<0,2; Ni<0,3; Cr<0,2; V<0,05; Nb<0,05; Cu<0,3.			

6)

Apsauginių dujų simboliai	
Simbolis	Apsauginės dujos
M	Bandymams naudojant apsaugines dujas EN439 – M2 be helio.
C	Bandymams naudojant apsaugines dujas EN439 – C1, anglies dvideginis.
N	Savisaugiai vielai be apsauginių dujų.

7)

Suvirinimo padėtys	
Simbolis	Suvirinimo erdvinė padėtis
1	Visos padėtys.
2	Visos, išskyrus vertikaliają žemyn.
3	Žemutinė sandūrinė siūlė, žemutinė kampinė siūlė, horizontali kampinė siūlė.
4	Žemutinė sandūrinė siūlė, žemutinė kampinė siūlė.
5	Vertikali žemyn ir padėtys pagal 3 simbolį.

5)

Elektrodų glaisto tipai			
Simbolis	Glaisto tipas	Ėjimai ¹⁾	Apsauginės dujos ²⁾
R	Rutilo, lėtai auštantis	S ir M	+
P	Rutilo, greitai auštantis	S ir M	+
B	Bazinis	S ir M	+
M	Metalo milteliai	S ir M	+
V	Rutilo ar bazinis/fluorido	S	–
W	bazinis/fluorido lėtai auštantis	S ir M	–
Y	bazinis/fluorido greitai auštantis	S ir M	–
Z	Kitokio tipo		
Pastabos: ¹⁾ S – vienas ėjimas; M – keletas ėjimų. ²⁾ „+“ – apsauginės dujos reikalingos „–“ – apsauginės dujos nereikalingos			

8)

Vandenilio kiekis siūlės metalo	
Simbolis	Vandenilio kiekis ml/100g siūlės metalo
H5	≤5
H10	≤10
H15	≤15

67. Elektrodinė miltelinė viela su užpildu pagal LST EN 12535 [7.39] skirta aukšto stiprumo plienų, kurių mažiausia takumo riba didesnė kaip 500 MPa (N/mm²), suvirinimui lankiniu būdu apsauginėse dujose arba be jų. Apsauginės dujos lankiniam suvirinimui nurodytos LST EN 439 [7.5].

Elektrodinės miltelinės vielos su užpildu pagal LST EN 12535 [7.39] žymėjimo pavyzdys ir charakteristikos:

EN 12535 – T¹⁾ 62²⁾ 4³⁾ Mn1,5Ni⁴⁾ B⁵⁾ M⁶⁾ 4⁷⁾ H10⁸⁾;

Privalomoji dalis: **EN 12535 – T 62 4 Mn1,5Ni B M,**

čia: EN 12535 – standarto žymuo.

- 1) Elektrodinė miltelinė viela/lankinis suvirinimas apsauginėse dujose
- 2) Siūlės metalo stipriai ir santykinis pailgėjimas
- | Simbolis | Minimali takumo riba ¹⁾ , MPa | Minimali stiprumo riba, MPa | Santykinis pailgėjimas ²⁾ , % |
|----------|--|-----------------------------|--|
| 55 | 550 | 640 | ≥18 |
| 62 | 620 | 700 | ≥18 |
| 69 | 690 | 770 | ≥17 |
| 79 | 790 | 880 | ≥16 |
| 89 | 890 | 940 | ≥15 |
- Pastabos:
¹⁾ Apatinė takumo riba (R_{eL}) arba sąlyginė takumo riba ($R_{p0,2}$).
²⁾ Pradinis skaičiuojamasis ilgis $L_0=5d$.
- 3) Siūlės metalo smūginis tūsumas
- | Simbolis | Temperatūra °C, kurioje smūginio lenkimo energija 47J |
|----------|---|
| Z | Nereikalaujama |
| A | +20 |
| 0 | 0 |
| 2 | -20 |
| 3 | -30 |
| 4 | -40 |
| 5 | -50 |
| 6 | -60 |
- 4) Siūlės metalo cheminė sudėtis
- | Lydinio simbolis | Cheminė sudėtis ¹⁾ % (m/m) | | | |
|------------------|---------------------------------------|------|------|------|
| | Mn | Ni | Cr | Mo |
| MnMo | 1,4– | – | – | 0,3– |
| Mn1Ni | 2,0 | 0,6– | – | 0,6 |
| Mn1,5Ni | 1,4– | 1,2 | – | – |
| Mn2,5Ni | 2,0 | 1,3– | – | – |
| 1NiMo | 1,1– | 1,8 | – | – |
| 1,5NiMo | 1,8 | 2,1– | – | 0,3– |
| 2NiMo | 1,1– | 3,0 | – | 0,6 |
| Mn1NiMo | 2,0 | 0,6– | – | 0,3– |
| Mn2NiMo | ≤1,4 | 1,2 | – | 0,7 |
| Mn2NiCrMo | ≤1,4 | 1,2– | 0,3– | 0,3– |
| Mn2Ni1CrMo | ≤1,4 | 1,8 | 0,6 | 0,7 |
| | 1,4– | 1,8– | 0,6– | 0,3– |
| | 2,0 | 2,6 | 1,0 | 0,7 |
| | 1,4– | 0,6– | | 0,3– |
| | 2,0 | 1,2 | | 0,7 |
| | 1,4– | 1,8– | | 0,3– |
| | 2,0 | 2,6 | | 0,6 |
| | 1,4– | 1,8– | | 0,3– |
| | 2,0 | 2,6 | | 0,6 |
| | | 1,8– | | |
| | | 2,6 | | |
- Pastaba.
¹⁾ Jei sudėtis nenurodyta, tuomet: C (0,03– 0,1); Si≤0,90; Ni<0,3; Cr<0,2; Mo<0,2; V<0,05; Nb<0,05; Cu<0,3; P<0,020; S<0,020.
- 5) Elektrodų glaisto tipai
- | Simbolis | Glaisto tipas |
|----------|---------------------------|
| R | Rutilo, lėtai auštantis |
| P | Rutilo, greitai auštantis |
| B | Bazinis |
| M | Metalo milteliai |
| Z | Kitokio tipo |
- 6) Apsauginių dujų simboliai
- | Simbolis | Apsauginės dujos |
|----------|---|
| M | Bandymams naudojant apsaugines dujas EN439 – M2 be helio |
| C | Bandymams naudojant apsaugines dujas EN439 – C1, anglies dvideginis |
- 7) Suvirinimo padėtys
- | Simbolis | Suvirinimo erdvinė padėtis |
|----------|--|
| 1 | Visos padėtys. |
| 2 | Visos, išskyrus vertikaliają žemyn. |
| 3 | Žemutinė sandūrinė siūlė, žemutinė kampinė siūlė, horizontali kampinė siūlė. |
| 4 | Žemutinė sandūrinė siūlė, žemutinė kampinė siūlė. |
| 5 | Vertikali žemyn ir padėtys pagal 3 simbolį. |
- 8) Vandenilio kiekis siūlės metalo
- | Simbolis | Vandenilio kiekis ml/100g siūlės metalo |
|----------|---|
| H5 | ≤ 5 |
| H10 | ≤ 10 |

68. Vientisa viela ir miltelinė viela pagal LST EN 756 [7.8] skirta nelegiruotųjų ir smulkiagrūdžių plienų, kurių mažiausia takumo riba iki 500 MPa (N/mm²), suvirinimui lankiniu būdu po flisu.

- | | | | |
|----|---------------------------|--|--|
| 3) | Stipriai | | |
| | Dviejų ėjimų technologija | | |
| | Simbolis | Minimali
jungiamojo
plieno takumo
riba, MPa | Minimali
virintinės
jungties stiprumo
riba, MPa |
| | 2T | 275 | 370 |
| | 3T | 355 | 470 |
| | 4T | 420 | 520 |
| | 5T | 500 | 600 |

- | 2) Siūlės metalo stipriai ir santykinis pailgėjimas | | | |
|---|---|------------------------------|--|
| Keleto ėjimų technologija | | | |
| Simbolis | Minimali takumo ri-ba ¹⁾ , MPa | Minimali stiprumo ri-ba, MPa | Santykinis pailgėjimas ²⁾ , % |
| 35 | 355 | 440 | ≥22 |
| 38 | 380 | 470 | ≥20 |
| 42 | 420 | 500 | ≥20 |
| 46 | 460 | 530 | ≥20 |
| 50 | 500 | 560 | ≥18 |
| Pastabos: | | | |
| 1) Apatinė takumo ri-ba (R_{eL}) arba sąlyginė takumo ri-ba ($R_{p0,2}$). | | | |
| 2) Pradinis skaičiuojamasis ilgis $L_0=5d$. | | | |

- | | | |
|----|--------------------------------|---|
| 4) | Siūlės metalo smūginis tūsumas | |
| | Simbolis | Temperatūra °C, kurioje smūginio lenkimo energija 47J |
| | Z | Nereikalaujama |
| | A | +20 |
| | 0 | 0 |
| | 2 | -20 |
| | 3 | -30 |
| | 4 | -40 |
| | 5 | -50 |
| | 6 | -60 |
| | 7 | -70 |
| | 8 | -80 |

- | 5) | Suvirinimo fliusai | |
|----|--------------------|---------------------|
| | Simbolis | Fliusas |
| | MS | Mangano– silikato |
| | CS | Kalcio– silikato |
| | ZS | Cirkonio– silikato |
| | RS | Rutilo– silikato |
| | AR | Aliuminio– rutilo |
| | AB | Aliuminio– bazinis |
| | AS | Aliuminio– silikato |
| | AF | Aliuminio– fluorido |
| FB | Fluorido– bazinis | |
| | Z | Kitokio tipo |

- | | | |
|----|-------------------------------|---------------------------------------|
| 6) | Siūlės metalo cheminė sudėtis | |
| | Simbolis | Cheminė sudėtis ¹⁾ % (m/m) |
| | SZ | Sutartinė cheminė sudėtis |
| | S1, S2, S3, S4 | žr. LST EN 756 5 lentelę |
| | S1Si, S2Si, | |
| | S2Si2, S3Si, | |
| | S4Si, S1Mo | |
| | S2Mo | |
| | S3Mo | |
| | S4Mo | |
| | S2Ni2 | |
| | S2Ni3 | |
| | S2Ni1Mo | |
| | S3Ni1,5 | |
| | S3Ni1Mo | |
| | S3Ni1,5Mo | |
| | S2Ni1Cu | |
| | S3Ni1Cu | |

- | 7) | <p>Siūlės metalo cheminė sudėtis</p> <table border="1"> <tr> <th>Simbolis</th><th>Cheminė sudėtis¹⁾ % (m/m)</th></tr> <tr> <td>T2</td><td rowspan="10">žr. LST EN 756 6 lentelę</td></tr> <tr> <td>T3</td></tr> <tr> <td>T2Mo</td></tr> <tr> <td>T3Mo</td></tr> <tr> <td>T2Ni</td></tr> <tr> <td>T2Ni1,5</td></tr> <tr> <td>T2Ni3</td></tr> <tr> <td>Mn1Ni</td></tr> <tr> <td>T3Ni1</td></tr> <tr> <td>T2Ni1Mo</td></tr> <tr> <td>T2Ni1Cu</td><td rowspan="2">Pagal susitarimą</td></tr> <tr> <td>TZ</td></tr> </table> <p>Pastaba.</p> <p>¹⁾ Jei sudėtis nenurodyta, tuomet: Mo≤0,2; Ni≤0,3; Cr≤0,2; V≤0,08; Nb≤0,05; C≤(0,03–0,15); Si≤0,8; S≤0,025.</p> | Simbolis | Cheminė sudėtis ¹⁾ % (m/m) | T2 | žr. LST EN 756 6 lentelę | T3 | T2Mo | T3Mo | T2Ni | T2Ni1,5 | T2Ni3 | Mn1Ni | T3Ni1 | T2Ni1Mo | T2Ni1Cu | Pagal susitarimą | TZ |
|----------|--|----------|---------------------------------------|----|--------------------------|----|------|------|------|---------|-------|-------|-------|---------|---------|------------------|----|
| Simbolis | Cheminė sudėtis ¹⁾ % (m/m) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T2 | žr. LST EN 756 6 lentelę | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T2Mo | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T3Mo | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T2Ni | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T2Ni1,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T2Ni3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mn1Ni | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T3Ni1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T2Ni1Mo | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T2Ni1Cu | Pagal susitarimą | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TZ | | | | | | | | | | | | | | | | | |

69. Pasirinktos suvirinimo medžiagos turi užtikrinti virintinių siūlių ir suvirintinių jungčių standartuose apibrėžtas mechanines savybes tiek teigiamoje, tiek ir neigiamoje temperatūroje.

70. Įvairių tipų bei veikiamų įvairių įtempių būvių suvirintinių jungčių skaičiuotiniai stipriai nustatomi pagal 3.12 lentelę.

71. Sudurtinių siūlių skaičiuotiniai stipriai, jungiant elementus iš plieno, kurio charakteristiniai stipriai skirtingi, turi būti imami tokie patys kaip sudurtinėms siūlėms, jungiančioms elementus iš plieno, kurio charakteristinis stipris mažesnis.

72. Kertinių (kampinių) virintinių (lydytinių) siūlių metalo charakteristiniai ir skaičiuotiniai stipriai pateikti 3.13 lentelėje.

3.12 lentelė

Suvirintinių jungčių skaičiuotinių stiprių nustatymas

Įtempių būvis	Sąlyginis žymuo	Suvirintinių jungčių skaičiuotinis stipris
Sandūrinės suvirintinės jungtys		
Gniuždymas, tempimas ir lenkimas suvirinant automatinio, pusiau automatinio ar rankiniu būdu ir atliekant siūlių fizikinę kontrolę	Stipris pagal takumo ribą $f_{w, y, d}$	$f_{w, y, d} = f_{y, d}$
	Stipris pagal stiprumo ribą $f_{w, u, d}$	$f_{w, u, d} = f_{u, d}$
Tempimas ir lenkimas suvirinant automatinio, pusiau automatinio ar rankiniu būdu atliekant siūlių apžiūrinimąją kontrolę	Stipris pagal takumo ribą $f_{w, y, d}$	$f_{w, y, d} = 0,85 f_{y, d}$
Šlytis	Kerpamasis stipris $f_{w, s, d}$	$f_{w, s, d} = f_{s, d}$
Suvirintinės jungtys kartinėmis (kampinėmis) siūlėmis		
Kirpimas (sąlyginis)	Stipris per siūlės metalą $f_{vw, f, d}$	$f_{vw, u}$ $f_{vw, f, d} = 0,55 \gamma_{Mw}$
	Stipris per sulydymo srities metalą $f_{vw, z, d}$	$f_{vw, z, d} = 0,45 f_u$
Pastabos: 1. Rankiniu būdu virinamoms siūlėms $f_{vw, u}$ reikšmės imamos lygios siūlės metalo charakteristinėms stiprio pagal stiprumo ribą reikšmėms, nurodytoms LST EN 499 ir LST EN 757 (žr. STR 2.05.08:2005 6.12 lentelę, ar šio priedo 3.13 lentelę). 2. Automatinio ar pusiau automatinio būdu virinamoms siūlėms $f_{vw, u}$ reikšmės nurodytos LST EN 440, LST EN 756, LST EN 758, LST EN 12534 ar LST EN 12535 (žr. Reglamento 6.13– 6.16 lenteles arba šio priedo 3.13 lentelę). 3. Virintinių siūlių metalo medžiagos patikimumo koeficiento γ_{Mw} reikšmės priimamos tokios: 1,25 – kai $f_{vw, u} \leq 560$ MPa; 1,35 – kai $f_{vw, u} \geq 610$ MPa.		

3.13 lentelė

Kertinių (kampinių) virintinių siūlių metalo charakteristiniai ir skaičiuotiniai stipriai

Standartas	Suvirinimo medžiagos žymuo	Charakteristinis kartinės (kampinės) siūlės metalo stipris pagal stiprumo ribą $f_{vw, u}$ MPa	Skačiuotinis kartinės (kampinės) siūlės kerpamasis metalo stipris $f_{vw, f, d}$ MPa
LST EN 499	Glaistytieji elektrodai rankiniam lankiniam nelegiruotųjų ir smulkiagrūdžių plienų suvirinimui		
	E 35	440	195
	E 38	470	205
	E 42	500	220
	E 46	530	235
	E 50	560	245
LST EN 757	Glaistytieji elektrodai atspariems plienams suvirinti rankiniu lankiniu būdu		

	E 55	610	250
	E 62	690	280
	E 69	760	310
	E 79	880	360
	E 89	980	400
LST EN 440	Elektrodinė viela ir siūlės metalas. Nelegiruotųjų ir smulkiagrūdžių plienų lankinis suvirinimas lydžiuoju elektrodu apsauginėse dujose		
	G 35	440	195
	G 38	470	205
	G 42	500	220
	G 46	530	235
	G 50	560	245
LST EN 12534	Aukšto stiprumo plienų lankinio suvirinimo apsauginėse dujose elektrodinės ir pridėtinės vielos, strypeliai ir prilydomasis metalas		
	G 55	640	260
	G 62	700	285
	G 69	770	315
	G 79	880	360
	G 89	940	385
LST EN 758	Nelegiruotųjų ir smulkiagrūdžių plienų lankinio suvirinimo apsauginėse dujose elektrodinės vielos arba savisaugės vielos		
	T 35	440	195
	T 38	470	205
	T 42	500	220
	T 46	530	235
	T 50	560	245
LST EN 12535	Aukšto stiprumo plienų lankinio suvirinimo apsauginėse dujose elektrodinės miltelinės vielos su užpildu		
	T 55	640	260
	T 62	700	285
	T 69	770	315
	T 79	880	360
	T 89	940	385
LST EN 756	Nelegiruotųjų ir smulkiagrūdžių plienų lankinio suvirinimo po flisu vientisos vielos, vientisos vielos– fliso ir miltelinės vielos– fliso deriniai		
	S 35	440	195
	S 38	470	205
	S 42	500	220
	S 46	530	235
	S 50	560	245
Pastaba. Skaičiuotinių stiprių reikšmės apskaičiuotos pagal Reglamento 6.11 lentelės formules, suapvalinus gautas reikšmes iki 5 MPa.			

VI SKIRSNIS. VARŽTINIŲ JUNGČIŲ MEDŽIAGOS

73. Varžtinėms jungtims naudojami plieniniai varžtai, kurių stipruminės mechaninės savybės tenkina LST EN ISO 898-1 [7.13], veržlės, tenkinančios LST EN ISO 20898-2 [7.44] ar LST EN ISO 2320 [7.15], ir poveržlės, tenkinančios LST EN ISO 887 [7.12] reikalavimus.

74. Varžtai parenkami pagal LST EN ISO 4014 [7.17], LST EN ISO 4016 [7.16], sraigčiai pagal LST EN ISO 4017 [7.18], LST EN ISO 4018 [7.19]. Ribojant jungčių deformacijas, A gaminio klasės varžtai parenkami pagal LST EN ISO 4014 [7.17], LST EN ISO 4017 [7.18] šių klasių:

- ☐ konstrukcijoms, kurios neskaičiuojamos patvarumui, – 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.6, 8.8, 10.9;
- ☐ konstrukcijoms, kurios skaičiuojamos patvarumui – 4.6, 5.6, 6.6, 8.8, jei varžtai yra tempiami arba kerpami, ir 4.8, 5.8, jei varžtai yra kerpami.

75. Veržlės parenkamos pagal LST EN ISO 4032 [7.20], LST EN ISO 4033 [7.21] ir LST EN ISO 4034 [7.22].

76. Poveržlės parenkamos pagal LST EN ISO 7089 [7.23], LST EN ISO 7090 [7.24] ir LST EN ISO 7091 [7.25]. Gali būti naudojamos įžambios ar spyruoklinės poveržlės, atitinkančios tokio surinkimo reikalavimus.

77. Varžtinį surinkimą su neįtempiamaisiais varžtais turi sudaryti: varžtas, veržlė ir poveržlė pagal 3.14 lentelėje pateiktus derinius. Varžtinį surinkimą su įtempiamaisiais varžtais pagal 3.14 lentelę sudaro varžtas, veržlė ir poveržlė po veržle.

78. Elementų jungimui gali būti taikomos jungtys įtempiamaisiais (stipriaisiais) varžtais – kai jungtyse veikiančios įrašos perduodamos trintimi, atsirandančia tarp jungiamųjų elementų sąlyčio paviršių, iš anksto įtempus varžtus.

79. Jungčių, sujungtų vienu varžtu, skaičiuotiniai stipriai apskaičiuojami pagal formules, pateiktas Reglamento 6.17 lentelėje.

3.14 lentelė

Neįtempiamųjų varžtų surinkimas

Neįtempiamieji varžtai					
Varžtai		Veržlės		Poveržlės	
Kokybės klasė	Standartas ¹⁾	Kokybės klasė	Standartas	Kietumas ⁷⁾	Standartas
4.6	LST EN ISO 4016	4, kai $d > M16$	LST EN 4034	100HV	LST EN ISO 7091 ⁵⁾
4.8	LST EN ISO 4018	5, kai $d \leq M16$			
5.6	LST EN ISO 4014 LST EN ISO 4017	5	LST EN 4034		
8.8	LST EN ISO 4014	8 ^{2) 3)}	LST EN 4032	200HV	LST EN ISO 7089 LST EN ISO 7090
	LST EN ISO 4017	10 ^{2) 3)}			
10.9	LST EN ISO 4014	10 ^{2) 4)}	LST EN 4032	300HV	
	LST EN ISO 4017	12 ⁴⁾	LST EN 4033		
Įtempiamieji varžtai					
8.8 (HR) ⁶⁾	LST EN 14399-3	8 (HR) ⁶⁾	LST EN 14399-3	300HV – 370HV	LST EN 14399-5 ar LST EN 14399-6
10.9 (HR) ⁶⁾		10 (HR) ⁶⁾			
10.9 (HV) ⁶⁾	LST EN 14399-4	10 (HV) ⁶⁾	LST EN 14399-4	300HV – 370HV	LST EN 14399-5 ar LST EN 14399-6
Pastabos:					
¹⁾ 5.6, 8.8 ir 10.9 kokybės klasių neįtempiamieji varžtai pagal matmenis ir tolerancijas turi atitikti EN ISO 4016 [7.16], LST EN ISO 4017 [7.18] standartus (nors jie ir nenumatyti šiuose standartuose).					
²⁾ 8 ar 10 kokybės klasės veržlės pagal matmenis ir tolerancijas turi atitikti LST EN ISO 4034 [7.22] standartus (nors jie nenumatyti šiuose standartuose).					
³⁾ Jei 8.8 kokybės klasės varžtai pagal LST EN ISO 4014 [7.17] ar LST EN ISO 4017 [7.18] (arba kaip numatyta ¹⁾ pastaboje) yra dengti metalu, veržlės turi būti 10 kokybės klasės.					
⁴⁾ Jei 10.9 kokybės klasės varžtai pagal LST EN ISO 4014 [7.17] ar LST EN ISO 4017 [7.18] (ar kaip numatyta ¹⁾ pastaboje) yra dengti metalu, veržlės turi būti 12 kokybės klasės ir atitikti LST EN ISO 4033 [7.21].					
⁵⁾ 140 HV kietumo klasės poveržlės, atitinkančios LST EN ISO 7089, taip pat gali būti naudojamos.					
⁶⁾ Skliausteliuose nurodytas gaminio (varžto, veržlės) žymuo. Surinkime turi būti naudojami tik tokio pat žymens gaminiai.					
⁷⁾ Poveržlės įtempiamiesiems varžtams pagal LST EN 14399-5 [7.54] ar LST EN 14399-6 [7.55] yra žymimos H žymeniu.					

80. Varžtinėms jungtims su įtempiamaisiais varžtais naudoti 8.8 ar 10.9 kokybės klasės varžtus pagal LST EN 14399-3 [7.52], LST EN 14399-4 [7.53]. Galima imti ir kitokius stipriuosius varžtus, veržles ir poveržles, kurių mechaninės savybės atitinka nurodytus reikalavimus: varžtų – LST EN ISO 898-1 [7.13], veržlių – LST EN 14399-3 [7.52] bei LST EN ISO 20898-2 [7.44], poveržlių – LST EN 14399-5 [7.54] ar LST EN 14399-6 [7.55]. Taip pat galima naudoti ir kitokius stipriuosius varžtus bei veržles ir poveržles, kurių mechaninės savybės atitinka nurodytus reikalavimus: varžtų – LST EN ISO 898-1; veržlių – LST EN ISO 20898-2 [7.44]; poveržlių – LST EN ISO 887 [7.13]. ir yra nustatytas jų tinkamumas išankstiniam įtempimui.

