

**ШАҲАРСОЗЛИК НОРМАЛАРИ ВА ҚОИДАЛАРИ**

**ПЎЛАТ КОНСТРУКЦИЯЛАР.  
ЛОЙИҲАЛАШ МЕЪЁРЛАРИ**

**ШНҚ 2.03.05-13**

**Расмий нашр**

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ДАВЛАТ  
АРХИТЕКТУРА ВА ҚУРИЛИШ  
ҚЎМИТАСИ**

**ТОШКЕНТ 2013**

УДК 69:624.014.2.04 (08374)

**ШНК 2.03.05-13** «Пўлат конструкциялар. Лойиҳалаш меъёрлари» / Ўзбекистон Республикаси Давархитекқурилиш, Тошкент шаҳри, 2012 – 174-бет.

**ИШЛАБ ЧИҚАРУВЧИЛАР:** “Ўзпўлатқурилмалойиҳа” МЧЖ  
(ЛБМ Г.В. Анапольский – мавзу раҳбари, бош мутахассис А.П.Тиков)

**КИРИТИЛГАН:** “Ўзпўлатқурилмалойиҳа” МЧЖ

**МУҲАРРИРЛАР:** М.И. Шодиев (Давархитекқурилишқўм),  
Ш.Т. Абдукамилов (“Ўзпўлатқурилмалойиҳа” МЧЖ)

**ТАСДИҚЛАШГА** Ўзбекистон Республикаси Давархитекқурилиш лойиҳалаш ташкилотларининг фаолиятини мониторинг қилиш Бошқармаси томонидан тайёрланган (М. Холхўжаев)

Ўзбекистон Республикаси ҳудудида **ШНК 2.03.05-13** «Пўлат конструкциялар. Лойиҳалаш меъёрлари» амалга киритилган кунда бошлаб, **ҚМҚ 2.03.05-97** «Пўлат қурилмалар. Лойиҳалаштиришнинг меъёрлари» ўз кучини йўқотади.

**КЕЛИШИЛГАН:** Ўзбекистон Республикаси Давархитекқурилиш лойиҳалаш ташкилотларининг фаолиятини мониторинг қилиш Бошқармаси (М. Холхўжаев)

Меъёрий ҳужжатдан фойдаланганда, Ўзбекистон Республикаси Давархитекқурилиш ва Давлат стандарт қўмитаси томонидан чоп этиладиган шаҳарсозлик меъёрлари ва қоидаларида, ҳамда давлат стандартларидаги ўзгартиришларни инобатга олиш шарт.

**ТАРЖИМОН:** «LINGVO SERVIS» ХК таржимонлик бюросида (Р.К. Гаиров)

Мазкур ҳужжат Ўзбекистон Республикаси Давлат архитектура ва қурилиш қўмитаси руҳсатисиз, расмий ҳужжат сифатида тўлиқ ёки қисман чоп этилиши, кўпайтирилиши ва тарқатилиши ман этилади.

Ўзбекистон Республикаси Давлат архитектура ва қурилиш қумитаси (Давархитектқурилиш)	Шаҳарсозлик нормалари ва қоидалари	ШНҚ 2.03.05-13
	Пўлат конструкциялар. Лойиҳалаш меъёрлари	ҚМҚ 2.03.05-97 ўрнига

## КИРИШ

Ўзбекистон Республикасида стандартлаштиришнинг мақсад ва мезонлари 2009 йил 23 апрелдаги ЎзРҚ-213-сонли “Техник тартибга солиш тўғрисида” Ўзбекистон Республикаси Қонуни билан белгиланган, ишлаб чиқиш қоидалари эса – 2009 йил 23 апрелдаги 18-сонли ШНҚ 1.01.01-09 “Қурилиш соҳасидаги норматив ҳужжатлар тизими. Асосий ҳоллар” буйруқ билан белгиланган.

## 1 ҚЎЛЛАНИЛИШ СОҲАСИ

1.1 Мазкур меъёрлар пўлат қурилиш конструкцияларга, уларнинг ишончилиги, хавфсизлиги, узоқ муддатга чидамлилиги ва тежамлилигини таъминлаш бўйича асосий талабларни белгилашади.

Мазкур меъёрлар қоидалари мажбурий ҳисобланади ва янги ва қайта қурилаётган биноларнинг ва турли мақсадли иншоотларнинг пўлат конструкцияларига (қуйида конструкция) нисбатан қўлланилади.

Ривожланиш ва аниқлик киритиш, батафсил маълумот бериш, тўлдириш мақсадида турли конструкциялар учун ишлаб чиқарилаётган мажбурий ва тавсия тавсифига эга меъёрий ҳужжатларнинг қоидалари, мазкур меъёрларнинг асосий қоидаларига зид бўлмаслиги шарт.

1.2 Конструкцияларнинг турли кўриниш ва шакллари, шу жумладан фойдаланишнинг махсус шароитларида бўлганлари (масалан, домна печи, резервуарлар конструкцияларини, сеймик таъсир остида, ҳароратнинг шиддатли таъсири, радиация ҳамда турли агрессив муҳит таъсири остида бўладиган биноларнинг конструкцияларини) лойиҳалашда, ягона бино ва иншоотларнинг конструкцияларини, ҳамда конструкцияларнинг махсус турларини (масалан, дастлаб таранглаштирилган, фазовий, осма, равони 36 метрдан ортиқ равонли, баландлиги 100 метрдан ортиқ антенна иншоотлари, минора иншоотларини) лойиҳалашда, мазкур конструкциялар ишининг хусусятларини ифодаловчи қўшимча талабларга риоя қилиш шарт.

Айтиб ўтилган конструкциялар ва уларни бирикмаларни, ва мазкур меъёрларга конструкциялар киритилмаган, ҳамда умумий металл сарфи 200 тоннадан ошган объектларни (алоҳида босқичларнинг металл сарфидан қатъий назар), бино ва иншоотларнинг ишончилиги ва тежамлилигини ошириш мақсадида, пўлат конструкциялар бўйича етакчи ихтисослаштирилган лойиҳа ташкилотлар кучлари билан лойиҳалаш керак.

1.3 Мазкур меъёрлар талаблари доимий ва/ёки қисқа муддатли ҳарорати плюс 100°C дан ошмаган ва минус 40 °С дан паст бўлмаган шароитларда фойдаланиладиган конструкцияларни лойиҳалашда қўлланилиши керак.

Киритилган “Ўзпўлатқурилмалойиҳа” МЧЖ	Ўзбекистон Республикаси Давлат архитектура ва қурилиш қумитасининг 9 апрел 2013 йилдаги № 42-сонли буйруғи билан тасдиқланган	Амалга киритиш муддати 1 май 2013 й.
---------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------

1.4 Меъёрлар кўприкларнинг пўлат конструкцияларини, кўприкларнинг табақалари кўтариладиган кўприкларнинг механизмлари, магистрал ва технологик қувурўтказгичлар, гидротехник ва мелиорация иншоотлари конструкцияларини лойиҳалашга жорий этилмайди.

## **2 МЕЪЁРИЙ ҲАВОЛАЛАР**

Мазкур меъёр ва қоидаларда А иловасида келтирилган ҳужжатларга ҳаволалар қўлланилган.

## **3 ТАЪРИФЛАР**

3.1 Мазкур меъёрларда В иловасига мувофиқ атама ва таърифлар келтирилган.

3.2 Асосий ҳарфий белгилар С иловасида келтирилган.

## **4 КОНСТРУКЦИЯЛАРНИНГ ИШОНЧЛИЛИГИ, ХАВФСИЗЛИГИ УЗОҚҚА ЧИДАМЛИЛИГИ ВА ТЕЖАМЛИЛИГИНИ ТАЪМИНЛАШ ПРИНЦИПЛАРИ**

4.1 Пўлат конструкцияларни лойиҳалаштиришда, буюртмачи томонидан белгиланган фойдаланиш муддат ичида бино ва иншоотнинг нормал эксплуатациясини, атроф муҳит ҳимоясини ва лойиҳалаштиришга техник топшириқ билан белгиланган бошқа махсус шартлар бажарилишини таъминловчи меъёрларга риоя қилиш шарт. Бунинг учун қуйидагиларни амалга ошириш керак:

ташиш, монтаж ва фойдаланишда, бутун бино ва иншоотнинг ва уларнинг алоҳида қисмларининг мустаҳкамлигини, турғунлигини ва фазовий ўзгармаслигини таъминловчи конструктив схемаларни қабул қилиш;

ёнгин хавфсизлиги меъёрлари талабларига ва пўлат қурилиш конструкцияларни коррозиядан ҳимоялаш талабларига риоя қилиш. Конструкциянинг ўтга чидамлилиги чегарасини ошириш ва коррозиядан ҳимоялаш мақсадида прокат ва қувурлар деворларининг қалинлигини ошириш, фақат техник-иқтисодий асослаш мавжудлигида мумкин. Бунда конструкциянинг ишончлилигини коррозиявий ейилишни инобатга олган ҳолда текшириш керак;

прокатнинг рационал профилларини, самарали пўлат ва бирикмаларнинг прогрессив турларини қўллаш; прокат ва қувурлар сортаментини инобатга олган ҳолда, конструкциялар элементлари мазкур меъёрлар талабларига жавоб берувчи минимал кесимга эга бўлишлари керак;

конструкцияни ишлаб чиқариш, ташиш ва монтажнинг технологиклигини ва меҳнат сарфининг минимал даражасини назарда тутиш керак;

конструкцияни ишлаб чиқарувчи корxonанинг ишлаб чиқариш имкониятлари ва технологик ҳамда кран жиҳозларининг қувватини инобатга олиш керак;

лойиҳалаштиришда ишлаб чиқариш жараёнида аниқлик талабларини тайинлаш йўли билан меъёрий ҳужжатларга мувофиқ конструкция йиғилишини ва солинишини таъминлаш.

4.2 Ташқи ҳавонинг ҳисобга олинандиган минимал ҳарорати сифатида КМК 2.01.01 га мувофиқ, таъминоти 0.98 бўлган энг совуқ беш кунлик ҳароратини олиш керак.

Ҳисобланадиган технологик ҳарорат лойиҳалаштиришга техник топшириқ билан белгиланади.

4.3 Бетон ёки терилган ғиштга ва ҳоказоларга бекитилмаган очик конструкцияларга, уларни кузатиш, техник ҳолатини баҳолаш, профилактика ва таъмир ишларини амалга ошириш учун кириш мумкин бўлиши керак, улар намликни ушлаб қолмаслиги ва ҳаво

янгилашига тўқинлик қилмасликлари керак. Берк профиллар герметизацияланган бўлиши керак.

4.4 Вазифаси, фойдаланиш шароитлари, ишлаб чиқариш технологияси ва кучланиш-деформацияланган ҳолати бўйича, конструкциялар тўрт гуруҳга ажралади:

**1-гуруҳ.** Ўта оғир шароитларда, шу жумладан пластик деформация ривожланишини максимал даражада қисувчи ёки динамик (4.6-бандни қаранг), тебраниш ёки силжувчи кучланишларга бевосита таъсирланадиган шароитда ишловчи пайванд конструкциялар (4.5-бандни қаранг) ёки уларнинг алоҳида элементлари [краности тўсинлар; иш майдончаларининг тўсинлари; ҳаракатдаги транспорт йўллари тўсинлари; бункер ва юк ортиш-тушириш эстакадалар конструкцияларининг ҳаракатдаги составлардан юкланишни бевосита қабул қилувчи элементлари; динамик юкланишда бош тўсинлар ва ромларнинг ригеллари; транспорт галереяларининг равон қурилмалари; фермалар фасонкалари, резервуар ва газгольдерларнинг деворчалари, туби четлари, маҳкамлик ҳалқалари, сузувчан томлари, қопламалари; бункер тўсинлари; параболик бункерлар қобиғи; эркин туруган тутун қувурларининг пўлат қобиғи; баландлиги 60 метрдан ортиқ юқори кучланишли электр узатиш линияларининг (ЮКЛ) катта ўтишларининг махсус пайванд таянчлари; мачталарнинг тортмоқлари элементлари ва тортмоқ бўғинларнинг элементлари].

**2-гуруҳ.** Чўзувчи кучланишлар мавжудлигида статик юкланишда ишловчи пайванд конструкциялар ёки уларнинг элементлари [фермалар; ромлар ригеллари; қоплаш ва қоплама тўсинлари; зиналарнинг зинапоялари қўйиладиган, кўтариб турувчи қия тўсин (косоур); силос қобиқлари; ЮКЛ таянчлари, катта ўтишларининг махсус пайванд таянчлари бундан истисно; қуйи станцияларнинг очиқ тақсимловчи мосламаларнинг (ОТМ) йўғон сим ўрнатишларининг (ошинковка) таянчлари; транспорт галереялари таянчлари; прожектор мачталари; антенна иншоотларининг (АИ) курама таянчларининг элементлари ва бошқа чўзилган, чўзиқ-эгиладиган ва эгиладиган элементлар], ҳамда пайванд монтаж бирикмалар мавжудлигида, ГОСТ 19425 ва ТШ 14-2-427 бўйича қўштаврлардан пайванд бирикмалар ва осма йўллар тўсинлари мавжуд эмаслигида, 1-гуруҳдаги конструкциялар ва уларнинг элементлари.

**3-гуруҳ.** Асосан сиқишга статик юкланишда ишловчи пайванд конструкциялар ёки уларнинг элементлари [колонналар; устунлар; таянч плиталар; қаватлараро тўсик тўшамалари элементлари; технологик жиҳозларни ушлаб турувчи конструкциялар; Колонналар бўйича ҳисобланган боғланишлар кесимларида юкланиш  $0,4R_y$  дан ортиқ бўлган тик боғланишлар; транспортнинг контактли тармоғининг анкер, кўтариб турувчи ва маҳкамловчи конструкциялари (таянчлар, қаттиқ кўндаланг темирларнинг ригеллари, қайдлагичлар); узгичлар таянчларидан ташқари ОТМ жиҳозлари тагига таянчлар; АИ ўзаги ва миноралари элементлари; бетон ташувчи эстакадаларнинг колонналари; қопламаларнинг горизонтал конструктив элементлари (прогонлар) ва бошқа сиқилган ва сиқиб-эгиладиган элементлар], ҳамда пайванд бирикмалар мавжуд эмаслигида, 2-гуруҳдаги конструкциялар ва уларнинг элементлари.

**4-гуруҳ.** Бино ва иншоотларнинг ёрдамчи конструкциялари (3-гуруҳда кўрсатилгалардан ташқари ошқа боғланишлар; фахверк элементлари; зиналар, нарвонлар; майдончалар; тўсиқлар; кабель каналларнинг металл конструкциялари; иншоотларнинг ёрдамчи элементлари ва ҳоказо), ҳамда пайванд бирикмалар мавжуд эмаслигида, 3-гуруҳдаги конструкциялар ва уларнинг элементлари.

4.5 Конструкция ёки унинг элементи сезиларли ҳисобланган чўзувчи кучланишлар ( $\sigma > 0,3R_y$ ,  $\sigma > 0,3R_{wf}$ , ёки  $\sigma > 0,3R_{wz}$ ) жойларида жойлашган бўлса, ёки пайванд бирикма масалан, сезиларли қолдиқ кучланишлар оқибатида бузилиши мумкин бўлган ва натижада бутун конструкцияни фойдаланишга яроқсиз ҳолатга келтириши мумкин бўлган жойда жойлашган бўлса, конструкция ёки унинг элементи пайванд уланишга эга ҳисобланади.

4.6 Агар динамик юкланиш билан вужудга келтирилган нормал кучланишнинг абсолют қийматининг шу кесимнинг ўзида барча юкланишлардан жамланган чўзувчи

кучланишига нисбати  $\alpha > 0,2$  бўлса, конструкция динамик юкланишлар таъсири остидагилар қаторига киради.

4.7 ҚМҚ 2.01.07 бўйича 1-синф жавобгарликнинг бино ва иншоотлар конструкциялари учун пўлат тайинланганда, конструкциялар гуруҳининг рақамини бирга камайтириш керак (2-4 гуруҳлар учун).

4.8 Прокат қалинлиги  $t \geq 40$  мм бўлганда, конструкциялар гуруҳининг рақамини бирга камайтириш керак (2-4 гуруҳлар учун); прокат қалинлиги  $t \leq 6$  мм бўлганда, бирга ошириш керак (1-3 гуруҳлар учун).

4.9 Аниқ меъёрий-техник хужжатларни ишлаб чиқарганда, лойиҳалаш, ишлаб чиқариш, куриш, ишларни қабул қилиш, фойдаланиш ва қайта тиклаш меъёр ва қоидалари, ҳамда назоратнинг тегишли усулларига талаблар ягона мажмуа ҳисобланишини инобатга олиш керак ва улар бир бири билан узаро боғлиқ бўлишлари керак.

4.10 Пўлат конструкцияларнинг иш чизмалари лойиҳавий ва бошқа иш хужжатларини бажариш қоидаларига (ГОСТ 21.502), ҳамда конструкцияларни ишлаб чиқариш бўйича (ҚМҚ 3.03.02) ва монтаж бўйича талабларга (ҚМҚ 3.03.01) мувофиқ бўлиши керак.

МК (металл конструкциялар) турли ёки МДК (металл деталлаштирилган конструкциялар) турли конструкцияларнинг иш чизмаларида ва материалларга буюртма бериш хужжатларида, қуйидагилар кўрсатилиши керак:

пўлат нави ва уларга давлат стандартлари ёки техник шартлар ва мазкур меъёрлар билан назарда тутилган қўшимча талаблар;

пайванд уланишларни бажариш усули, пайвандлаш тури ва режими (фақат МДК ишлаб чиқилганда); автоматик ва механик пайванд учун материаллар ва электродларнинг турлари, русмлари, диаметрлари (фақат МДК ишлаб чиқилганда ва буюртма берилганда), пайвандлашда пайванд чокининг жойлашуви, чокларни бириктириш учун такглик тури (фақат МДК ишлаб чиқилганда ва буюртма берилганда);

болтларнинг мустаҳкамлик ва аниқлик синфлари;

ишқаланма бирикмалар учун контакт юзаларни тайёрлаш усули;

пайванд, болт ва ишқаланма бирикмаларнинг, улар завод ёки монтаж шароитларида бажарилишини кўрсатган ҳолда, жойлашуви ва ўлчамлари, зарурият бўлганда чокларни тушириш ва болтларни ўрнатиш кетма-кетлиги;

сифат назорати усуллари ва ҳажми;

конструкцияни коррозиядан ҳимоялашга талаблар.

## **5 КОНСТРУКЦИЯ ВА БИРИКМАЛАР УЧУН МАТЕРИАЛЛАР ВА УЛАРНИНГ ҲИСОБЛАНАДИГАН ТАВСИФЛАРИНИ АНИҚЛАШ ПРИНЦИПИ**

### **Конструкция ва бирикмалар учун материаллар**

5.1 Мазкур меъёрнинг 4.4-банди бўйича конструкциялар гуруҳига боғлиқ ҳолда, барча пўлатни, қуйидаги талабларга жавоб бериш шарти билан, D.1, D.2 жадваллар бўйича қабул қилиш керак:

пайванд конструкциялар учун D.3 жадвалга мувофиқ кимёвий таркиби ва углерод эквиваленти бўйича;

D.4 жадвалга мувофиқ, мустаҳкамлик даражасига боғлиқ ҳолда, зарбавий ковушқоқлик бўйича.

Сифат тўғрисида хужжатлар мавжуд эмаслигида ёки уларда келтирилган маълумотлар етарли бўлмаганда, конструкция ва бирикмалар материалининг хусусиятларига баҳо бериш, белгиланган талабларга мувофиқ амалга оширилиши керак.

5.2 Прокат юзасига нисбатан нормал йўналтирилган чўзиш кучланишлар таъсири остида бўлган конструкциялар элементлари учун пўлат прокат, прокатнинг қалинлиги йўналишида кафолатланган механик хусусиятларга эга бўлиши керак.

5.3 Прокат йўналиши бўйлаб ва кўндаланг йўналишда, ҳамда прокат юзасига нормал йўналишда чўзишда ва қисишда иш диаграммалари бир хил бўлишига йўл қўйиш мумкин.

5.4 Пластик деформацияларни инобатга олган ҳолда кесимнинг тўлиқ пластификациясигача ҳисобланадиган конструкция элементлари учун пўлат, пўлат иши диаграммасида оқувчанлик майдончасига эга бўлиши керак ва қуйидаги талабларга жавоб бериши шарт:

$\sigma_u$  ( $\sigma_b$ ) вақтда қаршилигининг  $\sigma_y$  ( $\sigma_m$ ) оқувчанлик чегарасига нисбати 1,25 дан кам бўлмаслиги шарт;

Нисбий чўзилиш 15% дан кам бўлмаслиги керак; пўлат ишининг диаграммасида оқувчанлик майдончаси якуни ва бошига мувофиқ тўлиқ деформациялар нисбати 10 дан кам бўлмаслиги керак.

5.5 Конструкциялар учун шаклдор (бурчак, қўштавр, швеллер), тунукали, кенг қўламли универсал прокатдан ва ГОСТ 27772, ГОСТ 14637, ГОСТ 535, ГОСТ 19281 бўйича техник талабларга жавоб берадиган эгилган профилдан, ГОСТ 16523 бўйича углеродли пўлатдан ва ГОСТ 17066 бўйича ўта мустаҳкам пўлатдан юпка тунукали прокатдан, ГОСТ 11474 бўйича совуқлайин букилган профиллардан, ГОСТ 30245 бўйича эгилган ёпик квадрат профиллардан ва тўғрибурчак профиллардан, ГОСТ 535 ва ГОСТ 19281 бўйича навли прокатдан (айланма, квадрат, тасма), ГОСТ 10705 ва ГОСТ 10706 бўйича электр билан пайвандланган қувурлар, ГОСТ 8731 бўйича иссиқлайин деформацияланган қувурлардан фойдаланиш керак.

5.6 Пўлат конструкциялар учун қуйма шаклларни (таянч қисмлари ва ҳоказо) ГОСТ 977 бўйича II ёки III гуруҳ қуйма шакллар учун талабларга жавоб берадиган, 15Л, 25Л, 35Л ва 45Л навли пўлатдан, ҳамда ГОСТ 1412 талабларига жавоб берадиган, СЧ15, СЧ20, СЧ25 ва СЧ30 навли кул ранг чўяндан лойиҳалаштириш керак.

5.7 Пўлат конструкцияларни пайвандлаш учун қуйидагиларни қўллаш керак: қўлда ёйли пайванд учун ГОСТ 9467 бўйича электродлар; ГОСТ 2246 бўйича пайвандлаш сими; ГОСТ 9087 бўйича флюслар; автоматик ва механизациялаштирилган пайванд учун ГОСТ 26271 бўйича қуқунли сим, ГОСТ 8050 бўйича карбонат ангидрид газы, ГОСТ 10157 бўйича аргон.

Қўлланиладиган пайванд материаллари ва пайвандлаш технологияси, чок металининг  $R_{lim}$  вақтда қаршилиқнинг меъёрий қийматидан кам бўлмаган вақтда қаришилқ қийматини, ҳамда тегишли меъёрий ҳужатлар билан белгиланган ва D.5 жадвалга мувофиқ қаттиқлик, зарбавий қовушқоқлик ва пайванд бирикмалар металининг нисбий чўзилишининг кўрсаткичларини таъминлаши керак.

5.8 Болтли бирикмалар учун ГОСТ 1759.0, ГОСТ 1759.4, ГОСТ 1759.5 талабларига жавоб берадиган пўлат болт ва гайкалар, ГОСТ 18123 талабларига жавоб берадиган шайбалар ва 5.9-бандда кўрсатилган ўта мустаҳкам болтлар қўлланилади.

Болтларни ГОСТ 15589, ГОСТ 15591, ГОСТ 7798, ГОСТ 7796 ва ГОСТ 7805 бўйича қўллаш керак.

Гайкаларни ГОСТ 5915 ва ГОСТ 5927 бўйича қўллаш керак.

Болтлар кесишга ёки чўзишга ишлаганда, гайкаларнинг мустаҳкамлик синфларни болтлар мустаҳкамлик синфига мувофиқ қабул қилиш керак:

5.6 ва 5.8 да – 5; 8.8 да – 8; 10.9 да – 10; 12.9 да – 12.

Болтлар фақат кесишга ишлаганда, гайкаларнинг мустаҳкамлик синфларни болтлар мустаҳкамлик синфига нисбатан қуйидагича қўллаш мумкин: 5.6 ва 5.8 да – 4; 8.8 да – 5; 10.9 да – 8; 12.9 да – 10.

Қўлланилиши лозим бўлган шайбалар: юмалоқ ГОСТ 11371 бўйича, қийшиқ - ГОСТ 10906 бўйича ва пружинали нормал шайбалар ГОСТ 6402 бўйича.

Мустаҳкамлик синфи 10.9 паст бўлмаган болтлар ўта мустаҳкам болт ҳисобланади.



5.9 Пойдевор болтлари учун ГОСТ 24379.0 талабларига ва D.6 жадвал талабларига жавоб берадиган болтлар қўлланилади.

Пойдевор болтлари ва U шаклли, диаметри 48 мм.гача бўлган болтлар учун гайкалар ГОСТ 5915 техник талабларига мувофиқ, 48 мм дан ортиқ бўлган болтлар учун ГОСТ 10605 техник талабларига мувофиқ гайкалар қўлланилади. СтЗпс2, СтЗсп2, СтЗпс4, СтЗсп4 пўлатдан ва диаметри 20 дан 48 мм гача бўлган пойдевор болтлари учун ГОСТ 1759.5 бўйича мустаҳкамлиги 4-синф бўлган гайкалар қўлланилади, диаметри 48 мм дан ортиқ бўлган болтлар учун ГОСТ 18126 бўйича 02 гуруҳдан паст бўлмаган материалдан гайкалар қўлланилади.

Диаметри 48 мм гача 09Г2С навли пўлатдан ва ГОСТ 19281 бўйича бошқа навли пўлатлардан пойдевор болтлари учун ГОСТ 1759.5 бўйича мустаҳкамлик синфи 5 дан кам бўлмаган гайкалар қўлланилади, диаметри 48 мм дан ортиқ болтлар учун ГОСТ 18126 бўйича 05 гуруҳидан паст бўлмаган материалдан гайкалар қўлланилади.

Болтлар учун қўлланилган пўлатдан тайёрлаган гайкалар қўлланилиши мумкин.

5.10 Ишқаланма ва фланец бирикмалар учун ГОСТ 22356 талабларига жавоб берадиган 40X “селект” пўлатдан тайёрлаган ўта мустаҳкам болтлар қўлланилади, уларнинг конструкцияси ва ўлчамларини ГОСТ 22353 бўйича қабул қилинади, гайка ва шайбалар эса, ГОСТ 22354 ва ГОСТ 22355 бўйича қабул қилинади.

Фланец бирикмалари учун вақтда қаршилиги 1100 Н/мм<sup>2</sup> дан кам бўлмаган, ХЛ иқлимий шаклда бажарилган ўта мустаҳкам болтлардан фойдаланиш зарур.

5.11 Осма қопламаларнинг кўтариб турувчи элементлари, электр узатманинг ҳаво линиялари таянчларининг тортмоқлари, тақсимловчи мосламалар, транспортнинг контактли тармоқлари, мачта ва миноралар, ҳамда дастлаб кучланган конструкцияларнинг кучайтирилган элементлари учун қуйидагилар қўлланилади:

спиралсимон канат ГОСТ 3062, ГОСТ 3063, ГОСТ 3064 бўйича;

икки карра эшилган канат ГОСТ 3066, ГОСТ 3067, ГОСТ 3068, ГОСТ 3081, ГОСТ 7669, ГОСТ 14954 бўйича;

ёпиқ кўтариб турувчи канатлар ГОСТ 3090, ГОСТ 7675, ГОСТ 7676, ГОСТ 18901 бўйича;

параллел симларнинг даста ва боғламлари ГОСТ 7372 талабларига жавоб берадиган канат симидан шакллантирилади.

5.12 Пўлат конструкциялар учун қўлланиладиган материалларнинг физикавий тавсифлари D.7 жадвалга мувофиқ қабул қилинади.

5.13 Механик хусусиятлар ва кимёвий таркибга мазкур меъёрларнинг D иловасининг талаблари бажарилиши шарти билан, тегишли шаклдаги мувофиқлик сертификатиغا эга бошқа материаллар ҳам қўлланилиши мумкин.

### **Ҳисобланган тавсифларни аниқлаш принциплари**

5.14 Пўлат прокатнинг ва қувурларнинг ҳисобланган қаршиликлари, конструкция ва элементларнинг чегаравий ҳолатлари оқувчанлик чегарасига тенг кучланишда пластик деформациялар ривожланиши оқибатида, ҳамда вақтдаги қаршилиқка тенг кучланишларда бузилиш оқибатида эришилиши мумкинлигини инобатга олган ҳолда аниқланиши керак.

5.15 Оқувчанлик чегараси ва вақтдаги қаршилиқ кўрсаткичларнинг меъёри кўрсаткичлардан, ҳамда кесимлар ўлчамларининг номинал ўлчамлардан салбий тарафга эҳтимолли оғишлари, материал бўйича  $\gamma_m$  пухталиқ коэффиценти билан ҳисобга олиниши керак.

5.16 Пўлат прокатнинг ва қувурларнинг ҳисобланган қаршиликлари E.1-жадвал формулаларига мувофиқ ҳисобланиши керак, бу ерда  $\gamma_m$  коэффицентиининг қийматини прокат бўйича стандартларда кўрсатилган назорат усулларига ва пўлатнинг механик хусусиятларини баҳолаш учун қўлланиладиган усулларга боғлиқ ҳолда, E.2-жадвалга мувофиқ қабул қилинади.



Тунукали, кенг қўламли универсал ва шаклдор прокатни чўзиш, қисиш ва эгишда меъёрий ва ҳисобланган қаршилиқларнинг қийматлари Е.3-жадвалда (ГОСТ 27772 бўйича пўлат учун), қувурлар учун Е.4-жадвалда кўрсатилган.

Прокатнинг ён тарафининг эзилишга, цилиндрли шарнирларда маҳаллий эзишга ва филдиракларнинг диаметрал эзилишга қаршилигининг ҳисобланган қийматлари Е.5-жадвалда келтирилган.

5.17 Эгилган профилларнинг ҳисобланган қаршилигини улар тайёрланган тунукали прокатнинг ҳисобланган қаршилигига тенг деб қабул қилиш керак; совуклайин шакллантирилган, кўйдирилмаган ва руҳланмаган профилларнинг ҳисобланган қаршилигини эгилган жойларда пўлат маҳкамланишини инобатга олган ҳолда аниқлаш керак.

5.18 Пўлат толиқишининг ҳисобанадиган қаршилиги пўлат тавсифлари, зўриққан ҳолат тури, буғин ёки бирикманинг конструктив кўриниши, қисмларга ишлов бериш технологияси ва тешиқларни қилиш технологиясига боғлиқ ҳолда белгиланиши керак.

Пўлат толиқишининг ҳисобанадиган қаршилигини аниқлаганда, кўшимча равишда зўриқиш тури, зўриқиш цикллари сони, зўриқишнинг энг юқори ва энг паст қийматларини ҳисобга олиш зарур.

5.19 Қўйма, болғаланган қисмлар, пўлат канат, ўта мустаҳкам симдан тайёрланган даста ва эшилган иплар, пойдевор ва U-симон болтлар, ҳамда ишқаланма бирикмаларда ўта мустаҳкам болтларнинг қаршилиги Е.6-жадвал формулаларига мувофиқ аниқланиши керак.

Углеродли пўлатдан тайёрланган қўймаларнинг ҳисобланган қаршилиқлари қийматларини Е.7-жадвал, кул ранг чўяндан қўймаларнинг қаршилиқларини Е.8-жадвал бўйича қабул қилиш керак.

5.20 Асосий металл механик хусусиятларидан паст бўлмаган хусусиятларга эга, эриттиб устига қолипланган металл билан пайванд материаллар қўлланганда ва тегишли пайванд технологиясидан фойдаланганда, пайванд бирикмаларнинг ҳисобланган қаршилиқлари Е.9-жадвал бўйича қабул қилиниши керак.

Бурчак чокли пайванд бирикмаларнинг чок металлининг меъёрий ва ҳисобланган қаршилиқларининг қийматларини Е.10-жадвалга мувофиқ қабул қилиш керак.

Ҳар хил ҳисобланган қаршилиқларга эга пўлаилардан тайёрланган элементларнинг туташув бирикмаларининг ҳисобланган қаршилиқларини ҳисобланган қаршилиги пастроқ бўлган пўлатдан туташган бирикма сифатида қабул қилиш керак.

Бурчак чокли пайванд бирикмаларнинг ҳисобланган қаршилигининг қийматини чок таъсир кўрсатувчи кучланишга нисбатан жойлашувидан қатъий назар қабул қилиш керак.

5.21 Бир болтли бирикмаларнинг ҳисобланган қаршилиқлари Е.11-жадвалга мувофиқ аниқланиши керак.

Бир болтли бирикмаларнинг кесишга ва чўзилишга қаршилигининг меъёрий ва ҳисобланган қийматини Е.12-жадвал бўйича қабул қилиш керак, болтлар билан бириктирилган элементларнинг эзилишга қаршилигининг ҳисобланган қийматини Е.13-жадвалга мувофиқ ҳисоблаш лозим.

Пойдевор болтларининг чўзилишга қаршилигининг ҳисобланган қийматлари Е.14-жадвалга мувофиқ қабул қилинади.

ГОСТ 22356 бўйича 40X “селект” навли пўлатдан ўта мустаҳкам болтларнинг меъёрий ва ҳисобланган қаршилиги қийматини Е.15-жадвал бўйича қабул қилиш керак.

## **6 КОНСТРУКЦИЯ, БИНО ВА ИНШОТЛАРНИ ҲИСОБЛАШ ПРИНЦИПЛАРИ**

6.1 Пўлат конструкцияларни чегаравий ҳолатлар усули бўйича ҳисоблаш керак.

Алоҳида вазиятларда (масалан, техник ҳолатни баҳолаганда, қайта қуришни лойиҳалаштирганда ва ҳоказо) конструкция элементларининг ишончилигини баҳолаганда, ҳисоблашнинг эҳтимоллик усулларида фойдаланишга руҳсат этилади.

6.2 Умумий вазиятда конструкция ҳисобланганда, чегаравий ҳолатларнинг икки гуруҳи кўрилиши керак:

а) биринчи гуруҳ – пластик (қовушқоқ), мўрт ва толиқишдан бузилиш; шакл ёки ҳолат турғунлиги йўқолиши; ўзгарувчан тизимга ўтиш; ташқи кўринишнинг сезиларли ўзгариши, ҳамда ўта қаттиқ пластик деформациялар натижасида геометрик шакл бузилиши, улар фойдаланишга умуман яроқсиз ҳолатга келтиришади;

б) иккинчи гуруҳ – бирикмаларда силжишлар, тебраниш амплитудалари, ҳамда конструкциядан нормал фойдаланишни қийнлаштирувчи ёки бино ва иншоотларнинг узоқ муддатга чидамлилигини пайсайтирувчи маҳаллий шикастлар ва чекланган дарзлар пайдо бўлиши.

6.3 Биринчи гуруҳнинг чегаравий ҳолатларини кўриб чиққанда, амалдаги ва чегаравий куч омилларини (кучланиш, юкланиш, зўриқишлар) қиёслаш шаклида текширувлар ўтказилиши керак.

Конфигурациянинг сифатий ўзгаришининг ёки ортиқча пластик деформациялар натижасида геометрик шакл бузилганини баҳолаганда, тегишли деформацияловчи омиллар (жой ўзгариши, деформация, бирикмаларда силжишлар) текшируви ўтказилиши керак.

Иккинчи гуруҳнинг чегаравий ҳолатларини кўриб чиққанда, ҳақиқий ва чегаравий деформацияловчи омилларни қиёслаш шаклида текширувлар ўтказилиши керак.

6.4 Конструкция элементларининг кўтариш қобилиятини ҳисоблаганда, юкланиш ва таъсирларнинг кучланишлари (зўриқишлари) кўриб чиқиладиган кесим ёки элементлар қабул қила олиши мумкин бўлган чегаравий кучланиш (зўриқишлар) дан ошмаслиги шарт. Чегаравий кучланиш (зўриқишлар), одатда дастлабки камчиликларни инобатга олган ҳолда оддий юклашда материалнинг ҳисобланган қаршиликларидан фойдаланган ҳолда аниқланиши керак.

6.5 Конструкцияларни ишга умуман яроқсизлик шarti бўйича ҳисоблаганда (чегаравий ҳолатларнинг биринчи гуруҳи), бирикмаларда юкланиш ва таъсирларнинг ҳисобланган қийматларига мувофиқ бўлган тўлиқ ёки қолдик кўчириш ва силжишлар, меъёрий ҳужжатлар билан белгиланган уларнинг чегаравий қийматларидан ошмаслиги керак, ушбу қийматларга етган тақдирда конструкция капитал таъмирдан ўтказилиши керак ёки алмаштирилиши керак.

Биринчи гуруҳдаги чегаравий ҳолатларни текширганда, тўлиқ ёки қолдик силжишларни, материалнинг таранг деформациялар доирасидан ташқари ишини инобатга олган ҳолда аниқлаш керак. Бунда оддий ва бир маротабали юклаш тўғрисидаги тақлифдан фойдаланишга йўл қўйиш мумкин.

6.6 Конструкцияни нормал фойдаланиш қийинлашиши шarti бўйича ҳисоблаганда (чегаравий ҳолатларнинг иккинчи гуруҳи) тегишли ҳисобланган юкланишлардан бирикмалардаги кўчишлар, тебраниш амплитудалари, силжишлар ва ҳоказолар, технологик, конструкциявий, физиологик ёки эстетик-психологик талаблар асосида меъёрий ҳужжатларда белгиланган чегаравий қийматларидан ошмаслиги шарт.

Иккинчи гуруҳ чегаравий ҳолатларни текширганда, конструкцияларнинг тебраниш амплитудалари ва силжишлари, ҳамда бирикмалардаги силжишларни, қоидага асосан, материал таранг деформация доирасида ишлаганда, ҳамда кесим болтлар учун тешиклар билан заифлашганини инобатга олмаган ҳолда аниқлаш керак.

6.7 Янги конструкцияларни лойиҳалаганда, ҳамда мавжуд конструкцияларнинг техник ҳолатини баҳолаганда, адекват ҳисоблаш моделлари қўлланилиши керак, улар ёрдамида:

тизимнинг алоҳида элементлари ўртасида кучланиш (зўриқиш) тақсимланишини аниқлаш керак;

чегаравий мувозантнинг тегишли шartларининг таҳлили асосида чегаравий юкланиш (зўриқиш)ларни аниқлаш керак;

мувозанат турғунлигини баҳолаш лозим ва кучланиш (зўриқиш)ларнинг критик қийматларини аниқлаш керак;

бутун тизим ва алоҳида элементларнинг деформацияланишининг кўрсаткичларини аниқлаш.

Айтиб ўтилган мақсадларни амалга ошириш учун, қоидага кўра, қуйидаги ҳисоблаш моделларидан фойдаланиш керак:

ясси ва фазовий ўзакли тизимлар (тўсинли, ромли, равоқли, комбинацияланган ва хоказо);

яхлит ёки икки томони очиқ кўндаланг кесимли алоҳида ўзакли элементлар, шу жумладан, кесимнинг эгилувчан, тешикли ёки гофрланган қисмлари билан;

пластиналар, шу жумладан ўзакли элемент таркибига кирувчи элементлар (токча, деворлар, мустаҳкамлик қирралари);

юпқа деворли айланиш қобиклари (цилиндр, конус, шар ва хоказолар), шу жумладан моментсиз зўрикқан ҳолатда бўлганлар;

юпқа деворли мембранали тизимлар;

ванта-ўзакли, вантали ва ясси ва фазовий осилиб турган тизимлар;

конструкция элементлари бирикмаларини ва буғимларининг махсус моделлари.

Турли ҳисобланган тавсифларни аниқлаш учун (ики кучланишлар, чегаравий ва критик кучлар, силжишлар, тебранишнинг частотаси ва шакллари ва хоказолар) кўриб чиқиладиган конструкцияга тегишли бўлган бир нечта ҳисобланган моделларни кўриб чиқишга йўл қўйиш мумкин.

Ҳисобланадиган моделлар ва ҳисобнинг дастлабки асослари конструкция ишининг ҳақиқий шартларини акс эттириши керак.

6.8 Зарур вазиятларда кўчланиш (зўриқиш) тақсимланишини конструкцияни яхлит фазовий тизим сифатида, геометрик ва физикавий нозичиқчилигини инобатга олган ҳолда ҳисоблаш йўли билан аниқлаш керак.

Фазовий конструкцияларни ясси тизимлар ва алоҳида элементларга тақсимлашга асосланган тахминий ҳисоблаш усулларида фойдаланиш рухсат этилади, бунда элементлар бир-бири ва асос билан ўзаро таъсирланишини ҳисобга олиш керак.

Элементларда кучланиш ва конструкциядаги силжишлар брутто кесимлар билан уларнинг иш шартларидан келиб чиқиб аниқланиши керак.

Конструкция элементларида кучланишларни аниқлаганда, пайванд ва ишқаланма бирикмаларни бузилмайдиган сифатида кўриш мумкин.

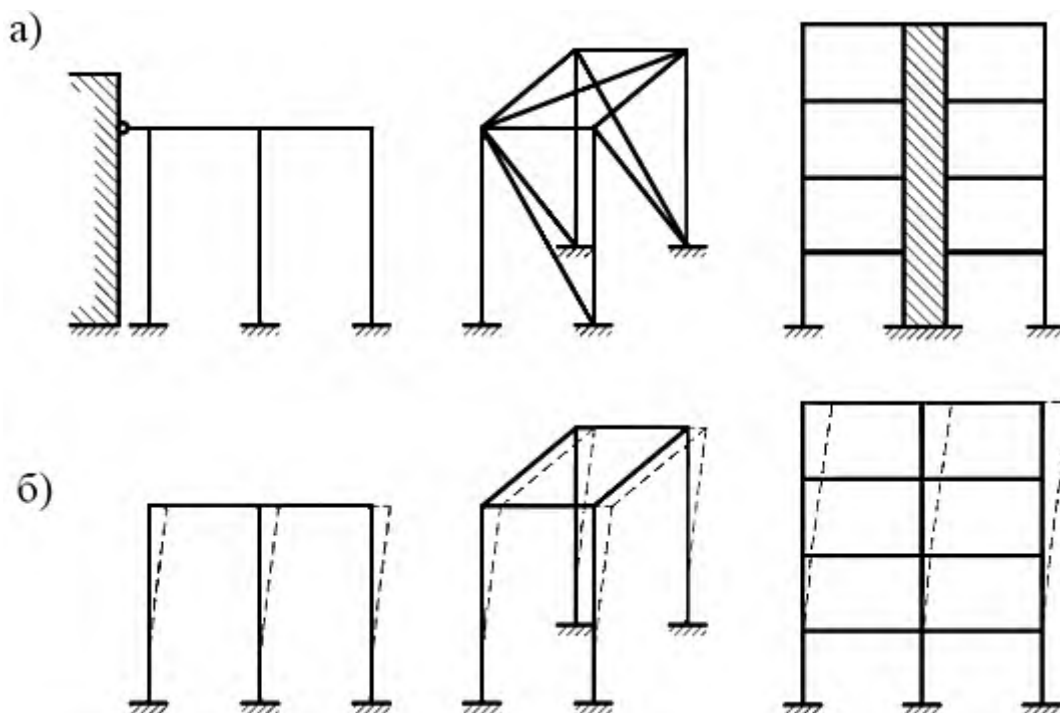
6.9 Статик аниқланмайдиган тизимлар учун, ҳисобланган кучланишларни (эгувчи ва айлантирувчи моментлар, юйлама ва кўндаланг кучлар) тизим иши таранг шарти билан, деформация бўлмаган схема бўйича аниқлаш керак.

Бундай тизимларнинг алоҳида элементлари, олинган ҳисобланган кучланишлар таърига деформацияланган схема бўйича ҳисобланиши мумкин, бунда материал иши таранг деформациялар доирасида, ҳамда учун чегарадан ташқарида ҳисобга олиниши керак.

6.10 Бир қатор кесимларда пластик шарнирлар вужудга келиши натижасида бузилишнинг кинематик механизмлари пайдо бўлишини инобатга олган ҳолда чегаравий мувозанат усули бўйича ҳисоблашни, статик аниқланмайдиган кесилмайдиган ва қисилган тўсин ва барқарорлик йўқолишидан маҳкамланган ром конструкциялар учун бажариш мумкин.

6.11 Ромли конструкцияларни ҳисоблаганда, маҳкамланган ва маҳкамланмаган фазовий ва ясси тизимларни ажратиш керак (1-расм). Биринчи вазиятда тизимнинг ҳар қандай ўзаги учлардаги чизиқли силжишларга эга бўлмайди, ва конструкциянинг кўтариш қобилиятини баҳолашни, унинг алоҳида элементлари бир бири билан ва асоса билан ўзаро таъсирланишини инобатга олган ҳолда, уларни текшириш йўли билан амалга ошириш мумкин. Иккинчи вазиятда, алоҳида элементларни текшириш билан бирга, буғинлардаги силжишларни инобатга олган ҳолда бутун тизим чегаравий ҳолатга келиши имкониятини баҳолаш керак.

Агар бўшатовчи конструкциялар (масалан, боғламлар) тизимнинг буғин силжишларини беш каррадан кам бўлмаган миқдорга камайтиришса, ва бунда уларга берилаётган барча кучланишни қабул қила олишса, тизим маҳкамлаган ҳисобланади.



1-расм. Тизимлар схемалари.

а – силжишлардан бўшатишган, б – силжишлардан бўшатилмаган

6.12 Ўзакли тизимнинг кўтариб туриш қобилиятини текширганда. Уларнинг бири билан ва асос билан ўзаро таъсирланишини ўзақларнинг ҳисобланган узунликларидан фойдаланган ҳолда инobatга олиш рухсат этилади, узунликларни, қоидага кўра, юкланишни тугунларга туширганда, таранг бенуқсон тизимларнинг барқарорлигини таҳлил қилиш асосида аниқлаш керак.

Ўзақнинг ҳисобланган узунлигини, кўриб чиқилаётган ўзақда қисувчи куч максимал бўлган юкланишлар тўплами учун аниқлаш рухсат этилади ва олинган қиймат юкланишларнинг бошқа тўпламлари учун текширувларда қўлланилиши мумкин.

6.13 Конструкция элементлари (тўсин, ўзақ, пластина ва ҳоказолар) геометрик чизикли нисбатлардан (эгрилик учун тақрибий қиймат, элемент ва хорда узунлиги ўртасида тенглик ва ҳоказо) фойдаланган ҳолда ҳисобланиши керак.

Конструкция элементлари силжиши оқибатида вужудга келган геометрик ночизиклик, ҳисобга олинганда кучланиш ва силжишлар 5% дан ортиқ миқдорга ўзгаришига олиб келадиган тизимлар ҳисобланишида инobatга олиниши керак.

Геометрик ночизикликни инobatга олган ҳолда ҳисобларни бажарганда, тизимнинг умумий деформациялари билан боғлиқ кучлар таъсири йўналишларининг ўзгариши аниқланиши керак (кузатиш самараси).

Геометрик ночизиклик назарияси асосида ҳисобларни тегишли меъёрлар асосида алоҳида, махсус белгиланган вазиятларда бажариш керак.

6.14 Нотаранг деформацияларни (жисмоний ночизиклик) ҳисобга олиб ҳисобларни бажарганда, оддий юклаш шароитида кичик таранг пластик деформациялар назариясидан фойдаланиш рухсат этилади.

Конструкцияларни юкланиш бир маротабали максимал миқдоргача ошишига ҳисоблаганда, ночизикли таранг материал тўғрисида тахминни қўллаш зарур, юкланиш

эҳтимолли пасайиши вазиятда эса, шу жумладан такроран ўзгарувчан юкланишда, таранг юкланиш (таранг пластик материал) тўғрисида фаразни қўллаш рухсат этилади.

6.15 Конструкция элементлари, қоидага кўра, деформацияланмайдиган контурли, юпка деворли, ҳисобланлдиган кесим модели асосида ҳисобланиши керак, бунда ясси кесимлар, секторли майдонлар ва тўғри нормаллар геометрик фаразлар қўлланилиши керак.

Кесимнинг деформацияланадиган контурли элементларни ҳисоблаганда, кесим контурининг бузилиши бутун элементнинг кўтариб турувчи қобилиятига тегишли таъсири ҳисобга олиниши керак.

6.16 Сезиларли пластик деформациялар нормал фойдаланишни қийнлаштиришмаган вазиятда ёки улар маҳаллий тавсифга эга бўлиб, бутун конструкциянинг иш қобилиятига таъсир кўрсатишмасе, пўлат эса 5.4-банд талабларига жавоб берса, конструкция ҳисобини, пўлатнинг вақтдаги қаршилиги бўйича аниқланадиган  $R_{i}$  ҳисобланган қаршилиқдан фойдаланган ҳолда, бажариш мумкин.

6.17 Мураккаб зўриққан шароитида ишловчи элемент ва кесимлар учун, мустаҳкамликнинг энергетик назарияси асосида аниқланадиган, келтирилган кучланишларни қўллаш мумкин.

6.18 Конструкция ва элементларни ҳисоблаганда, қоидага кўра, уларнинг қимайтлари бир-бирига мос келиши эҳтимолини инобатга олган ҳолда, қуйидаги эҳтимолли дастлабки камчиликларни ҳисобга олиш керак:

тайёрлаш ва қуриш вақтида вужудга келган, лойиҳавий ўлчам, шакл ва ҳолатлардан геометрик оғишлар (бутун элементлар эгилиши, девор ва белбоғлар қийшайиши, тугунларда ўқларнинг марказлари тўғри келмаслиги, элементларнинг ўқлари лойиҳавий ҳолатдан оғиши, маҳкамлаш нуқталари ўртасида элементлар қийшайиши ва ҳоказо);

юкланишлар лойиҳавий жойидан силжиши;

прокат, эгиш, совуқлайин шакл бериш, пайвандлаш ва ҳоказолардан вужудга келган ўз қолдиқ кучланишлар.

Агар ҳисоб мавжуд конструкциянинг техник ҳолатини баҳолаш учун бажарилса, тайёрлаш ва монтаж вақтида вужудга келган, ҳамда текширув маълумотлари бйўитча қабул қилинадиган, конструкциядан фойдаланиш вақтида пайдо бўлган ҳақиқий геометрик оғишлар ҳисобга олиниши керак.

Геометрик оғишлар нафақат конструкция итшончилигини баҳолаганда инобатга олиниши керак, балки биноларнинг габарит ўлчамларини белгилаганда (масалан, кран ва устун ўртасида ҳақиқий бўлиши мумкин ораликни баҳолаганда) фойдаланиш хавфсизлиги талаблари бўйича ҳам ҳисобга олиниши керак.

6.19 Ўз қолдиқ кучланишларни  $\sigma_r$  (пайвандлаш, прокат, совуқлайин шакл бериш ва ҳоказолардан) конструкцияларнинг шартли деформациялари  $\varepsilon_r = \sigma / E$  ташқи юкланишдан деформациялар билан алгебраик жамланиши фарази асосидаги ҳисобларда инобатга олиш рухсат этилади.

6.20 Умумий вазиятда дастлабки камчиликлар тизим ва конструкцияларнинг статик ҳисобида ҳам, алоҳидла элементларнинг кесимларини аниқлаганда ҳам ҳисобга олиниши керак.

6.21 Барқарорлаштирилган ҳисоблаш схемеси асосида фақат бўйлама кучланишлар аниқланган элементларни (масалан, марказий қисилган элементлар) ҳисоблаганда, зарурият бўлганда эҳтимолли дастлабки қийшайиш ва тугунларда ўқларнинг эҳтимолли номарказийлашиши ҳисобга олиниши шарт.

Барқарорлаштирилган ҳисоблаш схемеси фақат куч текислигида моментларни аниқлойдиган эгилувчан элементлар учун, зарурият бўлганда, куч текислигидан юкланишларнинг тасодикий силжиши ёки эҳтимолли дастлабки қийшайиш оқибатида вужудга келадиган эҳтимолли қўшимча айлантурувчи ва эғувчи моментлар ҳисобга олиниши керак.

6.22 Конструкция ва бирикмаларни ҳисоблаганда, 5.16, 5.20 ва 5.21-бандларда келтирилган талабларга қўшимча равишда қуйидагилар ҳисобга олиниши керак:

$R_u$  ҳисобланган қаршиликдан фойдаланган ҳолда мустаҳкамликка ҳисобланган конструкция элементлари учун материал бўйича ишончилиқнинг қўшимча коэффициентлари  $\gamma_m = 1,25$ ;

тегишли меъёрий ҳужжатларда келтирилган конструкция элементлари ва бирикмалар иш шароитлари коэффициентлари.

6.23 Конструкцияларнинг бир қатор элементлари учун иш шароити коэффициентлари  $F$  иловасида келтирилган.

## 7 ПЎЛАТ КОНСТРУКЦИЯЛАРНИНГ ЭЛЕМЕНТЛАРИНИ ЎҚ КУЧЛАРИ ВА БУКИЛИШГА ҲИСОБЛАШ

### Марказдан чўзилган ва марказдан сиқилган элементлар

7.1  $N$  куч таъсирида марказдан чўзилиши ёки сиқилиши мумкин бўлган элементларни мустаҳкамликка ҳисоблаш, 7.2-бандда кўрсатилганидан ташқари, қуйидаги формула бўйича бажарилиши лозим:

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

Бир тоқчада болтлар билан қотириладиган якка бурчаклардан иборат чўзилган элементлар маҳкамланган жойларда кесимларни мустаҳкамликка ҳисоблаш (1) ва (2) формулалар бўйича бажарилиши лозим. Бунда (2) формулада  $\gamma_c$  киймати мазкур меъёрларнинг  $F$  иловаси бўйича қабул қилиниши керак.

7.2 Металл оқувчанлик чегарасига етгандан кейин ҳам фойдаланилиши мумкин бўлган  $R_u / \gamma_u > R_y$  нисбатли пўлат конструкцияларнинг чўзилган элементларини мустаҳкамликка ҳисоблаш қуйидаги формула бўйича бажарилиши лозим:

$$\frac{N}{A_n R_u} \frac{\gamma_u}{\gamma_c} \leq 1. \quad (2)$$

7.3  $N$  куч таъсирида марказдан сиқилиши мумкин бўлган яхлит деворли элементларни турғунликка ҳисоблаш қуйидаги формула бўйича бажарилиши лозим:

$$\frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} \leq 1. \quad (3)$$

$\varphi$  кийматлари қуйидаги формулалар бўйича аниқланиши керак:

$0 < \bar{\lambda} \leq 2,5$  бўлса,

$$\varphi = 1 - \left( 0,073 - 5,53 \frac{R_y}{E} \right) \bar{\lambda} \sqrt{\bar{\lambda}}; \quad (4)$$

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

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

$\bar{\lambda} > 4,5$  бўлса,

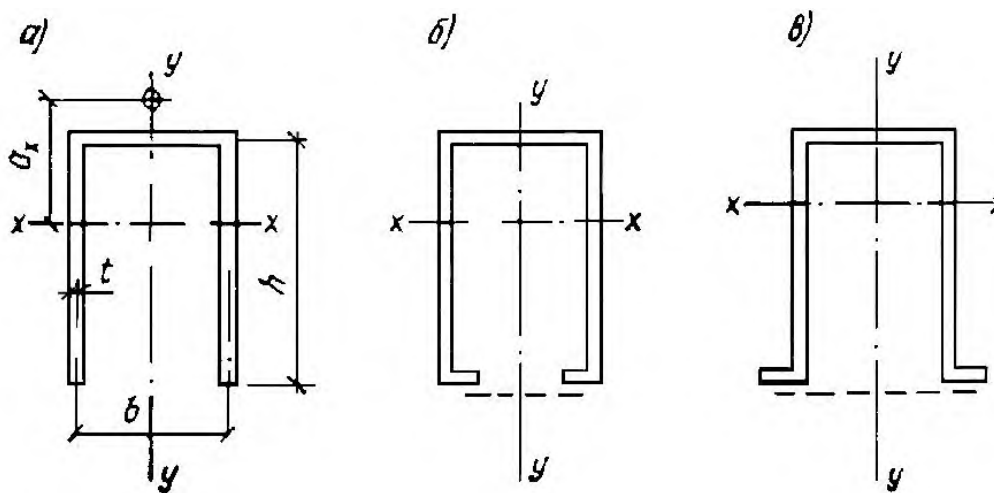
$$\varphi = \frac{332}{\bar{\lambda}^2(51 - \bar{\lambda})}. \quad (6)$$

$\varphi$  сонли қийматлари J.7-жадвалда келтирилган.

7.4 Якка бурчаклардан ўзаклар марказдан сиқилишга 7.3-да баён этилган талабларга мувофиқ ҳисобланиши лозим.

Якка бурчаклардан қўламли конструкцияларнинг белбоғлари ва панжара элементларини ҳисоблаш ушбу меъёрларнинг 17.8-банди талабларига мувофиқ бажарилиши керак.

7.5 Очiq II-симон кесимли яхлит деворлардан иборат сиқилган элементларни,  $\lambda_x < 3\lambda_y$  бўлса, бу ерда  $\lambda_x$  ва  $\lambda_y$  – элементнинг тегишли равишда  $x$ - $x$  ва  $y$ - $y$  ўқларга перпендикуляр текисликлардаги ҳисобий эгилувчанликлари (2-расм), планкалар ёки панжара билан мустаҳкамлаш тавсия этилади, бунда 7.6 ва 7.8-бандларнинг талаблари бажарилиши керак.



2-расм. Элементларнинг II-симон кесимлари

а – очiq; б, в – планкалар ёки панжаралар билан мустаҳкамланган

Планкалар ёки панжаралар мавжуд бўлмаса, мазкур элементларни, (3) формула бўйича ҳисоблашдан ташқари, турғунликни йўқотишнинг букилишли-айланишли шаклида турғунликка қуйидаги формула бўйича текшириш керак:

$$\frac{N}{c\varphi_y AR_y \gamma_c} \leq 1, \quad (7)$$

бу ерда  $\varphi_y$  – бўйлама букилиш коэффициенти бўлиб, у 7.3-банд талабларига мувофиқ ҳисоблаб чиқарилади;

$c$  – қуйидаги формула бўйича аниқланувчи коэффициент:

$$c = \frac{2}{1 + \delta + \sqrt{(1 - \delta)^2 + \frac{16\alpha^2}{\mu}}}, \quad (8)$$



$$\text{бу ерда } \delta = \frac{4\rho}{\mu}; \mu = \frac{8J_{\omega}}{J_y h^2} + 0,156 \frac{J_t}{Ah^2} \lambda_y^2;$$

$$\alpha = \frac{a_x}{h} - \text{оғирлик маркази ва букилиш маркази ўртасидаги нисбий масофа.}$$

$$\text{Бу ерда } \rho = \frac{J_x + J_y}{Ah^2} + \alpha^2; J_t = \frac{1}{3} \sum b_i t_i^3;$$

$J_{\omega}$  - кесим инерциясининг секториал моменти;

$b_i; t_i$  – кесимни ҳосил қилувчи тўғри бурчакли элементларнинг кенлиги ва қалинлиги.

2-расм, а да келтирилган кесим учун  $\frac{J_{\omega}}{J_y h^2}; \frac{J_t}{Ah^2}$  ва  $\alpha$  қийматлари қуйидаги формулалар бўйича аниқланиши керак:

$$\frac{J_{\omega}}{J_y h^2} = \frac{39 + 2\beta}{(6 + \beta)^2}; \frac{J_t}{Ah^2} = \frac{1}{3} \left( \frac{t}{h} \right)^2; \alpha = \frac{4(3 + \beta)}{(2 + \beta)(6 + \beta)}, \quad (9)$$

$$\text{бу ерда } \beta = \frac{b}{h}.$$

7.6 Тармоқлари планкалар ёки панжаралар билан бириктирилган таркибли сиқилган ўзаклар учун  $\varphi$  коэффиценти эркин ўққа (планкалар ёки панжараларнинг перпендикуляр текислигига) нисбатан (4) ÷ (6) формулалар бўйича уларда  $\bar{\lambda}$  ни  $\bar{\lambda}_{ef}$  га алмаштириш йўли билан аниқланиши лозим.  $\bar{\lambda}_{ef}$  қиймати  $\lambda_{ef}$  нинг 1-жадвалда келтирилган қийматларига қараб аниқланиши керак.

Панжаралардан иборат таркибли ўзакларда ўзакни турғунликка ҳисоблашдан ташқари тугунлар ўртасидаги жойларда айрим тармоқларнинг турғунлиги текширилиши лозим.

Планкалар ўртасидаги жойда айрим тармоқлар  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  эгилувчанлиги 40 дан ошмаслиги керак.

Текисликлардан бирида планкалар ўрнида яхлит варақ мавжуд бўлганда (2-расм, б, в) тармоқнинг эгилувчанлиги унинг планкалар текислигига перпендикуляр ўқига нисбатан ярим кесим инерциясининг радиусига кўра ҳисоблаб чиқарилиши лозим.

Панжарали таркибли ўзакларда айрим тармоқларнинг эгилувчанлиги тугунлар ўртаси 80 дан ортиқ бўлмаслиги ва ўзакнинг келтирилган эгилувчанлиги  $\lambda_{ef}$  дан ошиб кетмаслиги керак. Тармоқлар эгилувчанлигининг юқорироқ қийматларини олишга йўл қўйилади, бироқ улар, башарти мазкур ўзаклар ҳисоби деформацияланган схемага кўра бажарилган бўлса, 120 дан ошмаслиги керак.

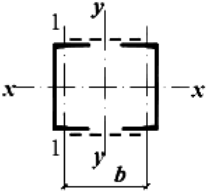
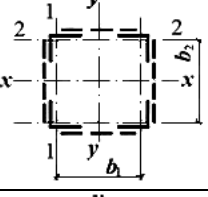
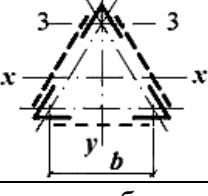
7.7 Зичлаб ёки қистирмалар орқали уланган бурчаклар, швеллерлар ва шу кабилардан иборат таркибли элементлар ҳисоби яхлит деворли элементлар ҳисоби каби бажарилиши керак, башарти пайвандланган планкалар (очиқ жойда) ўртасидаги ёки чекка болтлар ўртасидаги энг катта масофалар қуйидаги қийматлардан ортиқ бўлмаса:

сиқилган элементлар учун	40 <i>i</i>
чўзилган элементлар учун	80 <i>i</i>

Бу ерда бурчак ёки швеллернинг инерция радиуси  $i$  таврли ёки қўштаврли кесимлар учун қистирмалар ўрнининг текислигига параллел ўққа нисбатан, хочсимон кесимлар учун эса – минимал деб олиниши керак.

Бунда сиқилган элементнинг узунлиги доирасида камида иккита қистирма қўйилиши лозим.

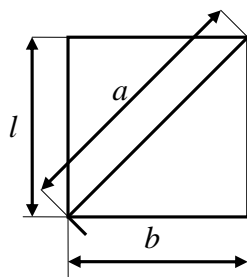
1-жадвал

есим типи	Кесим схемаси	Тешиб ўтувчи кесимли таркибли ўзақларнинг келтирилган эгилувчанликлари $\lambda_{ef}$		
		планкали		панжарали
		$J_s l / (J_b b) < 5$	$J_s l / (J_b b) \geq 5$	
1		$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_y^2 + 0,82\lambda_1^2(1+n)}$ (10)	$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_1^2}$ (13)	$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_y^2 + \alpha_1 \frac{A}{A_{d1}}}$ (16)
2		$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda^2 + 0,82 \times [\lambda_1^2(1+n_1) + \lambda_2^2(1+n_2)]}$ (11)	$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda^2 + \lambda_1^2 + \lambda_2^2}$ (14)	$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda^2 + A \times \left( \frac{\alpha_1}{A_{d1}} + \frac{\alpha_2}{A_{d2}} \right)}$ (17)
3		$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda^2 + 0,82\lambda_3^2(1+3n_3)}$ (12)	$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda^2 + 1,3\lambda_3^2}$ (15)	$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda^2 + \alpha_1 \frac{2A}{3A_d}}$ (18)

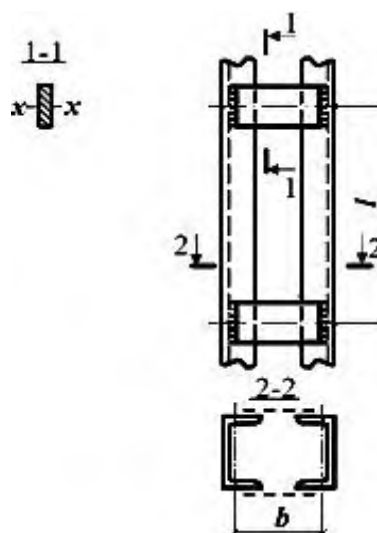
1-жадвалда қабул қилинган белгилар:  
 $b$  – шохларнинг ўқлари ўртасидаги масофа;  
 $l$  – планкаларнинг масофалари ўртасидаги масофа;  
 $\lambda$  – бутун ўзақнинг энг катта эгилувчанлиги;  
 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  – айрим тармоқлар пайвандланган планкалар (очиқ жойда) ўртасидаги ёки чекка болтларнинг марказлари ўртасидаги жойларда тегишли равишда 1-1, 2-2 ва 3-3 ўқларга перпендикуляр текисликларда букилганда уларнинг эгилувчанликлари;  
 $A$  – бутун ўзақ кесимининг юзи;  
 $A_{d1}, A_{d2}$  – тегишли равишда 1-1 ва 2-2 ўқларга перпендикуляр текисликларда ётувчи панжаралар кашаклари (хочсимон панжарада – икки кашак) кесимларининг юзлари;  
 $A_d$  – бир қирра текислигида ётувчи панжара кашаги (хочсимон панжарада – икки кашак) кесимининг юзи (уч қиррали тенг томонли ўзақ учун);  
 $\alpha_1, \alpha_2$  – коэффициентлар бўлиб, улар қуйидаги формула бўйича аниқланади  
 $\alpha = 10 \frac{a^3}{b^2 l}$ ,  
бу ерда  $a, b, l$  – 3-расмдан аниқланадиган ўлчамлар;  
 $n, n_1, n_2, n_3$  – тегишли равишда қуйидаги формулалар бўйича аниқланувчи коэффициентлар:

$$n = \frac{J_{b1} b}{J_s l}; n_1 = \frac{J_{b1} b}{J_{s1} l}; n_2 = \frac{J_{b2} b}{J_{s2} l}; n_3 = \frac{J_{b3} b}{J_s l},$$

бу ерда  $J_{b1}$  ва  $J_{b3}$  – тегишли равишда 1-1 ва 3-3 ўқларга нисбатан тармоқлар кесимининг инерция моментлари (1 ва 3 типдаги кесимлар учун);  
 $J_{b1}$  ва  $J_{b2}$  – тегишли равишда 1-1 ва 2-2 ўқларга нисбатан икки бурчак кесимининг инерция моментлари (2 типдаги кесим учун);  
 $J_s$  – бир планканинг ўз ўқи  $x-x$  га нисбатан инерция momenti (4-расм);  
 $J_{s1}, J_{s2}$  – тегишли равишда 1-1 ва 2-2 ўқларга нисбатан перпендикуляр текисликларда ётувчи планкалардан бирининг инерция моментлари (2 типдаги кесим учун).



3-расм. Кашакли панжара схемаси



4. Планкалардаги таркибли ўзак

7.8 Сиқилган таркибли ўзакларнинг бирлаштирувчи элементлари (планкалари, панжаралари) ҳисоби ўзакнинг бутун узунлиги бўйлаб ўзгармас деб олинadиган ва қуйидаги формуладан аниқланадиган шартли кўндаланг куч  $Q_{fic}$  га нисбатан бажарилиши керак:

$$Q_{fic} = 7,15 \cdot 10^{-6} \left( 2330 - \frac{E}{R_y} \right) \frac{N}{\varphi}, \quad (19)$$

бу ерда  $N$  – таркибли ўзакдаги бўйлама куч;

$\varphi$  – бўйлама букилиш коэффиценти бўлиб, у таркибли ўзак учун бирлаштирувчи элементлар текислигида олинади.