81. Iš anksto įtempiamųjų 8.8 ir 10.9 kokybės klasės varžtų tempiamasis plieno skaičiuotinis stipris skaičiuojamas pagal formulę:

$$f_{bh,d} = 0,7 f_{bu}, \quad (3.2)$$

čia: f_{bu} – varžtų plieno charakteristinis stipris pagal stiprumo ribą, 8.8 ir 10.9 kokybės klasių varžtų stipris imamas pagal Reglamento 6.18 lentelę arba šio priedo 3.15 lentelę. Jei naudojami stiprieji varžtai pagal ISO 7411, ISO 7412 ar kitokie, tuomet varžtų plieno charakteristinis stipris pagal stiprumo ribą imamas pagal atitinkamus standartus.

82. Neįtempiamųjų varžtų plieno charakteristiniai ir skaičiuotiniai stipriai pateikti 3.15 lentelėje.

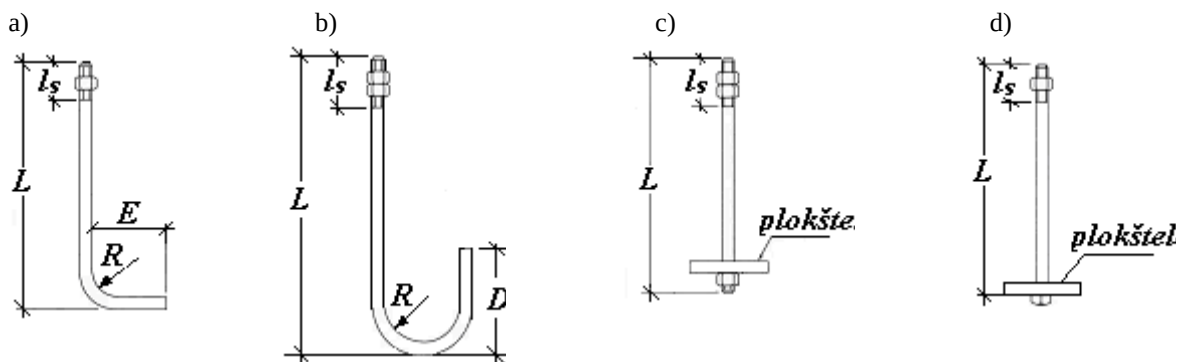
3.15 lentelė

Varžtų charakteristiniai ir skaičiuotiniai stipriai

Varžtų klasė	Charakteristiniai stipriai, MPa		Skaičiuotiniai stipriai, MPa	
	f_{bv}	f_{bu}	$f_{bs,d}$ (kirpimas)	$f_{bt,d}$ (tempimas)
4.6	240	400	150	170
4.8	320	400	160	160
5.6	300	500	190	210
5.8	400	500	200	200
6.8	480	600	230	250
8.8 ¹⁾	640	800	320	400
10.9 ¹⁾	900	1000	400	500

Pastabos:
 1. Skaičiuotinių stiprių reikšmės apskaičiuotos pagal Reglamento 6.17 lentelės formules, suapvalinus gautas reikšmes iki 5 MPa.
 2. 1 MPa = 1 N/mm².
¹⁾ Skaičiuotiniai stipriai kaip neįtempiamųjų varžtų.

83. Pamatų inkarinių varžtų mechaninės savybės paprastai turi atitikti 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8, 8.8, 10.9 varžtų kokybės klases. Pamatų inkariniai varžtai gali būti pagaminti iš karštai valcuotųjų plienų S235, S275 ar S355 pagal LST EN 10025-2 [7.29] arba iš plienų S275 ar S355 pagal LST EN 10025-3 [7.30] ar LST EN 10025-4 [7.31]. Jei naudojami pamatų inkariniai varžtai, kurių galas užlenktas (4.2 a, b pav.), inkaravimo ilgis turi būti toks, kad suirimas neįvyktų, iki varžto plienas pasieks takumo ribą. Inkaravimo ilgis nustatomas skaičiavimu. Pamatų inkarinių varžtų su užlenktu galu tempiamasis, gniuždomasis, lenkiamasis plieno charakteristinis stipris pagal takumo ribą negali būti didesnis kaip 300 MPa.



3.4 pav. Pamatų inkarinių varžtų konstrukcija
 a – kampu užlenktu galu, b – kabliu užlenktu galu,
 c – veržlėmis tvirtinama inkarine plokšte,

d – strypo galvute, fiksuojančia inkarinę plokštelę

84. Varžtai (U formos) anteninių statinių atotampoms tvirtinti, taip pat U formos ir pamatų inkariniai varžtai elektros stulpams turi būti gaminami iš karštai valcuotų plienų S235, S275 ar S355 pagal LST EN 10025-2 [7.29] arba S275 ar S355 pagal LST EN 10025-3 [7.30] ar LST EN 10025-4 [7.31].

85. Pamatų inkarinių ir U formos varžtų veržlės turi tenkinti LST EN 20898-2 [7.44] reikalavimus ir atitikti vieną iš kokybės klasių. Veržlės leidžiama naudoti pagamintas iš plieno, atitinkančio varžtų plieną.

86. Pamatų inkarinių varžtų, pagamintų iš karštai valcuoto plieno, tempiamasis skaičiuotinis stipris apskaičiuojamas pagal formulę:

$$f_{ba,d} = 0,5 f_u; \quad (3.3)$$

U – formos varžtų tempiamasis plieno skaičiuotinis stipris skaičiuojamas taip:

$$f_{bv,d} = 0,45 f_u. \quad (3.4)$$

IV SKYRIUS. CENTRIŠKAI TEMPIAMI IR GNIUŽDOMI ELEMENTAI

I SKIRSNIS. CENTRIŠKAI TEMPIAMI ELEMENTAI

87. Centriškai tempiamų elementų, kuriuos veikia statinės apkrovos, stiprumas turi būti tikrinamas. Paprastai įtempimų koncentratorių įtaka nevertinama. Papildomai būtina patikrinti, ar strypo liaunis neviršija ribinės reikšmės.

88. Tikrinant centriškai tempiamo arba gniuždomo elemento bet kurio skerspjūvio stiprumą, turi būti tenkinama sąlyga:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1,0, \quad (4.1)$$

čia: N_{Ed} – skaičiuotinė ašinės jėgos reikšmė; $N_{pl,Rd}$ – skaičiuotinio ašinės jėgos veikiamo skerspjūvio stiprumo atspario pagal takumo ribą reikšmė, apskaičiuojama taip:

$$N_{pl,Rd} = A_{net} f_{y,d} \gamma_c. \quad (4.2)$$

Formulėse (4.1) ir (4.2) $f_{y,d}$ – skaičiuotinis tempiamasis, gniuždomasis, lenkiamasis plieno stipris pagal takumo ribą; A_{net} – grynas (neto) skerspjūvio plotas.

$$\frac{f_{u,d}}{f_{y,d}} > \gamma_u = 1,3$$

Tempiamų elementų skaičiavimas, pasiekus takumo ribą, kai $\frac{f_{u,d}}{f_{y,d}} > \gamma_u = 1,3$, galimas tik tuomet, kai didelės deformacijos nepažeidžia normalios konstrukcijos eksploatacijos. Dažniausiai prie tokių konstrukcijų priskiriamos lakštinės konstrukcijos, pavyzdžiui, lakštinis paklotas, kai kurie vamzdynai ir t. t. Bendru atveju vertinti tempiamų elementų elgseną, pasiekus plastines deformacijas, galima tik konkrečioms konstrukcijoms, turint jų projektavimo ir eksploatavimo patirtį.

89. Būtina patikrinti, ar tempiamų elementų liaunis neviršija ribinės liaunio reikšmės. Tikrinama pagal formulę:

$$\lambda_{max} = \max(\lambda_y, \lambda_z) \leq \lambda_u, \quad (4.3)$$

čia: λ_u – ribinis elemento liaunis, kuris pateikiamas šio priedo VIII skyriuje.

II SKIRSNIS. CENTRIŠKAI GNIUŽDOMI ELEMENTAI

90. Tikrinamas šių centriškai gniuždomų elementų bendrasis ir vietinis pastovumas bei tikrinama, ar strypo liaunis neviršija ribinio liaunio reikšmių. Spragotojo skerspjūvio elementuose tikrinamas skerspjūvio šakų ir tinklelio pastovumas, antdėklų ar tinklelio stiprumas, taip pat ar šakų ir tinklelio liaunis neviršija ribinių reikšmių.

91. Centriškai gniuždomų elementų bendrojo pastovumo skaičiavimo metodika sudaryta vadovaujantis ekscentriškai gniuždomų elementų skaičiavimo metodika, įvertinant skerspjūvio formos ir elemento netobulumų (strypo ašies pradinio išsikreivavimo) ir atsitiktinio gniuždomos jėgos pridėjimo ekscentriciteto įtaką (4.1 pav.). Spragotojo skerspjūvio elementams papildomai vertinama šakų jungiamųjų elementų įtaka viso strypo pastovumui. Reglamente centriškai gniuždomiems elementams nepriklausomai nuo jų skerspjūvio formos skerspjūvio formos koeficientas imamas vienodas ir prilyginamas vidutiniam koeficientui.

92. Atsitiktinio gniuždomos jėgos pridėjimo ekscentriciteto ir strypo ašies pradinio išsikreivavimo dydis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$e_{imp} = \frac{i}{20} + \frac{l_{eff}}{750}, \quad (4.4)$$

čia: i – skerspjūvio inercijos spindulys; l_{eff} – skaičiuojamasis elemento ilgis.

93. Praktiniams skaičiavimams centriškai gniuždomų elementų skaičiavimo metodika sudaryta taikant centriškai gniuždomo elemento klupumo koeficientą Φ , kuris yra lygus $\Phi = N_u / (A \cdot f_{y,d})$; čia: A – skerspjūvio plotas, N_u – strypo kritinė klupumo jėga, apskaičiuota vertinant anksčiau minėtus veiksniai.

94. Tikrinant centriškai gniuždomo strypo pastovumą, turi būti tenkinama sąlyga:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1,0, \quad (4.5)$$

čia: $N_{c,Rd}$ – skaičiuotinio centriškai gniuždomo elemento pastovumo atspario reikšmė apskaičiuojama taip:

$$N_{c,Rd} = \Phi \cdot A \cdot f_{y,d} \gamma_c. \quad (4.6)$$

95. Centriškai gniuždomo elemento klupumo koeficientas Φ priklauso nuo strypo liaunio ir plieno skaičiuotinio stiprio pagal takumo ribą. Jo reikšmės su ne mažesniu kaip 1,5 % tikslumu apskaičiuojamos pagal formules:

$$\text{kai } 0 < \bar{\lambda} \leq 2,5;$$

$$\varphi = 1,0 - \left(0,073 - 5,53 \frac{f_{y,d}}{E} \right) \bar{\lambda} \sqrt{\bar{\lambda}}, \quad (4.7)$$

kai $2,5 < \bar{\lambda} \leq 4,5$:

$$\varphi = 1,47 - 13,0 \frac{f_{y,d}}{E} - \left(0,371 - 27,3 \frac{f_{y,d}}{E} \right) \bar{\lambda} + \left(0,0275 - 5,53 \frac{f_{y,d}}{E} \right) \bar{\lambda}^2, \quad (4.8)$$

kai $\bar{\lambda} > 4,5$:

$$\varphi = \frac{332}{\bar{\lambda}^2 (51 - \bar{\lambda})}. \quad (4.9)$$

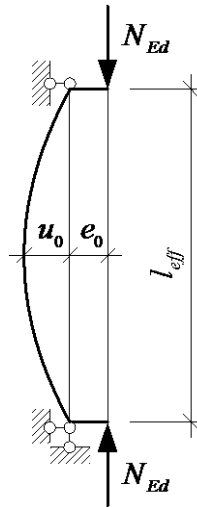
Sąlyginis elemento liaunis apskaičiuojamas taip:

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}}, \quad (4.10)$$

čia: λ – elemento liaunis.

Skaitinės koeficiento φ reikšmės pateiktos Reglamento 1 priedo 1 lentelėje.

Elemento pastovumas turi būti tikrinamas $y-y$ ir $z-z$ plokštumose.



4.1 pav. Centriškai gniuždomo strypo skaičiuojamoji schema:

čia: u_0 – strypo ašies pradinis išsikreivinimas; e_0 – atsitiktinis gniuždomos jėgos pridėjimo ekscentricitetas.

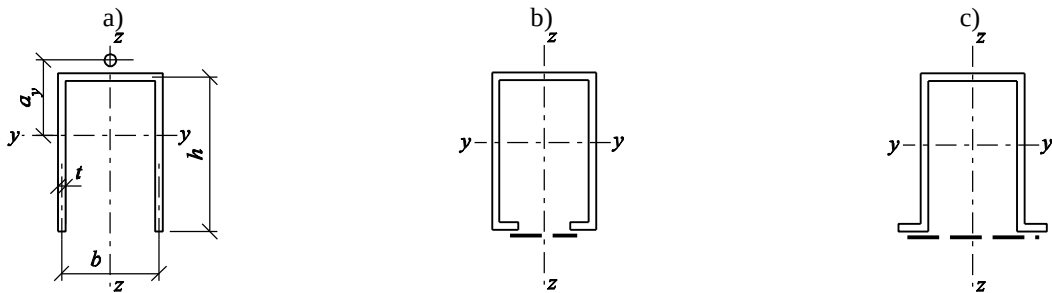
96. Atviro II pavidalo skerspjuvio gniuždomuosius elementus su ištisinėmis sienelėmis, kai $\lambda_y < 3\lambda_z$, kur λ_y ir λ_z – elemento skaičiuotiniai liauniai plokštumose, statmenose y ir z ašims (4.2 pav.), rekomenduojama sustiprinti antdėklais arba tinkleliu. Elementai, kurių skerspjuviai nesustiprinti antdėklais ar tinkleliu, be skaičiavimo pagal (4.5) formulę, tikrinami, kad neprarastų pastovumo susisukdami, pagal išraišką:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{TF,Rd}} \leq 1,0 \quad (4.11)$$

97. Skaičiuotinė centriškai gniuždomo elemento sukamojo pastovumo atspario reikšmė apskaičiuojama taip:

$$N_{TF,Rd} = c \cdot \Phi_z A \cdot f_{y,d} \gamma_c \quad (4.12)$$

98. Centriškai gniuždomo elemento klupumo koeficientas Φ_z apskaičiuojamas pagal (4.7–4.9) formules arba imamas iš Reglamento 1 priedo, o c koeficiento reikšmių apskaičiavimo formulės pateiktos Reglamento 60 p.



4.2 pav. II pavidalo elementų skerspjūviai: a – atvirasis;
b, c – atvirasis, sustiprintas plokštelėmis arba tinkleliu

99. Centriškai gniuždomuose strypuose veikia ašinė jėga (žr. 4.1 pav.) ir dėl strypo išsikreivavimo atsirandantis lenkimo momentas ir skersinė jėga. Išvedant (4.2) formulę, vientiso skerspjūvio elementams pastovumas skaičiuojamas tik ašinei jėgai ir lenkimo momentui. Dėl strypo išsikreivavimo atsirandantios skersinės jėgos įtaka strypo pastovumui yra nedidelė ir skaičiavimuose jos įtaka nevertinama. Spragotojo skerspjūvio elementuose skersinė jėga sukelia pakankamai dideles šlyties deformacijas, labai didina strypo ašies išsikreivimą ir tuo pačiu mažina strypo kritinę jėgą. Todėl spragotojo skerspjūvio elementuose būtina įvertinti skersinės jėgos įtaką kritinės jėgos dydžiui. Reglamente tai įvertinta apskaičiuojant strypo lyginamąjį liaunį.

100. Spragotojo skerspjūvio strypų, kurių šakos sujungtos antdėklais arba tinkleliu, pastovumas tikrinamas pagal (4.5) formulę, keičiant (4.7–4.9) formulėse sąlyginį elemento liaunį $\bar{\lambda}$ į lyginamąjį spragotojo elemento liaunį $\bar{\lambda}_L$, kuris priklauso nuo skerspjūvio formos bei šakų sujungimo būdo ir apskaičiuojamas pagal empirines formules, pateiktas Reglamento 7.3 lentelėje. Be šių skaičiavimų, būtina patikrinti atskirų šakų pastovumą bei patikrinti, ar jų liaunis tarp tinklelio mazgų neviršija ribinių reikšmių, pateiktų Reglamento 61 punkte.

101. Spragotojo skerspjūvio strypų jungiamieji elementai (antdėklai, tinklelis) skaičiuojami sąlyginei skersinei jėgai:

$$V_{fic} = 7,15 \cdot 10^{-6} \left(2330 - \frac{E}{f_{y,d}} \right) \frac{N_{Ed}}{\Phi} \quad (4.13)$$

čia: E – tamprumo modulis; Φ – centriškai gniuždomo elemento klupumo koeficientas, imamas spragotojo skerspjūvio strypui jungiamųjų elementų plokštumoje.

Preliminariuose skaičiavimuose apytiksliai galima priimti $V_{fic} \approx 0,15 N_{Ed}$.

102. Antdėklų ir tinklelio skaičiavimo formulės pateiktos Reglamento 63–65 punktuose.

103. Plieninių konstrukcijų skerspjūvius daugeliu atvejų sudaro plokštelės. Šių plokštelių pastovumo tikrinimas grindžiamas sprendiniais, gautais sprendžiant stačiakampių plokštelių pastovumo uždavinius. Tokios plokštelės yra veikiamos išorinių poveikių, t. y. įtempimų ir deformacijų, pridėtų ties plokštelės briaunomis ir veikiančių plokštelės plokštumoje. Priimama, kad plokštelės medžiaga yra tampriojoje stadijoje arba atskirose zonose gali atsirasti platinės deformacijos. Apskaičiuojant šių plokštelių pastovumą, galima gauti juostų ir sienelės pastovumo tikrinimo apytikres išraiškas bei nustatyti skerspjūvio elementų ribinius liaunius.

104. Centriškai gniuždomų elementų skerspjūvių lentynų (juostų lakštų) pastovumo sąlyga užrašoma taip:

$$\lambda_f \leq \lambda_{fu}, \quad (4.14)$$

čia: $\lambda_f = \frac{b_{eff}}{t_f}$ – juostos liaunis; b_{eff} – juostos skaičiuojamasis plotis; t_f – juostos storis; λ_{uf} – ribinis juostos liaunis.

Juostų skaičiuojamasis plotis imamas lygus atstumui: suvirintinių elementų – nuo sienelės krašto (vienpusių siūlių atveju – nuo sienelės krašto iš siūlės pusės) iki juostos lakšto (lentynos) krašto; valcuotųjų profiliuotųjų – nuo vidinio užlanko pradžios iki lentynos krašto; lankstytųjų profiliuotųjų – nuo sienelės išraitos iki juostos lakšto krašto (lentynos) (žr. Reglamento 4.11 pav.).

105. Centriškai, ekscentriškai gniuždomų ir gniuždomųjų– lenkiamųjų elementų skerspjūvių juostos ribiniai liauniai nustatomi pagal 4.1 lentelės formules.

106. Centriškai gniuždomųjų elementų skerspjūvių sienelių pastovumo sąlyga užrašoma taip:

$$\bar{\lambda}_w \leq \bar{\lambda}_{wu}, \quad (4.15)$$

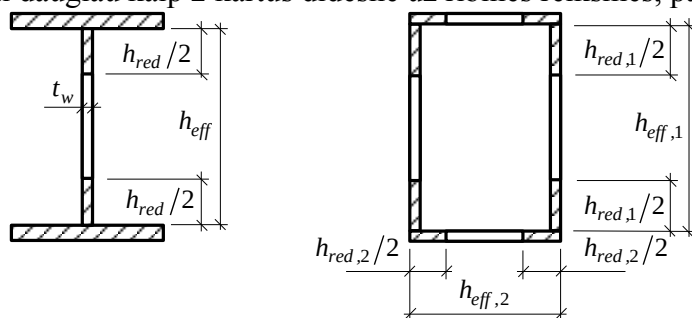
čia: $\bar{\lambda}_w = \frac{h_{eff}}{t_w} \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}}$ – sąlyginis sienelės liaunis; $\bar{\lambda}_{wu}$ – sąlyginis ribinis sienelės liaunis, apskaičiuojamas pagal Reglamento 7.26 lentelės formules.

4.1 lentelė

**Centriškai, ekscentriškai gniuždomų ir gniuždomųjų– lenkiamųjų elementų skerspjūvių
juostos ribiniai liauniai**

Skerspjūvio lentynos (juostos lakšto) charakteristika	Ribinis juostos liaunis λ_{fu}	Skerspjūvio lentynos (juostos lakšto) charakteristika	Ribinis juostos liaunis λ_{fu}
Nesustandinto dvitėjo ir tėjinio	$(0,36 + 0,10\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$	Sustandintų sąstanda lygiašonių kampuočių ir lankstytųjų profiliuotųjų	$(0,50 + 0,18\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$
Sustandinto sąstanda dvitėjo ir tėjinio	$(0,54 + 0,15\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$	Nesustandinto lovio ir nelygiašonio kampuočio didžioji lentyna	$(0,43 + 0,08\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$
Nesustandintų lygiašonių kampuočių ir lankstytųjų profiluotųjų (išskyrus lovį)	$(0,40 + 0,07\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$	Lankstytųjų profiliuotųjų, sustiprintų antdėklais ir sustandintų užlankomis	$(0,85 + 0,19\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$
Žymenys: $\bar{\lambda}$ – sąlyginis elemento liaunis. Pastaba. Kai $\bar{\lambda} < 0,8$ arba $\bar{\lambda} > 4,0$, imama atitinkamai $\bar{\lambda} = 0,8$ arba $\bar{\lambda} = 4,0$.			

107. Sąlyginis ribinis liaunis $\bar{\lambda}_{wu}$ yra strypo liaunio funkcija ir priklauso nuo įtempimų–deformacijų būvio strype. Jei sąlyga (4.15) netenkinama, sienelė yra nepastovi ir turi būti sustandinta (keičiamas sienelės storis ar aukštis, įrengiamos sąstandos ar pan.) arba galima elemento elgsena su išklupusia („išsipūtusia“) sienele. Sienelės išklupimas lemia tai, kad skaičiavimuose pagal (4.2) ir (4.6) formules būtina taikyti redukuotąjį (sumažintą) skerspjūvio plotą (4.3 pav.). Centriškai gniuždomuose elementuose su klupia sienele sąlyginio sienelės liaunio reikšmė negali būti daugiau kaip 2 kartus didesnė už ribines reikšmes, pateiktas 4.5 lentelėje.



4.3 pav. Skerspjūvių su lanksčia sienele plotai (užbrūkšniuotoji

skerspjūvio dalis): h_{red} – redukuotas sienelės aukštis apskaičiuojamas pagal Reglamento 131 p. reikalavimus

108. Gniuždomo elemento liaunis tikrinamas pagal (4.3) išraišką.

109. Neaptarties šiam skyriuje centriškai tempiamų ir gniuždomų elementų skaičiavimo atvejams naudotis Reglamento nuostatomis.

110. Elementų skaičiavimuose dažniausiai sutinkami dviejų tipų uždaviniai: pirmojo tipo – reikalinga apskaičiuoti skaičiuotinį elemento pastovumo atsparį, kai žinomi strypo skerspjūvio matmenys, strypo ilgis ir jo galų įtvirtinimo sąlygos; antrojo tipo – reikalinga parinkti strypo skerspjūvio formą ir jo matmenis, kai žinomas strypo ilgis ir jo galų įtvirtinimo sąlygos bei skaičiuotinė ašinė jėga.

111. Spręsdžiant pirmojo tipo uždavinį, apskaičiuojamas didžiausias elemento liaunis $\lambda = \max(\lambda_y, \lambda_z)$ ir sąlyginis elemento liaunis $\bar{\lambda}$ (spragotojo skerspjūvio elementams – sąlyginis lyginamasis elemento liaunis $\bar{\lambda}_L$); pagal šį dydį ir plieno stiprį pagal takumo ribą nustatomas centriškai gniuždomo elemento klupumo koeficientas φ ; pagal (4.6) ir (4.12) apskaičiuojamas centriškai gniuždomo elemento skaičiuotinis pastovumo atsparis.

112. Antrojo tipo uždaviniui spręsti, kai projektuojamas vientiso skerspjūvio elementas, galima pasinaudoti tokiu nuoseklaus priartėjimo algoritmu:

1) pasirenkama tinkama skerspjūvio forma; vienas iš reikalavimų skerspjūvio formai – patogus sujungimas su kitais elementais; skerspjūvis turi turėti didesnę standumą elemento didesnio liaunumo plokštumoje;

2) pirmam priartėjimui, jei nėra kitų sąlygų, priimama elemento liaunio λ_0 reikšmė tarp 70–90 ir apskaičiuojamas klupumo koeficientas φ ;

3) pagal formulę (4.6) apskaičiuojamas reikalingas skerspjūvio plotas

$$A_d = N_{c,Rd} / \varphi \cdot f_{y,d} \gamma_c;$$

$$i_{y,d} = \frac{l_{eff,y}}{\lambda_0} \quad \text{ir} \quad i_{z,d} = \frac{l_{eff,z}}{\lambda_0};$$

4) apskaičiuojami reikalingi skerspjūvio inercijos spinduliai

5) pagal A_d ir $i_{y,d}$, $i_{z,d}$ priimami pasirinktos formos skerspjūvio matmenys; apytikriai ištiesinio ar spragotojo skerspjūvio matmenis galima nustatyti pagal 4.2 lentelę;

6) apskaičiuojamas pasirinkto skerspjūvio didžiausias liaunis $\lambda_1 = l_{eff,max} / i_{min}$;

7) sugretinamos pradinio λ_0 ir gauto λ_1 liaunių reikšmės:

– jei jos skiriasi ne daugiau kaip 20– 25 %, galima pereiti prie tikrinamojo uždavinio naudojant (4.5) ir (4.6) formules;

– jei sugretintos pradinio λ_0 ir λ_1 reikšmės skiriasi daugiau nei 25 %, kartojamas naujas priartėjimas, pasirenkant pradinio liaunio reikšmę, lygią $\lambda_0^* = (\lambda_0 + \lambda_1) / 2$; toliau, apskaičiuavus klupumo koeficientą Φ , grįžtama į 3) punktą;

8) jei sukomponuoto strypo pastovumo sąlygos yra tenkinamos, tačiau yra per didelė jo pastovumo atspario reikšmė ($\Delta N_{c,Rd} \geq 5-10\%$), skerspjūvio matmenys yra sumažinami ir grįžtama prie tikrinamojo uždavinio; po to yra patikrinamas skerspjūvio elementų vietinis pastovumas pagal (4.14) ir (4.15) formules ir ar elemento liaunis neviršija ribinio liaunio.

4.2 lentelė

Skerspjūvių inercijos spindulių apytikrės reikšmės

$i_y = 0,43h$ $i_z = 0,24b$	$i_y = 0,39h$ $i_z = 0,52b$	$i_y = 0,38h$ $i_z = 0,44b$	$i_y = 0,38h$ $i_z = 0,60b$	$i_y = 0,21h$ $i_z = 0,21b$

Antrojo tipo uždaviniui spręsti, kai elementas projektuojamas spragotojo skerspjūvio, susidedančio iš dviejų šakų, galima pasinaudoti tokiu nuoseklaus priartėjimo algoritmu:

1) pirmam priartėjimui priimamas strypo liaunis λ tarp 70– 90, kai ašinė jėga ne didesnė kaip 2000 kN ir liaunis λ tarp 60– 70, kai ašinė jėga didesnė; apskaičiuojamas koeficientas Φ ;

$$A_{1,d} \approx \frac{N_{Ed}}{2\Phi \cdot f_{y,d} \gamma_c};$$

apskaičiuojamas vienos šakos reikalingas skerspjūvio plotas

2) pagal sortimentą parenkamas profiliuotis; apskaičiuojamas strypo (šakos) liaunis apie skerspjūvio ašį, einančią per abi šakas; apskaičiuojamas klupumo koeficientas Φ ; tikrinamas strypo pastovumas pagal (4.5) formulę;

3) jei strypo pastovumas nepakankamas arba yra per didelis įtempimų nepritekliai, keičiamas profiliuoties numeris ir tikrinimas kartojamas;

$$i_{z,d} = \frac{l_{eff,z}}{\lambda_z};$$

4) apskaičiuojamas reikalingas skerspjūvio inercijos spindulys $i_{z,d}$; čia dažniausiai priimama, kad $\lambda_z = \lambda_y$; pagal inercijos spindulio $i_{z,d}$ reikšmę priimamas, pavyzdžiui, pagal 4.2 lentelę atstumas tarp skerspjūvio šakų; patikrinamas pastovumas apie z ašį;

5) suprojektuojamas šakų sujungimas panaudojant antdėklus arba tinklėlį;

6) jei skerspjūvis sudarytas ne iš valcuotųjų profiliuotųjų, būtina patikrinti skerspjūvio elementų vietinį pastovumą pagal (4.14) ir (4.15) formules.

V SKYRIUS. LENKIAMIEJI ELEMENTAI

113. Lenkiamieji elementai (sijos ar kiti elementai) skaičiuojami stiprumui ir standumui bei pastovumui.

114. Lenkiamųjų elementų įrašos (lenkiamieji ir sukamieji momentai, skersinės jėgos) ir poslinkiai apskaičiuojami pagal lenkiamojo elemento skaičiuojamąją schemą. Skaičiuotinės įrašos apskaičiuojamos pjūviuose, kuriuose jos pasiekia maksimalias reikšmes ($M_{Ed,max}, Q_{Ed,max}$), ir pjūviuose, kuriuose jų derinys pavojingas elementui. Toliau indeksas *max* bus praleidžiamas.

115. Lenkiamųjų elementų stiprumas skaičiuojamas tamprioje arba tampriai–plastinėje stadijoje, o standumas (poslinkiai, pasisukimo kampai) tikrinamas priimant, kad elementas dirba tampriai.

116. Bendru atveju tikrinant lenkiamųjų elementų stiprumą turi būti tikrinami normaliniai ir tangentiniai įtempiai skerspjūvyje, vietiniai ir ekvivalentiniai įtempiai sienelėje. Vieno ar kito tikrinimo būtinumą apsprendžia skerspjūvio tipas, apkrovų pridėjimo pobūdis.

117. Tikrinant vienoje iš svarbiausių plokštumų lenkiamųjų elementų (išskyrus siją su lanksčia ar perforuota sienele ir pokranines sijas) stiprumą tamprioje stadijoje, turi būti tenkinama sąlyga:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0 \quad (5.1)$$

čia: M_{Ed} – maksimali skaičiuotinė lenkiamojo momento reikšmė elemento pastovaus standumo ruože; $M_{c,Rd}$ – skaičiuotinio skerspjūvio lenkiamojo tampriojo stiprumo atspario reikšmė apskaičiuojama taip:

$$M_{c,Rd} = W_{net,min} f_{y,d} \gamma_c \quad (5.2)$$

Tikrinant lenkiamųjų elementų kerpamąjį stiprumą, turi būti tenkinama sąlyga:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0 \quad (5.3)$$

čia: V_{Ed} – maksimali skaičiuotinė skersinės jėgos reikšmė elemento pastovaus standumo ruože; $V_{c,Rd}$ – skerspjūvio kerpamojo skaičiuotinio atspario reikšmė apskaičiuojama taip:

$$V_{c,Rd} = \frac{I \cdot t}{S} f_{s,d} \gamma_c \quad (5.4)$$

Formulėse (5.2) ir (5.4) $W_{net,min}$ ir I – grynasis atsparumo momentas ir bruto inercijos momentas; S – skerspjūvio dalies į vieną pusę nuo skerspjūvio sunkio centro statinis momentas; t – sienelės storis.

Kai sienelė yra susilpninta skylėmis varžtams, $V_{c,Rd}$ reikšmė (5.4) formulėje dalijama iš koeficiento α , apskaičiuojamo pagal formulę:

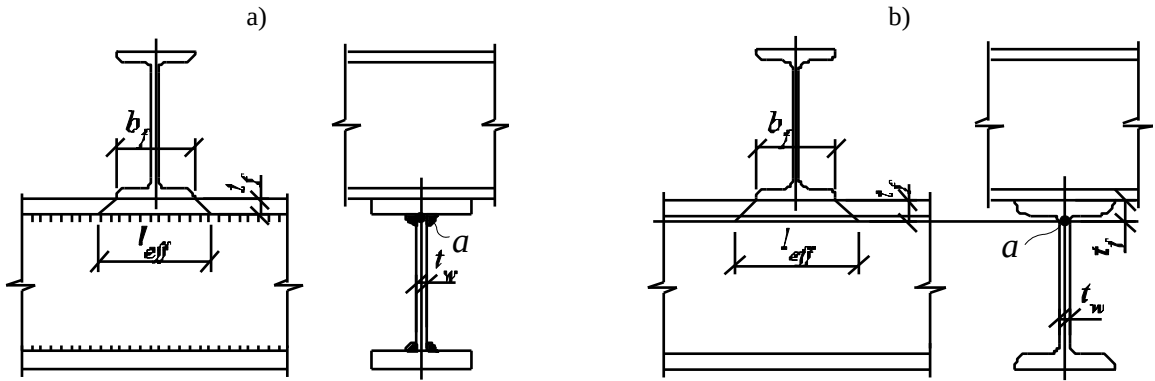
$$\alpha = \frac{a}{a - d_0} \quad (5.5)$$

čia: a – skylių varžtams žingsnis; d_0 – skylės varžtams skersmuo.

118. Skaičiuojant sijos sienelės stiprumą sutelktinių apkrovų pridėjimo viršutinės juostos vietose, kuriose sienelė nesutvirtinta sąstandomis, vietinis įtempis σ_{loc} apskaičiuojamas pagal formulę:

$$\sigma_{w,loc,Ed} = \frac{F_d}{t_w l_{eff}} \leq f_{y,d} \gamma_c, \quad (5.6)$$

čia: F_d – skaičiuotinė jėgos reikšmė; l_{eff} – skaičiuotinis apkrovos išskirstymo ilgis, nustatomas pagal atrėmimo sąlygas. Atrėmimų, parodytų 5.1 pav., atveju $l_{eff} = b_f + 2t_f$.



5.1 pav. Sutelktosios apkrovos išskirstymo sijoje skaičiuojamojo ilgio nustatymo schema (a – suvirintojoje; b – valcuotojoje)

119. Lenkiamųjų elementų sienelės turi tenkinti tokias stiprumo sąlygas:

$$\frac{\sqrt{\sigma_{w,x,Ed}^2 - \sigma_{w,x,Ed} \sigma_{w,z,Ed} + \sigma_{w,z,Ed}^2 + 3\tau_{w,xz,Ed}^2}}{1,15 f_{y,d}} \leq \gamma_c, \quad (5.7)$$

$$\frac{\tau_{w,xz,Ed}}{f_{s,d}} \leq \gamma_c, \quad (5.8)$$

čia: $\sigma_{w,x,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{I_{y,net}} z$ – normaliniai įtempiai sienelės vidurinėje plokštumoje, lygiagretūs su išilgine sijos ašimi;

$\sigma_{w,z,Ed}$ – tas pats, tik statmeni sijos išilginiai ašiai, taip pat ir $\sigma_{w,loc,Ed}$, nustatomi pagal (5.6) formulę;

$\tau_{w,xz,Ed} = \frac{V_{Ed} S_f}{I_{y,net} t_w}$ – tangentiniai įtempiai, kai sienelė susilpninta skylėmis varžtams, $\tau_{w,xz,Ed}$ didinami koeficientu α , kuris apskaičiuojamas pagal (5.5) formulę.

Įtempiai $\sigma_{w,x,Ed}$, $\sigma_{w,z,Ed}$, $\tau_{w,xz,Ed}$ nustatomi tame pačiame sijos taške. Įtempiai $\sigma_{w,x,Ed}$, $\sigma_{w,z,Ed}$ (5.7) formulėje imami su savo ženklais.

Valcuotuose profiliuočiuose ir sudėtinuose skerspjuvniuose sienelės stiprumas tikrinamas a taške (žiūr. 5.1 pav.).

120. Dviejose svarbiausiose plokštumose lenkiamųjų elementų stiprumas tikrinamas pagal formulę:

$$\frac{M_{y,Ed}}{I_{y,net}} z \pm \frac{M_{z,Ed}}{I_{z,net}} y \leq f_{y,d} \gamma_c, \quad (5.9)$$

čia: y ir z – nagrinėjamo taško koordinatės svarbiausių ašių atžvilgiu.

Sijos, skaičiuojamos pagal (5.9) formulę, sienelės stiprumas turi būti patikrintas dviejose svarbiausiose lenkimo plokštumose pagal (5.6), (5.7) ir (5.8) formules.

121. Veikiamos statinės apkrovos vientisojo skerspjūvio karpytos sijos iš plieno, kurio takumo riba neviršija 530 N/mm^2 , ir jei užtikrintas bendrasis jų pastovumas, stiprumas skaičiuojamas įvertinant plastines deformacijas. Lenkiant vienoje iš svarbiausių plokštumų, kai tangentiniai įtempiai $\tau \leq 0,9 f_{s,d}$ (išskyrus atraminius pjūvius), stiprumas tikrinamas pagal formulę:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \leq 1,0, \quad (5.10)$$

čia: skaičiuotinio skerspjūvio lenkiamojo atspario pagal takumo ribą reikšmė apskaičiuojama taip:

$$M_{pl,Rd} = c_{pl,1} W_{net,min} f_{y,d} \gamma_c. \quad (5.11)$$

Lenkiant dviejose svarbiausiose plokštumose, kai tangentiniai įtempiai $\tau \leq 0,5 f_{s,d}$, stiprumas tikrinamas pagal formulę:

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} + \frac{M_{z,Rd}}{M_{pl,z,Rd}} \leq 1,0. \quad (5.12)$$

Skaičiuotinių skerspjūvio lenkiamojo elemento atsparių pagal takumo ribą apie y ir z ašis reikšmės apskaičiuojamos taip:

$$M_{pl,y,Rd} = c_{pl,y} W_{y,net,min} f_{y,d} \gamma_c, \quad (5.13)$$

$$M_{pl,z,Rd} = c_{pl,z} W_{z,net,min} f_{y,d} \gamma_c, \quad (5.14)$$

čia: M_{Ed} , $M_{y,Ed}$ ir $M_{z,Rd}$ – skaičiuotinių lenkimo momentų absoliutinės reikšmės.

Koeficientai $c_{pl,1}$, $c_{pl,y}$ ir $c_{pl,z}$ priklauso nuo plieno stiprio ir skerspjūvio formos. Šie koeficientai visuomet didesni už 1,0 ir jų reikšmės pateiktos Reglamento 7.5 lentelėje. Atraminuose sijos pjūviuose, kuriuose $M_{Ed} = 0$; $M_{y,Ed} = 0$ ir $M_{z,Ed} = 0$, turi būti patikrinta, ar skersinė jėga neviršija skerspjūvio kerpamojo skaičiuotinio vidutinio atspario, kuris apskaičiuojamas imant vidutinius tangentinius įtempius.

122. Kiti duomenys, reikalingi skaičiuoti lenkiamiesiems elementams vertinant jų tampriai plastinį darbą, pateikti Reglamente.

123. Sijos, kurių gniuždoma juosta nesuvaržyta nuo šoninių poslinkių, gali netekti pradinės formos dėl skerspjuvio susisukimo. Sijų bendrojo pastovumo tikrinimo metodika duota Reglamente. Praktikoje dažniausiai sutinkami atvejai, kuomet bendrojo pastovumo tikrinti nereikia:

a) apkrova perduodama per standų paklotą, ištiesai paremtą ir patikimai sujungtą su gniuždomąja sijos juosta (plokščias ir profiliuotas metalo paklotas, gelžbetoninės plokštės iš sunkiojo, lengvojo ir akytojo betono ir pan.);

b) simetrinio dvitėjo skerspjuvio sijoms skaičiuojamojo ilgio l_{eff} ir gniuždomosios juostos pločio b_f santykis neviršija reikšmių:

$$\frac{l_{eff}}{b_f} = \left[0,41 + 0,0032 \frac{b_f}{t_f} + \left(0,73 - 0,016 \frac{b_f}{t_f} \right) \frac{b_f}{h_f} \right] \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} . \quad (5.15)$$

Sijos skaičiuojamasis ilgis l_{eff} imamas lygus atstumui tarp gniuždomosios juostos taškų, įtvirtintų nuo skersinių poslinkių (išilginių ar skersinių ramsčių mazgų, standžiojo pakloto tvirtinimo taškų); $l_{eff} = l$, kai ramsčių nėra (čia l – sijos tarpatramis); skaičiuojamasis gembės ilgis imamas $l_{eff} = l$, kai gembės gale gniuždomoji juosta neįtvirtinta horizontaliojoje plokštumoje (čia l – gembės ilgis) arba atstumui tarp gniuždomosios juostos įtvirtinimo taškų horizontaliojoje plokštumoje, kai juosta įtvirtinta gale ir visu gembės ilgiu.

124. Lenkiamųjų elementų juostos (lentynos) yra ilgos plokštelės, kurių ilgoji kraštinė lanksčiai pritvirtinta prie sienelės. Šios plokštelės apkrautos normaliniais įtempiais, kurių kryptis yra išilgai plokštelės. Šios plokštelės gali netekti pastovumo joms susibanguojant. Lankstus plokštelės pritvirtinimas prie sienelės priimamas laikant, kad pakankamai liauna sienelė negali priešintis juostos pasisukimui juostai prarandant pastovumą.

125. Praktikoje juostos pastovumas tikrinamas pagal (4.14) formulę. Skaičiuojamasis juostos plotis b_{eff} ir juostos liaunis λ_f apskaičiuojami, kaip buvo parodyta centriškai gniuždomuose elementuose (žr. šio priedo IV skyrių). Ribinio juostos liaunio reikšmės pateiktos 5.1 lentelėje.

126. Valcuotųjų profiliuotųjų juostų pastovumas, kaip taisyklė, yra užtikrintas. Sudėtinio skerspjuvio elementuose juostų pastovumas užtikrinamas priimant atitinkamą juostos plotį ir storį, rečiau sustandinant juostą.

127. Lenkiamojo elemento sienelė yra ilga plona plokštelė, kurioje veikia normaliniai ir tangentiniai įtempiai. Kai šie įtempiai yra atitinkamo dydžio, sienelė gali prarasti pastovumą susibanguojant. Lenkiamųjų elementų sienelės pastovumas užtikrinamas didinant sienelės storį (tai dažniausiai labai padidina elemento masę) arba sustiprinant sienelę sąstandomis.

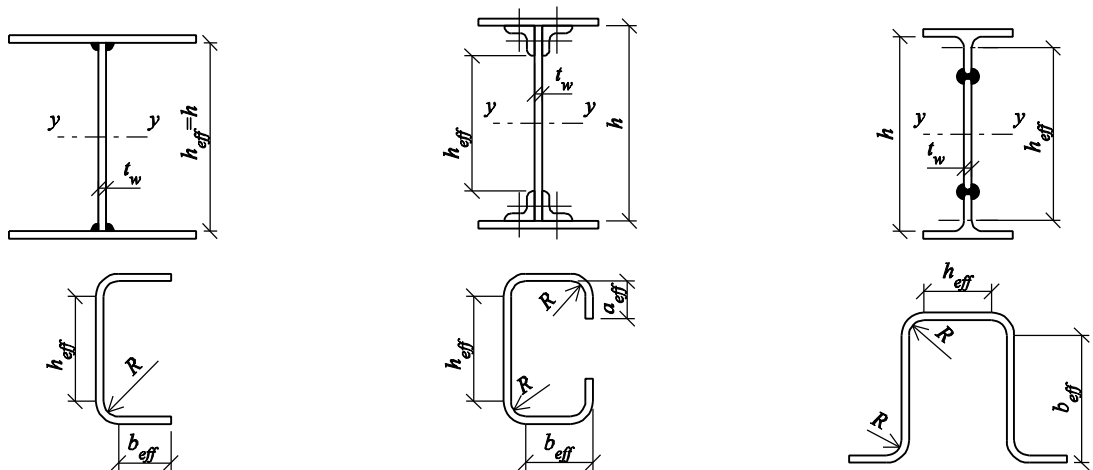
Stačiakampės sienelės sekcijos tarp sąstandų tikrinamos pastovumui. Sienelės pastovumas priklauso nuo jos įtempimų būvio, apkrovos pobūdžio ir sąlyginio sienelės liaunio:

$$\bar{\lambda}_w = \frac{h_{eff}}{t_w} \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} , \quad (5.16)$$

čia: h_{eff} – skaičiuojamasis sienelės aukštis, t_w – sienelės storis. Kai kurių skerspjuvių skaičiuojamasis sienelės aukštis parodytas 5.2 pav. Kiti atvejai aptarti Reglamente.

Lenkiamųjų elementų skerspjūvių juostos ribiniai liauniai

Lenkiamųjų elementų skaičiavimas	Nuosvyros charakteristika	Ribinis juostos liaunis λ_{fu}
Neviršijant tampriųjų deformacijų (tamprioji stadija)	Nesustandinta	$0,5 \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$
	Sustandinta	$0,75 \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$
Atsižvelgiant į plastines deformacijas	Nesustandinta	$0,11 \frac{h_{w,d}}{t_w}$, bet ne daugiau kaip $0,5 \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$
	Sustandinta	$0,16 \frac{h_{w,d}}{t_w}$, bet ne daugiau kaip $0,75 \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$
Žymenys: h_{eff} – skaičiuojamasis sijos sienelės aukštis; t_w – sijos sienelės storis. Pastaba. kai $\frac{h_{eff}}{t_w} \leq 2,7 \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$, imama: nesustandintos lentynos $\lambda_{fu} = 0,3 \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$; sustandintos lentynos $\lambda_{fu} = 0,45 \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$.		



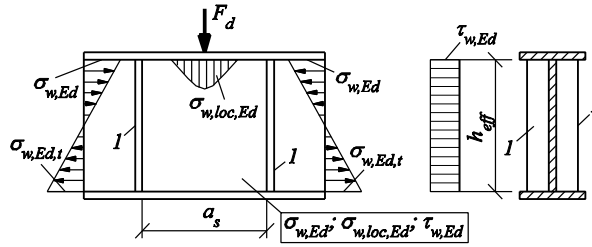
5.2 pav. Lenkiamųjų elementų skerspjūvių skaičiuojamasis sienelės aukštis

128. Sienelės pastovumas gali būti užtikrintas, tik kai $\bar{\lambda}_w \leq 6$.

129. Sienelės pastovumas užtikrintas be sąstandų, kai $\bar{\lambda}_w \leq 3,2$ ir sija nėra veikiamą judamosios apkrovos, ir kai $\bar{\lambda}_w \leq 2,2$ ir sija veikiamą judamosios apkrovos. Sienelės pastovumas užtikrinamas sustiprinant ją sąstandomis, jei sienelės sąlyginis liaunis yra didesnis už nurodytas reikšmes. Sienelė gali būti sustandinta:

- skersinėmis sąstandomis per visą sienelės aukštį;
- skersinėmis sąstandomis ir išilgine sąstanda gniuždomoje skerspjūvio dalyje;
- skersinėmis sąstandomis per visą sienelės aukštį, išilgine – gniuždomoje skerspjūvio dalyje ir trumpomis skersinėmis sąstandomis, išdėstytais tarp gniuždomos juostos ir išilginės sąstandos.

Dažniausiai sienelė sustandinama skersinėmis sąstandomis (5.3 pav.). Skersinių ir išilginių sąstandų įrengimas kartu reikalauja didelių darbo sąnaudų ir naudojamas tik labai didelio aukščio sijose.