Шартли кўндаланг куч  $Q_{fic}$  тақсимланиши лозим:

фақат бирлаштирувчи планкалар (панжаралар) бўлган ҳолда, турғунликни текшириш қайси ўққа нисбатан бажарилаётган бўлса, шу ўққа перпендикуляр текисликларда ётувчи планкалар (панжаралар) ўртасида тенг;

яхлит варақ ва бирлаштирувчи планкалар (панжаралар) бўлганда – варақ ва вараққа параллел текисликларда ётувчи планкалар (панжаралар) ўртасида тенг;

тенг томонли уч қиррали таркибли ўзакларни ҳисоблашда бир текисликда жойлашган бирлаштирувчи элементлар системасига тушувчи шартли кўндаланг куч  $0,8 Q_{fic}$  га тенг деб олиниши керак.

7.9 Бирлаштирувчи планкалар ва уларни маҳкамлаш ҳисоби (4-расм) кашаксиз фермалар элементларининг ҳисоби сифатида:

планкани кесиб ўтувчи куч  $F$  га қуйидаги формула бўйича

$$F = \frac{Q_s l}{b}; \quad (20)$$

планкани унинг текислигида букувчи момент  $M_l$  га қуйидаги формула бўйича бажарилиши керак:

$$M_l = \frac{Q_s l}{2}, \quad (21)$$

бу ерда  $Q_s$  – бир қирра планкасига тушувчи шартли кўндаланг куч.

7.10 Бирлаштирувчи панжаралар ҳисоби фермалар ҳисоби сифатида бажарилиши керак. Тиргакли хочсимон панжаранинг чапараста кашаклари (5-расм)ни ҳисоблашда ҳар бир кашакда белбоғлар сиқишидан юзага келадиган ва қуйидаги формула бўйича аниқланадиган қўшимча куч  $N_{ad}$  ҳисобга олиниши лозим:

$$N_{ad} = \alpha N \frac{A_d}{A}, \quad (22)$$

бу ерда  $N$  – ўзакнинг бир тармоғидаги куч;

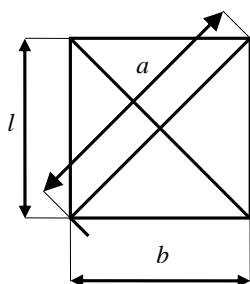
$A$  – бир тармоқ кесимининг юзи;

$A_d$  – бир кашак кесимининг юзи;

$\alpha$  – коэффициент бўлиб, у қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$\alpha = \frac{al^2}{(a^3 + 2b^3)}, \quad (23)$$

бу ерда  $a$ ,  $l$  ва  $b$  – 5-расмда кўрсатилган ўлчамлар.



5-расм. Тиргакли хочсимон панжара схемаси

7.11 Сиқилган элементларнинг ҳисобий узунлигини камайтириш учун мўлжалланган ўзақлар ҳисоби асосий сиқилган элементнинг (19) формуладан аниқланадиган кўндаланг кучига тенг бўлган кучга бажарилиши лозим.

### Букиладиган элементлар

7.12 Асосий текисликлардан бирида букиладиган элементларни (эгиловчан деворли, тешикли деворли тўсинлар ва кран ости тўсинларидан ташқари) мустаҳкамликка ҳисоблаш қуйидаги формула бўйича бажарилиши керак:

$$\frac{M}{W_{n,\min} R_y \gamma_c} \leq 1. \quad (24)$$

Букиладиган элементларнинг кесимларидаги уринма кучланишлар  $\tau$  нинг қийматлари қуйидаги шартни қаноатлантириши лозим:

$$\frac{QS}{JtR_s \gamma_c} \leq 1. \quad (25)$$

Девор болтлар учун тешиklar билан кучсизланган ҳолда (25) формулада  $\tau$  қийматлари қуйидаги формуладан аниқланадиган коэффициент  $\alpha$  га кўпайтирилиши керак:

$$\alpha = \frac{a}{(a-d)}, \quad (26)$$

бу ерда  $a$  – тешиklar қадами;

$d$  – тешик диаметри.

7.13 Бикрлик қовурғалари билан маҳкамланмаган тўсин деворини мустаҳкамликка ҳисоблаш, устки белбоққа юк туширилган жойларда маҳаллий кучланиш  $\sigma_{loc}$  амал қилганда, шунингдек тўсиннинг таянч кесимларида қуйидаги формула бўйича бажарилиши лозим:

$$\frac{\sigma_{loc}}{R_s \gamma_c} \leq 1, \quad (27)$$

бу ерда  $\sigma_{loc} = F/l_{ef}t_w$ ,

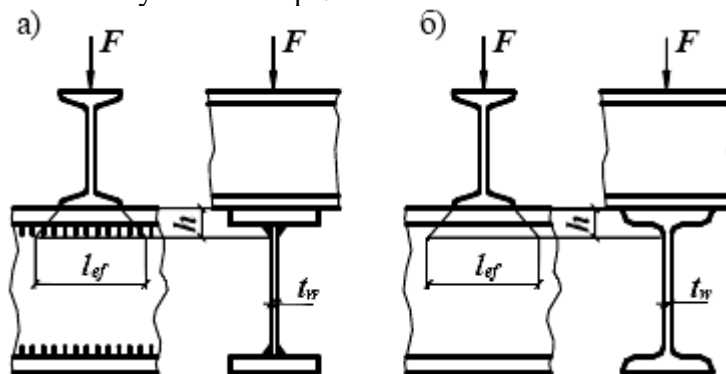
$F$  – юк (куч)нинг ҳисобий қиймати;

$l_{ef}$  – юк тақсимланишининг шартли узунлиги бўлиб, у тираш шартларига қараб аниқланади;

6-расм бўйича тираш ҳолати учун

$$l_{ef} = b + 2h, \quad (28)$$

бу ерда  $h$  – агар пастки тўсин пайвандланган (6-расм, а) бўлса, тўсин устки белбоғининг қалинлиги ва белбоғ чокининг катети йиғиндисига тенг миқдор ёки, пастки тўсин прокатдан ясалган (6-расм, б) бўлса, токчанинг ташқи қиррасидан деворнинг ички бурилган қисми бошланган жойгача бўлган масофа.



6-расм. Тўсинга тушувчи юкнинг тақсимланиш узунлигини аниқлаш учун схемалар  
а – пайвандланган тўсинга; б – прокат тўсинга

7.14 Тўсинларнинг (24) формула бўйича ҳисоблаб чиқариладиган деворлари учун қуйидаги шартлар бажарилиши керак:

$$\frac{0,87}{R_y \gamma_c} \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2} \leq 1; \quad \frac{\tau_{xy}}{R_s \gamma_c} \leq 1, \quad (29)$$

бу ерда  $\sigma_x = M \cdot y / J_n$  – деворнинг ўрта текислигидаги тўсин ўқиға параллел бўлган нормал кучланишлар;

$\sigma_y$  – деворнинг ўрта текислигидаги тўсин ўқиға перпендикуляр бўлган нормал кучланишлар, шу жумладан (27) формула бўйича аниқланадиган  $\sigma_{loc}$  ;

$\tau_{xy}$  – уринма кучланиш бўлиб, у (26) формулани ҳисобга олган ҳолда, (25) формула бўйича ҳисоблаб чиқарилади.

(29) формулада ўз белгилари билан олинадиган  $\sigma_x$  ва  $\sigma_y$  кучланишлар, шунингдек  $\tau_{xy}$  тўсиннинг айна бир нуқтасида аниқланиши лозим.

7.15 Девор текислигида букиладиган, 7.12 ва 7.14-бандларнинг шартларини қаноатлантирадиган қўштаврли кесимли тўсинларни турғунликка ҳисоблаш қуйидаги формула бўйича бажарилиши керак:

$$\frac{M}{\varphi_b W_c R_y \gamma_c} \leq 1, \quad (30)$$

бу ерда  $W_c$  – сиқилган белбоғ учун аниқланиши лозим;

$\varphi_b$  – G иловадан аниқланадиган коэффициент.

$\varphi_b$  қийматини аниқлашда тўсиннинг ҳисобий узунлиги  $l_{ef}$  сифатида кўндаланг силжишлардан бошлаб сиқилган белбоғни маҳкамлаш нуқталари (бўйлама ёки кўндаланг боғламаларнинг тугунлари, бикр тўшамани маҳкамлаш нуқталари) ўртасидаги масофа олиниши лозим;  $l_{ef} = l$  боғламалар бўлмаса (бу ерда  $l$  – тўсин равоғи), рафақнинг ҳисобий узунлиги сифатида олиниши керак: горизонтал текисликдаги рафақ учида сиқилган белбоғ маҳкамланган бўлмаса,  $l_{ef} = l$  (бу ерда  $l$  – рафақ узунлиги) ёки белбоғ рафақнинг учида ва узунлиги бўйлаб маҳкамланганда, горизонтал текисликда сиқилган белбоғнинг маҳкамланиш нуқталари ўртасидаги масофа.

7.16 Тўсинларнинг турғунлигини текшириш талаб этилмайди:

а) сиқилган белбоққа узлуксиз таянувчи ва у билан пайванд, болтлар, ўз-ўзидан қирқиладиган винтлар ёрдамида маҳкам боғланган яхлит бикр тўшам (оғир, енгил ва катаксимон бетондан темир-бетон плиталар, ясси ва профилланган металл тўшам, тўлқинсимон пўлат ва ш.к.) орқали куч узатилганда; бунда ишқаланиш кучлари ҳисобга олинмаслиги керак;

б) тўсин ҳисобий узунлиги  $l_{ef}$  нинг сиқилган белбоғ кенглиги  $b$  га нисбати қўштаврли симметрик кесимли тўсинлар учун 2-жадвал формулалари бўйича аниқланадиган қийматлардан ортиқ бўлмаганда ва нисбатан ривожланган сиқилган белбоғли тўсинлар учун чўзилган белбоғ кенглиги сиқилган белбоғ кенглигининг 0,75 дан кам бўлмаганда.

Сиқилган белбоғни горизонтал текисликда маҳкамлаш ҳақиқий ёки шартли кўндаланг кучга ҳисобланиши лозим. Бунда шартли кўндаланг кучни аниқлаш керак:

айрим нуқталарда мустаҳкамланганда (19) формула бўйича; унда  $\varphi$  эгилиувчанлик  $\lambda = l_{ef}/i$  бўлганда аниқланиши (бу ерда  $i$  – горизонтал текисликда сиқилган белбоғ кесимининг инерция радиуси),  $N$  эса қуйидаги формула бўйича ҳисоблаб чиқарилиши лозим:

$$N = (A_f + 0,25A_w)R_y; \quad (34)$$

узлуксиз мустаҳкамланганда қуйидаги формула бўйича аниқланиши керак:

$$q_{fic} = \frac{3Q_{fic}}{l}, \quad (35)$$

бу ерда  $q_{fic}$  – тўсин белбоғининг узунлик бирлигига тушувчи шартли кўндаланг куч;

$Q_{fic}$  – (19) формуладан аниқланувчи шартли кўндаланг куч, бунда  $\varphi = 1$  деб олиниши,  $N$  эса (34) формула бўйича аниқланиши лозим.

2-жадвал

Юк тушувчи жой	$l_{ef}/b$ нинг пайвандланган ва прокат тўсинларни турғунликка ҳисоблашни талаб этмайдиган энг катта қийматлари ( $1 \leq h/b < 6$ ва $15 \leq b/t \leq 35$ бўлса)
Устки белбоққа	$\frac{l_{ef}}{b} = \left[ 0,35 + 0,0032 \frac{b}{t} + \left( 0,76 - 0,02 \frac{b}{t} \right) \frac{b}{h} \right] \sqrt{\frac{E}{R_y}} \quad (31)$
Пастки белбоққа	$\frac{l_{ef}}{b} = \left[ 0,57 + 0,0032 \frac{b}{t} + \left( 0,92 - 0,02 \frac{b}{t} \right) \frac{b}{h} \right] \sqrt{\frac{E}{R_y}} \quad (32)$
Тўсиннинг боғламалар ўртасидаги қисмини ҳисоблашда ёки соф букилишда куч тушиш даражасидан қатъи назар	$\frac{l_{ef}}{b} = \left[ 0,41 + 0,0032 \frac{b}{t} + \left( 0,73 - 0,016 \frac{b}{t} \right) \frac{b}{h} \right] \sqrt{\frac{E}{R_y}} \quad (33)$
<p>2-жадвалда қабул қилинган белгилар:  <math>b</math> ва <math>t</math> – тегишли равишда сиқилган белбоғнинг кенглиги ва қалинлиги;  <math>h</math> – белбоғ варақларининг ўқлари ўртасидаги масофа (баландлик).                  Изоҳлар:                  1. Ўта мустаҳкам болтлардаги белбоғли боғланишларга эга тўсинлар учун 2-жадвал формулалари бўйича олинувчи <math>l_{ef}/b</math> қийматлар 1,2 коэффицентга кўпайтирилиши лозим.                  2. <math>b/t &lt; 15</math> нисбатли тўсинлар учун 2-жадвал формулаларида <math>b/t</math> 15 деб олинishi керак.</p>	

7.17 Икки асосий текисликда букилувчи элементларнинг мустаҳкамлигини ҳисоблаш куйидаги формула бўйича бажарилиши керак:

$$\frac{M_x}{J_{xn} R_y \gamma_c} y \pm \frac{M_y}{J_{yn} R_y \gamma_c} x \leq 1, \quad (36)$$

бу ерда  $x$  ва  $y$  – кўриб чиқилаётган кесишиш нуктасининг асосий ўқларга нисбатан координаталари.

(36) формула бўйича аниқланувчи тўсинларда тўсин деворидаги кучланишларнинг қийматлари икки асосий букилиш текисликларида (25) ва (29) формулалар ёрдамида текширилиши керак.

7.16-банд, а талаблари бажарилганда икки текисликда букилувчи тўсинларнинг турғунлигини текшириш талаб этилмайди.

7.18 Оқувчанлик чегараси 530 Н/мм<sup>2</sup> гача бўлган пўлатдан ясалган яхлит кесимли қирқма тўсинларни мустаҳкамликка ҳисоблаш, 7.19 ÷ 7.21, 9.5 ва 9.23-бандларга риоя этилганда, пластик деформацияларнинг ривожланишини ҳисобга олган ҳолда, куйидаги формулалар бўйича бажарилиши лозим:

$\tau < 0,9R_s$  уринма кучланишларда асосий текисликлардан бирида букилганда (таянч кесимлардан ташқари)

$$\frac{M}{c_1 W_{n, \min} R_y \gamma_c} \leq 1; \quad (37)$$

$\tau < 0,5R_s$  уринма кучланишларда икки асосий текисликларда букилганда (таянч кесимлардан ташқари)



$$\frac{M_x}{c_x W_{xn,\min} R_y \gamma_c} + \frac{M_y}{c_y W_{yn,\min} R_y \gamma_c} \leq 1, \quad (38)$$

бу ерда  $M$ ,  $M_x$  ва  $M_y$  – букувчи моментларнинг мутлақ қийматлари;  
 $c_1$  – (40) ва (41) формулалар бўйича аниқланувчи коэффициент;  
 $c_x$  ва  $c_y$  –  $G$  иловадан олинмайдиган коэффициентлар.

Тўсинларнинг таянч кесимида ҳисоблаш ( $M = 0$ ;  $M_x = 0$  ва  $M_y = 0$  бўлса) қуйидаги формула бўйича бажарилиши лозим:

$$\frac{\tau}{R_s \gamma_c} = \frac{Q}{th R_s \gamma_c} \leq 1. \quad (39)$$

Соф букилиш зонаси мавжуд бўлса, (37) ва (38) формулаларда  $c_1$ ,  $c_x$ , ва  $c_y$  коэффициентлар ўрнига тегишли равишда қуйидагилар қабул қилиниши лозим:

$$c_{1m} = 0,5(1+c); c_{xm} = 0,5(1+c_x); c_{ym} = 0,5(1+c_y).$$

Кесимда момент  $M$  ва кўндаланг куч  $Q$  бир вақтнинг ўзида амал қилганда  $c_1$  коэффициент қуйидаги формулалар бўйича аниқланиши керак:

$$\tau \leq 0,5R_s \text{ бўлса,}$$

$$c_1 = c; \quad (40)$$

$$0,5R_s < \tau \leq 0,9R_s \text{ бўлса,}$$

$$c_1 = 1,05\beta c, \quad (41)$$

бу ерда

$$\tau = \frac{Q}{th}; \quad \beta = \sqrt{\frac{1 - (\tau/R_s)^2}{1 - \alpha(\tau/R_s)^2}}; \quad (42)$$

Бу ерда  $c$  –  $G$  иловага кўра олинмайдиган коэффициент;

$t$  ва  $h$  – тегишли равишда деворнинг қалинлиги ва баландлиги;

$\alpha$  – коэффициент, девор текислигида букилувчи қўштаврили кесим учун  $\alpha = 0,7$ ;  
бошқа турдаги кесимлар учун  $\alpha = 0$ ;

$c_1$  – бирдан кам ва  $c$  коэффициентдан ортиқ олинмайдиган коэффициента.

Тўсинларни оптималлаштириш мақсадида уларни ҳисоблашда 7.20, 9.5, 9.23 ва 15.1-бандларнинг талабларига мувофиқ (37) ва (38) формулаларда  $c$ ,  $c_x$  ва  $c_y$  коэффициентларнинг қийматларини  $G$  иловада келтирилган қийматлардан кам қабул қилишга йўл қўйилади, бироқ улар 1,0 дан кам бўлмаслиги керак.

Девор болтлар учун тешиқлар билан кучсизланган бўлса, уринма кучланишлар  $\tau$  нинг қийматлари (26) формула бўйича аниқланувчи коэффициентга кўпайтирилиши керак.

7.19 Ўзгарувчан кесимли тўсинларни пластик деформацияларнинг ривожланишини ҳисобга олган ҳолда мустақамликка ҳисоблаш фақат  $M$  ва  $Q$  кучларнинг энг ноқулай бирикмаси мавжуд бўлган битта кесим учун бажарилиши лозим; қолган кесимларда пластик деформацияларнинг ривожланишини ҳисобга олишга йўл қўйилмайди.

Оқувчанлик чегараси 530 Н/мм<sup>2</sup> гача бўлган пўлатдан ясалган, динамик, вибрацион ёки ҳаракатчан юкланишларни қабул қиладиган букилувчи элементларни мустақамликка ҳисоблашни конструкциялар ва асбоб-ускуналардан фойдаланишнинг зарурий

шароитларига монелик қилмайдиган пластик деформациялар ривожланишини ҳисобга олган ҳолда бажаришга йўл қўйилади.

7.20 Пластик деформацияларнинг ривожланишини инобатга олган ҳолда ҳисобланган тўсинларнинг умумий турғунлигини таъминлаш учун ё 7.16-банд талаблари бажарилган бўлиши, ё силқилган белбоғ кенлигига тўсин ҳисобий узунлиги нисбатлари  $l_{ef}/b$  нинг 2-жадвал формулалари бўйича аниқланувчи энг катта қийматлари қуйидаги коэффициентга кўпайтириш йўли билан камайтирилиши керак:  $\delta = [1 - 0,7(c_1 - 1)/(c - 1)]$ , бу ерда  $1 < c_1 \leq c$ .

Чўзилган белбоғдан камроқ ривожланган сиқилган белбоғли тўсинларнинг пластиклигини ҳисобга олишга фақат 7.16-банд, а шартлари бажарилган йўл қўйилади.

7.21 Пластик деформацияларнинг ривожланишини ҳисобга олган ҳолда ҳисоблаб чиқариладиган тўсинларда деворлар шу жумладан бир жойга тўпланган куч тушувчи жойларда 9.10, 9.12, 9.13-бандларнинг талабларига мувофиқ бикрлик кўндаланг қовурғалари билан мустаҳкамланиши лозим.

7.22 Энг катта бикр текисликда букиладиган, кўпи билан 20% га фарқ қиладиган, кўшни ораликларга эга бўлган, статик юкни кўтарадиган ўзгармас кўштаврли кесимли қирқилмаган ва қисилган тўсинларни мустаҳкамликка ҳисоблаш, 7.20, 7.21, 9.5 ва 9.23-бандларнинг талабларига риоя қилинганда, таянч ва оралик моментларининг қайта тақсимланишини ҳисобга олган ҳолда, (37) формула бўйича бажарилиши лозим.

Букувчи момент  $M$  нинг ҳисобий қийматлари қуйидаги формула бўйича аниқланиши лозим:

$$M = \alpha M_{\max}, \quad (43)$$

бу ерда  $M_{\max}$  – оралик ёки таянчдаги энг катта букувчи момент бўлиб, у материал эгиловчан ишлашини тахмин қилган ҳолда, қирқилмаган тўсин ҳисобидан аниқланади;

$\alpha$  – моментларни қайта тақсимлаш коэффициенти бўлиб, у қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$\alpha = 0,5 \left( 1 + \frac{M_{ef}}{M_{\max}} \right); \quad (44)$$

Бу ерда  $M_{ef}$  – шартли букувчи момент бўлиб, у қуйидаги қийматларга тенг:

а) эркин тиралган учли қирқилмаган тўсинларда қийматларнинг энг каттасига:

$$M_{ef} = \max \left\{ \frac{M_1}{1 + a/l} \right\}; \quad (45)$$

$$M_{ef} = 0,5M_2, \quad (46)$$

бу ерда тах белгиси ундан кейин келувчи ифоданинг максимумини топиш кераклигини англатади;

$M_1$  – эркин тиралган тўсиндаги каби ҳисоблаб топилган четки ораликдаги букувчи момент;

$M_2$  – бир ораликли эркин тиралган тўсиндаги каби ҳисоблаб топилган ўрта ораликдаги максимал букувчи момент;

$a$  –  $M_1$  момент амал қилувчи кесимдан четки ораликқача бўлган масофа;

$l$  – четки оралик узунлиги;

б) учлари қисилган бир ораликли ва қирқилмаган тўсинларда  $M_{ef} = 0,5M_3$ ,

бу ерда  $M_z$  – таянчларида ошиқ-мошиқ ўрнатилган тўсинлардаги каби ҳисоблаб топилган моментларнинг энг каттаси;

в) бир учи қисилган, иккинчи учи эркин тиралган тўсинда  $M_{ef}$  қиймати (45) формула бўйича аниқланиши лозим.

(42) формулада кўндаланг куч  $Q$  нинг ҳисобий қиймати  $M_{max}$  амал қилувчи жойда олиниши керак. Агар  $M_{max}$  – ораликдаги момент бўлса, тўсиннинг таянч кесимини текшириб кўриш лозим.

7.23 Икки асосий текисликларда букилиш мавжуд бўлган ҳолда 7.22-банд шартларини қаноатлантирувчи қирқилмаган ва қисилган тўсинларни мустаҳкамликка ҳисоблаш  $\tau \leq 0,5R_s$  бўлганда (38) формула бўйича, икки асосий текисликларда таянч ва оралик моментларининг 7.22-банд талабларига мувофиқ қайта тақсимланишини ҳисобга олган ҳолда бажарилиши лозим.

### Букилиш билан ўқ кучи таъсирига йўлиқувчи элементлар

7.24 Марказдан сиртда сиқилган ва сиқилган-букиладиган элементларни мустаҳкамликка ҳисоблашни (47) формула бўйича бажариш келтирилган эксцентриситет қиймати  $m_{ef} \leq 20$  бўлганда, кесимнинг кучсизланиши ҳамда мустаҳкамлик ва турғунликка ҳисоблашларда олинадиган букувчи моментларнинг тенг қийматлари мавжуд бўлмаганда талаб этилмайди.

7.25 Оқувчанлик чегараси  $530 \text{ Н/мм}^2$  гача бўлган пўлатдан ясалган, динамик кучларнинг бевосита таъсирига йўлиқмайдиган марказдан сиртда сиқилган, сиқилган-букиладиган, марказдан сиртда чўзилган ва чўзилган-букиладиган элементларни мустаҳкамликка ҳисоблаш,  $\tau \leq 0,5R_s$  ва  $N/(A_n R_y) > 0,1$  бўлса, қуйидаги формула бўйича бажарилиши керак:

$$\left( \frac{N}{A_n R_y \gamma_c} \right)^n + \frac{M_x}{c_x W_{xn, \min} R_y \gamma_c} + \frac{M_y}{c_y W_{yn, \min} R_y \gamma_c} \leq 1 \quad (47)$$

бу ерда  $N, M_x, M_y$  – тегишли равишда бўйлама куч ва букувчи моментларнинг уларнинг энг ноқулай бирикмасидаги мутлақ қийматлари;

$n, c_x, c_y$  – G иловадан олинадиган коэффицентлар.

Агар  $N/(A_n R_y) \leq 0,1$  бўлса, (47) формула 9.5 ва 9.23-бандларнинг талаблари бажарилганда қўлланиши лозим.

Бошқа ҳолларда ҳисоблаш қуйидаги формула бўйича бажарилиши керак:

$$\frac{N}{A_n R_y \gamma_c} \pm \frac{M_x}{J_{xn} R_y \gamma_c} y \pm \frac{M_y}{J_{yn} R_y \gamma_c} x \leq 1, \quad (48)$$

бу ерда  $x, y$  – кўриб чиқиладиган кесишув нуқтасининг асосий ўқларига нисбатан координатлари.

7.26 Марказдан сиртда сиқилган ва сиқилган-букиладиган элементларни турғунликка ҳисоблаш ҳам моментнинг амал қилиш текислигига (турғунликни йўқотишнинг ясси шакли), ҳам моментнинг амал қилиш текислигидан (турғунликни йўқотишнинг букилувчи-айланма шакли) бажарилиши лозим.

7.27 Симметрия текислиги билан мос келувчи моментнинг амал қилиш текислигида ўзгармас кесимли марказдан сиртда сиқилган ва сиқилган-букиладиган элементларни турғунликка ҳисоблаш қуйидаги формула бўйича бажарилиши керак:

$$\frac{N}{\varphi_e AR_y \gamma_c} \leq 1. \quad (49)$$

(49) формулада  $\varphi_e$  коэффициент аниқланиши лозим:

а) яхлит деворли ўзаклар учун шартли эгиловчанлик  $\bar{\lambda}$  ҳамда қуйидаги формула бўйича аниқланадиган келтирилган нисбий эксцентриситет  $m_{ef}$  га қараб Н.2-жадвалдан:

$$m_{ef} = \eta m, \quad (50)$$

бу ерда  $\eta$  – кесим шакли таъсири коэффициентлари бўлиб, у Н.1-жадвалдан аниқланади;

$m = \frac{eA}{W_c}$  – нисбий эксцентриситет (бу ерда  $e$  – эксцентриситет;  $W_c$  – энг сиқилган тола учун кесимнинг қаршилик моменти);

б) букилиш текислигига параллел текисликларда жойлашган панжарали ёки планкалик икки томони очик ўзаклар учун келтирилган шартли эгиловчанлик  $\bar{\lambda}_{ef}$  ( $\lambda_{ef}$  1-жадвал бўйича) ва қуйидаги формула бўйича аниқланувчи нисбий эксцентриситет  $m$  га қараб Н.3 жадвалдан:

$$m = e \frac{Aa}{J}, \quad (51)$$

бу ерда  $a$  – букилиш текислигига перпендикуляр кесимнинг бош ўқидан энг сиқилган тармоқ ўқигача, бироқ тармоқ деворининг ўқигача бўлган масофадан кам эмас.

Эксцентриситет  $e = M/N$  ни ҳисоблаганда  $M$  ва  $N$  қийматлари 7.29-банд талабларига мувофиқ олиниши керак.

Турғунликка ҳисоблаш яхлит деворли ўзаклар учун  $m_{ef} > 20$  бўлганда ва икки томони очик ўзаклар учун  $m > 20$  бўлганда талаб этилмайди, бундай ҳолларда ҳисоблаш букилувчи элементлар учун белгиланган тартибда бажарилиши лозим.

7.28 Оқувчанлик чегараси 530 Н/мм<sup>2</sup> дан юқори бўлган пўлатдан ясалган, ўта носимметрик кесимларга эга бўлган (кесимларнинг типлари Н.1-жадвал бўйича 10 ва 11) марказдан сиртда сиқилган элементлар, (49) формула бўйича ҳисоблашдан ташқари, қуйидаги формула бўйича мустаҳкамликка текширилиши керак:

$$\left| \frac{N}{A_n} - \frac{M}{\delta W_{nt}} \right| \times \frac{\gamma_u}{R_u \gamma_c} \leq 1, \quad (52)$$

бу ерда  $W_{nt}$  қиймати чўзилган тола учун ҳисоблаб топилиши,  $\delta$  коэффициент эса қуйидаги формула бўйича аниқланиши лозим:

$$\delta = 1 - N \lambda^2 / (\pi^2 EA) \quad (53)$$

7.29 Элементда бўйлама куч  $N$  ва букувчи момент  $M$  нинг ҳисобий қийматлари юкланишларнинг айна бир бирикмаси учун пўлатнинг эгиловчан деформацияларини тахмин қилиб, тизимнинг деформацияланмаган схемага мувофиқ ҳисобидан олинади.

Бунда  $M$  қиймати қуйидаги катталикларга тенг деб олиниши керак:

ром системаларининг ўзгармас кесими колонналари учун – колонналар узунлиги доирасида энг катта моментга;

поғонасимон колонналар учун – ўзгармас кесим участкасининг узунлигидаги энг катта моментга;

бир томони қисилган, иккинчи томони эса бўш колонналар учун – маҳкамлаш моментига, бироқ маҳкамланган жойдан колонна узунлигининг учдан бир қисмига тенг ораликдаги кесим моментидан кам эмас;

тугундан ташқаридаги юкланишни қабул қилувчи фермалар ва структурали плиталарнинг устки сиқилган белбоғлари учун – белбоғнинг эгиловчан қирқилмаган тўсин сифатидаги ҳисобидан аниқланувчи белбоғ панели узунлигининг ўртача учдан бир қисми доирасидаги энг катта моментга;

букилиш текислиги билан мос келувчи симметриянинг бир ўқиға эға бўлган ошиқ-мошиқли-тиралган учли ва кесимли сиқилган ўзаклар учун – 3-жадвал формулалари бўйича аниқланувчи моментга;

иккита симметрия ўқиға эға бўлган ошиқ-мошиқли-тиралган учлар ва кесимларға эға бўлган сиқилган ўзаклар учун эксцентриситетлар  $m_{ef}$  нинг ҳисобий қийматлари Н.4-жадвал бўйича аниқланиши керак.

7.30 Ўзгармас кесимли марказдан сиртда сиқилган элементларни моментнинг амал қилиш текислигидан турғунликка ҳисоблаш улар симметрия текислиги билан мос келувчи ўта бикр текисликда букилганда ( $J_x > J_y$ ) қуйидаги формула бўйича бажарилиши лозим

$$\frac{N}{c\varphi_y AR_y \gamma_y} \leq 1, \quad (54)$$

бу ерда  $c$  – 7.31-банд талабларига мувофиқ ҳисоблаб чиқарилувчи коэффициент;

$\varphi_y$  – 7.3-банд талабларига мувофиқ ҳисоблаб чиқарилувчи коэффициент.

### 3-жадвал

$M_{max}$ га мос келувчи нисбий эксцентриситет	Ўзакнинг шартли эгиловчанлигида $M$ ҳисобий қийматлари	
	$\bar{\lambda} < 4$	$\bar{\lambda} \geq 4$
$m \leq 3$	$M = M_2 = M_{max} - \frac{\bar{\lambda}}{4}(M_{max} - M_1)$	$M = M_1$
$3 < m \leq 20$	$M = M_2 + \frac{m-3}{17} \times (M_{max} - M_2)$	$M = M_1 + \frac{m-3}{17} \times (M_{max} - M_1)$
<p>бу ерда <math>M_{max}</math> – ўзакнинг узунлиги доирасида энг катта букувчи момент;  <math>M_1</math> – ўзак узунлигининг ўртача учдан бир қисми доирасидаги энг катта букувчи момент, бироқ <math>0,5M_{max}</math> дан кам эмас;  <math>m</math> – нисбий эксцентриситет бўлиб, у қуйидаги формула бўйича аниқланади:</p> $m = M_{max} A / (NW_c)$ <p>Изоҳ. Барча ҳолларда <math>M \geq 0,5M_{max}</math> деб олиниши керак.</p>		

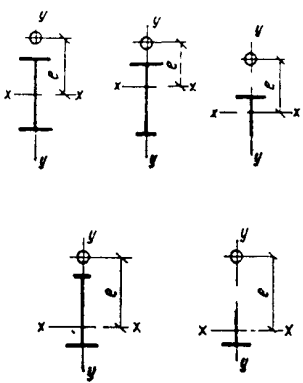
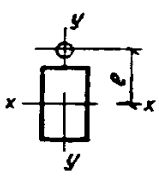
7.31 (54) формулада  $c$  коэффициент қуйидагича аниқланиши керак:

нисбий эксцентриситет қийматлари  $m_x \leq 5$  бўлса, қуйидаги формула бўйича:

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha m_x}, \quad (55)$$

бу ерда  $\alpha$  ва  $\beta$  – 4-жадвалдан олинандиган коэффициентлар;

4-жадвал

Кесимларнинг типлари	Коэффициентларнинг қийматлари			
	$\alpha$ , бунда		$\beta$ , бунда	
	$m_x \leq 1$	$1 < m_x \leq 5$	$\lambda_y \leq \lambda_c$	$\lambda_y > \lambda_c$
<p>Очиқ</p> 	0,7	$0,65 + 0,05m_x$	1	$\sqrt{\varphi_c / \varphi_y}$
	$1 - 0,3 \frac{J_2}{J_1}$	$1 - (0,35 - 0,05m_x) \frac{J_2}{J_1}$	1	$1 - \left(1 - \sqrt{\frac{\varphi_c}{\varphi_y}}\right) \times$ $\times \left(2 \frac{J_2}{J_1} - 1\right);$ бунда $J_2 / J_1 < 0,5 \beta = 1$
<p>Туташ:</p> <p>панжаралар билан (планкалар билан)</p>  <p>яхлит</p> 	0,6	$0,55 + 0,05m_x$	1	$\sqrt{\varphi_c / \varphi_y}$
<p>4-жадвалда қабул қилинган белгилар:</p> <p><math>J_1, J_2</math> – кесимнинг <math>y - y</math> симметрия ўқиға нисбатан катта ва кичик тоқчалари инерция моментлари;</p> <p><math>\varphi_c - \lambda_y = \lambda_c = 3,14 \sqrt{E/R_y}</math> бўлганда <math>\varphi_y</math> қийматлари.</p> <p>Изоҳ. Панжарали (ёки планкали) икки томони очик ўзақлар учун <math>\alpha</math> ва <math>\beta</math> коэффициентларнинг қийматлари ўзақ узунлиги бўйлаб камида иккита оралик диафрагмалар мавжуд бўлганда туташ кесимларники каби олинishi лозим. Акс ҳолда қўштаврли очик кесимли ўзақлар учун белгиланган коэффициентлар олинishi керак.</p>				

нисбий эксцентриситет қийматлари  $m_x \geq 10$  бўлса, қуйидаги формул бўйича

$$c = \frac{1}{1 + m_x \varphi_y / \varphi_b}, \quad (56)$$

бу ерда  $\varphi_b$  – 7.15-банд талаблари ва G иловаға мувофиқ сиқилган белбоғ икки ва ундан ортиқ жойда маҳкамланган тўсин учун сингари аниқланувчи коэффициент;  
туташ кесимлар учун  $\varphi_b = 1.0$ ;

нисбий эксцентриситет қийматлари  $5 < m_x < 10$  бўлса, қуйидаги формула бўйича

$$c = c_5(2 - 0,2m_x) + c_{10}(0,2m_x - 1), \quad (57)$$

бу ерда  $c_5$  (55) формула бўйича аниқланади, бунда  $m_x = 5$ ;  $c_{10}$  (56) формула бўйича аниқланади, бунда  $m_x = 10$ .

Нисбий эксцентриситет  $m_x$  ни аниқлашда ҳисобий момент  $M_x$  сифатида олиниши лозим:

момент амал қилувчи перпендикуляр текислик силжиган жойдан бошлаб маҳкамланган ошиқ-мошиқли-тиралган учли ўзаклар учун – узунликнинг ўртача учдан бир қисми доирасидаги (бирок ўзак узунлиги бўйлаб энг катта моментнинг ярмидан кам бўлмаган) максимал момент;

бир томони қисилган, бошқа томони эса очик ўзаклар учун – маҳкамлаш жойидаги момент (бирок маҳкамлаш жойидан ўзак узунлигининг учдан бир қисмига нарида жойлашган кесимдаги моментдан кам эмас).

Эгилувчанлик  $\lambda_y > \lambda_c = 3,14\sqrt{E/R_y}$  бўлса,  $c$  коэффициент ошмаслиги керак:

туташ кесимли ўзаклар учун – бирдан;

иккита симметрия ўқили қўштаврли кесимли ўзаклар учун – қуйидаги формула бўйича аниқланувчи қийматлардан

$$c_{\max} = 2 / \left[ 1 + \delta + \sqrt{(1 - \delta)^2 + \frac{16 \left( \frac{M_x}{Nh} \right)^2}{\mu}} \right], \quad (58)$$

бу ерда  $\delta = 4\rho/\mu$ ;  $\rho = (J_x + J_y)/(Ah^2)$ ;  $\mu = 2 + 0,156 \frac{J_t}{Ah^2} \lambda_y^2$ ;  $J_t = 0,433 \sum b_i t_i^3$ ,

бу ерда  $b_i, t_i$  – кесимни ҳосил қилувчи варақларнинг кенлиги ва қалинлиги;

$h$  – белбоғларнинг ўқлари ўртасидаги масофа;

бир симметрия ўқили қўштаврли ва таврли кесимлар учун  $c$  коэффициентлар (Н.1) формула бўйича аниқланувчи қийматлардан ошмаслиги керак.

7.32 Энг кам бикрликка эга ( $J_y < J_x$  ва  $e_y \neq 0$ ) текисликда букилувчи марказдан сиртда сиқилган элементлар,  $\lambda_x > \lambda_y$  бўлса, (49) формула бўйича ҳисоблаб чиқарилиши, шунингдек марказдан сиқилган ўзаклар сингари моментнинг амал қилиш текислигидан турғунликка қуйидаги формула бўйича текширилиши керак:

$$\frac{N}{\varphi_x AR_y \gamma_c} \leq 1, \quad (59)$$

бу ерда  $\varphi_x$  – 7.3-банд талабларига мувофиқ олинувчи коэффициент.

$\lambda_x \leq \lambda_y$  бўлса, моментнинг амал қилиш текислигидан турғунликни текшириш талаб этилмайди.

7.33 Букилиш текислигига параллел текисликларда жойлашган панжарали икки томони очик марказдан сиртда сиқилган ўзакларда, (49) формула бўйича ўзакни турғунликка ҳисоблашдан ташқари, айрим тармоқлар марказдан сиқилган ўзаклар сингари (3) формула бўйича текширилиши лозим.

Ҳар бир тармоқда бўйлама куч моментдан тушувчи қўшимча кучни ҳисобга олган ҳолда аниқланиши керак. Мазкур кучнинг қиймати букилиш у-у ўққа перпендикуляр



текисликда бўлганда (1-жадвал), қуйидаги формулалар бўйича аниқланиши лозим:  $N_{ad} = M/b - 1$  ва 3 типдаги кесимлар учун;  $N_{ad} = M/2b - 2$  типдаги кесимлар учун; букилиш  $x-x$  ўққа перпендикуляр текисликда бўлганда, 3 типдаги кесим учун моментдан тушувчи куч  $N_{ad} = 1,16M/b$  (бу ерда  $b$  – тармоқларнинг ўқлари ўртасидаги масофа).

Планкали икки томони очик марказдан сиртда сиқилган ўзакларнинг айрим тармоқлари марказдан сиқилган элементлар сингари турғунликка текширилиши, бунда тармоқлар моменти ва маҳаллий букилишидан тушувчи кучлар, ҳақиқий ёки шартли кўндаланг куч таъсири (кашаксиз ферма белбоғларидаги каби), шунингдек ушбу меъёрларнинг 7.36-банди ҳисобга олиниши лозим.

7.34 Икки асосий текисликда сиқиладиган ва букиладиган яхлит деворли ўзакларни турғунликка ҳисоблаш, энг катта бикрлик текислиги ( $J_x > J_y$ ) симметрия текислиги билан мос келганда, қуйидаги формула бўйича бажарилиши керак:

$$\frac{N}{\varphi_{exy} AR_y \gamma_c} \leq 1, \quad (60)$$

бу ерда  $\varphi_{exy} = \varphi_{ey} (0,6\sqrt[3]{c} + 0,4\sqrt[4]{c})$ ;

бунда  $\varphi_{ey}$  7.27-банд талабларига мувофиқ формулаларда  $m$  ва  $\lambda$  тегишли равишда  $m_y$  ва  $\lambda_y$  билан алмаштирилган ҳолда,  $c$  эса – 7.31-банд талабларига мувофиқ аниқланади.

Токчалари бир хил бўлмаган қўштаврли кесимли ўзаклар учун келтирилган нисбий эксцентриситет  $m_{ef,y} = \eta m_y$  ни ҳисоблашда  $\eta$  коэффициент 8 типдаги кесим учун сингари Н.1-жадвалдан аниқланиши лозим.

Агар  $m_{ef,y} < m_x$  бўлса, (60) формула бўйича ҳисоблашдан ташқари (49) ва (54) формулалар бўйича қўшимча текшириш амалга оширилиши, бунда  $e_y = 0$  деб олиниши керак.

Нисбий эксцентриситетларнинг қийматлари қуйидаги формулалар бўйича аниқланиши лозим:

$$m_x = e_x \frac{A}{W_{cx}} \text{ ва } m_y = e_y \frac{A}{W_{cy}}, \quad (61)$$

бу ерда  $W_{cx}$  ва  $W_{cy}$  – тегишли равишда  $x-x$  ва  $y-y$  ўқларга нисбатан ўта сиқилган тола учун кесимларнинг қаршилик моментлари.

Агар  $\lambda_x > \lambda_y$  бўлса, (60) формула бўйича ҳисоблашдан ташқари, (49) формула бўйича қўшимча текшириш амалга оширилиши, бунда  $e_y = 0$  деб олиниши керак.

Энг катта бикрлик текислиги ( $J_x > J_y$ ) симметрия текислиги билан мос келмаган ҳолда,  $m_x$  ҳисобий қиймати 25% га кўпайтирилиши лозим.

7.35  $y-y$  ўққа нисбатан симметрик бўлган икки яхлит деворли тармоқлардан иборат икки томони очик, асосий текисликларнинг иккаласида ҳам сиқилувчи ва букилувчи икки параллел текисликлардаги панжарали ўзакларни (7-расм) турғунликка ҳисоблаш қуйидагича бажарилиши лозим:

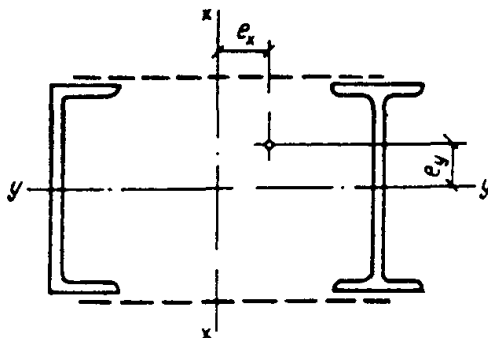
бутун ўзак учун – панжаралар текислигига параллел текисликда, 7.27-банд талабларига мувофиқ,  $e_y = 0$  тенг деб олган ҳолда;

айрим тармоқлар учун – марказдан сиртда сиқилган элементлар сифатида (49) ва (54) формулалар бўйича, бунда ҳар бир тармоқда бўйлама куч  $M_x$  моментдан тушувчи кучни ҳисобга олиб аниқланиши (7.33-бандга қаранг),  $M_y$  момент эса тармоқлар ўртасида уларнинг бикрликларига пропорционал тақсимланиши керак (агар  $M_y$  момент тармоқлардан биридаги текисликда амал қилаётган бўлса, у мазкур тармоққа тўлиқ узатилувчи деб

ҳисобланиши лозим). Айрим тармоқнинг эгилювчанлиги ҳисобда (49) формула бўйича ушбу меъёрларнинг 8.11-банди талабларига мувофиқ, (54) формула бўйича ҳисоблаганда эса – панжара тугунлари ўртасидаги максимал масофага кўра аниқланиши лозим.

7.36 Икки томони очик марказдан сиртда сиқилган ўзақларнинг бириктирувчи планкалари ёки панжараларини ҳисоблаш ушбу меъёрларнинг 7.9 ва 7.10-бандлари талабларига мувофиқ икки қиймат: ҳақиқий кўндаланг куч  $Q$  ёки 7.8-банд талабларига мувофиқ ҳисоблаб топиладиган шартли кўндаланг куч  $Q_{fic}$  нинг энг каттасига тенг бўлган кўндаланг кучга нисбатан бажарилиши лозим.

Ҳақиқий кўндаланг куч шартли кўндаланг кучдан катта бўлган ҳолда, одатда, марказдан сиртда сиқилган икки томони очик элементларнинг тармоқлари панжаралар билан бириктирилади.



7-расм. Икки яхлит деворли тармоқлардан иборат ўзақнинг икки томони очик кесими

### Таянч қисмлар

7.37 Марказловчи қистирмалар ўрнатилган ошиқ-мошиқли ҳаракатсиз таянчлар, тангенциал таянчлар, анча катта реакцияларда эса – шайинли таянчлар таянч остидаги босимни қатъий бир текис тақсимлаш талаб этилган ҳолда қўлланиши лозим.

Ясси ёки ғалтакли ҳаракатчан таянчлар қуйида ётган конструкция тўсин ёки ферма ҳаракатсиз тиралганда юзага келувчи горизонтал кучлардан юксизланиши лозим бўлган ҳолда қўлланилиши керак.

Ишқаланиш коэффиценти ясси ҳаракатчан таянчларда 0,3 га тенг деб, ғалтакли таянчларда эса – 0,03 га тенг деб олинади.

7.38 Шайинли таянчларнинг цилиндрсимон ошиқ-мошиқлари (цапфалари)да эзилишга ҳисоблаш (юзаларга тегиш марказий бурчаги  $\pi/2$  га тенг ёки ундан катта бўлса) қуйидаги формула бўйича бажарилиши лозим:

$$\frac{F}{1,25rlR_{lp}\gamma_c} \leq 1, \quad (62)$$

бу ерда  $F$  – таянчга тушувчи босим (куч);

$r$  ва  $l$  – тегишли равишда ошиқ-мошиқ радиуси ва узунлиги;

$R_{lp}$  – тегиш зич бўлганда маҳаллий эзилишга ҳисобий қаршилик бўлиб, у ушбу меъёрларнинг Е.1-жадвали талабларига мувофиқ олинади.

7.39 Ғалтакларнинг диаметрал сиқишига ҳисоблаш қуйидаги формула бўйича бажарилиши лозим:

$$\frac{F}{ndlR_{cd}\gamma_c} \leq 1, \quad (63)$$

бу ерда  $n$  – ғалтаклар сони;

$d$  ва  $l$  – тегишли равишда ғалтак диаметри ва узунлиги;

$R_{cd}$  – тегиш эркин бўлганда ғалтакларнинг диаметрал сиқишига ҳисобий қаршилиқ бўлиб, у ушбу меъёрларнинг Е.1-жадвали талабларига мувофиқ олинади.

## 8 ПЎЛАТ КОНСТРУКЦИЯЛАР ЭЛЕМЕНТЛАРИНИНГ ҲИСОБИЙ УЗУНЛИКЛАРИ

### Ясси фермалар ва боғламалар элементларининг ҳисобий узунликлари

8.1 Ясси фермалар ва боғламалар элементларининг ҳисобий узунликлари  $l_{ef}$ , фермалар чапараста панжарасининг элементларидан ташқари, 5-жадвалдан олинishi керак.

8.2 Узунлиги бўйлаб ферма текислигидан сиқувчи кучлар таъсир  $N_1$  ва  $N_2$  ( $N_1 > N_2$ ) кўрсатаётган элемент (8-расм, в, г)нинг ҳисобий узунлиги  $l_{ef}$  қуйидаги формула бўйича ҳисоблаб чиқарилиши лозим:

$$l_{ef} = l_1 \left( 0,75 + 0,25 \frac{N_2}{N_1} \right). \quad (64)$$

Бу ҳолда турғунликка ҳисоблаш  $N_1$  кучга бажарилиши керак.

5-жадвал

Бўйлама букилиш йўналиши	Ҳисобий узунлик $l_{ef}$		
	белбоғлар	таянч кашаклар ва таянч устунлар	панжаранинг бошқа элементлари
1. Ферма текислигида: а) 1,б да кўрсатилгандан бошқа фермалар учун	$l$	$l$	$0,8l$
б) якка бурчаклардан ясалган фермалар ва панжара элементлари белбоғларга тақаб маҳкамланган фермалар учун	$l$	$l$	$0,9l$
2. Ферма текислигига перпендикуляр йўналишда (ферма текислигидан): а) 2,б да кўрсатилгандан бошқа фермалар учун	$l_1$	$l_1$	$l_1$
б) туташ профиллардан ясалган белбоғларга эга бўлган, панжара элементлари белбоғларга тақаб маҳкамланган фермалар учун	$l_1$	$l_1$	$0,9l_1$
5-жадвалда қабул қилинган белгилар (8-расм): $l$ – ферме текислигидаги элементнинг геометрик узунлиги (тугунлар ўртасидаги масофа); $l_1$ – ферма текислигидан силжишдан маҳкамланган тугунлар (белбоққа пайванд чоклари ёки болтлар билан қотирилган фермаларнинг белбоғлари, махсус боғламалар, қопламаларнинг бикр плиталари ва ш.к.) ўртасидаги масофа			

8.3 Чапараста панжара ўзаро бириктирилган элементлари (8-расм, д)нинг ҳисобий узунликлари олинishi лозим:

ферма текислигида – ферма тугунининг марказидан уларнинг кесишув нуқтасигача бўлган масофага тенг деб ( $l_{ef} = l$ );

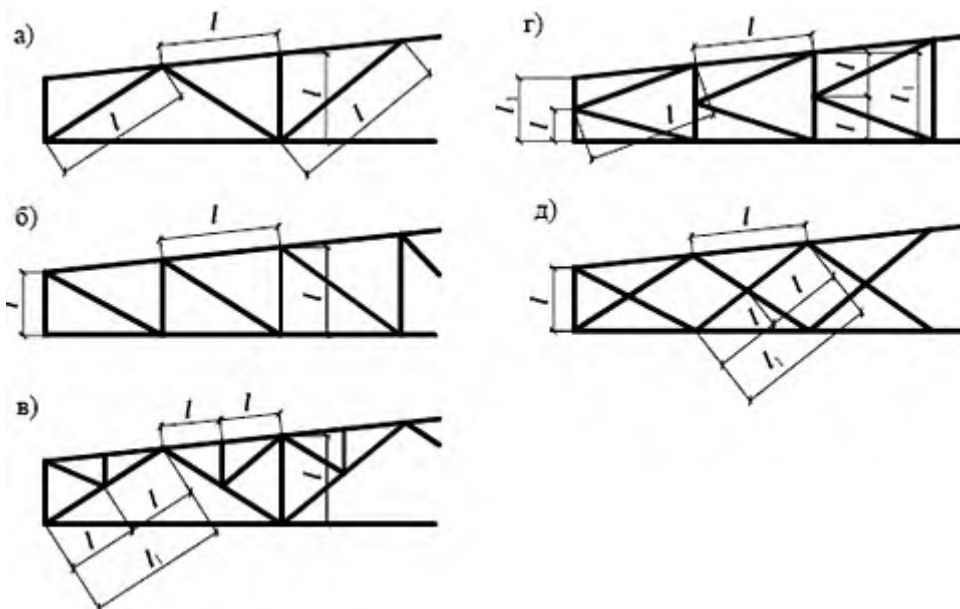
ферма текислигидан: сиқилган элементлар учун – 6-жадвалдан;

чўзилган элементлар учун – тўлиқ геометрик узунликка тенг деб ( $l_{ef} = l_1$ ).

8.4 Якка бурчаклардан иборат элементлар кесимларининг инерция радиуслари  $i$  олиниши лозим:

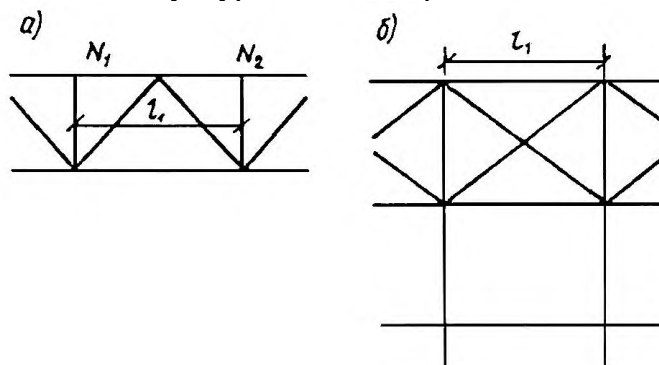
элементнинг ҳисобий узунлиги  $l$  ёки  $0,9l$  га тенг бўлганда (бу ерда  $l$  – энг яқин тугунлар ўртасидаги масофа) – минимал деб ( $i = i_{min}$ );

қолган ҳолларда – бурчакнинг ферма текислигига перпендикуляр ёки параллел ўқига нисбатан (бўйлама букилиш йўналишига қараб  $i = i_x$  ёки  $i = i_y$ ).



8-расм. Элементларнинг ҳисобий узунликларини аниқлаш учун фермалар панжараларининг схемалари (белгиларини 5-жадвалда қаранг)

а – устунли учбурчак; б – кашакли; в – шпренгелли учбурчак; г – ярим кашакли учбурчак; д – чапараста.



9-расм. Ферма белбоғининг ҳисобий узунлигини текисликдан аниқлаш учун схемалар а – ферма схемаси; б – фермалар ўртасидаги боғламалар схемаси (юқоридан кўриниши)

### Кўламли панжарасимон конструкциялар элементларининг ҳисобий узунликлари

8.5 Якка бурчаклардан иборат сиқилган ва юкланмаган элементларнинг ҳисобий узунликлари  $l_{ef}$  ва кесимларининг инерция радиуслари  $i$  эгилиувчанликни аниқлашда 7-жадвалдан олиниши керак. Якка бурчаклардан иборат чўзилган элементларнинг ҳисобий узунликлари  $l_{ef}$  ва инерция радиуслари  $i$  эгиливанликни аниқлашда олиниши лозим:

белбоғлар учун – 7-жадвалдан;

10-расм, а, д, е бўйича чапараста кашаклар учун:

қирра текислигида – узунлик  $l_d$  ва инерция радиуси  $i_{min}$  га тенг деб;

қирра текислигидан – белбоққа маҳкамлаш жойидаги тугунлар ўртасидаги масофага

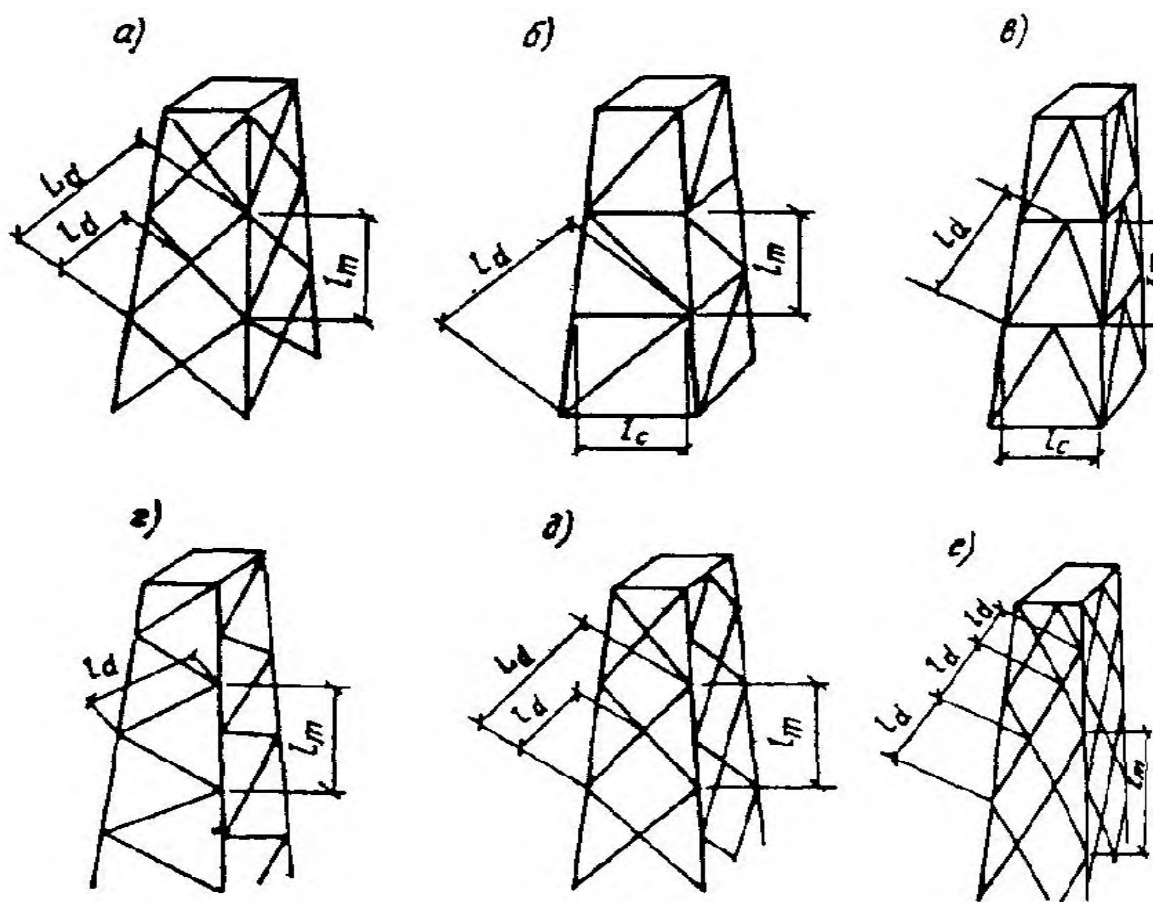
6-жадвал

Панжара элементлари кесишув тугунининг конструкцияси	Қуйидаги ушлаб турувчи элементда ферма текислигидан ҳисобий узунлиги $l_{ef}$		
	чўзилган	ишламайдиган	сиқилган
Иккала элемент ҳам узилмайди	$l$	$0,7l_1$	$l_1$
Ушлаб турувчи элемент узилади ва фасонка билан қопланади: кўрилаётган элемент узилмайди;	$0,7l_1$	$l_1$	$1,4l_1$
кўрилаётган элемент узилади ва фасонка билан қопланади.	$0,7l_1$	–	–

6-жадвалда қабул қилинган белгилар (8-расм, д):  
 $l$  – ферма тугуни марказидан элементларнинг кесишув нуқтасигача бўлган масофа;  
 $l_1$  – элементнинг тўлиқ геометрик узунлиги.

тенг бўлган кашакнинг тўлиқ геометрик узунлиги  $L_d$  ва қирра текислигига параллел ўққа нисбатан инерция радиуси  $i_x$  га тенг деб;

10-расм, б, в, г бўйича кашаклар учун – узунлик  $l_d$  ва инерция радиуси  $i_{min}$  га тенг деб



10-расм. Кўламли панжарасимон конструкцияларнинг схемалари  
 а, б, в – тугунлари қўшни қирраларда туташтирилган; г, д, е – тугунлари қўшни қирраларда туташтирилмаган

7-жадвал

Элементлар	$l_{ef}$	$i$
Белбоғ: 10-расм, а, б, в бўйича 10-расм, г, д, е бўйича	$l_m$ $1,14l_m$	$i_{min}$ $i_x$ ёки $i_y$
Кашаклар: 10-расм, б, в, г бўйича 10-расм, а, д бўйича 10-расм, е бўйича	$\mu_d l_d$ $\mu_d l_{dc}$ $l_d$	$i_{min}$ $i_{min}$ $i_{min}$
Тиргаклар: 10-расм, б бўйича 10-расм, в бўйича	$0,8l_c$ $0,65l_c$	$i_{min}$ $i_{min}$
<p>бу ерда <math>l_{dc}</math> – кашакнинг шартли узунлиги бўлиб, у 8-жадвалдан олинади;  <math>\mu_d</math> – кашакнинг ҳисобий узунлиги коэффиценти бўлиб, у 9-жадвалдан олинади.                      Изоҳлар:                      1. 10-расм, а, д, е бўйича кашаклар кесишув нуқталарида ўзаро бириктирилган бўлиши керак.                      2. 10-расм, е бўйича кашаклар учун уларни қирра текислигидан деформацияланган схемага мувофиқ ҳисобни инобатга олган ҳолда қўшимча текшириш талаб этилади.                      3. 10-расм, в бўйича тиргаклар учун <math>l_{ef}</math> қиймати тенг токчали бурчаклар учун берилган.</p>		

8-жадвал

Панжара элементлари кесишув тугунининг конструкцияси	Қуйидаги ушлаб турувчи элементда кашакнинг шартли узунлиги $l_d$		
	чўзилган	ишламайдиган	сиқилган
Иккала элемент ҳам узилмайди	$l_d$	$1,3l_d$	$0,8L_d$
Ушлаб турувчи элемент узилади ва фасонка билан қопланади; кўрилаётган элемент узилмайди: 10-расм, а бўйича конструкцияларда 10-расм, д бўйича конструкцияларда: $1 < n \leq 3$ бўлса $n > 3$ бўлса	$1,3l_d$  $(1,75 - 0,15n) l_d$ $1,3l_d$	$1,6l_d$  $(1,9 - 0,1n) l_d$ $1,6l_d$	$L_d$  $L_d$ $L_d$
Элементларнинг кесишув тугуни қирра текислигида силжишдан маҳкамланган (диафрагма ва ш.к. билан)	$l_d$	$l_d$	$l_d$
<p>бу ерда <math>L_d</math> – 10-расм, а, д бўйича кашак узунлиги;  <math display="block">n = \frac{J_{m,min} l_d}{J_{d,min} l_m}</math>                     бу ерда <math>J_{m,min}</math> ва <math>J_{d,min}</math> – тегишли равишда белбоғ ва кашак кесимининг энг кичик инерция моментлари.</p>			

## 9-жадвал

Элементнинг белбоғларга маҳкамланиши	$n$	$\frac{l}{i_{\min}}$ қуйидагича бўлганда, $\mu_d$ қийматлари		
		60 гача	60 дан 160 гача	160 дан ортиқ
Элемент бўйлаб жойлашган пайванд чоклари, болтлар (камида иккита) билан, фасонкаларсиз	2 гача	1,14	$0,54 + 36 \frac{i_{\min}}{l}$	0,765
	6 дан ортиқ	1,04	$0,56 + 28,8 \frac{i_{\min}}{l}$	0,74
Бир болт билан фасонкасиз	$n$ дан қатъи назар	1,12	$0,64 + 28,8 \frac{i_{\min}}{l}$	0,82

9-жадвалда қабул қилинган белгилар:  
 $n$  – 8-жадвалга қаранг;  
 $l$  – узунлик бўлиб, у олинади;  
 $l_d$  – 10-расм, б, в, г дан;  $l_{dc}$  – 8-жадвалдан (элементлар учун – 10-расм, а, д дан).

Изоҳлар:

- $n$  қийматлари 2 дан 6 гача бўлганда,  $\mu_d$  қийматлари чизиқли интерполяция ёрдамида аниқланиши лозим.
- Кашакнинг бир учи фасонкалар белбоғига пайвандлаб ёки болтлар билан, иккинчи учи эса фасонка орқали маҳкамланганда, кашак ҳисобий узунлиги коэффиценти  $0,5(1 + \mu_d)$  га тенг деб; кашакнинг иккала учи фасонкалар орқали маҳкамланганда –  $\mu_d = 1,0$  деб олиними керак.
- 10-расм бўйича кашакларнинг учлари, одатда, фасонкаларсиз маҳкамланади. Бу ҳолда улар тиргак ёки белбоққа кашак бўйлаб жойлашган пайванд чоклари ёки болтлар (камида иккита) билан маҳкамланганда,  $\mu_d$  коэффицент қиймати  $n$  қиймати «2 гача» бўлганда сатрдан олиними керак. Уларнинг учлари битта болт билан маҳкамланган ҳолда  $\mu_d$  коэффицент қиймати «Битта болт билан фасонкасиз» сатридан олиними лозим,  $l_{ef}$  қиймати 7-жадвал бўйича ҳисобланганда  $\mu_d$  ўрнига  $0,5(1 + \mu_d)$  олиними керак.

8.6 Тенг токчали якка бурчаклардан сиқилган ва чўзилган ўзақларнинг эгилувчанлиги  $\lambda = l_{ef} / i$  ни аниқлашда бурчакларнинг ҳисобий узунликлари  $l_{ef}$  ва уларнинг инерция радиуслари  $i$  8.5-бандда айтиб қўйилмаган ҳолларда 10-жадвал ва 11-расмга мувофиқ олиними керак.

Кашаклар фасонкалар ёрдамида маҳкамланганда кашаклар ҳисобий узунлиги коэффицентлари 9-жадвалга 2-изоҳ бўйича аниқланиши лозим.

Шпренгелларнинг элементлари учун ҳисобий узунликлар  $l_{ef}$  ва инерция радиуслари  $i$  асосий кашаклар учун сингари аниқланиши керак.

8.7 Якка бурчаклардан ясалган диафрагма диагонал кесишувчи элементларининг ҳисобий узунликлари, агар бир элемент сиқилган, иккинчиси эса чўзилган бўлса, диагонал узунлигининг ярмига тенг деб, инерция ҳисобий радиуси эса  $i = i_{\min}$  деб олинади.

Агар иккала элемент сиқилган бўлса, ҳисобий узунлик элементнинг тўлиқ узунлигига тенг, инерция ҳисобий радиуси эса  $i = i_x$

8.8 Тенг токчали бурчаклардан ясалган таянчлар таянч элементларининг ҳисобий узунликларини ва уларнинг инерция ҳисобий радиусларини 8.6 ва 8.7-бандларида кўрилмаган ҳолларда аниқлашда қуйидаги шартлар ҳисобга олиними лозим:

агар ўзақ фақат учларидан маҳкамланган бўлса, ҳисобий узунлик геометрик ҳисобий узунликка тенг деб, инерция ҳисобий радиуси эса  $i = i_{\min}$  деб олинади;

агар ўзақ ҳам биринчи, ҳам иккинчи токча текислигида маҳкамланаётган нуқталарнинг силжишларига монелик қилувчи оралик маҳкамлашларга эга бўлса, ҳисобий

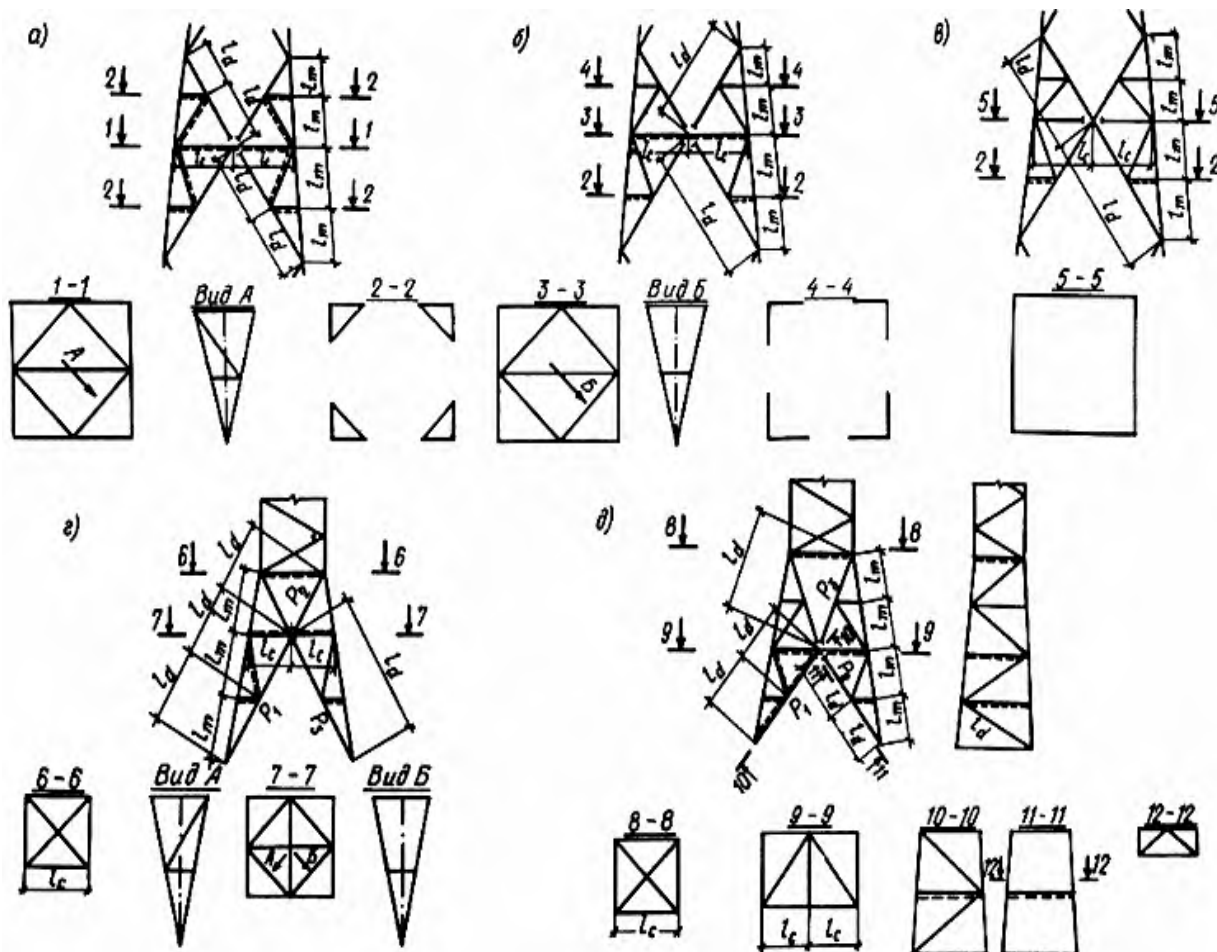


узунлик маҳкамлашлар ўртасидаги максимал масофага тенг деб, инерция ҳисобий радиуси эса  $i = i_{min}$  деб олинади;

10-жадвал

Таянчларнинг элементлари	$l_{ef}$	$i$
Белбоғлар 11-расм, <i>a-d</i> бўйича	$l_m$	$i_{min}$
Кашаклар:		
11-расм, <i>a, z, d</i> бўйича ( $P_1$ ва $P_2$ кашаклар)	$l_d$	$i_{min}$
11-расм, <i>б, в</i> бўйича; 2-чизма, <i>z, d</i> бўйича ( $P_3$ кашак)	$l_d$	$i_x$
Тиргақлар:		
11-расм, <i>a, б, z, d</i> бўйича	$0,9 l_c$	$i_{min}$
11-расм, <i>в</i> бўйича	$l_c$	$i_{min}$

Изоҳ. 2-чизма, *в* бўйича кашаклар учун  $l_{ef}$  ва  $i$  ни аниқлаш юзасидан келтирилган тавсиялар бир кашак сиқилган, иккинчи кашак эса чўзилган ҳолатга тегишли.