5.3 pav. Sijos, sustiprintos skersinėmis sąstandomis, schema

130. Kai sąlyginis sienelės liaunis $\bar{\lambda}_w \leq 6$ ir nėra judamosios apkrovos, sienelės pastovumas gali būti užtikrintas skersinėmis sąstandomis. Kai $\bar{\lambda}_w > 6$, be skersinių sąstandų įrengiama ir išilginė sąstanda $h_1 = (0,25 - 0,3)h_{eff}$ atstumu nuo gniuždomos juostos. Sąlyginis sienelės liaunis tarp išilginės sąstandos ir tempiamos juostos turi būti ne didesnis kaip 6. Sijos be išilginių sąstandų ir kurių $6 < \bar{\lambda}_w \leq 13$, gali būti projektuojamos su klupia sieniele ir priskiriamos sijų su klupiąja sieniele grupei.

131. Atstumas tarp skersinių sąstandų per visą elemento ilgį priimamas vienodas ir lygus $a_s \leq 2h_{eff}$, kai $\bar{\lambda}_w > 3,2$ ir $a_s \leq 2,5h_{eff}$, kai $\bar{\lambda}_w \leq 3,2$. Atstumą $a_s = 3h_{eff}$ galima priimti tik Reglamente aptartais atvejais. Skersinės sąstandos visada dedamos atramose ir didelių sutelktinių jėgų pridėjimo vietose.

132. Sijos, sustandintos tik skersinėmis sąstandomis pagal 131 punkto reikalavimus, sienelės pastovumo tikrinti nereikia, kai $\bar{\lambda}_w$ neviršija šių reikšmių:

- 3,5 – su dvipusėmis juostinėmis siūlėmis ir nėra vietinių įtempių;
- 3,2 – su viapusėmis juostinėmis siūlėmis ir nėra vietinių įtempių;
- 2,5 – su dvipusėmis juostinėmis siūlėmis ir yra vietiniai įtempiai.

133. Sienelių pastovumas tikrinamas įvertinant visus įtempių būvio komponentus. Įtempiai $\sigma_{w,Ed}, \sigma_{w,loc,Ed}, \tau_{w,Ed}$ apskaičiuojami tampriosios būklės bruto skerspjūvyje, neįvertinant klupumo koeficiento φ_b .

134. Gniuždomieji įtempiai $\sigma_{w,Ed}$ prie sienelės skaičiuojamojo krašto imami su pliuso ženklu ir apskaičiuojami pagal formulę:

$$\sigma_{w,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{I_y} z \quad (5.17)$$

135. Vidutiniai tangentiniai įtempiai $\tau_{w,Ed}$ apskaičiuojami pagal formulę:

$$\tau_{w,Ed} = \frac{V_{Ed}}{t_w h}, \quad (5.18)$$

čia: h – visos sienelės aukštis.

Vietiniai įtempiai apskaičiuojami pagal (5.6) formulę.

$M_{y,Ed}$ ir V_{Ed} – momento ir skersinės jėgos vidutinės reikšmės stačiakampėje sienelės sekcijoje (plokštelėje); jei sekcijos ilgis didesnis už jos skaičiuojamąjį aukštį, $M_{y,Ed}$ ir V_{Ed} apskaičiuojami labiau įtemptos sekcijos zonai, lygiai sekcijos aukščiui; jei sekcijoje momentas ar

skersinė jėga keičia ženklą, tai jų vidutinės reikšmės skaičiuojamos sekcijos zonoje su vienu ženklu.

136. Sienelės, sustiprintos skersinėmis sąstandomis (5.3 pav.), pastovumo skaičiavimas atliekamas pagal formulę:

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{cr,Rd}} + \frac{\sigma_{w,loc,Ed}}{\sigma_{cr,loc,Rd}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{w,Ed}}{\tau_{cr,Rd}}\right)^2} \leq \gamma_c \quad (5.19)$$

Jei sutelktinių jėgų nėra arba jų pridėjimo vietoje įrengtos skersinės sąstandos, imama, kad vietiniai įtempiai lygūs nuliui ($\sigma_{w,loc,Ed} = 0$) ir (5.19) formulė supaprastėja.

137. Tangentiniai kritiniai įtempiai apskaičiuojami taip:

$$\tau_{w,cr,Rd} = 10,3 \left(1 + \frac{0,76}{n^2}\right) \frac{f_{s,d}}{\bar{\lambda}_{eff}^2} \quad (5.20)$$

Formulėje (5.20) $\bar{\lambda}_{eff} = \frac{d}{t_w} \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}}$, čia: d – mažesnioji plokštelės kraštinė (h_{eff} arba a_s); n – plokštelės didžiosios kraštinės santykis su mažesne.

138. Normaliniai kritiniai įtempiai, kai vietiniai įtempiai $\sigma_{w,loc,Ed} = 0$, apskaičiuojami taip:

$$\sigma_{w,cr,Rd} = \frac{c_{cr} f_{y,d}}{\bar{\lambda}_w^2} \quad (5.21)$$

Formulėje (5.21) koeficientas c_{cr} suvirintosios sijoms imamas pagal Reglamento 7.20 lentelę, atsižvelgiant į koeficiento δ reikšmes:

$$\delta = \beta \frac{b_f}{h_{eff}} \left(\frac{t_f}{t_w}\right)^3, \quad (5.22)$$

čia: β – koeficientas, imamas iš Reglamento 7.21 lentelės.

Kritinių įtempių $\sigma_{w,cr,Rd}$ ir $\sigma_{w,cr,loc,Rd}$, kai $\sigma_{w,loc,Ed} \neq 0$, skaičiavimas pateiktas Reglamente.

139. Sienelės pastovumo tikrinimas, kai sienelė sustandinta skersinėmis ir išilginėmis sąstandomis, pateiktas Reglamento XIV skyriuje.

140. Lenkiamieji elementai veikiami tiesioginių vibracinių apkrovų, kai ciklų skaičius 10^5 ir daugiau, turi būti tikrinami patvarumui pagal formulę:

$$\sigma_{max} \leq \alpha \cdot f_{v,d} \gamma_v, \quad (5.23)$$

čia: $f_{v,d}$ – skaičiuotinis varginamasis plieno stipris, α – koeficientas, įvertinantis apkrovimo ciklų skaičių; γ_v – koeficientas, įvertinantis įtempių būvį ir priklausantis nuo įtempių asimetrijos koeficiento.

141. Skaičiuojant elementų patvarumą pagal (5.23) formulę, turi būti tenkinama sąlyga:

$$\alpha \cdot f_{v,d} \gamma_v \leq \frac{f_{u,d}}{\gamma_u} \quad (5.24)$$

142. Veikiami vibracinių apkrovų, elementai turi būti projektuojami naudojant konstrukcinius sprendimus, nesukeliantys didelės įtempių koncentracijos. Apkrovimo ciklų skaičius priimamas pagal technologinius naudojimo reikalavimus.

143. Lenkiamųjų elementų (sijų) vertikalūs poslinkiai apskaičiuojami priklausomai nuo charakteristinių apkrovų reikšmių. Skaičiuojant elemento standumą, skerspjūvio susilpninimas skylėmis varžtams nevertinamas. Elementų įlinkiai turi nevirsyti ribinių reikšmių, nurodytų [7.4].

VI SKYRIUS.

AŠINĖS JĖGOS IR LENKIAMŲJŲ ELEMENTŲ VEIKIAMIE ELEMENTAI

I SKIRSNIS.

TEMPIMO JĖGOS IR LENKIAMŲJŲ MOMENTŲ VEIKIAMIE ELEMENTAI

144. Tempimo jėgos ir lenkiamųjų momentų veikiamų elementų tikrinamas stiprumas, tam tikrais atvejais skerspjūvio elementų pastovumas, taip pat tikrinama, ar liaunis nevirsija ribinio liaunio.

145. Ekscentriškai tempiamų ir tempiamų– lenkiamų elementų iš plieno, kurio takumo riba iki 530 N/mm^2 , neveikiamų tiesioginių dinaminių apkrovų, ir kai $\tau \leq 0,5 f_{s,d}$ ir $\frac{N_{Ed}}{A_{net} f_{y,d}} > 0,1$, stiprumas tikrinamas pagal ribotų plastinių deformacijų kriterijų, kuris užrašomas taip:

$$\left(\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right)^n + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,pl,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,pl,Rd}} \leq 1,0 \quad (6.1)$$

čia: N_{Ed} , $M_{y,Ed}$ ir $M_{z,Ed}$ – atitinkamai skaičiuotinės ašinės jėgos ir lenkimo momentų nepalankiausiuose deriniuose absoliutinės reikšmės; $N_{pl,Rd}$, $M_{y,pl,Rd}$, $M_{z,pl,Rd}$ – skaičiuotiniai skerspjūvio atspariai pagal takumo ribą, apskaičiuojami pagal (4.2), (5.13) ir (5.14) formules. Koeficientai n , $c_{pl,y}$, $c_{pl,z}$ vertina plastinių deformacijų lygį ir priklauso nuo skerspjūvio formos. Skaitinės šių koeficientų reikšmės, kai santykinė deformacija $\bar{\epsilon} = 3$, pateiktos Reglamento 7.6 lentelėje.

146. Jei $\frac{N_{Ed}}{A_{net} f_{y,d}} \leq 0,1$, formulę (6.1) galima taikyti, jei tenkinamas sienelės ir juostos pastovumas (žr. Reglamento 115 ir 134 p.).

147. Kitais atvejais elementai skaičiuojami tamprioje stadijoje pagal formulę:

$$\frac{N_{Ed}}{A_{net}} \pm \frac{M_{y,Ed}}{I_{y,net}} z \pm \frac{M_{z,Ed}}{I_{z,net}} y \leq f_{y,d} \gamma_c \quad (6.2)$$

čia: $I_{y,net}$ ir $I_{z,net}$ – neto skerspjūvio ploto inercijos momentai apie y ir z ašis; y ir z – skerspjūvio nagrinėjamo taško koordinatės svarbiausių ašių atžvilgiu.

Tempimo jėgos ir lenkiamųjų momentų veikiamų elementams būtina patikrinti, ar liaunis nevirsija ribinio liaunio pagal (4.3) sąlygą.

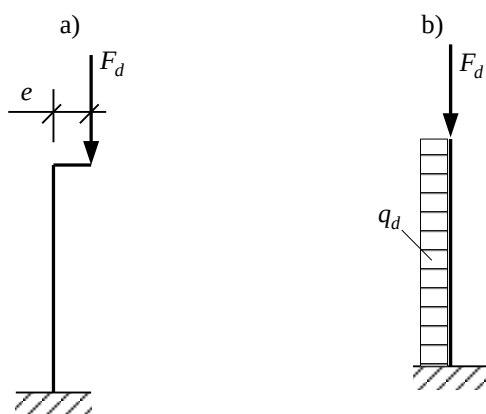
II SKIRSNIS.

GNIUŽDYMO JĖGOS IR LENKIAMŲJŲ MOMENTŲ VEIKIAMŲ ELEMENTŲ SKAIČIAVIMO NUOSTATOS

148. Ekscentriškai gniuždomais elementais laikomi elementai, kuriuose išilginė jėga perslinkta skerspjūvio sunkio centro atžvilgiu dydžiu e (6.1 a pav.). Gniuždomais– lenkiamaisiais elementais laikomi elementai, kuriuose veikia išilginė jėga ir lenkimo momentas (6.1 b pav.). Tai gali būti išoriniai elemento poveikiai arba vidinės elemento įrąžos (ašinė jėga ir lenkimo momentas). Praktiniuose skaičiavimuose, remiantis tuo, kad ekscentriškai gniuždomų ir gniuždomųjų– lenkiamųjų elementų skerspjūviuose įtempimų būviai yra tokie pat, gniuždomieji– lenkiamieji elementai pakeičiami ekscentriškai gniuždomais. Tuomet gniuždomajame– lenkiamajame elemente lenkimo momento ir ašinės jėgos poveikis pakeičiami tik ašine jėga, pridėta su ekscentricitetu:

$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} \quad (6.3)$$

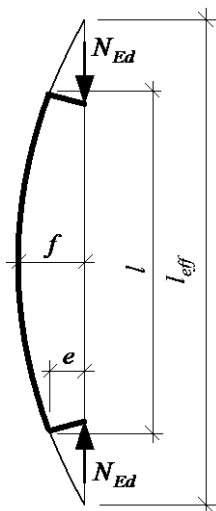
149. Ekscentriškai gniuždomų ir gniuždomųjų– lenkiamųjų elgsena skiriasi, tačiau kritiniai įtempiai savo dydžiu yra artimi. Tokio skaičiavimo netikslumai ištaisomi priimant pagal tam tikras taisykles skaičiuotinio momento per elemento ilgį reikšmes.



6.1 pav. Ekscentriškai gniuždomas (a) ir gniuždomas– lenkiamas (b) elementai

150. Ekscentriškai gniuždomų elementų skaičiavimas remiasi tomis pačiomis prielaidomis kaip ir centriškai gniuždomų elementų, išskyrus tai, kad nevertinami elemento netobulumai. Pastaroji nuostata grindžiama tuo, kad yra maža tikimybė, kad netobulumų maksimalios reikšmės gali sutapti su skaičiuotinio ekscentriciteto reikšmėmis. Ekscentriškai gniuždomo elemento, kurio ilgis l , kreivoji ašis laikoma dalimi centriškai gniuždomo elemento, kurio ilgis l^{eff} , kreivosios ašies (6.2 pav.).

151. Ekscentriškai gniuždomų ir gniuždomųjų– lenkiamųjų elementų tikrinamas pastovumas, skerspjūvio elementų (sienelės ir juostų) pastovumas, stiprumas, taip pat tikrinama, ar elemento liaunis neviršija ribinio liaunio.



6.2 pav. Ekscentriškai gniuždomo elemento skaičiuojamoji schema

152. Ekscentriškai gniuždomų ir gniuždomų– lenkiamų elementų, kai momentas veikia tik vienoje plokštumoje, pastovumas skaičiuojamas momento veikimo plokštumoje (plokščiojo pastovumo praradimo forma) ir iš momento veikimo plokštumos (lenkiamojo– sukamojo pastovumo praradimo forma).

III SKIRSNIS. GNIUŽDYMO JĖGOS IR LENKIAMŲJŲ MOMENTŲ VEIKIAMİ VIENTISOJO SKERSPJŪVIO ELEMENTAI

153. Ekscentriškai gniuždomų ir gniuždomųjų– lenkiamųjų pastovaus vientisojo skerspjūvio elementų arba elementų atskirų pastovaus skerspjūvio dalių pastovumas momento veikimo plokštumoje tikrinamas priklausomai nuo santykinio lyginamojo ekscentriciteto, kuris apskaičiuojamas pagal formulę:

$$e_{rel,eff} = k_{shape} e_{rel}, \quad (6.4)$$

čia: k_{shape} – skerspjūvio formos koeficientas, nustatomas pagal Reglamento 7.6 lentelę;

$e_{rel} = \frac{eA}{W_c}$ – santykinis ekscentricitetas (čia e – ekscentricitetas; W_c – skerspjūvio atsparumo momentas labiausiai skerspjūvio gniuždomo krašto atžvilgiu).

154. Vientisojo skerspjūvio strypų stiprumas tikrinamas, kai $e_{rel,eff} > 20$, ir tikrinamas pastovumas momento veikimo plokštumoje, kai $e_{rel,eff} \leq 20$. Pastovumas iš momento veikimo plokštumos tikrinamas visada.

155. Ekscentriškai gniuždomų ir gniuždomųjų– lenkiamųjų pastovaus vientisojo skerspjūvio elementų stiprumo tikrinimo tvarka pateikta VI skyriaus I skirsnyje.

156. Ekscentriškai gniuždomų ir gniuždomųjų– lenkiamųjų pastovaus vientisojo skerspjūvio elementų arba elementų atskirų pastovaus skerspjūvio dalių pastovumas momento veikimo plokštumoje, sutampančioje su simetrijos plokštuma, tikrinamas pagal formulę:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,c,Rd}} \leq 1,0 \quad (6.5)$$

Skaičiuotinis ekscentriškai gniuždomo elemento pastovumo atsparis lenkimo plokštumoje apskaičiuojamas pagal formulę:

$$N_{NM,c,Rd} = \varphi_e A \cdot f_{y,d} \gamma_c \quad (6.6)$$

Ekscentriškai gniuždomo elemento klupumo koeficientas φ_e vientisojo skerspjūvio strypams nustatomas pagal Reglamento 1 priedo 2 lentelę, atsižvelgiant į sąlyginį strypo liaunį $\bar{\lambda}$ ir santykinį lyginamąjį ekscentricitetą $e_{rel,eff}$, apskaičiuojamą pagal (6.4) formulę.

157. Ekscentriškai gniuždomų elementų iš plieno, kurio takumo riba didesnė kaip 530 N/mm², turinčių nesimetrinį skerspjūvį (10 ir 11 skerspjūviai Reglamento 7.6 lentelėje), be skaičiavimo pagal (6.5) formulę, turi būti patikrintas stiprumas pagal formulę:

$$\left| \frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} - \frac{M_{Ed}}{M_{u,Rd}} \right| \leq 1,0 \quad (6.7)$$

Skaičiuotinis ašinės jėgos veikiamo skerspjūvio ir skaičiuotinis skerspjūvio lenkiamasis atspariai pagal stiprumo ribą apskaičiuojamas taip:

$$N_{u,Rd} = A_{net} \frac{f_{u,d}}{\gamma_u} \gamma_c \quad (6.8)$$

$$M_{u,Rd} = \delta \cdot W_{net,t} \frac{f_{u,d}}{\gamma_u} \gamma_c \quad (6.9)$$

158. Grynojo atsparumo momento $W_{net,t}$ reikšmė apskaičiuojama skerspjūvio tempiamojo krašto atžvilgiu, o koeficientas δ nustatomas pagal formulę:

$$\delta = 1 - \frac{N_{Ed} \lambda^2}{\pi^2 EA} \quad (6.10)$$

159. Skaičiuotinių ašinės jėgos N_{Ed} ir lenkimo momento M_{Ed} reikšmės apskaičiuojamos nedeformuotame būvyje ir taikant plieno tampriųjų deformacijų prielaidą. Įrašos imamos iš to paties skaičiuotinių apkrovų situacijų derinio. Lenkimo momento M_{Ed} reikšmės imamos:

- rėminių sistemų pastoviojo skerspjūvio kolonų – didžiausiam momentui per visą kolonos ilgį;
- pakopinių kolonų – didžiausiam kolonos dalies, kurioje yra pastovus skerspjūvis, momentui;
- kolonų su vienu standžiai įtvirtintu galu ir kitu laisvu galu – momentui įtvirtinimo pjūvyje, bet ne mažiau kaip pjūvyje, nutolusiame per kolonos ilgio trečdalį nuo įtvirtinimo;
- gniuždomųjų viršutinių santvarų ir struktūrinių plokščių juostų, apkrautų nemazgine apkrova – didžiausiam momentui juostos tarpmazgio viduriniame trečdalyje, apskaičiuotam laikant juostą, tampriąja nekarpytąja sija.

160. Kiti N_{Ed} ir M_{Ed} reikšmių apskaičiavimo atvejai aptarti Reglamente.

161. Ekscentriškai gniuždomi elementai lenkiami didžiausio standumo plokštumoje ($I_y > I_z$), dėl lenkimo– susisukimo pastovumo praradimo pobūdžio gali netekti pastovumo iš momento veikimo plokštumos, nepasiekus ribinės apkrovos. Tokiu atveju elementas tikrinamas kaip centriškai gniuždomas elementas, įvedant c koeficientą, kuris įvertina lenkimo momento įtaką erdviniam pastovumo netekimui. Tokio elemento pastovumas iš momento veikimo plokštumos tikrinamas pagal formulę:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,TF,Rd}} \leq 1,0 \quad (6.11)$$

Skaičiuotinis ekscentriškai gniuždomo elemento lenkiamasis– sukamasis pastovumo atsparis apskaičiuojamas taip:

$$N_{NM,TF,Rd} = c \cdot \varphi_z A \cdot f_{y,d} \gamma_c, \quad (6.12)$$

čia: φ_z – centriškai gniuždomo elemento klupumo koeficientas, nustatomas pagal Reglamento 1 priedo 1 lentelę, imant $\lambda_z = l_{eff,z} / i_z$. Koeficientas c , kai santykinio ekscentriciteto reikšmė $e_{rel,y} \leq 5$, apskaičiuojamas pagal formulę:

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha \cdot e_{rel,y}}, \quad (6.13)$$

čia: α ir β – koeficientai, imami iš Reglamento 7.8 lentelės. Kiti c koeficiento skaičiavimo atvejai sutinkami rečiau ir jie pateikti Reglamente.

162. Kai liaunis $\lambda_z > \lambda_c = 3,14 \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}$, koeficiento c reikšmės neturi būti didesnė už nurodytas Reglamente reikšmes.

163. Nustatant santykinį ekscentricitetą $e_{rel,y}$ skaičiuotinio momento $M_{y,Ed}$ reikšmė priimama, lygi:

– šarnyriškai įtvirtintais galais strypų, sutvirtintų nuo pasislinkimo statmenai momento veikimo plokštumai – didžiausiam strypo ilgio viduriniame trečdalyje momentui, bet ne mažiau kaip pusė didžiausio visame strypo ilgyje veikiančio momento;

– vienu standžiai įtvirtintu galu ir kitu laisvu galu strypų – momentui standžiame įtvirtinime, bet ne mažiau momento pjūvyje, nutolusiame per strypo ilgio trečdalį nuo įtvirtinimo.

164. Be šių skaičiavimų taip pat būtina patikrinti skerspjuvio elementų (sienelės, juostų) pastovumą.

Skerspjuvio sienelė yra pastovi, jei tenkinama (4.15) sąlyga. Sąlyginis sienelės liaunis

apskaičiuojamas pagal formulę $\bar{\lambda}_w = \frac{h_{eff}}{t_w} \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}}$, o sąlyginis ribinis sienelės liaunis $\bar{\lambda}_{wu}$ apskaičiuojamas pagal Reglamento 7.26 lentelės formules.

165. Dvitėjo ir dėžinio skerspjuvio elementų, skaičiuojamų pagal (6.11) formulę (elemento pastovumą apsprendžia lenkimo– susisukimo pastovumo praradimo pobūdis), sienelės skaičiuojamojo aukščio santykis su storio h_{eff} / t_w nustatomas atsižvelgiant į reikšmę

$\alpha = \frac{(\sigma_{w,c,Ed} - \sigma_{w,Ed,1})}{\sigma_{w,c,Ed}}$, čia: $\sigma_{w,c,Ed}$ – didžiausi gniuždymo įtempiai prie sienelės skaičiuojamojo krašto, imami su pliuso ženklu ir skaičiuojami neįvertinant koeficientų φ_e , $\varphi_{e,yz}$ ar $c\varphi_z$; $\sigma_{w,Ed,1}$ – atitinkami įtempiai prie sienelės priešingo skaičiuojamojo krašto ir imami:

- kai $\alpha \leq 0,5$ – neatsižvelgiant į koeficiento α reikšmę;
- kai $\alpha \geq 1$ – pagal formulę:

$$\frac{h_{eff}}{t_w} = 4,35 \sqrt{\frac{(2\alpha - 1)E}{\sigma_{w,c,Ed}(2 - \alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4\beta^2})}} \leq 3,8 \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}}, \quad (6.14)$$

čia:

$$\beta = 1,4(2\alpha - 1) \frac{\tau_{w,Ed}}{\sigma_{w,c,Ed}},$$

$$\tau_{w,Ed} = \frac{V_{Ed}}{t_w h_{eff}}$$

– vidutiniai tangentiniai įtempiai nagrinėjamame skerspjuvyje;

- kai $0,5 < \alpha < 1$, taikoma tiesinė interpoliacija tarp reikšmių, apskaičiuotų, kai $\alpha = 0,5$ ir $\alpha = 1$.

166. Tėjinių skerspjuvių sienelės pastovumo tikrinimas pateiktas Reglamente.

167. Jei sąlyga (4.15) netenkinama, sienelė yra nepastovi ir turi būti sustandinta (keičiamas sienelės storis ar aukštis, įrengiamos sąstandos ar pan.) arba galima leisti ekscentriškai gniuždomam ir gniuždomam– lenkiamam elementui, kaip buvo parodyta centriškai gniuždomam elementui, dirbti su išklupusia („išsipūtusia“) sienele (žr. 4.2 skyrių). Šio skaičiavimo ypatumai pateikti Reglamente.

168. Ekscentriškai gniuždomų ir gniuždomųjų– lenkiamųjų elementų juostų pastovumas tikrinamas kaip centriškai gniuždomų elementų (žiūr. IV skyriaus II skirsnį).