11-расм. Шпренгелли панжара схемалари

*a* – текисликдан кашак таянчнинг ўрта қисми қиррасига маҳкамланган; *б* – текисликдан кашак таянчнинг ўрта қисми қиррасига маҳкамланмаган; *в* – таянчнинг ўрта қисмида диафрагмасиз; *z* – таянчнинг қуйи қисмида ромбсимон панжарасимон диафрагмали; *д* – таянчнинг қуйи қисмида панжарасимон учбурчак диафрагмали

агар оралик маҳкамлашлар маҳкамланаётган нуқталарнинг силжишларига фақат бир токча текислигида монелик қилса, ҳисобий узунлик учлардаги маҳкамлашлар ўртасидаги масофага тенг деб, инерция ҳисобий радиуси эса  $i = i_x$  деб олинади;

агар бир оралик маҳкамлаш фақат бир токчанинг текислигида силжишга монелик қилса ва маҳкамланаётган ўзакни тенг бўлмаган узунликдаги қисмларга ажратса, ўзак турғунлигига оид иккита текшириш бажарилиши керак:

а) маҳкамланмаган токча текислигида, ҳисобий узунликни учлардаги маҳкамлашлар ўртасидаги масофага тенг деб олган ҳола, бунда инерция ҳисобий радиуси  $i = i_x$ ;

б) оралик маҳкамлашдан учдаги маҳкамлашгача бўлган максимал масофага тенг узунликда, бунда инерция ҳисобий радиуси  $i = i_{min}$ .

8.9 Қувурлардан ёки жуфт бурчаклардан иборат элементларнинг ҳисобий узунликлари  $l_{ef}$  ва инерция радиуси  $i$  «Ясси фермалар ва боғламалар элементларининг ҳисобий узунликлари» кичик бўлимининг талабларига мувофиқ олинishi лозим.

### Таркибли конструкциялар элементларининг ҳисобий узунликлари

8.10 Таркибли конструкциялар элементларининг ҳисобий узунликлари  $l_{ef}$  11-жадвалдан олинishi керак.

Таркибли конструкциялар элементлари кесимларининг инерция радиуслари  $i$  эгилувчанликни аниқлашда олинishi лозим:

сикилган-букилувчи элементлар учун букилиш текислигига перпендикуляр ёки параллел ўққа нисбатан ( $i = i_x$  ёки  $i = i_y$ );

қолган ҳолларда – минимал ( $i = i_{min}$ )

### Колонналар (устунлар)нинг ҳисобий узунликлари

8.11 Ўзгармас кесимли колонналар ва устунлар ёки поғонасимон колонналар айрим участкаларининг ҳисобий узунликлари  $l_{ef}$  қуйидаги формула бўйича аниқланиши лозим:

$$l_{ef} = \mu l, \quad (65)$$

бу ерда  $l$  – колонна, унинг айрим қисми узунлиги ёки қават баландлиги;

$\mu$  – ҳисобий узунлик коэффициентлари.

8.12 Ўзгармас кесимли колонналар ва устунлар ҳисобий узунлиги коэффициентлари  $\mu$  уларнинг учларини маҳкамлаш шароитлари ва юкланиш турига қараб олинishi лозим. Маҳкамлаш айрим ҳолатлари ва юкланиш тури учун  $\mu$  қийматлари J.6-жадвалда келтирилган.

8.13 Ром текислигидаги ўзгармас кесимли колонналарнинг ҳисобий узунлиги коэффициентлари  $\mu$  ригеллар колонналарга бикр маҳкамланганда бўш ва бўш бўлмаган ромлар учун устки тугунлар бир хилда юкланганда 12-жадвал формулалари бўйича аниқланиши лозим.

Бир қаватли ромлар учун (67) формулада, кўп қаватли ромлар учун (68), (69) ва (75) формулаларда пастки ёки устки ригеллар колонналарга ошиқ-мошиқлар билан маҳкамланганда  $p = 0$  ёки  $n = 0$  ( $J_i = 0$  ёки  $J_s = 0$ ) деб, бикр маҳкамланганда  $p = 50$  ёки  $n = 50$  ( $J_i = \infty$  ёки  $J_s = \infty$ ) деб олинади. Бунда (67) формулада  $\mu$  коэффициент иккига тенг деб олинади, бўш ромлар учун (68), (69) формулалар ва бўш бўлмаган ромлар учун (75) формула соддалаштирилиши мумкин (12-жадвалнинг айрим ҳолатларига қаранг).

Нисбат  $H / B > 6$  бўлганда (бу ерда  $H$  – кўп қаватли ромнинг тўлиқ баландлиги,  $B$  – ром кенглиги) ромнинг заминда қисилган таркибли ўзак сифатидаги умумий турғунлиги текширилиши лозим.

8.14 Бинонинг бир қаватли бўш роми текислигидаги энг кўп юкланган колоннанинг ҳисобий узунлиги коэффициентлари  $\mu$  устки тугунлар нотекис юкланганда ва қопламанинг

бикр диски ёки барча колонналарнинг юқорисида бўйлама боғламалар мавжуд бўлганда куйидаги формула бўйича аниқланиши керак:

$$\mu_{ef} = \mu \sqrt{J_c \sum N_i / (N_c \sum J_i)} \geq 0,7, \quad (78)$$

бу ерда  $\mu$  – текширилаётган колонна ҳисобий узунлигининг 12-жадвал бўйича ҳисоблаб топилган коэффициентини;

$J_c$  ва  $N_c$  – кўрилаётган ромнинг энг кўп юкланган колоннасидаги кесимнинг инерция моменти ва куч;

$\sum N_i$ ,  $\sum J_i$  – тегишли равишда кўрилаётган ром ва кўшни тўрт ром (ҳар томондан иккитадан) ҳисобий кучлари ва кесимлар инерция моментларининг йиғиндиси;

барча кучлар  $N_i$  ни юкланишларнинг текширилаётган колоннада куч ҳосил қилувчи айна бир бирикмасида топиш керак.

#### 11-жадвал

Таркибли конструкцияларнинг элементлари	Ҳисобий узунлик $l_{ef}$
1. Мазкур жадвалнинг 2 ва 3-бандларида кўрсатилганлардан ташқари	$l$
2. Қирқилмаган (тугунларда узилмайдиган) ва тугунларда шарсимон ёки цилиндрсимон элементларга пайвандлаш йўли билан тақаб маҳкамланувчи белбоғлар	0,85l
3. Тугунларда бир токчага маҳкамланувчи якка бурчаклардан:	
а) элемент бўйлаб жойлашган пайванд чоклари ёки болтлар (камида иккита) билан, бунда $l / i_{min}$ :	
90 гача	$l$
90 дан 120 гача	0,9l
120 дан 150 гача (фақат панжара элементлари учун)	0,75l
150 дан 200 гача (фақат панжара элементлари учун)	0,7l
б) битта болт билан, бунда $l / i_{min}$ :	
90 гача	$l$
90 дан 120 гача	0,95l
120 дан 150 гача (фақат панжара элементлари учун)	0,85l
150 дан 200 гача (фақат панжара элементлари учун)	0,8l
бу ерда $l$ – элементнинг геометрик узунлиги (таркибли конструкция тугунлари ўртасидаги масофа).	

8.15 Ром текислигида поғонасимон колонналар айрим қисмларининг ҳисобий узунлиги коэффициентлари  $\mu$   $J$  иловага мувофиқ аниқланиши лозим.

Бир қаватли ишлаб чиқариш бинолари ромларининг поғонасимон колонналари учун ҳисобий узунлик коэффициентлари  $\mu$  ни аниқлашда руҳсат этилади:

кўшни колонналарнинг юкланиш ва бикрлик даражаси таъсирини ҳисобга олмаслик;

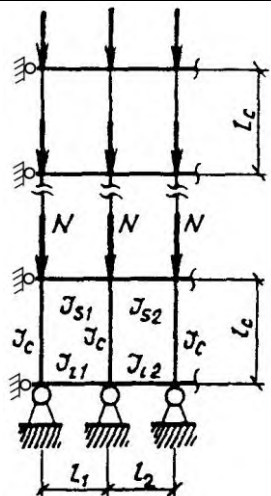
колонналарнинг ҳисобий узунликларини фақат юкланишларнинг колонналар айрим қисмларида бўйлама кучларнинг энг катта қийматларини берувчи бирикмаси учун аниқлаш ва  $\mu$  нинг олинган қийматларидан юкланишларнинг бошқа бирикмалари учун фойдаланиш;

кўп (икки ёки ундан ортик) ораликли ромлар учун қопламанинг барча колонналарни юқоридан туриб боғловчи ва иншоотнинг кўламли ишлашини таъминловчи бикр диски ёки бўйлама боғламалар мавжуд бўлганда, колонналарнинг ҳисобий узунликларини ригеллар сатҳида ҳаракатсиз маҳкамланган устунлар учун сингари аниқлаш;

бир поғонали колонналар учун  $l_2 / l_1 \leq 0,6$  ва  $N_1 / N_2 \geq 3$  шартларга риоя этилганда  $\mu$  қийматларини 13-жадвалдан олиш.

12-жадвал

Бўш ромларнинг ҳисобий схемалари	$\mu$ коэффициентни аниқлаш учун формулалар	$n$ ва $p$ коэффициентлар	
		бир ораликли ромлар учун	кўп ораликли ромлар учун ( $k \geq 2$ )
Бўш ромлар			
	$\mu = 2\sqrt{1 + \frac{0,38}{n}} \quad (66)$	$n = \frac{J_s l_c}{J_c l}$	$n = \frac{k(n_1 + n_2)}{k + 1}$
	$\mu = \sqrt{\frac{n + 0,56}{n + 0,14}} \quad (67)$		
	$\mu = \frac{(p + 0,68)\sqrt{n + 0,22}}{\sqrt{0,68 p(p + 0,9)(n + 0,08) + 0,1n}}; \quad (68)$	Устки қават	
		$n = \frac{J_s l_c}{J_c l};$	$n = \frac{2k(n_1 + n_2)}{k + 1};$
		$p = \frac{J_i l_c}{2J_c l}$	$p = \frac{k(p_1 + p_2)}{k + 1}$
		Ўрта қават	
	$n = \frac{J_s l_c}{2J_c l};$	$n = \frac{k(n_1 + n_2)}{k + 1};$	
	$p = \frac{J_i l_c}{2J_c l}$	$p = \frac{k(p_1 + p_2)}{k + 1}$	
	Пастки қават		
	$n = \frac{J_s l_c}{2J_c l};$	$n = \frac{k(n_1 + n_2)}{k + 1};$	
	$p = \frac{J_i l_c}{J_c l}$	$p = \frac{2k(p_1 + p_2)}{k + 1}$	
Айрим ҳолатлар	$\mu = 2,15\sqrt{\frac{n + 0,22}{n}} \quad (70)$	$0,03 \leq n \leq 0,2$	$p = 0$
	$\mu = 2,0\sqrt{\frac{n + 0,28}{n}} \quad (71)$	$n > 0,2$	
	$\mu = \frac{(p + 0,63)}{\sqrt{p(p + 0,9) + 0,1}} \quad (72)$	$n = 50$	$0,03 < p < 50$
	$\mu = 1,21\sqrt{\frac{n + 0,22}{n + 0,08}} \quad (73)$	$0,03 \leq n \leq 0,2$	$p = 50$
	$\mu = \sqrt{\frac{n + 0,28}{n}} \quad (74)$	$n > 0,2$	

Бўш ромларнинг ҳисобий схемалари	$\mu$ коэффициентни аниқлаш учун формулалар	$n$ ва $p$ коэффициентлар	
		бир оралиқли ромлар учун	кўп оралиқли ромлар учун ( $k \geq 2$ )
Бўш бўлмаган ромлар			
	$\mu = \sqrt{\frac{1 + 0,46(p + n) + 0,18pn}{1 + 0,93(p + n) + 0,71pn}} \quad (75)$	Устки қават	
		$n = n_1;$ $p = 0,5p_1$	$n = n_1 + n_2;$ $p = 0,5(p_1 + p_2)$
		Ўрта қават	
		$n = 0,5n_1;$ $p = 0,5p_1$	$n = 0,5(n_1 + n_2);$ $p = 0,5(p_1 + p_2)$
		Пастки қават	
		$n = 0,5n_1;$ $p = p_1$	$n = 0,5(n_1 + n_2);$ $p = p_1 + p_2$
Айрим ҳолатлар	$\mu = \sqrt{\frac{1 + 0,46n}{1 + 0,93n}} \quad (76)$	$p = 0$	
	$\mu = \sqrt{\frac{1 + 0,39n}{2 + 1,54n}} \quad (77)$	$p = 50$	
<p>12-жадвалда қабул қилинган белгилар:</p> <p><math>J_{s1}, J_{s2}</math> ва <math>J_{i1}, J_{i2}</math> – текширилаётган колоннанинг тегишинча устки ва пастки учига туташувчи ригеллар кесимининг инерция моментлари;</p> <p><math>J_c, l_c</math> – текширилаётган колоннанинг тегишинча кесим инерция моменти ва узунлиги;</p> <p><math>l, l_1, l_2</math> – ром оралиқлари;</p> <p><math>k</math> – оралиқлар сони;</p> $n_1 = \frac{J_{s1}l_c}{J_c l_1}; n_2 = \frac{J_{s2}l_c}{J_c l_2}; p_1 = \frac{J_{i1}l_c}{J_c l_1}; p_2 = \frac{J_{i2}l_c}{J_c l_2}$ <p>Изоҳ:</p> <p>1. Кўп оралиқли бўш ромнинг чекка колоннаси учун <math>\mu</math> коэффициент <math>p</math> ва <math>n</math> қийматларида бир оралиқли ром колонналари учун сингари аниқланади.</p> <p>2. (75) формулада <math>p</math> ва <math>n</math> бир қаватли бир оралиқли ромда қуйидагиларга тенг деб олинади:</p> $p = \frac{J_{i1}l_c}{J_c l}; n = \frac{J_{s1}l_c}{J_c l};$			

8.16 Бино бўйлаб йўналишдаги колонналарнинг (ромлар текислигидан) ҳисобий узунликлари ром текислигидан силжишдан маҳкамланган нуқталар (колонналар, кран ости тўсинлари ва тўсин ости фермаларининг таянчлари; боғламалар ва ригелларни маҳкамлаш тугунлари ва ш.к.) ўртасидаги масофаларга тенг деб олиниши лозим. Ҳисобий узунликларни колонналарнинг учларини маҳкамлаш ҳақиқий кучларини ҳисобга олувчи ҳисобий схема асосида аниқлашга йўл қўйилади.

8.17 Транспортерли галереялар ясси таянчлари тармоқларининг ҳисобий узунлиги қуйидагига тенг деб олиниши керак:

галереянинг бўйлама йўналишида – таянч баландлигининг (асос остидан ферма ёки тўсин пастки белбоғининг ўқигача) ўзгармас кесимли устунлар учун уларнинг учларини маҳкамлаш шароитларига қараб аниқланадиган  $\mu$  коэффицентга кўпайтмасига;

кўндаланг йўналишда (таянч текислигида) – тугунларнинг марказлари ўртасидаги масофага, бунда таянчнинг заминда қисилган ва юқорида эркин таркибли ўзак сифатидаги умумий турғунлиги ҳам текширилиши лозим.

8.18 Сиқилган ва чўзилган элементларнинг чегаравий эгилувчанлиги  $K$  иловадан олиниши керак.

### 13-жадвал

Колоннанинг устки учини маҳкамлаш шароитлари	Колонна қисми учун $\mu$ коэффицентлари		
	қуйи қисм, бунда $J_2/J_1$		юқори қисм
	0,1 дан 0,3 гача	0,05 дан 0,1 гача	
Бўш уч	2,5	3,0	3,0
Фақат бурилишдан бошлаб маҳкамланган уч	2,0	2,0	3,0
Ҳаракатсиз, ошиқ-мошиққа тиралган уч	1,6	2,0	2,5
Ҳаракатсиз, бурилишдан бошлаб маҳкамланган уч	1,2	1,5	2,0

бу ерда  $l_1; J_1; N_1$  – тегишли равишда колонна қуйи қисмининг узунлиги, кесим инерция моменти ва бу ерда таъсир этувчи бўйлама куч;  
 $l_2; J_2; N_2$  – тегишли равишда колонна юқори қисмининг узунлиги, кесим инерция моменти ва бу ерда таъсир этувчи бўйлама куч.

## 9 БУКИЛУВЧИ ВА СИҚИЛГАН ЭЛЕМЕНТЛАР ДЕВОРЛАРИ ВА ВАРАҚСИМОН БЕЛБОҒЛАРИНИНГ ТУРҒУНЛИГИНИ ТЕКШИРИШ

### Тўсинларнинг деворлари

9.1 Тўсинларнинг деворлари уларнинг турғунлигини таъминлаш учун маҳкамланиши лозим:

деворнинг бутун баландлигига қўйилган кўндаланг асосий қовурғалар билан;

кўндаланг асосий ва бўйлама қовурғаралар билан;

кўндаланг асосий ва оралик калта қовурғалар ва бўйлама қовурға билан (бунда оралик калта қовурғалар сиқилган белбоғ ва бўйлама қовурға ўртасида жойлаштирилиши керак).

Деворнинг белбоғлар ва қўшни кўндаланг асосий бикрлик қовурғалари ўртасидаги тўғри бурчакли бўлимлари (пластиналар) турғунликка ҳисобланиши лозим. Бунда қуйидагилар текширилаётган пластинанинг ҳисобий ўлчамлари ҳисобланади:

$a$  – кўндаланг асосий қовурғаларнинг ўқлари ўртасидаги масофа;

$h_{ef}$  – деворнинг ҳисобий баландлиги (12-расм), у прокатли профиллардан тузилган тўсинларда ички бурилишлар бошланган жойлар ўртасидаги масофага, пайвандланган тўсинларда деворнинг тўлиқ баландлигига, белбоғлар ўта мустаҳкам болтлар билан уланган тўсинларда белбоғли бурчакларнинг тўсин ўқига энг яқин четлари ўртасидаги масофага, букилган профилларда (13-расм) – букилишларнинг четлари ўртасидаги масофага тенг;

$t$  – деворнинг қалинлиги.

9.2 Тўсинларнинг деворларини турғунликка ҳисоблаш кучланганлик ҳолатининг барча компонентлари ( $\sigma$ ,  $\tau$  ва  $\sigma_{loc}$ )ни ҳисобга олган ҳолда бажарилиши лозим.

$\sigma$ ,  $\tau$  ва  $\sigma_{loc}$  кучланишлар материал брутто кесимда эгилувчан ишлаши тахмин қилиниб,  $\varphi_b$  коэффицентни ҳисобга олмасдан аниқланиши лозим.

9.3 Деворнинг ҳисобий чегараси яқинидаги «мусбат» белги билан олинadиган сиқувчи кучланиш  $\sigma$  ва ўртача уринма кучланиш  $\tau$  қуйидаги формулалар бўйича аниқланиши лозим:

$$\sigma = \frac{M}{J_x} y; \tag{79}$$

$$\tau = \frac{Q}{th}, \tag{80}$$

бу ерда  $h$  – деворнинг тўлиқ баландлиги;

$M$  ва  $Q$  – бўлим доирасидаги момент ва кўндаланг кучнинг ўртача қийматлари;

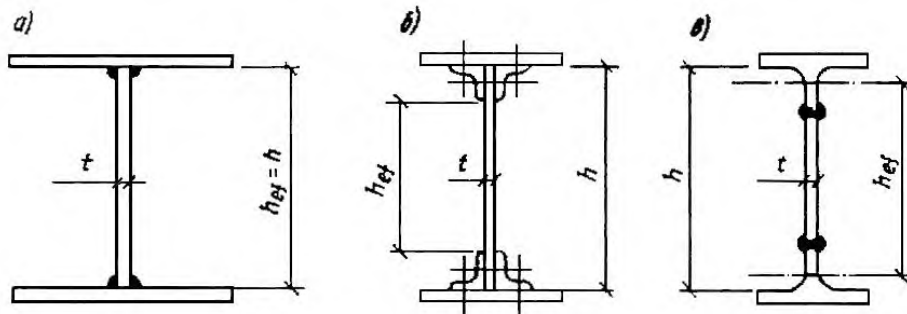
агар бўлимнинг узунлиги унинг ҳисобий баландлигидан катта бўлса,  $M$  ва  $Q$  кўпроқ даражада кучланган қисм учун бўлим баландлигига тенг узунлик билан ҳисоблаб чиқарилиши керак;

агар бўлим доирасида момент ёки кўндаланг куч белгисини ўзгартирса, уларнинг ўртача қийматлари бўлим қисмида битта белги билан ҳисобланиши лозим.

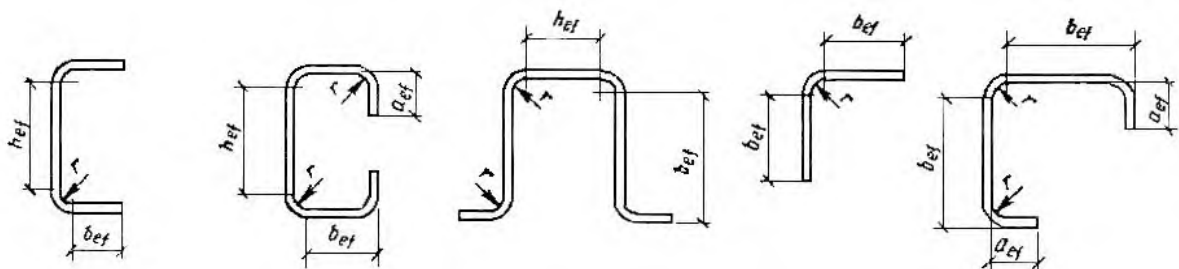
Жамланган юкланиш остидаги деворда  $\sigma_{loc}$  маҳаллий кучланиш ушбу меъёрларнинг 7.13 ва 15.38-бандлари талабларига мувофиқ аниқланиши керак ( $\gamma_{fl} = 1,1$  бўлганда).

Жамланган юкланиш чўзилган белбоққа берилган бўлимларда бир вақтнинг ўзида кучланган ҳолатнинг икки компоненти:  $\sigma$  ва  $\tau$  ёки  $\sigma_{loc}$  ва  $\tau$  ҳисобга олиниши лозим.

Белбоғ бир ёклама чоклари деворларнинг турғунлиги текширилганда (81) формула чап қисмининг қийматлари  $\bar{\lambda}_w < 3,8$  бўлганда 0,9% дан ва  $\bar{\lambda}_w \geq 3,8$  бўлганда % дан ошмайдиган тўсинларда қўлланиши керак.



12-расм. Таркибли тўсин деворнинг ҳисобий баландлиги



13-расм. Букилган профиллар кўндаланг кесимларининг схемалари

9.4 Агар (29) формула шартлари бажарилганда деворнинг шартли эгилювчанлиги

$$\bar{\lambda}_w = \frac{h_{ef}}{t} \sqrt{\frac{R_y}{E}}$$

қуйидаги қийматлардан ошмаса, тўсинлар деворларининг турғунлигини текшириш талаб этилмайди:

3,5 – икки томонли белбоғли чокларга эга тўсинларда маҳаллий кучланишлар мавжуд бўлмаганда;

3,2 – бир томонли белбоғли чокларга эга тўсинларда маҳаллий кучланишлар мавжуд бўлмаганда;

2,5 – икки томонли белбоғли чокларга эга тўсинларда маҳаллий кучланишлар мавжуд бўлганда.

9.10; 9.12 ва 9.13-бандларнинг талабларига мувофиқ кўндаланг асосий қовурғалар ўрнатилиши лозим.

9.5 Фақат кўндаланг асосий бикрлик қовурғалари билан маҳкамланган симметрик кесимли тўсинларнинг деворларини турғунликка ҳисоблаш, маҳаллий кучланиш мавжуд бўлмаганда ( $\sigma_{loc} = 0$ ) ва деворнинг шартли эгилувчанлиги  $\bar{\lambda}_w \leq 6$  бўлганда қуйидаги формула бўйича бажарилиши керак:

$$\sqrt{(\sigma/\sigma_{cr})^2 + (\tau/\tau_{cr})^2} / \gamma_c \leq 1, \quad (81)$$

бу ерда  $\gamma_c$  – ушбу меъёрларнинг F иловасидан олинандиган коэффициент;

$$\sigma_{cr} = \frac{c_{cr} R_y}{\bar{\lambda}_w^2}; \quad (82)$$

$$\tau_{cr} = 10,3 \left( 1 + \frac{0,76}{\mu^2} \right) \frac{R_s}{\bar{\lambda}_{ef}^2}. \quad (83)$$

(82) формулада  $c_{cr}$  коэффициент олиниси лозим:

пайвандланган тўсинлар учун – 14-жадвалдан  $\delta$  коэффициент қийматига қараб:

14-жадвал

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

$$\delta = \beta \frac{b_f}{h_{ef}} \left( \frac{t_f}{t} \right)^3, \quad (84)$$

бу ерда  $b_f$  ва  $t_f$  – тўсин сиқилган белбоғининг кенглиги ва қалинлиги;

$\beta$  – 15-жадвалдан олинувчи коэффициент; ўта мустаҳкам болтлардаги тўсинлар учун  $c_{cr} = 35,2$ .

15-жадвал

Тўсинлар	Сиқилган белбоғнинг иш шароитлари	$\beta$
Кран ости элементлари	Кран рельслари пайвандланмаган	2
	Кран рельслари пайвандланган	$\infty$
Бошқа элементлар	Плиталар узлуксиз тиралганда	$\infty$
	Бошқа ҳолларда	0,8

Изоҳ. Жамланган юкланиш чўзилган белбоққа берилган кран ости тўсинларининг бўлимлари учун  $\delta$  коэффициентни ҳисоблашда  $\beta = 0,8$  деб олиниси керак.



(83) формулада

$$\bar{\lambda}_{ef} = \frac{d}{t} \sqrt{\frac{R_y}{E}},$$

бу ерда  $d$  – пластина томонларидан энг кичиги ( $h_{ef}$  ёки  $a$ );

$\mu$  – пластика катта томонининг кичик томонига нисбати.

9.6 Пластик деформациялар ривожланишини ҳисобга олган ҳолда симметрик кесимли тўсинларнинг деворларини турғунликка ҳисоблаш маҳаллий кучланиш мавжуд бўлмаганда ( $\sigma_{loc} = 0$ ) ва  $\tau \leq 0,9R_s$ ,  $A_f/A_w \geq 0,25$ ;  $2,2 < \bar{\lambda}_w \leq 6$  бўлганда, қуйидаги формула бўйича бажарилиши лозим:

$$M/h^2_{ef} t (A_f/A_w + \alpha) R_y \gamma_c \leq 1, \quad (85)$$

бу ерда  $\alpha = 0,24 - 0,15(\tau/R_s)^2 - 8,5 \cdot 10^{-3}(\bar{\lambda}_w - 2,2)^2$ ,

бунда  $\gamma_c$  F иловадан олинади,  $\tau$  эса (80) формула бўйича аниқланиши керак.

9.7 Фақат кўндаланг асосий бикрлик қовурғалари билан маҳкамланган симметрик кесимли тўсинларнинг деворларини (14-расм) турғунликка ҳисоблаш, маҳаллий кучланиш мавжуд бўлмаганда ( $\sigma_{loc} \neq 0$ ) қуйидаги формула бўйича бажарилиши лозим:

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_{cr}} + \frac{\sigma_{loc}}{\sigma_{loc,cr}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2} / \gamma_c \leq 1, \quad (86)$$

бу ерда  $\gamma_c$  – ушбу меъёрларнинг F иловасидан олинади;

$\sigma$ ;  $\sigma_{loc}$ ;  $\tau$  – 9.2-банд талабларига мувофиқ аниқланади;

$\tau_{cr}$  – (83) формула бўйича аниқланади;

(86) формулада  $\sigma_{cr}$  ва  $\sigma_{loc,cr}$  қийматлари аниқланиши лозим:

а)  $a/h_{ef} \leq 0,8$  бўлса,  $\sigma_{cr}$  – (82) формула бўйича;

$$\sigma_{loc,cr} = \frac{c_1 R_y}{\bar{\lambda}^2 a}, \quad (87)$$

бу ерда  $c_1$  – пайвандланган тўсинлар учун  $a/h_{ef}$  нисбатга ва (84) формула бўйича аниқланувчи  $\delta$  қийматига қараб 16-жадвалдан, ўта мустаҳкам болтлардаги тўсинлар учун эса – 17-жадвалдан олинувчи коэффициент;

$$\bar{\lambda}_a = \frac{a}{t} \sqrt{R_y/E}.$$

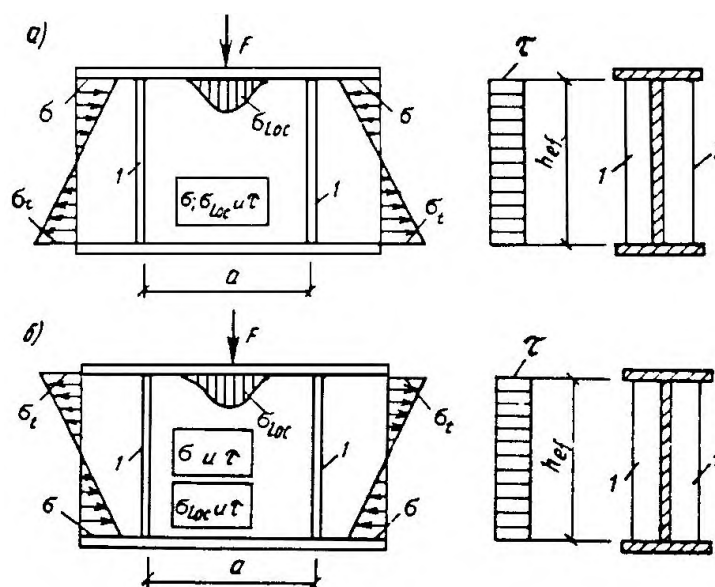
Агар чўзилган белбоғ юкланган бўлса, девор фақат  $\sigma_{loc}$  ва  $\tau$  ни ҳисобга олган ҳолда ҳисобланганда,  $\delta$  коэффициентни (84) формула бўйича аниқлашда  $b_f$  ва  $t_f$  юкланган чўзилган белбоғнинг тегишинча кенлиги ва қалинлиги деб олинади керак;

16-жадвал

$\delta$	$a / h_{ef}$ қуйдагига тенг бўлганда, пайвандланган тўсинлар учун $c_1$ қийматлари								
	$\leq 0,5$	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	$\geq 2,0$
$\leq 1$	11,5	12,4	14,8	18,0	22,1	27,1	32,6	38,9	45,6
2	12,0	13,0	16,1	20,4	25,7	32,1	39,2	46,5	55,7
4	12,3	13,3	16,6	21,6	28,1	36,3	45,2	54,9	65,1
6	12,4	13,5	16,8	22,1	29,1	38,3	48,7	59,4	70,4
10	12,4	13,6	16,9	22,5	30,0	39,7	51,0	63,3	76,5
$\geq 30$	12,5	13,7	17,0	22,9	31,0	41,6	53,8	68,2	83,6

17-жадвал

$a / h_{ef}$	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



14-расм. Кўндаланг асосий қовурғалар билан мустаҳкамланган тўсин схемаси  
 а – жамланган куч  $F$  сиқилган белбоққа берилган; б – жамланган куч чўзилган белбоққа берилган

б)  $a/h_{ef} > 0,8$  ва  $\sigma_{loc}/\sigma$  нисбат 18-жадвалда кўрсатилган қийматлардан катта бўлса,  $\sigma_{cr}$  – қуйидаги формула бўйича:

$$\sigma_{cr} = \frac{c_2 R_y}{\bar{\lambda}_w^2}, \quad (88)$$

бу ерда  $c_2$  – 19-жадвалдан аниқланувчи коэффициент;

$\sigma_{loc,cr}$  – (87) формула бўйича, унда  $a/h_{ef} > 2$  бўлганда  $a = 2h_{ef}$  деб олиниши керак;

в)  $a/h_{ef} > 0,8$  бўлганда ва  $\sigma_{loc}/\sigma$  нисбат 18-жадвалда кўрсатилган қийматлардан ортиқ бўлмаганда:

$\sigma_{cr}$  – (82) формула бўйича;

$\sigma_{loc,cr}$  – (87) формула бўйича, бироқ  $\bar{\lambda}_a$  ни аниқлашда (87) формулада ва 16-жадвалда  $a$  ўрнига  $0,5a$  ни қўйган ҳолда.

Барча ҳолларда  $\tau_{cr}$  бўлимнинг ҳақиқий ўлчамларига кўра аниқланиши лозим.

18-жадвал

Тўсинлар	$\delta$	$a / h_{ef}$ қуйидагига тенг бўлганда, $\sigma_{loc}$ чегаравий қийматлари							
		0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	$\geq 2,0$
Пайвандланган	$\leq 1$	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
	$\geq 30$	0	0,047	0,112	0,300	0,633	1,283	2,249	3,939
Ўта мустаҳкам болтларда	-	0	0,121	0,184	0,378	0,643	1,131	1,614	2,347

19-жадвал

$a / h_{ef}$	$\leq 0,8$	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	$\geq 2,0$
$c_2$	14-жадвал бўйича, яъни $c_2 = c_{cr}$	37,0	39,2	45,2	52,8	62,0	72,6	84,7

9.8 Кўндаланг асосий қовурғалардан ташқари бўлимнинг ҳисобий (сиқилган) чегарасидан  $h_1$  масофада жойлашган битта бўйлама бикрлик қовурғаси билан маҳкамланган симметрик кесимли тўсин деворида (15-расм) мазкур қовурға бўлимни ажратиб турган пластиналарнинг иккаласи алоҳида ҳисобланиши лозим:

а) сиқилган белбоғ ва бўйлама қовурға ўртасида жойлашган 3 пластина қуйидаги формула бўйича:

$$\left[ \frac{\sigma}{\sigma_{cr1}} + \frac{\sigma_{loc}}{\sigma_{loc,cr1}} + \left( \frac{\tau}{\tau_{cr1}} \right)^2 \right] / \gamma_c \leq 1, \quad (89)$$

бу ерда  $\gamma_c$  ушбу меъёрларнинг F иловасидан олинishi,  $\sigma$ ,  $\sigma_{loc}$  ва  $\tau$  эса 9.2-банд талабларига мувофиқ аниқланиши керак.

$\sigma_{cr1}$  ва  $\sigma_{loc,cr1}$  қийматлари қуйидаги формулалар бўйича аниқланиши лозим:

бунда  $\sigma_{loc} = 0$

$$\sigma_{cr1} = \frac{4,76 R_y}{1 - h_1/h_{ef} \bar{\lambda}_1^2}, \quad (90)$$

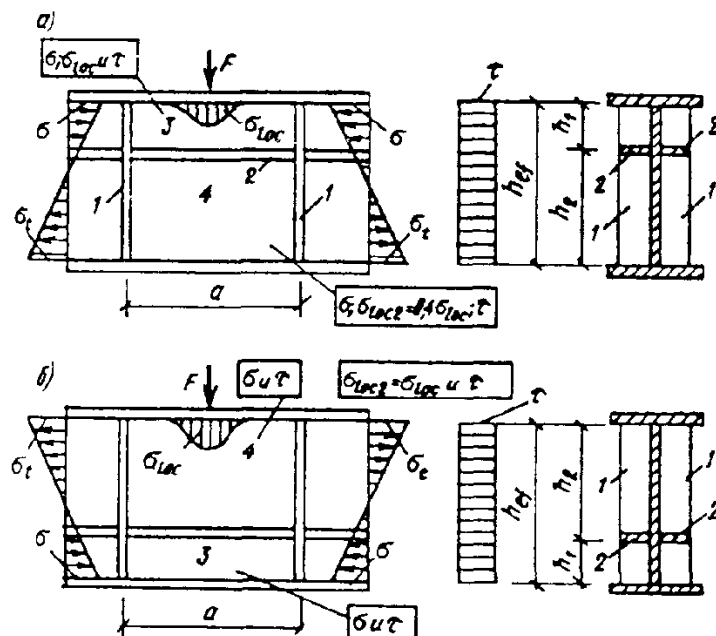
бу ерда  $\bar{\lambda}_1 = \frac{h_1}{t} \sqrt{\frac{R_y}{E}}$ ;

бунда  $\sigma_{loc} \neq 0$  ва  $\mu_1 = a/h_1 \leq 2$

$$\sigma_{cr1} = \frac{1,19 \nu R_y}{1 - h_1/h_{ef} \bar{\lambda}_1^2}, \quad (91)$$

$$\sigma_{loc,cr1} = (1,24 + 0,476 \mu_1) \nu \frac{R_y}{\bar{\lambda}_a^2}, \quad (92)$$

$$\left. \begin{aligned} \text{бу ерда } \psi &= \left( \mu_1 + \frac{1}{\mu_1} \right)^2; \\ \bar{\lambda}_a &= \frac{a}{t} \sqrt{\frac{R_y}{E}}. \end{aligned} \right\} \quad (93)$$



15-расм. Кўндаланг асосий қовурғалар ва бўйлама бикрлик қовурғаси билан маҳкамланган тўсин схемаси

а – сиқилган белбоққа берилган жамланган куч  $F$ ; б – чўзилган белбоққа берилган жамланган куч  $F$ ; 1 – кўндаланг асосий бикрлик қовурғаси; 2 – бўйлама бикрлик қовурғаси; 3 – сиқилган белбоғ ёнидаги пластина; 4 – чўзилган беобоғ ёнидаги пластина

Агар  $a/h_1 > 2$  бўлса,  $\sigma_{cr1}$  ва  $\sigma_{loc,cr1}$  ни ҳисоблашда  $a = 2h_1$  деб олиниши;  $\tau_{cr1}$  (83) формула бўйича унга текширилатган пластина ўлчамларини киритиш йўли билан аниқланаши лозим;

б) бўйлама қовурға ва чўзилган белбоғ ўртасида жойлашган 4 пластина қуйидаги формула бўйича:

$$\sqrt{\left[ \frac{\sigma(1 - 2h_1/h_{ef})}{\sigma_{cr2}} + \frac{\sigma_{loc2}}{\sigma_{loc,cr2}} \right]^2 + \left( \frac{\tau}{\tau_{cr2}} \right)^2} / \gamma_c \leq 1, \quad (94)$$

$$\text{бу ерда } \sigma_{cr2} = \frac{5,43 R_y}{(0,5 - h_1/h_{ef})^2 \bar{\lambda}_w^2}; \quad (95)$$

$\sigma_{loc,cr2}$  – (87) формула ва 16-жадвал бўйича,  $\delta = 0,8$  бўлганда  $a/h_{ef}$  нисбат қийматини  $a/(h_{ef} - h_1)$  қиймати билан алмаштирган ҳолда аниқланиши керак;

$\tau_{cr2}$  – (83) формула бўйича, унга текширилатган пластина ўлчамларини киритган ҳолда аниқланиши керак;

$\sigma_{loc2} = 0,4\sigma_{loc}$  – сиқилган белбоққа куч берилганда (15-расм, а);

$\sigma_{loc2} = \sigma_{loc}$  – чўзилган белбоққа куч берилганда (15-расм, б).

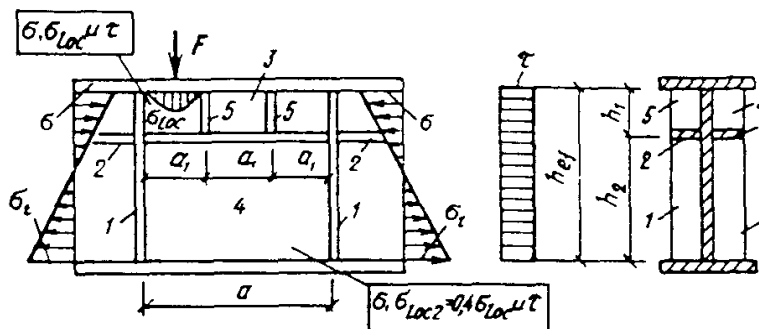
$\gamma_c$  коэффициент ушбу меъёрларнинг F иловасидан аниқланиши лозим.

9.9 3 пластина қўшимча калта қўндаланг қовурғалар билан маҳкамланганда улар бўйлама қовурғача етказилиши керак (16-расм).

Бу ҳолда 3 пластинани ҳисоблаш (89) ÷ (93) формулалар бўйича бажарилиши, уларда  $a$  катталиқ  $a_1$  катталиқ билан алмаштирилиши керак, бу ерда  $a_1$  – қўшни калта қовурғаларнинг ўқлари ўртасидаги масофа (16-расм); 4 пластинани ҳисоблаш 9.7-банд, б талабларига мувофиқ бажарилиши лозим.

9.10 Носимметрик кесимли (янада ривожланган сиқилган белбоғли) тўсинларнинг деворларини турғунликка ҳисоблаш 9.4, 9.6 ÷ 9.8-бандларнинг формулалари бўйича, қуйидаги ўзгаришларни ҳисобга олган ҳолда бажарилиши лозим:

фақат қўндаланг бикрлик қовурғалари билан мустаҳкамланган деворлар учун, (82) ва (88) формулаларда ва 19-жадвалда  $h_{ef}$  қиймати бўлимнинг нейтрал ўқидан ҳисобий (сиқилган) чегарасигача бўлган масофанинг иккиланмасига тенг деб олиними керак.  $a/h_{ef} > 0,8$  ва  $\sigma_{loc} \neq 0$  бўлса, 9.6, б ва 9.6, в бандларда кўрсатилган иккала ҳисоблаш  $\sigma_{loc}/\sigma$  қийматидан қатъи назар бажарилиши лозим;



16-расм. Қўндаланг асосий бикрлик қовурғалари билан (1), девор бўлимини сиқилган белбоғ ёнидаги пластина (3) ва чўзилган белбоғ ёнидаги пластинага (4) ажратувчи бўйлама бикрлик қовурғаси (2), шунингдек калта бикрлик қовурғалари (5) билан мустаҳкамланган тўсин схемаси

қўндаланг қовурғалар ва сиқилган зонада жойлашган битта бўйлама қовурға билан мустаҳкамланган деворлар учун:

а) (90), (91) ва (94) формулаларга  $h_1/h_{ef}$  ўрнига  $\alpha h_1/2h_{ef}$  киритилиши лозим;

б) (95) формулага  $(0,5 - h_1/h_{ef})$  ўрнига  $\left(\frac{1}{\alpha} - \frac{h_1}{h_{ef}}\right)$  киритилиши керак.

Бунда  $\alpha = \frac{\sigma - \sigma_t}{\sigma}$ ,

бу ерда  $\sigma_t$  - бўлимнинг ҳисобий чегараси яқинидаги четки (“манфий” белгили) чўзувчи кучланиш.

Ривожланган (юкланмаган) белбоғ билан боғлиқ ҳолда, турғунликка ҳисоблаш  $\sigma$  ва  $\tau$  кучланишлар бир вақтда таъсир этганда (97) формула бўйича бажарилиши лозим.

9.11 Деворларнинг тўсинлари қўндаланг бикрлик қовурғалари билан мустаҳкамланиши лозим, башарти тўсин деворининг шартли эгилувчанлиги қийматлари  $\bar{\lambda}_w$  ҳаракатчан юкланиш мавжуд бўлмаганда 3,2 дан ва тўсин белбоғида ҳаракатчан юкланиш мавжуд бўлганда 2,2 дан ортиқ бўлса.

Асосий кўндаланг қовурғалар ўртасидаги масофа  $\bar{\lambda}_w > 3,2$  бўлганда  $2h_{ef}$  дан,  $\bar{\lambda}_w \leq 3,2$  бўлганда эса  $2,5h_{ef}$  дан ошмаслиги керак.

Агар тўсин девори 9.4, 9.6 – 9.9-бандларга мувофиқ текширувларни қаноатлантирса ва тўсиннинг умумий турғунлиги 7.16-банд, а ёки 7.16-банд, б талабларини бажариш орқали таъминланган бўлса, қовурғалар ўртасидаги юқорида кўрсатилган масофаларни  $3h_{ef}$  қийматиғача оширишга йўл қўйилади, бунда  $l_{ef}/b$  қийматлари сиқилган белбоғ учун устки белбоққа берилган куч учун 2-жадвал формулалари бўйича аниқланувчи қийматлардан ошмаслиги керак.

Катта ҳаракатсиз жамланган юклар тушувчи жойларда ва таянчларда кўндаланг қовурғалар ўрнатилиши лозим.

Фақат кўндаланг қовурғалар билан мустаҳкамланган деворда уларнинг бўртиб турувчи қисмининг кенглиги  $b_h$  жуфт симметрик қовурға учун  $h_{ef}/30 + 40$  мм дан; бир томонлама қовурға учун  $- h_{ef}/24 + 50$  мм дан кам бўлмаслиги; қовурға қалинлиги  $t_s$   $2b_h \sqrt{R_y/E}$  дан кам бўлмаслиги керак.

Тўсинларнинг деворларини деворга перо билан пайвандланувчи якка бурчаклардан иборат бир томонлама кўндаланг қовурғалар билан мустаҳкамлашга йўл қўйилади. Бундай қовурғанинг унга энг яқин девор қирраси билан мос келувчи ўққа нисбатан ҳисоблаб чиқариладиган инерция моменти жуфт симметрик қовурға учун белгилангандан кам бўлмаслиги керак.

9.12 Девор битта бўйлама қовурға билан мустаҳкамланганда бикрлик қовурғалари кесимларининг зарурий инерция моментлари  $J_s$  аниқланиши лозим:

кўндаланг қовурғалар учун – қуйидаги формула бўйича

$$J_s = 3h_{ef}t^3; \quad (96)$$

бўйлама қовурға учун – 20-жадвал формулалари бўйича унинг чегаравий қийматларини ҳисобга олган ҳолда.

Бўйлама ва кўндаланг қовурғалар деворнинг бир томонида жойлашганда улардан ҳар бири кесимларининг инерция моментлари деворнинг қовурғага энг яқин қирраси билан мос келувчи ўққа нисбатан ҳисоблаб топилади.

Кўндаланг ва бўйлама бикрлик қовурғалари бўртиқ қисмининг минимал ўлчамлари 9.10-банд талабларига мувофиқ олиниши керак.

20-жадвал

$h_1/h_{ef}$	Бўйлама қовурға кесимининг зарурий инерция моменти $J_{sl}$	Чегаравий қийматлар	
		минимал $J_{sl,min}$	максимал $J_{sl,max}$
0,20	$(2,5 - 0,5a / h_{ef}) \times a^2 t^3 / h_{ef}$	$1,5h_{ef}t^3$	$7h_{ef}t^3$
0,25	$(1,5 - 0,4a / h_{ef}) \times a^2 t^3 / h_{ef}$	$1,5h_{ef}t^3$	$3,5h_{ef}t^3$
0,30	$1,5h_{ef}t^3$	-	-

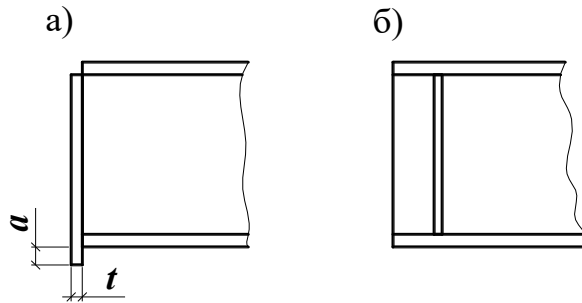
Изоҳ.  $J_{sl}$  оралиқ қийматлар  $h_1/h_{ef}$  учун ҳисобланганда чизиқли интерполяцияга йўл қўйилади.

9.13 Таркибли кесимли тўсин деворининг таянч устидаги қисми у бикрлик қовурғалари билан мустаҳкамланганда текисликдан бўйлама букилишга таянчли реакция билан юкланган устун сингари ҳисобланиши керак.

Мазкур устуннинг ҳисобий кесимига бикрлик қовурғасининг кесими ва қовурғанинг ҳар бир томонидаги деворнинг  $0,65t \sqrt{E/R_y}$  кенгликдаги бўлаклари киритилиши лозим. Устуннинг ҳисобий узунлиги девор баландлигига тенг деб олиниши лозим.

Таянч қовурғаларнинг пастки ён юзалари (17-расм) рандаланган ёки тўсиннинг пастки белбоғи жойига зич мосланган ёки пайвандланган бўлиши керак. Мазкур кесимлардаги кучланишлар таянч реакцияси таъсир этганда ошмаслиги лозим: биринчи ҳолда (17-расм, а) – прокатли пўлатнинг  $a \leq 1,5t$  бўлганда эзилиш  $R_p$  га ва  $a > 1,5t$  бўлганда сиқилиш  $R_y$  га; иккинчи ҳолда (17-расм, б) – эзилиш  $R_p$  га ҳисобий қаршилигидан.

Таянч қовурғаси тўсиннинг пастки белбоғига пайвандланган ҳолда пайванд чоклари таянч реакция таъсирига ҳисобланиши лозим.



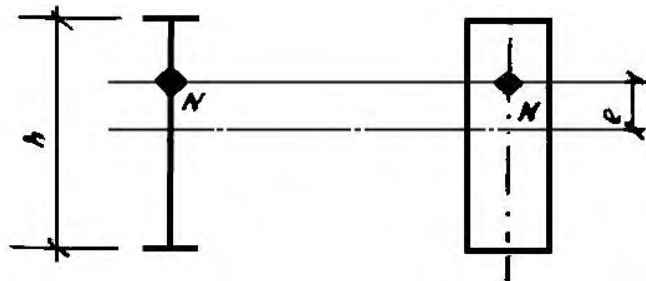
17-расм. Таянч бикрлик қовурғаси қурилмасининг схемаси

а – ён юзада рандалаш орқали; б – ён юзадан узоқда пастки белбоғ жойига зич мослаган ёки пайвандлаган ҳолда

9.14 Устки белбоққа жамланган куч берилган ерда жойлашган бир томонлама бикрлик қовурғаси деворнинг ўрта текислигидан устун ҳисобий кесимининг оғирлик марказигача бўлган масофага тенг эксцентриситет билан сиқилган устун сифатида ҳисобланиши лозим. Мазкур устуннинг ҳисобий кесимига бикрлик қовурғасининг кесими ва қовурғанинг ҳар бир томонидаги деворнинг  $0,65t\sqrt{E/R_y}$  кенгликдаги бўлаклари киритилиши керак. Устуннинг ҳисобий узунлиги девор баландлигига тенг деб олиниши лозим.

### Марказда, марказдан сиртда сиқилган ва сиқилган-букилувчи элементларнинг деворлари

9.15 Девор ҳисобий баландлигининг қалинликка нисбати  $h_{ef} / t$  марказда сиқилган ( $m = 0$ ), шунингдек 18-расм бўйича марказдан сиртда сиқилган ва сиқилган-букилувчи элементларда ( $m > 0$ ), 9.15-бандда кўрсатилган ҳолатлардан ташқари, қоида тариқасида,  $\bar{\lambda}_{uw}\sqrt{E/R_y}$  қийматларидан ошмаслиги керак, бу ерда  $\bar{\lambda}_{uw}$  қийматлари 21-жадвалдан аниқланиши лозим.



18-расм. Қўштаврли ва қутисимон кесимли марказдан сиртда сиқилган элементлар схемаси

9.16 (54) формула бўйича ҳисобланувчи қўштаврли ва қутисимон кесимли марказдан сиртда сиқилган ва сиқилган-букилувчи элементлар (18-расм) учун девор ҳисобий баландлиги  $h_{ef}$  нинг қалинлик  $t$  га нисбати  $\alpha = (\sigma - \sigma_1) / \sigma$  қийматига қараб

аниқланиши ( $\sigma$  – деворнинг ҳисобий чегараси яқинидаги “мусбат” белгиси билан олинган ва  $\varphi_e, \varphi_{exy}$  ёки  $c\varphi$  коэффициентларни ҳисобга олмасдан аниқланган энг катта сиқувчи кучланиш;  $\sigma_1$  – деворнинг қарама-қарши ҳисобий чегараси яқинидаги тегишли кучланиш) ва қуйидагича аниқланувчи қийматлардан ортиқ олинмаслиги керак:

$\alpha \leq 0,5$  бўлса, ушбу меъёрларнинг 9.14-банди бўйича;

$\alpha \geq 1$  бўлса, қуйидаги формула бўйича:

$$\frac{h_{ef}}{t} = 4,35 \sqrt{\frac{(2\alpha - 1)E}{\sigma(2 - \alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4\beta^2})}} \leq 3,8 \sqrt{\frac{E}{R_y}} \quad (97)$$

бу ерда  $\beta = 1,4(2\alpha - 1)\frac{\tau}{\sigma}$  (бунда  $\tau = \frac{Q}{th}$  – кўрилаётган кесимдаги ўртача уринма

кучланиш);

$0,5 < \alpha < 1$  бўлса,  $\alpha = 0,5$  ва  $\alpha = 1$  бўлган ҳолатларда ҳисоблаб чиқарилган қийматлар ўртасидаги чизиқли интерполяция билан.

9.17 Қўштаврли ва қутисимон бўлмаган кесимли (таврли кесим бундан мустасно) марказдан сиртдан сиқилган ва сиқилган-букилувчи элементлар учун  $h_{ef}/t_w$  нисбатларнинг 9.15-бандда белгиланган қийматлари 0,75 коэффициентга кўпайтирилиши лозим.

9.18 Шартли эгилувчанлиги  $\bar{\lambda}$  0,8 дан 4 гача бўлган марказда, марказдан сиртда сиқилган ва сиқилган-букилувчи таврли кесимли элементлар учун тавр девори ҳисобий баландлигининг қалинликка нисбати  $1 \leq b_f/h_{ef} \leq 2$  бўлганда қуйидаги формула бўйича аниқланувчи қийматлардан ошмаслиги керак:

$$\frac{h_{ef}}{t} = (0,4 + 0,07\bar{\lambda}) \left( 1 + 0,25 \sqrt{2 - \frac{b_f}{h_{ef}}} \right) \sqrt{\frac{E}{R_y}} \quad (98)$$

бу ерда  $b_f$  – тавр токчасининг кенглиги;

$h_{ef}$  – тавр деворининг ҳисобий баландлиги.

$\bar{\lambda} < 0,8$  ёки  $\bar{\lambda} > 4$  қийматларда (98) формулада тегишли равишда  $\bar{\lambda} = 0,8$  ёки  $\bar{\lambda} = 4$  деб олиниши керак.

Элемент кесими чегаравий эгилувчанликка мувофиқ тайинланганда, шунингдек ҳисоблаш йўли билан тегишинча асосланганда  $h_{ef}/t$  энг катта қийматлари  $\sqrt{R_y \varphi_m / \sigma}$  коэффициентга кўпайтирилиши лозим (бу ерда  $\varphi_m = \varphi$  ёки  $\varphi_m = \varphi_e$ ,  $\sigma = N/A$ ), аммо бу коэффициент 1,25 дан ошмаслиги керак.

9.19 Қўштаврли кесимли марказдан сиқилган элементларда ҳисобий баландлиги  $h_{ef}$  бўлган ва ўртада жойлашган жуфт бўйлама қовурға билан мустақамланган деворлар учун  $h_{ef}/t$  нинг 9.14-бандда белгиланган қиймати  $J_{sl}/(h_{ef}t^3) \leq 6$  шартларда қуйидаги формула бўйича аниқланувчи коэффициент  $\beta$  га кўпайтирилиши керак:

$$\beta = 1 + 0,4 \frac{J_{sl}}{h_{ef}t^3} \left( 1 - 0,1 \frac{J_{sl}}{h_{ef}t^3} \right) \quad (99)$$

бу ерда  $J_{sl}$  – бўйлама қовурға кесимининг инерция моменти.



Марказдан сиртда сиқилган ёки сиқилган-букилувчи элемент девори инерция моменти  $J_{sl} \geq 6h_{ef}t^3$  бўлган, девор ўртасида жойлашган бўйлама бикрлик қовурғаси билан мустақамланганда, деворнинг белбоғ ва қовурға ўқи ўртасидаги энг кўп юкланган қисми алоҳида пластина сифатида қаралиши ва 9.14 ёки 9.15-бандларнинг талабларига мувофиқ текширилиши лозим.

Қовурға деворнинг бир томонида жойлашган ҳолда унинг инерция моменти деворнинг энг яқин қирраси билан туташ ўққа нисбатан ҳисобланиши керак.

Бўйлама бикрлик қовурғалари элементларнинг ҳисобий кесимларига киритилиши лозим.

Бўйлама қовурға девор гофри кўринишида бажарилган ҳолда  $h_{ef}$  ни ҳисоблашда гофрнинг ёйилган узунлиги ҳисобга олиниши керак.

Бўйлама бикрлик қовурғалари бўртиқ қисмининг минимал ўлчамлари ушбу меъёрларнинг 9.10-банди талабларига мувофиқ олиниши лозим.

9.20  $h_{ef}/t$  ҳақиқий қиймати 9.14-бандга мувофиқ аниқланувчи қийматдан (марказда сиқилган элементлар учун кўпи билан икки баравар) ортиқ бўлган ҳолларда ҳисоблаш формулаларида  $A$  қиймати сифатида девор баландлиги  $h_{red}$  билан бирга ҳисоблаб топилган  $A_{red}$  қиймати олиниши керак (қутисимон кесимда кесим ҳосил қилувчи ва букилиш текислигига тегишинча параллел ва перпендикуляр жойлашган пластиналар учун  $h_{red}$  ва  $h_{red1}$  аниқланади):

$$\text{қўштаврли ва швеллерли кесимлар учун } A_{red} = A - (h_{ef} - h_{red})t;$$

қутисимон кесим учун:

$$\text{марказда сиқилганда } A_{red} = A - 2(h_{ef} - h_{red})t - 2(h_{ef1} - h_{red1})t;$$

марказдан сиртда ва букилиш билан сиқилганда

$$A_{red} = A - 2(h_{ef} - h_{red})t_w.$$

$h_{red}$  қийматлари аниқланиши лозим:

швеллерли кесимли марказда сиқилган элементлар учун қуйидаги формула бўйича:

$$h_{red} = t\bar{\lambda}_{uw}\sqrt{E/R_y}, \quad (100)$$

бу ерда  $\bar{\lambda}_{uw}$  – швеллерли кесимли деворнинг шартли эгилувчанлиги бўлиб, у 21-жадвалдан олинади;

қўштаврли ва қутисимон кесимли марказда сиқилган элементлар учун қуйидаги формула бўйича:

$$h_{red} = t \left[ \bar{\lambda}_{uw} - \left( \frac{\bar{\lambda}_w}{\bar{\lambda}_{uw}} - 1 \right) (\bar{\lambda}_{uw} - k) \right] \sqrt{\frac{E}{R_y}}, \quad (101)$$

бу ерда  $\bar{\lambda}_{uw}$  – тегишли кесимли деворнинг шартли эгилувчанлиги бўлиб, у  $m=0$  бўлганда 21-жадвалдан олинади;

$\bar{\lambda}_w = \frac{h_{ef}}{t} \sqrt{\frac{R_y}{E}}$  – деворнинг шартли эгилувчанлиги бўлиб,  $h_{red1}$  ни ҳисоблашда

$\bar{\lambda}_{w1} = \frac{h_{ef1}}{t_1} \sqrt{\frac{R_y}{E}}$  га тенг деб олинади;

$k$  – коэффициент бўлиб, у қўштаврли кесим учун  $k = 1,2 + 0,15\bar{\lambda}$  га ( $\bar{\lambda} > 3,5$  бўлса,  $\bar{\lambda} = 3,5$  деб олиниси керак) ва қутисимон кесим учун  $k = 2,9 + 0,2\bar{\lambda} - 0,7\bar{\lambda}_w$  га ( $\bar{\lambda}_w > 2,3$  бўлса,  $\bar{\lambda}_w = 2,3$  деб олиниси керак) тенг деб олинади; бу ерда  $\bar{\lambda}$  – элементнинг 21-жадвалдан олинган шартли эгилувчанлиги;

марказдан сиртда сиқилган ва сиқилган-букилувчи элементлар учун (101) формула бўйича, бу ерда  $\bar{\lambda}_{uw}$  қиймати 21-жадвалдан,  $k$  қиймати эса  $\bar{\lambda} = \bar{\lambda}_1$  шартга кўра аниқланиши лозим.

Девор ҳисобий баландлигининг кўрсатилган ўзгаришлари фақат (3), (49), (59) ва (60) формулалар бўйича ҳисоблашда  $A$  кесим юзасини аниқлаш учун олиниси керак.

21-жадвал

Нисбий эксцентриситет	Элемент кесими	$\bar{\lambda}$ ва $\bar{\lambda}_1$ қиймати	$\bar{\lambda}_{uw}$ ни аниқлаш учун формулалар
$m = 0$	Қўштаврли	$\bar{\lambda} < 2,0$ $\bar{\lambda} \geq 2,0$	$\bar{\lambda}_{uw} = 1,30 + 0,15 \bar{\lambda}^2$ $\bar{\lambda}_{uw} = 1,20 + 0,35 \bar{\lambda}$ , аммо 2,3 дан ортиқ эмас
	Қутисимон, швеллерли прокатли	$\bar{\lambda} < 1,0$ $\bar{\lambda} \geq 1,0$	$\bar{\lambda}_{uw} = 1,2$ $\bar{\lambda}_{uw} = 1,0 + 0,2 \bar{\lambda}$ , аммо 1,6 дан ортиқ эмас
	Швеллерли; прокатлидан ташқари	$\bar{\lambda} < 0,8$ $\bar{\lambda} \geq 0,8$	$\bar{\lambda}_{uw} = 1,0$ $\bar{\lambda}_{uw} = 0,85 + 0,19 \bar{\lambda}$ , аммо 1,6 дан ортиқ эмас
$m \geq 1,0$	Қўштаврли, қутисимон	$\bar{\lambda}_1 < 2,0$ $\bar{\lambda}_1 \geq 2,0$	$\bar{\lambda}_{uw} = 1,30 + 0,15 \bar{\lambda}_1^2$ $\bar{\lambda}_{uw} = 1,20 + 0,35 \bar{\lambda}_1$ , аммо 3,1 дан ортиқ эмас

21-жадвалда қабул қилинган белгилар:

$\bar{\lambda}$  – элементнинг шартли эгилувчанлиги бўлиб, у турғунликка ҳисоблашда марказда сиқилишга олинади;

$\bar{\lambda}_1$  – элементнинг шартли эгилувчанлиги бўлиб, у турғунликка ҳисоблашда моментнинг амал қилиш текислигида олинади.

Изоҳлар:

1. Қутисимон кесимларга тўғри бурчакли (таркибли, букилган тўғри бурчакли ва квадрат) туташ профиллар киради.

2. Қутисимон кесимда  $m > 0$  бўлганда  $\bar{\lambda}_{uw}$  қиймати букувчи момент текислигига параллел девор учун аниқланиши лозим.

3.  $0 < m < 1,0$  бўлса,  $\bar{\lambda}_{uw}$  қиймати  $m = 0$  ва  $m = 1,0$  шартларда аниқланган қийматлар ўртасидаги чизиқли интерполяция билан аниқланиши лозим.

9.21  $h_{ef}/t \geq 2,3\sqrt{E/R_y}$  бўлса, яхлит колонналарнинг деворлари бири иккинчисидан  $(2,5 \div 3)h_{ef}$  масофада жойлашган кўндаланг бикрлик қовурғалари билан мустаҳкамланиши лозим; жўнатилаётган ҳар бир элементда камида иккита қовурға бўлиши керак.

Кўндаланг бикрлик қовурғалари бўртиқ қисмининг минимал ўлчамлари ушбу меъёрларнинг 9.10-бандига мувофиқ олиниси лозим.

**Марказда, марказдан сиртда сиқилган, сиқилган-букилувчи ва букилувчи элементларнинг varaқсимон белбоғлари (токчалари)**

9.22 Varaқсимон белбоғлар (токчалар) осилмасининг ҳисобий кенглиги  $b_{ef}$  қуйидаги масофага тенг деб олиниси лозим: пайвандли элементларда – девор қиррасидан (бир тарафлама чокларда деворнинг чок томонидаги қиррасидан) varaқсимон белбоғ (токча) четигача бўлган масофага; прокатли профилларда – ички бурилиш бошланган жойдан токча четигача бўлган масофага; букилган профилларда (13-расм) – девор бурилган жойнинг четидан varaқсимон белбоғ (токча) четигача бўлган масофага.

9.23 Шартли эгилувчанлиги  $\bar{\lambda}$  0,8 дан 4 гача бўлган марказда, марказдан сиртда сиқилган ва сиқилган-букилувчи элементларда varaқсимон белбоғ (токча) осилмаси ҳисобий кенглиги  $b_{ef}$  нинг қалинлик  $t$  га нисбати 22-жадвал формулалари бўйича аниқланувчи қийматлардан ортиқ олинмаслиги керак.

$\bar{\lambda} < 0,8$  ёки  $\bar{\lambda} > 4$  бўлса, 22-жадвал формулаларида тегишли равишда  $\bar{\lambda} = 0,8$  ёки  $\bar{\lambda} = 4$  олиниси лозим.

22-жадвал

Токча (varaқсимон белбоғ) ва элемент кесимининг тавсифи	$\frac{b_{ef}}{t}$ энг катта нисбатлари
Ҳошияланмаган қўштавр ва тавр	$\frac{b_{ef}}{t} = (0,36 + 0,10\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}}$
Қовурға билан ҳошияланган қўштавр ва тавр	$\frac{b_{ef}}{t} = (0,54 + 0,15\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}}$
Ҳошияланмаган тенг токчали бурчаклар ва букилган профиллар (швеллер бундан мустасно)	$\frac{b_{ef}}{t} = (0,40 + 0,07\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}}$
Тенг токчали бурчаклар ва букилган профиллар қовурғаси билан ҳошияланган	$\frac{b_{ef}}{t} = (0,50 + 0,18\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}}$
Ҳошияланмаган катта нотенг токчали бурчак ва швеллер токчаси	$\frac{b_{ef}}{t} = (0,43 + 0,08\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}}$
Қовурға билан ҳошияланган ва планкалар билан кучайтирилган букилган профиллар	$\frac{b_{ef}}{t} = (0,85 + 0,19\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}}$

9.24 Букилувчи элементларда сиқилган белбоғ осилмаси кенглиги  $b_{ef}$  нинг қалинлик  $t$  га нисбати 23-жадвал бўйича аниқланувчи қийматлардан ортиқ олинмаслиги керак.

9.25 Токча ҳошияловчи қовурғасининг токча ўқидан бошлаб ўлчанувчи баландлиги  $a_{ef}$  планкалар билан кучайтирилмаган элементларда (13-расм)  $0,3b_{ef}$  дан, планкалар билан кучайтирилган элементларда эса –  $0,2b_{ef}$  дан кам бўлмаслиги лозим, бунда қовурға қалинлиги  $2a_{ef} \sqrt{R_y/E}$  кам бўлмаслиги керак.