169. Jei tikrinant ekscentriškai gniuždomų ir gniuždomųjų– lenkiamųjų elementų stiprumą

$$\frac{N_{Ed}}{A_{net} f_{y,d}} \leq 0,1$$

, tai sienelės ir juostų pastovumas tikrinamas kai lenkiamųjų elementų.

170. Taip pat būtina patikrinti, ar elemento liaunis neviršija ribinio liaunio (4.3 formulė).

171. Sprendžiant ekscentriškai gniuždomų ir gniuždomųjų– lenkiamųjų pastovaus vientisojo skerspjuvio elementų projektinį uždavinį, kai $e_{rel,eff} \leq 20$, galima pasinaudoti tokiu nuoseklaus priartėjimo algoritmu:

1) pasirenkama tinkama skerspjuvio forma, atsižvelgiant į įrašas momento veikimo plokštumoje bei būtiną didesnę standumą elemento y–y ašių atžvilgiu;

2) pirmajam priartėjimui, jei nėra kitų sąlygų, priimama elemento liaunio $\lambda_{y,0}$ reikšmė

$$i_{y,d} = \frac{l_{eff,y}}{\lambda_{y,0}};$$

(apytiksliai tarp 60–90) ir apskaičiuojamas reikalingas skerspjuvio inercijos spindulys

3) nustatomas reikalingas skerspjuvio aukštis pagal išraišką:

$$h_d \approx i_{y,d} / \alpha_y,$$

čia: α_y – skerspjuvio formos koeficientas (žr. 4.6 lentelę);

4) apskaičiuojamas reikalingas skerspjuvio plotas:

$$A_d = \frac{N_{Ed}}{f_{y,d}\gamma_c} \left(\frac{1}{\varphi_y} + \frac{e}{2\alpha_y^2 h_d} \right),$$

čia: φ_y – klupumo koeficientas, apytiksliai nustatomas pagal pasirinktą liaunį $\lambda_{y,0}$ kaip centriškai gniuždomiesiems elementams; $e = M_{y,Ed} / N_{c,Ed}$;

5) valcuotiems profiliuochiams pagal A_d ir h_d priimamas pasirinktos formos skerspjūvis; suvirintiesiems – sukomponuojamas skerspjūvis;

6) apskaičiuojamas pasirinkto skerspjūvio liaunis $\lambda_{y,1} = l_{eff,y} / i_y$;

7) sulyginamos pradinio $\lambda_{y,0}$ ir gauto $\lambda_{y,1}$ liaunių bei pradinio h_d ir gauto h skerspjūvio aukščio reikšmės; jei šių dydžių reikšmės skiriasi ne daugiau kaip 20–25 %, galima pereiti prie tikrinamojo uždavinio (žr. 9 p.);

8) jei sulygintos pradinio $\lambda_{y,0}$ ir gauto $\lambda_{y,1}$ liaunių bei skerspjūvio aukščių h_d ir h reikšmės skiriasi daugiau kaip 30 %, tai kartojamas naujas priartėjimas, pasirenkant pradinio liaunio reikšmę, lygią $\lambda_{y,0}^* = (\lambda_{y,0} + \lambda_{y,1}) / 2$; toliau, apskaičiavus inercijos spindulį $i_{y,d}$, grįžtama į 3) punktą;

9) jei elemento pastovumo sąlygos yra tenkinamos, tačiau yra per didelė jo pastovumo atspario reikšmė ($\Delta N_{NM,c,Rd} \geq 5-10\%$), skerspjūvio matmenys yra sumažinami ir grįžtama prie tikrinamojo uždavinio;

172. Sprendžiant ekscentriškai gniuždomų ir gniuždomųjų–lenkiamųjų pastovaus vientisojo skerspjūvio elementų uždavinį, kai $e_{rel,eff} > 20$, galima pasinaudoti tokiu nuoseklaus priartėjimo algoritmu:

1) pasirenkama tinkama skerspjūvio forma ir nustatomas orientacinis skerspjūvio aukštis $h_d \approx l_{eff,y} / (20-30)$;

2) apskaičiuojamas reikalingas skerspjūvio atsparumo momentas:

$$W_{d,y} = \frac{N_{c,Ed}}{f_{y,d}\gamma_c} \left(1 + \frac{2\alpha_y^2 h_d}{e} \right);$$

3) valcuotiems profiliuochiams pagal $W_{d,y}$ ir h_d priimamas pasirinktos formos skerspjūvis ir pereinama prie tikrinamojo uždavinio;

4) jei sukomponuoto elemento stiprumo sąlygos yra tenkinamos, tačiau įtempių nepritekliaus reikšmė yra didesnė nei 5–10 %, skerspjūvio matmenys yra sumažinami ir grįžtama prie tikrinamojo uždavinio.

IV SKIRSNIS.

GNIUŽDymo Jėgos ir lenkiamųjų momentų veikiami spragotojo skerspjūvio elementai

173. Ekscentriškai gniuždomų ir gniuždomųjų–lenkiamųjų pastovaus spragotojo skerspjūvio elementų arba elementų atskirų pastovaus skerspjūvio dalių pastovumas momento veikimo plokštumoje tikrinamas priklausomai nuo santykinio ekscentriciteto, kuris apskaičiuojamas pagal formulę:

$$e_{rel} = e \frac{Aa}{I}, \quad (6.15)$$

čia: a – atstumas nuo svarbiausios skerspjūvio ašies, statmenos lenkimo plokštumai, iki labiausiai gniuždomos šakos, bet ne mažesnis už atstumą iki šakos sienelės ašies.

174. Spragotojo skerspjūvio strypų stiprumas tikrinamas, kai $e_{rel} > 20$; viso strypo ir atskirų šakų pastovumas momento veikimo plokštumoje tikrinamas, kai $e_{rel} \leq 20$. Pastovumas iš momento veikimo plokštumos tikrinamas visada.

175. Apskaičiuojant ekscentricitetą $e = M_{Ed} / N_{Ed}$, M_{Ed} ir N_{Ed} , reikšmės imamos vadovaujantis šio skyriaus III skirsnio reikalavimais.

176. Spragotojo skerspjūvio viso strypo pastovumas momento veikimo plokštumoje tikrinamas pagal (6.5) formulę. Skaiciuotinis ekscentriškai gniuždomo elemento pastovumo atsparis lenkimo plokštumoje apskaičiuojamas pagal (6.6) formulę.

177. Spragotojo skerspjūvio strypų su tinkleliu arba plokštelėmis, išdėstytais plokštumose, lygiagrečiose su lenkimo plokštuma, klupumo koeficientas φ_e nustatomas pagal Reglamento 1 priedo 3 lentelę, atsižvelgiant į sąlyginį lyginamąjį spragotojo elemento liaunį $\bar{\lambda}_L$ ir santykinį ekscentricitetą e_{rel} . Sąlyginis lyginamasis spragotojo elemento liaunis nustatomas pagal Reglamento 7.3 lentelę.

178. Spragotojo skerspjūvio šakų pastovumas tikrinamas momento veikimo plokštumoje ir plokštumoje, statmenoje momentų veikimo plokštumai.

Skerspjūviams su dviem šakomis ašinė jėga šakoje apskaičiuojama taip:

$$N_{1,Ed} = \frac{N_{Ed}y}{b} + \frac{M_{Ed}}{b}, \quad (6.16)$$

čia: b – atstumas tarp skerspjūvio šakų sunkio centrų; y – atstumas nuo skerspjūvio sunkio centro iki kitos ašies (priešingos šakos nei skaičiuojama ašinė jėga) sunkio centro.

179. Tikrinant atskiros šakos pastovumą momento veikimo plokštumoje, skaičiuojamasis ilgis priimamas lygus atstumui tarp tinklelio mazgų arba tarp antdėklų vidinių kraštų.

180. Tikrinant skerspjūvio šakų pastovumą plokštumoje, statmenoje momento veikimo plokštumai, priimama, kad tinklelis arba antdėklai bei vidinės diafragmos nėra pakankamai standžios ir neužtikrina bendro šakų darbo. Todėl šakos tikrinamos kaip atskiri centriškai gniuždomi elementai. Šiuo atveju skaičiuojamieji ilgiai nustatomi pagal VII skyriaus nuostatas.

181. Spragotojo skerspjūvio šakų pastovumas momento veikimo plokštumoje ir plokštumoje, statmenoje momentų veikimo plokštumai, tikrinamas pagal (4.5) formulę.

182. Momento veikimo plokštumoje atskiros šakos liaunis, kai šakos sujungtos tinkleliu, turi būti ne didesnis kaip 80, o kai sujungtos antdėklais – 40. Taip pat atskiros šakos liaunis turi būti ne didesnis už viso elemento lyginamąjį liaunį λ_L .

183. Viso strypo liaunis momento veikimo plokštumoje ir atskiros šakos liaunis plokštumoje, statmenoje momento veikimo plokštumai, neturi viršyti ribinio liaunio:

$$\lambda_L \leq \lambda_u, \quad (6.17)$$

$$\lambda_{1,z} \leq \lambda_u. \quad (6.18)$$

184. Ekscentriškųjų ir gniuždomųjų– lenkiamųjų elementų jungiamieji elementai (tinklelis, antdėklai) skaičiuojami kaip ir centriškai gniuždomuose elementuose.

185. Atskirų šakų skerspjūvio elementų (sienelės, juostų) pastovumas tikrinamas kaip centriškai gniuždomų elementų skerspjūvių elementų pastovumas.

VII SKYRIUS. ELEMENTŲ SKAIČIUOJAMIEJI ILGIAI

I SKIRSNIS. BENDROSIOS NUOSTATOS

186. Strypinių sistemų centriškai gniuždomųjų, ekscentriškai gniuždomųjų ir gniuždomų–lenkiamųjų elementų skaičiuojamieji ilgiai yra nustatomi tais atvejais, kai nėra galimybių atlikti minėtų sistemų skaičiavimo atsižvelgiant į geometrinį bei fizinį netiesiškumus.

187. Skaičiuojamąjį ilgį rekomenduojama naudoti, kai tikrinamas strypinių konstrukcijų atskirų elementų pastovumas. Skaičiuojamojo ilgio sąvokos taikymas leidžia suskaidyti strypinę sistemą į atskirus (diskretinius) elementus, įvertinant šių elementų elgseną ir tarpusavio sąveiką nagrinėjamoje sistemoje. Skaičiuojamuoju (redukuotuoju) atskiros sistemos elemento ilgiu yra laikomas lanksčiai (šarnyriškai) galuose atremto elemento, kurio kritinės jėgos (įrašos) reikšmė yra tokia pati kaip ir nagrinėjamo, sąlyginis ilgis. Skaičiuojamasis ilgis fizikine prasme yra sistemoje įtvirtinto elemento didžiausias atstumas tarp jo deformuojamos ašies išlinkio taškų (pjūvių). Šis atstumas atskiram elementui nustatomas skaičiuojant jo pastovumą pagal Eulerio metodą. Tai reiškia, kad skaičiuojamajam ilgiui nustatyti būtina atlikti sistemos iš tamprių ir tiesių elementų, apkrautų mazguose sutelktinėmis apkrovomis, pastovumo skaičiavimą. Šiuo atveju neįvertinami veikiančios skersinės apkrovos bei ašinių jėgų ekscentricitetai, sukeliantys nagrinėjamo elemento lenkimą.

188. Būtina nustatyti plokščiųjų strypinių sistemų gniuždomųjų elementų skaičiuojamuosius ilgius tiek sistemos plokštumoje, tiek iš jos plokštumos (statmenai jos plokštumai). Atskiros elemento skaičiuojamieji ilgiai nustatomi pagal formules:

$$l_{eff,y} = \mu_y l_c, \quad (7.1)$$

$$l_{eff,z} = \mu_z l_c, \quad (7.2)$$

čia: l_c – elemento ar jo atskiros dalies ilgis; μ_y , μ_z – skaičiuojamojo ilgio koeficientai, priklausantys nuo elemento įtvirtinimo sąlygų sistemos plokštumoje ir iš jos plokštumos bei veikiančių apkrovų.

189. Būtina pažymėti, kad atskiros tos pačios sistemos elemento skaičiuojamasis ilgis priklauso ir nuo veikiančių apkrovų, ir gali turėti skirtingas reikšmes priklausomai nuo jų sukeliamos deformavimo formos. Todėl, nustatant atskiros elemento skaičiuojamąjį ilgį, būtina išnagrinėti visus pavojingiausius sistemos apkrovimo atvejus, atsižvelgiant į apkrovimo istoriją, netolygų įrašų pasiskirstymą, elementų tarpusavio sąveiką bei jų standumų santykius, taip pat į tam tikrų konstrukcinių elementų įtaką visos sistemos pastovumo netekimo formoms.

190. Reglamente pateikti konstrukcinių sistemų elementų skaičiuojamieji ilgiai, esant patiems nepalankiausiems jų apkrovimo atvejams.

II SKIRSNIS. PLOKŠČIŲJŲ SANTVARŲ IR RAMSČIŲ ELEMENTŲ SKAIČIUOJAMIEJI ILGIAI

191. Plokščiosios santvaros atskiros gniuždomo elemento (strypo) skaičiuojamasis ilgis santvaros plokštumoje nustatomas įvertinant jo sąveiką su kitais santvaros elementais. Klupdomas gniuždomasis elementas (strypas) deformuojasi ir pasisuka savo mazgų centrų atžvilgiu, priversdamas pasisukti per tam tikro standumo mazginius lakštus ir gretimąsias santvaros elementus.

Pastarieji elementai priešinasi tokiam deformavimui priklausomai nuo savo standumo, geometrinio ilgio bei veikiančios įrašos. Nustatyta, kad gretimi gniuždomieji elementai praktiškai mažai priešinasi tokiam deformavimui, nes gali prarasti pastovumą tuo pačiu metu, o jų mazgų deviacijos (posūkiai) yra dažniausiai nukreiptos ta pačia klupimo linkme. Gretimi tempiamieji elementai priešinasi klumpančio (netenkančio pastovumo) elemento sukeltoms deviacijoms ir tuo labiau, kuo yra santykinai didesnis jų standumas bei veikiančios juose tempimo įrašos reikšmės.

192. Gniuždomos juostos elementas iš kiekvieno galo (mazgo) turi tik po vieną tempiamą tinklelio elementą, todėl pastarųjų įtaka klupimo deformacijoms yra nereikšminga ir šios įtakos atsargos dėlei nėra paisoma. Gniuždomieji santvaros tinklelio elementai viršutiniame mazge yra sujungti su vienu tempiamuoju tinklelio elementu, o apatiniame – su dviem tempiamosios juostos elementais ir vienu tempiamuoju tinklelio elementu. Šių gretutinių tempiamųjų elementų įtaka yra įvertinama skaičiuojamojo ilgio koeficiento μ_y reikšme, mažesne už vienetą. Sumažinta skaičiuojamojo ilgio reikšmė netaikoma santvaros atraminiam spyriui bei atraminiam statramsčiui, nes jų deformavimo sąlygos yra anologiškos gniuždomosios viršutinės juostos deformavimo sąlygoms.

193. Gniuždomųjų santvaros elementų skaičiuojamasis ilgis iš santvaros plokštumos priimamas lygus atstumui tarp įtvirtinimo mazgų, neleidžiančių pasislinkti statmenai jos plokštumai kryptimi. Įtvirtinimo mazgų iš santvaros plokštumos funkcijas atlieka tokie konstrukciniai elementai, kaip vertikalieji arba gultieji ramsčiai, standžios perdangų plokštės ir pan. Santvaros elementų pastovumas iš jos plokštumos priklauso nuo gniuždomosios juostos sukamojo standumo. Mazgų lakštai iš santvaros plokštumos yra liauni ir traktuojami kaip lakštiniai lankstai (šarnyrai).

Skaičiuojamojo ilgio iš santvaros plokštumos koeficiento μ_z reikšmė esant mazgo lakštams priimama lygi vienetui, išskyrus santvarų elementams iš vamzdinio skerspjuvio be mazginių lakštų.

194. Plokščiųjų santvarų, taip pat ir plokščiųjų ramsčių, elementų skaičiuojamieji ilgiai l_{eff} , išskyrus kryžminio santvarų tinklelio elementus, pateikti 7.1 lentelėje.

7.1 lentelė

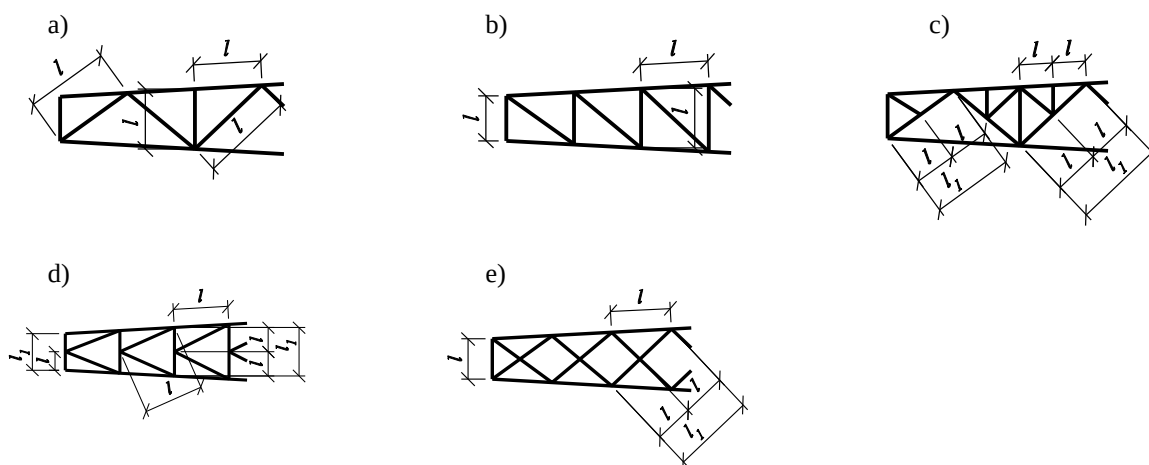
Plokščiųjų santvarų ir ramsčių skaičiuojamieji ilgiai

Klupimo kryptis	Skaičiuojamasis ilgis l_{eff}	
	Juostų, atraminių spyrių ir atraminių statramsčių	Kitų tinklelio elementų
1. Santvaros plokštumoje: a) santvarų, išskyrus nurodytas 1b; b) santvarų iš pavienių kampuočių ir santvarų su sudurtinai prie juostų prijungtais tinklelio elementais.	l l	$0,8 l$ $0,9 l$
2. Santvaros plokštumai statmena kryptimi (iš santvaros plokštumos): a) santvarų, išskyrus nurodytas 2b; b) santvarų su juostomis iš uždarytų profilių sudurtinai prie juostų prijungtais tinklelio elementais.	l_1 l_1	l_1 $0,9 l_1$
Žymenys (7.1 pav.): l – geometrinis elemento ilgis (atstumas tarp mazgų centrų) santvaros plokštumoje; l_1 – atstumas tarp mazgų, įtvirtintų nuo poslinkio iš santvaros plokštumos (santvaros juostomis, specialiais ramsčiais, standžiomis perdangų plokštėmis, prijungtomis prie juostų virintinėmis siūlėmis arba varžtais ir pan.).		

195. Kryžminio tinklelio elementų, sujungtų tarpusavyje (7.1 pav., e), skaičiuojamieji ilgiai imami tokie:

a) santvaros plokštumoje – lygūs atstumui nuo santvaros mazgo centro iki elementų sankirtos taško ($l_{eff} = l$);

b) iš santvaros plokštumos: tempiamųjų elementų – lygūs visam geometriniam elemento ilgiui ($l_{eff} = l_1$), o gniuždomųjų elementų – pagal Reglamento 7.10 lentelę.

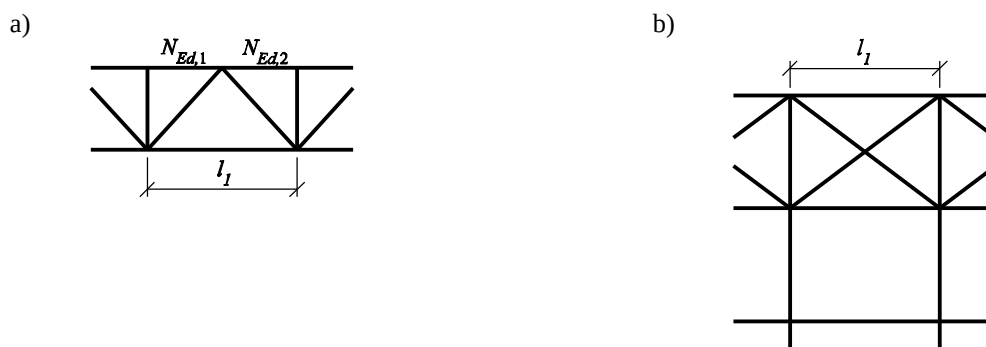


7.1 pav. Santvarų tinklelio schemas elementų skaičiuojamiesiems ilgiams nustatyti a – trikampis su statramsčiais; b – spyrinis; c – trikampis paspyrinis; d – pusiau spyrinis; e – kryžminis

196. Santvaros juostos elemento (7.2 pav.) arba paspyrinio tinklelio elemento (7.1 pav. c, d), kurių ilgyje veikia keletą gniuždomųjų ašinių jėgų N_{Ed1} ir N_{Ed2} , skaičiuojamasis ilgis iš santvaros plokštumos $l_{eff,z}$ apskaičiuojamas pagal formulę:

$$l_{eff,z} = l_1 \left(0,75 + 0,25 \frac{N_{Ed2}}{N_{Ed1}} \right), \quad (7.3)$$

čia: l_1 – atstumas tarp elemento įtvirtinimo iš santvaros plokštumos taškų (mazgų).



7.2 pav. Schemas santvaros juostos skaičiuojamajam ilgiui iš plokštumos nustatyti a – santvaros schema; b – ramsčių tarp santvarų schema (vaizdas iš viršaus)

Minėtų santvaros elementų, veikiamų keleto gniuždomųjų ašinių jėgų, pastovumas skaičiuojamas didesnei iš veikiančių jėgų N_{Ed1} ($N_{Ed1} > N_{Ed2}$). Esant nereguliariam juostos įtvirtinimo iš santvaros plokštumos įrengimui (pav., tarkime, montuojant) ir kintamam šios juostos skerspjuviui, kiekvieno juostos tarpmazgio skaičiuojamasis ilgis nustatomas kaip vienpakopių kolonų (žr. Reglamento 107 p. ir 3 priedą).

197. Elementų iš pavienių kampuočių skerspjuvių inercijos spinduliai i imami mažiausi ($i = i_{min}$), kai elemento skaičiuojamasis ilgis lygus l arba $0,9 l$ (čia l – atstumas tarp artimiausių mazgų).

Kitais atvejais i imami kampuočio ašies, statmenos arba lygiagrečios su santvaros plokštuma, atžvilgiu ($i = i_z$ arba $i = i_y$, atsižvelgiant į elemento klupimo kryptį).

198. Santvarų iš šaltai formuotų stačiakampio skerspjūvio profiliuotųjų, esant stogo konstrukcijai be ilginių, viršutinės juostos skaičiuojamojo ilgio koeficientas santvaros plokštumoje μ_y yra apskaičiuojamas dviem atvejais:

– pirmuoju, kai nagrinėjamos juostos tarpmazgio galuose nėra lankstų (šarnyrų) ir kai gretimieji tarpmazgiai yra apkrauti tolygiai išskirstyta apkrova, viršutinės juostos skaičiuojamojo ilgio koeficientas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$\mu_y = 0,65 \sqrt{\frac{n \cdot 10^3 + 1}{n \cdot 10^3 + 0,43}}, \quad (7.4)$$

čia: $n = \frac{q \cdot h}{2 N_{Ed}} -$ išskirstytos apkrovos parametras $\left(0 \leq n \leq \frac{h_f h}{L^2}\right)$; q – tolygiai išskirstyta apkrova; N_{Ed} – ašinė jėga; h – juostos skerspjūvio aukštis; h_f – atstumas tarp santvaros juostų sunkio centrų; L – santvaros tarpatramis;

– antruoju, kai nagrinėjamos juostos tarpmazgio viename iš galų yra įrengtas lankstas, arba kai vienas iš gretimųjų tarpmazgių nėra apkrautas tolygiai išskirstyta apkrova, viršutinės juostos skaičiuojamojo ilgio koeficientas nustatomas taip:

$$\mu_y = 0,8 \sqrt{\frac{n \cdot 10^3 + 1}{n \cdot 10^3 + 0,65}}. \quad (7.5)$$

199. Santvarų iš apvaliųjų vamzdžių be mazgų lakštų, t. y., kai tinklelio elementai prie juostų prijungiami pridurtinai, elementų, išskyrus kryžminį tinklelį, skaičiuojamieji ilgiai nustatomi iš 7.2 lentelės.

7.2 lentelė

Santvarų iš apvaliųjų vamzdžių be mazgų lakštų elementų skaičiuojamieji ilgiai

Klupimo kryptis	Skaičiuojamasis ilgis l_{eff}			
	Juostų, atraminių spyrių ir atraminių statramsčių	Kitų tinklelio elementų		
		Nesuplotais galais	Suplotais galais	
			Vieno arba dviejų skirtingose plokštumose	Dviejų vienoje plokštumoje
Santvaros plokštumoje	l	$0,85 l$	$0,9 l$	$0,95 l$
Iš santvaros plokštumos	l_1	$0,85 l_1$	$0,9 l_1$	$0,95 l_1$
Žymenys: l – geometrinis elemento ilgis (atstumas tarp mazgų centrų); l_1 – atstumas tarp mazgų, įtvirtintų nuo poslinkio iš santvaros plokštumos.				

200. Santvarų iš pavienių kampuočių, sujungtų mazguose viena lentyna suvirintinėmis kampinėmis (kertinėmis) siūlėmis arba varžtais, elementų skaičiuojamieji ilgiai nustatomi iš 7.3 lentelės.

7.3 lentelė

Santvarų iš pavienių kampuočių elementų skaičiuojamieji ilgiai

Santvaros elementai	Skaičiuojamasis ilgis l_{eff}
Gniuždomosios ir tempiamosios juostos, atraminiai spyriai ir atraminiai statramsčiai	$0,9 l$
Gniuždomos-lenkiamos juostos (santvaros plokštumoje)	$0,8 l$
Spyriai ir statramsčiai, perduodantys skersinę jėgą	$0,8 l_1$
Papildomi statramsčiai, perimantys tik vietinę apkrovą	$0,9 l_1$
Žymenys: l – geometrinis elemento ilgis (atstumas tarp mazgų centrų; esant necentriškam sujungimui mazge – atstumas tarp elementų ašių sankirtos taškų) santvaros plokštumoje; l_1 – atstumas tarp artimiausių mazgų (per elemento ilgį).	

201. Santvarų, kurių juostos sukonstruotos iš plačiajuosčių tijų, o kryžminis tinklelis – iš pavienių kampuočių, gniuždomųjų spyrių skaičiuojamasis ilgis iš santvaros plokštumos nustatomas atsižvelgiant į sąveiką su palaikančiuoju tempiamuoju elementu. Gniuždomasis spyris laikomas centriškai apkrautu elementu, turinčiu tarpinę tampriąją atramą, įvertinančią necentrišką įrašos perdavimą palaikančiajam spyriui. Atsižvelgiant ir į tai, kad tempiamojo spyrio išlinkis iš santvaros plokštumos nukreiptas ta pačia linkme kaip ir gniuždomojo, tai jo, kaip palaikančiojo spyrio, įtaka santykinai sumažėja. O tai sąlygoja didesnę gniuždomojo spyrio skaičiuojamąjį ilgį. Nustatant gniuždomojo spyrio skaičiuojamąjį ilgį, tariama, kad spyrių geometriniai ilgiai yra tarpusavyje lygūs (lygiagrečių juostų atvejis) ir spyrių sankirtos mazgas dalija šiuos ilgius pusiau.

202. Gniuždomojo kryžminio tinklelio spyrio skaičiuojamasis ilgis santvaros plokštumoje priimamas lygus pusei jo geometrinio ilgio (atstumo tarp sujungimo su juosta mazgų centrų). Gniuždomojo spyrio skaičiuojamasis ilgis iš santvaros plokštumos apskaičiuojamas pagal formulę:

$$l_{eff} = \frac{l_1}{\sqrt{1 + \frac{0,02 Q l_1^3}{y E J_c}}}, \quad (7.6)$$

čia: Q – skersinė jėga, veikianti spyrių sankirtos mazge, nustatoma atsižvelgiant į įrašą palaikančiajame elemente:

a) kai elemente tempiamoji įraša ($N_{t,Ed}$)

$$Q = \frac{6[M_c J_t(1+n_t) - M_t J_c(1-n_c)]}{l_1[J_t(1+n_t) + J_c(1-n_c)]}; \quad (7.7)$$

b) kai elemente gniuždomoji įraša ($N_{c,Ed}$)

$$Q = \frac{6[M_c J_t(1-n_t) + M_t J_c(1-n_c)]}{l_1[J_t(1-n_t) + J_c(1-n_c)]}; \quad (7.8)$$

c) kai elemente nėra įrašos ($N_{Ed} = 0$)

$$Q = \frac{6M_c J_t}{l_1[J_t + J_c(1-n_c)]}, \quad (7.9)$$

čia: y – spyrių sankirtos mazgo poslinkis iš santvaros plokštumos, nustatomas pagal formulę:

$$y = \frac{l_1(6M_c - Q l_1)}{48EJ_c(1 - n_c)}; \quad (7.10)$$

J_c, J_t – gniuždomojo ir palaikančiojo spyrių kampuočių inercijos momentai (y – y ašių atžvilgiu);

M_c, M_t – lenkiamieji momentai gniuždomajame ir palaikančiajame spyriuose (nustatomi atitinkamai dauginant įrašas $N_{c,Ed}$ ir $N_{t,Ed}$ iš kampuočių z_0 reikšmės);

n_t, n_c – santykiniai parametrai, nustatomi palaikančiajam ir gniuždomajam spyriams pagal formules:

$$n_t = \frac{0,1 N_{t,Ed} l_1^2}{EJ_t} \leq \pi; \quad (7.11)$$

$$n_c = \frac{0,1 N_{c,Ed} l_1^2}{EJ_c} \leq \pi. \quad (7.12)$$

Gniuždomojo spyrio kampuočio inercijos spindulys priimamas:

a) nustatant skaičiuojamąjį ilgį santvaros plokštumoje – minimalus ($i = i_{\min}$);

b) nustatant skaičiuojamąjį ilgį iš santvaros plokštumos – ašies y – y atžvilgiu ($i = i_y$).

203. Santvarų, kurių juostos sukonstruotos iš plačiajuosčių dvitėjų, o tinklelis – iš šaltai formuotų stačiakampio skerspjuvio profiliuotųjų, sujungtų tarpusavyje be mazgų lakštų, elementų skaičiuojamieji ilgiai nustatomi pagal 7.1 lentelę. Santvaroms, kurių skaičiavimuose yra įvertinami veikiantys lenkiamieji momentai, elementų skaičiuojamieji ilgiai nustatomi atsižvelgiant į jų tamprųjų įtvirtinimą abiejose juostose. Tokių santvarų elementų skaičiuojamojo ilgio koeficientai imami iš 7.4 lentelės.

204. Pastovaus skerspjuvio nekarpytųjų elementų (juostų) su skirtingomis gniuždomosiomis ir tempiamosiomis įrašomis tarpatriamiuose (tarpmazgiuose) skaičiuojamieji ilgiai gali būti nustatyti iš 7.5 lentelės. Šios lentelės pirmoje eilutėje pateiktos skaičiuojamoji schema ir formulės leidžia apskaičiuoti konstrukcijos (santvaros) nekarpytųjų elementų (juostų) skaičiuojamąjį ilgį jos plokštumoje, o antrojoje eilutėje pateiktos skaičiuojamoji schema ir formulės – skaičiuojamąjį ilgį iš jos plokštumos. Apskaičiuojant parametro β reikšmes, tempiamosios įrašos priimamos su minuso ženklu.

7.4 lentelė

Santvarų iš plačiajuosčių dvitėjų juostų ir stačiakampio skerspjuvio profiliuotųjų tinklelio skaičiuojamojo ilgio koeficientai

Klupimo kryptis	Skaičiuojamojo ilgio koeficientas		
	Juostų	Atraminių spyrių	Kitų tinklelio elementų
Santvaros plokštumoje	1,0	$1,2(0,6 + \rho) \leq 1,0$	$(0,6 + \rho) \leq 0,8$
Iš santvaros plokštumos	1,0	1,0	1,0

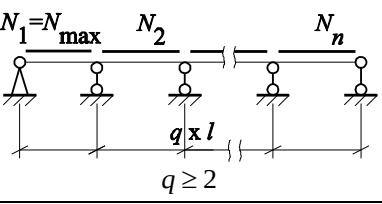
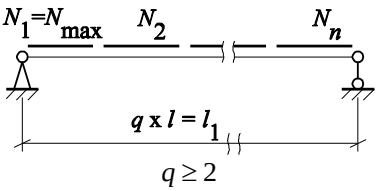
Žymenys:

$$\rho = \left(1 / \sum J_f / l_f + \sum J_d / l_d \right) J / (6l),$$

čia: J, l – nagrinėjamo elemento (stypo) skerspjūvio inercijos momentas ir jo geometrinis ilgis; J_f, l_f – juostos elementų, prie kurių jungiamas nagrinėjamas stypas, skerspjūvio inercijos momentas ir geometrinis ilgis; J_d, l_d – tinkelio elementų, prie kurių jungiamas nagrinėjamas stypas, skerspjūvio inercijos momentas ir geometrinis ilgis.

7.5 lentelė

Pastovaus skerspjūvio nekarpytųjų elementų (juostų) skaičiuojamieji ilgiai

Eil. Nr.	Konstrukcijos elemento (juostos) skaičiuojamoji schema	Išrašų santykis	Skaičiuojamasis ilgis l_{eff}
1		$\alpha = \frac{N_2}{N_{\max}};$ $1 \geq \alpha \geq -0,55$	$l(0,17\alpha^3 + 0,83) \geq 0,8l$
2		$\beta = \frac{\sum_{i=2}^q N_i}{N_{\max}};$ $(q-1) \geq \beta \geq -0,5$	$l_1 \left[0,75 + 0,25 \left(\frac{\beta}{q-1} \right)^{2q-3} \right] \geq 0,5l_1$

III SKIRSNIS.

STRUKTŪRINIŲ KONSTRUKCIJŲ ELEMENTŲ SKAIČIUOJAMIEJI ILGIAI

205. Struktūrinės konstrukcijos yra erdvinės strypinės sistemos, sudarytos iš valcuotųjų profiliuotųjų, sujungtų mazguose virintinėmis siūlėmis arba varžtais. Struktūrinių konstrukcijų elementų skaičiuojamieji ilgiai l_{eff} imami iš Reglamento 7.15 lentelės, atsižvelgiant į mazgų konstrukciją bei elementų liaunius.

Skaičiuojant struktūrinių konstrukcijų elementų liaunius, jų skerspjūvių inercijos spinduliai imami:

- a) gniuždomiesiems– lenkiamiesiems elementams – ašies, statmenos arba lygiagrečios su lenkimo plokštuma, atžvilgiu ($i = i_y$ arba $i = i_z$);
- b) kitais atvejais – mažiausias ($i = i_{\min}$).

IV SKIRSNIS.

KOLONŲ IR STATRAMSČIŲ SKAIČIUOJAMIEJI ILGIAI

206. Kolonų skaičiuojamąjį ilgį rėmo plokštumoje galima nustatyti atlikus viso rėmo, kaip netiesinės elgsenos sistemos, pastovumo skaičiavimą. Toks būdas yra sudėtingas ir imlus, todėl praktiniuose skaičiavimuose taikomas supaprastintas metodas, kuriame kolona nagrinėjama kaip izoliuotas elementas su idealizuotomis atrėmimo (įtvirtinimo) sąlygomis ir apkrautas galuose sutelktinėmis jėgomis bei lenkiamaisiais momentais.

207. Nagrinėjant rėmo kolonų pastovumą, o tuo pačiu ir nustatant jų skaičiuojamąjį ilgį, būtina atsižvelgti į kolonos sujungimo su sija mazgo poslinkio rėmo plokštumoje galimybę. Todėl praktiniuose skaičiavimuose rėmai pagal šį požymį yra skirstomi į laisvuosius ir nelaisvuosius. Rėmas laikomas laisvuju, kai rėmo sijos tvirtinimo prie kolonos mazgas turi galimybę pasislinkti kryptimi, statmena kolonos ašiai rėmo plokštumoje. Yra laikoma, kad visos rėmo kolonos yra vienodai apkrautos bei netenka pastovumo vienu metu ir deformuojasi viena kryptimi. Rėmas

laikomas nelaisvučiu, kai rėmo sijos tvirtinimo prie kolonos mazgas neturi galimybės pasislinkti kryptimi, statmena kolonos ašiai rėmo plokštumoje. Nelaisvųjų rėmų poslinkiai yra varžomi įrengtų konstrukcinių elementų (pvz., ramsčių) arba prijungtų kitų konstrukcinių sistemų (pvz., kitų rėmų ar statinių). Šiuo atveju rėmo kolonos gali netekti pastovumo joms deformuojantis priešingomis kryptimis. Reglamente yra aptariami pastoviojo skerspjūvio kolonos ir statramsčiai.

208. Pastoviojo skerspjūvio kolonų ir statramsčių arba laiptuotųjų kolonų atskirų dalių skaičiuojamieji ilgiai l_{eff} apskaičiuojami pagal formulę:

$$l_{eff} = \mu l_c, \quad (7.13)$$

čia: l_c – kolonos ar jos atskiros dalies ilgis arba rėmo aukšto aukštis; μ – skaičiuojamojo ilgio koeficientas.

209. Pastoviojo skerspjūvio kolonų ir statramsčių skaičiuojamojo ilgio koeficientas μ imamas atsižvelgiant į jų galų įtvirtinimą bei apkrovą. Kai kuriems idealizuotiems (supaprastintiems) kolonų ir statramsčių įtvirtinimo bei jų apkrovimo atvejams skaičiuojamojo ilgio koeficientų μ reikšmės pateiktos Reglamento 3 priedo 6 lentelėje.

210. Laisvųjų vienaaukščių ir daugiaaukščių rėmų pastoviojo skerspjūvio kolonų skaičiuojamojo ilgio koeficientai μ jų plokštumoje, kai viršutiniai mazgai yra vienodai apkrauti, nustatomi iš Reglamento 7.16 lentelės. Skaičiuojamojo ilgio koeficientų μ reikšmės priklauso nuo sijos ir kolonos lenkiamųjų standumų santykio. Kai kolona yra standžiai sujungta su sija ir lanksčiai – su pamatu, vienaaukščių rėmų kolonų skaičiuojamojo ilgio koeficientų μ reikšmės apskaičiuojamos pagal formulę:

$$\mu = 2 \cdot \sqrt{1 + \frac{0,38}{n}}, \quad (7.14)$$

$$n = \frac{I_{r,u} l_c}{l_r I_c}$$

čia: $\frac{I_{r,u} l_c}{l_r I_c}$ – vienaangiams rėmams;

$$n = \frac{k(n_1 + n_2)}{k + 1} \quad \text{– daugiaangiams rėmams;}$$

k – angų (tarpatramių) skaičius;

$$n_1 = \frac{I_{ru,1} l_c}{l_{r,1} I_c}; \quad n_2 = \frac{I_{ru,2} l_c}{l_{r,2} I_c},$$

I_c ir l_c – tikrinamos kolonos skerspjūvio inercijos momentas ir ilgis;

l_r , l_{r1} ir l_{r2} – rėmo tarpatramių (angų) ilgis;

I_{ru} , I_{ru1} , I_{ru2} – prie tikrinamos kolonos viršutinių galų prijungtų rėmo sijų skerspjūvių inercijos momentai.

Kai kolona yra standžiai sujungta tiek su sija, tiek ir su pamatu, vienaaukščių laisvųjų rėmų kolonų skaičiuojamojo ilgio koeficientų μ reikšmės nustatomos pagal formulę:

$$\mu = \sqrt{\frac{n + 0,56}{n + 0,14}}. \quad (7.15)$$

211. Laisvųjų daugiaaukščių rėmų pastoviojo skerspjūvio kolonų skaičiuojamojo ilgio koeficientai μ jų plokštumoje, esant ribinėms parametrų n ir p reikšmėms, gali būti apskaičiuojami pagal 7.6 lentelės formules.

Laisvųjų daugiaaukščių rėmų pastoviojo skerspjūvio kolonų skaičiuojamojo ilgio koeficientai

p	n	Skaičiuojamojo ilgio koeficientas μ
∞	$0,03 \leq n \leq 0,2$	$1,21 \sqrt{\frac{n+0,22}{n+0,08}}$
	$n > 0,2$	$\sqrt{\frac{n+0,28}{n}}$
0	$0,03 \leq n \leq 0,2$	$2,15 \sqrt{\frac{n+0,22}{n}}$
	$n > 0,2$	$2,0 \sqrt{\frac{n+0,28}{n}}$
$0,03 \leq p \leq 50$	∞	$\frac{p+0,63}{\sqrt{p(p+0,9)+0,1}}$

212. Nelaisvųjų rėmų pastoviojo skerspjūvio kolonų skaičiuojamojo ilgio koeficientai μ , kai sijos yra standžiai sujungtos su kolonomis, esant fiksuotoms parametro p reikšmėms, gali būti apskaičiuojami pagal formules:

a) kai $p = 0$

$$\mu = \sqrt{\frac{1+0,46n}{1+0,93n}}; \quad (7.16)$$

b) kai $p = \infty$

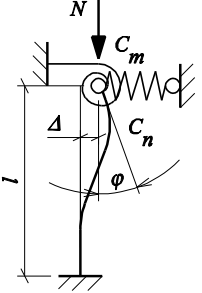
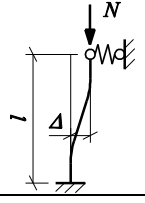
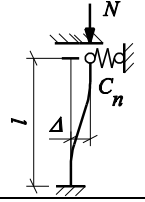
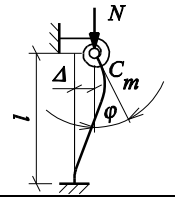
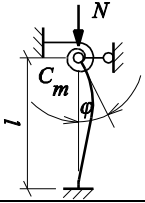
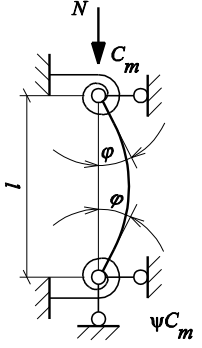
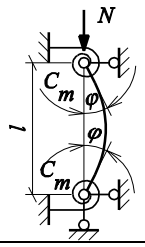
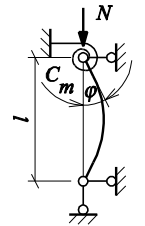
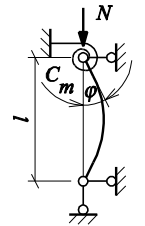
$$\mu = \sqrt{\frac{1+0,39n}{2+1,54n}}. \quad (7.17)$$

213. Reglamente pastoviojo skerspjūvio kolonų ir statramsčių skaičiuojamojo ilgio koeficientai μ pateikti įvertinant pačias nepalankiausias sistemų (rėmų) apkrovimo sąlygas bei priimant supaprastintą jų elgsenos schemą. Toks skaičiuojamojo ilgio koeficientų μ nustatymas duoda tam tikrą atsargą. Skaičiuojant sistemų (rėmų) kolonų pastovumą, būtina atsižvelgti į tikslesnes skaičiuojamąsias schemas, įvertinančias realią visos sistemos elgseną, bei jos sudaromųjų dalių sąveiką. Sistemų (rėmų) kolonų jungtis su sijomis yra bendruoju atveju tampriai slanki ir kolonų skaičiuojamojo ilgio koeficientai μ priklauso nuo pasirinktų šios jungties modeliavimo schemų.

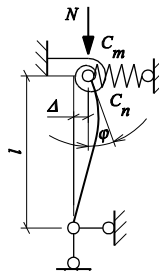
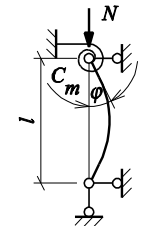
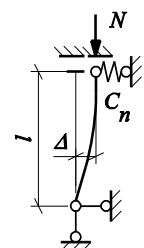
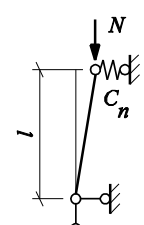
214. Pastoviojo skerspjūvio kolonų, tampriai įtvirtintų galuose, skaičiuojamojo ilgio koeficientai μ gali būti apskaičiuojami pagal 7.7 lentelės formules. 7.8 lentelėje pateikti kolonų tamprus įtvirtinimo standumo koeficientų C_m ir C_n apskaičiavimo pavyzdžiai.

215. Esant bendrojo daugiaaukščio rėmo aukščio su jo pločiu santykiui $H/B > 6$, būtina patikrinti tokio rėmo, kaip pamate standžiai įtvirtinto sudėtinio strypo, bendrąjį pastovumą.

Tampriai įtvirtintų galuose pastoviojo skerspjūvio kolonų skaičiuojamojo ilgio koeficientai μ

Bendroji skaičiuojamoji schema	μ apskaičiavimo formulės	Atskirieji atvejai	Skaičiuojamosios schemos	μ apskaičiavimo formulės
	$\sqrt{\frac{n_1(0,25n+1,2)+5,4(n+4)}{n_1(n+2,4)+5,4(n+1)}};$ $0,5 \leq \mu \leq 2,0$	$0 \leq n_1 \leq \infty$		$\sqrt{\frac{n_1+18}{2n_1+4,5}};$ $2,0 \geq \mu \geq 0,7$ (I)
		$n=\infty$		$\sqrt{\frac{0,25n_1+5,4}{n_1+5,4}};$ $1,0 \geq \mu \geq 0,5$ (II)
		$0 \leq n \leq \infty$		$\sqrt{\frac{n+4}{n+1}};$ $2,0 \geq \mu \geq 1,0$ (III)
		$n_1=\infty$		$0,5\sqrt{\frac{n+4,8}{n+2,4}};$ $0,5 \leq \mu \leq 0,7$ (IV)
	$0,5\sqrt{\frac{(n+4,8)(\psi n+4,8)}{(n+2,4)(\psi n+2,4)}};$ $0,5 \leq \mu \leq 1,0$	$n_1 = \infty; 0 \leq n \leq \infty$		$\frac{n+4,8}{2n+4,8};$ $1,0 \geq \mu \geq 0,5$ (V)
		$\psi=1$		$\sqrt{\frac{n+4,8}{2n+4,8}};$ $1,0 \geq \mu \geq 0,7$ (VI)
		$\psi=0$		

7.7 lentelės tęsinys

Bendroji skaičiuojamoji schema	μ apskaičiavimo formulės	Atskirieji atvejai	Skaičiuojamosios schemos	μ apskaičiavimo formulės
	$\pi \sqrt{\frac{3 + 1,3n}{nn_1 + 3(n + n_1)}};$ $\mu \geq 1,0$	$0 \leq n \leq \infty$		$\sqrt{\frac{n + 4,8}{2n + 4,8}};$ $1,0 \geq \mu \geq 0,7$ (VI)
		$0 < n_1 \leq \pi^2$		$\pi \sqrt{\frac{1,3}{n_1 + 3}};$ $2,0 > \mu \geq 1,0$ (VII)
		$n = 0$		$\frac{\pi}{\sqrt{n_1}}$ (VIII)
		$n_1 > \pi^2$		1,0

Žymenys:

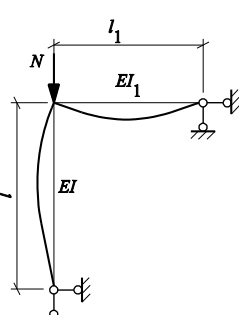
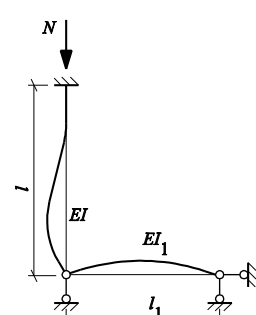
$$n = \frac{C_m l}{EJ}; \quad n = \frac{C_n l^3}{EJ};$$

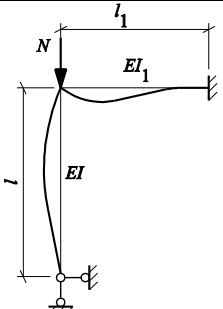
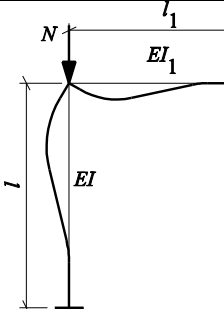
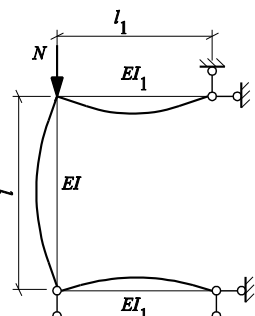
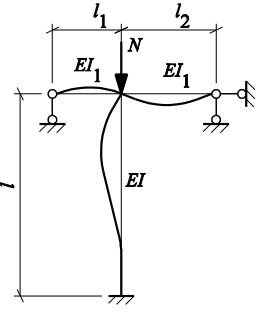
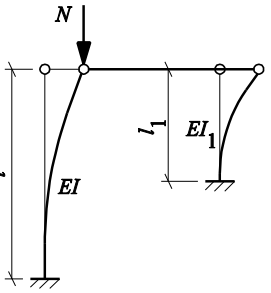
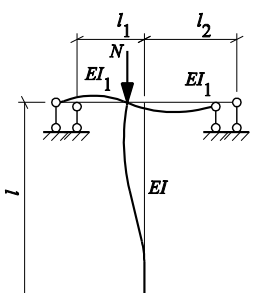
C_m – tamprus įtvirtinimo standumo koeficientas, lygus reakcijos momento nuo atraminio pjūvio vienetinio posūkio ($\varphi = 1$) reikšmei;

C_n – tampriosios atramos standumo koeficientas, lygus reakcijos jėgos atraminiame pjūvyje nuo jo vienetinio poslinkio ($\Delta = 1$) reikšmei.