9.26 Қутисимон кесимли марказда сиқилган элементларда белбоғ ҳисобий кенглигининг қалинликка энг катта нисбати  $b_{ef}/t$  21-жадвалдан қутисимон кесимли деворлар учун сингари олиниси лозим.

Қутисимон кесимли марказдан сиртда сиқилган ва сиқилган-букилувчи элементларда  $b_{ef}/t$  энг катта нисбати олиниши лозим:

$$m \leq 0,3 \text{ бўлса, марказда сиқилган элементлар учун сингари;}$$

$$m \geq 1,0 \text{ ва } \bar{\lambda} \leq 2 + 0,04m \text{ бўлса, } b_{ef}/t = \sqrt{E/R_y};$$

$$m \geq 1,0 \text{ ва } \bar{\lambda} > 2 + 0,04m \text{ бўлса, } b_{ef}/t = (0,4 + 0,3\bar{\lambda})(1 - 0,01m) \sqrt{\frac{E}{R_y}}.$$

Нисбий эксцентриситет қийматлари  $0,3 < m < 1$  бўлганда,  $b_{ef}/t$  энг катта нисбатлари  $b_{ef}/t$  нинг  $m = 0,3$  ва  $m = 1$  шартларда ҳисоблаб чиқарилган қийматлари ўртасидаги чизикли интерполяция билан аниқланиши лозим.

23-жадвал

Букилувчи элементларни ҳисоблаш	Осилма тавсифи	$\frac{b_{ef}}{t}$ нисбатининг энг катта қийматлари
Эгиловчан деформациялар доирасида	Ҳошияланмаган	$\frac{b_{ef}}{t} = 0,5 \sqrt{\frac{E}{R_y}}$
	Қовурға билан ҳошияланган	$\frac{b_{ef}}{t} = 0,75 \sqrt{\frac{E}{R_y}}$
Пластик деформациялар ривожланишини ҳисобга олган ҳолда <sup>1)</sup>	Ҳошияланмаган	$b_{ef}/t = 0,11h_{ef}/t_w$ , аммо $0,5\sqrt{E/R_y}$ дан ортиқ эмас
	Қовурға билан ҳошияланган	$b_{ef}/t = 0,16h_{ef}/t_w$ , аммо $0,75\sqrt{E/R_y}$ дан ортиқ эмас
<p><sup>1)</sup> <math>h_{ef}/t_w \leq 2,7\sqrt{E/R_y}</math> бўлса, <math>b_{ef}/t</math> нисбатининг энг катта қиймати олиниши лозим:</p> <p>ҳошияланмаган осилма учун <math>b_{ef}/t = 0,3\sqrt{E/R_y}</math> ;</p> <p>қовурға билан ҳошияланган осилма учун <math>b_{ef}/t = 0,45\sqrt{E/R_y}</math> .</p> <p>23-жадвалда қабул қилинган белгилар:  <math>h_{ef}</math> – тўсиннинг ҳисобий баландлиги;  <math>t_w</math> – тўсин деворининг қалинлиги.</p>		

9.27 Марказда, марказдан сиртда сиқилган ва сиқилган-букилувчи элементларнинг кесимлари чегаравий эгиловчанлик бўйича, букилувчи элементларнинг кесимлари эса – чегаравий эгилишлар бўйича тайинланганда, шунингдек ҳисоблаш йўли билан тегишли равишда асосланганда осилма ҳисобий кенглиги қалинликка нисбати  $b_{ef}/t$  нинг энг катта қийматлари  $\sqrt{R_y \varphi_m / \sigma}$  коэффициентга кўпайтирилиши, аммо бу коэффициент 1,25 дан ортиқ бўлмаслиги керак. Бу ерда олиниши лозим:

марказда, марказдан сиртда сиқилган ва сиқилган-букилувчи элементлар учун:  $\varphi_m$  –  $\varphi, \varphi_e, \varphi_{exy}, c\varphi$  қийматларининг элемент турғунлигини текширишда фойдаланилган жнг кичиги:

$$\sigma = N/A;$$

букилувчи элементлар учун:  $\varphi_m = 1;$

$\sigma$  – икки қиймат  $\sigma = \frac{M}{W\varphi_b}$  ёки  $\sigma = \frac{M_x}{J_x}y \pm \frac{M_y}{J_y}x$  дан каттаси.

## 10 ВАРАҚСИМОН КОНСТРУКЦИЯЛАР ҲИСОБИ

### Мустаҳкамликка ҳисоблаш

10.1 Моментсиз кучланган ҳолатда турган варақсимон конструкциялар (айланиш қобиклари)ни мустаҳкамликка ҳисоблаш қуйидаги формула бўйича бажарилиши лозим:

$$\sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x\sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2} / R_y \gamma_c \leq 1, \quad (102)$$

бу ерда  $\sigma_x$  ва  $\sigma_y$  – икки ўзаро перпендикуляр йўналишлар бўйича нормал кучланишлар;

$\gamma_c$  – конструкцияларнинг иш шароитлари коэффиценти бўлиб, у sanoat корхоналари иншоотларини лойиҳалаш меъёрларининг талабларига мувофиқ тайинланади.

Бунда асосий кучланишларнинг мутлақ қийматлари ҳисобий қаршилиқларнинг  $\gamma_c$  га қўпайтирилган қийматларидан ортиқ бўлмаслиги керак.

10.2 Суюқлик, газ ёки сочилувчан материал босими остида бўлган юпқа деворли моментсиз айланиш қобиклари (19-расм)даги кучланишлар қуйидаги формулалар бўйича аниқланиши лозим:

$$\frac{\sigma_1}{r_1} + \frac{\sigma_2}{r_2} = \frac{p}{t}; \quad (103)$$

$$\sigma_1 = \frac{F}{2\pi r t \cos\beta}, \quad (104)$$

бу ерда  $\sigma_1$  ва  $\sigma_2$  – тегишли равишда меридионал ва ҳалқали кучланиш;

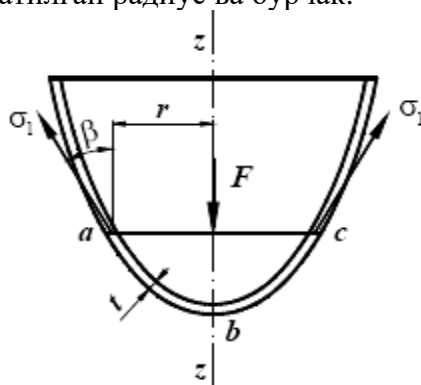
$r_1$  ва  $r_2$  – қобик ўрта юзасининг асосий йўналишларидаги эгрилик радиуслари;

$p$  – қобикнинг юза бирлигига тушувчи ҳисобий босим;

$t$  – қобик қалинлиги;

$F$  – қобикнинг  $abc$  қисмига таъсир этувчи тўлиқ ҳисобий босимнинг қобик  $z - z$  ўқиға проекцияси (19-расм);

$r$  ва  $\beta$  – 19-расмда кўрсатилган радиус ва бурчак.



19-расм. Айланиш қобиғи схемаси

10.3 Ички бир текис босим остида бўлган юпқа деворли моментсиз берк айланиш қобикларидаги кучланишлар қуйидаги формулалар бўйича аниқланиши лозим:

цилиндрсимон қобиклар учун

$$\sigma_1 = \frac{pr}{2t} \text{ ва } \sigma_2 = \frac{pr}{t}; \quad (105)$$

доирасимон қобиклар учун

$$\sigma_1 = \sigma_2 = \frac{pr}{2t}; \quad (106)$$

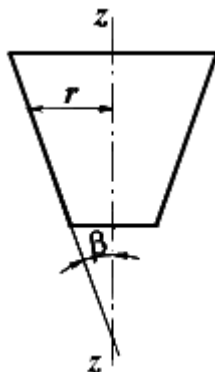
конуссимон қобиклар учун

$$\sigma_1 = \frac{pr}{2t \cos \beta} \text{ ва } \sigma_2 = \frac{pr}{t \cos \beta}, \quad (107)$$

бу ерда  $p$  – қобикнинг юза бирлигига тушувчи ҳисобий ички босим;

$r$  – қобик ўрта юзасининг радиуси (20-расм);

$\beta$  – конус ҳосил қилувчи ва унинг  $z$ - $z$  ўқи ўртасидаги бурчак (20-расм).



20-расм. Конуссимон айланиш қобиғи схемаси

10.4 Қобикларнинг шакли ёки қалинлиги ўзгарган, шунингдек юкланиш ўзгарган жойларда маҳаллий кучланишлар (қирра эффекти) ҳисобга олиниши лозим.

### Турғунликка ҳисоблаш

10.5 Параллел ҳосил қилувчи билан бир текис сиқилган берк айланали цилиндрсимон айланиш қобикларини турғунликка ҳисоблаш қуйидаги формула бўйича бажарилиши лозим:

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_{cr1} \gamma_c} \leq 1, \quad (108)$$

бу ерда  $\sigma_1$  – қобикдаги ҳисобий кучланиш;

$\sigma_{cr1} = \psi R_y$  ёки  $cEt/r$  қийматларининг энг кичигига тенг бўлган критик кучланиш (бу ерда  $r$  – қобик ўрта юзасининг радиуси;  $t$  – қобик қалинлиги).

$\psi$  коэффицентларнинг қийматлари  $0 < r/t \leq 300$  бўлганда қуйидаги формула бўйича аниқланиши лозим:

$$\psi = 0,97 - \left( 0,00025 + 0,95 \frac{R_y}{E} \right) \frac{r}{t}. \quad (109)$$

$c$  коэффицентларнинг қийматлари 24-жадвалдан аниқланиши керак.

24-жадвал

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

Параллел ҳосил қилувчи марказдан сиртда сиқилган ёки диаметрал текисликда соф букилган ҳолда, энг катта момент жойида уринма кучланишлар  $0,07E(t/r)^{3/2}$  қийматларидан ошмаганда,  $\sigma_{cr1}$  кучланиш  $(1,1 - 0,1\sigma'_1/\sigma_1)$  барабар кўпайтирилиши лозим, бу ерда  $\sigma'_1$  – энг кичик кучланиш (чўзувчи кучланиш манфий деб ҳисобланиши керак).

10.6 Сиқилган ёки сиқилган-букилувчи ўзақлар сингари ҳисобланувчи қувурларда, шартли эгилювчанлик  $\bar{\lambda} = \lambda\sqrt{R_y/E} \geq 0,65$  бўлган ҳолда қуйидаги шарт бажарилиши лозим:

$$r/t \leq 3,14\sqrt{E/R_y}. \quad (110)$$

Бундай қувурларни турғунликка ҳисоблаш ушбу меъёрлар 7-бўлимнинг талабларига мувофиқ деворларнинг турғунликка ҳисобидан қатъи назар бажарилиши керак.

Агар  $r/t$  қиймати (110) формула бўйича аниқланувчи қийматларнинг ярмидан ошмаса, чоксиз ёки электр пайвандланган қувурларнинг деворларини турғунликка ҳисоблаш талаб этилмайди.

10.7 Икки ҳосил қилувчи ҳамда йўналтирувчининг икки ёйи бўйлаб тиралган, ҳосил қилувчилар ёқалаб бир текис сиқилган цилиндрсимон панель,  $b^2/(rt) \leq 20$  бўлганда (бу ерда  $b$  – йўналтирувчининг ёйи бўйича ўлчанган панкель кенглиги), турғунликка пластина сингари қуйидаги формулалар бўйича ҳисобланиши лозим:

ҳисобий кучланиш  $\sigma \leq 0,8R_y$  бўлса,

$$\frac{b}{t} \leq 1,9\sqrt{\frac{E}{\sigma}}; \quad (111)$$

ҳисобий кучланиш  $\sigma = R_y$  бўлса,

$$\frac{b}{t} \leq 37/\sqrt{1 + 500\frac{R_y}{E}}; \quad (112)$$

$0,8R_y < \sigma < R_y$  бўлса,  $b/t$  энг катта нисбати чизиқли интерполяция билан аниқланиши лозим.

Агар  $b^2/(rt) > 20$  бўлса, панель турғунликка қобиқ сингари 10.5-банд талабларига мувофиқ ҳисобланиши лозим.

10.8 Берк айланали цилиндрсимон айланиш қобиғини турғунликка ҳисоблаш ён юзага нисбатан нормал бўлган ташқи бир текис босим  $p$  таъсир этганда қуйидаги формула бўйича бажарилиши лозим:

$$\frac{\sigma_2}{\sigma_{cr2}\gamma_c} \leq 1, \quad (113)$$

бу ерда  $\sigma_2 = pr/t$  – қобикдаги ҳисобий ҳалқали кучланиш;

$\sigma_{cr2}$  – критик кучланиш бўлиб, у қуйидаги формулалар бўйича аниқланади:

$0,5 \leq l/r \leq 10$  бўлса,

$$\sigma_{cr2} = 0,55E(r/l)(t/r)^{3/2}; \quad (114)$$

$l/r \geq 20$  бўлса,

$$\sigma_{cr2} = 0,17E(t/r)^2; \quad (115)$$

$10 < l/r < 20$  бўлганда,  $\sigma_{cr2}$  кучланиш чизиқли интерполяция билан аниқланиши лозим. Бу ерда  $l$  – цилиндрсимон қобик узунлиги.

Ўқлар ўртасида  $s \geq 0,5 r$  кадамда жойлашган ҳалқали қовурғалар билан мустаҳкамланган аини шу қобик турғунликка (113) ÷ (115) формулалар бўйича, уларга  $l$  ўрнига  $s$  қийматларини қўйиб ҳисобланиши лозим.

Бу ҳолда қовурғанинг ўз текислигида сиқилган ўзак сифатида турғунлиги шарти 7.3-банд талабларига мувофиқ қаноатлантирилиши керак, бунда  $N = prs$  ва ўзакнинг ҳисобий узунлиги  $l_{ef} = 1,8r$ ; аини ҳолда қовурға кесимида қобикнинг қовурға ўқида нисбатан ҳар бир томонда кенглиги  $0,65t\sqrt{E/R_y}$  бўлган қисмлари киритилиши, ўзакнинг шартли эгилувчанлиги  $\bar{\lambda} = \lambda\sqrt{R_y/E}$  6,5 дан ошмаслиги керак.

Бир томонли бикрлик қовурғаси қўлланилганда унинг инерция моменти қобикнинг энг яқин юзаси билан мос келувчи ўққа нисбатан ҳисобланиши лозим.

10.9 Ушбу меъёрларнинг 10.5 ва 10.8-бандларида кўрсатилган кучлар бир вақтда таъсир этувчи берк айланали цилиндрсимон айланиш қобиғини турғунликка ҳисоблаш қуйидаги формула бўйича бажарилиши лозим:

$$\left( \frac{\sigma_1}{\sigma_{cr1}} + \frac{\sigma_2}{\sigma_{cr2}} \right) / \gamma_c \leq 1, \quad (116)$$

бу ерда  $\sigma_{cr1}$  10.5-банд талабларига мувофиқ,  $\sigma_{cr2}$  эса – 10.8-банд талабларига мувофиқ аниқланиши лозим.

10.10 Конуслик бурчаги  $\beta \leq 60^\circ$  бўлган, ўй бўйлаб  $N$  билан сиқилган конуссимон айланиш қобиғи (21-расм)ни турғунликка ҳисоблаш қуйидаги формула бўйича бажарилиши лозим:

$$\frac{N}{N_{cr}\gamma_c} \leq 1, \quad (117)$$

бу ерда  $N_{cr}$  – критик куч бўлиб, у қуйидаги формуладан аниқланади:

$$N_{cr} = 6,28r_m t \sigma_{cr1} \cos^2 \beta, \quad (118)$$

бу ерда  $t$  – қобик қалинлиги;

$\sigma_{cr1}$  – 10.5-банд талабларига мувофиқ  $r$  радиусни  $r_m$  радиус билан алмаштириш йўли билан аниқланган кучланиш қиймати, бунда



$$r_m = \frac{0,9r_2 + 0,1r_1}{\cos \beta}. \quad (119)$$

10.11 Конуссимон айланиш қобиғини турғунликка ҳисоблаш ён юзага нисбатан нормал бўлган ташқи бир текис босим  $p$  таъсир этганда қуйидаги формула бўйича бажарилиши лозим:

$$\frac{\sigma_2}{\sigma_{cr2}\gamma_c} \leq 1, \quad (120)$$

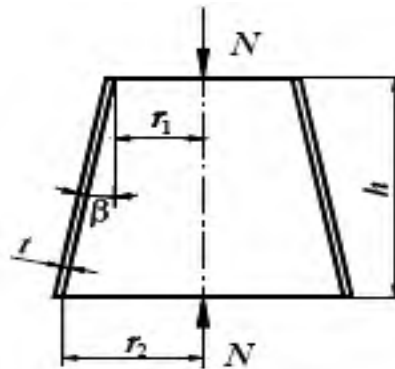
бу ерда  $\sigma_2 = pr_m/t$  – қобикдаги ҳисобий ҳалқали кучланиш;

$\sigma_{cr2}$  – критик кучланиш бўлиб, у қуйидаги формуладан аниқланади:

$$\sigma_{cr2} = 0,55E(r_m/h)(t/r_m)^{3/2}, \quad (121)$$

бу ерда  $h$  – конуссимон қобик баландлиги (асослар ўртасида);

$r_m$  – (119) формула бўйича аниқланувчи радиус.



21-расм. Бўйлама сиқиш кучи таъсири остидаги конуссимон айланиш қобиғи схемаси

10.12 Ушбу меъёрларнинг 10.10 ва 10.11-бандларида кўрсатилган кучлар бир вақтда таъсир этувчи конуссимон айланиш қобиғини турғунликка ҳисоблаш қуйидаги формула бўйича бажарилиши лозим:

$$\left( \frac{N}{N_{cr}} + \frac{\sigma_2}{\sigma_{cr2}} \right) / \gamma_c \leq 1; \quad (122)$$

бу ерда  $N_{cr}$  ва  $\sigma_{cr2}$  қийматлари (10.17) ва (10.20) формулалар бўйича аниқланиши керак.

10.13 Тўлиқ доирасимон қобикни (ёки унинг сегментини) турғунликка ҳисоблаш  $r/t \leq 750$  бўлганда ва унинг юзасига нисбатан нормал бўлган ташқи бир текис босим  $p$  таъсир этганда қуйидаги формула бўйича бажарилиши лозим:

$$\frac{\sigma}{\sigma_{cr}\gamma_c} \leq 1, \quad (123)$$

бу ерда  $\sigma = pr/2t$  – ҳисобий кучланиш;

$\sigma_{cr} = 0,1Et/r - R_y$  дан ошиқ эмас деб олинувчи критик кучланиш;

$r$  – доира ўрта юзасининг радиуси.

## Металл мембранали конструкцияларни ҳисоблашга қўйиладиган асосий талаблар

10.14 Мембранали конструкцияларни ҳисоблашда мембрана зихларининг контур эгилувчан элементларига тиралиши тиралиш чизиғи бўйлаб ошиқ-мошиқли ва контур элементларига силжишни узатишга қодир деб ҳисобланиши лозим.

10.15 Мембранали конструкцияларни ҳисоблаш мембрана ва контур элементларининг биргаликдаги иши асосида, уларнинг деформацияланган ҳолатини ва мембрананинг геометрик ночизиқлигини ҳисобга олган ҳолда амалга оширилиши лозим.

10.16 Мембрана зихлари бўйлаб тақсимланган нормал ва уринма кучланишлар таянч контурининг тангенциал текисликда сиқилиши ва букилиши билан мувозанатга солинган деб ҳисобланиши лозим.

Мембранали конструкциялар контурининг таянч элементларини ҳисоблашда қуйидагилар ҳисобга олиниши лозим:

тангенциал текисликдаги букилиш;

контур элементларидаги ўкли сиқилиш;

мембрананинг контур элементлари билан контакт чизиғи бўйлаб уринма кучланишлар таъсиридаги сиқилиш;

вертикал текисликдаги букилиш.

10.17 Мембрана контур элементлари кесимининг оғирлик марказига нисбатан эксцентриситет билан маҳкамланганда, контурларни ҳисоблашда 10.16-бандда кўрсатилган омиллардан ташқари буралиш ҳисобга олиниши лозим.

10.18 Текисликда юмалоқ бўлган ясси мембраналар марказидаги кучланишларни аниқлашда таянч контур деформацияланмайдиган ҳисобланади деб олишга йўл қўйилади.

10.19 Деформацияланувчи контурда маҳкамланган эллипссимон мембрана марказидаги кучланишларни аниқлаш учун 10.18-банд талабларини радиус қийматини эллипсининг катта бош ярим ўқи қиймати билан алмаштириш орқали қўллашга йўл қўйилади (катта ярим ўқнинг кичик ярим ўққа нисбати 1,2 дан ортиқ бўлмаслиги керак).

## 11 ПЎЛАТ КОНСТРУКЦИЯЛАРНИНГ ЭЛЕМЕНТЛАРИНИ ТОЛИҚИШГА ҲИСОБЛАШ

11.1 Толиқишга олиб келиши мумкин бўлган, кўп карра таъсир этувчи ҳаракатчан, вибрацион ёки юклашлар цикллариининг сони  $10^5$  ва ундан ортиқ бўлган бошқа турдаги юкланишларни бевосита қабул қилувчи пўлат конструкциялар ва уларнинг элементлари (кран ости тўсинлари, иш майдончалари тўсинлари, бункерли ва юк тушириш эстакадалари конструкцияларининг элементлари, двигателлар остига конструкциялар ва бошқ.) кучланишлар сезиларли даражада жамланишига олиб келмайдиган конструктив ечимларни қўллаган ҳолда лойиҳаланиши ва толиқишга ҳисоблаш йўли билан текширилиши лозим.

Юклашлар цикллариининг сони фойдаланишга оид технологик талабларга мувофиқ олиниши керак.

Антенналар, мўрилар, мачталар, миноралар каби баланд иншоотлар ва юк кўтариш-транспорт қурилмаларининг шамол таъсиридаги резонансга текширилувчи конструкциялари толиқишга ҳисоблаш йўли билан текширилиши лозим.

Конструкцияларни толиқишга ҳисоблаш меъёрларнинг юкланишлар ва таъсирларга оид талабларига мувофиқ белгиланувчи юкланишлар таъсирига амалга оширилиши керак.

11.2 Толиқишга ҳисоблаш қуйидаги формула бўйича бажарилиши лозим:

$$\frac{\sigma_{\max}}{\alpha R_v \gamma_v} \leq 1, \quad (124)$$

бу ерда  $R_v$  – толиқиш ҳисобий қаршилиги бўлиб, у L.2 жадвалдан олинади.

$\alpha$  – юклашлар цикллари сони  $n$  ни ҳисобга олувчи коэффициент бўлиб, у қуйидагича аниқланади:

$n > 3,9 \cdot 10^6$  бўлса, қуйидаги формулалар бўйича:

1 ва 2 элементлар гуруҳлари учун

$$\alpha = 0,064 \left( \frac{n}{10^6} \right)^2 - 0,5 \left( \frac{n}{10^6} \right) + 1,75; \quad (125)$$

3 – 8 элементлар гуруҳлари учун

$$\alpha = 0,07 \left( \frac{n}{10^6} \right)^2 - 0,64 \left( \frac{n}{10^6} \right) + 2,2; \quad (126)$$

бунда  $n \geq 3,9 \cdot 10^6$   $\alpha = 0,77$ ;

$\gamma_v$  – кучланган ҳолат тури ва кучланишларнинг носимметрия коэффициенти  $\rho = \sigma_{\min} / \sigma_{\max}$  га қараб 25-жадвалдан аниқланувчи коэффициент;

бу ерда  $\sigma_{\max}$  ва  $\sigma_{\min}$  – ҳисобланаётган элементда нетто кесимга мувофиқ, динамиклик коэффициентини ва  $\varphi, \varphi_e, \varphi_b$  коэффициентларни ҳисобга олмасдан аниқланган, мутлақ қийматга кўра тегишинча энг катта ва энг кичик кучланишлар.

Ҳар хил қийматли кучланишларда кучланишлар носимметрия коэффициенти “манфий” белгиси билан олинishi лозим.

(124) формула бўйича толиқишга ҳисоблашларда  $\alpha R_v \gamma_v$  кўпайтмаси  $R_u / \gamma_u$  дан ошмаслиги керак.

11.3 Юклашлар цикллариининг сони  $10^5$  дан кам бўлмаган юкланишларни бевосита қабул қилувчи пўлат конструкциялар ва уларнинг элементлари кучланишлар сезиларли даражада жамланишига олиб келмайдиган конструктив ечимларни қўллаган ҳолда лойиҳаланиши ва зарур ҳолларда кам циклли мустақкамликка ҳисоблаш йўли билан текширилиши лозим.

25-жадвал

$\sigma_{\max}$	Кучланишлар носимметрия коэффициенти $\rho$	$\gamma_v$ коэффициентни аниқлаш учун формулалар
Чўзилиш	$-1 \leq \rho \leq 0$	$\gamma_v = \frac{2,5}{1,5 - \rho}$
	$0 < \rho \leq 0,8$	$\gamma_v = \frac{2,0}{1,2 - \rho}$
	$0,8 < \rho < 1$	$\gamma_v = \frac{1,0}{1 - \rho}$
Сиқилиш	$-1 \leq \rho < 1$	$\gamma_v = \frac{2}{1 - \rho}$

## 12 ПЎЛАТ КОНСТРУКЦИЯЛАРНИНГ ЭЛЕМЕНТЛАРИНИ МЎРТ БУЗИЛИШНИ ҲИСОБГА ОЛИБ, ҲИСОБЛАШ

Марказий ва марказдан ташқари чўзилган элементларни, ҳамда конструкциянинг эгилувчан элементларининг чўзилиш зоналарини, мўрт бузилишга қаршилиқни инобатга олган ҳолда, қуйидаги формула бўйича мустаҳкамликка текшириш керак:

$$\frac{\gamma_u}{\beta R_u} \sigma_{\max} \leq 1, \quad (127)$$

Бу ерда,  $\sigma_{\max}$  - нетто кесими бўйича динамиклик коэффициентлари ва  $\varphi_b$ ; ни инобатга олмаган ҳолда ҳисобланган, элементнинг ҳисобланган кесимида энг катта чўзувчи кучланиш;

$\beta$  - L.3-жадвал бўйича қабул қилинадиган коэффициент.

Мўрт бузилишни ҳисобга олган ҳолда мустаҳкамликка текшириладиган элементларни, мазкур меъёрларнинг 7-бўлими талабларига мувофиқ ҳисоблар билан белгиланган кесим майдонини оширишни талаб этмайдиган қилиб лойиҳалаш зарур.

## 13 ПЎЛАТ КОНСТРУКЦИЯЛАРНИНГ БИРИКМАЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ

### Пайванд бирикмалар

13.1 Туташган пайванд бирикмаларни марказий чўзилиш ёки сиқилишга қуйидаги формула бўйича ҳисоблаш керак:

$$\frac{N}{t l_w R_{wy} \gamma_c} \leq 1, \quad (128)$$

Бу ерда  $t$  - бирлаштириладиган элементларнинг энг кичик қалинлиги;

$l_w$  - чокнинг ҳисобланган узунлиги, у  $2t$  га камайтирилган тўлиқ узунлигига ёки чок учлари туташувдан ташқарига чиқса, унинг тўлиқ узунлигига тенг.

7.2-бандга мувофиқ ҳисобланган конструкция элементларининг пайванд туташган бирикмаларини ҳисоблаганда, (128) формулада  $R_{wy}$  ўрнига  $R_{wu} / \gamma_u$  ни қабул қилиш керак.

13.2 Бурчак чокли пайванд бирикмаларни, бўйлама ва кўндаланг кчлар таъсирида икки кесим бўйича кесишга (шартли) ҳисоблаш керак (22-расм):

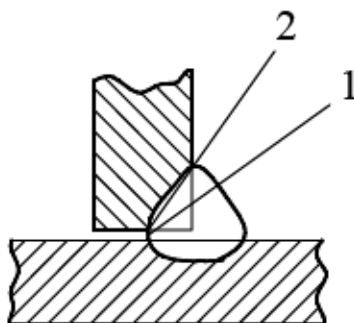
Чок метали бўйича (1-кесим)

$$N / (\beta_f k_f l_w R_{wf} \gamma_c) \leq 1; \quad (129)$$

Эриш чегараси метали бўйича (2-кесим)

$$N / (\beta_z k_f l_w R_{wz} \gamma_c) \leq 1, \quad (130)$$

Бу ерда,  $l_w$  – чокнинг тўлиқ узунлигидан 10 мм.га камроқ олинган, чокнинг ҳисобланган узунлиги;



22-расм. Бурчак чокли пайванд бирикманинг ҳисобланган кесимларининг схемаси  
1 – чок металли бўйича кесим; 2 – чок металли бўйича эриш чегараси металли бўйича кесим

$\beta_f$  ва  $\beta_z$  – пўлатдан элементларни пайвандлаганда, қабул қилинадиган коэффициентлар:

оқувчанлик чегараси  $530 \text{ Н/мм}^2$  гача бўлганда – 26-жадвал бўйича;

оқувчан чегараси  $530 \text{ Н/мм}^2$  дан ортиқ бўлганда, пайвандлаш тури, чок жойлашувчи ва пайванд сими диаметридан қатъий назар  $\beta_f = 0,7$  ва  $\beta_z = 1$ ;

Ўлчамлари ҳисоблашга мувофиқ аниқланган бурчак чоклар учун, оқувчанлик чегараси  $285 \text{ Н/мм}^2$  гача бўлган пўлатдан элементларда, чок металли бўйича кесишга ҳисобланган  $R_{wf}$  қаршилиги  $R_{wz}$  дан ортиқ бўлиши керак, қўлда пайвандлашда эса, эриш чегараси металли бўйича кесишга ҳисобланган  $R_{wz}$  қаршилигидан камида 1.1 маротабага ортиқ бўлган, аммо  $R_{wz} \beta_z / \beta_f$  қийматидан ошмаган электрод ва пайванд симини қўллаш керак, оқувчанлик чегараси  $285 \text{ Н/мм}^2$  дан ортиқ пўлатдан тайёрланган элементларда эса, қуйидаги шартга жавоб берувчи электрод ва пайванд сими қўлланилиши мумкин:

$$R_{wz} < R_{wf} \leq R_{wz} \beta_z / \beta_f.$$

Электрод ёки пайвандлаш симини танлаганда, конструкциялар гуруҳларини инобатга олиш керак.

13.3 Бурчак чокли пайванд бирикмаларни чок жойлашган текисликка перпендикуляр текисликда момент таъсирига ҳисоблашни, икки кесимда қуйидаги формулалар бўйича бажариш керак:

чок металли бўйича

$$\frac{M}{W_f R_{wf} \gamma_c} \leq 1; \quad (131)$$

эриш чегараси металли бўйича

$$\frac{M}{W_z R_{wz} \gamma_c} \leq 1, \quad (132)$$

Бу ерда,  $W_f$  - чок металли бўйича ҳисобланган кесимнинг қаршилик momenti;

$W_z$  - эриш чегараси металли бўйича ҳисобланган кесимнинг қаршилик momenti.

26-жадвал

Пайванд симининг диаметри $d$ , мм да пайвандлаш усули	Чок ҳолати	Коэффициент	Чоклар катетларида $\beta_f$ ва $\beta_z$ коэффициентлар қиймати, мм			
			3-8	9-12	14-16	18 ва ортиқроқ
$d = 3 - 5$ да автоматик	Қайиқча шаклида	$\beta_f$	1,1			0,7
		$\beta_z$	1,15			1,0
	Пастки	$\beta_f$	1,1	0,9		0,7
		$\beta_z$	1,15	1,05		1,0
$d = 1,4 - 2$ да автоматик ва ярим автоматик	Қайиқча шаклида	$\beta_f$	0,9		0,8	0,7
		$\beta_z$	1,05		1,0	
	Пастки, горизонтал, вертикал	$\beta_f$	0,9	0,8	0,7	
		$\beta_z$	1,05	1,0		
$d < 1,4$ да яхлит кесимли сим билан ёки кукунли сим билан қўлда; ярим автоматик	Қайиқча шаклида, пастки, горизонтал, вертикал, шифтга оид	$\beta_f$	0,7			
		$\beta_z$	1,0			
Изоҳ. Коэффициентлар қиймати пайвандлашнинг нормал режимига мувофиқ.						

Бурчак чокли пайванд бирикмаларни чок жойлашган текисликда момент таъсирига ҳисоблашни, икки кесимда қуйидаги формулалар бўйича бажариш керак:

чок металл бўйича

$$\frac{M}{(J_{fx} + J_{fy})R_{wf}\gamma_c} \sqrt{x^2 + y^2} \leq 1; \quad (133)$$

эриш чегараси металл бўйича

$$\frac{M}{(J_{zx} + J_{zy})R_{wz}\gamma_c} \sqrt{x^2 + y^2} \leq 1, \quad (134)$$

Бу ерда,  $J_{fx}$  ва  $J_{fy}$  – чок металл бўйича унинг асосий ўқларига нисбатан ҳисобланган кесимнинг инерция моментлари;

$J_{zx}$  ва  $J_{zy}$  - эриш чегараси металл бўйича ҳисобланган кесимнинг асосий ўқларига нисбатан инерция моментлари;

$x$  ва  $y$  – чокларнинг ҳисобланган кесимининг оғирлик марказидан энг узоқ масофада бўлган чок нуктанинг, ушбу кесимнинг бош ўқларига нисбатан координаталари.

13.4 Сифатнинг физикавий назоратсиз тайёрланган пайванд улашиш бирикмаларни, бир вақтнинг ўзида битта кесимда нормал ва уринма кучланишлар таъсир қилганда, (29) формула бўйича текшириш керак, унда  $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$  ва  $R_y$  қийматларини

тегишлича:  $\sigma_x = \sigma_{wx}$  ва  $\sigma_y = \sigma_{wy}$  - пайванд бирикмада иккита ўзаро перпендикуляр йўналишда нормал кучланишлар сифатида;  $\tau_{xy} = \tau_{wxy}$  - пайванд бирикмада уринма кучланиш;  $R_y = R_{wy}$  сифатида қабул қилиш керак.

13.5 Бурчак чокли пайванд бирикмаларни бир вақтнинг ўзида бўйлама ва кўндаланг кучлар ва момент таъсирига ҳисоблаганда, қуйидаги шартлар бажарилиши керак:

$$\frac{\tau_f}{R_{wf} \gamma_c} \leq 1 \text{ ва } \frac{\tau_z}{R_{wz} \gamma_c} \leq 1, \quad (135)$$

Бу ерда  $\tau_f$  ва  $\tau_z$  - ҳисобланган кесимда тегишлича чок металл ва эриш чегараси металл бўйича кучланишлар, улар бўйлама ва кўндаланг кучлар ва момент билан вужудга келтирилган кучланишларнинг геометрик йиғиндисига тенг.

### Болтли бирикмалар

13.6 Болтли бирикмаларда, бирикманинг оғирлик маркази орқали ўтувчи  $N$  бўйлама кучи таъсир кўрсатганда, мазкур куч болтлар ўртасида тақсимланишини тенг деб қабул қилиш керак.

13.7 Битта болт томонидан қабул қилиниши мумкин бўлган ҳисобланган  $N_b$  кучланишни қуйидаги формулалар бўйича ҳисоблаш керак:

кесишга:

$$N_b = R_{bs} \gamma_b A n_s; \quad (136)$$

эзилишга:

$$N_b = R_{bp} \gamma_b d \sum t; \quad (137)$$

чўзилишга:

$$N_b = R_{bt} A_{bn}, \quad (138)$$

Бу ерда  $R_{bs}, R_{bp}, R_{bt}$  - болтли бирикмаларнинг ҳисобланган қаршиликлари;

$d$  – болт ўзагининг ташқи диаметри;

$A = \pi d^2 / 4$  - болт ўзаги кесимининг ҳисобланган майдони;

$A_{bn}$  - болтнинг нетто кесими майдони;

$\sum t$  - битта йўналишда эзилаётган элментларнинг энг кам йиғинди қалинлиги;

$n_s$  – битта болтнинг ҳисобланган кесилишларининг сони;

$\gamma_b$  - бирикма иши шароитларининг коэффиценти, коэффицент F.2-жадвал бўйича қабул қилинади.

13.8 Бирикмада  $N$  бўйлама кучи таъсирида болтларнинг сонини –  $n$  қуйидаги формула бўйича аниқлаш керак:

$$n \geq \frac{N}{\gamma_c N_{\min}} \quad (139)$$

Бу ерда,  $N_{\min}$  – мазкур меъёрлар 13.7-банди талабларига мувофиқ ҳисобланган, битта болт учун ҳисобланалиган кучланишнинг энг паст қиймати.

13.9 Бирикмага бирлаштирилаётган элементлар силжишини вужудга келтирадиган момент таъсир қилганда, болтларга кучланишлар тақсимланишини, бирикманинг оғирлик марказидан кўрилаётган болтгача масофаларга мутаносиб қабул қилиш керак.

13.10 Бир вақтнинг ўзида кесиш ва чўзишга ишловчи болтларни алоҳида кесишга ва алоҳида чўзишга текшириш керак.

Бўйлама куч ва моментнинг бир вақтдаги таъсиридан кесишга ишловчи болтларни тенг таъсир этувчи кучланишга текшириш керак.

13.11 Битта элемент бошқа элементга қистирма ёки бошқа оралиқ элемент орқали уланган бўлса, ҳамда бир томонли қопламали бирикмаларда, болтлар сони ҳисобланган болтлар сонига нисбатан 10% га кўпроқ бўлиши керак.

Бурчак ёки швеллерларнинг чиқиб турувчи токчаларини майда элемент билан қотирганда, битта токчани маҳкамловчи болтларнинг сони, ҳисобланган болтлар сонига нисбатан 50% га кўпроқ бўлиши керак.

### Ўта мустаҳкам болтларда бирикмалар

13.12 Ўта мустаҳкам болтлардан бирикмаларни, бирлаштирилаётган элементларнинг туташган текисликларида ўта мустаҳкам болтлар чўзилиши натижасида вужудга келадиган ишқаланиш орқали тутатиш жойида ва маҳкамловчи мосламаларда таъсир кўрсатувчи кучланишлар узатилиши тахминидан келиб чиқиб ҳисоблаш керак. Бунда болтлар ўртасида бўйлама куч тақсимланишини бир хил деб қабул қилиш керак.

13.13 Битта ўта мустаҳкам болт билан тортиб маҳкамланган элементларнинг ҳар бир ишқаланиш юзаси билан қабул қилиниши мумкин бўлган ҳисобланган кучланиш  $Q_{bh}$  қуйидаги формула бўйича аниқланиши керак

$$Q_{bh} = \frac{R_{bh} \gamma_b A_{bn} \mu}{\gamma_h}, \quad (140)$$

Бу ерда,  $R_{bh}$  - ўта мустаҳкам болтнинг чўзилишга ҳисобланган қаршилиги;

$\mu$  - 27-жадвал бўйича қабул қилинадиган ишқаланиш коэффиценти;

$\gamma_h$  - 27-жадвал бўйича қабул қилинадиган ишқончилилик коэффиценти;

$A_{bn}$  - болтнинг нетто кесими майдони;

$\gamma_b$  - бирикманинг иш шароитлари коэффиценти, у ҳисобланган кучланишни қабул қилиш учун зарур бўлган болтлар сони  $n$  га боғлиқ, ва қуйидагиларга тенг олинади:

$n < 5$  бўлганда 0,8;

$5 \leq n < 10$  бўлганда 0,9;

$n \geq 10$  бўлганда 1,0.

Бўйлама куч таъсир қилганда бирикмада ўта мустаҳкам болтлар сони  $n$  ни қуйидаги формула бўйича аниқлаш керак

$$n \geq \frac{N}{Q_{bh} k \gamma_c}, \quad (141)$$

Бу ерда  $k$  – қўшилаётган элементларнинг ишқаланиш юзалари сони.



Ўта мустаҳкам болтнинг тортилишини  $P = R_{bh} A_{bn}$  ўқ кучланиши билан амалга ошириш керак.

27-жадвал

Кўшилаётган юзаларга ишлов бериш (тозалаш) усули	Болтлар тортилишини созлаш усули	Ишқалан иш коэффициентлари $\mu$	Юкланишда ва тешиқлар ва болтларнинг номинал диаметрларининг $\delta$ , мм фарқида $\gamma_h$ коэффициентлари	
			динамик ва $\delta = 3-6$ да; статик ва $\delta = 5-6$ да.	динамик ва $\delta = 1$ да; статик ва $\delta = 1-4$ да
1. Консервациясиз, икки юзага питра отиш ёки питра оқизиш усули билан	$M$	0,58	1,35	1,12
	« $\alpha$	0,58	1,20	1,02
2. Шунинг ўзи, консервация билан (рух ёки алюминийни кукунлаштириш билан металлаш)	« $M$	0,50	1,35	1,12
	« $\alpha$	0,50	1,20	1,02
3. Битта юзани пира билан, полимер елим билан консервациялаш, ва карборунд кукунини сепиш. Иккинчи юза консервациясиз пўлат чўткалар билан	« $M$	0,50	1,35	1,12
	« $\alpha$	0,50	1,20	1,02
4. Икки юзани газ аланга усули билан консервациясиз	« $M$	0,42	1,35	1,12
	« $\alpha$	0,42	1,20	1,02
5. Икки юзани консервациясиз пўлат чўткалар билан	« $M$	0,35	1,35	1,17
	« $\alpha$	0,35	1,25	1,06
6. Ишловсиз	« $M$	0,25	1,70	1,30
	« $\alpha$	0,25	1,50	1,20
Изоҳлар:				
1. Болтлар тортилишини созлаш усулида $M$ бўйича, бураш моменти бўйича созлашни билдиради, $\alpha$ – гайка бурилиши бурчаги бўйича.				
2. Кўшилаётган юзаларга $\mu$ ишқаланиш коэффициентларининг жадвалда кўрсатилган қийматларидан кам бўлмаган кўрсаткичларини таъминловчи бошқа усуллар билан ишлов бериш рухсат этилади.				

13.14 Ўта мустаҳкам болтлар учун тешиқлар билан заифлаштирилган, кўшиладиган элементларни мустаҳкамликка ҳисоблашни, кўриб чиқиладиган кесимда ҳар бир болтга тўғри келадиган кучланишнинг ярми, ишқаланиш кучлари билан узатилганлигини инобатга олган ҳолда бажариш керак. Бунда заифлашган кесимлар текширувини: динамик кучланишда – нетто кесимнинг майдони  $A_n$ , статик кучланишда брутто кесимнинг майдони  $A$  бўйича,  $A_n \geq 0,85A$  да ёки  $A_n < 0,85A$  бўлганда  $A_c = 1,18A_n$  шартли майдонида амалга ошириш керак.

### **Фрезерланган кўндаланг кесилган жойлар (торец) билан бирикмалар**

13.15 Фрезерланган кўндаланг кесилган жойлар (торец) билан элементларнинг бирикмаларида (устунлар туташувларида ва базаларида ва ҳоказо) қисувчи куч тўлиқ торец орқали узатилувчи ҳисобланади.

Марказдан ташқари қисилган ва қисилган-эгиловчан элементларда пайванд чоклар ва болтларни, шу жумладан ўта мустаҳкамларни момент ва бўйлама кучнинг энг номувофиқ таъсиридан максимал чўзувчи кучланишга, ҳамда кўндаланг кучнинг таъсиридан силжитувчи кучланишга ҳисоблаш керак.

### **Уланадиган тўсинларда белбол бирикмалари**

13.16 Уланма қўштаврли тўсинларнинг деворлари ва белбоғларини бирлаштирувчи пайванд чокларни ва ўта мустаҳкам болтларни 28-жадвалга мувофиқ ҳисоблаш керак.

Қаттиқлик қирралари мавжуд эмаслигида катта, қўзғалмайдиган бир жойга тўпланган кучланишларни ўтказиш учун, тепа белбоғ маҳкамланишини қўзғаладиган бир жойга тўпланган кучланиш учун ҳисоблагандай ҳисоблаш керак.

Қўзғалмайдиган бир жойга тўпланган кучланиш тсиннинг пастки белбоғига таъсир қилганда, мазкур белбоғни деворга бириктирган пайванд чоклар ва ўта мустаҳкам болтларни, юклар қўлланган жойларда қаттиқлик қирралари мавжуд ёки мавжуд эмаслигидан қатъиё назар 28-жадвалдаги (147) ÷ (149) формулалари бўйича ҳисоблаш керак.

Деворнинг бутун қалинлигига пайванд чок эриган металл билан тўлдириб уланганда, бундай пайванд белбоғ чокларни девор билан тенг мустаҳкам деб ҳисоблаш керак.

13.17 Кўп варақли белбоғ пакетлар билан ўта мустаҳкам болтли бирикмали тўсинларда, ҳар бир варақнинг назарий узилиши жойи орқасида маҳкамланишини варақ кесими қабул қилиши мумкин бўлган кучланишнинг ярмига ҳисобланиши керак.

Варақнинг ҳақиқатан узилган жойи ва аввалги варақ узилиши жойи ўртасидаги жойда ҳар бир варақнинг маҳкамланишини варақ кесими қабул қилиши мумкин бўлган бутун кучланишга ҳисоблаш керак.

## 28-жадвал

Юкланиш тавсифи	Бирикма тури	Уланма тўсинларда белбоғ бирикмаларни ҳисоблаш учун формулалар	
Қўзғалмайдиган	Бурчак чоклар: икки томонлама	$T / (2\beta_f k_f R_{wf} \gamma_c) \leq 1;$	(142)
		$T / (2\beta_z k_f R_{wz} \gamma_c) \leq 1$	(143)
	бир томонлама	$T / (\beta_f k_f R_{wf} \gamma_c) \leq 1;$	(144)
		$T / (\beta_z k_f R_{wz} \gamma_c) \leq 1$	(145)
Ўта мустаҳкам болтлар	$aT / Q_{bh} k \gamma_c \leq 1;$	(146)	
Қўзғаладиган	Бурчак чоклар: икки томонлама	$\sqrt{T^2 + V^2} / (2\beta_f k_f R_{wf} \gamma_c) \leq 1;$	(147)
		$\sqrt{T^2 + V^2} / (2\beta_z k_f R_{wz} \gamma_c) \leq 1$	(148)
	Ўта мустаҳкам болтлар	$a \sqrt{T^2 + \alpha V^2} / Q_{bh} k \gamma_c \leq 1;$	(149)

28-жадвалда қабул қилинган белгилар:

$T = \frac{QS}{J}$  -  $Q$  кўндаланг куч билан вужудга келадиган, белбоғни узунлик бирлигига силжитувчи кучланиш, бу ерда  $S$  – тўсин белбоғининг нейтрал ўққа нисбатан брутто статик моменти;

$V = \frac{\gamma_f F}{l_{ef}}$  - бир жойга тўпланган  $F$  юкидан босиб (краности тўсинлар учун,

динамиклик коэффициентисиз қабул қилинадиган, кран ғилдирагидан босим), бу ерда  $\gamma_f$  – юкланиш ва таъсирлар бўйича меъёрлар талабларига мувофиқ қабул қилинадиган коэффициент,  $l_{ef}$  - бир жойга тўпланган юк тақсимланишининг шартли узунлиги, у махкур меъёрларнинг 7.13 ва 15.32-бандларига мувофиқ қабул қилинади.;

$\alpha$  – девори тепа белбоққа рандаланган тўсиннинг тепа белбоғи бўйича юкланишда қабул қилинадиган коэффициент,  $\alpha = 0,4$ , девор рандаланиши мавжуд бўлмаганда ёки кучланиш пастки белбоғ бўйича бўлганда,  $\alpha = 1$ ;

$a$  - белбоғ ўта мустаҳкам болтларнинг қадами;

$Q_{bh}$  – битта ўта мустаҳкам болтнинг ҳисобланган кучланиши. У (140) формула бўйича аниқланади;

$k$  - қушилаётган элементларнинг ишқаланиш юзаларининг сони.

## **14 КОНСТРУКЦИЯЛАР ВА ИНШОТЛАРНИНГ ЭЛЕМЕНТЛАРИНИ КОНСТРУКЦИЯЛАШГА ОИД АСОСИЙ ҚОИДАЛАР**

### **Асосий қоидалар**

14.1 Конструкцияларда сейсмик, иқлим ҳарорат таъсирлари туфайли юзага келувчи кучланишлар ва деформацияларни камайтириш учун бинолар ва иншоотларда, қоида тариқасида, ҳарорат ўзгаришига қарши чоклар, зилзилага қарши чоклар, компенсаторлар назарда тутилиши лозим ва уларнинг ўртасидаги масофалар мазкур таъсирларга ҳисоблашдан аниқланиши керак.

14.2 Синчли бино ва иншоотнинг ҳар бир блокида боғламаларнинг мустақил тизими назарда тутилиши ва у бутун синчнинг кўламда бикрлигини, конструкция элементларининг лозим даражада мустаҳкамлиги ва турғунлигини, горизонтал кучлар ва таъсирларни қабул қилиш ва тақсимлашни, бино ва иншоотни мустаҳкам ва қулай барпо этиш учун шароитларни таъминлаши лозим.

Боғламалар схемаси ва ўрнини танлаш бино ва иншоотнинг конструктив схемаси, улардан фойдаланиш шароитлари, габаритлар, кучлар ва таъсирларнинг турларига қараб амалга оширилиши керак.

14.3 Конструкциялар элементларининг эгиловчанлиги, қоида тариқасида, сиқилган ва чўзилган ўзаклар, шунингдек юпка деворли кўндаланг кесим ҳосил қилувчи пластиналар учун чегаравий қийматлардан ошмаслиги керак.

14.4 Тўшама ва ёпмалар конструкцияларининг букилишларини компенсация қилиш учун қурилиш кўтармасидан фойдаланишга йўл қўйилади. Бу ҳолда чегаравий букилишни текширишда ҳисобдан аниқланувчи вертикал букилиш қурилиш кўтармаси микдорига камайтирилиши лозим.

14.5 Пўлат конструкцияларни лойиҳалашда уларни транспорт воситаларининг тавсифлари (турлари, юк кўтариш қобилияти, габаритлари), металл прокатининг ўлчаш узунликлари, элементларнинг кучланган ҳолати ва ўрнатишнинг қулайлик даражасини ҳисобга олган ҳолда уларни жўнатиш туркумларига ажратиш назарда тутилиши керак.

Бир типли конструктив элементларнинг жўнатиш туркумлари имкониятга қараб унификация қилиниши лозим.

14.6 Конструкцияларда (жўнатиш туркумларида) прокат турлари ва хил ўлчамлари, пўлатнинг мустаҳкамлик тоифалари (туркумлари, номлари), пайвандлаш материаллари ва чоклар катетларининг ўлчамлари, болтларнинг мустаҳкамлик ва аниқлик туркумлари, тешиклар диаметрларининг мумкин қадар кам сони қўлланилиши лозим.

14.7 Лойиҳалашда конструкцияларнинг таркибий кесимлари ва бошқа деталлари (фасонкалар, бикрлик қовурғалари, бирлаштирувчи кистирмалар ва бошқ.) деворлари ва белбоғларининг ўлчамлари имкониятга қараб варақсимон прокатнинг стандарт ўлчамларини ҳисобга олган ҳолда тайинланиши керак; яқин ўлчамларга эга бўлган деталлар имкониятга қараб унификация қилиниши лозим.

14.8 Лойиҳалашда, зарур ҳолда, конструкциялар терилишининг керакли даражасини ва иншоот геометрик параметрларининг зарурий аниқлик даражасини таъминловчи монтаж уланмалари (компенсаторлар ва бошқа конструктив тадбирлар) назарда тутилиши керак.

14.9 Кўламли панжарасимон конструкциялар (икки томони очик устунлар, таянчлар, мачталар ва бошқ.)нинг жўнатиш туркумлари, қоида тариқасида, элементнинг учлари яқинида жойлашган диафрагмалар билан мустаҳкамланиши лозим.

Конструкцияларнинг бутлигини таъминлаш учун транспортда ташиш, сақлаш ва барпо этиш пайтида уларни алоҳида ўзаклар билан мустаҳкамлашга йўл қўйилади.

14.10 Панжарасимон конструкцияларнинг тугунларида элементлар ўқларининг марказдан силжиши қабул қилинаётган конструктив ечимларни ҳисобга олганда минимал бўлиши керак.

14.11 Пайвандланувчи таркибий кесимларнинг ўлчамлари пайвандлаш жараёнининг технологик чеклашларини, юз бериши мумкин бўлган пайвандлаш деформацияларини ва тўғрилаш шартларини ҳисобга олган ҳолда тайинланиши лозим.

14.12 Эриган металл, нурсимон ёки конвекцион иссиқлик, олов ва шу кабилар таъсирига йўлиқиши мумкин бўлган кўтариб турувчи конструкциялар қопламалар, оловга чидамли ёшт ёки иссиқбардош бетондан тўсувчи деворлар, металл тўсиқлар билан муҳофазаланиши лозим.

14.13 Пайвандланувчи конструкцияларни лойиҳалашда пайвандлаш деформациялари ва кучланишларнинг зарарли таъсирини камайтиришни ва кучланишлар жамланишини камайтиришни (кучланишларни элементлар ва деталларда мумкин қадар мутаносиб тақсимлаган ҳолда, кирувчи бурчаклар, кесим сатҳларининг кескин фарқларисиз ва кучланишларнинг бошқа жамлагичларисиз) таъминловчи конструктив ечимлар назарда тутилиши, шунингдек чокларнинг ўзаро жойлашувига, эришни таъминлаш ва чокларнинг минимал ўлчамларини қўллашга доир талабларга риоя қилиниши лозим.

### Пайвандлаб улашлар

14.14 Пайвандлаб улашларни лойиҳалашда:

пайвандлаб улашлар конструкциясига оид стандартлар ва бошқа ҳужжатларнинг талабларига риоя этилиши;

пайванд чоклари мумкин қадар оз сонда қабул қилиниши;

самарали пайвандлаш усуллари ва материалларни қўллаш назарда тутилиши;

пайванд чокларининг уларга эркин ўтишни, пайвандлаш ишларининг қулайлигини ва пайвандлаб улашлар сифатини зарурий назорат қилиш имкониятини таъминловчи ўрни назарда тутилиши;

КМ ва КМД чизмаларида сифатини назорат физик методлари ёрдамида текшириш талаб этиладиган пайвандлаб улашлар кўрсатилиши лозим.

14.15 Пайванд бурчак чокларининг ўлчамлари ва шакли қуйидаги шартларни ҳисобга олган ҳолда қабул қилиниши лозим:

а) бурчак чокларининг катетлари  $k_f$  1,2*t* дан ошмаслиги керак, бу ерда *t* – уланаётган элементларнинг энг кам қалинлиги;

қалинлиги *t* бўлган фасонли прокатнинг юмалоқланган қиррасида ўтказилган чок катети, қоида тариқасида, 0,9*t* дан ошмаслиги керак

б) бурчак чокларининг катетлари  $k_f$  ҳисоб бўйича қабул қилиниши, бироқ 29-жадвалда кўрсатилгандан кам бўлмаслиги керак;

в) бурчак пайванд чокининг ҳисобий узунлиги  $4k_f$  дан кам ва 40 мм дан кам бўлмаслиги керак;

г) ён қанот чокининг ҳисобий узунлиги  $85k_f \beta_f$  дан ошмаслиги керак ( $\beta_f$  – 26-жадвалдан олинувчи коэффицент), куч чокнинг бутун кўлами бўйлаб амал қилувчи чоклар бундан мустасно;

д) устма-уст улоқ ўлчами пайвандланаётган элементларнинг энг ингичкаси қалинлигининг беш бараваридан кам бўлмаслиги керак;

е) бурчак чоклари катетлари ўлчамларининг нисбатлари, қоида тариқасида, 1:1 деб олиниши керак. Пайвандланаётган элементларнинг қалинликлари ҳар хил бўлганда нотенг катетли чокларни қабул қилишга йўл қўйилади, бунда нисбатан ингичка элементга туташувчи катет 14.15-банд, а талабларига, нисбатан йўғон элементга туташувчи катет эса – 14.15-банд, б талабларига мос келиши лозим;

ж) динамик ва вибрацион кучларни қабул қилувчи конструкцияларда бурчак чоклари толиқишга ёки мўртликдан бузилишни ҳисобга олган ҳолда мустаҳкамликка ҳисоблаш йўли билан асосланганда асосий металлга охиста ўтиш орқали бажарилиши лозим.

14.16 Пайвандланувчи қўштаврларнинг бикрлик қовурғалари, диафрагмалари ва белбоғларини 9.2, 9.3, 15.9, 15.23-бандлар бўйича ва 4 гуруҳ конструкцияларини маҳкамлаш учун бир томонлама бурчак чокларини қўллашга йўл қўйилади, бунда уларнинг катетлари  $k_f$  ҳисоб бўйича олиниши, бироқ 29-жадвалда кўрсатилгандан кам бўлмаслиги керак.

Қуйидаги конструкцияларда мазкур бир томонлама чокларни қўллашга йўл қўйилмайди:

I гуруҳ конструкцияларида;

ўртача агрессив ва ўта агрессив муҳитларда фойдаланиладиган конструкцияларда (таснифи – қурилиш конструкцияларини коррозиядан муҳофазалаш меъёрларига мувофиқ).

14.17 Ҳисобий ва конструктив бурчак чоклари учун лойиҳада пайвандлаш тури, электродлар ёки пайванд сими, пайвандда чокнинг ўрни кўрсатилиши лозим.

14.18 Варақсимон деталларни туташтирувчи пайвандлаб улашлар, қоида тариқасида, тик тўлиқ эритиш йўли билан ва чиқувчи планкаларни қўллаган ҳолда бажарилиши лозим.

Монтаж шароитларида чок ўзагини эритиш йўли билан бир томонлама пайвандлашга ва қолувчи пўлат таглик устида пайвандлашга йўл қўйилади.

Узлукли чокларни, шунингдек олдиндан тешиқлар очиш орқали қўлаки пайвандлаш йўли билан бажариладиган электр парчин михларни қўллашга фақат 4 гуруҳ конструкцияларида йўл қўйилади.

29-жадвал

Уланма тури	Пайвандлаш тури	Пўлатнинг оқувчанлик чегараси, Н/мм <sup>2</sup>	Чокларнинг минимал катетлари $k_f$ , мм, пайвандланаётган элементлардан энг йўғонининг қалинлиги $t$ , мм бўлганда						
			4-5	6-10	11-16	17-22	23-32	33-40	41-80
Икки томонлама бурчак чокларидан иборат таврли; устма-уст ва бурчак	Қўлаки	430 гача	4	5	6	7	8	9	10
		430 дан 530 гача	5	6	7	8	9	10	12
	Автоматик ва ярим автоматик	430 гача	3	4	5	6	7	8	9
		430 дан 530 гача	4	5	6	7	8	9	10
Бир томонлама бурчак чокларидан иборат таврли	Қўлаки	380 гача	5	6	7	8	9	10	12
	Автоматик ва ярим автоматик		4	5	6	7	8	9	10
Изоҳлар:									
1. Оқувчанлик чегараси 530 Н/мм <sup>2</sup> дан ортиқ бўлган пўлатдан ясалган конструкцияларда, шунингдек элементларининг йўғонлиги 80 мм дан ортиқ бўлган барча пўлатлардан ясалган конструкцияларда бурчак чокларининг минимал катетлари махсус техник шартлар бўйича олинади.									
2. 4 гуруҳ конструкцияларида бир томонлама бурчак чокларининг минимал катетлари пайвандланувчи элементларнинг йўғонлиги шу жумладан 40 мм гача бўлган 1 мм га, элементларнинг йўғонлиги 40 мм дан ортиқ бўлганда эса – 2 мм га камайтирилиши керак.									

### Болтли уланмалар

14.19 Болтли уланмаларни лойиҳалашда:

болтларнинг аниқлик туркуми асосли равишда олиниши;

уланмада болтлар мумкин қадар оз сонда қабул қилиниши;  
болтлар учун тешиқлар ўрнига оид стандартлар ва қурилиш қоидаларининг талабларига риоя этилиши;

туташ жойлар ва тугунларда болтлар, қоида тарикасида, минимал оралиқларда жойлаштирилиши;

болтларни қўйиш ва гайкаларни бураб қотиришнинг қулайлиги (шу жумладан механизациялаштирилган асбоб ёрдамида), шунингдек болтли уланмалар сифатини зарурий назорат қилиш имконияти таъминланиши;

ҳисобий уланмаларда, иккинчи даражали элементларни маҳкамлашдан ташқари, гайкалар ўз-ўзидан бўшаб қолишига қарши чоралар назарда тутилиши лозим.

14.20 Кучларнинг бир қисмини пайванд чоклари, бир қисмини эса – болтлар қабул қилувчи аралаш уланмаларни қўллашга йўл қўйилмайди.

14.21 Ишқаланма уланмаларни лойиҳалашда:

стандартларнинг мазкур уланмаларни қўллаш, болтлар ва улар учун тешиқларнинг диаметрларини тайинлаш, тешиқлар ўрни, уланаётган юзаларга ишлов бериш ва уларни консервациялашга доир талабларига риоя қилиниши;

болтлар ўрнатилиши ва гайкалар буралиши учун эркин ўтиш ва қулайлик, шунингдек ишқаланма уланмалар сифатини зарурий назорат қилиш имконияти таъминланиши лозим.

14.22 *A* аниқлик туркуми болтлари тешиқлар терилган элементда лойиҳавий диаметрға ёки айрим элементлар ва деталлардаги кондукторлар бўйича пармалаб тешилган, айрим деталларда кичикроқ диаметрға пармалаб ёки босиб тешилган ва сўнгра терилган элементларда лойиҳавий диаметрға пармалаб тешилган уланмалар учун қўлланиши лозим.

*B* ва *C* аниқлик туркуми болтлари кўп болтли уланмаларда оқувчанлик чегараси 380 Н/мм<sup>2</sup> гача бўлган пўлатдан ясаладиган конструкциялар учун қўлланиши лозим.

14.23 Қирқмасиз қисмининг узунлиги бўйлаб ҳар хил диаметрли қисмларға эга болтларни мазкур болтлар қирқишға ишлайдиган уланмаларда қўллашға йўл қўйилмайди.

Силжитувчи кучни қабул қилувчи болт қирқмаси гайка билан туташувчи элемент йўғонлигининг ярмидан кўп ёки 5 мм дан ортиқ чуқурликда турмаслиги керак, таркибли конструкциялар, электр узатиш линиялари ва очик тақсимлаш қурилмалари ҳамда транспорт контакт тармоқлари линияларининг таянчлари бундан мустасно бўлиб, уларда қирқма уланаётган элементлар пакетидан ташқарида жойлашиши керак.

14.24 Болтлар (шу жумладан ўта мустаҳкам болтлар) 30-жадвалға мувофиқ жойлаштирилиши лозим.

Улаш болтлари, қоида тарикасида, максимал оралиқларда жойлаштирилиши керак; туташ жойлар ва тугунларда болтлар минимал оралиқларда жойлаштирилиши лозим.

Болтлар шахматсимон тартибда жойлаштирилганда куч бўйлаб уларнинг марказлари ўртасидаги масофа  $a + 1,5 d$  дан кам олинмаслиги керак, бу ерда  $a$  – кучға кўндаланг қаторлар ўртасидаги масофа,  $d$  – болт учун тешиқ диаметри. Жойлаштиришнинг мазкур тартибида элемент кесими  $A_n$  унинг фақат битта кесимда кучға кўндаланг (“зигзаг” бўйлаб эмас) жойлашган тешиқлар билан кучсизланиши ҳисобға олинган ҳолда аниқланади.

Бурчак битта токча билан маҳкамланганда унинг учидан энг узокдаги тешиқ унинг муҳрасидаги энг яқин сатҳ чизигида жойлаштирилиши керак.

## 30-жадвал

Масофанинг тавсифи	Болтларни жойлаштиришда масофалар
1. Исталган йўналишда болтларнинг марказлари ўртасидаги масофа: а) минимал б) чет қаторларда ҳошияловчи бурчаклар бўлмаганда чўзилиш ва сиқилишда максимал в) ўрта қаторларда, шунингдек чет қаторларда ҳошияловчи бурчаклар бўлганда максимал: чўзилишда сиқилишда	$2,5d^{1)}$ $8d$ ёки $12t$  $16d$ ёки $24t$ $12d$ ёки $18t$
2. Болт марказидан элемент четигача бўлган масофа: а) куч бўйлаб минимал б) кучга қўндаланг йўналишда минимал: қирқимли қирраларда прокат қирраларда в) максимал г) ўта мустаҳкам болтлар учун ҳар қандай қиррада ва кучнинг ҳар қандай йўналишида минимал	$2d$  $1,5d$ $1,2d$ $4d$ ёки $8t$ $1,3d$
<p><sup>1)</sup> Оқувчанлик чегараси <math>380 \text{ Н/мм}^2</math> дан ортиқ бўлган пўлатдан ясалган уланаётган элементларда болтлар ўртасидаги минимал масофа <math>3d</math> тенг деб олинishi керак.</p> <p>30-жадвалда қабул қилинган белгилар:  <math>d</math> – болт учун тешик диаметри;  <math>t</math> – энг ингичка ташқи элементнинг қалинлиги.</p> <p>Изоҳ. Оқувчанлик чегараси <math>380 \text{ Н/мм}^2</math> гача бўлган пўлатдан ясалган уланаётган элементларда болт марказидан элемент четигача бўлган куч бўйлаб масофани ва болтларнинг марказлари ўртасидаги минимал масофани ҳисоблаш 13.7 ва 17.12-бандларга мувофиқ уланмалар иш шароитларининг тегишли коэффицентларини ҳисобга олиб амалга оширилган ҳолларда камайитиришга йўл қўйилади.</p>	

## 15 ТУРЛИ ХИЛ БИНОЛАР ВА ИНШООТЛАРНИ ЛОЙИХАЛАШГА ДОИР ҚЎШИМЧА ТАЛАБЛАР

### Конструкциялар элементларини букиш ва силжитишлар

15.1 Конструкциялар элементларини букиш ва силжитишлар кучлар ва таъсирлар бўйича меъёрлар билан белгиланган чегаравий қийматлардан ошмаслиги керак.

### Ҳарорат ўзгаришига қарши чоклар ўртасидаги масофалар

15.2 Бир қаватли бинолар ва иншоотларнинг ҳарорат ўзгаришига қарши чоклари ўртасидаги энг катта масофалар 31-жадвалдан қабул қилиниши лозим.

31-жадвалда кўрсатилган масофалардан 5% га ошганда, шунингдек синчнинг бикрлиги деворлар ёки бошқа конструкциялар билан кўпайтирилганда ҳисоблашда иқлим ҳарорат таъсирлари, конструкцияларнинг ноэластик деформациялари ва тугунларнинг қайишқоқлиги ҳисобга олинishi лозим.



31-жадвал

Бинолар ва иншоотлар тавсифи	Энг катта масофалар, м		
	ҳарорат ўзгаришига қарши чоклар ўртасида		ҳарорат ўзгаришига қарши чок ёки бинонинг ён юзасидан энг яқин вертикал боғлама ўқиғача
	блок узунлиги бўйлаб (бино бўйлаб)	блок кенглиги бўйлаб	
Иситиладиган бинолар	230	150	90
Иситилмайдиган бинолар ва иссиқ цехлар	200	120	75
Очиқ эстакадалар	130	-	50

Изоҳ. Бино ёки иншоотнинг ҳарорат ўзгаришига қарши чоклар ўртасида икки вертикал боғлама мавжуд бўлганда боғламалар ўртасидаги масофа ўқларда бинолар учун 40-50 м дан, очиқ эстакадалар учун – 25-30 м дан ошмаслиги керак.

### Тўшамаларнинг фермалари ва таркибли плиталари

15.3 Фермалар ва таркибли плиталар (матнда кейинги ўринларда таркиблар деб юритилади) ўзақларининг ўқлари, қоида тариқасида, барча тугунларда марказланган бўлиши керак. Ўзақларни марказлаш пайвандланган фермаларда кесимларнинг оғирлик марказлари бўйлаб (5 мм гача юмалоқлаган ҳолда), болтли фермаларда эса – бурчакларнинг уларнинг муҳрасидаги энг яқин сатҳ чизиғи бўйлаб амалга оширилиши лозим.

Кесимлар ўзгарганда фермалар белбоғлари ўқларининг силжиши, агар у кичик кесимли белбоғ баландлигининг 1,5% дан ошмаса, ҳисобга олинмаслиги мумкин.

Тугунларда эксцентриситет бўлганда фермалар ва таркибларнинг элементларини ҳисоблаш тегишли букувчи моментларни ҳисобга олган ҳолда амалга оширилиши керак.