7.8 lentelė

Kolonų tamprus įtvirtinimo standumo koeficientų C_m ir C_n apskaičiavimas

Eil. Nr.	Sistemos skaičiuojamoji schema	7.7 lentelės formulės μ skaičiuoti	Eil. Nr.	Sistemos skaičiuojamoji schema	7.7 lentelės formulės μ skaičiuoti
1		(VI) kai $C_m = \frac{3EI_1}{l_1}$	5		(IV) kai $C_m = \frac{3EI_1}{l_1}$

2		(VI) kai $C_m = \frac{4EI_1}{l_1}$	6		(IV) kai $C_m = \frac{4EI_1}{l_1}$
3		(V) kai $C_m = \frac{3EI_1}{l_1}$	7		(IV) kai $C_m = \frac{3EI_1}{l_1 l_2} (l_1 + l_2)$
4		(I) kai $C_n = \frac{3EI_1}{l_1^3}$	8		(III) kai $C_m = \frac{3EI_1}{l_1 l_2} (l_1 + l_2)$

216. Jei pastato laisvojo vienaaukščio daugianavio rėmo viena iš kolonų yra daugiau apkrauta nei kitos, tai esant įrengtam standžiam perdangos diskui arba išilginiams ramsčiams kolonų viršuje, susidaro visų gretutinių kolonų erdvinės elgsenos palaikantysis efektas. Tokiu atveju labiausiai apkrautos daugianavio rėmo kolonos skaičiuojamojo ilgio koeficientas μ jo plokštumoje apskaičiuojamas pagal formulę:

$$\mu_{c,eff} = \mu \cdot \sqrt{\frac{I_c \sum N_{ci}}{N_c \sum I_{ci}}}, \quad (7.18)$$

čia: μ – tikrinamosios kolonos skaičiuojamojo ilgio koeficientas, apskaičiuojamas pagal Reglamento 7.16 lentelę;

I_c ir N_c – nagrinėjamo rėmo labiausiai apkrautos kolonos skerspjūvio inercijos momentas ir skaičiuotinė įrąža;

$\sum N_{ci}$ ir $\sum I_{ci}$ – visų nagrinėjamo rėmo ir keturių gretutinių rėmų (po du iš kiekvienos pusės) kolonų skaičiuotinių įrąžų ir inercijos momentų suma; visas įrąžas N_{ci} būtina apskaičiuoti esant tam pačiam apkrovų deriniui, kuris sukelia įrąžą tikrinamoje kolonoje. Skaičiuojamojo ilgio koeficiento $\mu_{c,eff}$ reikšmės, apskaičiuotos pagal (7.18) formulę, turi būti priimanamos ne mažesnės kaip 0,7.

217. Pakopinių kolonų atskirųjų dalių skaičiuojamojo ilgio rėmo plokštumoje koeficientai μ imami vadovaujantis Reglamento 3 priedu. Skaičiuojant vienaaukščių pramonės pastatų rėmų laiptuotųjų kolonų atskirųjų dalių skaičiuojamojo ilgio koeficientus μ , leidžiama:

a) neįvertinti gretutinių kolonų apkrovimo laipsnio ir jų standumo;

b) apskaičiuoti kolonų skaičiuojamuosius ilgius tik esant tam apkrovų deriniui, dėl kurio atsiranda didžiausios ašinių jėgų reikšmės atskirose kolonos dalyse, ir gautas μ reikšmes panaudoti kitiems apkrovų deriniams;

c) daugiaaukščių rėmų (su dviem ir daugiau angų), turinčių standųjį perdangos diską arba išilginius ramsčius, jungiančių visas kolonas viršuje ir užtikrinančių erdvinę statinio elgseną, kolonų skaičiuojamuosius ilgius apskaičiuoti kaip statramsčių, neslankiai įtvirtintų rygelių lygyje;

d) vienkopių kolonų koeficiento μ reikšmes, kai $l_2 / l_1 \leq 0,6$ ir $N_{Ed1} / N_{Ed2} \geq 3$, imti iš Reglamento 7.17 lentelės.

218. Pastovaus spragotojo skerspjūvio kolonų šakų (juostų), kaip nekarpytųjų elementų su skirtingomis įrašomis tarpmazgiuose, skaičiuojamieji ilgiai gali būti nustatyti iš 7.9 lentelės. Šios lentelės pirmoje eilutėje pateiktos skaičiuojamoji schema ir formulės leidžia apskaičiuoti spragotojo skerspjūvio kolonos nekarpytųjų elementų (šakų) skaičiuojamąjį ilgį jos plokštumoje, o antroje eilutėje – šių elementų (šakų) skaičiuojamąjį ilgį iš kolonos plokštumos. Apskaičiuojant parametro β reikšmes, tempiamosios įrašos juostos tarpmazgyje priimamos su minuso ženklu.

219. Skaičiuojamieji kolonų ilgiai pastato išilginės ašies kryptimi (iš rėmo plokštumos) imami lygūs atstumams tarp įtvirtintų nuo poslinkių iš rėmo plokštumos taškų (kolonų, pokraninių sijų ir posantvarių atramų; ramsčių ir rėmo sijų tvirtinimo mazgų ir pan.). Skaičiuojamuosius ilgius leidžiama nustatyti pagal skaičiuojamąją schemą, įvertinančią realias kolonų galų įtvirtinimo sąlygas. Kolonų jungtis su pamatu išilgai pastato dažniausiai konstruojama lanksti (šarnyrinė).

220. Transportavimo galerijų plokščiųjų atramų šakų (juostų) skaičiuojamasis ilgis priimamas lygus:

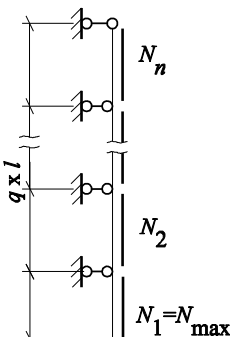
a) išilgine galerijos kryptimi – atramos aukščiui (nuo pėdos apačios iki santvaros arba sijos apatinės juostos ašies), padaugintam iš μ koeficiento, nustatomo kaip pastoviojo skerspjūvio statramsčiams, atsižvelgiant į jų galų įtvirtinimo sąlygas;

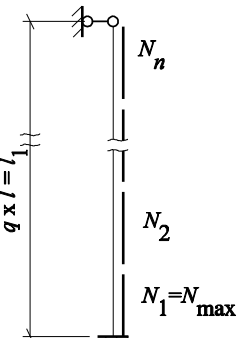
b) skersine galerijos kryptimi (atramos plokštumoje) – atstumui tarp mazgų centrų; šiuo atveju turi būti patikrintas atramos, kaip sudėtinio strypo, standžiai įtvirtinto pamate ir laisvu galu viršuje, bendrasis pastovumas.

Transportavimo galerijų plokščiųjų atramų pavienių šakų (juostų) skaičiuojamasis ilgis gali būti nustatomas ir pagal 7.9 lentelę.

7.9 lentelė

Pastovaus spragotojo skerspjūvio kolonų nekarpytųjų elementų (šakų) skaičiuojamieji ilgiai

Eil. Nr.	Konstrukcijos elemento (juostos) skaičiuojamoji schema	Įrašų santykis	Skaičiuojamasis ilgis l_{eff}
1		$\alpha = \frac{N_2}{N_{max}};$ $1 \geq \alpha \geq 0$	$l\sqrt{0,59\alpha^3 + 0,36} \geq 0,6l$

2		$\beta = \frac{\sum_{i=2}^q N_i}{N_{\max}};$ $(q-1) \geq \beta \geq 0$	$l_1 \frac{0,54\beta + 0,6\sqrt{q}}{q} \geq 0,5l_1$
---	---	--	---

V SKIRSNIS. ARKŲ SKAIČIUOJAMIEJI ILGIAI

221. Ištinio skerspjuvio parabolės apibrėžos arkų, apkrautų tolygiai išskirstyta apkrova, skaičiuojamojo ilgio koeficientas nustatomas naudojant klupumo parametą:

$$\nu = \frac{H_{cr} l^2}{EJ_0}, \quad (7.19)$$

čia: H_{cr} – kritinė arkos skėtimo jėga;

l – arkos tarpatramio ilgis;

EJ_0 – arkos skerspjuvio, esančio tarpatramio viduryje (kraige), lenkiamasis standumas.

Nustatant arkos skaičiuojamojo ilgio koeficientą μ imama pagrindinė asimetrinė jos klupumo netekties forma. Praktikoje yra nagrinėjami du lenkiamojo standumo kitimo per arkos ilgį atvejai:

a) $EJ = EJ_0 = \text{const};$

b) $EJ = EJ_0 / \cos \alpha,$

čia: α – arkos ašies kampas (su horizontale).

222. Tikrinant arkų pastovumą jų plokštumoje skaičiuojamasis ilgis nustatomas pagal formulę:

$$l_{eff} = \mu \cdot s_{eff}, \quad (7.20)$$

čia: $s_{eff} \approx l + \frac{8}{3} \frac{f^2}{l}$ – arkos ilgis; f – arkos pakyla.

Ištinio skerspjuvio parabolės apibrėžos arkų skaičiuojamojo ilgio koeficientų reikšmės, atsižvelgiant į lankstų (šarnyrų) skaičių bei jos pakylas ir tarpatramio ilgio santykį, pateiktos 7.10 lentelėje.

7.10 lentelė

Ištinio skerspjuvio parabolės apibrėžos arkų skaičiuojamojo ilgio koeficientai

f / l	$EJ = EJ_0 = \text{const}$			$EJ = EJ_0 / \cos \alpha$		
	Bešarnyrė	2-jų šarnyrų	3-jų šarnyrų	Bešarnyrė	2-jų šarnyrų	3-jų šarnyrų
0	0,35	0,5	0,58	0,35	0,50	0,58
0,1	0,36	0,52	0,59	0,36	0,52	0,58
0,2	0,40	0,58	0,63	0,37	0,56	0,60
0,3	0,44	0,69	0,69	0,40	0,63	0,63

0,4	0,52	0,83	0,83	0,44	0,71	0,71
0,5	0,61	1,01	1,01	0,49	0,81	0,81
0,6	0,72	1,20	1,20	0,54	0,91	0,91
0,8	0,99	1,57	1,57	0,66	1,12	1,12

223. Arkų skaičiuojamasis ilgis iš jos plokštumos priimamas lygus atstumui tarp įtvirtinimo mazgų, neleidžiančių pasislinkti statmenai jos plokštumai kryptimi. Įtvirtinimo mazgų iš arkos plokštumos funkcijas atlieka konstrukciniai elementai, tokie kaip gulstieji arba statieji ramsčiai, standžios perdangų plokštės ir pan.

224. Tikrinant spragotojo skerspjūvio parabolės apybrėžos arkų pastovumą jų plokštumoje skaičiuojamojo ilgio koeficientas nustatomas kaip ir ištisinio skerspjūvio, vartojant lyginamąjį lenkiamąjį standį EJ_{eff} . Spragotojo skerspjūvio arkų skaičiuojamasis ilgis iš plokštumos nustatomas kaip ir plokščiųjų santvarų.

VIII SKYRIUS. ELEMENTŲ RIBINIAI LIAUNIAI

225. Plieninių konstrukcijų elementai turi būti pakankamai standūs, t. y. jų liaunis neturėtų būti didesnis už tam tikras ribines reikšmes. Tai yra svarbu ne tik gniuždomiesiems skaičiuojamiems pastovumui elementams, bet ir tempiamiesiems elementams. Labai liauni elementai gali būti lengvai iškreivinami (išlenkiami) atsitiktinių veiksmų juos gabenant ar montuojant, jie gali įsvirti nuo savojo svorio ar vibruoti veikiami dinaminų apkrovų. Dėl minėtų priežasčių gniuždomųjų elementų pradinio ašies išlinkio bei atsitiktinio ekscentriciteto reikšmės gali būti didesnės nei yra priimtose Reglamente, kas sąlygotų mažesnę tokių elementų skaičiuotinį pastovumo atsparį. Atsitiktinių ekscentricitetų įtaka elemento pastovumui įvertinama

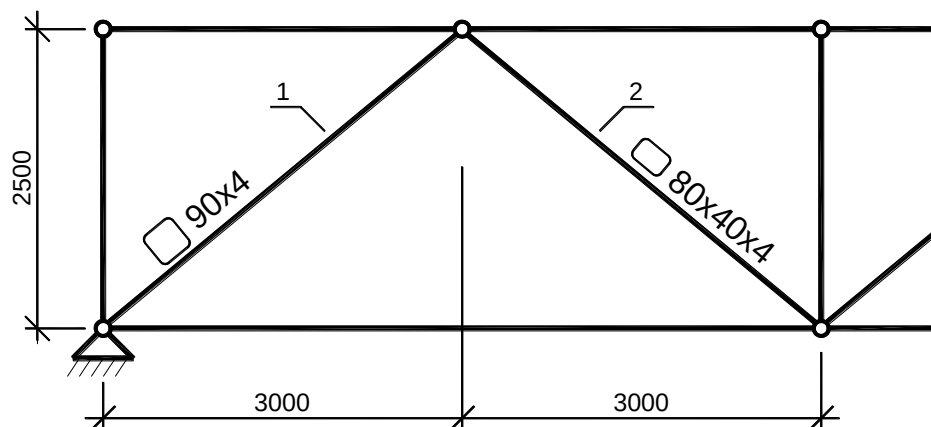
$\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}}$

gniuždomosios įrašos ir pastovumo atspario santykiu α . Kuo didesnė yra α reikšmė ($0,5 \leq \alpha \leq 1,0$), tuo leidžiamas didesnis ribinis gniuždomojo elemento liaunis.

226. Gniuždomųjų elementų liaunia neturi viršyti reikšmių, pateiktų Reglamento 7.18 lentelėje. Tempiamųjų elementų liaunia neturi viršyti reikšmių, pateiktų Reglamento 7.19 lentelėje. Tempiamųjų elementų veikiamų statinių apkrovų liaunia yra ribojami tik konstrukcijos plokštumoje. Jei tempiamieji elementai konstrukcijoje yra iš anksto įtempti, tai jų liaunia nėra ribojami nei konstrukcijos plokštumoje, nei iš jos plokštumos (pavyzdžiui, paspyrinių ar kabamųjų konstrukcijų iš anksto įtempti tempiamieji elementai).

IX SKYRIUS. SKAIČIAVIMŲ PAVYZDŽIAI

1. Centriškai gniuždomi ir tempiami santvaros strypai	STR 2.05.08: 2005
---	-------------------



9.1 pav. Santvaros skaičiuojamosios schemos fragmentas

Santvara pagaminta iš stačiakampio skerspjūvio vamzdinių profilių. Strypai mazguose sujungti virinant be mazginių lakštų. 1-ojo elemento skerspjūvis – □90x4, o 2-ojo – □80x40x4 pagal standartą LST EN 10210-1 [7.35]. Vamzdžių plienas – S275 pagal standartą LST EN 10210-1. Strypė (1) veikia gniuždančioji skaičiuotinė ašinė jėga, lygi 148,1 kN. Strypė (2) veikia tempiančioji skaičiuotinė ašinė jėga, lygi 46,7 kN.

Vamzdžių skerspjūvio plotai ir inercijos spinduliai:

$$\square 90 \times 4 \quad A = 13,3 \text{ cm}^2; \quad i_y = 3,48 \text{ cm}; \quad i_z = 3,48 \text{ cm},$$

$$\square 80 \times 40 \times 4 \quad A = 8,79 \text{ cm}^2; \quad i_y = 2,79 \text{ cm}; \quad i_z = 1,59 \text{ cm}.$$

Vamzdžių plieno charakteristinis stipris pagal takumo ribą:

$$f_y = 275 \text{ MPa},$$

o skaičiuotinis tempiamasis stipris:

$$f_{y,d} = f_y / \gamma_M = 275 / 1,1 = 250 \text{ MPa}.$$

Centriškai gniuždomam elementui turi būti tenkinama sąlyga:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1,0 \quad (7.7)$$

Gniuždomo elemento pastovumo atsparis skaičiuojamas pagal formulę:

$$N_{c,Rd} = \phi A f_{y,d} \gamma_c \quad (7.8)$$

Geometrinis abiejų strypų ilgis:

$$l = 3,91 \text{ m}.$$

Atraminis santvaros strypas (1)

Skaičiuojamasis gniuždomo atraminio santvaros strypo (1) ilgis santvaros plokštumoje:

$$l_{eff} = 1,0 \cdot l = 1,0 \cdot 3,91 = 3,91 \text{ m}.$$

Skaičiuojamasis gniuždomo atraminio santvaros strypo (1) ilgis santvaros plokštumai statmena kryptimi:

$$l_{eff} = 1,0 \cdot l_1 = 1,0 \cdot 3,91 = 3,91 \text{ m}.$$

Atraminio santvaros spyrio (1) liauniai:

$$\lambda_y = l_{eff} / i_y = 3,91 / 0,0348 = 112,4,$$

$$\lambda_z = l_{eff} / i_z = 3,91 / 0,0348 = 112,4.$$

Klupumo koeficientas:

$$\phi_y = \phi_z = 0,462.$$

Elemento darbo sąlygų koeficientas:

$$\gamma_c = 1,0.$$

6.5 lentelė

6.3 lentelė; 33 p.

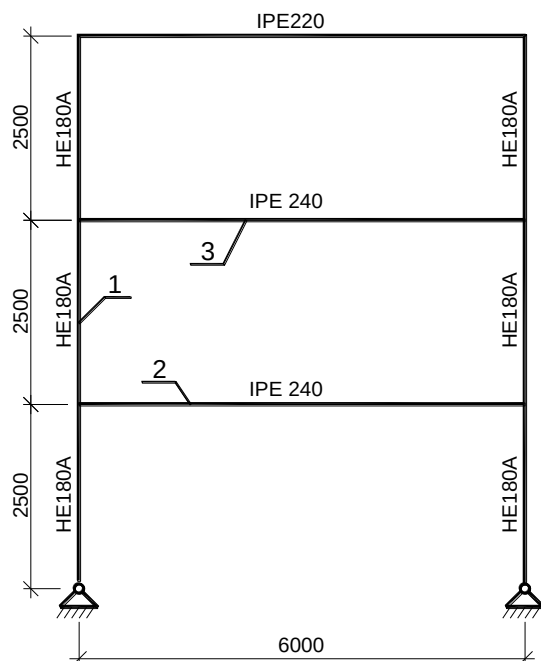
7.9 lentelė

7.9 lentelė

1 priedo
1 lentelė

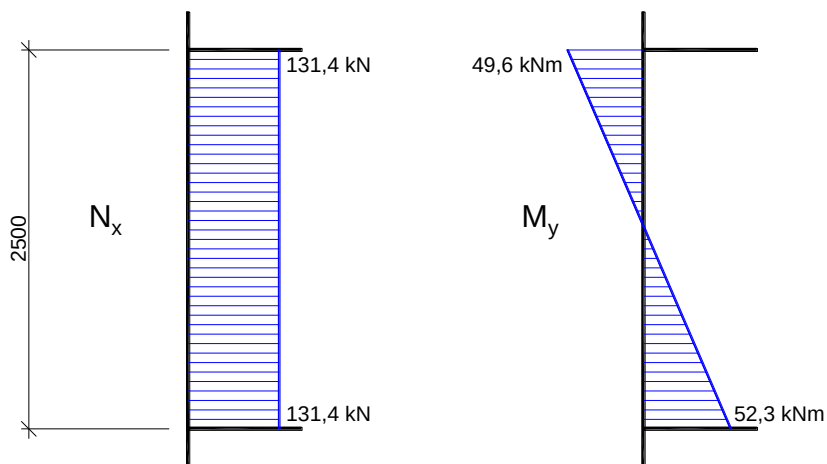
7.1 lentelė

Gniuždomo elemento pastovumo atsparis: $N_{c,Rd} = \varphi A f_{y,d} \gamma_c = 0,462 \cdot 13,3 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 1,0 = 153,6 \text{ kN}$	(7.8)
Centriškai gniuždomo elemento pastovumo sąlyga: $\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{148,1}{153,6} = 0,964 \leq 1,0$	(7.7)
<i>Elemento pastovumo atsparis yra pakankamas.</i> Centriškai gniuždomo santvaros atraminio spyrio ribinis liaunis: $\lambda_u = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \times 0,964 = 122,2$ $\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = 0,964$ $\lambda_y = \lambda_z = 112,4 < \lambda_u = 122,2$	7.18 lentelė p.110
<i>Atraminio santvaros strypo liaunis neviršija ribinės reikšmės.</i> <i>Atraminio strypo skerspjuvis yra pakankamo didumo.</i>	
Tempiamas santvaros strypas (2)	
Centriškai tempiamo elemento stiprumo sąlyga $\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{46,7}{209} = 0,223 \leq 1,0$	(7.3)
Skerspjuvio stiprumo atsparis: $N_{pl,Rd} = A_{net} f_{y,d} \gamma_c = 8,79 \cdot 10^{-4} \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 0,95 = 209 \text{ kN.}$	(7.4)
Elemento darbo sąlygų koeficientas: $\gamma_c = 0,95.$	7.1 lentelė (6b)
<i>Tempiamo elemento atsparis pakankamas.</i>	
Skaičiuojamasis tempiamo santvaros strypo (2) ilgis santvaros plokštumoje: $l_{eff} = 0,9l = 0,9 \cdot 3,91 = 3,52 \text{ m}$	
Skaičiuojamasis tempiamo santvaros strypo (2) ilgis santvaros plokštumai statmena kryptimi: $l_{eff} = 0,9l_1 = 0,9 \cdot 3,91 = 3,52 \text{ m}$	7.9 lentelė
Tempiamo santvaros strypo (2) liauniai: $\lambda_y = l_{eff} / i_y = 3,52 / 0,0279 = 126,$ $\lambda_z = l_{eff} / i_z = 3,52 / 0,0159 = 221.$	7.9 lentelė
Kadangi santvarą veikia tik statinės apkrovos ribinis tempiamo strypo liaunis, $\lambda_u = 400 > \lambda_z = 221$	7.19 lentelė
<i>Ribinis liaunis neviršytas.</i> <i>Tempiamas santvaros tinklelio strypas yra pakankamo skerspjuvio.</i>	



9.2 pav. Rėmo schema

Pastato kolonų skerspjūviai yra dvitėjai profiliai iš plieno S235 pagal standartą LST EN 10025-2. Rėmo plokštumoje kolonų ir sijų jungtys standžios. Statmenoje rėmui plokštumoje sijos prie kolonų prijungtos lanksčiai. Pastato stabilumą šioje plokštumoje užtikrina ramsčių sistema.