Тугунлардан ташқарида кучлар берилганда белбоғ фермалари бўйлама кучлар ва букувчи моментларнинг қўшма таъсирига ҳисобланиши лозим.

15.4 Тўшамалар фермаларининг оралиқлари 36 м дан ортиқ бўлганда ўзгармас ва давомли юкланишлардан букилишга тенг бўлган қурилиш кўтармаси назарда тутилиши керак. Том ёпмаси ясси бўлганда қурилиш кўтармаси оралиқ катталигидан қатъи назар назарда тутилиши, у жами меъёрий юкланиш таъсирида букилиш плюс 1/200 оралиққа тенг деб олиниши керак.

15.5 Бурчаклар ёки таврлардан иборат элементларга эга фермаларни ҳисоблашда фермаларнинг тугунларидаги элементларнинг уланмаларини ошиқ-мошиқли деб олишга йўл қўйилади. Элементларнинг қўштаврли, Н-симон ва найсимон кесимларида фермаларни ошиқ-мошиқли схема бўйича ҳисоблашга кесим баландлигининг элементлар узунлигига нисбати 1/10 дан ортиқ бўлмаганда йўл қўйилади.

Мазкур нисбатлар белгиланган меъёрдан ортиқ бўлганда элементларда тугунлар бикрлиги таъсирида қўшимча букувчи моментлар ҳисобга олиниши лозим. Фермалардаги тугунлар бикрлигини ҳисобга олиш яқинлаштирилган методлар ёрдамида амалга оширилишига йўл қўйилади; ўқли кучларни ошиқ-мошиқли схема бўйича аниқлашга йўл қўйилади.

15.6 Фасонкали пайвандлаб уланган фермаларнинг тугунларида панжара ва белбоғ элементларининг четлари ўртасидаги масофа камида  $a = bt - 20$  мм деб олиниши, бироқ 80 мм дан ошмаслиги керак (бу ерда  $t$  – фасонканинг йўғонлиги, мм).

Ёпқичлар билан тўсилувчи фермалар белбоғлари туташтириладиган элементларининг ён юзалари ўртасида қолдириладиган тирқиш 10 мм дан ошмаслиги, туташган жой ўқининг ҳар бир томонида 25 мм масофадаги зона пайвандланмаслиги керак.

Ферма панжарасининг элементларини фасонкаларга маҳкамловчи пайванд чоклари элементнинг ён юзасига камида 20 мм узунликда чиқарилиши лозим.

15.7 Таврлар, қўштаврлар ва якка бурчаклардан ясалган белбоғлардан иборат фермаларнинг тугунларида фасонкаларни белбоғларнинг токчаларига туташтириб маҳкамлаш фасонканинг бутун қалинлигига эритиш йўли билан амалга оширилиши лозим. I гуруҳ конструкцияларида, шунингдек ҳисобий ҳароратлари минус 40°C дан паст бўлган ҳудудларда фойдаланиладиган конструкцияларда тугун фасонкаларини белбоғлар билан туташтириш L.1 жадвалнинг 7-бандига мувофиқ бажарилиши лозим.

15.8 Найсимон ва қўштавр кесимли ўзақларга эга бўлган ва панжара элементлари бевосита белбоққа (фасонкаларсиз) маҳкамланган фермаларнинг тугунларини ҳисоблашда куйидагиларнинг кўтариб турувчи қобилияти текширилиши лозим:

белбоғ деворининг панжара элементлари туташган жойларда маҳаллий букилиш (эзиш) мавжуд бўлганда (юмалоқ ва тўғри бурчакли қувурлар учун);

белбоғ ён деворининг панжара сиқилган элементи туташган жойда (тўғри бурчакли қувурлар учун);

белбоғ токчаларининг букикликка (қўштаврли кесим учун);

белбоғ деворининг (қўштаврли кесим учун);

белбоққа туташ кесимдаги панжара элементларининг;

панжара элементларини белбоққа маҳкамловчи пайванд чокларининг.

Мазкур текширишлар М иловада келтирилган.

### Устунлар

15.9 Икки текисликда панжарали икки томони очиқ устунларнинг жўнатиладиган элементлари жўнатилувчи элементнинг учлари яқинида жойлаштириладиган диафрагмалар билан маҳкамланиши лозим.

Бир текисликда бирлаштирувчи панжарали икки томони очиқ устунларда диафрагмалар камида ҳар 4 метр ораликда жойлаштирилиши керак.

15.10 Бир томонли белбоғ чокларига эга марказда сиқилган устунлар ва устунларда боғламалар, тўсинлар, тиргаклар ва бошқа элементларни маҳкамлаш тугунларида куч узатиладиган зонада бириктириляётган элемент (тугун) контурлари ортига ҳар бир томондан  $30k_f$  узунликка чикувчи икки томонлама пайванд чоклари қўлланиши лозим.

15.11 Бирлаштирувчи панжара фасонкаларини устунларга устма-уст қўйиб маҳкамловчи бурчак чоклари ҳисоб бўйича тайинланиши ва фасонканинг икки томонида устун бўйлаб алоҳида участкалар кўринишида шахмат тартибида жойлаштирилиши лозим, бунда мазкур чокларнинг учлари ўртасидаги масофа фасонканинг 15 қалинлигидан ошмаслиги керак.

15.12 Устунларнинг монтаж улоқлари қирқилган ён юзалар билан, туташ пайвандлаб, ёпқичлардаги пайванд чоклари ёки болтлар, шу жумладан ўта мустаҳкам болтлар билан бажарилиши лозим. Ёпқичларни пайвандлашда чоклар ҳар бир томондан туташув жойига 25 мм етказилмаслиги керак. Сикувчи кучларни зич тегиш орқали, чўзувчи кучларни эса – болтлар воситасида узатувчи фланецли улашларни қўллашга йўл қўйилади.

### Боғламалар

15.13 Бинонинг ҳар бир ҳарорат блокада боғламаларнинг мустақил тизими назарда тутилиши керак.

15.14 Кран ости тўсинлари ва кран йўллари фермаларининг оралиғи 12 м дан ортиқ бўлган пастки белбоғлари горизонтал боғламалар билан мустаҳкамланиши лозим.

15.15 Кран ости тўсинлари сатҳидан (қуйи поғонадан) пастда асосий устунлар ўртасидаги вертикал боғламалар ҳарорат блокининг ўртасига мумкин қадар яқин жойлаштирилиши керак.

Кран ости тўсинлари сатҳидан юқорида вертикал боғламаларни ҳарорат блокининг ён юзалари бўйлаб, шунингдек қуйи поғона боғламалари жойлашган ерларда жойлаштириш мақсадга мувофиқдир.

Бинонинг бўйлама йўналишидаги устунларнинг тармоқлари лозим даражада эгиловчан бўлмаган ҳолда боғламаларнинг тугунларида маҳкамланган қўшимча тиргаклар ўрнатишга йўл қўйилади.

Икки тармоқли устунларда боғламалар устун тармоқларидан ҳар бирининг текислигида жойлаштирилиши керак. Икки тармоқли боғламаларнинг тармоқлари, қоида тариқасида, бириктирувчи панжаларлар ўзаро бирлаштирилиши лозим.

15.16 Тўшама боғламалари тизими синч типига (пўлат ёки аралаш), тўшама типига (сарровли ёки сарровсиз), қурилиш худудининг зилзилалилигига, кранларнинг юк кўтариш қобилияти ва иш режимига, осма кўтариш-транспорт қурилмалари ва тўсин ости фермаларининг бор-йўқлигига, шунингдек қурилишнинг зилзилабардошлик меъёрлари талабларига боғлиқдир.

15.17 Тўсин ости фермаларининг пастки белбоғлари сатҳида бинонинг ҳар бир оралиғида унинг ён юзалари яқинида, шунингдек бинонинг ҳарорат ўзгаришига қарши чоклари яқинида қўндаланг горизонтал боғламалар назарда тутилиши лозим. Ҳарорат блокининг узунлиги 144 м дан ошганда ва юк кўтариш қобилияти катта (50 т га тенг ёки ундан ортиқ) кранлар мавжуд бўлганда тахминан ҳар 60 м да оралиқ қўндаланг горизонтал боғламалар ҳам назарда тутилиши керак.

Юк кўтариш қобилияти 10 т ва ундан ортиқ бўлган кўприксимон кранлар билан жиҳозланган пўлат синчли биноларда, тўсин конструкциялари қуйи қисмининг сатҳи 18 м дан ортиқ бўлганда – кранларнинг юк кўтариш қобилиятидан қатъи назар, тўсин ости фермаларидан иборат биноларда, шунингдек зилзилалилик 7 баллдан ортиқ бўлганда, тўсин фермалари пастки белбоғларининг четки панеллари бўйлаб жойлаштириладиган ва қўндаланг боғламалар билан бирга фермаларнинг пастки белбоғлари текислигида бикр контур ҳосил қиладиган бўйлама боғламалар назарда тутилиши керак.

Шу типдаги бир ва икки оралиқли биноларда пастки белбоғлар бўйлаб бўйлама боғламалар устунларнинг четки қаторлари бўйлаб тайинланиши лозим.

Кўп оралиқли биноларда (оралиқлар сони учтадан ортиқ бўлганда), юк кўтариш қобилияти 50 т гача ёки унга тенг кранлар мавжуд ва уларнинг иш режими 1К – 6К бўлса, бўйлама алоқалар, қоида тариқасида, устунларнинг четки қаторлари бўйлаб ва ўрта устунлар бўйлаб бир қатор оралатиб жойлаштирилиши лозим.

Кўп оралиқли биноларда, юк кўтариш қобилияти 50 т дан ортиқ кранлар мавжуд ва уларнинг иш режими ГОСТ 25546 бўйича 7К – 8К бўлса, шунингдек баландликда фарқлар мавжуд бўлган биноларда улар бир-биридан ҳисоблаш йўли билан аниқланувчи нисбатан қисқа масофада жойлаштирилиши керак.

Кўшни оралиқлар баландлиги бир хил бўлганда устунларнинг ўрта қаторлари бўйлаб бўйлама боғламалар устунларнинг четки қаторлари бўйлаб жойлаштирилган бўйлама боғламалар каби лойиҳаланиши лозим.

Фермалар пастки белбоғларининг икки қўндаланг боғлама фермалар оралиғида жойлашган панеллари қўндаланг текислигидаги эгиловчанлик (К.1 жадвалнинг 1-бандига қаранг) етарли бўлмаса, у боғлама фермаларнинг тугунлари ортига бириктирилган тортгичлар ўрнатиш йўли билан таъминланиши лозим.

15.18 Тўсин фермаларининг устки белбоғлари бўйлаб қўндаланг горизонтал боғламалар сарровлар билан қоплаш амалга оширилганда ҳар қандай бир қаватли саноат

биносида тайинланиши лозим. Устки ва пастки белбоғлар бўйлаб кўндаланг боғлама фермаларни текисликда туташтириш тавсия этилади.

Тўсин фермаларининг кўндаланг боғламалар билан бевосита туташмайдиган устки белбоғлари мазкур боғламалар жойлашган текисликда торткичлар билан бўшатилиши керак.

15.19 Сарровларсиз тўшамаларда фермаларнинг устки белбоғлари сатҳида том ёпманинг бикр диски мавжуд бўлганда, агар тўшамаларда йирик ўлчамли темир-бетон плиталар фермаларнинг устки белбоғларига пайвандланган ёки тўшаманинг профилланган варағи ҳар бир гофрда фермаларнинг белбоғларига маҳкамланган бўлса, фермаларнинг устки белбоғлари бўйлаб кўндаланг боғламалар фақат бинонинг ён юзларида ва ҳарорат ўзгаришига қарши чокларнинг яқинида ўрнатилиши керак. Қолган панелларда тепа қирра яқинида ва тўсин фермалари яқинида тиргаклар ўрнатилиши лозим.

Фермаларнинг устки белбоғлари сатҳида топ ёпманинг бикр диски мавжуд бўлганда конструкцияларни тўғрилаш ва монтаж жараёнида уларнинг турғунлигини таъминлаш учун ечиладиган инвентарь боғламалар назарда тутилиши лозим.

Сарровларсиз тўшамаларда пастки ва устки белбоғлар бўйлаб горизонтал боғламалар тўшама типидан қатъи назар фақат юк кўтариш қобилияти катта (50 т ва ундан ортиқ) кранлар мавжуд, металлургия ишлаб чиқаришлари цехларида иш режими 7К ва ишлаб чиқариш туридан қатъи назар ГОСТ 25546 бўйича 8К бўлган биноларда ўрнатилиши лозим.

Сарровсиз бир ораликли тўшамаларда ва бир сатҳда жойлашган кўп ораликли тўшамаларда тўсин ости фермалар мавжуд бўлганда, фермаларнинг устки белбоғлари текислигида фермаларнинг четки панелларидан бирида бўйлама горизонтал боғламалар ўрнатилиши лозим.

15.20 Тўшамалар турли сатҳларда жойлашганда ҳар бир сатҳда биттадан бўйлама боғламалар тизими назарда тутилиши керак.

Фермаларнинг устки белбоғи бўйлаб сарровлар мавжуд бўлмаган фонус доирасида тиргаклар назарда тутилиши лозим. Фермаларнинг тепа қиррадаги тугунлари бўйлаб бундай тигаклар мавжудлиги мажбурийдир.

15.21 Фонуслар бўйлаб боғламалар устки белбоғлар (ригеллар) текислигида фонуснинг ён юзлари яқинида ва ҳарорат ўзгаришига қарши чокларнинг иккала томонида жойлаштирилиши керак.

15.22 Тўшаманинг кўндаланг боғламалари жойлашган ерларда фермалар ўртасида вертикал боғламалар ўрнатиш назарда тутилиши лозим.

Ҳисобий ҳароратлар минус 40°C бўлган ҳудудларда фойдаланиладиган бинолар ва иншоотларнинг тўшамаларида, қоида тариқасида, бутун бино бўйлаб ҳар бир ораликнинг ўртасида (одатда қўлланиладиган боғламаларга қўшимча) вертикал боғламалар назарда тутилиши керак.

Вертикал боғламалар, қоида тариқасида, тўсин фермаларининг таянч устунлари текисликларида, оралиғи 30 м гача бўлган фермалар учун тепа қирра устунларининг текисликларида, шунингдек оралиғи 30 м дан ортиқ бўлган фермалар учун фонус ташки оёқлари маҳкамланган тугун остидаги устунларнинг текисликларида жойлаштирилиши лозим.

Вертикал боғламалар элементларининг кесимлари, қоида тариқасида, ҳисоб бўйича тайинланиши, бироқ чегаравий эгилувчанликдан паст бўлмаслиги керак (К.1 жадвалнинг 6-бандига қаранг).

15.23 Транспортёрли галереялар ораликли иморатлари қирқма фермаларининг устки ва пастки белбоғлари бўйлаб горизонтал боғламалар ҳар бир оралик учун алоҳида конструкцияланиши лозим.

15.24 Тўшамалар боғламаларининг хочсимон панжараси қўлланилганда, I масъулият даражасига мансуб бинолар ва иншоотлардан ташқари, кашаклар фақат чўзувчи

кучларни қабул қилади, деган тахмин билан ҳисоблашни шартли схема бўйича амалга оширишга йўл қўйилади.

Боғламаларнинг элементларида кучларни аниқлашда фермалар белбоғларининг сиқилиши, одатда, ҳисобга олинмайди.

15.25 Фермалар пастки белбоғларининг текислигида мембранали тўшамани ўрнатишда мембрананинг ишини ҳисобга олишга йўл қўйилади.

15.26 Текисликли (икки белбоғли, букилувчан-бикр сим арқонли ва ш.к.) кўтариб турувчи системаларга эга бўлган осма тўшамаларда кўтариб турувчи системалар ўртасида вертикал ва горизонтал боғламалар назарда тутилиши лозим.

15.27 Боғламаларни маҳкамлаш В ва С аниқлик туркумига мансуб болтларда амалга оширилиши лозим.

Катта юк кўтариш қобилиятига эга бўлган кранлар билан жиҳозланган, иш режими 7К ва 8К бўлган биноларда, зилзилалилик даражаси 7 баллдан ортиқ бўлганда, шунингдек боғламаларнинг элементларида анча катта кучлар амал қилганда (шамол фермалари ва ш.к.) боғламаларнинг элементларини маҳкамлаш пайвандлаб ўрнатиш йўли билан, айрим ҳолларда эса А аниқлик туркумига мансуб болтлар ёрдамида амалга оширилиши лозим.

### Тўсинлар

15.28 Пайвандлаб ўрнатилган қўштаврли тўсинларнинг белбоғлари учун варақлар пакетларини қўллаш, қоида тариқасида, рухсат этилмайди.

Ўта мустаҳкам болтлардаги тўсинларнинг белбоғлари учун кўпи билан уч варақдан иборат пакетларни қўллашга йўл қўйилади, бунда белбоғ бурчакларининг юзи белбоғ жами юзининг камида 30% га тенг деб олиниши керак.

15.29 Пайвандлаб ўрнатилган тўсинларнинг белбоғ чоклари, шунингдек тўсиннинг асосий кесимига бириктириладиган ёрдамчи элементлар (масалан, бикрлик қовурғалари) узлуксиз қилиб бажарилади. Кўндаланг бикрлик қовурғалари белбоғ чокларини ўтказиш учун қирқимларга эга бўлишлари керак.

15.30 Статик юкни кўтариб турувчи пайвандлаб ўрнатилган қўштаврли тўсинларда бир томонли белбоғ чоклари қўлланганда қуйидаги талаблар бажарилиши лозим:

ҳисобий юкланиш тўсиннинг кўндаланг кесимига нисбатан симметрик берилиши керак;

тўсин сиқилган белбоғининг турғунлиги 7.16-банд, а га мувофиқ таъминланиши лозим;

тўсинлар деворларининг турғунлигини ҳисоблаш 9.2 ва 9.3-бандларнинг талабларига мувофиқ амалга оширилиши керак;

тўсин белбоғига жамланган кучлар, шу жумладан қовурғасимон темир-бетон плиталардан кучлар тушувчи жойларда кўндаланг бикрлик қовурғалари ўрнатилиши лозим.

Ромли конструкцияларнинг ригелларида таянч тугунлар яқинида икки томонли белбоғ чоклари қўлланиши, уларнинг узунлиги ригель кесимининг баландлигидан кам бўлмаслиги керак.

Ушбу меъёрларнинг 7.18 ÷ 7.23-бандларига мувофиқ ҳисобланувчи тўсинларда бир томонли белбоғ чокларини қўллашга йўл қўйилмайди.

15.31 Пайвандлаб ўрнатилган тўсинларнинг бикрлик қовурғалари девор улоқларидан деворнинг камида 10 қалинлигига тенг масофага узоқлаштирилиши керак. Бўйлама бикрлик қовурғасига эга тўсин деворининг туташувчи чоклари кесишган жойларда қовурғани деворга бириктирувчи чоклар туташувчи чокка ( $6t - 20$ ) мм етказилмаслиги керак.

15.32 2 – 4 гуруҳ конструкцияларига кирувчи пайвандлаб ўрнатилган қўштаврли тўсинларда, қоида тариқасида, бир томонли бикрлик қовурғалари қўлланиши, улар тўсиннинг бир томонида жойлаштирилиши ва тўсин белбоғларига пайвандлаб бириктирилиши керак.

Бир томонли белбоғ чокларига эга тўсинларда бикрлик қовурғалари деворнинг бир томонли белбоғ чоклари жойлашган ерга қарама-қарши томонида жойлаштирилиши лозим.

Бир томонли бикрлик қовурғасининг турғунлигини ҳисоблаш 9.10 ва 9.13-бандларнинг талабларига мувофиқ амалга оширилиши лозим.

### Кран ости тўсинлари

15.33 Кран ости тўсинларини мустаҳкамликка ҳисоблаш 7.17-банд талабларига мувофиқ вертикал ва горизонтал кучлар таъсирига амалга оширилиши керак.

15.34 Кран ости тўсинларининг деворларини мустаҳкамликка ҳисоблаш (толиқишга ҳисобланувчи тўсинлар бундан мустасно, металлургия ишлаб чиқаришлари цехларида 7К ва ГОСТ 25546 бўйича 8К иш режимлари гуруҳларининг кранлари учун) (29) формула бўйича бажарилиши, унда қирқмасиз тўсинларнинг таянчларидаги кесимларни ҳисоблашда 0,87 коэффициент ўрнига 0,77 коэффициент олиниши керак.

15.35 Кран ости тўсинларини турғунликка ҳисоблаш 7.15-бандга мувофиқ бажаралиши лозим.

15.36 Кран ости тўсинларининг деворлари ва варақсимон белбоғларини турғунликка текшириш ушбу меъёрлар 9-бўлимининг талабларига мувофиқ бажарилиши керак.

15.37 Кран ости тўсинларини толиқишга ҳисоблаш ушбу меъёрларнинг 11-бўлимига мувофиқ амалга оширилиши, бунда ГОСТ 25546 бўйича 7К (металлургия ишлаб чиқаришлари цехларида) ва 8К иш режимлари гуруҳларининг кранлари учун  $\alpha = 0,77$  деб, қолган ҳолларда  $\alpha = 1,1$  деб олиниши керак.

ГОСТ 25546 бўйича 7К (металлургия ишлаб чиқаришлари цехларида) ва 8К иш режимлари гуруҳларининг кранлари учун кран ости тўсинларида деворлар қўшимча тарзда 15.38-бандга мувофиқ мустаҳкамликка ва 15.39-бандга мувофиқ толиқишга ҳисобланиши керак.

Кран ости тўсинларини мустаҳкамликка ва толиқишга ҳисоблаш ҚМК 2.01.07 талабларига мувофиқ аниқланадиган кран юкланишлари таъсирига амалга оширилиши лозим.

15.38 Оқувчанлик чегараси  $400 \text{ Н/мм}^2$  гача бўлган пўлатдан ясалган кран ости тўсинлари деворларининг сиқилган зонасида қуйидаги шартлар бажарилиши керак:

$$\sqrt{(\sigma_x + \sigma_{loc,x})^2 - (\sigma_x + \sigma_{loc,x})\sigma_{loc,y} + \sigma_{loc,y}^2 + 3(\tau_{xy} + \tau_{loc,xy})^2} / \beta R_y \leq 1; \quad (150)$$

$$\frac{\sigma_x + \sigma_{loc,x}}{R_y} \leq 1; \quad (151)$$

$$\frac{\sigma_{loc,y} + \sigma_{fy}}{R_y} \leq 1; \quad (152)$$

$$\frac{\tau_{xy} + \tau_{loc,xy} + \tau_{f,xy}}{R_s} \leq 1, \quad (153)$$

бу ерда

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x &= \frac{M}{W_{xn}}; \quad \tau_{xy} = \frac{Q}{ht}; \quad \sigma_{loc,y} = \frac{\gamma_{f1} F}{tl_{ef}}; \\ \sigma_{loc,x} &= 0,25\sigma_{loc,y}; \quad \tau_{loc,xy} = 0,3\sigma_{loc,y}; \\ \sigma_{fy} &= \frac{2M_t t}{J_f}; \quad \tau_{f,xy} = 0,25\sigma_{fy}; \end{aligned} \right\} \quad (154)$$

$\beta$  – коэффициент бўлиб, у қирқмали тўсинларни ҳисоблаш учун 1,15 га тенг деб, қирқмасиз тўсинларнинг таянчларидаги кесимларни ҳисоблаш учун эса – 1,3 га тенг деб олинади;

$M, Q$  – тегишли равишда тўсин кесимида ҳисобий юкланишдан букувчи момент ва кўндаланг куч;

$\gamma_{1f}$  – краннинг айрим ғилдирагига жамланган вертикал юкланишнинг кўпайиш коэффициенти бўлиб, у меъёрларнинг юкланиш ва таъсирларга оид талабларига мувофиқ олинади;

$F$  – кран ғилдирагининг ҳаракатчанлик коэффициенти ҳисобга олинмаган ҳисобий босими;

$l_{ef}$  – шартли узунлик бўлиб, у қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$l_{ef} = c\sqrt[3]{J_{1f}/t}, \quad (155)$$

бу ерда  $c$  – коэффициент бўлиб, у пайвандлаб уланган ва прокат тўсинлар учун 3,25 га, ўта мустаҳкам болтлардаги тўсинлар учун эса – 4,5 га тенг деб олинади;

$J_{1f}$  – тўсин белбоғи ва кран рельси хусусий инерция моментларининг йиғиндиси ёки рельс унинг ва белбоғнинг биргаликдаги ишини таъминловчи чоклар билан пайвандлаб уланган ҳолда рельс ва белбоғнинг умумий инерция моменти;

$M_t$  – маҳаллий айлантирувчи момент бўлиб, у қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$M_t = Fe + 0,75Q_t h_r, \quad (156)$$

бу ерда  $e$  – шартли эксцентриситет бўлиб, у 15 мм га тенг деб олинади;

$Q_t$  – кўприксимон краннинг қийшайиши ва кран йўлларининг параллель эмаслиги туфайли юзага келувчи горизонтал кўндаланг ҳисобий юкланиш бўлиб, у ҚМҚ 2.01.07 талабларига мувофиқ олинади;

$h_r$  – кран рельсининг баландлиги;

$$J_f = J_t + \frac{b_f t_f^3}{3} - \text{рельс ва белбоғ айланиши хусусий инерция моментларининг}$$

йиғиндиси,

бу ерда  $t_f$  ва  $b_f$  – тегишли равишда тўсин устки (сиқилган) белбоғининг қалинлиги ва кенглиги.

(150) ÷ (156) формулаларда барча кучланишлар «мусбат» белгиси билан олинади лозим.

15.39 Таркибли кран ости тўсинининг юқори зонасини толиқишга ҳисоблаш қуйидаги формула бўйича бажарилиши лозим:

$$\left(0,5\sqrt{\sigma_x^2 + 0,36\tau_{xy}^2} + 0,4\sigma_{loc,y} + 0,5\sigma_{fy}\right)/R_v \leq 1 \quad (157)$$

бу ерда  $R_v$  – барча пўлатлар учун толиқиш ҳисобий қаршилиги бўлиб, у тегишли равишда пайвандлаб уланган ва ўта мустаҳкам болтлардаги тўсинлар учун тенг деб олинади:

$R_v = 75 \text{ Н/мм}^2$  ва  $95 \text{ Н/мм}^2$  деворнинг сиқилган юқори зонаси (тўсин оралиғидаги кесим) учун;

$R_v = 65 \text{ Н/мм}^2$  ва  $89 \text{ Н/мм}^2$  деворнинг чўзилган юқори зонаси (қирқмасиз тўсинларнинг таянч кесимлари) учун.

(157) формулада кучланишларнинг қийматлари ҚМҚ 2.01.07 талабларига мувофиқ аниқланган кран юкланишларидан 15.38-банд бўйича аниқланиши лозим.

ГОСТ 25546 бўйича 7К (металлургия ишлаб чиқаришлари цехларида) ва 8К иш режимлари гуруҳларининг кранлари кран ости тўсинларидаги устки белбоғ чоклари деворнинг бутун қалинлигига эритиш йўли билан бажарилиши лозим.

15.40 Ҳаракатланадиган таркиблардан юкланишни бевосита қабул қилувчи кран ости тўсинлари ва иш майдончалари тўсинлари чўзилган белбоғларининг бўш қирралари прокатли, машина кислородли ёки плазмали-ёйли қирқиш йўли билан рандаланган ёки қирқилган бўлиши керак.

15.41 Кран ости тўсинлари бикрлик қовурғаларининг ўлчамлари 9.10-банд талабларини қаноатлантириши лозим, бунда икки томонли қовурға бўртиқ қисмининг кенглиги 90 мм дан кам бўлмаслиги керак. Икки томонли кўндаланг бикрлик қовурғалари, қоида тариқасида, тўсин белбоғларига пайвандланмаслиги керак.

Бикрлик қовурғаларининг ён юзалари тўсиннинг устки белбоғига зич мосланиши лозим; бунда ГОСТ 25546 бўйича 7К (металлургия ишлаб чиқаришлари цехларида) ва 8К иш режимлари гуруҳларининг кранлари остидаги тўсинларда устки белбоққа туташувчи ён юзалар рандаланиши лозим.

ГОСТ 25546 бўйича 1К ÷ 5К иш режимлари гуруҳларининг кранлари остидаги тўсинларда бир томонли кўндаланг бикрлик қовурғаларини деворга ва устки белбоққа пайвандлаган ва 15.32-бандга мувофиқ жойлаштирган ҳолда қўллашга йўл қўйилади.

15.42 Кран йўллари (монорельслар) осма тўсинларини мустаҳкамликка ҳисоблаш кран ғилдирагидан босим тушувчи жойдаги тўсин ўқи бўйлаб ва кўндалангига йўналган маҳаллий нормал кучланишларни ҳисобга олган ҳолда бажарилиши лозим.

### **Варақсимон конструкциялар**

15.43 Қобиклар бикрлиги кўндаланг элементларининг контури туташ қилиб лойиҳаланиши лозим.

15.44 Варақсимон конструкцияларга жамланган юкланишларнинг узатилиши бикрлик элементлари орқали назарда тутилиши лозим.

15.45 Турли шаклдаги қобиклар туташган жойларда маҳаллий кучланишларни камайтириш мақсадида оҳиста ўтишлар қўлланиши лозим.

15.46 Барча туташувчи чокларни ё икки томонли, ё бир томонли пайвандлаш йўли билан ўзакни эритган ҳолда ёки тагликларда бажариш назарда тутилиши лозим.

Конструкциялар уланмаларининг зичлигини таъминлаш талаб этилган ҳолларда бу лойиҳада кўрсатиб ўтилиши лозим.

15.47 Варақсимон конструкцияларда пайвандлаб улаш, қоида тариқасида, тақаб амалга оширилади. Қалинлиги 5 мм ва ундан кам бўлган варақларни улаш, шунингдек монтаж улашларини устма-уст бажаришга йўл қўйилади.

15.48 Варақли конструкцияларни конструкциялашда қуйидагилардан фойдаланиш орқали уларни яшаш ва монтаж қилиш индустриал методлари назарда тутилиши керак:

катта ўлчамли варақлар ва тасмалардан;

рулонлаш, қобиклар кўринишидаги материалларни тайёрлаш усулидан;

мумкин қадар кам чиқинди чиқишини таъминловчи бичимдан;

автоматик пайвандлашдан;

монтажда бажарилувчи пайванд чокларининг минимал сонидан.

15.49 Тўшамалар текисликда тўғри бурчакли ёки квадрат ясси мембраналарини лойиҳалашда таянч контурларнинг бурчаклари, қоида тариқасида, контур элементларини оҳиста бириктириш қўлланиши лозим. Мембранали конструкциялар учун, қоида тариқасида, занглашга чидамлилиги юқори даражада бўлган пўлатлар қўлланиши керак.



## Монтаж уланмалари

15.50 Толиқишга ҳисобланадиган кран ости тўсинларига эга бўлган бинолар ва иншоотларнинг конструкциялари, шунингдек темир йўл таркиблари ости учун конструкцияларнинг монтаж уланмалари пайвандлаш йўли билан ёки ўта мустаҳкам болтларда бажарилиши керак.

Аниқлик туркуми В ва С бўлган болтларни мазкур конструкцияларнинг монтаж уланмаларида қўллашга йўл қўйилади:

сарровларни, фонус конструкцияси элементларини, фермаларнинг устки белбоғлари бўйлаб боғламаларни (пастки белбоғлар бўйлаб боғламалар ёки бикр том ёпма мавжуд бўлганда), фермалар ва фонуслар бўйлаб вертикал боғламаларни, шунингдек фахверк элементларини маҳкамлаш учун;

бикр том ёпма (ғовакли бетонлардан темир-бетон ёки ўзакланган плиталар, профилланган пўлат ёпма ва ш.к.) мавжуд бўлганда фермаларнинг пастки белбоғлари бўйлаб боғламаларни маҳкамлаш учун;

тўсин ва тўсин ости фермаларини устунларга ва тўсин фермаларини тўсин ости фермаларига маҳкамлаш учун, вертикал таянч босим столча орқали узатилган ҳолда;

кран ости қирқма тўсинларни бир-бири билан бириктириш учун, шунингдек уларнинг пастки белбоғини вертикал боғламалар бириктирилмайдиган устунларга маҳкамлаш учун;

динамик юкланишлар таъсир этмайдиган иш майдончаларининг тўсинларини маҳкамлаш учун;

иккинчи даражали конструкцияларни маҳкамлаш учун.

## 16 ТУРАР ЖОЙ ВА ЖАМОАТ БИНОЛАРИ ВА ИНШООТЛАРИНИ ЛОЙИҲАЛАШГА ДОИР ҚЎШИМЧА ТАЛАБЛАР

### Синчли бинолар

16.1 Ромлар системаларининг элементларидаги буқувчи моментларни қайта тақсимлаш учун ригелларнинг устунлар билан уланиш тугунларида пластик босқичда ишловчи пўлат ёпқичларни қўллашга йўл қўйилади.

Ёпқичлар оқувчанлик чегараси 345 Н/мм<sup>2</sup> гача бўлган пўлатлардан бажарилиши лозим.

Ёпқичлардаги кучлар оқувчанликнинг минимал чегараси  $\sigma_{y,\min} = R_{yn}$  бўлган ва оқувчанликнинг максимал чегараси  $\sigma_{y,\max} = R_{yn} + 100$  Н/мм<sup>2</sup> бўлган ҳолатда аниқланиши лозим.

Пластик босқичда ишловчи ёпқичлар рандаланган ёки қирқилган бўйлама қирраларга эга бўлиши керак.

### Осма тўшамалар

16.2 Иплардан ясалган конструкциялар учун, қоида тариқасида, ситарқонлар, эшилган иплар ва ўта мустаҳкам симлар қўлланилиши лозим. Прокат қўллашга йўл қўйилади.

16.3 Осма тўшаманинг том ёпмаси, қоида тариқасида, кўтариб турувчи ипларда жойлаштирилиши ва улар ҳосил қилувчи шаклни такрорлаши лозим. Том ёпмани махсус устқурма конструкцияга тираш йўли билан иплар устида кўтаришга ёки ипларга пастдан осиб қўйишга йўл қўйилади.

Бу ҳолда том ёпма шакли ипларнинг осилиш шаклидан фарқ қилиши мумкин.

16.4 Таянч контурларнинг шакл-шамойили ҳисобий юкланишларда уларга бириктирилган иплардаги кучлардан тушувчи босим эгри чизикларини ҳисобга олган ҳолда тайинланиши лозим.

16.5 Осма тўшамалар шаклнинг муваққат юкланишлардан, шу жумладан шамол сўришидан барқарорлигига ҳисобланиши, у том ёпма қабул қилинган конструкциясининг герметиклигини таъминлаши лозим. Бунда тўшама эгрилигининг ўзгариши икки йўналишда – иплар бўйлаб ва уларнинг кўндаланг йўналишида текширилиши керак. Зарурий барқарорликка конструктив тадбирлар ёдамида: ипнинг тортилишини тўшама оғирлиги ёки дастлабки кучланиш ҳисобига қўпайтириш; барқарорлаштирувчи махсус конструкцияни яратиш; букилувчи-бикр ипларни қўллаш; иплар ва том ёпма плиталари системасини ягона конструкцияга айлантириш йўли билан эришилади.

16.6 Ип кесими ҳисобий юкланишда юзага келувчи энг катта куч бўйича, тўшаманинг берилган геометрияси ўзгаришини ҳисобга олган ҳолда ҳисобланиши керак. Тўрсимон системаларда, бундан ташқари, ип кесими фақат мазкур ип бўйлаб жойлашган муваққат юкланиш таъсирида ҳосил бўлувчи кучга текширилиши лозим.

16.7 Ипларнинг вертикал ва горизонтал силжишлари ва улардаги кучлар тўшама конструкцияси ишининг ночизиклигини ҳисобга олган ҳолда аниқланиши лозим.

16.8 Симарқонлар ва уларнинг уланмаларидан ҳосил қилинган ипларнинг иш шароитлари коэффицентлари 18-бўлимга мувофиқ олиниши керак. Барқарорлаштирувчи симарқонлар учун, агар улар таянч контур учун тортқичлар ҳисобланмаса, иш шароитлари коэффиценти  $\gamma_c = 1$ .

16.9 Прокат профиллардан ҳосил қилинган ипларнинг таянч тугунлари, қоида тариқасида, ошиқ-мошиқли қилиб бажарилиши керак.

## **17 ҲАВОДАН ЎТУВЧИ ЭЛЕКТР УЗАТИШ ЛИНИЯЛАРИНИНГ ТАЯНЧЛАРИНИ, ОЧИҚ ТАҚСИМЛАШ МОСЛАМАЛАРИ ВА ТРАНСПОРТ КОНТАКТ ТАРМОҚЛАРИ ЛИНИЯЛАРИНИНГ КОНСТРУКЦИЯЛАРИНИ ЛОЙИҲАЛАШГА ДОИР ҚЎШИМЧА ТАЛАБЛАР**

17.1 Баландлиги 100 м гача бўлган ҳаводан ўтувчи электр узатиш линиялари (ХЛ)нинг таянчлари ва очик тақсимлаш мосламалари (ОТМ)нинг конструкциялари учун болтлар толиқишга ҳисобланмайдиган конструкциялар учун сингари, баландлиги 100 м дан ортиқ бўлган таянчлар учун эса – толиқишга ҳисобланадиган конструкциялар учун сингари қабул қилиниши керак.

17.2 ХЛ таянчлари, ОТМ ва транспорт контакт тармоқлари линиялари (КТ) конструкцияларини ҳисоблашда иш шароитлари коэффицентлари  $F$  иловадан, шунингдек ушбу меъёрларнинг 32-жадвали ва 17.12-банди бўйича олиниши лозим.

Таянч элементларини мустаҳкамликка ҳисоблашга 7.2-бандга мувофиқ йўл қўйилмайди, бир токчага болтлар билан бириктириладиган якка бурчаклардан иборат чўзилган элементларни маҳкамлаш жойларидаги кесимларни ҳисоблаш бундан мустасно.

Ясси траверслар элементларининг эгилювчанлигини аниқлашда ҳисобий узунликлар  $l_{ef}$  ва кесимларнинг инерция радиуслари  $i$  33-жадвалдан олиниши керак.

17.3 Келтирилган эгилювчанликни 1-жадвал бўйича аниқлашда бутун ўзакнинг энг катта эгилювчанлиги  $\lambda$  қуйидаги формулалар бўйича ҳисоблаб топилиши лозим:

учлари бўйлаб ошиқ-мошиқлар билан тиралган, параллель белбоғларга эга тўрт қиррали ўзак учун

$$\lambda = 2l/b; \quad (158)$$

учлари бўйлаб ошиқ-мошиқлар билан тиралган, параллель белбоғларга эга уч қиррали тенг томонли ўзак учун

$$\lambda = 2,5l/b; \quad (159)$$

эркин турувчи пирамидасимон шаклдаги устун учун (10-расм)

$$\lambda = 2\mu_1 h/b_i. \quad (160)$$

(158) ÷ (160) формулаларда қабул қилинган белгилар:

$\mu_1 = 1,25(b_s/b_i)^2 - 2,75(b_s/b_i) + 3,5$  – ҳисобий узунликни аниқлаш учун коэффициент;

$l$  – икки томони очик ўзакнинг геометрик узунлиги;

$b$  – параллель белбоғларга эга ўзак тор қирраси белбоғларининг ўқлари ўртасидаги масофа;

$h$  – бўш турган устун баландлиги;

$b_s$  ва  $b_i$  – энг тор қирранинг устки ва пастки асосларидаги пирамидасимон таянч белбоғларининг ўқлари ўртасидаги масофа.

### 32-жадвал

№ т.б.	Конструкциялар элементи	Иш шароитлари коэффициенти $\gamma_c$
1	Якка бурчаклардан, бошмоқдан эътиборан дастлабки икки панелдаги бўш турган таянчларнинг устунларидан сиқилган белбоғлар тугунларнинг қуйидаги уланмаларида: а) пайвандлаб уланган б) болтлар билан бириктирилган	0,95 0,90
2	Бир тоқчада бириктириладиган тенг тоқчали якка бурчаклардан ясси панжарасимон траверсларнинг сиқилган элементлари (24-расм): а) таянч устунига траверс белбоғи бўйлаб қўйилган икки ва ундан ортиқ болтлар билан бириктириладиган белбоғлар б) таянч устунига битта болт билан ёки фасонка орқали бириктириладиган белбоғлар в) кашаклар ва тиргаклар	0,90 0,75 0,75
3	Пўлат симарқонлардан ёки ўта мустаҳкам симлар дастасидан тортқичлар: а) нормал иш режимидаги оралик таянчлар учун б) зулфинли, зулфинли-бурчакли ва бурчакли таянчлар учун: нормал иш режимида аварияли иш режимида	0,90 0,80 0,90
Изоҳ. Иш шароитлари коэффициентининг жадвалда кўрсатилган қийматлари тугунлардаги элементларнинг уланмаларига татбиқ этилмайди.		

17.4 Икки томони очик, узунлик бўйича ўзгармас марказдан сиртда сиқилган ва сиқилган-букилувчи ўзакларни турғунликка ҳисоблаш ушбу меъёрларнинг 7-бўлими талабларига мувофиқ бажарилиши лозим.

Икки томони очик, узунлик бўйича ўзгармас, панжара ва планкалардан иборат тенг томонли уч қиррали ўзаклар учун нисбий эксцентриситет  $m$  қуйидаги формулалар бўйича ҳисобланиши лозим:

қирраларидан бири перпендикуляр текисликда букилганда

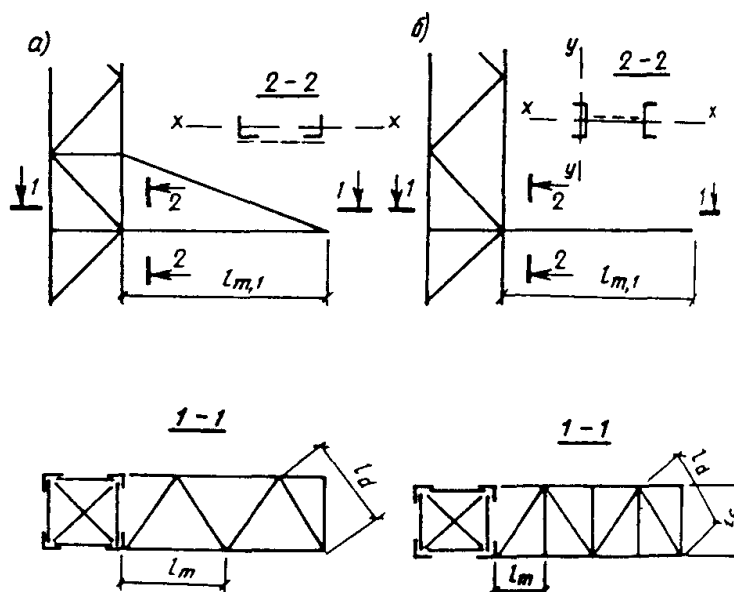
$$m = 3,48\beta M / (Nb); \quad (161)$$

қирраларидан бири параллель текисликда букилганда

$$m = 3\beta M / (Nb), \quad (162)$$

бу ерда  $b$  – қирра текислигида белбоғларнинг ўқлари ўртасидаги масофа;

$\beta$  – болтли уланмаларда 1,2 га, пайвандли уланмаларда 1,0 га тенг бўлган коэффициент.



24-расм. Траверслар схемаси

$a$  – учбурчак панжарали;  $b$  – шунинг ўзи, устунлар билан

33-жадвал

Траверс конструкцияси	Ҳисобий узунлик $l_{ef}$ ва кесим инерцияси радиуси $i$			
	белбоғларники		панжараники	
	$l_{ef}$	$i$	$l_{ef}$	$i$
Якка бурчаклардан белбоғлар ва панжара билан (24-расм, а)	$l_m$	$i_{\min}$	$l_d, l_c$	$i_{\min}$
	$l_{m1}$	$i_x$	–	–
Швеллерлардан белбоғлар ва якка бурчаклардан панжара билан (24-расм, б)	$l_m$	$i_y$	$l_d, l_c$	$i_{\min}$
	$1,12l_{m1}$	$i_x$	–	–

33-жадвалда қабул қилинган белгилар:  
 $i_x$  – траверс панжараси текислигига параллель ўққа нисбатан кесим инерцияси радиуси.

17.5 Икки томони очик кесимли марказдан сиртда сиқилган ва сиқилган-букилувчи ўзақларни ҳисоблашда ушбу меъёрлар 7.27-бандининг талабларига мувофиқ элементларнинг болтли уланмаларида эксцентриситет қиймати 1,2 коэффициентга кўпайтирилиши лозим.

17.6 Тортқичларга эга бўлган таянчларнинг икки томони очик кесимли марказдан сиртда сиқилган ва сиқилган-букилувчи устунлари айрим белбоғларининг турғунлигини текширишда ҳар бир белбоғдаги бўйлама куч деформацияланган схемага мувофиқ ҳисоблаб чиқариладиган букувчи момент  $M$  ни ҳисобга олган ҳолда аниқланиши лозим. Мазкур моментнинг ошиқ-мошиқ билан тиралган устун узунлигининг ўртасидаги қиймати қуйидаги формула бўйича аниқланиши лозим:

$$M = M_q + \frac{\beta N}{\delta} (f_q + f_0) \quad (163)$$

бу ерда  $M_q$  – узунлик ўртасида кўндаланг юкланишдан бериладиган букувчи момент бўлиб, у оддий тўсинлардаги сингари аниқланади;

$\delta = 1 - 0,1Nl^2/(EJ)$ ; бу ерда  $J$  – кўндаланг юкланиш амал қилувчи текисликка перпендикуляр бўлган ўққа нисбатан устун кесимининг инерция моменти;

$l$  – устуннинг узунлиги;

$N$  – устундаги бўйлама куч;

$f_q$  – узунлик ўртасида кўндаланг юкланиш таъсирида устуннинг букилиши бўлиб, у оддий тўсинлардаги сингари аниқланади;

$f_0 = l/750$  – устуннинг бошланғич қийшайиш кўрсаткичи;

$\beta$  – 17.4-бандга мувофиқ олинувчи коэффициент.

17.7 Икки томони очиқ кесимли сиқилган-букилувчи ва ошиқ-мошиқ билан тиралган устунлардаги узунлик бўйлаб ўзгармас кўндаланг куч  $Q$  тортчиқли таянчларда устун узунлиги бўйлаб ўзгармас деб олинishi ва қуйидаги формула бўйича аниқланиши лозим:

$$Q = Q_{\max} + \frac{3,14\beta N}{\delta l} (f_q + f_0) \quad (164)$$

бу ерда  $Q_{\max}$  – ташқи юкланишдан берилувчи максимал кўндаланг куч.

(164) формулада қолган ифодалар (163) формуладаги сингари қабул қилинган.

17.8 Якка бурчаклардан ясалган конструкцияларнинг сиқилган ўзакларини турғунликка ҳисоблаш, қоида тариқасида, бўйлама кучларнинг эксцентрик берилишини ҳисобга олган ҳолда аниқланиши лозим.

Бўйлама кучларни камида 1,0 деб олинадиган коэффициентлар  $\alpha_m$  ва  $\alpha_d$  кўпайтириш шарти билан бу ўзакларни (3) формула бўйича марказда сиқилган ўзаклар сифатида ҳисоблашга йўл қўйилади.

10-расмдаги кўламли болтли конструкцияларда (10-расм, в ва учлардаги таянчлардан ташқари) тенг токчали якка бурчаклардан ўзакларнинг тугунларида уларнинг белгилари бўйича марказлашда панжара элементларида болтлар бир қаторда жойлашганда ва кашаклар тугунда белбоғ токчасининг икки томонидан бириктирилганда  $\alpha_m$  ва  $\alpha_d$  коэффициентларнинг қийматлари аниқланади:

$\bar{\lambda} \leq 3,5$  бўлган белбоғлар учун ( $\bar{\lambda} > 3,5$  бўлса,  $\bar{\lambda} = 3,5$  деб олинishi керак) қуйидаги формулалар бўйича:

$$0,55 \leq c/b \leq 0,66 \text{ ва } N_{md}/N_m \leq 0,7 \text{ бўлса,} \\ \alpha_m = 1 + [c/b - 0,55 + \bar{\lambda}(0,2 - 0,05\bar{\lambda})]N_{md}/N_m; \quad (165)$$

$$0,4 \leq c/b < 0,55 \text{ ва } N_{md}/N_m \leq (2,33c/b - 0,58) \text{ бўлса,} \\ \alpha_m = 0,95 + 0,1c/b + [0,34 - 0,62c/b + \bar{\lambda}(0,2 - 0,05\bar{\lambda})]N_{md}/N_m; \quad (166)$$

белбоғнинг ҳисобланаётган панелига туташ кашаклар учун (кашакнинг бурчак токчаси бўйлаб муҳрадан болтлар ўрнатилган белгигача бўлган масофасининг кашак бурчаги токчасининг кенглигига нисбати 0,54 дан 0,60 гача тенг бўлганда) қуйидаги формулалар бўйича:

$$0,55 \leq c/b \leq 0,66 \text{ ва } N_{md}/N_m < 0,7 \text{ бўлса,}$$

$$\alpha_d = 1,18 - 0,36c/b + (1,8c/b - 0,86)N_{md}/N_m ; \quad (167)$$

$$0,4 \leq c/b < 0,55 \text{ ва } N_{md}/N_m \leq (2,33c/b - 0,58) \text{ бўлса,} \\ \alpha_d = 1 - 0,04c/b + (0,36 - 0,41c/b)N_{md}/N_m . \quad (168)$$

10-расм, г, д, е даги кўламли болтли конструкциялар учун (166) ва (168) формулаларда  $0,45 \leq c/b < 0,55$  деб олинishi керак.

10-расм, б, г даги тенг токчали якка бурчаклардан пайвандлаб уланган кўламли конструкцияларда (учлардаги таянчлардан ташқари) тугундаги кашаклар белбоғ тоқчасининг ички томонидангина бириктирилганда,  $N_{md}/N_m \leq 0,7$  бўлса,  $\alpha_m$  ва  $\alpha_d$  коэффициентларнинг қийматлари қуйидагича олинади:

ўзақларнинг тугунларида марказлаш кесимларнинг оғирлик марказлари бўйича амалга оширилганда

$$\alpha_m = \alpha_d = 1,0 ;$$

кашаклар ўқларининг тугунларида марказлаш белбоғнинг муҳрасига нисбатан амалга оширилганда

$$\alpha_m = \alpha_d = 1 + 0,12N_{md}/N_m .$$

Конструкцияларни вертикал ва кўндаланг юкланишлар ҳамда симлар ёки тросларнинг узилиши натижасида ҳосил бўлган айлантирувчи моментнинг биргаликдаги таъсирига ҳисоблашда  $\alpha_m = \alpha_d = 1,0$  деб олишга йўл қўйилади.

(165) ÷ (167) формулаларда  $\alpha_m$  ва  $\alpha_d$  ни аниқлаш учун қабул қилинган белгилар:

$c$  – белбоғ бурчагининг тоқчаси бўйлаб унинг муҳрасидан тугун маркази жойлашган белгигача бўлган масофа;

$b$  – белбоғ бурчаги тоқчасининг кенглиги;

$\bar{\lambda}$  – белбоғнинг шартли эгилувчанлиги;

$N_m$  – белбоғ панелидаги бўйлама куч;

$N_{md}$  – белбоғнинг бир тоқчасига туташувчи кашаклардаги кучлар белбоғ ўқиға проекцияларининг унга тугунда узатиладиган ва  $N_m$  учун назарда тутилган юкланишлар бирикмасида аниқланадиган йиғиндиси;

белбоғни ҳисоблашда тугунлар учун панель учлари бўйича, кашакларни ҳисоблашда эса – кашак туташган тугун учун олинган  $N_{md}$  қийматларидан энг каттаси олинади.

17.9 Бўш турган панжарасимон устуннинг якка бурчагидан ясалган қуйидан биринчи кашакнинг эгилувчанлиги 160 дан ошмаслиги керак.

17.10 Таянч устининг оғишлари ва траверсларнинг вертикал букилишлари 34-жадвалда келтирилган қийматлардан ошмаслиги керак.

17.11 ХЛ ва ОТМ якка бурчаклардан ясалган таянчларининг пўлат конструкцияларида диафрагмалар кўпи билан 15 м оралатиб, шунингдек жамланган юкланишлар бериладиган ва белбоғларнинг синиқлари жойлашган ерларда жойлаштирилиши лозим.

17.12 Панжара элементлари (кашаклар ва тиргаклар)нинг бир болтли уланмаларида, чўзилишга доимий ишлайдиган уланмалардан ташқари, оқувчанлик чегараси  $380 \text{ Н/мм}^2$  гача бўлган пўлатлардан тоқча қалинлиги 6 мм гача бўлганда элемент киррасидан тешик марказигача бўлган масофани куч бўйлаб  $1,35d$  деб (бу ерда  $d$  – тешик диаметри) олишга йўл қўйилади, элементларни ясашда бу қиймат камайтириш томонга ўзгартирилиши мумкин эмас ва бу лойиҳада кўрсатилиши лозим. Бунда уланаётган элементларни эзилишга ҳисоблашда уланма иш шароитлари коэффициенти  $\gamma_b$  (137) формулада 0,65 га тенг деб олинishi керак.

Чўзилишга доимий ишлайдиган элементлар (траверсларнинг тортқилари, симлар ва трослар маҳкамланган тугунларга туташ элементлар)нинг бир болтли уланмаларида (ва қурилмалар маҳкамланган жойларда) элемент қиррасидан тешик марказигача бўлган масофа куч бўйлаб камида  $2d$  деб олиниши керак.

17.13 Белбоққа болтлар билан маҳкамладиган кашаклар, қоида тарикасида, бир тугунда белбоғ бурчаги токчасининг икки томонида жойлаштирилиши лозим.

17.14 Белбоғ тенг токчали бурчакларининг болтли уланмаларида улоқдаги болтлар сони жуфт тайинланиши ва болтлар бурчак токчалари ўртасида тенг тақсимланиши керак.

Болтлар бир қаторда ва шахмат тартибда жойлаштирилганда уларнинг сони, шунингдек болтлар икки қаторда жойлаштирилганда уларнинг кўндаланг қаторлари сони улоқнинг ҳар бир томонида бурчакнинг бир токчасида бештадан ортиқ тайинланмаслиги керак.

## 34-жадвал

Конструкциялар ва оғиш йўналиши	Устунларнинг нисбий оғиши (баландлик $h$ га нисбатан)	Траверсларнинг нисбий букилишлари (оралиқ ёки рафақ узунлигига нисбатан)			
		вертикал		горизонтал	
		оралиқда	рафақда	оралиқда	рафақда
1. ҲЛ анкер типдаги уч ва бурчак таянчлари, баландлиги симлар бўйлаб 60 м гача	1/120	1/200	1/70	Чекланмайди	
2. ҲЛ анкер типдаги таянчлари, баландлиги симлар бўйлаб 60 м гача	1/100	1/200	1/70	Чекланмайди	
3. ҲЛ оралиқ таянчлари (ўтиш таянчларидан ташқари), симлар бўйлаб	Чекланмайди	1/150	1/50	Чекланмайди	
4. ҲЛ барча типдаги ўтиш таянчлари, баландлиги симлар бўйлаб 60 м дан ортиқ	1/140	1/200	1/70	Чекланмайди	
5. ОТМ таянчлари, симлар бўйлаб	1/100	1/200	1/70	1/200	1/70
6. ОТМ таянчлари, симларга нисбатан кўндаланг йўналишда	1/70	Чекланмайди			
7. Қурилмалар остига таянчларнинг устунлари	1/100	–	–	–	–
8. Қурилма остига тўсинлар	–	1/300	1/250	–	–
<p>Изоҳлар:</p> <p>1. ОТМ таянчлари ва ҲЛ таянчлари траверсларининг авария ва монтаж режимида оғишлари меъёрлаштирилмайди.</p> <p>2. Жадвалнинг 7 ва 8-бандлари бўйича оғишлар ва букилишлар, агар қурилмадан фойдаланиш техник шартларида қаттиқроқ талаблар белгиланган бўлса, камайтирилиши лозим.</p>					

**18 КОНСТРУКЦИЯЛАРИНИ ЛОЙИҲАЛАШГА ДОИР ҚЎШИМЧА ТАЛАБЛАР**

18.1 АИни лойиҳалашда қуйидагилар назарда тутилиши лозим:  
иншоот ва унинг айрим элементлари аэродинамик қаршилигини пасайтириш;  
конструкцияларнинг элементларида кучларни бошланғич кучланишдан фойдаланиш йўли билан оқилона тақсимлаш;

кўтариб туриш ва радиотехника функцияларини бирлаштириш.

18.2 Тортқичлар ва антенна кўтармаларининг элементлари учун СС гуруҳи бўйича рухланган юмалоқ, яқка ўрилган ўралмайдиган (эшма) ёки қўш хочсимон ўрилган металл ўзакли (юмалоқ тўқимали) ўралмайдиган, пўлатдан ясалган юк симарқонлари қўлланилиши лозим, бунда эшма симарқонлар ҳисобий кучлар 325 кН гача бўлган шароитда қўлланилиши керак. Симарқонларда 1 туркумли энг катта диаметрли юмалоқ пўлат сим ишлатилиши лозим. Ўртача ва кучли агрессив муҳитларда ЖС гуруҳи бўйича рухланган симарқонлардан СС гуруҳи симарқонлари учун белгиланган талабларга мувофиқ фойдаланишга йўл қўйилади. Ўраладиган симарқонлардан уларнинг учларида рухланган юмшоқ симдан боғичларни 25% га узунлаштирган ҳолда фойдаланишга йўл қўйилади.

Ёнғоқсимон изоляторлар ўрнатилган тортқичлар учун, агар радиотехника талаблари бунга йўл қўйса, нометалл ўзакли пўлат симарқонлар қўлланиши лозим.

Юмалоқ симдан ясалган симарқонларнинг кўтариб туриш қобилятидан ортик кучларга эга бўлган тортқичлар учун зетасимон ва понасимон рухланган симлардан ясалган берк пўлат симарқонларни қўллашга йўл қўйилади.

18.3 АИ конструкцияларини ҳисоблашда 13-бўлим ва F иловада, шунингдек 35-жадвалда белгиланган иш шароитлари коэффицентлари олиниши керак.

35-жадвал

Конструкцияларнинг элементлари	Иш шароитлари коэффицентлари $\gamma_c$
Панжаранинг дастлабки тарзда кучланган элементлари	0,90
Фланецлар:	
ҳалқасимон	1,10
қолган типлари	0,90
Мачталар тортқичларининг пўлат симарқонлари ёки антенна кўтармаларининг элементлари уларнинг қуйидаги сонларида:	
поғонада 3-5 тортқич ёки антенна кўтармаларининг элементлари	0,80
поғонада 6-8 тортқич	0,90
поғонада 9 ва ундан ортик тортқич	0,95
Учларни коушда қисқичлар билан маҳкамлаш ёки втулкада нуктасимон преслаш	0,75
Симарқоннинг коуш ёки изолятордаги тўқимаси	0,55
Тортқичлар, антенна кўтармалари, симларни, таянч конструкциялар ва анкерли пойдеворларга тирговучларни маҳкамлаш элементлари	0,90
Қирқмали уланмаларсиз анкерли тортқилар, улар букиш билан чўзилишга ишлаганда	0,65
Чўзилишга ишлаганда ҳалқалар	0,65
Пўлат симарқонлар маҳкамлагичлари ва уланмаларининг деталлари:	
механик, ошиқ-мошиқларнинг ўқларидан ташқари	0,80
эзилганда ошиқ-мошиқларнинг ўқлари	0,90



18.4 Таянчларнинг нисбий оғишлари 36-жадвалда кўрсатилган қийматлардан ошмаслиги керак, лойиҳалашга техник топшириқда бошқача қийматлар белгиланган таянчларнинг оғишлари бундан мустасно.

36-жадвал

Юкланма тури	Нисбий оғишлар (баландликка нисбатан)
Шамол ёки музлама юкланиши	1/100
Таянчга бир томонлама осилган антенналар шамол бўлмаганда	1/300

18.5 Таянчни динамик ҳисоблашда антенна кўтармасининг таянчига бириктирилган масса ҳисобга олинмайди.

18.6 Шамол ва музлама юкланишларининг қийматларини мачта танаси поғоналари ўртасининг баландлигида ёки эгилувчан элемент (тортқич) осмаси баландлигининг учдан икки қисмида олишга ва мазкур қийматларни поғона ёки элемент узунлиги бўйлаб бир тексим тақсимланган деб ҳисоблашга йўл қўйилади.

18.7 Мачталар тортқичлари оралиғида изоляторлар массаси, шамол ва музлама юкланишларидан жамланган кучларни қиймат жиҳатидан тўсин моментига эквивалент, бир текис тақсимланган юкланиш деб олишга йўл қўйилади.

18.8 АИ қия элементларини (мачталарнинг тортқичлари, антенна кўтармаларининг элементлари, тирговучларни) ҳисоблашда фақат уларга таъсир этувчи юкланишларнинг элемент ўқиға ёки унинг хордасига перпендикуляр йўналган проекцияси ҳисобга олиниши лозим.

18.9 Тортқичлардан иборат мачталар умумий ва улар айрим элементларининг турғунлигига қуйидаги юкланишларда ҳисобланиши керак:

шамол бўлмаганда тортқичларнинг монтажга оид тортилишидан;

шамол юкланиши – тортқичлардан бирига йўналганда;

музлама юкланиши – шамол бўлмаганда;

музлама ва шамол юкланиши – тортқичлардан бирига йўналганда.

Мачтанинг умумий турғунлигини текширишда танадаги ҳисобий куч критик кучдан 1,3 барабар кам бўлиши керак.

18.10 Лойиҳада мачта ўрнатилаётган ҳудуддаги ҳавонинг ўртача йиллик ҳароратсида, шунингдек  $\pm 40^{\circ}\text{C}$  ҳароратда тортқичларнинг симарқонларидаги монтажга оид тортилишларнинг қийматлари кўрсатилиши лозим.

18.11 Конструкциялар элементларининг ҳисобий кучларни узатувчи монтаж уланмалари, қоида тариқасида, В аниқлик туркуми болтларида ва тортилиш ростланмайдиган ўта мустаҳкам болтларда лойиҳаланиши керак. Белгиси ўзгарувчан кучлар таъсир этганда, қоида тариқасида, ўта мустаҳкам болтлардаги ёки пайвандлаб ўрнатиладиган уланмалар қабул қилиниши лозим.

Фланецли уланмаларда, қоида тариқасида, тортилиш ростланмайдиган ўта мустаҳкам болтлар қўлланиши лозим.

Пайвандлаб ўрнатишни ёки А аниқлик туркуми болтларини қўллаш монтаж қилувчи ташкилот билан келишилиши керак.

18.12 Эгилувчанлиги 250 дан ортиқ бўлган кашаклар кесишув жойларида чапараста панжара ўрнатилганда ўзаро бириктирилиши лозим.

Диафрагмалар ва технологик майдончалар элементларининг вертикал ва горизонтал текисликлардаги тиргаklarининг букилишлари 1/250 оралиқдан ошмаслиги керак.

18.13 Панжарасимон таянчларнинг конструкцияларида диафрагмалар таянч секцияси ўрта кўндаланг кесимининг уч ўлчамидан ортиқ бўлмаган масофа оралатиб,

шунингдек жамланган юкланишлар бериладиган ва белбоғларнинг синиқлари жойлашган ерларда жойлаштирилиши лозим.

18.14 Кувурлар фланецли уланмаларининг болтлари минимал мумкин бўлган диаметрли битта доирада, қоида тариқасида, болтлар ўртасидаги тенг масофаларда жойлаштирилиши керак.

18.15 Фермалар панжарасининг бир тугунда туташувчи элементлари белбоғ ўқиға нисбатан уларнинг ўқлари кесишувчи нуқтада марказланиши лозим. Кашаклар фланецларга туташувчи жойларда уларни белбоғ кўндаланг кесими ўлчамининг учдан биригача масофада марказдан узоқлаштиришга йўл қўйилади. Марказдан узоқлаштириш бундан катта ўлчамга амалга оширилганда элементлар ҳисоби тугунларнинг моментларини ҳисобга олган ҳолда бажарилиши лозим.

Юмалоқ пўлатдан ясалган кашакларни маҳкамлаш учун қирқмали фасонкааларда қирқманинг учи кашак диаметридан 1,2 барабар каттароқ очилиши керак.

18.16 Панжарасимон танали матчалардаги тортқичлар белбоғлар ва тиргаклар ўқларининг кесишиш нуқтасига марказланиши лозим. Тортқичларнинг шартли ўқи сифатида хорда олиниши керак.

Тортқичларни маҳкамлаш учун варақсимон ҳалқалар уларни букилишдан асровчи бикрлик қовурғалари билан мустаҳкамланиши лозим.

Тортқичларни маҳкамлаш тугунларининг матчалар таналари секцияларининг транспорт габаритларига сиғмайдиган конструкциялари танада айрим киритмаларда бикр габарит диафрагмалар кўринишида лойиҳаланиши керак.

18.17 Мачтанинг таянч секцияси, қоида тариқасида, мачта танасидан юкланишни пойдеворга таянч ошиқ-мошиқ орқали узатадиган қилиб бажарилиши лозим. Тегишли асослаш мавжуд бўлганда пойдеворда қисилган таянч секциясини қўллашга йўл қўйилади.

18.18 Технологик майдончаларнинг кронштейнлари ва осмалари тана асосий конструкцияларининг тугунларида жойлаштирилиши лозим.

18.19 Мачталар тортқичларининг узунлигини ростлаш ва уларни маҳкамлашга хизмат қилувчи чўзма қурилмалар (муфталар) анкерли қурилмаларга эгилувчан симарқонли киритма билан маҳкамланиши лозим. Втулкаларнинг ён юзалари ўртасида симарқонли киритманинг узунлиги симарқоннинг 20 диаметридан кам бўлмаслиги керак.

18.20 АИ элементлари учун мустаҳкамлик ва толиқишга синовдан ўтган намунавий механик деталлар қўлланиши лозим.

Чўзилган элементларда резьба ГОСТ 8724, ГОСТ 9150, ГОСТ 24705 стандартлари (қайрилмали резьба ботиғини бажариш) бўйича олиниши керак.

18.21 Мачталарнинг тортқичларида, горизонтал антенна кўтармаларининг симлари ва симарқонларида вибрацияни сўндириш учун рессор типидagi паст частотали (1-2,5 Гц) ва юқори частотали (4-40 Гц) жуфт вибрация сўндиргичларни олдинма-кетин ўрнатиш назарда тутилиши лозим.

Паст частотали сўндиргичлар тортқич, сим ёки симарқоннинг асосий тони частотасига қараб танланиши керак. Симарқоннинг учи маҳкамланган жойдан сўндиргичлар осмаси ўрнатилган жойгача бўлган масофа  $s$  қуйидаги формула бўйича аниқланиши лозим:

$$s \geq \beta d \sqrt{\frac{P}{m}},$$

бу ерда  $d$  – симарқон, сим диаметри, мм;

$m$  – симарқон, сим 1 м массаси, кг;

$P$  – симарқон, симдаги бошланғич чўзилиш, Н;

$\beta$  – коэффициент бўлиб, у 0,00041, Н га тенг.

Юқори частотали сўндиргичлар паст частотали сўндиргичлардан юқорида  $s$  масофада ўрнатилади. Антенна кўтармалари симлари ва симарқонларининг 300 м дан ортик ораликларида сўндиргичлар ҳисобдан қатъи назар ўрнатилиши лозим.

“Лапанглаш” қабилидаги тебранишларни сўндириш учун ситарқон (сим) узунлиги етаклаш тортқилари билан ўзгартирилиши керак.

18.22 Радиоалоқа антенна иншоотлари баланд тўсиқларни тамғалаш ва ёруғлик билан тўсишга оид талабларга мувофиқ рангли тамғалаш бўлаклари билан оралатиб бўялиши лозим.

18.23 Тортқичлар, изоляторлар арматурасининг механик деталлари, шунингдек металл ашёлари, қоида тариқасида, рухланган бўлиши керак.

## 19 ДАРЁ ГИДРОТЕХНИКА ИНШОТЛАРИНИ ЛОЙИХАЛАШГА ДОИР ҚЎШИМЧА ТАЛАБЛАР

19.1 Дарё гидротехника иншоотларининг пўлат конструкцияларини ҳисоблашда 13-бўлим ва F иловада, шунингдек 37-жадвалда белгиланган иш шароитлари коэффициентлари олиниши керак.

19.2 Нам муҳит таъсир этмайдиган пўлат конструкциялар 1÷14-бўлимларнинг талабларига мувофиқ лойиҳаланиши лозим.

Нам муҳит таъсир этувчи конструкцияларни ҳисоблашда мустаҳкамлик коэффициентлари гидротехника иншоотларини лойиҳалаш меъёрларининг талабларига мувофиқ олиниши керак.