9.3 pav. Įrąžų kolonoje pasiskirstymas

Pavyzdyje tikrinama antrojo aukšto kolona (1). Įrąžų pasiskirstymas nagrinėjamame apkrovų derinyje pateiktas 9.3 pav.

Kolonos (1) skerspjūvis – HE180A pagal EN 53-63:

skerspjūvio plotas:

$$A = 45,3 \text{ cm}^2;$$

skerspjūvio atsparumo momentas labiausiai gniuždomo krašto atžvilgiu

$$W_c = W_y = 294 \text{ cm}^3;$$

skerspjūvio inercijos momentai ir inercijos spinduliai

$$I_y = 2510 \text{ cm}^4, I_z = 925 \text{ cm}^4; i_y = 7,45 \text{ cm}; i_z = 4,52 \text{ cm}.$$

Sijų (2, 3), besijungiančių su nagrinėjama kolona, skerspjūvis – IPE240 (EN 19-57):

skerspjūvio inercijos momentas:

$$I_{ru} = I_{rl} = I_y = 3892 \text{ cm}^4.$$

Dvitėjų plieno charakteristinis stipris pagal takumo ribą

$f_y = 235 \text{ MPa},$ o skaičiuotinis stipris	6.5 lentelė
$f_{y,d} = f_y / \gamma_M = 235 / 1,1 = 214 \text{ MPa}.$ Kolonos pastovumas rėmo plokštumoje	6.3 lentelė
Kolonos skaičiuojamasis ilgis $l_{eff} = \mu l_c$	(7.99)
Nagrinėjamas rėmas yra nesuvaržytas ryšiais, standumo diafragmomis ar branduoliu rėmo plokštumoje, todėl gali būti klasifikuojamas kaip laisvasis. Laisviesiems rėmams skaičiuojamojo ilgio koeficientas μ skaičiuojamas pagal 7.16 lentelę. Vienaangio rėmo vidurinio aukšto kolonai	7.16 lentelė
$n = \frac{I_{ru} l_c}{2 l_r I_c} = \frac{3892 \cdot 250}{2 \cdot 600 \cdot 2510} = 0,323$ $p = \frac{I_{rl} l_c}{2 l_r I_c} = \frac{389 \times 250}{2 \times 600 \times 2510} = 0,323$	
Kadangi $n > 0,2$, $\mu = \frac{(p + 0,63) \sqrt{n + 0,28}}{\sqrt{pn(p + 0,9) + 0,1n}} = \frac{(0,323 + 0,63) \sqrt{0,323 + 0,28}}{\sqrt{0,323 \cdot 0,323 (0,323 + 0,9) + 0,1 \cdot 0,323}} = 1,850$	
Skaičiuojamasis kolonos ilgis: $l_{eff,y} = \mu_y l_c = 1,850 \cdot 2,5 = 4,63 \text{ m}$	(7.99)
Kolonos liaunis rėmo plokštumoje: $\lambda_y = l_{eff,y} / i_y = 463 / 7,45 = 62,1$	
Kolonos sąlyginis liaunis: $\bar{\lambda}_y = \lambda_y \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = 62,1 \sqrt{\frac{214}{2,1 \cdot 10^5}} = 1,980$	7.6 lentelė
Skerspjūvio formos koeficientas k_{shape} skaičiuojamas pagal 7.6 lentelę: $A_f = b \times t_f = 0,18 \cdot 0,0095 = 0,001710 \text{ m}^2$ $A_w = (h - 2t_f) t_w = (0,1710 - 2 \cdot 0,0095) \cdot 0,006 = 0,000912 \text{ m}^2$ $A_f / A_w = 0,001710 / 0,000912 = 1,875 > 1,0$	82 p., 84 p.
ašinės jėgos ekscentricitetas $e = M_{Ed} / N_{Ed} = 52,3 / 131,4 = 0,398 \text{ m}$	
santykinis ekscentricitetas $e_{rel} = \frac{eA}{W_c} = \frac{0,398 \cdot 45,3 \cdot 10^{-4}}{294 \cdot 10^{-6}} = 6,13$ $0 \leq \bar{\lambda} \leq 5 \text{ ir } 5 < e_{rel} \leq 20$	
ir skerspjūvio formos koeficientas $k_{shape} = 1,4 - 0,02 \bar{\lambda} = 1,4 - 0,02 \cdot 1,98 = 1,330$	7.6 lentelė
Kolonos santykinis lyginamasis ekscentricitetas $e_{rel,eff} = k_{shape} e_{rel} = 1,330 \times 6,13 = 8,16 < 20,$ stiprumo sąlygos (7.73) galima netikrinti. Ekscetriškai gniuždomų elementų pastovumas momento veikimo plokštumoje tikrinamas pagal formulę:	(7.77) 79 p.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,c,Rd}} \leq 1,0 \quad (7.75)$$

čia: skaičiuotinis ekscentriškai gniuždomo elemento pastovumo atsparis lenkimo plokštumoje apskaičiuojamas pagal formulę:

$$N_{NM,c,Rd} = \varphi_e A f_{y,d} \gamma_c \quad (7.76)$$

Ekscentriškai gniuždomo elemento vientisojo skerspjūvio klupumo koeficientas nustatomas pagal 1 priedo 2 lentelę interpoliuojant.

Kai $\bar{\lambda} = 1,980$ ir $e_{rel,eff} = 8,16$,

$$\varphi_e = 0,1510$$

1 priedo 2 lentelė

Visuomeninių pastatų kolonomis elemento darbo sąlygų koeficientas

$$\gamma_c = 0,95$$

7.1 lentelė (2)

Ekscentriškai gniuždomo elemento pastovumo atsparis lenkimo plokštumoje

$$N_{NM,c,Rd} = \varphi_e A f_{y,d} \gamma_c = 0,1510 \cdot 45,3 \cdot 10^{-4} \cdot 214 \cdot 10^3 \cdot 0,95 = 139,1 \text{ kN} \quad (7.76)$$

Kadangi

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,c,Rd}} = \frac{131,4}{139,1} = 0,945 \leq 1,0 \quad (7.75)$$

tai rėmo plokštumoje kolona bus pastovi.

Kolonos pastovumo atsparis lenkimo plokštumoje yra pakankamas.

Kolonos pastovumas iš momento veikimo plokštumos

tikrinamas pagal formulę:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,TF,Rd}} \leq 1,0 \quad (7.82)$$

Skaičiuotinis ekscentriškai gniuždomo elemento lenkiamasis–sukamasis pastovumo atsparis

$$N_{NM,TF,Rd} = c \varphi_z A f_{y,d} \gamma_c \quad (7.83)$$

Ekscentricitetas naudojamas skaičiuojant pastovumą iš rėmo plokštumos

$$e_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} = \frac{26,2}{131,4} = 0,1994 \quad \text{m,} \quad (86 \text{ p.})$$

santykinis ekscentritetas

$$e_{rel,y} = \frac{e_y A}{W_c} = \frac{0,1994 \cdot 45,3 \cdot 10^{-4}}{294 \cdot 10^{-6}} = 3,07$$

Lenkiamasis momentas $M_{y,Ed}$ imamas lygus didžiausiam momentui strypo ilgio viduriniame trečdalyje, bet ne mažiau kaip pusė didžiausio visame strypo ilgyje veikiančio momento. Kaip matyti iš 9.4 pav., maksimali lenkiamojo momento reikšmė viduriniame trečdalyje kolonos ilgio (18,3 kNm) yra mažesnė nei pusė maksimalaus lenkiamojo momento

$$M_{y,Ed} = 0,5 \cdot 52,3 = 26,2 > 18,3 \text{ kNm}$$

Kadangi

$$e_{rel,y} = 3,07 < 5,$$

tai

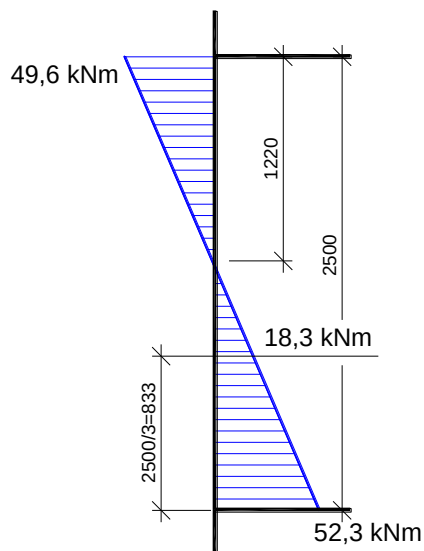
$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha e_{rel,y}} = \frac{1}{1 + 0,804 \cdot 3,07} = 0,288 \quad (7.84)$$

$$\alpha = 0,65 + 0,05e_{rel,y} = 0,65 + 0,05 \cdot 3,07 = 0,804$$

kolonos liaunis iš momento veikimo plokštumos

$$\lambda_z = l_{eff,z} / i_z = 2,5 / 0,0452 = 55,3$$

kolonos skaičiuojamasis ilgis iš momento veikimo plokštumos $l_{eff,z}$ yra lygus atstumui tarp kolonos įtvirtinimo taškų statmenai momento veikimo plokštumai.



9.4 pav. Maksimali lenkiamojo momento reikšmė viduriniame kolonos ilgio trečdalyje

Liaunis

$$\lambda_c = 3,14 \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 3,14 \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5}{214}} = 98,4$$

kadangi $\lambda_z = 55,3 < \lambda_c = 98,4$, tai koeficientas $\beta = 1$.

Klupumo koeficientas φ_z pagal $\lambda_z = 55,3$ ir $f_{y,d} = 214$ MPa nustatomas iš 1 priedo 1 lentelės

$$\varphi_z = 0,840$$

1 priedo 1 lentelė

Skaičiuotinis ekscentriškai gniuždomo elemento lenkiamasis–sukamasis pastovumo atsparis

$$N_{NM,TF,Rd} = c\varphi_z A f_{y,d} \gamma_c =$$

(7.83)

$$= 0,288 \cdot 0,840 \cdot 45,3 \cdot 10^{-4} \cdot 214 \cdot 10^3 \cdot 0,95 = 223 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{NM,TF,Rd}} = \frac{131,4}{223} = 0,589 \leq 1,0$$

(7.82)

Kolonos pastovumo atsparis iš momento veikimo plokštumos yra pakankamas.

Kolonos ribinis liaunis momento veikimo plokštumoje

$$\lambda_u = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \cdot 0,945 = 123,0$$

7.18 lentelė

$$\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{NM,c,Rd}} = \frac{131,4}{139,1} = 0,945$$

$$\lambda_y = 48,2 < \lambda_u = 123,0$$

Kolonos ribinis liaunis stamenai momento veikimo plokštumai

$$\lambda_u = 180 - 60\alpha = 180 - 60 \cdot 0,589 = 144,7$$

$$\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{NM,TF,Rd}} = \frac{131,4}{223} = 0,589$$

$$\lambda_z = 55,3 < \lambda_u = 144,7$$

Kolonos liauniai neviršija ribinių reikšmių.

Kolonos skerspjūvio sienelės pastovumas

Sienelės aukščio santykis su storiu

$$\frac{h_{eff}}{t_w} = \frac{122}{6} = 20,3$$

Sąlyginis ribinis sienelės liaunis, esant elemento sąlyginiam liauniui momento veikimo plokštumoje $\bar{\lambda}_1 = \bar{\lambda} = 1,980 < 2,0$:

$$\bar{\lambda}_{wu} = 1,30 + 0,15\bar{\lambda}_1^2 = 1,30 + 0,15 \cdot 1,980^2 = 1,888$$

Sienelės liaunio sąlyga:

$$\frac{h_{eff}}{t_w} = 20,3 < \bar{\lambda}_{wu} \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = 1,888 \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5}{214}} = 59,1$$

Kolonos sienelės liaunis neviršija ribinio

Kolonos skerspjūvio juostos pastovumas

Didžiausias kolonos juostos nuosvyros pločio santykis su jos storiu:

$$\frac{b_{eff}}{t_f} = \frac{72}{9,5} = 7,58 < (0,36 + 0,10\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{f_{y,d}}} = (0,36 + 0,1 \cdot 1,98) \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5}{240}} = 16,51$$

Kolonos juostos liaunis neviršija ribinio.

Kolonos skerspjūvis yra pakankamo didumo.

7.10 pav.

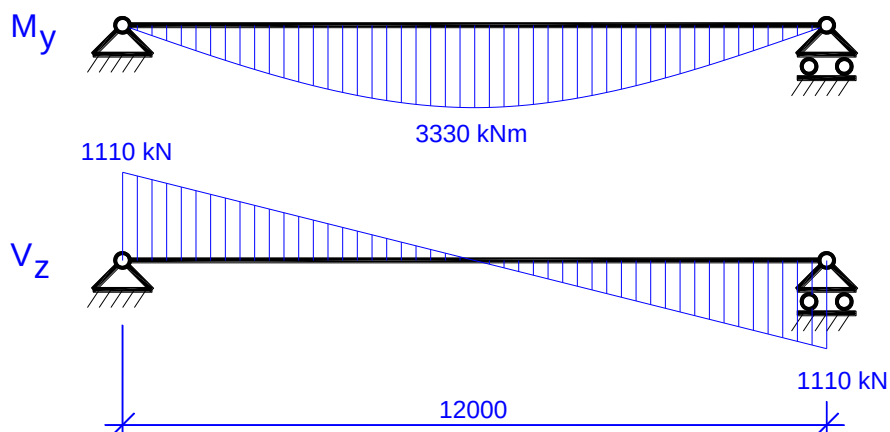
124 p.

7.26 lentelė

134 p.
7.27 lentelė

3. Sudėtinio skerspjūvio sija

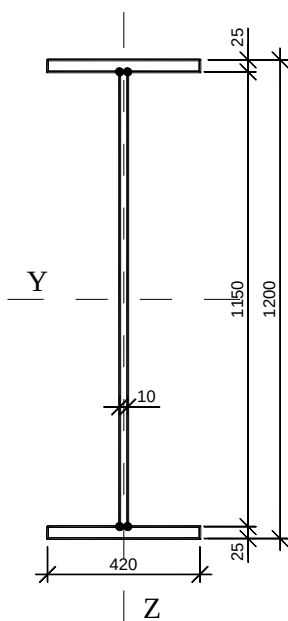
STR 2.05.08:2005



9.5 pav. Lenkiamųjų momentų ir skersinių jėgų diagramos

Dvitramė pramonės pastato sija yra lanksčiai atremta ant mūrinių sienų. Gelžbetoninė perdanga įrengta ant profiliuoto plieno lakšto, sujungto su viršutine sijos juosta.

Maksimalus sijos įlinkis nuo charakteristinių apkrovų $d = 20$ mm. Sijos skerspjūvis sudėtinis, virintinis, pagamintas iš lakštų kurių plienas – S275 pagal standartą LST EN 10025-2.



9.6 pav. Sijos skerspjūvis

Sijos skerspjūvio geometriniai rodikliai:

$$A = 325 \text{ cm}^2;$$

$$I_y = 851677 \text{ cm}^4;$$

$$W_y = 14195 \text{ cm}^3;$$

$$S_y = 7822 \text{ cm}^3.$$

Plieno charakteristinis stipris pagal takumo ribą $f_y = 265$ MPa.

Plieno skaičiuotinis lenkiamasis stipris $f_{y,d} = f_y / \gamma_M = 265 / 1,1 = 241$ MPa.

Plieno skaičiuotinis šlyties stipris

$$f_{s,d} = 0,58 f_y / \gamma_M = 0,58 \times 265 / 1,1 = 139,7 \text{ MPa}.$$

Saugos ribinis būvis
Sijos stiprumo sąlygos

Sijos lenkiamasis stiprumas tikrinamas pagal formulę:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0 \quad (7.38)$$

lenkiamasis tamprusis atsparis

$$M_{c,Rd} = W_{net,min} f_{y,d} \gamma_c = 14195 \cdot 10^{-6} \cdot 241 \cdot 10^3 \cdot 1,0 = 3421 \text{ kNm}, \quad (7.39)$$

kur $W_{net,min} = W_y$; $\gamma_c = 1,0$,

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = \frac{3330}{3421} = 0,973 \leq 1,0$$

Sijos skerspjūvio lenkiamasis stiprumas yra pakankamas.

Sijos kerpamasis stiprumas:

6.5 lentelė

6.3 lentelė

7.1 lentelė

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0 \quad (7.40)$$

Kerpamasis atsparis:

$$V_{c,Rd} = \frac{I_y \cdot t_w}{S_y} f_{s,d} \gamma_c = \frac{851677 \cdot 10^{-8} \cdot 0.01}{7822 \cdot 10^{-6}} 139,7 \cdot 10^3 \times 1,0 = 1521 \text{ kN}, \quad (7.41)$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{1110}{1521} = 0,730 \leq 1,0$$

Sijos skerspjūvio kerpamasis stiprumas maksimalios skersinės jėgos veikimo vietoje yra pakankamas.

Sijos sienelės stiprumas turi būti pakankamas visame sijos ilgyje. Esant tolygiai paskirstytai apkrovai, maksimalūs sienelės įtempiai veikia sijos tarpatramio viduriniame pjūvyje:

$$\frac{\sqrt{\sigma_{w,x,Ed}^2 - \sigma_{w,x,Ed} \sigma_{w,z,Ed} + \sigma_{w,z,Ed}^2 + 3\tau_{w,xz,Ed}^2}}{1,15 f_{y,d}} \leq \gamma_c \quad (7.45)$$

$$\frac{\sqrt{225^2 - 225 \cdot 0 + 0^2 + 3 \cdot 0^2}}{1,15 \cdot 241} = 0,812 < 1,0 \quad 69 \text{ p.}$$

Kadangi $M_z = 0$ ir sijos neveikia vietiniai įtempiai (4.43), tai $\sigma_{w,z,Ed} = 0$. Normaliniai įtempiai sijos sienelės krašte sijos viduriniame pjūvyje

$$\sigma_{w,x,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{I_{y,net}} z = \frac{3,33}{851677 \cdot 10^{-8}} 0,575 = 225 \text{ MPa} \quad 69 \text{ p.}$$

Tangentiniai įtempiai sijos sienelės krašte

$\tau_{w,xz,Ed} = 0$, kadangi sijos viduryje skersinė jėga lygi 0.

Tangentiniai įtempiai neviršija skaičiuotinio stiprio šlyčiai

$$\frac{\tau_{w,xz,Ed}}{f_{s,d} \gamma_c} = \frac{0}{139,7 \cdot 1,0} = 0 \leq 1,0 \quad (7.46)$$

Įtempiai sijos sienelės krašte neviršija skaičiuotinio stiprio.

Bendrasis sijos pastovumas

Sijos bendrojo pastovumo tikrinti nereikia, nes apkrova perduodama per standų paklotą, ištaisai paremtą ir sujungtą su sijos gniuždomąja juosta. 71 p.

Sijos sienelės pastovumas

Sijos sienelės sąlyginis liaunis

$$\bar{\lambda}_w = \frac{h_{eff}}{t_w} \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = \frac{115}{1,0} \sqrt{\frac{241}{2,1 \cdot 10^5}} = 3,90 > 3,5 \quad 113 \text{ p.}$$

Sijos su dvipusinėmis juostinėmis siūlėmis ir neveikiamos vietinių įtempių sienelės pastovumą reikia tikrinti.

Kadangi $\bar{\lambda}_w > 3,2$, sijos sienelę būtina sustandinti skersinėmis sąstandomis. Atstumas tarp skersinių sąstandų $a_s = 2,00 < 2 \cdot h_{eff} = 2 \cdot 1,15 = 2,30 \text{ m}$. 120 p.

Simetrinio skerspjūvio sijų sienelių, sustandintų tik skersinėmis pagrindinėmis sąstandomis,

pastovumas, kai nėra vietinio įtempio ($\sigma_{w,loc,Ed} = 0$) ir kai sienelės sąlyginis liaunis $\bar{\lambda}_w \leq 6$, tikrinamas pagal formulę:

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,cr,Rd}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{w,Ed}}{\tau_{w,cr,Rd}}\right)^2} \leq \gamma_c \quad (7.108)$$

Kritiniai normaliniai sijos sienelės įtempiai

$$\sigma_{w,cr,Rd} = \frac{c_{cr} f_{y,d}}{\bar{\lambda}_w^2} = \frac{35,5 \cdot 241}{3,90^2} = 562 \text{ MPa}, \quad (7.109)$$

virintinėms sijoms koeficientas c_{cr} parenkamas iš 7.20 lentelės atsižvelgiant į

$$\delta = \beta \frac{b_f}{h_{eff}} \left(\frac{t_f}{t_w}\right)^3 \quad (7.111)$$

koeficientą, kadangi perdangos plokštė atremta ištiesai, koeficientas $\beta = \infty$

(lentelė 7.21), tada $\delta = \infty$ ir $c_{cr} = 35,5$. Kritiniai tangentiniai sijos sienelės įtempiai:

$$\tau_{w,cr,Rd} = 10,3 \left(1 + \frac{0,76}{n^2}\right) \frac{f_{s,d}}{\bar{\lambda}_{eff}^2} = 10,3 \left(1 + \frac{0,76}{1,739^2}\right) \frac{139,7}{3,90^2} = 118,4 \text{ MPa} \quad (7.110)$$

plokštelės, aprėmintos juostomis ir sąstandomis, mažesnioji kraštinė $d = h_{eff} = 115 \text{ cm}$, o

didžiosios kraštinės santykis su mažesne – $n = a_s / d = 200 / 115 = 1,739$, skaičiuojamasis liaunis

$$\bar{\lambda}_{eff} = \frac{d}{t_w} \sqrt{\frac{f_{y,d}}{E}} = \frac{115}{1} \sqrt{\frac{241}{21 \cdot 10^5}} = 3,89 \quad 114 \text{ p.}$$

Vidutinės įrašos antroje nuo atramos plokštelėje nustatomos pagal 112 p. reikalavimus.

$$M_{y,Ed} = \frac{M_{2850} + M_{4000}}{2} = \frac{2410 + 2960}{2} = 2690 \text{ kNm},$$

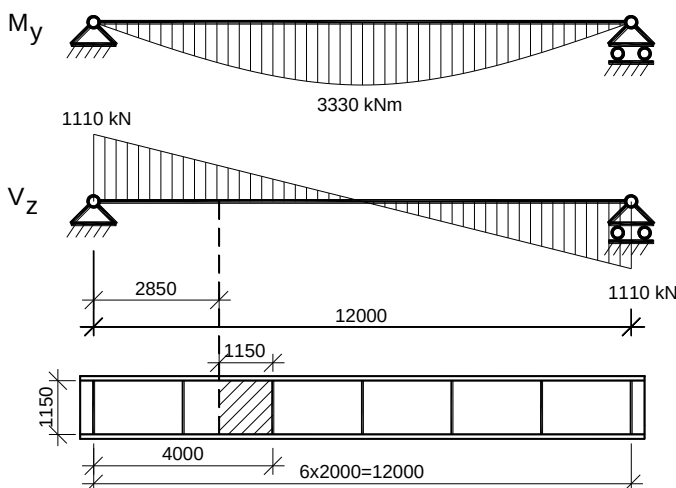
$$V_{Ed} = \frac{V_{2850} + V_{4000}}{2} = \frac{527 + 740}{2} = 634 \text{ kN}.$$

Gniuždomieji sienelės įtempiai

$$\sigma_{w,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{I_y} z = \frac{2,69}{851677 \cdot 10^{-8}} 0,5 \cdot 1,150 = 181,6 \text{ MPa}. \quad (7.106)$$

Vidutiniai tangentiniai sienelės įtempiai

$$\tau_{w,Ed} = \frac{V_{Ed}}{t_w h} = \frac{0,634}{0,01 \cdot 1,150} = 55,1 \text{ MPa}. \quad (7.107)$$



9.7 pav. Įrašų, sijos sienelės pastovumui skaičiuoti nustatymo schema

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,cr,Rd}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{w,Ed}}{\tau_{w,cr,Rd}}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{181,6}{562}\right)^2 + \left(\frac{55,1}{118,4}\right)^2} = 0,567 \leq \gamma_c = 1,0 \quad (7.108)$$