19.3 Қувур йўлларининг учланмалари ва айрилиш жойларини толиқишга ҳисоблаш, агар лойиҳалаш учун топшириқда қувур йўлида оқим босимининг маромий ҳаракатланувчи элементи мавжудлиги айтиб қўйилган бўлса, 11-бўлим талабларига мувофиқ амалга оширилиши мумкин.

Икки ўқли чўзилишга учрайдиган элементларни толиқишга ҳисоблашни ҳақиқий кучланган ҳолатни ҳисобга олган ҳолда аниқроқ методлар билан амалга оширишга йўл қўйилади.

37-жадвал

Конструкцияларнинг элементлари	Юкланишларнинг қуйидаги бирикмаларида иш шароитлари коэффициенти $\gamma_c$	
	асосий	алоҳида
1. Қувур йўлларининг элементлари, ясси тикинларнинг қопламаларидан ташқари, маҳаллий кучланишларни ҳисобга олмасдан ички босимга ҳисоблаганда	0,70	0,95
2. Шунинг ўзи, тўсин катагисиз ясси тикинлардан ташқари, маҳаллий кучланишларни ҳисобга олган ҳолда ички босимга ҳисоблаганда	1,10	1,5
3. Қувур йўлларининг тўсин катагисиз ясси тикинлари ички босимга ҳисоблаганда	0,55	0,7
4. Қувур йўлларининг элементлари ташқи босимга ҳисоблаганда:		
тўғри чизикли участкалар ва тирсақларнинг қобиқлари	0,80	0,9
бикрлик ҳалқалари	0,65	0,75
5. Ясси қопламаларнинг анкерлари	0,85	—

19.4 Затвор камералари ва тарновларнинг яққи қопламалари қуйидаги шартларда мустаҳкамликка ҳисобланиши лозим:

янги ётқизилган бетон ва қоплама ортига босим остида юборилувчи цемент қоришма босими;

тарновдаги сув босимини ҳисобга олганда, қоплама ортидаги бетонда филтрацион сув босими.

19.5 Ғилдиракли ва ғалтакли затворлар остига ишчи йўллари мустаҳкамликка ҳисоблаш ғилдираш юзаларининг букилиши ва маҳаллий эзилиши, деворнинг маҳаллий сиқилиши, асос остида бетоннинг сиқилиши шартларида бажарилиши лозим.

19.6 Узунлик бўйича ўзгарувчи диаметрларга эга қувур йўллари ўзгармас диаметрли қисмларга бўлиниши керак. Қувурнинг бир диаметрдан бошқасига ўтиш конуссимон гардишлар ёки бўғинлар билан бажарилиши лозим.

## 20 ЭГИЛУВЧАН ДЕВОРЛИ ТЎСИНЛАРНИ ЛОЙИҲАЛАШГА ДОИР ҚЎШИМЧА ТАЛАБЛАР

20.1 Симметрик кўштавр кесимли эгилювчан деворли, статик юкланишни кўтарувчи ва девор текислигида букилувчи қирқма тўсинлар учун, қоида тариқасида, оқувчанлик чегараси 430 Н/мм<sup>2</sup> гача бўлган пўлатлар қўлланилиши лозим.

20.2 Статик юкланишни кўтарувчи, фақат кўндаланг бикрлик қовурғалари билан мустаҳкамланган девор текислигида букилувчи қирқма тўсинлар (25-расм)нинг мустаҳкамлиги, деворнинг шартли эгилювчанлиги  $6 \leq \bar{\lambda}_w \leq 13$  бўлганда, қуйидаги формула бўйича текширилиши лозим:

$$\left(\frac{M}{M_u}\right)^4 + \left(\frac{Q}{Q_u}\right)^4 \leq 1, \quad (169)$$

бу ерда  $M$  ва  $Q$  – тўсиннинг кўрилётган кесимидаги момент ва кўндаланг куч қийматлари;

$M_u$  – қуйидаги формула бўйича аниқланувчи моментнинг чегаравий қиймати

$$M_u = R_y t h^2 \left[ \frac{A_f}{t h} + \frac{0,85}{\bar{\lambda}_w} \left( 1 - \frac{1}{\bar{\lambda}_w} \right) \right]; \quad (170)$$

$Q_u$  - қуйидаги формула бўйича аниқланувчи кўндаланг кучнинг чегаравий қиймати

$$Q_u = R_s t h \left[ \frac{\tau_{cr}}{R_s} + 3,3 \left( 1 - \frac{\tau_{cr}}{R_s} \right) \frac{\beta \mu}{1 + \mu^2} \right]. \quad (171)$$

(170) ва (171) формулаларда:

$t$  ва  $h$  – девор қалинлиги ва баландлиги;

$A_f$  – тўсин белбоғи кесимининг юзи;

$\tau_{cr}$  ва  $\mu$  – критик кучланиш ва девор бўлими ўлчамларининг нисбати бўлиб, улар

9.4-бандга мувофиқ аниқланади;

$\beta$  – коэффициент бўлиб, у қуйидаги формулалар бўйича аниқланади:

$$\alpha \leq 0,03 \text{ бўлса,}$$

$$\beta = 0,05 + 5\alpha \geq 0,15; \quad (172)$$

$$0,03 < \alpha \leq 0,1 \text{ бўлса,}$$

$$\beta = 0,11 + 3\alpha \leq 0,40. \quad (173)$$

$$\text{Бу ерда } \alpha = \frac{8W_{\min}}{th^2 a^2} (h^2 + a^2),$$

бунда  $W_{\min}$  – тўсиннинг сиқилган беобоғидан ва деворнинг унга туташадиган, баландлиги  $0,5t\sqrt{E/R_y}$  бўлган қисмидан иборат таврли кесим қаршилигининг минимал моменти (таврнинг тўсин белбоғига параллель бўлган ўз ўқиға нисбатан);

$a$  – бикрлик қовурғаларининг одими.

20.3 Кесими 9.10-бандда кўрсатилгандан кам қабул қилиниши мумкин бўлмаган кўндаланг бикрлик қовурғалари қуйидаги формула бўйича аниқланувчи куч  $N$  билан сиқилган ўзақлар сифатида турғунликка ҳисобланиши лозим:

$$N = 3,3R_s th \left( 1 - \frac{\tau_{cr}}{R_s} \right) \frac{\beta \mu}{1 + \mu^2}, \quad (174)$$

бу ерда барча белгилар 20.2-банд бўйича қабул қилиниши керак.

$N$  қиймати қовурға устида жойлашган жамланган кучдан кам қабул қилинмаслиги лозим.

Ўзакнинг ҳисобий узунлиги  $l_{ef} = h(1 - \beta)$  га тенг деб олиниши, бироқ у  $0,7h$  дан кам бўлмаслиги керак.

Икки томонли симметрик қовурға марказда сиқилишга, бир томонли қовурға эса – марказдан сиртда сиқилишга, девор ўқидан ўзак ҳисобий кесимининг оғирлик марказигача бўлган масофага тенг эксцентриситет билан ҳисобланиши лозим.

Ўзакнинг ҳисобий кесимиға бикрлик қовурғасининг ва қовурға ҳар бир томонидаги деворнинг кенглиги  $0,65t\sqrt{E/R_y}$  бўлган бўлагининг кесими киритилиши керак.

20.4 Тўсин деворининг таянч устидаги қисми икки томонли таянч бикрлик қовурғаси билан мустаҳкамланиши ва у 9.12-бандга мувофиқ ҳисобланиши лозим.

Қовурға кенлигидан кам ва таянч қовурғадан  $1,3t\sqrt{E/R_y}$  ортиқ бўлмаган масофада 20.3-бандга мувофиқ ўлчамли қўшимча икки томонли бикрлик қовурғаси ўрнатилиши керак.

20.5 Ушбу меъёрларнинг 7.16-банди, а талаблари бажарилганда ёки ҳисобий узунлик  $l_{ef} \leq 0,21b_f\sqrt{E/R_y}$  бўлганда (бу ерда  $b_f$  – сиқилган белбоғ кенглиги) тўсинларнинг турғунлиги текширилмайди.

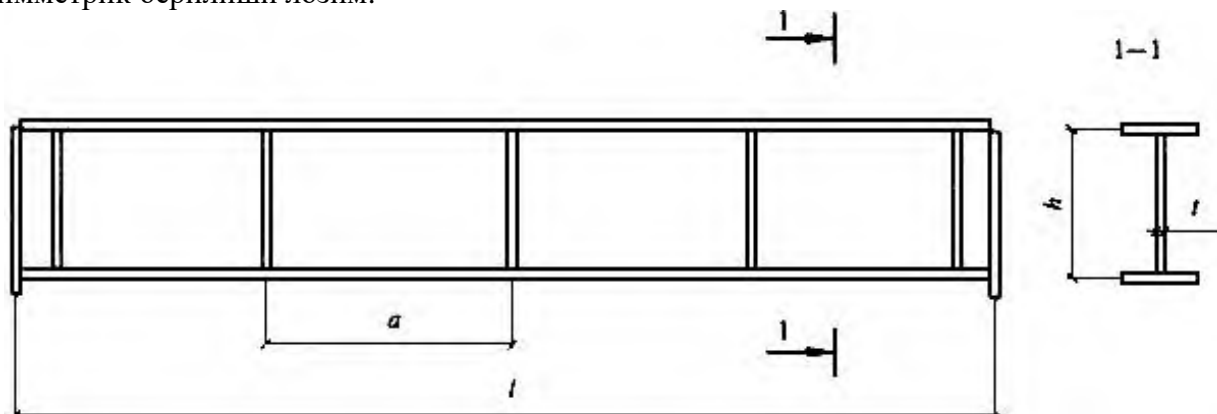
20.6 Сиқилган белбоғ осилмаси кенлигининг белбоғ қалинлигига нисбати  $0,38\sqrt{E/R_y}$  дан кам бўлмаслиги керак.

20.7 (27) формуладан аниқланувчи тўсин деворидаги маҳаллий кучланиш  $\sigma_{loc}$   $0,75R_y$  дан ошмаслиги керак, бунда  $l_{ef}$  қиймати (155) формула бўйича ҳисобланиши лозим.

20.8 Тўсинлар букилишини аниқлашда брутто тўсин кўндаланг кесимининг инерция моменти камайтирилиши лозим: ораликда қовурғалар мавжуд тўсинлар учун –  $\alpha = 1,2 - 0,033\bar{\lambda}_w$  коэффициентга кўпайтириш йўли билан, ораликда қовурғаларсиз тўсинлар учун –  $\alpha = 1,2 - 0,033\bar{\lambda}_w - h/l$  коэффициентга кўпайтириш йўли билан.

20.9 20.1-банд бўйича тўсинларда деворнинг шартли эгилювчанлиги  $7 \leq \bar{\lambda}_w \leq 10$  бўлганда, текис тақсимланган юкланиш таъсир этганда ёки ораликда жамланган бир хил

юкланишлар сони 5 та ва ундан ортиқ бўлганда, улар бир-биридан ва таянчлардан тенг масофаларда жойлашганда, ораликда деворни 25-расм бўйича кўндаланг қовурғалар билан мустаҳкамламасликка йўл қўйилади, бунда юкланиш девор текислигига нисбатан симметрик берилиши лозим.



25-расм. Эгилувчан деворли тўсин схемаси

Бундай тўсинларнинг мустаҳкамлиги қуйидаги формула бўйича текширилиши лозим:

$$M / R_y t h^2 \left[ \frac{A_f}{t h} + \frac{1,4}{\bar{\lambda}_w} \left( 1 - \frac{1}{\bar{\lambda}_w} \right) \right] \delta \leq 1, \quad (175)$$

бу ерда  $\delta$  – тўсиннинг кўтариш қобилятига кўндаланг куч таъсирини ҳисобга олувчи ва  $\delta = 1 - 5,6 A_f h / (A_w l)$  формуладан аниқланувчи коэффициент.

Бунда  $t_f \geq 0,3 \bar{\lambda}_w t$  ва  $0,025 \leq \frac{A_f h}{A_w l} \leq 0,1$  деб олиниши керак.

## 21 ПЕРФОРАЦИЯЛАНГАН ДЕВОРЛИ ТЎСИНЛАРНИ ЛОЙИҲАЛАШГА ДОИР ҚЎШИМЧА ТАЛАБЛАР

21.1 Перфорацияланган деворли тўсинлар оқувчанлик чегараси 530 Н/мм<sup>2</sup> гача бўлган пўлатдан ясалган қўш таврли прокат тўсинлардан лойиҳаланиши лозим.

Деворларни пайвандлаб улаш тўлиқ эритилган уланма чок билан бажарилиши лозим.

21.2 Девор текислигида букиладиган тўсинларни (26-расм) мустаҳкамликка ҳисоблаш 38-жадвал формулалари бўйича бажарилиши лозим.

21.3 Тўсинларни турғунликка ҳисоблаш 7.15-банд талабларига мувофиқ бажарилиши, бунда геометрик кўрсаткичлар тешикли кесим учун ҳисобланиши керак.

7.16-банд талаблари бажарилганда, тўсинларнинг турғунлиги текширилмайди.

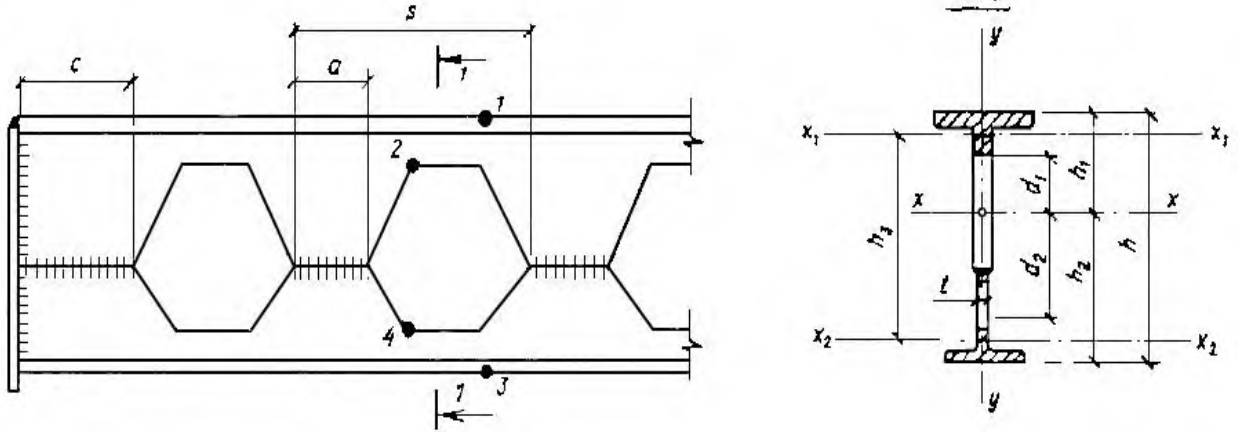
21.4  $h_{ef} / t > 40$  бўлса (бу ерда  $t$  – деворнинг кичик қалинлиги), тўсинлар девори таянч кесимларда бикрлик қовурғалари билан мустаҳкамланиши ва 9.12-бандга мувофиқ ҳисобланиши, бунда таянч кесими яқинида  $c \geq 250$  мм деб олиниши керак (26-расм).

21.5  $\frac{h_{ef}}{t} > 2,5 \sqrt{\frac{E}{R_y}}$  нисбат мавжуд бўлганда ёки 7.13-банд талаблари

бажарилмаганда тўсин кесимларида бикрлик қовурғалари 9.10-банд талабларига мувофиқ ўрнатилиши лозим. Жамланган юklar тўсиннинг тешиклар билан кучсизланмаган кесимларидагина жойлаштирилиши керак.

Сикилган таврли кесим деворларининг баландлиги ушбу меъёрларнинг 9.17-банди талабларини қаноатлантириши, унинг (98) формуласида  $\bar{\lambda} = 1,4$  деб олиниши лозим.

21.6  $l/h_{ef} \geq 12$  нисбатли тўсинларнинг букилишини аниқлашда (бу ерда  $l$  – тўсин оралиғи) тешикли тўсин кесимининг инерция моменти 0,95 коэффициентга кўпайтирилиши керак.



26-расм. Перфорацияланган деворли тўсин қисмининг схемаси

38-жадвал

Тўсин кесимларини мустаҳкамликка ҳисоблаш учун формулалар (26-расм)					
устки таврли		пастки таврли		таянч	
1 нукта	$\frac{M h_1}{J_x} + \frac{Q_1 a}{2W_{1,max}} \leq R_{y1} \gamma_c$	3 нукта	$\frac{M h_2}{J_x} + \frac{Q_2 a}{2W_{2,max}} \leq R_{y2} \gamma_c$	$\frac{Q_3 s}{tah_3} \leq R_s \gamma_c$	
2 нукта	$\frac{M d_1}{J_x} + \frac{Q_1 a}{2W_{1,min}} \leq \frac{R_{u1} \gamma_c}{\gamma_u}$	4 нукта	$\frac{M d_2}{J_x} + \frac{Q_2 a}{2W_{2,min}} \leq \frac{R_{u2} \gamma_c}{\gamma_u}$		
<p>26-жадвалда қабул қилинган белгилар:  <math>M</math> – тўсин кесимидаги букувчи момент;  <math>Q_1</math> ва <math>Q_2</math> – таврли кесимлар қабул қиладиган,  <math>Q_1 = Q \frac{J_1}{J_1 + J_2}</math> ва <math>Q_2 = Q \frac{J_2}{J_1 + J_2}</math> га тенг бўлган кўндаланг кучлар,  бу ерда <math>Q</math> – тўсин кесимидаги кўндаланг куч;  <math>J_1</math> ва <math>J_2</math> – устки ва пастки таврли кесимларнинг токчаларга параллель бўлган ўз ўқларига нисбатан инерция моментлари;  <math>Q_3</math> – таянчдан <math>(c + s - 0,5a)</math> масофада тўсин кесимидаги кўндаланг куч (26-расм);  <math>J_x</math> – тешикли тўсин кесимининг <math>x</math>-<math>x</math> ўққа нисбатан инерция моменти;  <math>W_{1,max}</math> ва <math>W_{1,min}</math> – устки таврли кесимнинг энг катта ва энг кичик қаршилик моментлари;  <math>W_{2,max}</math> ва <math>W_{2,min}</math> – пастки таврли кесимнинг энг катта ва энг кичик қаршилик моментлари;  <math>R_{y1}, R_{u1}, R_{y2}, R_{u2}</math> – устки ва пастки таврли кесимлар учун прокатнинг ҳисобий қаршиликлари.</p>					

## 22 РЕКОНСТРУКЦИЯ ҚИЛИНАЁТГАН БИНОЛАР ВА ИНШОТЛАРНИНГ КОНСТРУКЦИЯЛАРИНИ ЛОЙИХАЛАШГА ДОИР ҚЎШИМЧА ТАЛАБЛАР

### Умумий қоидалар

22.1 Бинолар ва иншоотлар конструкцияларининг қолдиқ ресурсини баҳолаш мавжуд техник ҳужжатлар, визуал, инструментал гувоҳлантиришлар, нуқсонли ёки фойдаланиш жараёнида шикастланган конструктив элементларнинг кўтариш қобилияти ва деформативлигига оид текшириш ҳисоблари таҳлили асосида амалга оширилиши лозим. Гувоҳлантириш натижасида бинолар ва иншоотлар элементларининг техник ҳолати куйидагича тавсифланиши керак:

нуқсонлар ва шикастланишлар мавжуд бўлмаганда, айти вақтда амалдаги меъёрлар ва давлат стандартларининг барча талаблари бажарилганда – **соз** деб;

**В** тоифа нуқсонлар ва шикастланишлар мавжуд бўлганда, айти вақтда ишлаб чиқариш жараёнини ва бундан буён хавфсиз фойдаланишни таъминлаш талаблари қаноатлантирилган, бироқ амалдаги меъёрий ҳужжатлар ва лойиҳадан аҳамиятсиз оғишлар мавжуд бўлганда, яъни биринчи гуруҳ чегаравий ҳолатларига оид талаблар (ГОСТ 27751)ни безмасдан меъёрларнинг талабларидан қисман оғилганда ва иккинчи гуруҳ чегаравий ҳолатларига оид талаблар муайян шароитда бино (иншоот)дан нормал фойдаланиш имкониятини чекламайдиган тарзда бузилганда – **ишга яроқли** деб;

**Б** тоифа нуқсонлар ва шикастланишлар мавжуд бўлганда, айти вақтда муайян чеклашларда ва конструкцияларнинг ҳолати, технологик жараён параметрлари, юкланишлар ва таъсирлар устидан назорат тадбирлари ишлаб чиқилганда (масалан, кўприксимон кранларнинг юк кўтариш қобилиятини чеклаш), шунингдек аниқланган нуқсонлар ва шикастланишларни белгиланган муддатларда бартараф этиш тадбирлари ишлаб чиқилганда бундан буён фойдаланиш мумкин бўлганда – **ишга яроқлилик даражаси чекланган** деб;

**аварияли** – **А** тоифа нуқсонлар ва шикастланишлар мавжуд бўлганда, айти вақтда асосий элементлар ёки бутун иншоот бундан буён фойдаланиш имкониятини истисно қилувчи кўтариш қобилиятини йўқотиши мумкин бўлганда, яъни биринчи гуруҳ чегаравий ҳолатларига оид талаблар бузилганда ёки уларнинг бузилиши эҳтимолининг олдини олиш мумкин бўлмаганда – **аварияли** деб;

#### **нуқсонлар ва шикастланишларнинг хавфлилик тоифалари:**

**А** – асосий кўтариб турувчи конструкцияларнинг улар бузилиши хавфини бевосита туғдирувчи нуқсонлари ва шикастланишлари;

**Б** – аниқланганда кўтариб турувчи конструкцияларнинг бузилиши хавфини бевосита туғдирмайдиган, бироқ кейинчалик бошқа элементлар ва тугунларнинг шикастланишига сабаб бўлишга ёки шикастланиш ривожланганда **А** тоифасига ўтишга қодир бўлган нуқсонлар ва шикастланишлар;

**В** – кейинчалик ривожланганда бино ва иншоотнинг асосий кўтариб турувчи конструкцияларига таъсир кўрсатиши мумкин бўлмаган локал тусдаги нуқсонлар ва шикастланишлар.

22.2 Сақланувчи конструкциялар кучайтирилганда ёки уларнинг иш шароитлари ўзгартирилганда ҳеч бўлмаса уларнинг ишга яроқли ҳолати таъминланиши лозим.

Зарурий назорат таъминланган ҳолда, ишга лаёқатлилиги чекланган ҳолатдаги конструкцияларни текшириш ўтказиш ва реконструкция қилишгача бўлган даврда кучайтирмасликка йўл қўйилади.

22.3 Илгари амалда бўлган меъёрлар ва техник шартларга мувофиқ лойиҳаланган конструкциялар учун, агар камида 15 йиллик фойдаланиш даври мобайнида уларда нуқсонлар ва шикастланишлар юзага келмаган, бундан буён фойдаланиш шароитлари, юкланишлар ва таъсирлар ўзгармаган, улар ўзгарган ҳолда эса асосий элементларда кучлар кўпаймаган бўлса, текшириш ҳисобини амалга оширмасликка йўл қўйилади.



22.4 Конструкциялар кучайтирилганда кучайтириш элементлари ва конструкциялари сақланаётган конструкциялар билан бирга ишлашга оҳиста киритилишини таъминловчи ишларни бажариш конструктив ечимлари ва методлари назарда тутилиши керак. Зарур ҳолларда конструкцияларнинг кучлари ва муваққат юкланишларини сунъий тартибга солишдан фойдаланиш лозим.

### Пўлат ва уланмаларнинг ҳисобий тавсифлари

22.5 Конструкциялар материалнинг сифатини баҳолаш завод сертификатлари маълумотларига ёки намуналарни синаш натижаларига кўра амалга оширилиши лозим. Синовлар ижро ҳужжатлари ёки сертификатлар мавжуд бўлмаганда, улардаги маълумотлар етарли бўлмаганда ёки металл сифатининг пастлиги туфайли юз бериши мумкин бўлган шикастланишлар аниқланганда ўтказилади.

22.6 Металлни текшириш ва синашда қуйидаги кўрсаткичлар аниқланиши лозим:

пўлатга давлат стандартлари ёки техник шартлар билан меъёрлаштирилувчи элементларнинг кимёвий таркиби – масса улуши;

ГОСТ 1497 бўйича чўзилишга синалганда оқувчанлик чегараси, муваққат қаршилиги ва нисбий узунлашиши (синовлар пўлат ишининг диаграммасини тузиш йўли билан ўтказилиши лозим);

D.4 жадвал бўйича конструкциялар гуруҳи ва ҳисобий ҳароратга мос келувчи ҳароратлар учун ГОСТ 9454 бўйича зарбдор қайишқоқлик;

D.4 жадвал бўйича конструкциялар гуруҳлари ва ҳисобий ҳароратлар учун ГОСТ 7268 бўйича механик қаригандан кейинги зарбдор қайишқоқлик;

айрим ҳолларда пўлатнинг макро- ва микроструктураси (шу жумладан йўғонлиги 12 мм дан ортиқ бўлган қайноқ пўлатдан бажарилган ва манфий ҳароратларда фойдаланиладиган 4.4-банднинг 1-чи ва 2-чи гуруҳлари конструкциялари учун).

Санаб ўтилган кўрсаткичларни аниқлаш учун намуналар олиш жойлари, намуналар сони ва кесилган жойларни кучайтириш заруриятини конструкцияларни текширишни амалга ошираётган ташкилот аниқлайди.

22.7 1932 йилгача ясалган конструкциялар металлни текшириш ва синаш ихтисослашган ташкилотларда ўтказилиши лозим. Бу ерда, металл хоссаларидан ташқари, пўлат ишлаб чиқариш усули аниқланади: пудлинг усули, ҳаво юбориб пуфланадиган конвертерли усул (бессемер ёки томас усули), мартен ёки электр пўлат усули.

22.8 Сақланаётган конструкциялар прокати, букилган профиллари ва қувурларининг ҳисобий қаршиликлари 5.16-банд талабларига мувофиқ тайинланиши, бунда  $R_{yn}$ ,  $R_{un}$  ва  $\gamma_m$  қийматлари қуйидагича олиниши лозим:

1932 йилгача ясалган конструкциялар металли учун – оқувчанлик чегараси ва муваққат қаршилиқнинг синовда олинган минимал қийматлари бўйича,  $\gamma_m = 1,2$ ; пудлинг пўлати учун  $R_y$  170 Н/мм<sup>2</sup> дан, конвертерли, мартен ва электр пўлат учун – 210 Н/мм<sup>2</sup> дан ошмаслиги керак;

1932 йилдан кейин ясалган конструкциялар металли учун:

а) сертификат мавжуд бўлганда – оқувчанлик чегараси ва муваққат қаршилиқнинг мазкур металл маҳсулотни ишлаб чиқаришда қўлланилган давлат стандартлари ва техник шартлардаги минимал қийматлари бўйича; ГОСТ 27772 бўйича тайёрланган прокат учун  $\gamma_m = 1,025$ ; 1982 йилдан кейин ГОСТ 380 ва ГОСТ 19281 бўйича тайёрланган прокат учун  $\gamma_m = 1,05$ ; қолган барча прокат учун  $\gamma_m = 1,1$ ;

б) сертификат мавжуд бўлмаганда (металлни 22.6-бандга мувофиқ текшириш натижаларига кўра, шунингдек прокат тури ва қурилиш вақти маълумотларига кўра пўлат туркуми ва мазкур металл маҳсулотни ишлаб чиқаришда қўлланилган меъёрий ҳужжат аниқланиши лозим) – оқувчанлик чегараси ва муваққат қаршилиқнинг мазкур металл маҳсулот учун меъёрий ҳужжатдаги минимал қийматлари бўйича,  $\gamma_m = 1,1$ ;

в) пўлатни идентификация қилишнинг иложи бўлмаганда – синовларнинг минимал натижасига кўра,  $\gamma_m = 1,1$ ;  $R_y$  210 Н/мм<sup>2</sup> дан ошмаслиги керак.

Элементларида нормал кучланишлар 165 Н/мм<sup>2</sup> дан ошмайдиган конструкциялар металлани синовдан ўтказмасликка йўл қўйилади.

22.9 Реконструкция қилиниши ёки кучайтирилиши лозим бўлган сақланаётган конструкциялар пайвандли уланмаларининг ҳисобий қаршиликлари конструкцияларда қўлланилган пўлат туркуми, пайвандлаш материаллари, пайвандлаш тури, чокларнинг ўрни ва уларни назорат қилиш усуллари ҳисобга олган ҳолда тайинланиши керак.

Меъёрларда белгиланган зарурий маълумотлар мавжуд бўлмаса, қуйидагиларни қабул қилишга йўл қўйилади:

бурчак чоклари учун  $R_{wf} = R_{wz} = 0,44R_{um}$ ;  $\beta_f = 0,7$  ва  $\beta_z = 1,0$ , бунда  $\gamma_c = 0,8$  деб ҳисобланади;

чўзилган улоқ чоклари учун 1972 йилгача ясалган конструкцияларда  $R_{wy} = 0,55R_y$  ва 1972 йилдан кейин ясалган конструкцияларда  $R_{wy} = 0,85R_y$ . Пайвандлаб уланган конструкцияларнинг кўтариш қобилиятини конструкциядан олинган намуналарни синаш натижаларига кўра аниқлашга йўл қўйилади.

22.10 Болтларнинг қирқими ва чўзилишига, шунингдек болтлар билан бириктирилган элементларнинг эзилишига қарши ҳисобий қаршиликлар 5.21-банд кўрсатмаларига мувофиқ аниқланиши лозим. Болтларнинг мустаҳкамлик тоифасини аниқлашнинг иложи бўлмаса, бир болтли уланмалар ҳисобий қаршиликларининг қийматлари  $R_{bs} = 150$  Н/мм<sup>2</sup> ва  $R_{bt} = 160$  Н/мм<sup>2</sup> деб олиниши керак.

22.11 Парчинмихли уланмаларнинг ҳисобий қаршиликлари 39-жадвалдан олиниши лозим.

Агар ижро ҳужжатларида тешикларни очиш усули ва парчинмихлар материали тўғрисида кўрсатмалар мавжуд бўлмаса ва уларни мавжуд маълумотларга кўра аниқлашнинг иложи бўлмаса, ҳисобий қаршиликлар 39-жадвалдан Ст 2 туркумли пўлатдан С гуруҳи парчинмихларидаги уланмалар учун сингари олиниши керак.

Парчинмихли уланмаларни ҳисоблаш 13.7-банд формулалари бўйича бажарилиши,  $R_{bs} = R_{rs}$ ;  $R_{bp} = R_{rp}$ ;  $R_{bt} = R_{rt}$ ;  $A_b = A_{bn} = A_r = 0,785 d_r^2$ ;  $\gamma_b = 1$ ;  $d_b = d_r$  деб олиниши керак.

### Конструкцияларни кучайтириш

22.12 Мусбат ҳароратда фойдаланилаётган ва кам углеродли қайноқ пўлатдан, шунингдек синовларнинг натижаларига кўра зарбдор қайишқоқлик қийматлари 4.4-банд талабларига мувофиқ конструкциялар гуруҳлари учун пўлатларга доир давлат стандартлари билан кафолатлангандан паст бўлган бошқа пўлатлардан ясалган конструкциялар, агар мазкур пўлатлардан ясалган элементлардаги кучланишлар реконструкцияга қадар мавжуд бўлган қийматлардан ошмаса, кучайтирилиши ёки алмаштирилиши мумкин эмас. Мазкур конструкциялардан фойдаланиш, уларни кучайтириш ёки алмаштириш тўғрисида қарор, агар улардан фойдаланиш кўрсатилган шартга мос келмаса, пўлат конструкциялар бўйича ихтисослашган лойиҳалаш ташкилотининг хулосаси асосида қабул қилиниши лозим.

22.13 Конструкциянинг ҳисобий схемаси унинг ҳақиқий иш хусусиятларини, шу жумладан геометрик шаклнинг амалдаги оғишларини, элементларни улаш тугунларини маҳкамлаш ва бажариш шартларини ҳисобга олган ҳолда қабул қилиниши лозим.

Конструкциялар ва уларнинг уланмалари элементларининг текшириш ҳисоблари аниқланган нуқсонлар ва шикастланишларни, занглашдан эскиришни, улаш ва тираш ҳақиқий шароитларини ҳисобга олган ҳолда бажарилиши лозим. Элементлар ҳисобини деформацияланган схема бўйича бажаришга, бунда иш шароитлари коэффицентини F.1 жадвалнинг 7 ва 10-бандлари учун  $\gamma_c = 1,0$  деб олишга йўл қўйилади.

39-жадвал

Кучланган ҳолати	Шартли белгиси	Уланма гуруҳи	Парчинмихли уланмаларнинг ҳисобий қаршиликлари, Н/мм <sup>2</sup>		
			пўлат туркумили парчинмихларнинг кесиш ва чўзилишга		уланаётган элементларнинг эзилишга
			Ст2,Ст3	09Г2	
Кесиш	$R_{rs}$	В	180	220	–
		С	160	–	–
Чўзилиш (каллак узилиши)	$R_{rt}$	В, С	120	150	–
Эзилиш	$R_{rp}$	В	–	–	$R_{rp} = 2R_y$
		С			$R_{rp} = 1,7R_y$
<p>Изоҳ:</p> <p>1. В гуруҳига парчинмихлар терилган элементларда очилган тешиқларга ёки деталларда кондукторлар бўйлаб қўйилган уланмалар киради. С гуруҳига парчинмихлар босиб очилган тешиқларга ёки айрим деталларда кондукторсиз пармаланган тешиқларга қўйилган уланмалар киради.</p> <p>2. Яширин ёки ярим яширин каллакли парчинмихлар қўлланилганда парчинмихли уланмаларнинг кесиш ва эзилишга ҳисобий қаршиликлари 0,8 коэффициентга кўпайтириш орқали пасайтирали. Мазкур парчинмихлар чўзилишга ишлашига йўл қўйилмайди.</p>					

22.14 7, 9÷13, 15-бўлимлар (15.33 ÷ 15.47, 15.49-бандлар) ва 18.2-банд талабларини, шунингдек меъёрларнинг юкланишларга ва вертикал букилишларни чекловчи таъсирларга доир талабларини қаноатлантирмайдиган конструкциялар, қоида тариқасида, кучайтирилиши ёки алмаштирилиши лозим, мазкур бўлимда кўрсатилган ҳолатлар бундан мустасно.

Геометрик шаклнинг, элементлар ва уланмалар ўлчамларининг номинал қийматлардан оғишлари, агар улар ишларни бажариш ва қабул қилиш қоидалари билан йўл қўйиладиган қийматлардан ортиқ бўлса, бироқ нормал фойдаланишга монелик қилмаса, конструкцияларнинг кўтариш қобиляти 22.13-банд талабларини ҳисобга олган ҳолда таъминланган тақдирда бартараф этилмаслиги мумкин.

22.15 Конструкцияларнинг элементларини кучайтирмасликка йўл қўйилади, агар:

уларнинг вертикал ва горизонтал букилишлари ва силжишлари ҚМҚ 2.01.07 ва 18.4-банд меъёрлари билан белгиланган чегаравий қийматлардан ортиқ бўлса, бироқ технологик талаблардан келиб чиқиб нормал фойдаланишга монелик қилмаса;

уларнинг эгилувчанлиги 8.18-бандда белгиланган чегаравий қийматлардан ортиқ бўлса, бироқ конструкциялар ҳолатидаги оғишлар ҚМҚ 3.03.02 да белгиланган қийматлардан ошмаса ва элементлардаги кучлар бундан буён фойдаланиш жараёнида ўсиб бормаса, шунингдек мазкур элементлардан фойдаланиш имконияти ҳисоб ёки синовлар билан текширилган ҳолларда.

22.16 Бинолар ва иншоотларнинг пўлат конструкцияларини реконструкция қилиш лойиҳаларини ишлаб чиқишда кўтариш қобиляти захираларини аниқлаш ва улардан фойдаланиш, қоида тариқасида, ишлаб чиқариш жараёнини тўхтатмасдан реконструкция қилишни амалга ошириш имконини берувчи конструктив ечимларни қўллаш зарур.

Конструкцияларни кучайтиришда дастлабки тарзда кучлантириш ва кучларни фаол тартибга солиш (шу жумладан пайвандлаш, конструктив ва ҳисобий схемаларни ўзгартириш ҳисобига) имкониятини, шунингдек пўлатнинг таранг-пластик ишини, конструкцияларнинг ингичка деворли элементлари ва қопламалари ишини амалдаги меъёрларга мувофиқ ҳисобга олишга йўл қўйилади.

22.17 Кучайтириш конструкциялари ва уни бажариш усуллари 14.13-бандга мувофиқ кучайтириш жараёнида элементларнинг номақбул қўшимча деформацияларини пасайтириш чораларини назарда тутиши лозим.

Кучайтириш ишларини бажариш жараёнида конструкцияларнинг кўтариш қобилияти кесимларнинг болтлар учун қўшимча тешиқлар билан кучсизланиши ва пайвандлаш таъсирларини ҳисобга олган ҳолда таъминланиши лозим.

Зарур ҳолларда кучайтириш даврида конструкция тўлиқ ёки қисман юксизланиши керак.

22.18 Ноагрессив ёки кам агрессив муҳитда минус 40°С дан кам бўлмаган ҳисобий ҳароратда фойдаланилаётган 2-чи, 3-чи ва 4-чи гуруҳлар конструкцияларида (4.4-бандга мувофиқ) кучайтириш деталлари ва мавжуд конструкция биргаликда ишлашини таъминлаш учун узлукли қанот чокларини қўллашга йўл қўйилади.

Бурчак чоклари қўлланадиган барча ҳолларда, қоида тариқасида, минимал зарур катетлар тайинланиши лозим. Чокларнинг уч қисмларини оралик қисмлар катетидан катта катет билан лойиҳалашга ва уларнинг ўлчамларини ҳисобга мувофиқ белгилашга йўл қўйилади.

22.19 Конструкцияларнинг элементларини кучайтиришда мураккаб уланмаларни: парчинмихли уланмаларни фриқцион уланмалар билан бирга; парчинмихли уланмаларни А аниқлик тоифаси болтлари билан бирга қўллашга йўл қўйилади.

22.20 Кучайтириш пайтида пайвандлаш туфайли қизишга йўлиқадиган 1, 2, 3 ёки 4 конструкциялар гуруҳларининг (4.4-бандга мувофиқ) элементларида ҳисобий кучланиш  $\sigma_d$  тегишли равишда  $0,2R_y$ ;  $0,4R_y$ ;  $0,6R_y$  ёки  $0,8R_y$  қийматларидан ошмаслиги керак.

$\sigma_d$  кучланиш кучайтириш пайтида амал қилувчи юкланишлардан, кучайтирилмаган кесим учун конструкцияларнинг ҳақиқий ҳолати (кесимнинг кучсизланиши, элементнинг қийшайиши ва бошқ.)ни ҳисобга олган ҳолда аниқланиши лозим.

Мазкур кучланишлар меъёрдан ортиқ бўлганда конструкциялар юксизланиши ёки муваққат таянчлар ўрнатилиши лозим.

22.21 Конструкцияларнинг кесимни катталаштириш йўли билан кучайтирилган элементларини ҳисоблашда, қоида тариқасида, конструкция ва кучайтириш материалларининг турли ҳисобий қаршиликлари ҳисобга олиниши лозим. Ҳисобий қаршилиқлар ўртасидаги фарқ 15% дан ошмаса, уларнинг кичигига тенг бўлган битта ҳисобий қаршилиқни олишга қўл қўйилади.

22.22 Марказда сиқиш ва букилишли сиқиш ҳолатида элементларни турғунликка ҳисоблашда кучайтирилган кесим учун ҳисобий қаршилиқнинг қуйидаги формула бўйича аниқланадиган келтирилган қийматини олишга йўл қўйилади:

$$R_{y,ef} = R_y \sqrt{k}, \quad (176)$$

бу ерда  $R_y$  – асосий металлнинг ҳисобий қаршилиги бўлиб, у 22.8-банд талабларига мувофиқ аниқланади;

$k$  – қуйидаги формуладан аниқланадиган коэффицент:

$$k = \left[ \frac{R_{ya}}{R_y} \left( 1 - \frac{A}{A_a} \right) + \frac{A}{A_a} \right] \left[ \frac{R_{ya}}{R_y} \left( 1 - \frac{I}{I_a} \right) + \frac{I}{I_a} \right], \quad (177)$$

бу ерда  $R_{ya}$  – кучайтириш металлининг ҳисобий қаршилиги;

$A$ ,  $I$  – элемент кучайтирилмаган кесимининг турғунликни текшириш текислигига перпендикуляр бўлган ўқига нисбатан юзи ва инерция моменти;

$A_a$ ,  $I_a$  – шунинг ўзи, элементнинг кучайтирилган кесими учун.

22.23 Кесимларни катталаштириш йўли билан кучайтирилган элементларни мустаҳкамлик ва турғунликка ҳисоблаш, қоида тарикасида, кучайтириш пайтида элементда мавжуд бўлган кучланишларни (конструкцияларнинг юксизланишини) ҳисобга олган ҳолда бажарилиши лозим. Бунда элементларнинг бошланғич қийшайишлари, кучайтирилган кесим оғирлик марказининг силжиши ва пайвандлаш натижасида қийшайишлар ҳисобга олиниши керак.

Пайвандлашдан қийшайишларни марказда сиқилиш ва букилишли сиқилиш ҳолатида элементларнинг турғунлигини текширишда иш шароитлари қўшимча коэффиценти  $\gamma_{c,ad} = 0,8$  ни киритиш орқали ҳисобга олишга йўл қўйилади.

22.21-бандга мувофиқ битта ҳисобий қаршилиқ қабул қилинган элементларни мустаҳкамликка текшириш, (37), (38) ва (47) формулалар бўйича ҳисоблашдан ташқари, кучайтиришдан олдин мавжуд бўлган кучланишларни ҳисобга олмасдан тўлиқ ҳисобий кучга бажарилишига йўл қўйилади, тўсинларининг деворларини маҳаллий турғунликка текширишда эса иш шароитлари қўшимча коэффиценти  $\gamma_{c,ad} = 0,8$  дан фойдаланишга йўл қўйилади.

22.24 Конструкцияларнинг кесимларни катталаштириш йўли билан кучайтириладиган элементларини мустаҳкамликка ҳисоблаш қуйидаги формулалар бўйича бажарилиши лозим:

- а) симметрик кучайтириладиган марказда чўзилган элементлар учун – (1) формула;
- б) симметрик кучайтириладиган марказда сиқилган элементлар учун

$$N / (AR_y \gamma_N \gamma_c) \leq 1, \quad (178)$$

бу ерда  $\gamma_N = 0,95$  – пайвандлашни қўллагмасдан кучайтирилганда;

$\gamma_N = 0,95 - 0,25 \sigma_d / R_y$  – пайвандлашни қўллаб кучайтирилганда;

в) носимметрик кучайтириладиган марказда чўзилган, марказда сиқилган ва марказдан сиртда сиқилган элементлар учун

$$\frac{1}{R_y \gamma_M \gamma_c} \times \left( \frac{N}{A} + \frac{M_x}{I_x} y + \frac{M_y}{I_y} x \right) \leq 1, \quad (179)$$

бу ерда  $\gamma_M = 0,95 - 1$  гуруҳ конструкциялари учун;

$\gamma_M = 1 - 2, 3$  ва  $4$  гуруҳлар конструкциялари учун;

бунда  $N / (AR_y) \geq 0,6$   $\gamma_M = \gamma_N$  деб олиниши керак, бу ерда  $\gamma_N$  (178) формуладаги сингари аниқланиши лозим.

Букувчи моментлар  $M_x$  ва  $M_y$  кучайтирилган кесимнинг марказий ўқларига нисбатан аниқланиши керак.

22.25 14.15, 14.19, 14.25, 15.2, 15.3, 15.6, 15.12, 15.14, 15.17, 15.29, 15.31, 15.50, 17.9, 17.11, 18.11 ÷ 18.14, 18.19-бандларнинг талабларидан четга чиқиб бажарилган мавжуд пўлат конструкцияларни кучайтирмасликка йўл қўйилади, башарти:

мазкур четга чиқишлар туфайли юз берган конструкциялар элементларининг шикастланишлари мавжуд бўлмаса;

конструкциялардан фойдаланиш шароитларида ноқулай томонга ўзгаришлар истисно этилган бўлса;

кўтариш қобилияти ва бикрлик ҳисобда 22.13, 22.15 ва 22.19-банд талабларини ҳисобга олган ҳолда асосланган бўлса;

11.1, 11.3-бандлар ва 12-бўлим кўрсатмаларига мувофиқ конструкциялар толиқишдан ва мўртликдан бузилишининг олдини олиш тадбирлари ўтказилаётган бўлса.

**МЕЪЁРЛАРГА ҲАВОЛАЛАР**

ҚМҚ 1.01.01-09	«Қурилишда меъёрий ҳужжатлар тизими. Асосий қоидалар»
ҚМҚ 2.01.01-94	«Лойиҳалаш учун иқлимий ва физика-геологик маълумотлар»
ШНК 2.01.02-04	«Бино ва иншоотларнинг ёнғин хавфсизлиги»
ҚМҚ 2.01.03-96	«Сейсмик жойларда қурилиш»
ҚМҚ 2.01.06-97	«Қурилишда қўлланиладиган физикавий қийматлар бирликлари рўйхати»
ҚМҚ 2.01.07-96	«Юкланиш ва таъсирлар»
ҚМҚ 3.03.01-98	«Кўтариб турувчи ва тўсувчи конструкциялар»
ҚМҚ 3.03.02-98	«Металл конструкциялар. Ишларни бажариш ва қабул қилиш қоидалари»
ГОСТ 380-2005	Одий сифатли углеродли пўлат. Навлар
ГОСТ 535-2005	Одий сифатли углеродли пўлатдан навли ва шаклдор прокат. Умумий техник шартлар.
ГОСТ 977-88	Пўлат қуймалар. Умумий техник шартлар.
ГОСТ 1050-88	Углеродли, сифатли конструкциявий пўлатдан навли, калибрланган, махсус ишловли юзали прокат. Умумий техник шартлар.
ГОСТ 1497-84	Металллар. Чўзилишга синаш усуллари
ГОСТ 1759.0-87*	Болт, винт, шпилька ва гайкалар. Техник шартлар.
ГОСТ 2246-70*	Пўлат пайвандлаш сими. Техник шартлар.
ГОСТ 3062-80*	ЛК-0 турли, 1х7 (1х6) конструкцияли бир маротаба эшилган канат. Сортамент
ГОСТ 3063-80*	ТК турли, 1х19 (1х6х12) конструкцияли бир маротаба эшилган канат. Сортамент
ГОСТ 3064-80*	ТК турли, 1х37 (1х6х12х18) конструкцияли бир маротаба эшилган канат. Сортамент
ГОСТ 3066-80*	ЛК-0 турли, 6х7 (1+6)+1х7(1+6) конструкцияли икки маротаба эшилган канат. Сортамент
ГОСТ 3067-88	ТК турли, 6х19(1+6+12)+1х19х(1+6+12) конструкцияли икки маротаба эшилган пўлат канат. Сортамент
ГОСТ 3068-88	ТК турли, 6х37(1+6+12+18)+1х37х(1+6+12+18) конструкцияли икки маротаба эшилган пўлат канат. Сортамент
ГОСТ 3081-80*	ЛК-0 турли, 6х19 (1+9+9)+7х7(1+6) конструкцияли икки маротаба эшилган канат. Сортамент
ГОСТ 3090-73*	Пўлат канатлар. ТК турли ўзакли ва бир қават зетсимон симли кўтариб турувчи ёпиқ канат. Сортамент
ГОСТ 5264-80	Қўлда ёйли пайвандлаш. Пайванд бирикмалар. Асосий турлар, конструктив элементлар ва ўлчамлар
ГОСТ 5915-70*	Олти қиррали, аниқликнинг В синфли гайкалар. Конструкция ва ўлчамлар.
ГОСТ 5927-70*	Олти қиррали, аниқликнинг А синфли гайкалар. Конструкция ва ўлчамлар.
ГОСТ 6402-70*	Пружинали шайбалар. Техник шартлар.
ГОСТ 7268-82	Пўлат. Зарбавий эгилишга синов бўйича механик эскиришга мойилликни аниқлаш усули
ГОСТ 7372-79*	Пўлат канат сими. Техник шартлар

ГОСТ 7669-80*	ЛК-РО турли, 6x36 (1+7+7/7+14))+7x7(1+6) конструкцияли икки маротаба эшилган канат. Сортамент
ГОСТ 7675-73*	Пўлат канатлар. ТК турли ўзакли ва бир қават зетсимон ва бир қават понасимон симли кўтариб турувчи ёпиқ канат. Сортамент
ГОСТ 7676-73*	Пўлат канатлар. ТК турли ўзакли ва бир қават зетсимон ва икки қават понасимон симли кўтариб турувчи ёпиқ канат. Сортамент
ГОСТ 7796-70*	Олти қиррали, кичиклаштирилган бошли, аниқликнинг В синфли болтлар. Конструкция ва ўлчамлар.
ГОСТ 7798-70*	Олти қиррали бошли, аниқликнинг В синфли болтлар. Конструкция ва ўлчамлар.
ГОСТ 7805-70*	Олти қиррали бошли, аниқликнинг А синфли болтлар. Конструкция ва ўлчамлар.
ГОСТ 8050-85	газсимон ва суяқ углерод икки оксиди. Техник шартлар
ГОСТ 8713-79	Флюс остида пайвандлаш. Пайванд бирикмалар. Асосий турлар, конструктив элементлар ва ўлчамлар
ГОСТ 8724-2002	Ўзаро алмашинувчанликнинг асосий меъёрлари. Метрик резьба. Диаметр ва қадамлар
ГОСТ 8731-87	Чоксиз, иссиқлайин деформацияланган пўлат қувурлар. Техник шартлар.
ГОСТ 9087-81*	Эритилган пайванд флюслар. Техник шартлар.
ГОСТ 9150-2002	Ўзаро алмашинувчанликнинг асосий меъёрлари. Метрик резьба. Профиль
ГОСТ 9454-78	Металллар. Пасайтирилган, хона ва юқори хароратларда зарбавий эгилишга синов усули
ГОСТ 9467-75*	Конструкциявий ва иссиқликка чидамли пўлатни қўлда ёйли пайвандлаш учун қопланган, металл электродлар. Турлари
ГОСТ 10157-79*	Газсимон ва суяқ аргон. Техник шартлар
ГОСТ 10605-94	Олти қиррали, резьба диаметри 48 мм дан ортиқ, аниқлиликнинг В синфли гайкалар. Техник шартлар
ГОСТ 10705-80	Электр пайвандланган пўлат қувурлар. Техник шартлар.
ГОСТ 10706-76	Электр пайвандланган тўғри чокли пўлат қувурлар. Техник шартлар.
ГОСТ 10906-78*	Қия шайбалар. Техник шартлар
ГОСТ 11371-78*	Шайбалар. Техник шартлар
ГОСТ 11474-76	Пўлат букик профиллар. Техник шартлар
ГОСТ 11533-75	Флюс остида автоматик ва ярим автоматик пайвандлаш. Ўтқир ва ўтмас бурчак остида пайванд бирикмалар. Асосий турлар, конструктив элементлар ва ўлчамлар
ГОСТ 11534-75	Қўлда ёйли пайвандлаш. Ўтқир ва ўтмас бурчак остида пайванд бирикмалар. Асосий турлар, конструктив элементлар ва ўлчамлар
ГОСТ 14637-89	Оддий сифатли углеродли пўлатдан қалин варақли прокат. Техник шартлар
ГОСТ 14771-76	Ҳимояловчи газда ёйли пайвандлаш. Пайванд бирикмалар. Асосий турлар, конструктив элементлар ва ўлчамлар.
ГОСТ 14776-79	Ёйли пайвандлаш. Нуқтали пайванд бирикмалар. Асосий турлар, конструктив элементлар ва ўлчамлар
ГОСТ 14954-80	ЛК-Р турли, 6x19 (1+6+6/6)+7x7(1+6) конструкцияли икки маротаба эшилган канат. Сортамент
ГОСТ 15589-70*	Олти қиррали бошли, аниқликнинг С синфли болтлар. Конструкция ва ўлчамлар.

ГОСТ 15591-70*	Олти қиррали, кичиклаштирилган бошли, аниқликнинг С синфли болтлар. Конструкция ва ўлчамлар.
ГОСТ 16523-97	Сифатли ва оддий сифатли, умумий мақсадли углеродли пўлатдан юққа варақли прокат. Техник шартлар
ГОСТ 17066-94	Ўта мустаҳкам пўлатдан юққа варақли прокат. Техник шартлар
ГОСТ 18123-82*	Шайбалар. Умумий техник шартлар
ГОСТ 18126-94	Резьба диаметри 48 мм ортиқ болт ва гайкалар. Умумий техник шартлар
ГОСТ 18901-73*	Пўлат канатлар. ТК турли ўзакли ва икки қават зетсимон симли кўтариб турувчи ёпиқ канат. Сортамент
ГОСТ 19281-89	Ўта мустаҳкам пўлатдан прокат. Умумий техник шартлар
ГОСТ 19425-74*	Пўлат махсус қўштавр тўсинлар ва швеллерлар. Сортамент
ГОСТ 21437-95	Антифрикцион рух қотишмалар. Навлар, техник талаблар ва синов усуллари
ГОСТ 21780-2006	Қурилишда геометрик кўрсаткичлар аниқлигини таъминлаш тизими. Аниқликни ҳисоблаш.
ГОСТ 22353-77*	Ўта мустаҳкам, аниқликнинг В синфли болтлар. Конструкция ва ўлчамлар
ГОСТ 22354-77*	Ўта мустаҳкам, аниқликнинг В синфли гайкалар. Конструкция ва ўлчамлар
ГОСТ 22355-77*	Ўта мустаҳкам болтларга аниқликнинг С синфли шайбалар. Конструкция ва ўлчамлар
ГОСТ 22356-77*	Ўта мустаҳкам болтлар ва гайкалар, шайбалар. Умумий техник шартлар
ГОСТ 22727-88	Варақли прокат. Ўльтратовуш билан назорат қилиш усуллари
ГОСТ 23118-99	Қурилиш пўлат конструкциялари. Умумий техник шартлар
ГОСТ 23518-79	Ҳимояловчи газда ёйли пайвандлаш. Ўткир ва ўтмас бурчалар остида пайванд бирикмалар. Асосий турлар, конструктив элементлар ва ўлчамлар.
ГОСТ 24705-2004	Ўзаро алмашинувчанликнинг асосий меъёрлари. Метрик резьба. Асосий ўлчамлар
ГОСТ 24379.0-80	Пойдевор болтлари. Умумий техник шартлар
ГОСТ 24379.1-80*	Пойдевор болтлари. Конструкция ва ўлчамлар
ГОСТ 24839-81	Қурилиш пўлат конструкциялари. Прокат профилларда тешиқлар жойлашуви. Ўлчамлар
ГОСТ 25546-82	Юк кўтарувчи кранлар. Иш режимлари
ГОСТ 26271-84	Углеродли ва паст легирланган пўлатни ёйли пайвандлаш учун кукунли сим. Умумий техник шартлар.
ГОСТ 27751-88*	Қурилиш конструкциялар ва асосларнинг ишончилиги. Ҳисоблаш бўйича асосий қоидалар
ГОСТ 27772-88	Қурилиш конструкциялари учун прокат. Умумий техник шартлар
ГОСТ 28870-90	Пўлат. Қалин варақли прокатни қалинлик йўналишида чўзилишга синаш усуллари
ГОСТ 30245-2003	Қурилиш конструкциялари учун пўлат букилган ёпиқ пайванд квадрат ва тўғрибурчак профиллар. Техник шартлар
ТУ 14-2-427-80	Иссиқлайин жўваланган махсус юқори аниқликликли қўштаврлар



## АТАМАЛАР ВА УЛАРНИНГ ТАЪРИФЛАРИ

Атама	Таъриф
1. Хавфсизлик	Объектнинг нормал фойдаланишда ва авариявий вазиятда хавфли ижтимоий, иқтисодий ва экологик оқибатлар вужудга келиши имкониятини йўл қўйиб бўладиган даражагача чеклаш қобилияти
2. Геометрик ночизиқлик	Деформациялар ва силжишлар ўртасида ночизиқий ёки бўлак-чизиқий боғлиқлик билан аниқланадиган хусусият
3. Ўзак эгилувчанлиги	Ўзакнинг узунлиги (ҳисобланган узунлиги) унинг кўндаланг кесимининг инерция радиусига нисбат билан аниқланадиган қиймат
4. Пластинка (девор, белбоғ) эгилувчанлиги	Пластинка узунлиги (девор баландлиги, белбоғ эни ёки унинг чиқиқи эни)нинг унинг қалинлигига нисбати билан аниқланадиган қиймат
5. Деформацияланган (деформацияланмаган) схема	Дастлабки юкланмаган ҳолатдан силжишлар ва тизим деформацияси оқибатида юкланишлар жойлашуви ўзгариши инobatга олинадиган (инobatга олинмайдиган) ҳисоблаш схемаси
6. Кўндаланг кесимнинг депланацияси	Кўндаланг кесим нуқталарининг, кесимни ночизиқий юзага ёки текисликлар мажмуига ўзгартирувчи силжишлари
7. Пўлат иши (деформацияси) диаграммаси	Пўлат стандарт намуналарни чўзилишга синаганда олинадиган, кучланишлар ва нисбий чўзилишлар ўртасидаги боғлиқлик
8. Узоқ муддатга чидамлилиқ	Техник хизмат кўрсатишнинг белгиланган тизимида ва таъмирлар ўтказишнинг қабул қилинган тартибида, объектнинг иш қобилиятини узоқ муддат давомида сақлаб келиш хусусияти
9. Қаттиқлик	Жисм ва конструкцияларнинг ташқи юкланиш ва таъсирлар остида деформациялар ва силжишлар вужудга келишига қаршилик кўрсатиш қобилияти
10. Бенуқсон тизим	Дастлабки камчиликларга эга бўлмаган тизим, юкланиш унга шу тарзда қўлланиладигани, критик юкланишларга эришилганда, сифатий янги силжишлар (масалан барқарорлик йўқолиши натижасида) вужудга келиши мумкин.
11. Сифат ўзгариши	Ортиқча қолдиқ силжишлар, шу жумладан бирикмаларда силжишлар муносабати билан фойдаланишни тугатишни талаб этувчи ҳолат
12. Аниқлик синфи	Геометрик кўрсаткичларнинг номинал қийматларига боғлиқ технологик жоизликлар қийматларининг тўплами
13. Критик юкланиш	Бенуқсон тизимнинг барқарорлиги йўқолишига олиб келадиган ва барқарорлик юқолишидан аввал мавжуд бўлган силжишлардан кеские ажралиб турувчи силжишларга олиб келадиган энг кам юкланиш (мувозанат шакллари тармоқланиши)
14. Монтаж	Қурилиш майдончасида монтаж элементларини

Атама	Таъриф
бириктирилиши	(блокларни) бирлаштириш
15. Монтаж блоки	Қурилиш майдончасида лойиҳавий ҳолатига ўрнатилишидан аввал юборилган элементлардан йиғиладиган блок
16. Ишончилилик	Объектнинг талаб этилган вақт оралиғи давомида белгиланган вазифаларни бажариш хусусияти
17. Зўриққан (деформацияланган) ҳолат	Жисмнинг, унга ташқи юкланишлар ҳаракати ва бошқа таъсирлар оқидатида вужудга келадиган, ва бунда вужудга келувчи зўриқишлар (деформациялар) турлари ва улар кесимда тақсимланиши тавсифи билан аниқланадиган ҳолат
18. Дастлабки камчиликлар	Ишлаб чиқариш, ташиш ва қуришда вужудга келиши мумкин бўлган ва конструкциянинг кўтариб туриш қобилиятини пасайтирувчи номувофиқ омиллар тўплами (кесим шакли ёки ўлчамлари номинал кўрсаткичлардан оғиши, ҳисобланган схемадан оғишлар, ўз дастлабки кучланишлар ва ҳоказолар)
19. Ночизиқ таранг материал	Юклашда ва юкдан бўшатишда деформациялар ва кучланишлар ўртасида бир хил ночизиқий ёки бўлак-чизиқий боғлиқлик билан тавсифланадиган шартли материал
20. Кўтариб туриш қобилияти	Элементлар ва конструкцияларнинг юкланиш ёки таъсирнинг маълум тури ва даражасига қаршилик кўрсатиш қобилияти
21. Нормал фойдаланиш	Лойиҳалаш меъёрлари ёки лойиҳалашга техник топшириқларда назарда тутилган технологик ёки маиший шартларга мувофиқ чекловсиз амалга оширилаётган фойдаланиш
22. Қолдик (пластик) деформация	Деформацияни вужудга келтирадиган ташқи кучланишлар ёки таъсирлар бартараф этилганидан сўнг қолган деформация
23. Юбориладиган марка	Ишлаб чиқарувчи заводдан қурилиш майдонига жўнатиладиган конструкция элементи ёки унинг қисми
24. Силжиш	Нуқта, нуқталар тизими ёки жисм жойлашуви ўзгариши
25. Ўзгарувчан тизимга ўтиш	Тизим ташқи юкланиш таъсири остида механизмга айланадиган, ва унинг қисмларининг учлари деформациясиз силжийдиган ҳолат
26. Пластик (ковушқоқ) бузилиш	Пластик деформация сезиларли даражада ривожланиши оқибатида бузилиш
27. Ўзаро таъсирланиш юзаси	Нуқталари кесим, элемент ёки тизимнинг ҳисобланган чегаравий ёки критик ҳолатларини тавсифлайдиган кучланиш ёки зўриқишлар майдонидаги юза
28. Шакл, турғунлик, ҳолат йўқолиши	Конструкция ёки элемент ташқи юкланиш таъсири остида ўзининг мувозанатли ҳолатини сақлаш қобилиятини йўқотган вазият
29. Момент ҳаракатининг (эгилиш текислиги) барқарорлиги йўқолиши	Момент ҳаракати текислигига (эгилиш текислигига) перпендикуляр йўналишда силжишлар билан бирга осдир бўладиган барқарорлик йўқолиши
30. Чегаравий	Кўриб чиқиладиган кесим ёки элементнинг кўтариб

Атама	Таъриф
юкланиш	турувчи қобилияти тамом бўладиган юкланиш
31. Чегаравий мувозанат	Қоидага кўра, материал таранглик чегараси доирасидан ташқари ишлаганда, чегаравий юкланишга эришишга мувофиқ бўлган тизимнинг мувозанат ҳолати
32. Чегаравий ҳолат	Элемент, конструкция, бино ёки иншоот умуман ёки унинг қисми белгиланган талабларга жавоб бермай қолган ҳолат
33. Икки учи очик ўзакнинг келтирилган эгилувчанлиги	Критик кучи, мосланувчан бириктирувчи элементли белгиланган ўтадиган ўзакнинг критик кучи билан бир хил бўлган, мутлақ қаттиқ бирлаштирувчи элементли, идеал тўғри таранг ўзакнинг эгилувчанлиги
34. Келтирилган кучланиш	Кўриб чиқиладиган мураккаб зўриқиш ҳолатда материалнинг хавфли ҳолати билан бир хил ҳолатга олиб келадиган оддий чўзиш ёки қисимдаги кучланиш
35. Оддий (бир кўрсаткичли) юклаш	Тизимни бир нечта, бир вақтда таъсир кўрсатувчи, битта кўрсаткичга мутаносиб равишда ўсиб боровчи турли юklar билан юклаш
36. Ўзакнинг ҳисобланган (эркин) узунлиги	Учлари шарнирлар билан маҳкамланганда учларининг критик кучи (эркин) белгиланган ўзак кучи билан бир хил бўлган бир раванли ўзакнинг шартли узунлиги. Геометрик ҳисобланган узунлик белгиланган ўзакнинг таранг қийшиқ чизигининг эгилган жойининг икки туташган нуқтаси орасидаги масофа сифатида ифодаланиши мумкин.
37. Ҳисобланган вазият	Конструкцияга ҳисобланган талабларни аниқловчи, ва ўзига ҳисоблаш схемалари, юкланиш ва таъсирлар турлари, текширилиши лозим бўлган алоҳида ҳолатлар рўйхатини оловчи, лойиҳалашда инobatга олинадиган шартлар мажмуи
38. Ҳақиқий тизим	Чегаравий юкланишга эришгунча сақланадиган, юклашнинг энг бошидан силжишлар вужудга келадиган, дастлабки камчиликларга эга тизим
39. Қайта куриш	Технологик жиҳозларнинг маънавий ёки жисмоний эскириши, технологик жараён алмашиши ёки замонавийлаштирилиши оқибатида курилиш объектларини қайта жиҳозлашга қаратилган тадбирлар мажмуи
40. Эркин айланиш	Юпқа деворли ўзакнинг барча кесимлари бир хил депланацияга эга бўлган ва кесимда фақат уринма кучланишларни вужудга келтирувчи айланиш
41. Мураккаб зўриққан ҳолат	Жисм нуқталарида камида иккита зўриқиш компоненти амал қилган зўриққан ҳолат
42. Ўз қолдиқ кучланишлар	Конструкцияга бирон бир ташқи юкланишлар таъсир қилмаганда, унда мавжуд кучланишлар
43. Сикилган айланиш	Юпқа деворли ўзакнинг кўндаланг кесимлари ҳар хил депланацияга эга бўлган ва кесимларда уринма ва нормал кучланишларни вужудга келтирувчи айланиш
44. Объектнинг техник ҳолати	Объектнинг нормал фойдаланишга яроқлилигини аниқловчи ёки таъмир ишларини ёки қайта куришни ўтказиш заруриятини кўрсатувчи, ва текшириш, текширув ҳисоблари натижалари, ҳамда лойиҳавий-техник ҳужжатларни таҳлил қилиш натижалари бўйича аниқланадиган физикавий

Атама	Таъриф
	хусусиятларининг мажмуи
45. Зарбавий ковушқоқлик	Пўлатнинг турли ҳароратларда мўрт бузилишга қаршилик кўрсатиш қобилияти, к юкланишнинг зарбавий таъсирда стандарт намуналарини бузишга сарфланган иш билан аниқланади.
46. Шартли кўндаланг куч	Ўзакнинг эгилган ўқига перпендикуляр йўналишга кисувчи куч проекциясига тенг кўндаланг куч.
47. Толиқишдан бузилиш	Кўп маротаба такрорланадиган куч ва бошқа таъсирлар натижасида ёрилишлар пайдо бўлиши ва ривожланиши оқибатида бузилиш
48. Эластик деформация	Деформацияни вужудга келтирган таўқи юкланиш ва таъсирлар батратарф этилганидан сўнг, йўқ бўлиб кетадиган деформация
49. Таранг пластик материал	Юклашда деформациялар ва кучланишлар ўртасида ночизиқий ёки бўлак-чизиқий боғлиқлик билан, юкдан бўшатишда чизиқий боғлиқлик билан тавсифланадиган шартли материал
50. Жисмоний ночизиқлик	Материалнинг деформациялар ва кучланишлар ўртасида ночизиқий ёки бўлак-чизиқий боғлиқлик билан аниқланадиган хусусияти
51. Мўрт бузилиш	Одатда, кучланишлар жамловчилари, паст ҳароратлар ва зарбавий таъсирлар мавжудлигида кичик деформация билан бирга бўладиган, узилиш кўринишидаги бузилиш.

**ҚИЙМАТЛАРНИНГ АСОСИЙ ҲАРФЛИ ИШОРАЛАРИ**

- $A$  - брутто кесимнинг майдони;  
 $A_{bn}$  - болтнинг нетто кесими майдони;  
 $A_d$  - кашак кесимининг майдони;  
 $A_f$  - тоқча (белбоғ) кесимининг майдони;  
 $A_n$  - нетто кесимнинг майдони;  
 $A_w$  - девор кесимининг майдони;  
 $A_{wf}$  - бурчак чоки металл бўйича кесимнинг майдони;  
 $A_{wz}$  - эриш чегараси металл бўйича кесим майдони;  
 $E$  – таранглик модели;  
 $F$  - куч;  
 $G$  – силжиш модули;  
 $J_b$  - тармоқ кесимининг инерция моменти;  
 $J_m; J_d$  - белбоғ кесимлари ва ферма кашагининг инерция моментлари;  
 $J_s$  - қирра, планка кесимининг инерция моменти;  
 $J_{sl}$  - бўйлама қирра кесимининг инерция моменти;  
 $J_t$  - тўсин, рельс айланишининг инерция моменти;  
 $J_x; J_y$  - тегишлича  $x$ - $x$  ва  $y$ - $y$  ўқларга нисбатан брутто кесимининг инерция моментлари;  
 $J_{xn}; J_{yn}$  - шунинг ўзи, нетто кесим учун;  
 $M$  - момент, эгувчи момент;  
 $M_x; M_y$  - тегишлича  $x$ - $x$  ва  $y$ - $y$  ўқларга нисбатан моментлар;  
 $N$  - бўйлама куч;  
 $N_{ad}$  - кўшимча кучланиш;  
 $N_{bm}$  - колонна шохида моментдан бўйлама куч;  
 $Q$  - кўндаланг куч, силжиш кучи;  
 $Q_{fic}$  - бириктирувчи элементлар учун шартли кўндаланг куч;  
 $Q_s$  - битта текисликда жойлашган планкалар тизимига таъсир этувчи шартли кўндаланг куч;  
 $R_{ba}$  - пойдевор болтларнинг чўзилишга ҳисобланган қаршилиги;  
 $R_{bh}$  - ўта мустаҳкам болтларнинг чўзилишга ҳисобланган қаршилиги;  
 $R_{bp}$  - болт бирикмаларнинг эзилишга ҳисобланган қаршилиги;  
 $R_{bs}$  - болтларнинг кесилишга ҳисобланган қаршилиги;  
 $R_{bt}$  - болтларнинг чўзилишга ҳисобланган қаршилиги;  
 $R_{bun}$  - болтлар пўлатининг меъёрий қаршилиги, у болтларга давлат стандартлари ва техник шартлари бўйича вақтдаги қаршилик  $\sigma_B$  га тенг қабул қилинади;

$R_{bU}$  - U-симон болтларнинг чўзилишга ҳисобланган қаршилиги;

$R_{cd}$  - ғалтақларнинг диаметрал қисилишга ҳисобланган қаршилиги (ҳаракатланиши чекланган конструкцияларда эркин тегишда);

$R_{dh}$  - ўта мустаҳкам симнинг чўзилишга ҳисобланган қаршилиги;

$R_{lp}$  - зич тегишда цилиндр шарнирларда (цапфаларда) маҳаллий эзилишга ҳисобланган қаршилик;

$R_p$  - ён (торец) юзанинг эзилишга ҳисобланган қаршилиги (жойига мослаб қўйиш мавжудлигида);

$R_s$  - пўлатнинг силжишга ҳисобланган қаршилиги;

$R_{th}$  - пўлатнинг прокат қалинлиги йўналишда чўзилишга ҳисобланган қаршилиги;

$R_u$  - пўлатнинг вақтдаги қаршиликда чўзилиш, сиқилиш, эгилишга ҳисобланган қаршилиги;

$R_{un}$  - пўлатнинг узилишга вақтдаги (меъёрий) қаршилиги, у пўлатга давлат стандартлари ва техник шартлари бўйича  $\sigma_B$  нинг максимал қийматига тенг қабул қилинади;

$R_{wf}$  - чок метали бўйича бурчак чокларнинг кесилишга (шартли) ҳисобланган қаршилиги;

$R_{wu}$  - уланма пайванд бирикмаларнинг вақтдаги қаршиликда чўзилиш, сиқилиш, эгилишга ҳисобланган қаршилиги;

$R_{wun}$  - чок металнинг вақтдаги қаршилик бўйича меъёрий қаршилиги;

$R_{ws}$  - уланма пайванд бирикмаларнинг силжишга ҳисобланган қаршилиги;

$R_{wy}$  - уланма пайванд бирикмаларнинг оқувчанлик чегараси бўйича чўзилиш, сиқилиш, эгилишга ҳисобланган қаршилиги;

$R_{wz}$  - эриш чегараси метали бўйича бурчак чокларнинг кесилишга (шартли) ҳисобланган қаршилиги;

$R_y$  - пўлатнинг оқувчанлик чегараси бўйича чўзилиш, сиқилиш, эгилишга ҳисобланган қаршилиги;

$R_{yn}$  - пўлатнинг оқувчанлик чегараси (меъёрий қаршилиги), у пўлатга давлат стандартлари ва техник шартлари бўйича  $\sigma_T$  оқувчанлик чегараси қийматига тенг қабул қилинади;

$S$  - нейтрал ўққа нисбатан брутто кесимнинг силжийдиган қисмининг статик моменти;

$W_x; W_y$  - тегишлича  $x-x$  ва  $y-y$  ўқларга нисбатан брутто кесимнинг қаршилик моментлари;

$W_{xn}; W_{yn}$  - тегишлича  $x-x$  ва  $y-y$  ўқларга нисбатан нетто кесимнинг қаршилик моментлари;

$b$  - кенглик;

$b_{ef}$  - ҳисобланган кенглик;

$b_f$  - токча (белбоғ) кенлиги;

$b_h$  - қирра, чиқикнинг чиқиб турган қисмининг кенлиги;

$c; c_x; c_y$  - тегишлича  $x-x$  ва  $y-y$  ўқларга нисбатан эгилишда пластик деформацияларни инобатга олган ҳолда мустаҳкамликни ҳисоблаш учун коэффициентлар;

- $e$  - куч эксцентриситети;  
 $h$  - баландлик;  
 $h_{ef}$  - деворнинг ҳисобланган баландлиги;  
 $h_w$  - девор баландлиги;  
 $i$  - кесим инерцияси радиуси;  
 $i_{\min}$  - кесим инерциясининг энг кичик радиуси;  
 $i_x; i_y$  - тегишлича  $x$ - $x$  ва  $y$ - $y$  ўқларга нисбатан кесим инерцияси радиуслари;  
 $k_f$  - бурчак чок катети;  
 $l$  - узунлик, оралик;  
 $l_c$  - тиргак, устун, тиргович узунлиги;  
 $l_d$  - кашак узунлиги;  
 $l_{ef}$  - ҳисобланган, шартли узунлик;  
 $l_m$  - Ферма ёки устун белбоғи панелининг узунлиги;  
 $l_s$  - планка узунлиги;  
 $l_w$  - пайванд чок узунлиги;  
 $l_x; l_y$  - тегишлича  $x$ - $x$  ва  $y$ - $y$  ўқларга перпендикуляр текисликларда элементнинг ҳисобланган узунликлари;  
 $m$  - нисбий эксцентриситет ( $m = eA/W_c$ );  
 $m_{ef}$  - келтирилган нисбий эксцентриситет ( $m_{ef} = m\eta$ );  
 $r$  - радиус;  
 $t$  - қалинлик;  
 $t_f$  - токча (белбоғ) қалинлиги;  
 $t_w$  - девор қалинлиги;  
 $\beta_f, \beta_z$  - тегишлича чок металл ва эриш чегараси металл бўйича бурчак чокини ҳисоблаш учун коэффициентлар;  
 $\gamma_b$  - бирикма иши шароитлари коэффициенти;  
 $\gamma_c$  - иш шароитлари коэффициенти;  
 $\gamma_n$  - белгиланган мақсад бўйича ишончлилик коэффициенти;  
 $\gamma_m$  - материал бўйича ишончлилик коэффициенти;  
 $\gamma_u$  - вақтдаги қаршилиқ бўйича ҳисобларда ишончлилик коэффициенти;  
 $\eta$  - кесим шакли таъсир кўрсатиши коэффициенти;  
 $\lambda$  - эгилувчанлик ( $\lambda = l_{ef}/i$ );  
 $\bar{\lambda}$  - шартли эгилувчанлик ( $\bar{\lambda} = \lambda\sqrt{R_y/E}$ );  
 $\lambda_{ef}$  - икки томони очик кесимли ўзакнинг келтирилган эгилувчанлиги;  
 $\bar{\lambda}_{ef}$  - икки томони очик кесимли ўзакнинг келтирилган шартли эгилувчанлиги ( $\bar{\lambda}_{ef} = \lambda_{ef}\sqrt{R_y/E}$ );  
 $\bar{\lambda}_w$  - деворнинг шартли эгилувчанлиги ( $\bar{\lambda}_w = \frac{h}{t}\sqrt{R_y/E}$ );

$\bar{\lambda}_{uw}$  - деворнинг энг юқори шартли эгилувчанлиги;

$\lambda_x; \lambda_y$  - тегишлича  $x$ - $x$  ва  $y$ - $y$  ўқларга перпендикуляр текисликларда элементнинг ҳисобланган эгилувчанликлари;

$\nu$  - пўлатнинг кўндаланг деформацияси коэффиценти (Пуассон);

$\sigma_{loc}$  - маҳаллик кучланиш;

$\sigma_x; \sigma_y$  - тегишлича  $x$ - $x$  ва  $y$ - $y$  ўқларга параллел нормал кучланишлар;

$\tau_{xy}$  - уринма кучланиш;

$\varphi_{(x,y)}$  - бўйлама эгилишнинг коэффиценти;

$\varphi_b$  - тўсинларнинг барқарорлиги йўқолишининг эгилиш-бурилиш шаклида ҳисобланган қаршилиқлар пасайишининг коэффиценти;

$\varphi_e$  - марказдан ташқари сиқишда ҳисобланган қаршилиқлар пасайишининг коэффиценти;



**КОНСТРУКЦИЯ ВА БИРИКМАЛАР УЧУН МАТЕРИАЛЛАР****D.1-жадвали – Пўлат конструкциялар учун пўлатлар**

ГОСТ бўйича пўлат			$t \geq -40$ да конструкциялар гуруҳи			
27772	535, 14637	19281	1	2	3	4
C235	Ст3кп2, Ст3пс2		-	-	+ <sup>a)</sup>	+
C245	Ст3пс5		-	+ <sup>б)</sup>	+	-
C255	Ст3сп5		+	+	+	-
C275			-	+ <sup>б)</sup>	+	-
C285	Ст3сп5		+	+	+	-
C345		09Г2С	+3/12	+1/4	+1/4	-
C345К			-	+	+	-
C375		09Г2С	+3/12	+1/4	+1/4	-
C390		10ХСНД	+/12	+/6	+/6	-
C440			+	+	+	-
C590			-	+	+	-
C590К			-	-	-	-

D.1-жадвалда қўлланган белгилар.

«+» ва «-» белгилари, тегишлича ушбу пўлатдан фойдаланиш керак ёки фойдаланиш керак эмаслигини билдиришади. «+» белгиси ёнидаги рақам пўлат тоифасини кўрсатади, ушбу белги ёнидаги ҳарфлар эса, қуйидагиларни ифодалашади:

<sup>a)</sup> – ташқи ҳарорат шароитларида эксплуатация қилинадиган, иситилмайдиган бино ва конструкцияларда қўлланилмасин;

<sup>б)</sup> - ташқи ҳарорат шароитларида эксплуатация қилинадиган, иситилмайдиган бино ва конструкцияларда 10 мм дан ошмаган қалинликка эга прокат қўлланилсин;

Изоҳлар:

1. Жадвал талаблари 2 мм ва ундан қалин варақ прокатга ва 4 мм ва ундан қалин шаклдор прокатга тарқалади. Қалинлик 5 мм дан кам бўлганда, жадвалда келтирилган пўлатлар зарбавий қовушқоқлик бўйича талабларсиз қўлланилади (тоифани кўрсатмаган ҳолда).

2. C235 пўлатдан 5 мм дан юққа прокатни барча гуруҳдаги конструкциялар учун қўллаш мумкин.

3. C345Т ва C375Т пўлатдан прокат иситишда термомустаҳкамланган C345 ва C375 пўлати сифатида етказиб бериладиган шаклдор прокатни, тайёрланганда 700 °С ҳароратдан юқори ҳароратда металлзация ёки пластик деформациядан ўтказиладиган конструкцияларда қўллаш ман этилади.

4. C345, C375, C390 ва 09Г2С, 10ХСНД пўлатлар учун зарбавий қовушқоқлик бўйича талаблар тоифалари суратда ГОСТ 27772 бўйича, махражда ГОСТ 19281 бўйича келтирилган.

## D.2-жадвал – Қувурлар учун пўлатлар

Пўлат маркаси (қалинлиги, мм)	ГОСТ ёки ТШ	$t \geq -40$ да конструкциялар гуруҳи			
		1	2	3	4
ВСтЗкп (4 гача)	ГОСТ 10705 <sup>а)</sup>	–	+2 <sup>г)</sup>	+2 <sup>г)</sup>	+2 <sup>г)</sup>
ВСтЗкп (4,5-10)	ГОСТ 10705 <sup>а)</sup>	–	–	+2 <sup>в, г)</sup>	+2 <sup>в, г)</sup>
ВСтЗпс (5,5 гача)	ГОСТ 10705 <sup>а)</sup>	–	+2 <sup>г)</sup>	+2 <sup>г)</sup>	+2 <sup>г)</sup>
ВСтЗпс (6-10)	ГОСТ 10705 <sup>а)</sup>	–	+6	+6	+6
ВСтЗпс (5-15)	ГОСТ 10706 <sup>б)</sup>	–	–	+4	+4
20	ГОСТ 8731	+ <sup>д)</sup>	+	+	–
09Г2С	ГОСТ 8731	+ <sup>д)</sup>	+	+	–

D.2-жадвалда қўлланган белгилар.

«+» ва «-» белгилари, тегишлича ушбу пўлатдан фойдаланиш керак ёки фойдаланиш керак эмаслигини билдиришади. «+» белгиси ёнидаги рақам пўлат тоифасини кўрсатади, ушбу белги ёнидаги ҳарфлар эса, қуйидагиларни ифодалашади:

<sup>а)</sup> В гуруҳи, ГОСТ 10705 1-жадвал;

<sup>б)</sup> В гуруҳи ГОСТ 10706, 1.6-банд бўйича қўшимча талаблар билан;

<sup>в)</sup> қалинлиги 10 мм гача прокат қўлланилсин, устун ва таянчларда эса, қалинлиги 16 мм гача прокат қўлланилсин;

<sup>г)</sup> ЮКЛ, ОТМ, КТ таянчларидан бошқа

<sup>д)</sup> ГОСТ 8731 бўйича чоксиз, иссиқлайин деформацияланган қувурларни баландлиги 60 метрдан ортиқ юқори кучланишли электр узатиш линияларининг катта ўтишларининг махсус пайванд таянчлари, алоқанинг антенна иншоотлари ва бошқа махсус иншоотлар учун, зарбавий қовушқоқлик бўйича 30 Дж/см<sup>2</sup> дан кам бўлмаган қўшимча талаб билан (синов ҳарорати минус 20°С) қўллаш рухат этилади.

Қуймалардан тайёрланган, “Л” маркировкали, бузмайдиган усул билан назоратдан ўтмаган чоксиз, иссиқлайин деформацияланган қувурлардан фойдаланиш ман этилади.

**D.3-жадвал – Бино ва иншоотларнинг (кўприклардан ташқари) пайванд конструкциялари учун пўлатга талаблар**

Пўлатнинг меъерий қаршиликлари, Н/мм <sup>2</sup>	Элементлар мавжудлиги <sup>1)</sup> , % (дан ортиқ эмас)			C <sub>э</sub> , % (дан ортиқ эмас)
	C	P	S	
$R_{yn} < 290$	0,22	0,040	0,045 <sup>2)</sup>	-
$290 \leq R_{yn} < 390$	0,14	0,035	0,035 <sup>2)</sup>	0,45
$390 \leq R_{yn} < 490$	0,12	0,015 <sup>3)</sup>	0,015 <sup>3)</sup>	0,46
$490 \leq R_{yn} < 590$	0,13	0,015	0,010	0,47
$R_{yn} \geq 590$	0,15	0,010	0,005	0,51

1) Тайёр прокатда кимёвий таркиб бўйича чегаравий оғишлар ГОСТ 27772 бўйича.  
 2) Донадорликни майдалашга қаратилган термик ишлов берилса,  $S \leq 0,025\%$ .  
 3)  $S + P \leq 0,020\%$ .  
 Изоҳлар:  
 1. (C<sub>э</sub>, %) углерод эквивалентини қуйидги формула бўйича аниқлаш керак:  

$$C_э = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Cr}{5} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cu}{13} + \frac{V + Nb}{14} + \frac{Mo}{4} + \frac{P}{2}$$
 Бу ерда, C, Mn, Si, Cr, Ni, Cu, V, Nb, Mo, P – элементларнинг вазний улушлари, % (углерод, марганец, кремний, хром, никель, мис, ванадий, ниобий, молибден, фосфор)  
 2. Меъерий қаршилиги  $290 \leq R_{yn} < 390$  Н/мм<sup>2</sup> бўлган пўлатлар учун, меъёрлар тузувчи ташкилот билан келишган ҳолда, таркибида углерод мавжудлигини 0,17% гача оширишга йўл қўйиш рухсат этилади. Меъерий қаршилиги  $390 \leq R_{yn} < 490$  Н/мм<sup>2</sup> бўлган шаклдор профиллар учун, меъёрлар тузувчи ташкилот билан келишган ҳолда, таркибида фосфора мавжудлигини  $P \leq 0,030\%$  гача олтингургурт мавжудлигини  $S \leq 0,025\%$  гача оширишга йўл қўйиш рухсат этилади.

**D.4-жадвал – Пўлат прокатга зарбавий қовушқоқлик бўйича талаблар**

Ҳисоб харорати, °C	Конструкциялар гуруҳи	Прокатнинг оқувчанлик чегараси, Н/мм <sup>2</sup>								
		$R_{yn} < 290$			$290 \leq R_{yn} < 390$			$390 \leq R_{yn} < 490$		$R_{yn} \geq 490$
		Зарбавий қовушқоқлик кўрсаткичлари, Дж/см <sup>2</sup>								
		КСА	КСV		КСV			КСV		КСV
		Зарбавий эгилиш синови харорати, °C да								
		+20	+20	0	-20	-20	-40	-40	-60	-60
$t \geq -40$	1, 2, 3	29	34	-	-	34	-	34	-	40

Изоҳлар:  
 1. КСА – механик эскиртиришдан сўнг U-симон кесик билан +20 °C хароратда синов ўтказганда, ГОСТ 9454 бўйича 1-турдаги намуналарнинг зарбавий қовушқоқлиги;  
 КСV - V-симон кесикли намуналарнинг зарбавий қовушқоқлиги (ГОСТ 9454 бўйича 11-тур)  
 2. Қалин варақли прокатда кўндаланг намуналар, шаклдор ва навлида – бўйлама намуналар синалади.

## D.5-жадвал – Пўлатга мувофиқ пайвандлаш учун материаллар

Пўлат	Пайвандлаш учун материаллар				
	Карбонат ангидрид газида (ГОСТ 8050 бўйича) ёки унинг аргон билан аралашмасида (ГОСТ 10157 бўйича)	Флюс остида (ГОСТ 9087 бўйича)		Кукунли сим билан (ГОСТ 26271 бўйича)	Қопланган электродлар билан (ГОСТ 9467 бўйича)
	Марка				Электрод тури
пайвандлаш сими		флюс	кукунли сим		
$R_{yn} < 290$		Св-08А	АН348-А, АН60 <sup>а)</sup>	ПП-АН-3, ПП-АН-8	Э42 <sup>а)</sup> , Э42А
		Св-08ГА			Э46 <sup>а)</sup> , Э46А
$290 \leq R_{yn} < 590$	Св-08Г2С	Св-10ГА <sup>б)</sup>	АН-17-М, АН-43, АН-47, АН-348-А <sup>в)</sup>		Э50 <sup>а)</sup> , Э50А
		Св-10Г2 <sup>б)</sup> , Св-10НМА			-
$R_{yn} \geq 590$	Св-08Г2С, Св-08ХГСМА	Св10НМА	АН-17-М		Э60
	Св-10ХГ2СМА	Св-08ХН2ГМЮ		Э70	

<sup>а)</sup> АН-60 флюси ва Э42, Э46, Э50 турдаги электродлар  $t \geq -40$  °С ҳисоб ҳароратида 2, 3 гуруҳ конструкциялари учун қўлланилади.

<sup>б)</sup> АН-43 флюси билан бирга қўлланмасин.

<sup>в)</sup> АН-348-А флюси учун  $t < -40$  °С ҳисоб ҳароратларида барча қалинликка эга элементларни пайвандлаганда чок металлининг механик хусусиятларининг кўшимча назорати талаб этилади, ҳисоб ҳароратлари  $t \geq -40$  °С бўлганда, 32 мм дан ортиқ қалинликлар назоратдан ўтказилиши керак.

Изоҳ. Тегишли техник-иқтисодий асосланиш мавжудлигида, конструкцияларни пайвандлаш учун мазкур жадалда келтирилмаган пайванд материалларидан (сим, флюслар, химояловчи газлар) фойдаланиш рухсат этилади. Бунда улардан фойдаланган ҳолда бажарилаётган чок металлининг механик хусусиятлари, мазкур жадалга мувофиқ қўлланилган материаллар билан таъминланадиган хусусиятлардан паст бўлмаслиги шарт.

**D.6-жадвал – Пойдевор болтлар пўлатлари маркалари ва уларни қўллаш шартлари**

Конструкциялар	Меъёрий ҳужжат	Ҳисоб ҳарорати, $t$ °C $\geq -40$ да пўлат маркалари
Электр узатиш ҳаво линиялари, тақсимловчи мосламалар ва контактли тармоқлар таянчларидан ташқари конструкциялар	ГОСТ 535	Ст3пс2, Ст3сп2,
	ГОСТ 1050	20
U-симон болтлар учун, ҳамда электр узатиш ҳаво линиялари, тақсимловчи мосламалар ва контактли тармоқлар таянчларининг пойдевор болтлари учун	ГОСТ 535	Ст3пс4, Ст3сп4

**D.7-жадвал – Пўлат конструкциялар учун материалларнинг физикавий тавсифлари**

Тавсиф	Қиймат
Зичлик $\rho$ , кг / м <sup>3</sup> :	
пулат прокат ва пўлат қуймалар	7850
кул ранг чўяндан қуймалар	7200
Чизиқий кенгайиш коэффициенти $\alpha$ , °C <sup>-1</sup> :	
пулат прокат ва пўлат қуймалар	$0,12 \cdot 10^{-4}$
кул ранг чўяндан қуймалар	$0,11 \cdot 10^{-4}$
Таранглик модули $E$ , Н/мм <sup>2</sup> :	
пулат прокат ва пўлат қуймалар	$2,06 \cdot 10^5$
қуйидаги маркали кул ранг чўяндан қуймалар:	
СЧ15	$0,83 \cdot 10^5$
СЧ20, СЧ25, СЧ30;	$0,98 \cdot 10^5$
Параллел симлар боғлари ва арқонлари	$1,96 \cdot 10^5$
Пўлат канатлар:	
спиралли ва ёпиқ кўтариб турувчи	$1,67 \cdot 10^5$
икки карра эшилган	$1,47 \cdot 10^5$
икки карра эшилган нометал ўзакли	$1,27 \cdot 10^5$
Прокат пўлати ва пўлат қуймаларнинг силжиш модули $G$ , Н/мм <sup>2</sup> :	
пулат прокат ва пўлат қуймалар	$0,78 \cdot 10^5$
кул ранг чўяндан қуймалар	$0,44 \cdot 10^5$
Кўндаланг деформация коэффициенти (Пуассон) $\nu$ :	
пулат прокат ва пўлат қуймалар	0,30
кул ранг чўяндан қуймалар	0,25
Изоҳ: таранглик модули қийматлари, бутун канат учун узилиш кучланишининг 60% дан кам бўлмаган кучланиш билан дастлаб чўзилган канатлар учун берилган.	

**МАТЕРИАЛ ВА БИРИКМАЛАРНИНГ ҲИСОБЛАНГАН ТАВСИФЛАРИ****Е.1-жадвал – Пўлат прокат ва қувурларнинг ҳисобланган қаршиликлари**

Зўриққан ҳолат ва ҳисобланган ҳолатнинг тавсифи	Шартли белги	Прокат ва қувурнинг ҳисобланган қаршилиги
Чўзилиш, сиқилиш ва эгилиш: оқувчанлик чегараси бўйича вақтдаги қаршилик бўйича	$R_y$	$R_y = R_{yn} / \gamma_m$
	$R_u$	$R_u = R_{un} / \gamma_m$
Силжиш	$R_s$	$R_s = 0,58 R_{yn} / \gamma_m$
Эзилиш: ён (торец) юзанинг (мослаб жойлаштириш мавжудлигида) маҳаллий цилиндр шарнирларда (цапфаларда) зич тегиб турганда	$R_p$	$R_p = R_{un} / \gamma_m$
	$R_{lp}$	$R_{lp} = 0,5 R_{un} / \gamma_m$
Ғалтакларнинг диаметрал қисилишга ҳисобланган қаршилиги (ҳаракатланиши чекланган конструкцияларда эркин тегишда)	$R_{cd}$	$R_{cd} = 0,025 R_{un} / \gamma_m$
Прокат қалинлиги йўналишда чўзилиш $t$ ( $t$ 60 мм гача бўлганда)	$R_{th}$	$R_{th} = 0,5 R_{un} / \gamma_m$
<p>Бу ерда, <math>\gamma_m</math> – материал бўйича ишонччилик коэффиценти. Изох: <math>R_{yn}</math> оқувчанлик чегараси бўйича ва <math>R_{un}</math> вақтдаги қаршилик бўйича меъёрий қаршиликларни, стандарт ва техник шартларда белгиланган <math>\sigma_T</math> оқувчанли чегарасининг ва <math>\sigma_B</math> вақтдаги қаршиликнинг минимал қийматларига тенг деб қабул қилиш керак, ишлатилаётган конструкцияларнинг техник ҳолатини баҳолаганда эса, конструкциялардан танланган намуналарни синаш маълумотларини статистик ишлаш натижалари асосида олинади.</p>		

**Е.2-жадвал – Пўлат прокат ва қувурлар учун материал бўйича ишонччилик коэффиценти**

Прокат ва қувурларга давлат стандарти ёки техник шартлар	Материал бўйича ишонччилик коэффиценти $\gamma_m$
ГОСТ 27772 (С590 ва С590К пўлатлардан ташқари) ва ГОСТ 27772 бўйича прокат хусусиятлари назорати процедурасини қўллайдиган бошқа меъёрий ҳужжатлар	1,025
Оқувчанлик чегараси 380 Н/мм <sup>2</sup> дан ортиқ бўлган навли прокат учун ГОСТ 19281, қувурлар учун ГОСТ 8731	1,100
Қолган прокат ва қувурлар учун мазкур меъёрлар талаблари	1,050
Прокат ва қувурлар учун хорижий меъёрий ҳужжатлар	1,100

Е.3-жадвали (маълумот учун) – **Варақли, кенг қўламли универсал ва шаклдор прокатни чўзиш, сиқиш ва эгишда меъерий ва ҳисобланган қаршиликлар**

ГОСТ 27772 бўйича пўлат	Прокат қалинлиги <sup>1)</sup> , мм	Прокатнинг меъерий қаршилиги <sup>2)</sup> , Н/мм <sup>2</sup>		Прокатнинг ҳисобланган қаршилиги <sup>3)</sup> , Н/мм <sup>2</sup>	
		$R_{yn}$	$R_{un}$	$R_y$	$R_u$
C235	От 2 до 8	235	360	230/225	350/345
C245	От 2 до 20	245	370	240/235	360/350
	Св. 20 до 30	235	370	230/225	360/350
C255	От 2 до 20	245	370	240/235	360/350
	Св. 20 до 40	235	370	230/225	360/350
C285	От 2 до 10	275	390	270/260	380/370
	Св. 10 до 20	265	380	260/250	370/360
C345	От 2 до 20	325	470	315/310	460/450
	Св. 20 до 40	305	460	300/290	450/440
	Св. 40 до 80	285	450	280/270	440/430
	Св. 80 до 100	265	430	260/250	420/410
C345K	От 4 до 10	345	470	335/330	460/450
C375	От 2 до 20	355	490	345/340	480/465
	Св. 20 до 40	335	480	325/320	470/455
C390	От 4 до 50	390	540	380/370	525/515
C440	От 4 до 30	440	590	430/420	575/560
	Св. 30 до 50	410	570	400/390	555/540
C590,C590K	От 10 до 40	590	685	575/560	670/650

<sup>1)</sup> Шаклдор прокатнинг қалинлиги сифатида токча қалинлиги олинади.

<sup>2)</sup> Меъерий қаршилик сифатида давлат стандартлари ёки техник шартларда келтирилган оқувчанлик чегараси ва вақтдаги қаршиликнинг кафолатланган қийматлари олинади. Ушбу қийматлар фақат битта бирликлар тизимида келтирилган вазиятларда (кгс/мм<sup>2</sup>), меъерий қаршиликлар (Н/мм<sup>2</sup>) тегишли қийматларни 9,81 га кўпайтириш ва 5 Н/мм<sup>2</sup> гача яхлитлаш йўли билан ҳисобланади.

<sup>3)</sup> Ҳисобланган қаршиликларнинг қийматлари меъерий қаршиликларни Е.2-жадвалга мувофиқ аниқланган материал бўйича ишончлилик коэффициентларига бўлиш, ва 5 Н/мм<sup>2</sup> гача яхилтлаш йўли билан ҳисобланган. Суратда ГОСТ 27772 асосида ёки ГОСТ 27772 бўйича прокат хусусиятлари назорати процедурасини қўлайдиган бошқа меъерий ҳужжатлар ( $\gamma_m = 1,025$ ) асосида етказиб бериладиган прокатнинг (C590K пўлатдан ташқари) ҳисобланган қаршиликлари қийматлари келтирилган, махражда – қолган прокатнинг ( $\gamma_m = 1,050$ ) да ҳисобланган қаршиликлари келтирилган.

Е.4-жадвал (маълумот учун) – Қувурларни чўзиш, қисиш ва эгишда меъёрий ва ҳисобланган қаршилиқлар

Пўлат маркаси	ГОСТ	Девор калинлиги, мм	Меъёрий қаршилиқ, Н/мм <sup>2</sup>		Ҳисобланган қаршилиқ, Н/мм <sup>2</sup>	
			$R_{yn}$	$R_{un}$	$R_y$	$R_u$
ВСт3кп, ВСт3пс, ВСт3сп	ГОСТ 10705	До 10	225	370	215	350
ВСт3пс4, ВСт3сп4	ГОСТ 10706	4-15	245	370	235	350
20	ГОСТ 8731	4-36	245	410	225	375

Изоҳ – ГОСТ 8731 бўйича 09Г2С маркали пўлатдан қувурлар учун меъёри қаршилиқ тарафлар келишуви бўйича мазкур стандарт талабларига мувофиқ белгиланади.

Е.5-жадвал (маълумот учун) – Прокатнинг ён тарафининг эзилишга, цилиндр шарнирларда маҳаллий эзилишга, ғалтакларнинг диаметрал қисилишига ҳисобланган қаршилиқлари

Вақтдаги қаршилиқ, Н/мм <sup>2</sup>	Ҳисобланган қаршилиқ, Н/мм <sup>2</sup>		
	Эзилишга		Ғалтакларнинг диаметрал қисилишга (ҳаракатланиши чекланган конструкцияларда эркин тегишда) $R_{cd}$
	Ён тарафнинг (мослаб жойлаштириш мавжудлигида) $R_p$	Цилиндр шарнирларда (цапфаларда) зич тегиб турганда $R_{lp}$	
360	351/343	176/171	9/9
370	361/352	180/176	9/9
380	371/362	185/181	9/9
390	380/371	190/185	10/10
400	390/381	195/190	10/10
430	420/409	210/204	10/10
440	429/419	215/209	11/11
450	439/428	220/214	11/11
460	449/438	224/219	11/11
470	459/448	229/224	11/11
480	468/457	234/228	12/12
490	478/467	239/233	12/12
510	498/486	249/243	12/12
540	527/514	263/257	13/13
570	556/543	278/271	14/14
590	576/562	288/281	14/14

Изоҳ. Жадвалда Е.1-жадвали формулалари асосида,  $\gamma_m = 1,025$  (суратда) ва  $\gamma_m = 1,050$  (маҳражда) ҳисобланган ҳисобланган қаршилиқлар қиймати келтирилган.



**Е.6-жадвал – Қуйма, болғаланган буюмлар (поковка), пўлат канатлар, симлар боғлари ва эшилган иплари, пойдевор ва U-симон болтлар, ишқаланма бирикмалардаги болтларнинг ҳисобланган қаршиликлари**

Конструкция элементлари ва зўриққан ҳолат	Шартли белги	Ҳисобланган қаршилик
Углеродли пўлатдан қуймалар: чўзилиш, қисилиш, эзилиш	$R_y$	$R_y = R_{yn} / 1,3$
силжиш	$R_s$	$R_s = R_{yn} / 2,2$
Кул ранг чўяндан қуймалар: чўзилиш қисилиш силжиш	$R_t$	$R_t = R_{tun} / 3$
	$R_c$	$R_c = R_{cun} / 2$
	$R_s$	$R_s = R_{tun} / 4$
Пўлат канатлар	$N_{dh}$	$N_{dh} = N_{un} / 1,6$
Симлар боғлари ва эшилган иплари	$R_{dh}$	$R_{dh} = R_{un} / 1,6$
Пойдевор болтлари (ҳисобланган)	$R_{ba}$	$R_{ba} = R_{yn} / 1,25$
U-симон болтлар	$R_{bU}$	$R_{bU} = R_{yn} / 1,18$
Ишқаланма бирикмалардаги ўта мустаҳкам болтлар	$R_{bh}$	$R_{bh} = R_{bun} / 1,43$
<p>Бу ерда, <math>R_{tun}</math> – кул ранг чўяннинг чўзилишда меъерий қаршилиги;  <math>R_{cun}</math> – шунинг ўзи, эгилишда;  <math>N_{un}</math> – канат учун узишга кучланишда меъерий қиймат.  Изоҳ: Канат, боғ, ип ва болтлар учун ҳисобланган қаршиликлар чўзилиш учун келтирилган</p>		

**Е.7-жадвал (маълумот учун) – Углеродли пўлатдан қуймалар учун ҳисобланган қаршиликлар**

Зўриққан ҳолат	Шартли белги	Қуйидаги маркали пўлатдан қуймалар учун ҳисобланган қаршиликлар, Н/мм <sup>2</sup> ,			
		15Л	25Л	35Л	45Л
Чўзилиш, қисилиш ва эгилиш	$R_u$	150	180	210	250
Силжиш	$R_s$	90	110	130	150
Ён тарафнинг (мослаб жойлаштириш мавжудлигида) эзилиши	$R_p$	230	270	320	370
Цилиндр шарнирларда (цапфаларда) ясси тегиб турганда маҳаллий эзилиш	$R_{lp}$	110	130	160	180
Ғалтақларнинг диаметрал қисилиши (ҳаракатланиши чекланган конструкцияларда эркин тегишда)	$R_{cd}$	6	7	8	10
<p>Изоҳ: бошқа стандарт ва техник шартлар бўйича етказиб бериладиган паст легирланган пўлатан қуймалар, шу жумладан хорижий маҳсулотлар учун ҳисобланган қаршиликларни, меъёрлар тузувчи ташкилот билан келишилган ҳолда аниқлаш керак.</p>					

Е.8-жадвал (маълумот учун) – Кул ранг чўядан қўймаларнинг ҳисобланган қаршиликлари

Зўриққан ҳолат	Шартли белги	Қўйдаги маркали кул ранг чўядан қўймалар учун ҳисобланган қаршиликлар, Н/мм <sup>2</sup> ,			
		СЧ 15	СЧ 20	СЧ 25	СЧ 30
Марказий чўзилиш ва эгилиш	$R_t$	55	65	85	100
Марказий қисилиш ва эгилиш	$R_c$	160	200	230	250
Силжиш	$R_s$	40	50	65	75
Ён тарафнинг (мослаб жойлаштириш мавжудлигида) эзилиши	$R_p$	240	300	340	370

Е.9-жадвал – Пайванд бирикмаларнинг ҳисобланган қаршиликлари

Пайванд бирикма	Зўриққан ҳолат	Ҳисобланган қаршилик тавсифи	Шартли белги	Пайванд бирикманинг ҳисобланган қаршилиги
Уланма	Чок сифатининг физикавий назорат билан механик ёки қўлда пайвандлашда эзилиш, чўзилиш ва эгилиш	Оқувчанлик чегараси бўйича	$R_{wy}$	$R_{wy} = R_y$
		Вақтдаги қаршилик бўйича	$R_{wu}$	$R_{wu} = R_u$
	механик ёки қўлда пайвандлашда чўзилиш ва эгилиш	Оқувчанлик чегараси бўйича	$R_{wy}$	$R_{wy} = R_y / 1,18$
	силжиш		$R_{ws}$	$R_{ws} = R_s$
Бурчак чокли	Кесилиш (шартли)	Чок металли бўйича	$R_{wf}$	$R_{wf} = R_{wun} / 2,2$
		Эриш металли чегараси бўйича	$R_{wz}$	$R_{wz} = R_{un} / 2,2$

Бу ерда,  $R_{wun}$  – чок металлининг вақтдаги қаршилиги бўйича меъерий қаршилик.  
Изох:  $R_{wun} > 590$  Н/мм<sup>2</sup> бўлганда  $R_{wf} = R_{wun} / 2,4$  қабул қилиш керак.

Е.10-жадвал – Бурчак чокли пайванд бирикмалар чок металлининг меъерий ва ҳисобланган қаршиликлари

Пайванд материаллари		$R_{wun}$ , Н/мм <sup>2</sup>	$R_{wf}$ , Н/мм <sup>2</sup>
Электрод тури (ГОСТ 9467 бўйича)	Сим маркаси		
Э42, Э42А	СВ-08, СВ-08А	410	180
Э46, Э46А	СВ-08ГА,	450	200
Э50, Э50А	СВ-08Г2С, СВ-10ГА, ПП-АН-8, ПП-АН-3	490	215
Э60	СВ-08Г2С <sup>1)</sup> , СВ-10НМА, СВ-10Г2	590	240
Э70	СВ-10ХГ2СМА, СВ-08ХН2ГМЮ	685	280
Э85	-	835	340

<sup>1)</sup> Фақат оқувчанлик чегараси 440 Н/мм<sup>2</sup> ва юқорироқ пўлатдан конструкцияларда катети  $k_f \leq 8$  мм бўлган чоклар учун.

## Е.11-жадвал – Бир болтли бирикмаларнинг ҳисобланган қаршиликлари

Зўриққан ҳолат	Шартли белги	Бир болтли бирикмаларнинг ҳисобланган қаршиликлари				40X «селект» маркали пўлатдан ўта мутаҳкам болтларнинг
		қуйидаги мустаҳкамлик синфли болтларнинг кесилишга ва чўзилишга				
		5,6	5,8	8,8	10,9	
Кесилиш	$R_{bs}$	0,38 $R_{bun}$	0,4 $R_{bun}$	0,4 $R_{bun}$		0,37 $R_{bun}$
Чўзилиш	$R_{bt}$	0,42 $R_{bun}$	0,4 $R_{bun}$	0,5 $R_{bun}$		0,5 $R_{bun}$
Эзилиш: Аниқликнинг А синфли болтлар	$R_{bp}$	$R_{bp} = (0,6 + 410 \frac{R_{un}}{E}) R_{un}$				
Аниқликнинг В ва С синфли болтлар						
Изоҳлар:						
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Мустаҳкамликнинг 8.8 ва 10.9 синфли ва 40X «селект» пўлатидан тайёрланган болтлар учун <math>R_{bs}</math> ва <math>R_{bt}</math> қийматлари, қопламасиз (масалан, рухлаш, алюминийлаш) болтларга тегишли бўлиб, иситиш оқибатида мустаҳкамлик пасайиши инobatга олинмаган.</li> <li>2. Мустаҳкамликнинг 5.8 ва 10.9 синфли болтлар учун <math>R_{bt}</math> қиймати 650°C ҳароратида кейинчалик кўшимча бўшатиш шarti билан келтирилган.</li> <li>3. <math>R_{bp}</math> қиймати оқувчанлик чегараси 400 Н/мм<sup>2</sup> гача бўлган пўлатдан қўшиладиган элементлар учун ва <math>R_{bun} &gt; R_{un}</math> да келтирилган.</li> </ol>						

Е.12-жадвал (маълумот учун) – Болтлар пўлатининг меъёрий қаршиликлари ва бир болтли бирикмаларнинг кесилиш ва чўзилишга ҳисобланган қаршиликлари, Н/мм<sup>2</sup>

Болтнинг мустаҳкамлик синфи	$R_{bun}$	$R_{byn}$	$R_{bs}$	$R_{bt}$
5,6	500	300	190	210
5,8	520	420	210	210
8,8	830	660	330	415
10,9	1040	940	415	520
Изоҳ. Жадвалда келтирилган ҳисобланган қаршиликлар қийматлари мазкур меъёрларнинг Е.11-жадвал формулалари асосида, 5 Н/мм <sup>2</sup> гача яхлитлаш билан ҳисобланган.				

Е.13-жадвал (маълумот учун) – Болтлар билан бирлаштириладиган элементларнинг ҳисобланган қаршиликлари

Бирлаштирилаётган элементлар пўлатининг вақтдаги қаршилиги $R_{un}$ , Н/мм <sup>2</sup>	Болтлар билан бирлаштириладиган элементларнинг эзилишга ҳисобланган қаршиликлари $R_{bp}$ , Н/мм <sup>2</sup>	
	Аниқликнинг А синфли	Аниқликнинг В ва С синфли
360	475	430
365	485	440
370	495	450
380	515	465
390	535	485
400	560	505
430	625	565
440	650	585
450	675	605
460	695	625
470	720	645
480	745	670
490	770	690
500	800	715
510	825	735
520	850	760
530	875	780
540	905	805
570	990	880
590	1045	930

Изоҳ. Жадвалда келтирилган ҳисобланган қаршиликлар қийматлари мазкур меъёрларнинг Е.11-жадвал формулалари асосида, 5 Н/мм<sup>2</sup> гача яхлитлаш билан ҳисобланган.

Е.14-жадвал (маълумот учун) – **Пойдевор болтларнинг чўзилишга ҳисобланган қаршиликлари**

Болтларнинг номинал диаметрлари, мм	Қуйидаги маркали пўлатдан болтларнинг ҳисобланган қаршиликлари $R_{ba}$ , Н/мм <sup>2</sup>	
	ГОСТ 535 <sup>1)</sup> бўйича	ГОСТ 19281 <sup>1)</sup> бўйича
	СтЗпс4, СтЗпс2, СтЗсп4, СтЗсп2	09Г2С-4, 09Г2С-6
12, 16, 20	195	260
24, 30	190	245
36	190	245
42, 48, 56	180	230
64, 72, 80	180	230
90, 100	180	210
110, 125, 140	165	210

<sup>1)</sup> Бошқа маркали пўлатдан болтларнинг ҳисобланган қаршиликларини Е.6-жадвал формулалари бўйича ҳисоблаш керак.

Изоҳлар:

- ГОСТ 535 бўйича пўлат, 1-гурух бўйича етказиб берилиши керак.
- Жадвалда келтирилган ҳисобланган қаршиликлар  $R_{ba}$  қийматлари мазкур меъёрларнинг Е.6-жадвал формулалари асосида, 5 Н/мм<sup>2</sup> гача яхлитлаш билан ҳисобланган.

Е.15-жадвал (маълумот учун) – **40Х «селект» пўлатидан ГОСТ 22356 бўйича ўта мустаҳкам болтларнинг чўзилишга меъёрий ва ҳисобланган қаршиликлари, Н/мм<sup>2</sup>,**

Резьбанинг номинал диаметри, мм	$R_{bun}$	$R_{bh}$
16, (18) 20, (22), 24, (27)	1100	770
30	950	665
36	750	525
42	650	455
48	600	420

Изоҳлар:

- Бошқа маркали пўлатлардан болтлар пўлатининг  $R_{bun}$  меъёрий қаршилигини ГОСТ 22356 бўйича қабул қилиш керак.
- Қавс ичига олинган ўлчамлар буюртмачи билан келишилган ҳолда қўллаш лозим.
- Жадвалда келтирилган ҳисобланган қаршиликлар  $R_{bh}$  қийматлари мазкур меъёрларнинг Е.6-жадвал формулалари асосида, 5 Н/мм<sup>2</sup> гача яхлитлаш билан ҳисобланган.

Е.16-жадвал (маълумот учун) – Болтлар кесими майдонлари

$d$ , мм	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48
$A_b$ , см <sup>2</sup>	2,01	2,54	3,14	3,80	4,52	5,72	7,06	10,17	13,85	18,09
$A_{bn}$ , см <sup>2</sup>	1,57	1,92	2,45	3,03	3,53	4,59	5,61	8,16	11,20	14,72
<p>Изоҳлар:</p> <p>1. Диаметри 48 мм дан ортиқ болтларнинг кесим майдоналарини ГОСТ 24379.1 бўйича қабул қилиш керак.</p> <p>2. Қавс ичига олинган ўлчамлар буюртмачи билан келишилган ҳолда қўллаш лозим, ЮКЛ ва ОТМ таянчлари бундан истисно.</p>										

**ИШ ШАРОИТЛАРИ КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ****Ғ.1-жадвал –% Иш шароитлари коэффициентлари**

Конструкция элементи	Иш шароитлари коэффициенти %
1	2
1. Тўсиқлар фермаларининг яхлит тўсинлари ва сиқилган элементлари, бунда тусиқ вазни вақтинчалик юкланишга тенг ёки юқорирок	0,9
2. $\varphi_b < 1,0$ да умумий барқарорликка ҳисоблаганда яхлит тўсинлар	0,95
3. Мустаҳкамликка ҳисоблаганда, статик юкланишни кўтариб турувчи тўсинлар:	
а) прокат ва йиғма пайванд кесимлар билан, ҳамда болтларда бажарилган (ўта мустаҳкам болтлардан ташқари) йиғма тўсинлар	1,1
б) 1-банд бўйича тўсинлар (ўта мустаҳкам болтли тўсинлар бундан истисно)	0,95
4. Сув босимини ҳосил қилувчи миноралар таянчларининг устунлари	0,95
5. Мустаҳкамликка ҳисоблаганда, статик юкланишни кўтариб турувчи устунлар:	
а) прокат, пайванд ва болтларда йиғма кесимлар билан, (ўта мустаҳкам болтли бирикмалардан ташқари)	1,1
б) 4-банд бўйича устунлар (ўта мустаҳкам болтли устунлар бундан истисно)	1,045
6. Барқарорликка ҳисоблаганда фермаларнинг сиқилган элементлари (ёпиқ қувурли кесимлардан ташқари)	0,95
7. Эгилювчанлиги $\geq 60$ бўлганда, йиғма тавр кесимли пайванд фермалар (таянчлардан ташқари) панжарасининг сиқилган асосий элементлари	0,8
8. Қоплама ва тўсиқларнинг пайванд ўзакли конструкцияларида чўзилган элементлар	0,95
9. Мустаҳкамликка ҳисоблаганда, фермаларнинг статик юкланишни кўтариб турувчи элементлари:	
а) 1-банд бўйича тўсиқларнинг пайванд ёки болтли (ўта мустаҳкам болтли конструкциялар бундан истисно) фермаларининг сиқилган элементлари	0,945
б) Оқувчанлик чегараси 440 Н/мм <sup>2</sup> гача бўлган пўлатдан болтли фермалар панжараларнинг сиқилган элементлари (7-банд бўйича)	0,84
в) Оқувчанлик чегараси 440 Н/мм <sup>2</sup> гача бўлган пўлатдан болтли фермалар панжараларнинг чўзилган ва сиқилган элементлари	1,05
г) Прокат ёки пайванд кесимли чўзилган элементлар	1,05

Конструкция элементи	Иш шароитлари коэффициенти $\gamma_c$
10. Прокат пўлатдан тайёрланган тортиб боғланган элементлар, тортки, тортмоқ, осмалар	0,9
<p>11. якка тенг токчали ёки тенг бўлмаган токчали (катта токча билан маҳкамланадиган) бурчаклардан иборат фазовий панжарасимон конструкциялар панжарасининг сиқилган элементлари:</p> <p>а) бевосита белбоғларга битта токча билан ёки бурчакка бўйлаб қўйилган иккита ёхуд ундан кўп болтлар билан маҳкамланадиган:</p> <p>хочсимон панжаранинг кашаклари, ҳамда туташган қирраларда бирлаштирилган тугунли уч бурчак ёки ярим кашак панжаранинг тиргаклари;</p> <p>тугунлари бирлаштирилмаган хочсимон ёки уч бурчак панжаранинг кашаклари, ҳамда туташган қирраларда бирлаштирилган тугунли ярим кашак панжаранинг кашаклари;</p> <p>б) бевосита белбоғларга битта токча, битта болт (11-бандда кўрсатилганидан ташқари) билан маҳкамланадиган, ҳамда фасонка орқали маҳкамланадиган;</p> <p>в) битта болтли бирикмали мураккаб чапараста панжарада</p>	<p>0,9</p> <p>0,8</p> <p>0,75</p> <p>0,7</p>
12. Битта токча билан маҳкамланадиган алоҳида, якка бурчаклардан сиқилган элементлар (ҳар хил ўлчамли бурчаклар учун, фақат кичик токча билан маҳкамланадиган), 11-бандда кўрсатилган элементлар ва якка бурчаклардан ясси фермалар, ҳамда белбоғларга пайванд чоклар билан ёки бурчак бўйламаси бўйича қўйилган иккита ва ундан ортиқ болтлар билан маҳкамланадиган, туташган қирраларда бирлаштирилган тугунли, фазовий конструкцияларнинг уч бурчак панжарасининг кашаклари бундан истисно.	0,75
<p>Оқувчанлик чегараси <math>285 \text{ Н/мм}^2</math> гача бўлган, статик юкланишни кўтариб турувчи, қуйидаги қалинликка эга таянч плиталар:</p> <p>а) 40 мм гача</p> <p>б) 40 дан ортиқ 60 мм гача</p> <p>в) 60 дан ортиқ до 80 мм гача</p>	<p>1,2</p> <p>1,15</p> <p>1,1</p>
<p>Изоҳлар:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Мазкур жадвалда айтиб ўтилмаган вазиятларда <math>\gamma_c = 1,0</math> қабул қилиш керак.</li> <li>2. Ҳисобда, иш шароитлари коэффициенти <math>\gamma_c &lt; 1</math> ни бир вақтда ҳисобга олиш керак эмас.</li> </ol>	



F.2-жадвал. – Бирикма иши шароитларининг коэффициенти  $\gamma$ 

Бирикма тавсифи	Бирикма иши шароитларининг коэффициенти $\gamma$
1. Кесилиш ва эзилишга ҳисобларда, кўп болтли, қуйидаги болтлар билан: аниқликнинг А синфли аниқликнинг В ва С синфли, тортилиши созланмайдиган, ўта мустаҳкам	1,0
	0,9
2. Эзилишга ҳисоблаганда, $a = 1,5d$ ва $b = 2d$ бўлганда, бир болтли ва кўп болтли, қуйидаги оқувчанлик чегарасига эга пўлатдан конструкция элементларида, Н/мм <sup>2</sup> : 285 гача 285 дан ортик 380 гача	0,8
	0,75
<p>F.2-жадвалда қабул қилинган белгилар:  <math>a</math> – элемент четидан энг яқин тешик марказигача юкланиш бўйламаси бўйича кучланиш;  <math>b</math> – шунинг ўзи, тешиклар маркази ўртасида;  <math>d</math> – болт учун тешикнинг диаметри;  Изоҳлар:  1. 1 ва 2-банд учун белгиланган коэффициентларни бир вақтда ҳисобга олиш керак.  2. <math>a</math> ва <math>b</math> масофаларнинг қийматлари 2-бандда кўрсатилган ва 30-жадвалдаги берилган қийматлар ўртасида бўлганда, <math>\gamma_b</math> коэффициентини чизиқли интерполяция билан аниқлаш керак.</p>	

**Болтлар билан битта токча ёрдамида маҳкамланадиган чўзилган якка бурчак учун иш шароитларининг коэффициенти.**

Бир қаторга қўйилган болтлар билан битта токча ёрдамида маҳкамланадиган якка бурчаклардан элементларнинг маҳкамланиш жойидаги кесимларни мустаҳкамликка (2) формула бўйича ҳисобланганда, элемент четидан энг яқин тешик марказигача юкланиш бўйламаси бўйича кучланиш  $a \geq 1,5 d$  ва тешиклар марказлари ўртасидаги масофа  $b \geq 2 d$  бўлганда (бу ерда  $d$  – болт учун тешикнинг диаметри), ва оқувчанлик чегараси 380 Н/мм<sup>2</sup> гача бўлганда, иш шароитлари коэффициенти  $\gamma_c$  қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$\gamma_c = \alpha_1 \frac{A_{n1}}{A_n} + \alpha_2, \quad (F.1)$$

Бу ерда,  $A_n$  – бурчакнинг нетто кесими майдони;

$A_{n1}$  - бурчакнинг маҳкамланадиган токчасининг тешик чети ва паррак (эркин) қисми орасидаги кесим қисмининг майдони;

$\alpha_1$  ва  $\alpha_2$  - F.3-жадвал бўйича болтлар ўрнатилиши ўқдан бурчакнинг ички қисмигача 0,5b дан кам бўлмаган масофада ва бурчакнинг эркин қисмигача 1,2d дан кам бўлмаган масофаларда аниқланадиган коэффициентлар (бу ерда  $b$  - бурчак токчаси кенлиги,  $d$  - болт учун тешик диаметри).

$A_n$ ,  $A_{n1}$  ва  $d$  ни ҳисоблаганда,  $d$  тешиги диаметрига мусбат жоизликни ҳисобга олиш керак.

Элемент четидан болт марказигача марказигача юкланиш бўйламаси бўйича масофа  $2d \geq a \geq 1,35d$  бўлган бир болтли бирикмалар учун  $\gamma_c$  иш шароити коэффициентини (2) формулада қуйидаги формула асосида аниқлаш керак:

$$\gamma_c = \beta \left( 1,74 \frac{A_{n1}}{A_n} + 0,05 \right), \quad (\text{F.2})$$

Бу ерда,  $a = 2d$  бўлганда  $\beta = 1$ ;  $a = 1,5d$  бўлганда  $\beta = 0,85$  ва  $a = 1,35 d$  бўлганда  $\beta = 0,65$ .

Мазкур иловада келтирилган иш шароитининг  $\gamma_c$  коэффициентлари ва F.1-жадвалнинг 5-бандида келтирилган коэффициентлар бир вақтда ҳисобга олинмайди.

### F.3-жадвал – $\alpha_1$ ва $\alpha_2$ Коэффициентлари

Коэффициент	Бир қаторда болтлар сони қуйидагича бўлганда, $\alpha_1$ ва $\alpha_2$ қийматлари			
	2	3	4	5
$\alpha_1$	1,82	1,49	1,20	0,87
$\alpha_2$	0,195	0,37	0,48	0,61

**ТҶСИНЛАРНИ БАРҚАРОРЛИККА ҲИСОБЛАГАНДА,  $\varphi_b$  КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ**

G.1 Симметриянинг икки ўқли қўштавр кесимли тўсинлар учун,  $\varphi_b$  коэффицентини ҳисоблаш учун, қуйидаги формула бўйича  $\varphi_1$  коэффицентини ҳисоблаб чиқиш керак:

$$\varphi_1 = \psi \frac{J_y}{J_x} \left( \frac{h}{l_{ef}} \right)^2 \frac{E}{R_y}, \quad (G.1)$$

Бу ерда  $\psi$  қийматларини G1 ва G.2-жадваллари бўйича қабул қилиш керак.

**G.1-жадвал –  $\psi$  Қийматлари**

Ораликда сиқилган белбоғнинг маҳкамланишлар сони	Ораликда юкланиш тури	Юкланган белбоғ	$\alpha$ қуйидаги қийматларида $\psi$ нинг қийматлари	
			$0,1 \leq \alpha \leq 40$	$40 < \alpha \leq 400$
Маҳкамланишсиз	Бир жойда тўпланган	Тепадаги	$\psi = 1,75 + 0,09\alpha$	$\psi = 3,3 + 0,053\alpha - 4,5 \cdot 10^{-5}\alpha^2$
		Пастдаги	$\psi = 5,05 + 0,09\alpha$	$\psi = 6,6 + 0,053\alpha - 4,5 \cdot 10^{-5}\alpha^2$
	Бир текис тақсимланган	Тепадаги	$\psi = 1,6 + 0,08\alpha$	$\psi = 3,15 + 0,04\alpha - 2,7 \cdot 10^{-5}\alpha^2$
		Пастдаги	$\psi = 3,8 + 0,08\alpha$	$\psi = 5,35 + 0,04\alpha - 2,7 \cdot 10^{-5}\alpha^2$
Ораликни тенг қисмларга бўладиган, иккита ва ундан ортик	Исталган	Исталган	$\psi = 2,25 + 0,07\alpha$	$\psi = 3,6 + 0,04\alpha - 3,5 \cdot 10^{-5}\alpha^2$
Одно в середине	Ўртада тўпланган	Исталган	$\psi = 1,75\psi_1$	$\psi = 1,75\psi_1$
	Чорақда тўпланган	Тепадаги	$\psi = 1,14\psi_1$	$\psi = 1,14\psi_1$
		Пастдаги	$\psi = 1,6\psi_1$	$\psi = 1,6\psi_1$
	Бир текис тақсимланган	Тепадаги	$\psi = 1,14\psi_1$	$\psi = 1,14\psi_1$
Пастдаги		$\psi = 1,3\psi_1$	$\psi = 1,3\psi_1$	

Изоҳ:  $\psi_1$  қийматини сиқилган белбоғ ораликда икки ва ундан ортик маҳкамланишларга эга бўлганда,  $\psi$  га тенг деб қабул қилиш керак.

**G.2-жадвал – Симметриянинг икки ўқли қўштавр кесимли қаттиқ маҳкамланган консоллар учун  $\psi$  коэффициентлари**

Юкланиш тури	Юкланган белбоғ	Сиқилган белбоғ маҳкамланишлари мавжуд эмаслигида ва $\alpha$ куйидаги қийматларида $\psi$ учун формулалар	
		$4 \leq \alpha \leq 28$	$28 < \alpha \leq 100$
Консол учида тўпланган	Тепадаги	$\psi = 1,0 + 0,16\alpha$	$\psi = 4,0 + 0,05\alpha$
	Пастдаги	$\psi = 6,2 + 0,08\alpha$	$\psi = 7,0 + 0,05\alpha$
Бир текис тақсимланган	Тепадаги	$\psi = 1,42\sqrt{\alpha}$	

Изоҳ. Сиқилган белбоғда горизонтал текисликда консол учида ёки узунасига маҳкамланишлар мавжу бўлса,  $\psi$  коэффициентини маҳкамланишсиз консол учун аниқлагандай, ҳисоблаш керак, консол учида тепадаги белбоққа тўпланган юкланиш қўлланган вазият бундан истисно, бунда  $\psi = 1,75\psi_1$  ( $\psi_1$  қийматини G.1-жадвал бўйича қабул қилиш керак).

Юкланиш турига ва  $\alpha$  кўрсаткичига боғлиқ ҳолда, у куйидаги формула бўйича ҳисобланиши керак:

а) прокат қўштаврлар учун

$$\alpha = 1,54 \frac{J_t}{J_y} \left( \frac{l_{ef}}{h} \right)^2, \quad (G.2)$$

Бу ерда,  $l_{ef}$  - тўсин ёки консолнинг ҳисобланган узунлиги;

$h$  - кесимнинг тўлиқ баландлиги;

$J_t$  - айланишда кесимнинг инерция моменти;

б) уч варақдан тузилган пайванд қўштаврлар учун, ҳамда ўта мустаҳкам болтларда белбоғ бирикмали қўштавр тўсинлар учун:

$$\alpha = 8 \left( \frac{l_{ef} t_1}{h b_f} \right)^2 \left( 1 + \frac{a t^3}{b_f t_1^3} \right), \quad (G.3)$$

Бу ерда:

пайванд қўштаврлар учун:

$t$  – девор қалинлиги;

$b_f$  ва  $t_1$  – тўсин белбоғининг кенглиги ва қалинлиги;

$h$  – белбоғлар ўқлари ўртасидаги масофа;

$a$  -  $0,5h$  га тенг ўлчам;

ўта мустаҳкам болтларда белбоғ бирикмали қўштавр тўсинлар учун:

$t$  – деворлар ва вертикал белбоғ бурчаклари қалинликлари йиғиндиси;

$b_f$  – белбоғ варақларининг кенглиги;

$t_1$  – белбоғ варақлари ва белбоғ бурчагининг горизонтал токчасининг қалинликларининг йиғиндиси;

$h$  – белбоғ варақлари пакети ўқлари ўртасидаги масофа;

$a$  – горизонтал токча қалинлигини айириб ташлаган ҳолда, белбоғ бурчагининг вертикал токчасининг қалинлиги.

(30) формуладаги  $\varphi_b$  коэффициентининг қийматини куйидагича қабул қилиш керак:

$\varphi_1 \leq 0,85$  бўлганда  $\varphi_b = \varphi_1$ ;  $\varphi_1 > 0,85$  бўлганда  $\varphi_b = 0,68 + 0,21\varphi_1$ , аммо 1,0 дан ортиқ эмас.

G.2 Симметриянинг битта ўкли қўштавр кесимли тўсинлар (G.1-расм) учун  $\varphi_b$  коэффициентини аниқлаш учун қуйидаги формулалар бўйича  $\varphi_1$  ва  $\varphi_2$  коэффициентларини ҳисоблаб чиқиш керак:

$$\varphi_1 = \psi \frac{J_y}{J_x} \frac{2hh_1}{l_{ef}^2} \frac{E}{R_y}; \tag{G.4}$$

$$\varphi_2 = \psi \frac{J_y}{J_x} \frac{2hh_2}{l_{ef}^2} \frac{E}{R_y}, \tag{G.5}$$

Бу ерда,  $h_1$  – кесимнинг оғирлик марказидан ривожланганроқ белбоғ ўқиғача масофа;

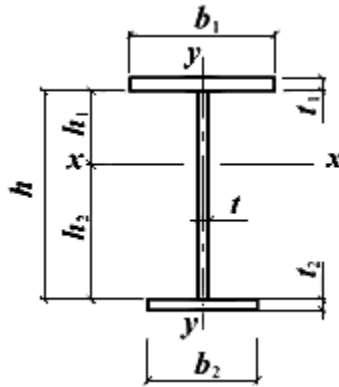
$h_2$  – шунинг ўзи, камроқ ривожланган белбоғ учун;

$l_{ef}$  – G.2 формуладаги қийматга тенг қийматга эга;

$\psi$  – қуйидаги формула бўйича ҳисобланадиган коэффициент:

$$\psi = D(B + \sqrt{B^2 + C}); \tag{G.6}$$

$D$ ,  $B$  ва  $C$  коэффициентларни G.3 ва G.4-жадваллар бўйича аниқлаш керак.



G.1.-расм. Эгилишда симметриянинг битта ўқиға эга қўштавр кесимнинг схемаси.

G.3-жадвал –  $D$  ва  $C$  коэффициентлари

Юкланиш тури	$D$	$C$ коэффициенти қуйидаги кесимда	
		Қўштавр $n < 0,9$	Тавр $n = 1$
Ораликнинг ўртасида тўпланган	3,265	$0,330\mu$	$0,0826\alpha$
Бир текис тақсимланган	2,247	$0,481\mu$	$0,1202\alpha$
Соф эгилиш	4,315	$0,101\mu$	$0,0253\alpha$

G.3-жадвалида қабул қилинган белгилар:

$$n = \frac{J_1}{J_1 + J_2}; \mu = n(1 - n) (9,87 + \alpha_1), \text{ бу ерда } \alpha_1 = 0,385 \frac{J_1(J_1 + J_2)}{J_1 J_2} \left( \frac{l_{ef}}{h} \right)^2,$$





Бу ерда  $J_1$  ва  $J_2$  - тегишлича катта ва кичик белбоғларнинг кесим симметрияси ўқиға нисбатан инерция моментлари;

$\alpha$  - (G.2) формула бўйича аниқлаш керак, унда айланишда кесимнинг инерция momenti

$$J_i = \frac{\delta}{3} \sum h_i t_i^3,$$

Бу ерда,  $b_i$  ва  $t_i$  – тегишлича, кесимни шакллантирувчи варақларнинг кенлиги ва қалинлиги;  $\delta = 1,25$  – симметриянинг битта ўкли қўштавр кесим учун;  $\delta = 1,20$  – тавр кесими учун

**Г.4-жадвал – В Коэффициенти**

Кесим схемаси ва юкланиш қўлланган жой	Юкланишда В коэффициенти		
	Оралиқ ўртасида тўпланган	Бир текис тақсимланган	Соф эгилишга олиб келувчи
	$\delta$	$\mu$	$\beta$
	$\delta-1$	$\mu-1$	$\beta$
	$1-\delta$	$1-\mu$	$-\beta$
	$-\delta$	$-\mu$	$-\beta$

Г.4-жадвалда қабул қилинган белгилар

$$\delta = n + 0,734\beta; \mu = n + 1,145\beta;$$

$$\beta = \left\{ 0,47 - 0,035 \left( \frac{b_1}{h} \right) \left[ 1 + \frac{b_1}{h} - 0,072 \left( \frac{b_1}{h} \right)^2 \right] \right\} (2n - 1),$$

Бу ерда,  $b_1$  – тўсиннинг ривожланганроқ белбоғининг кенглиги;  
 $n$  - Г.3-жадвалда келтирилган белги билан бир хил

Қўштавр кесимлар учун  $0,9 < n < 1,0$  бўлганда.  $\psi$  коэффициентларини (Г.6) формуласи бўйича қўштаврлар учун  $n = 0,9$  да ва тавр кесимлар учун  $n = 1,0$  да олинган қийматлар ўртасида чизикли интерполяция билан аниқлаш керак.

Тавр кесими учун, бюир жойда тўпланган ёки бир текисда тақсимланган юкланишда ва  $\alpha < 40$  бўлганда,  $\psi$  коэффициентларини  $(0,8 + 0,004 \alpha)$  га кўпайтириш керак.

$n > 0,7$  ва  $5 \leq l_{ef}/b_2 \leq 25$  бўлганда,  $\varphi_2$  коэффициенти қийматини  $(1,025 - 0,015 l_{ef}/b_2)$  га кўпайтириш йўли билан камайтириш керак ва уни 0.95 дан ортиқ бўлмаган қийматда қабул қилиш керак.

Камроқ ривожланган сиқувчи белбоғли тўсинларда  $l_{ef}/b_2 > 25$  қийматларига йўл қўйиш ман этилагн.

(30) формуладаги  $\varphi_b$  коэффициенти қийматини Г.5-жадвал бўйича қабул қилиш керак, аммо унинг қиймати 1,0 дан ортиқ бўлмаслиги керак.

**Г.5-жадвал –  $\varphi_b$  Коэффициенти**

$\varphi_2$ қиймати	Сиқилган белбоғда $\varphi_b$ коэффициенти	
	Ривожланганроқ	Камроқ ривожланган
$\varphi_2 \leq 0,85$	$\varphi_b = \varphi_1$	$\varphi_b = \varphi_2$
$\varphi_2 > 0,85$	$\varphi_b = \varphi_1 \left[ 0,21 + 0,68 \times \left( \frac{n}{\varphi_1} + \frac{1-n}{\varphi_2} \right) \right]$	$\varphi_b = 0,68 + 0,21\varphi_2$

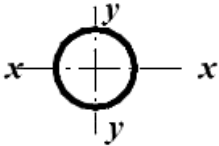
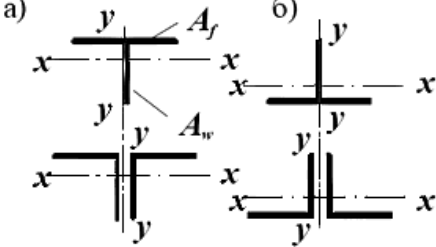
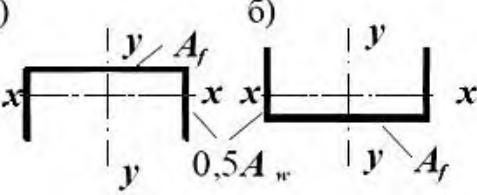
G.3 Швеллер кесимли тусинлар учун  $\varphi_b$  коэффициентини симметрик қўшаврли кесимли тўсинларга аниқлагандай ҳисоблаш керак; бунда  $\alpha$  қийматларини (G.2) формула асосида ҳисоблаш керак,  $\varphi_1$  нинг олинган миқдорларни эса, 0,7 га кўпайтириш лозим.

(G.1) ва (G.2) формулаларида  $J_x, J_y$  ва  $J_t$ , қийматларини швеллер учун қабул қилиш керак.

**Пўлат конструкциялар элементларини пластик деформация ривожланишини инобатга олган ҳолда мустақамликка ҳисоблаш учун коэффициентлар**

G.6-жадвал –  $c(c_x), c_y, n$  Коэффициентлари

Кесим тури	Кесим схемаси	$\frac{A_f}{A_w}$	Коэффициентлар қиймати		
			$c(c_x)$	$c_y$	$M_y = 0^{1)}$ бўлганда $n$
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	а) 2,0 б) 3,0
6		0,25	1,47	1,04	3,0
		0,5		1,07	
		1,0		1,12	
		2,0		1,19	

Кесим тури	Кесим схемаси	$\frac{A_f}{A_w}$	Коэффициентлар қиймати		
			$c(c_x)$	$c_y$	$M_y = 0^{1)}$ бўлганда $n$
7		-	1,26	1,26	1,5
8		-	1,60	1,47	а) 3,0 б) 1,0
9		0,5	1,60	1,07	а) 3,0 б) 1,0
		1,0		1,12	
		2,0		1,19	

<sup>1)</sup>  $M_y \neq 0$  бўлганда  $n = 1,5$ , 5-а турдаги кесимлар бундан истисно, улар учун  $n = 2$  ва 5-б кесимлар учун  $n = 3$ .

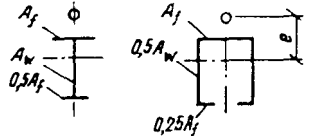
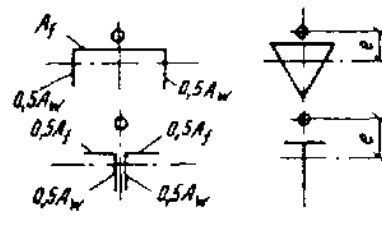
Изоҳ.  $A_f / A_w$  ning оралиқ қийматлари учун коэффициентлар аниқланганда, чизикли интерполяцияга йўл қўйиш рухсат этилади.



**КЕСИМ ШАКЛИ ТАЪСИР КЎРСАТИШИНИНГ  $\eta$  КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ**

Н.1-жадвал– $\eta$  Коэффициентлари

Кесим тури	Кесим схемаси	$\frac{A_f}{A_w}$	$\eta$ қийматлари			
			$0 \leq \bar{\lambda} \leq 5$		$\bar{\lambda} > 5$	
			$0,1 \leq m \leq 5$	$5 < m \leq 20$	$0,1 \leq m \leq 5$	$5 < m \leq 20$
1		-	1,0	1,0	1,0	1,0
2		-	0,85	0,85	0,85	0,85
3		-	$0,75 + 0,02 \bar{\lambda}$	$0,75 + 0,02 \bar{\lambda}$	0,85	0,85
4		-	$(1,35 - 0,05m) - 0,01(5 - m) \bar{\lambda}$	1,1	1,1	1,1
5		0,25	$(1,45 - 0,05m) - 0,01(5 - m) \bar{\lambda}$	1,2	1,2	1,2
		0,5	$(1,75 - 0,1m) - 0,02(5 - m) \bar{\lambda}$	1,25	1,25	1,25
		$\geq 1,0$	$(1,90 - 0,1m) - 0,02(6 - m) \bar{\lambda}$	$1,4 - 0,02 \bar{\lambda}$	1,3	1,3
6		-	$\eta_5 \left[ 1 - 0,3(5 - m) \frac{a_1}{h} \right]$	$\eta_5$	$\eta_5$	$\eta_5$
7		-	$\eta_5 \left( 1 - 0,8 \frac{a_1}{h} \right)$	$\eta_5 \left( 1 - 0,8 \frac{a_1}{h} \right)$	$\eta_5 \left( 1 - 0,8 \frac{a_1}{h} \right)$	$\eta_5 \left( 1 - 0,8 \frac{a_1}{h} \right)$
8		0,25	$(0,75 + 0,05m) + 0,01(5 - m) \bar{\lambda}$	1,0	1,0	1,0
		0,5	$(0,5 + 0,1m) + 0,02(5 - m) \bar{\lambda}$	1,0	1,0	1,0
		$\geq 1,0$	$(0,25 + 0,15m) + 0,03(5 - m) \bar{\lambda}$	1,0	1,0	1,0
9		0,5	$(1,25 - 0,05m) - 0,01(5 - m) \bar{\lambda}$	1,0	1,0	1,0
		$\geq 1,0$	$(1,5 - 0,1m) - 0,02(5 - m) \bar{\lambda}$	1,0	1,0	1,0

Кесим тури	Кесим схемаси	$\frac{A_f}{A_w}$	$\eta$ қийматлари			
			$0 \leq \bar{\lambda} \leq 5$		$\bar{\lambda} > 5$	
			$0,1 \leq m \leq 5$	$5 < m \leq 20$	$0,1 \leq m \leq 5$	$5 < m \leq 20$
10		0,5	1,4	1,4	1,4	1,4
		1,0	$1,6 - 0,01(5 - m) \bar{\lambda}$	1,6	$1,35 + 0,05m$	1,6
		2,0	$1,8 - 0,02(5 - m) \bar{\lambda}$	1,8	$1,3 + 0,1m$	1,8
11		0,5	$1,45 + 0,04m$	1,65	$1,45 + 0,04m$	1,65
		1,0	$1,8 + 0,12m$	2,4	$1,8 + 0,12m$	2,4
		1,5	$2,0 + 0,25m + 0,1 \bar{\lambda}$	-	-	-
		2,0	$3,0 + 0,25m + 0,1 \bar{\lambda}$	-	-	-
<p>Изоҳлар:</p> <p>1. 5-7 турдаги кесимлар тури учун, <math>A_f / A_w</math> қийматлари ҳисобланганда, токчаларнинг вертикал элементлари майдонини ҳисобга олмаслик керак.</p> <p>2. 6-7 турдаги кесимлар учун, <math>\eta_5</math> қийматини <math>A_f / A_w</math>. Қийматлари худди шундай бўлганда, 5-турдаги кесим учун <math>\eta</math> қийматига тенг қабул қилинади.</p>						

**Н.2-жадвал – Симметрия текислиги билан мос келувчи момент ҳаракати текислигида марказдан ташқари сиқилган (сиқилган-эгиладиган) яхлит деворли ўзақларнинг барқарорлигини текшириш учун  $\varphi_e$  коэффиценти**

Шартли эгилувчанлик $\bar{\lambda} = \lambda\sqrt{R_y/E}$	Келтирилган нисбий эксцентриситет $m_{ef}$ да $\varphi_e$ коэффицентлари												
	0,1	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0,5	967	922	850	782	722	669	620	577	538	469	417	370	337
1,0	925	854	778	711	653	600	563	520	484	427	382	341	307
1,5	875	804	716	647	593	548	507	470	439	388	347	312	283
2,0	813	742	653	587	536	496	457	425	397	352	315	286	260
2,5	742	672	587	526	480	442	410	383	357	317	287	262	238
3,0	667	597	520	465	425	395	365	342	320	287	260	238	217
3,5	587	522	455	408	375	350	325	303	287	258	233	216	198
4,0	505	447	394	356	330	309	289	270	256	232	212	197	181
4,5	418	382	342	310	288	272	257	242	229	208	192	178	165
5,0	354	326	295	273	253	239	225	215	205	188	175	162	150
5,5	302	280	256	240	224	212	200	192	184	170	158	148	138
6,0	258	244	223	210	198	190	178	172	166	153	145	137	128
6,5	223	213	196	185	176	170	160	155	149	140	132	125	117
7,0	194	186	173	163	157	152	145	141	136	127	121	115	108
8,0	152	146	138	133	128	121	117	115	113	106	100	095	091
9,0	122	117	112	107	103	100	098	096	093	088	085	082	079
10,0	100	097	093	091	090	085	081	080	079	075	072	070	069
11,0	083	079	077	076	075	073	071	069	068	063	062	061	060
12,0	069	067	064	063	062	060	059	059	058	055	054	053	052
13,0	062	061	054	053	052	051	051	050	049	049	048	048	047
14,0	052	049	049	048	048	047	047	046	045	044	043	043	042

**Н.2-жадвал давоми**

Шартли эгилувчанлик $\bar{\lambda} = \lambda\sqrt{R_y/E}$	Келтирилган нисбий эксцентриситет $m_{ef}$ да $\varphi_e$ коэффицентлари													
	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	10	12	14	17	20
0,5	337	307	280	260	237	222	210	183	164	150	125	106	090	077
1,0	307	283	259	240	225	209	196	175	157	142	121	103	086	074
1,5	283	262	240	223	207	195	182	163	148	134	114	099	082	070
2,0	260	240	222	206	193	182	170	153	138	125	107	094	079	067
2,5	238	220	204	190	178	168	158	144	130	118	101	090	076	065
3,0	217	202	187	175	166	156	147	135	123	112	097	086	073	063
3,5	198	183	172	162	153	145	137	125	115	106	092	082	069	060
4,0	181	168	158	149	140	135	127	118	108	098	088	078	066	057
4,5	165	155	146	137	130	125	118	110	101	093	083	075	064	055
5,0	150	143	135	126	120	117	111	103	095	088	079	072	062	053
5,5	138	132	124	117	112	108	104	095	089	084	075	069	060	051
6,0	128	120	115	109	104	100	096	089	084	079	072	066	057	049
6,5	117	112	106	101	097	094	089	083	080	074	068	062	054	047
7,0	108	102	098	094	091	087	083	078	074	070	064	059	052	045
8,0	091	087	083	081	078	076	074	068	065	062	057	053	047	041
9,0	079	075	072	069	066	065	064	061	058	055	051	048	043	038
10,0	069	065	062	060	059	058	057	055	052	049	046	043	039	035
11,0	060	057	055	053	052	051	050	048	046	044	040	038	035	032
12,0	052	051	050	049	048	047	046	044	042	040	037	035	032	029
13,0	047	045	044	043	042	041	041	039	038	037	035	033	030	027
14,0	042	041	040	040	039	039	038	037	036	036	034	032	029	026

Изоҳлар:

1. Жадвалда  $\varphi_e$  коэффицентлар қийматлари 1000 баробар оширилган.
2.  $\varphi_e$  қиймати  $\varphi$  қийматидан ортиқ қабул қилинмасин.

**Н.3-жадвал – Симметрия текислиги билан мос келувчи момент ҳаракати текислигида марказдан ташқари сиқилган (сиқилган-эгиладиган) икки учи очик ўзақларнинг барқарорлигини текшириш учун  $\varphi_e$  коэффиценти**

Шартли келтирилган эгиловчанлик $\bar{\lambda}_{ef} = \lambda_{ef} \sqrt{R_y / E}$	Келтирилган нисбий эксцентриситет $m$ да $\varphi_e$ коэффицентлари												
	0,1	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0,5	908	800	666	571	500	444	400	364	333	286	250	222	200
1,0	872	762	640	553	483	431	387	351	328	280	243	218	197
1,5	830	727	600	517	454	407	367	336	311	271	240	211	190
2,0	774	673	556	479	423	381	346	318	293	255	228	202	183
2,5	708	608	507	439	391	354	322	297	274	238	215	192	175
3,0	637	545	455	399	356	324	296	275	255	222	201	182	165
3,5	562	480	402	355	320	294	270	251	235	206	187	170	155
4,0	484	422	357	317	288	264	246	228	215	191	173	160	145
4,5	415	365	315	281	258	237	223	207	196	176	160	149	136
5,0	350	315	277	250	230	212	201	186	178	161	149	138	127
5,5	300	273	245	223	203	192	182	172	163	147	137	128	118
6,0	255	237	216	198	183	174	165	156	149	135	126	119	109
6,5	221	208	190	178	165	157	149	142	137	124	117	109	102
7,0	192	184	168	160	150	141	135	130	125	114	108	101	095
8,0	148	142	136	130	123	118	113	108	105	097	091	085	082
9,0	117	114	110	107	102	098	094	090	087	082	079	075	072
10,0	097	094	091	090	087	084	080	076	073	070	067	064	062
11,0	082	078	077	076	073	071	068	066	064	060	058	056	054
12,0	068	066	064	063	061	060	058	057	056	054	053	050	049
13,0	060	059	054	053	052	051	050	049	049	048	047	046	045
14,0	050	049	048	047	046	046	045	044	043	043	042	042	041

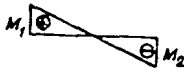
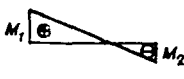

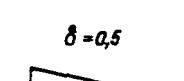
Н.3-жадвал давоми

Шартли келтирилган эгиловчанлик $\bar{\lambda}_{ef} = \lambda_{ef} \sqrt{R_y / E}$	Келтирилган нисбий эксцентриситет $m$ да $\varphi_e$ коэффицентлари													
	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	10	12	14	17	20
0,5	200	182	167	154	143	133	125	111	100	091	077	067	056	048
1,0	197	180	165	151	142	131	121	109	098	090	077	066	055	046
1,5	190	178	163	149	137	128	119	108	096	088	077	065	053	045
2,0	183	170	156	143	132	125	117	106	095	086	076	064	052	045
2,5	175	162	148	136	127	120	113	103	093	083	074	062	051	044
3,0	165	153	138	130	121	116	110	100	091	081	071	061	051	043
3,5	155	143	130	123	115	110	106	096	088	078	069	059	050	042
4,0	145	133	124	118	110	105	100	093	084	076	067	057	049	041
4,5	136	124	116	110	105	100	096	089	079	073	065	055	048	040
5,0	127	117	108	104	100	095	092	086	076	071	062	054	047	039
5,5	118	110	102	098	095	091	087	081	074	068	059	052	046	039
6,0	109	103	097	093	090	085	083	077	070	065	056	051	045	038
6,5	102	097	092	088	085	080	077	072	066	061	054	050	044	037
7,0	095	091	087	083	079	076	074	068	063	058	051	047	043	036
8,0	082	079	077	073	070	067	065	060	055	052	048	044	041	035
9,0	072	069	067	064	062	059	056	053	050	048	045	042	039	035
10,0	062	060	058	056	054	052	050	047	045	043	041	038	036	033
11,0	054	053	052	050	048	046	044	043	042	041	038	035	032	030
12,0	049	048	047	045	043	042	040	039	038	037	034	032	030	028
13,0	045	044	044	042	041	040	038	037	036	035	032	030	028	026
14,0	041	041	040	039	039	038	037	036	035	034	031	029	027	025

Изох: Жадвалда  $\varphi_e$  коэффицентлар кийматлари 1000 баробар оширилган.

$\varphi_e$  киймати  $\varphi$  кийматидан ортик қабул қилинмасин.

Н.4-жадвал – Шарнирли таянган учли ўзақлар учун  $m_{ef}$  келтирилган нисбий эксцентриситетлар

$\delta = \frac{M_2}{M_1}$	$\bar{\lambda}$	$m_{ef1}$ қуйидагига тенг бўлганда, $m_{ef}$ келтирилган нисбий эксцентриситетлар										
		0,1	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	7,0	10,0	20,0
$\delta = -1,0$ 	1	0,10	0,30	0,68	1,12	1,60	2,62	3,55	4,55	6,50	9,40	19,40
	2	0,10	0,17	0,39	0,68	1,03	1,80	2,75	3,72	5,65	8,60	18,50
	3	0,10	0,10	0,22	0,36	0,55	1,17	1,95	2,77	4,60	7,40	17,20
	4	0,10	0,10	0,10	0,18	0,30	0,57	1,03	1,78	3,35	5,90	15,40
	5	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,23	0,48	0,95	2,18	4,40	13,40
	6	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,18	0,40	1,25	3,00	11,40
	7	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,50	1,70	9,50
$\delta = -0,5$ 	1	0,10	0,31	0,68	1,12	1,60	2,62	3,55	4,55	6,50	9,40	19,40
	2	0,10	0,22	0,46	0,73	1,05	1,88	2,75	3,72	5,65	8,60	18,50
	3	0,10	0,17	0,38	0,58	0,80	1,33	2,00	2,77	4,60	7,40	17,20
	4	0,10	0,14	0,32	0,49	0,66	1,05	1,52	2,22	3,50	5,90	15,40
	5	0,10	0,10	0,26	0,41	0,57	0,95	1,38	1,80	2,95	4,70	13,40
	6	0,10	0,16	0,28	0,40	0,52	0,95	1,25	1,60	2,50	4,00	11,50
	7	0,10	0,22	0,32	0,42	0,55	0,95	1,10	1,35	2,20	3,50	10,80
$\delta = 0$ 	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
$\delta = 0,5$ 	1	0,10	0,40	0,80	1,23	1,68	2,62	3,55	4,55	6,50	9,40	19,40
	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
Бу ерда, $m_{ef1} = \eta \frac{M_1}{N} \cdot \frac{A}{W_c}$												

**Қўштавр ва тавр кесимлар учун  $C_{max}$  коэффициенти**

Н.1 Битта симметрия ўкли қўштаврли кесимлар (Н.1-расм) учун,  $C_{max}$  коэффициентини қуйидаги формула бўйича ҳисоблаш керак.

$$c_{max} = 2 / \left[ 1 + \delta B + \sqrt{(1 - \delta B)^2 + \frac{16}{\mu} \left( \alpha_x - \frac{e_x}{h} \right)^2} \right], \quad (Н.1)$$

Бу ерда,  $\alpha_x = (h_1 J_1 - h_2 J_2) / (J_y h)$

$$e_x = \frac{M_x}{N} \quad - \quad \text{ўз белгиси билан қабул қилинадиган, } x\text{-}x \text{ ўқиға нисбатан сиқувчи куч}$$

қўлланиши эксцентриситети (Н.1.-расмда у “плюс” белгиси билан кўрсатилган);

$h$  - белбоғлар ўқлари ўртасидаги масофа;

$$\mu = \frac{8J_1 J_2}{J_y^2} + 0,156 \frac{J_t}{Ah^2} \lambda_y^2;$$

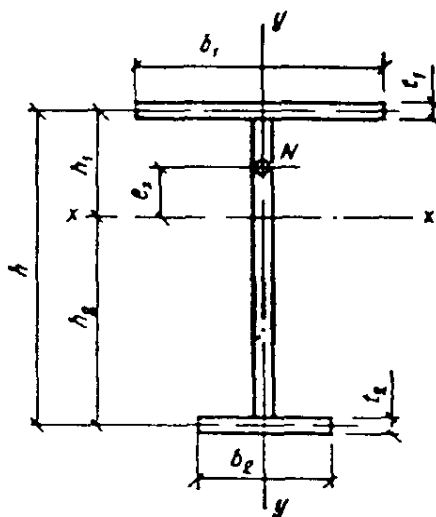
$$B = 1 + \frac{2\beta e_x}{\rho h}; \delta = 4\rho/\mu.$$

Бу ерда,  $J_1, J_2$  -  $y$ -у ўқиға нисбатан тегишлича каттароқ ва кичикроқ белбоғнинг инерция моменти;

$$\rho = (J_x + J_y) / (Ah^2) + \alpha_x^2;$$

$J_t$  ва  $\beta$  - G.3; G.4.-жадвалларда келтирилган формулалар асосида аниқланадиган қийматлар.

Н.2 Таврли кесимлар учун  $c_{\max}$  коэффициентини қўштаврли кесимларга аниқлагандай ҳисоблаш керак, бунда  $J_2 = 0$ , қабул қилинади, ҳамда  $J_t$  ҳисобланганда,  $b_2 = 0$  ва  $t_2 = 0$  (Н.1-расм).



Н.1-расм. Марказдан ташқари сиқишда битта симметрия ўқли қўштавр кесимнинг схемаси



Тепа учи бурилишдан маҳкамланганда, ва унинг эркин силжиши имконияти бўлганда, J.2-жадвал бўйича

**J.2-жадвал – Тепа учи фақат бурилишдан маҳкамланган, бир поғонали устунлар учун ҳисоб узунлигининг  $\mu_1$  коэффицентлари**

Ҳисоб схемаси	$\alpha_1$	Қуйидаги $n$ қийматларида $\mu_1$ коэффицентлари																			
		0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	5,0	10,0	20,0
	0	2,0	1,92	1,86	1,80	1,76	1,70	1,67	1,64	1,60	1,57	1,55	1,50	1,46	1,43	1,40	1,37	1,32	1,18	1,10	1,05
	0,2	2,0	1,93	1,87	1,82	1,76	1,71	1,68	1,64	1,62	1,59	1,56	1,52	1,48	1,45	1,41	1,39	1,33	1,20	1,11	-
	0,4	2,0	1,94	1,88	1,83	1,77	1,75	1,72	1,69	1,66	1,62	1,61	1,57	1,53	1,50	1,48	1,45	1,40	-	-	-
	0,6	2,0	1,95	1,91	1,86	1,83	1,79	1,77	1,76	1,72	1,71	1,69	1,66	1,63	1,61	1,59	-	-	-	-	-
	0,8	2,0	1,97	1,94	1,92	1,90	1,88	1,87	1,86	1,85	1,83	1,82	1,80	1,79	-	-	-	-	-	-	-
	1,0	2,0	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1,5	2,0	2,12	2,25	2,33	2,38	2,43	2,48	2,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2,0	2,0	2,45	2,66	2,81	2,91	3,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2,5	2,5	2,94	3,17	3,34	3,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3,0	3,0	3,43	3,70	3,93	4,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Тепа учи қўзғалмайдиган, шарнирли-таянган ёки бурилишдан маҳкамланган бўлганда, устуннинг пастки қисми учун  $\mu_1$  коэффицентлари қийматларини қуйидаги формула бўйича ҳисоблаш керак

$$\mu_1 = \sqrt{\frac{\mu_{12}^2 + \mu_{11}^2(\beta - 1)}{\beta}}, \tag{J.1}$$

Бу ерда,  $\mu_{12}$  - пастки қисмининг  $F_1 = 0$  бўлганда ҳисоб узунлигининг коэффицентлари;  
 $\mu_{11}$  - пастки қисмининг  $F_2 = 0$  бўлганда ҳисоб узунлигининг коэффицентлари.

$\mu_{11}$  ва  $\mu_{12}$  коэффицентлар қийматини қуйидагича қабул қилиш керак:

Тепа учи шарнирли-таянган бўлганда, J.3-жадвал бўйича;

Тепа учи қўзғалмайдиган, бурилишдан маҳкамланган бўлганда, J.4-жадвал бўйича.

Барча вазиятларда устуннинг тепа қисми учун ҳисоб узунлигининг  $\mu_2$  коэффицентларини қуйидаги формула бўйича ҳисоблаш керак:

$$\mu_2 = \mu_1 / \alpha_1 \leq 3 \tag{J.2}$$

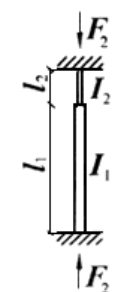
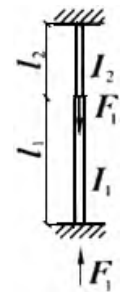
**J.3-жадвал – Тепа учи қўзғалмайдиган шарнирли-таянган, бир поғонали устунлар учун ҳисоб узунлигининг  $\mu_{12}$  ва  $\mu_{11}$  коэффицентлари**

Ҳисоб схемаси	$\frac{J_2}{J_1}$	$l_2 / l_1$ қуйидаги қийматларида $\mu_{12}$ ва $\mu_{11}$ коэффицентлари																
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0		
	$\mu_{12}$ коэффицентлари																	
	0,04	1,02	1,84	2,25	2,59	2,85	3,08	3,24	3,42	3,70	4,00	4,55	5,25	5,80	6,55	7,20		
	0,06	0,91	1,47	1,93	2,26	2,57	2,74	2,90	3,05	3,24	3,45	3,88	4,43	4,90	5,43	5,94		
	0,08	0,86	1,31	1,73	2,05	2,31	2,49	2,68	2,85	3,00	3,14	3,53	3,93	4,37	4,85	5,28		
	0,1	0,83	1,21	1,57	1,95	2,14	2,33	2,46	2,60	2,76	2,91	3,28	3,61	4,03	4,43	4,85		
	0,2	0,79	0,98	1,23	1,46	1,67	1,85	2,02	2,15	2,28	2,40	2,67	2,88	3,11	3,42	3,71		
	0,3	0,78	0,90	1,09	1,27	1,44	1,60	1,74	1,86	1,98	2,11	2,35	2,51	2,76	2,99	3,25		
	0,4	0,78	0,88	1,02	1,17	1,32	1,45	1,58	1,69	1,81	1,92	2,14	2,31	2,51	2,68	2,88		
	0,5	0,78	0,86	0,99	1,10	1,22	1,35	1,47	1,57	1,67	1,76	1,96	2,15	2,34	2,50	2,76		
	1,0	0,78	0,85	0,92	0,99	1,06	1,13	1,20	1,27	1,34	1,41	1,54	1,68	1,82	1,97	2,1		



Хисоб схемаси	$\frac{J_2}{J_1}$	$l_2 / l_1$ куйидаги кийматларида $\mu_{12}$ ва $\mu_{11}$ коэффициентлари														
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
	$\mu_{11}$ коэффициентлари															
	0,04	0,67	0,67	0,83	1,25	1,43	1,55	1,65	1,70	1,75	1,78	1,84	1,87	1,88	1,90	1,92
	0,06	0,67	0,67	0,81	1,07	1,27	1,41	1,51	1,60	1,64	1,70	1,78	1,82	1,84	1,87	1,88
	0,08	0,67	0,67	0,75	0,98	1,19	1,32	1,43	1,51	1,58	1,63	1,72	1,77	1,81	1,82	1,84
	0,1	0,67	0,67	0,73	0,93	1,11	1,25	1,36	1,45	1,52	1,57	1,66	1,72	1,77	1,80	1,82
	0,2	0,67	0,67	0,69	0,75	0,89	1,02	1,12	1,21	1,29	1,36	1,46	1,54	1,60	1,65	1,69
	0,3	0,67	0,67	0,67	0,71	0,80	0,90	0,99	1,08	1,15	1,22	1,33	1,41	1,48	1,54	1,59
	0,4	0,67	0,67	0,67	0,69	0,75	0,84	0,92	1,00	1,07	1,13	1,24	1,33	1,40	1,47	1,51
	0,5	0,67	0,67	0,67	0,69	0,73	0,81	0,87	0,94	1,01	1,07	1,17	1,26	1,33	1,39	1,44
	1,0	0,67	0,67	0,67	0,68	0,71	0,74	0,78	0,82	0,87	0,91	0,99	1,07	1,13	1,19	1,24

Ж.4-жадвал – Тепа учи кўзгалмайдиган, бурилишдан маҳкамланган бир поғонали устунлар учун ҳисоб узунлигининг  $\mu_{12}$  ва  $\mu_{11}$  коэффициентлари

Хисоб схемаси	$\frac{J_2}{J_1}$	$l_2 / l_1$ куйидаги кийматларида $\mu_{12}$ ва $\mu_{11}$ коэффициентлари														
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
	$\mu_{12}$ коэффициентлари															
	0,04	0,78	1,02	1,53	1,73	2,01	2,21	2,38	2,54	2,65	2,85	3,24	3,70	4,20	4,76	5,23
	0,06	0,70	0,86	1,23	1,47	1,73	1,93	2,08	2,23	2,38	2,49	2,81	3,17	3,50	3,92	4,30
	0,08	0,68	0,79	1,05	1,31	1,54	1,74	1,91	2,05	2,20	2,31	2,55	2,80	3,11	3,45	3,73
	0,1	0,67	0,76	1,00	1,20	1,42	1,61	1,78	1,92	2,04	2,20	2,40	2,60	2,86	3,18	3,41
	0,2	0,64	0,70	0,79	0,93	1,07	1,23	1,41	1,50	1,60	1,72	1,92	2,11	2,28	2,45	2,64
	0,3	0,62	0,68	0,74	0,85	0,95	1,06	1,18	1,28	1,39	1,48	1,67	1,82	1,96	2,12	2,20
	0,4	0,60	0,66	0,71	0,78	0,87	0,99	1,07	1,16	1,26	1,34	1,50	1,65	1,79	1,94	2,08
	0,5	0,59	0,65	0,70	0,77	0,82	0,93	0,99	1,08	1,17	1,23	1,39	1,53	1,66	1,79	1,92
	1,0	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50
		$\mu_{11}$ коэффициентлари														
0,04		0,66	0,68	0,75	0,94	1,08	1,24	1,37	1,47	1,55	1,64	1,72	1,78	1,81	1,85	1,89
0,06		0,65	0,67	0,68	0,76	0,94	1,10	1,25	1,35	1,44	1,50	1,61	1,69	1,74	1,79	1,82
0,08		0,64	0,66	0,67	0,68	0,84	1,00	1,12	1,25	1,34	1,41	1,53	1,62	1,68	1,75	1,79
0,1		0,64	0,65	0,65	0,65	0,78	0,92	1,05	1,15	1,25	1,33	1,45	1,55	1,62	1,68	1,71
0,2		0,62	0,64	0,65	0,65	0,66	0,73	0,83	0,92	1,01	1,09	1,23	1,33	1,41	1,48	1,54
0,3		0,60	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67	0,73	0,81	0,89	0,94	1,09	1,20	1,28	1,35	1,41
0,4		0,58	0,63	0,63	0,64	0,64	0,66	0,68	0,75	0,82	0,88	1,01	1,10	1,19	1,26	1,32
0,5		0,57	0,61	0,63	0,64	0,64	0,65	0,68	0,72	0,77	0,83	0,94	1,04	1,12	1,19	1,25
1,0		0,55	0,58	0,60	0,61	0,62	0,63	0,65	0,67	0,70	0,73	0,80	0,88	0,93	1,01	1,05

### Икки поғонали устунлар

Икки поғонали устуннинг пастки қисми учун ҳисоб узунлигининг  $\mu_1$  коэффициентларини (Ж.2, а-расм), Ж.5-жадвал бўйича келтирилган тепа учини маҳкамлаш шартларида, куйидаги формула бўйича аниқлаш керак:

$$\mu_1 = \sqrt{\frac{\beta_1 \mu_{m1}^2 + (\beta_2 \mu_{m2}^2 + \mu_{m3}^2)(1 + \delta_2)^2}{1 + \beta_1 + \beta_2}} \frac{J_1}{J_{1m}} \quad (J.3)$$

Бу ерда,  $\mu_{m1}, \mu_{m2}, \mu_{m3}$  - Ж.5-жадвал бўйича, Ж.2, б, в, г –расмдаги схемалар асосида бир поғонали устунлар учун аниқланадиган коэффициентларга ўхшаб, аниқланадиган коэффициентлар;

$$\beta_1 = F_1/F_3; \beta_2 = F_2/F_3; \delta_2 = l_2/l_1;$$

$F_1, F_2, F_3$  - тегишлича поғоналар шаклландиган жойларга ва устун тепасига қўлланган бўйлама кучлар;

$J_{m1}$  -  $l_1$  ва  $l_2$  қисмлари учун инерция моментининг ўртача қиймати, у қуйидаги формула асосида ҳисобланади:

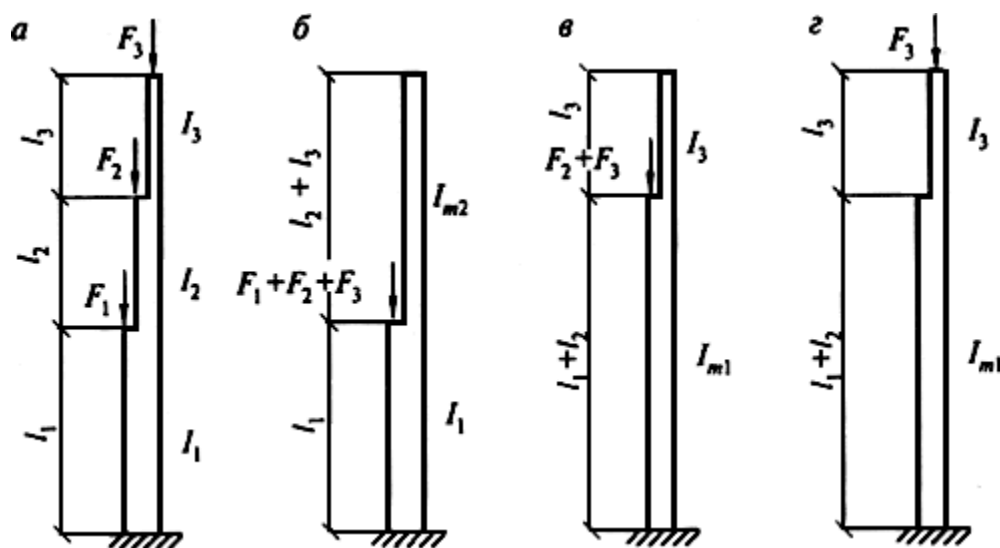
$$J_{m1} = \frac{J_1 l_1 + J_2 l_2}{l_1 + l_2}; \quad (J.4)$$

$J_{m2}$  -  $l_2$  ва  $l_3$  қисмлари учун инерция моментининг ўртача қиймати, у қуйидаги формула асосида ҳисобланади:

$$J_{m2} = \frac{J_2 l_2 + J_3 l_3}{l_2 + l_3}; \quad (J.5)$$

$J_1, J_2, J_3$  - тегишлича, устуннинг пастки, ўрта ва тепа қисмларининг кесимлар инерцияси моментлари ва,

$l_1, l_2, l_3$  - узунликлари.



1.2.-расм. Икки поғонали (а) ва бир поғонали устун (б, в, з) схемалари ва  $F_1$ ,  $F_2$  ва  $F_3$  кучлари тегишлича пастки (б), ўрта (в) ва тепа (з) қисмларга тегишлича қўлланилишининг шартли схемалари

Узунлиги  $l_2$  ўрта қисм учун ҳисоб узунлигининг  $\mu_2$  коэффиценти қийматини қуйидаги формула бўйича ҳисоблаш керак:

$$\mu_2 = \mu_1 / \alpha_2, \quad (J.6)$$

узунлиги  $l_3$  тепа қисм учун ҳисоб узунлигининг  $\mu_3$  коэффиценти эса, қуйидаги формула бўйича ҳисобланади

$$\mu_3 = \mu_1 / \alpha_3 \leq 3, \quad (J.7)$$

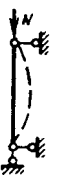



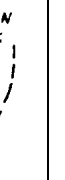
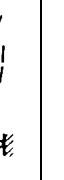

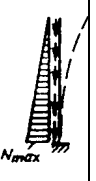
$$\text{Бу ерда, } \alpha_2 = \frac{l_2}{l_1} \sqrt{\frac{J_1(F_2 + F_3)}{J_2(F_1 + F_2 + F_3)}};$$

$$\alpha_3 = \frac{l_3}{l_1} \sqrt{\frac{J_1 F_3}{J_3(F_1 + F_2 + F_3)}}.$$

Ј.5-жадвал – Ҳисоб узунликнинг  $\mu_{m1}, \mu_{m2}, \mu_{m3}$  коэффициентлари

Устуннинг тепа қисми маҳкамланиши шартлари	Коэффициентлар қийматлари		
	$\mu_{m1}$	$\mu_{m2}$	$\mu_{m3}$
	қуйидаги кучланишларда		
	Ј.2,б-расм бўйича	Ј.2,в-расм бўйича	Ј.2,г-расм бўйича
Эркин	$\mu_{m1} = 2,0$	$\mu_{m2} = 2,0$	$\mu_{m3} = \mu_1$ $(\alpha_1 = \frac{l_3}{l_1 + l_2} \sqrt{\frac{J_{m1}}{J_3}}$ бўлганда, $\mu_1$ - Ј.1-жадвал бўйича)
Фақат бурилишдан маҳкамланган	$\mu_{m1} = \mu_1$ ( $\alpha_1 = 0$ бўлганда, $\mu_1$ - Ј.2-жадвал бўйича)	$\mu_{m2} = \mu_1$	$\mu_{m3} = \mu_1$ $(\alpha_1 = \frac{l_3}{l_1 + l_2} \sqrt{\frac{J_{m1}}{J_3}}$ бўлганда, $\mu_1$ - Ј.2-жадвал бўйича)
Кўзғалмас, шарнирли-таянган	$\mu_{m1} = \mu_{11}$ ( $\mu_{11}$ - Ј.3-жадвал бўйича)	$\mu_{m2} = \mu_{11}$	$\mu_{m3} = \mu_{12}$ ( $\mu_{12}$ - Ј.3-жадвал бўйича)
Кўзғалмас, бурилишдан маҳкамланган	$\mu_{m1} = \mu_{11}$ ( $\mu_{11}$ - Ј.4-жадвал бўйича)	$\mu_{m2} = \mu_{11}$	$\mu_{m3} = \mu_{12}$ ( $\mu_{12}$ - Ј.4-жадвал бўйича)

Ј.6-жадвал – Доимий кесимли устун ва тиргаklarнинг ҳисоб узунликларини аниқлаш учун  $\mu$  коэффициентлари

Маҳкамлаш схемаси ва юкланиш тури								
$\mu$	1,0	0,7	0,5	2,0	1,0	2,0	0,725	1,12

Ј.7-жадвал – Марказий-сиқилган элементларнинг бўйлама эгилишининг  $\varphi$  коэффициентлари

Эгилувчанлик $\lambda$	Ҳисоб қаршилиги $R_y$ , Н/мм <sup>2</sup> га тенг пўлатдан тайёрланган элементларнинг $\varphi$ коэффициентлари											
	200	240	280	320	360	400	440	480	520	560	600	640
10	988	987	985	984	983	982	981	980	979	978	977	977
20	967	962	959	955	952	949	946	943	941	938	936	934
30	939	931	924	917	911	905	900	895	891	887	883	879
40	906	894	883	873	863	854	846	839	832	825	820	814
50	869	852	836	822	809	796	785	775	764	746	729	712
60	827	805	785	766	749	721	696	672	650	628	608	588
70	782	754	724	687	654	623	595	568	542	518	494	470
80	734	686	641	602	566	532	501	471	442	414	386	359
90	665	612	565	522	483	447	413	380	349	326	305	287
100	599	542	493	448	408	369	335	309	286	267	250	235
110	537	478	427	381	338	306	280	258	239	223	209	197
120	479	419	366	321	287	260	237	219	203	190	178	167
130	425	364	313	276	247	223	204	189	175	163	153	145
140	376	315	272	240	215	195	178	164	153	143	134	126
150	328	276	239	211	189	171	157	145	134	126	118	111
160	290	244	212	187	167	152	139	129	120	112	105	099
170	259	218	189	167	150	136	125	115	107	100	094	089
180	233	196	170	150	135	123	112	104	097	091	085	081
190	210	177	154	136	122	111	102	094	088	082	077	073
200	191	161	140	124	111	101	093	086	080	075	071	067
210	174	147	128	113	102	093	085	079	074	069	065	062
220	160	135	118	104	094	086	077	073	068	064	060	057

Изоҳ. Жаdвалда  $\varphi$  коэффициентлар қийматлари 1000 баробарга кўпайтирилган.

К иловаси  
(мажбурий)СИҚИЛГАН ВА ЧЎЗИЛГАН ЭЛЕМЕНТЛАРНИНГ ЧЕГАРАВИЙ  
ЭГИЛУВЧАНЛИКЛАРИ

К.1-жадвал – Сиқилган элементларнинг чегаравий эгилувчанликлари

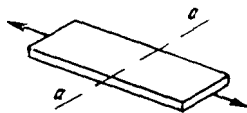
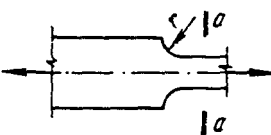
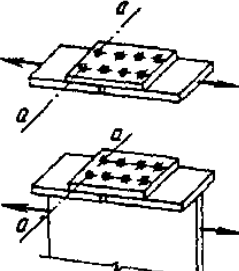
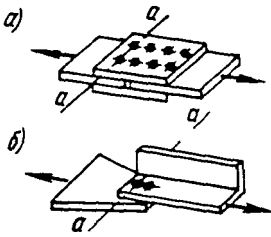
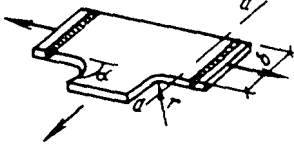
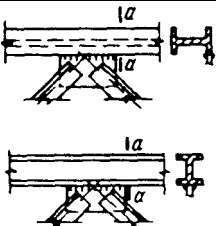
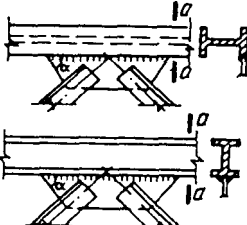
Конструкция элементлари	Сиқилган элементларнинг чегаравий эгилувчанликлари
1. Қуйидагиларнинг таянч реакцияларини узатувчи белбоғлар, таянч кашак ва тиргаклар:	
а) ясси фермалар, тузилмали конструкциялар ва қувурлар ва жуфт бурчаклардан, баландлиги 50 метргача бўлган фазовий конструкцияларнинг	180-60 $\alpha$
б) якка бурчаклардан фазовий конструкциялар, қувурлар ва жуфт бурчаклардан, баландлиги 50 метрдан ортиқ бўлган фазовий конструкцияларнинг	120
2. 1 ва 7-бандда кўрсатилганлардан бошқа элементлар:	
а) ясси фермалар, якка бурчаклардан пайванд фазовий ва тузилмали конструкциялар, қувур ва жуфт бурчаклардан фазовий ва тузилмали конструкцияларнинг	210-60 $\alpha$
б) якка бурчаклардан болтли бирикмали фазовий ва тузилмали конструкцияларнинг	220-40 $\alpha$
3. Фермаларнинг монтаж вақтида маҳкамланмаган тепа белбоғлари (монтаж тугатилганидан сўнг чегаравий эгилувчанликни 1-банд бўйича қабул қилиш керак)	220
4. Асосий устунлар	180-60 $\alpha$
5. Иккиламчи устунлар (фахверк, чироқлар устунлари ва ҳоказо), устун панжараси элементлари, устунлар ўртасида вертикал боғланишларнинг элементлари (краности тўсиндан пастроқда)	210-60 $\alpha$
6. 5-бандда кўрсатилганлардан ташқари боғланишлардан ташқари элементлар, ҳамда сиқилган ўзакларнинг ҳисобланган узунликларини камайтириш учун хизмат қилувчи ўзаклар ва 7-бандда кўрсатилганлардан ташқари бошқа юкланмаган элементлар	200
7. Вертикал текисликда эгилувчанликни текширишда шамолдан юкланишдан таъсирланувчи, тавр ва хочсимон кесимли фазовий конструкцияларнинг сиқилган ва юкланмаган элементлари	150
<p>К.1-жадвалда қабул қилинган белгилар:</p> $\alpha = \frac{N}{\varphi AR_y \gamma_c} - 0.5$ <p>дан кам бўлмаган қийматда қабул қилинадиган коэффициент (зарур вазиятларда <math>\varphi</math> дан ўрнига <math>\varphi_e</math> ни қўллаш лозим)</p>	

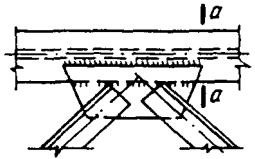
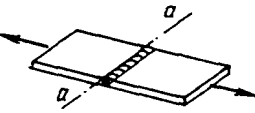
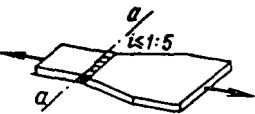
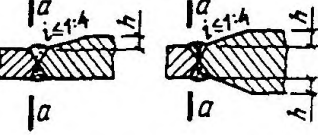
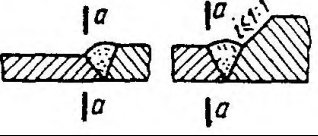
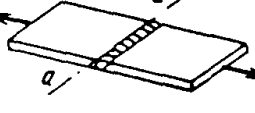
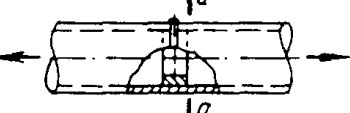
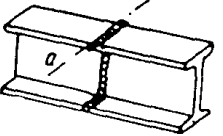
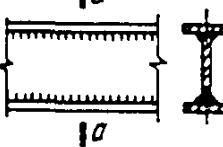
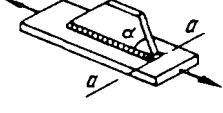
## К.2-жадвал, – Чўзилган элементларнинг чегаравий эгилувчанликлари

Конструкция элементлари	Конструкцияга қуйидаги юкланишлар таъсир кўрсатганда, чўзилган элементларнинг чегаравий эгилувчанлиги		
	Динамик, бевосита конструкцияга қўлланган	Статик	Кранлардан (4-изоҳни қаранг) ва темир йўл составлардан
1. Ясси фермалар (шу жумладан тор-мозлаш фермалари) ва тузилмали конструкцияларнинг белбоғлари ва таянч кашаклари	250	400	250
2. 1-бандда кўрсатилганлардан бошқа ферма ва тузимали конструкцияларнинг элементлари	350	400	300
3. Краности тўсинлар ва фермаларнинг пастки белбоғлари	-	-	150
4. Устунлар ўртасида вертикал боғланишларнинг элементлари (краности тўсиндан пастроқда)	300	300	200
5. Боғланишларнинг бошқа элементлари	400	400	300
6. Тиргаклар ва траверсларнинг белбоғлари, таянч кашаклари, электр узатиш линиялар, очиқ тақсимлар мос-ламалар ва транспортнинг контактли тармоқлари линиялари таянчлари траверсларининг тортмоқлари	250	-	-
7. 6 ва 8-бандларда кўрсатилганлардан ташқари элект узатиш линиялар таянчларининг бошқа элементлари	350	-	-
8. Вертикал текисликда эгилувчанликни текширишда шамолдан юкланишдан таъсирланувчи, тавр ва хочсимон кесимли фазовий конструкцияларнинг (тортмоқларда эса, электр узатиш линияси таянсининг траверси ва якка бурчаклардан) элементлари	150	-	-
Изоҳлар:			
1. Динамик таъсирларга дуч келмайдиган конструкцияларда, чўзилган элементларнинг эгилувчанлигини фақат кертикал текисликларда текшириш керак.			
2. Дастлаб кучланган чўзилган элементларнинг эгилувчанлиги чекланмайди.			
3. Юкланиш ноқулай жойлашганда кучланиш белгиси ўзгариши мумкин бўлган чўзилган элементлар учун, чегаравий эгилувчанликни сиқилган элементлар учун каби қабул қилиш керак, бунда йиғма элементларда бириктирувчи қистирмаларни ҳар бир 40i дан сийрақроқ қўймаслик керак.			
4. Чегаравий эгилувчанлик қийматларини иш режимлари гуруҳлари кранларида ГОСТ 25546-82 га мувофиқ (металлургия ишлаб чиқариш цехларида) 7К ва 8К қабул қилиш керак.			
5. Бевосита конструкцияга қўлланган динамик юкланишлар қаторига, толиқишга ҳисоблар ёки динамиклик коэффициентлари ҳисобга олинган ҳолда бажариладиган ҳисобларда қабул қилинадиган юкланишлар киради.			

**ТОЛИҚИШГА ҲИСОБЛАШДА ЭЛЕМЕНТЛАР ВА БИРИКМАЛАР ГУРУҲЛАРИ**

Л.1-жадвал – Элемент ва бирикмалар гуруҳлари

№	Элемент схемаси ва ҳисоб кесими жойлашуви	Элемент тавсифи	Элемент гуруҳи
1		Прокатли ёки механик йўл билан ишлов берилган четлар билан асосий металл Четлари газли кесиш машинаси билан кесилган асосий металл	1 2
2		Механик йўл билан ишлов берилган, ҳар хил кенгликка эга четли асосий металл, бунда ўтиш радиуси $r$ , мм: 200 10	1 4
3		Ўта мустаҳкам болтли бирикмаларда асосий металл	1
4		Болтли (болтлар аниқликнинг А синфига эга) бирикмаларда асосий металл, бунда тешик бўйича кесимлар: а) икки томонлама қопламаларда б) бир томонлама қопламаларда	4 5
5		Ўтиш ва $\alpha \geq 72^\circ$ , $r \geq \frac{b}{2}$ да юмалоқланиш (газ билан кесиш софлиги 1 ёки фрезерлаш)	2
6		Фасонгадан элементга ўтишнинг механик ишловисиз конструкция элементларига учма уч ёки таврга пайвандланган тўғри бурчак шаклли фасонкалар	7
7		Тўсинларнинг деворлари ва белбоғларига, ҳамда фермалар элементларига учма уч ёки таврга пайвандланган фасонкалар, бунда $\alpha \leq 45^\circ$	4

№	Элемент схемаси ва ҳисоб кесими жойлашуви	Элемент тавсифи	Элемент гуруҳи
8		Устма-уст қопламанинг контури бўйича пайвандлаш билан тўсин белбоғларига пайванд чокларнинг механик ишловисиз устма-уст пайвандланган, тўғри бурчак ёки трапециясимон шаклли фасонкалар	7
9		Учма-уч ишлов берилмаган чок; юкланиш пайванд чокига перпендикуляр; уланаётган элементларнинг кенглиги ва қалинлиги бир хил	2
10		Учма-уч ишлов берилмаган чок; уланаётган элементларнинг кенглиги ёки қалинлиги ҳар хил	5
11		Учма-уч чокка ўтиш жойида механик усул билан чок кучланиши ечилиши билан асосий металл: Бир хил қалинлик ва кенгликка эга элементларни улаганда	2
		Ҳар хил кенглик ва қалинликка эга элементларни улаганда	3
12		Тагига қўйиладиган варақда бажарилган учма-уч чок; юкланиш пайванд чокка перпендикуляр	4
13		Қувурларнинг тагига қўйиладиган ҳалқада бажарилган учма-уч чок	4
14		Прокат профилларни учма-уч улаш	4
15		Юкланиш чок ўқи бўйламаси бўйича таъсир этишида узлуксиз бўйлама чоклар билан пайвандланган қўштавр, тавр ёки бошқа турдаги пайванд кесимлар	2
16		Қуйидаги $\alpha$ бурчаги остида бўйлама чоклар билан маҳкамланган ёрдамчи элементли элемент:	
		45° гача	4
90°	7		



№	Элемент схемаси ва ҳисоб кесими жойлашуви	Элемент тавсифи	Элемент гуруҳи
17		Кўндаланг (олд томондаги) чокнинг механик ишловсиз белбоғ варағининг узилиши	7
18		Кўндаланг чокли асосий металл; асосий металлга силлиқ ўтувчи икки томонлама пайванд чок	4
19		Тўсинларнинг чўзилган белбоғлари ва фермалар элементларининг бурчак чоклар билан пайвандланган диафрагма ва қирралари ёнларида асосий металл	5
20		Кўндаланг (олд томондаги) бурчак чокка ўтиш жойида асосий металл	6
21		Ён тарафдаги чоклар билан бирикмаларда асосий металл (элементдан ён тарафдаги чокларга ўтиш жойида): а) иккиланган ён чокли б) ён ва олд томондаги чокли в) кучланиш асосий металл орқали узатилганда г) пўлат канатларни маҳкамлаш учун анкерларнинг юзлари	8 7 7 8
22		Чўзилган кашак қувурининг асосий метали, бунда қалинликнинг белбоғ қувури ташқи диаметрига нисбати қуйидагича: $t_m / d_m \geq 1/14$ $1/20 \leq t_m / d_m < 1/14$	7 8
23	 <p><math>\alpha = 45-60^\circ</math></p>	Чўзилган кашак қувурининг асосий метали, бунда кашак ва белбоғ диаметрларининг нисбати $d_d / d_m = 0,4 - 0,7$ ва қалинликнинг белбоғ қувури ташқи диаметрига нисбати қуйидагича: $t_m / d_m \geq 1/14$ $1/20 \leq t_m / d_m < 1/14$ $1/35 < t_m / d_m < 1/20$	6 7 8

## L.2-жадвал – Толиқишнинг ҳисобланган қаршилиги

Элементлар гуруҳлари	Пўлатнинг узилишга вақтдаги қаршилиги $R_{ин}$ бўлганда, $R_v$ қийматлари, Н/мм <sup>2</sup>				
	420 гача	420 дан 440 гача	440 дан 520 гача	520 дан 580 гача	580 дан 635 гача
1	120	128	132	136	145
2	100	106	108	110	116
3	Пўлатнинг барча турлари учун				90
4	Шунинг ўзи				75
5	«				60
6	«				45
7	«				36
8	«				27

L.3-жадвал – Пўлатнинг мўрт бузилишини ҳисобга олган ҳолда элементларни ҳисоблаш учун  $\beta$  коэффиенти

Элемент схемаси рақами ва ҳисобланган кесим жойлашуви	Ҳисобланган кесимда элементнинг қалинлиги, мм.дан ортик эмас	Оқувчанлик чегараси 285 Н/мм <sup>2</sup> гача бўлган пўлатлар ва қурилишнинг қуйидаги иқлимий минтақалари учун $\beta$ қийматлари	
		$t \geq -30 \text{ }^\circ\text{C}$	$-30 \text{ }^\circ\text{C} < t \leq -40 \text{ }^\circ\text{C}$
Эркин четларга гильотина билан ишлов берганда L.1-жадвали бўйича 1-сон <sup>1)</sup>	10	1,00	1,00
	20	0,90	Қўлланилмасин
	30	0,85	Қўлланилмасин
Санчишган тешиқлар мавжудлигида L.1-жадвал бўйича 3 ёки 4-сон <sup>2)</sup>	10	1,00	1,00
	20	1,00	0,95
L.1-жадвал бўйича 6 ёки 7-сон	10	1,00	0,95
	20	0,90	0,80
	30	0,85	0,75
L.1-жадвал бўйича 16-сон	10	1,00	1,00
	20	1,00	0,95
	30	1,00	0,87
L.1-жадвал бўйича 18-сон	10	1,00	1,00
	20	0,95	0,85
	30	0,90	0,80
21-сон, эркин четларга гильотина билан ишлов берганда L.1-жадвал бўйича	10	1,00	0,95
	20	0,90	Қўлланилмасин
	30	0,85	Қўлланилмасин

<sup>1)</sup> Қолган вазиятларда  $\beta = 1,00$

<sup>2)</sup> Пармаланган тешиқларда  $\beta = 1,00$

**ПАНЖАРА ЭЛЕМЕНТЛАРИНИ ФЕРМАЛАР БЕВОСИТА  
МАҲКАМЛАШ БИЛАН ФЕРМАЛАР ТУГУНЛАРИ ВА ЭГИБ ПАЙВАНДЛАНГАН  
ПРОФИЛЛАРДАН БОҒЛАМЛАР ТУГУНЛАРИ**

**Умумий қоидалар**

М.1 Панжара элементларини бевосита белбоғларга маҳкамлаш билан фермалар тугунларида қуйидагиларни текшириш керак (мазкур меъёрларнинг 15.8-бандига мувофиқ): панжара элементи туташган белбоғ деворининг (токчасининг) кўтариб туриш қобилиятини;

белбоққа туташган жойга яқин жойдаги панжара элементининг кўтариб туриш қобилиятини;

пайванд чокларнинг мустаҳкамлигини.

Қуйида келтирилган формулаларда қуйидаги белгилар қабул қилинган:

$N$  – туташган элементда (панжарада) кучланиш ;

$M$  – белбоғнинг туташган девори (токчаси) билан мос келадиган кесимда ферма текислигида туташган элементда асосий таъсирдан эгувчи момент (тугунлар қаттиқлигидан моментни мазкур меъёрларнинг 15.5-бандига мувофиқ ҳисобга олиш керак; юмалок қувурлардан фермалар учун – белбоғни шакловчи билан мазкур элементнинг ўқлари кесилган нуқтадан ўтаётган кесимда кўрилатган элементда худди шундай момент);

$F$  – панжаранинг чўзилган элементи тарафидан белбоғдаги бўйлама куч;

$A$  – белбоғнинг кўндаланг кесимининг майдони;

$R_y$  – белбоғ пўлатининг ҳисобланган қаршилиги;

$t$  – белбоғ девори (токчаси) қалинлиги;

$\alpha$  – панжара элементи белбоққа туташishi бурчаги;

$A_d$  – панжара элементи кўндаланг кесимининг майдони;

$t_d$  – панжара элементи деворининг (токчасининг) қалинлиги;

$R_{yd}$  – панжара элементи пўлатининг ҳисобланган қаршилиги.

М.2 Панжара элементларини бевосита белбоғларга маҳкамлаш билан фермаларни ишлаб чиқариш, фақат амалиётдан сўнгги сифат назорати билан ихтисослаштирилган ишлаб чиқариш шароитларида мумкин, бунда пайвандлашдан аввал фермаларнинг ён тарафларининг кашаклари ва белбоғлари ўртасида кашак билан белбоғнинг бутун туташishi периметри бўйича лойиҳавий ораликқа риюя қилиниши устидан назоратига алоҳида эътибор бериш керак.

**Бир жойда тўпланган юкланишларда деворларнинг маҳаллий барқарорлиги**

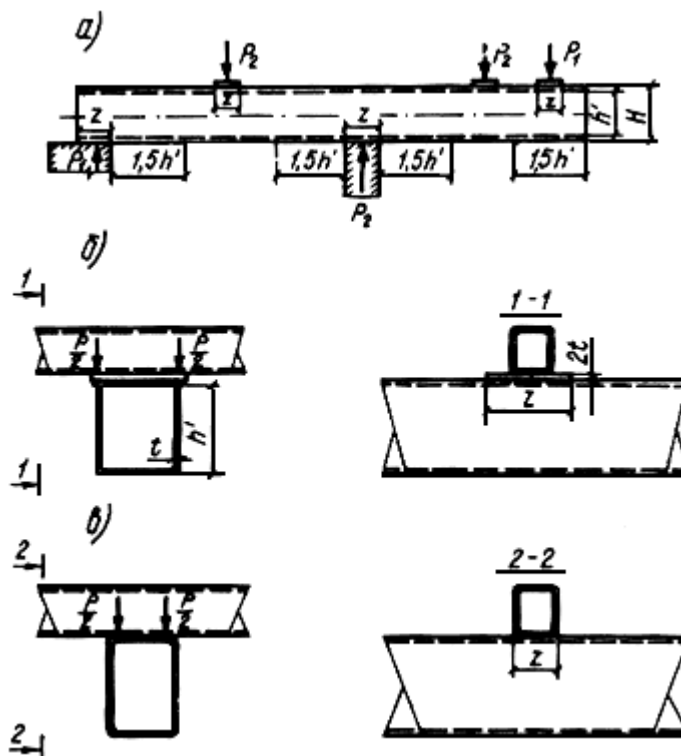
М.3 Юкланиш ҳаракат қилиши текислиги девор текислиги билан мос келганда (М.1.- б расмда кўрсатилганидай таяниш) бир жойга тўпланган юкланишнинг энг катта миқдорини ёки таянч кесимда ҳар бир беворга таъсир кўрсатувчи реакция миқдорини қуйидагича аниқлаш керак:

а) охириги таянч реакциясини, консол учидаги юкланишни ва таянчларга туташган  $1,5h'$  жойлардаги юкланишни (бу ерда,  $h' = H - 2t$ , М1, а-расмни қаранг) қуйидаги формула бўйича аниқлаш керак:

$$P_1/t^2 R_y \gamma_c \left( 7,4 + 0,93 \sqrt{\frac{z}{t}} \right) \leq 1; \quad (М.1)$$

б) оралик таянч ва консол таянчининг реакциясини, таянчлардан  $1,5h'$  дан ортик масофада жойлашган жойлардаги юкланишни қуйидаги формула бўйича ҳисоблаш керак:

$$P_2/t^2 R_y \gamma_c \left( 11,1 + 2,4 \sqrt{\frac{z}{t}} \right) \leq 1. \quad (M.2)$$



М.1-расм. Бир жойда тўпланган юкланишларда деворларнинг маҳаллий барқарорлиги ҳисоблашга

*a* – юкланишлар ва реакциялар схемаси; *b* – қистирма орқали таяниш; *c* – бевосита таяниш

М.4 Юкланиш ҳаракат қилиши текислиги девор текислиги билан мос келмаганда (М.1.-в расмда кўрсатилганидай таяниш), қуйидаги формулалар қўлланилади:

$$P_1/5 \cdot 10^{-3} t^2 R_y \gamma_c \left( 980 + 42 \frac{z}{t} - 0,22 \frac{zh'}{t^2} - 0,11 \frac{h'}{t} \right) \rho_1 \leq 1; \quad (M.3)$$

$$P_2/5 \cdot 10^{-3} t^2 R_y \gamma_c \left( 3050 + 23 \frac{z}{t} - 0,09 \frac{zh'}{t^2} - 5 \frac{h'}{t} \right) \rho_2 \leq 1, \quad (M.4)$$

Бу ерда

$$\rho_1 = \left( 1,15 - 0,15 \frac{r}{t} \right) \left( 1,33 - 0,33 \frac{R_y}{230} \right); \quad (M.5)$$

$$\rho_2 = \left( 1,06 - 0,06 \frac{r}{t} \right) \left( 1,22 - 0,22 \frac{R_y}{230} \right). \quad (M.6)$$

(М.1)-(М.6) формулаларда:

$P_1, P_2$  - кН да ва  $R_y$  - Н/мм<sup>2</sup> да;

$t$  – профиль девори қалинлиги;

$z$  – бир жойга тўпланган юк тақсимланишининг шартли узунлиги. У  $h$ , девор баландлигини оширмайди;

$r$  – юмалоқлашишнинг ички радиуси, у  $4t$  дан ошмайди.

### Эгиб пайвандланган профиллардан тайёрланган фермалар

М.5 Тўғри бурчак кесимли эгиб пайвандланган ёпиқ профиллардан фермалар тугунларини (М.2-расм) Умазкур меъёрларнинг М.1-банди талабларига мувофиқ текшириш керак, ҳамда панжаранинг сиқилган элементи туташган жойида белбоғнинг ён деворининг (тугун текислигига параллел) кўтариб туриш қобилиятини ҳисобга олиш лозим.

М.6 Белбоққа панжаранинг иккита ва ундан ортиқ элементи бир томонлама туташиб, уларнинг кушланишларининг юкланишлари турли белгили бўлса (мусбат ва манфий) (М.2-а, б-расмларни қаранг), ҳамда таянч тугунларда битта элемент туташган бўлиб (М.2.-расмни қаранг),  $d/D \leq 0,9$  ва  $g/b \leq 0,25$  бўлса, белбоғ деворининг (токчасининг) кўтариб туриш қобилиятини ҳар бир туташган элемент учун алоҳида қуйидаги формул бўйича текшириш керак:

$$\left( |N| + \frac{1,5|M|}{d_b} \right) \times \frac{(0,4 + 1,8g/b)f \sin \alpha}{\gamma_c \gamma_d \gamma_D R_y t^2 (b + g + \sqrt{2Df})} \leq 1, \quad (\text{М.7})$$

Бу ерда  $\gamma_a$  – туташган элементда кучланиш белгисининг таъсир кўрсатиш коэффициентини, чўзилишда 1,2 га тенг қабул қилинади, бошқа вазиятларда 1,0;

$\gamma_c$  – F.1 жадвал бўйича қабул қилинадиган иш шароитлари коэффициентини;

$\gamma_D$  – белбоғда сиқилишда аниқланадиган, белбоғда бўйлама куч таъсирининг коэффициентини, агар  $|F| / (AR_y) > 0,5$  бўлса,  $\gamma_D = 1,5 - |F| / (AR_y)$  формула бўйича аниқланади, қолган вазиятларда  $\gamma_D = 1,0$ ;

$b$  – туташган элементнинг белбоғ билан белбоғ ўқи йўналишида кесишиш чизиғи қисмининг уўнлиги, у  $d_b / \sin \alpha$  га тенг;

$g$  – панжаранинг қўшни элементларининг туташган деворлари ўртасидаги ёки кашакнинг кўндаланг девори ва таянч қирра ўртасидаги масофанинг ярми;

$$f = (D-d)/2$$

М.7 У-, Х-, Т-симон тугунларда белбоғ деворининг (токчасининг) (М.2, з, д, е-расмни қаранг) кўтариб туриш қобилиятини, ҳамда М.6-бандда кўрсатилган тугунларнинг кўтариб туриш қобилиятини,  $g/b > 0,25$  бўлганда, қуйидаги формула бўйича текшириш керак:

$$\left( |N| + \frac{1,7|M|}{d_b} \right) \frac{f \sin \alpha}{\gamma_c \gamma_d \gamma_D R_y t^2 (b + 2\sqrt{2Df})} \leq 1. \quad (\text{М.8})$$

М.8 Сиқилган элемент туташган жойда тугуннинг ён деворининг кўтариб туриш қобилиятини  $d/D > 0,85$  бўлганда, қуйидаги формула бўйича текшириш керак:

$$\frac{N \sin^2 \alpha}{2\gamma_c \gamma_t k R_y t d_b} \leq 1, \quad (\text{М.9})$$

Бу ерда,  $\gamma_t$  – белбоғ юпка деворлигининг таъсир кўрсатиш коэффициентини,  $D_b / t \geq 25$  нисбатлари учун 0,8 га тенг қабул қилинади, бошқа вазиятларда - 1,0;

$k$  – қуйидагиларга тенг қабул қилинадиган коэффициентлар:

$4(t/D_b)^2 - R_y/E \leq 0$  бўлганда

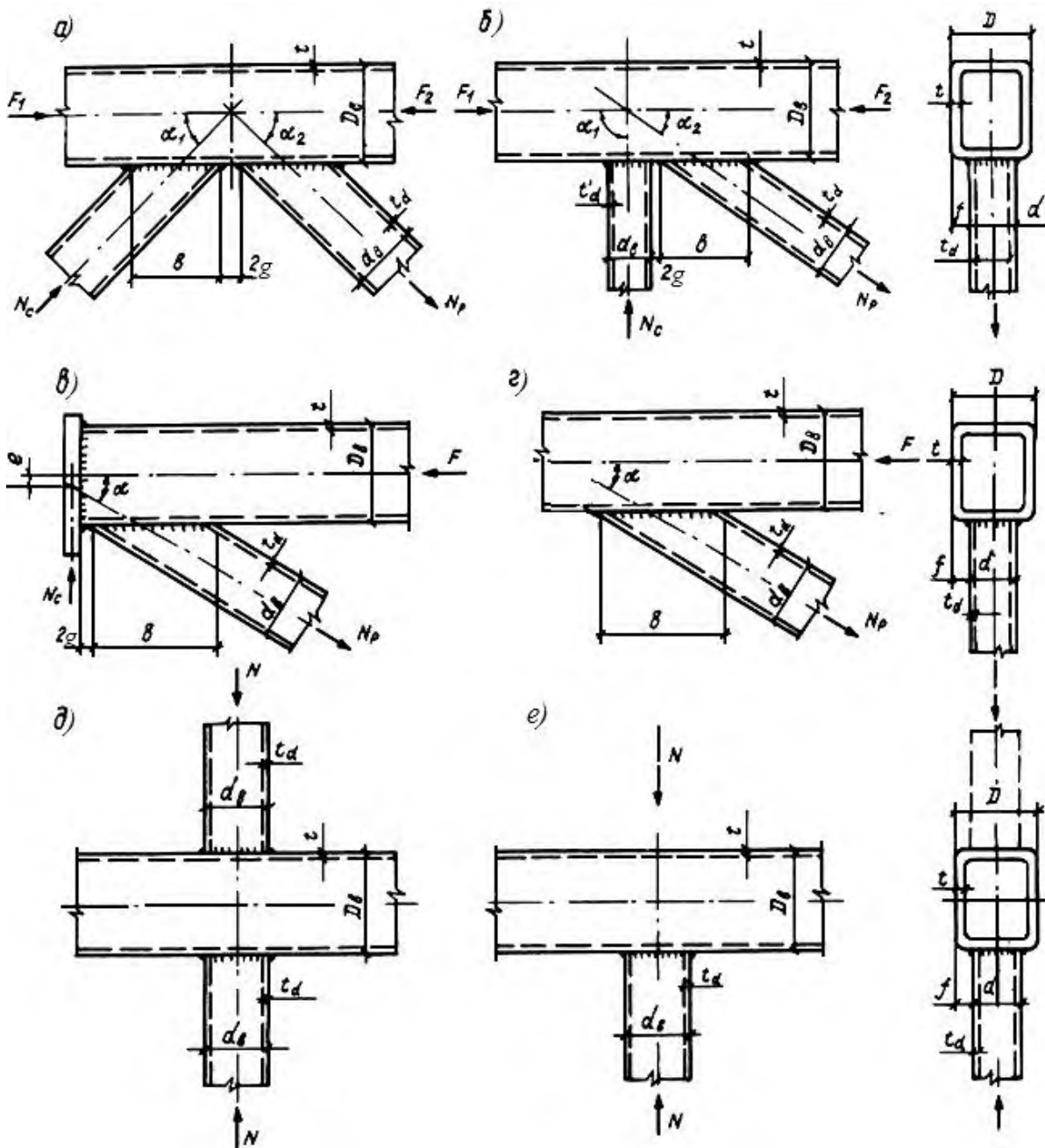
$k = 3,6(t/D_b)^2 E/R_y$ ;

$0 < 4(t/D_b)^2 - R/E < 6 \cdot 10^{-4}$  бўлганда

$k = 0,9 + 670(t/D_b)^2 - 170R/E$ ;

Қолган вазиятларда

$k = 1.0$ .



М.2-расм. – эгиб пайвандланган профилардан фермалар тугунлари  
 а - К-симон уч бурчак панжарада; б – шунинг ўзи, кашакли панжарада; в - таянч; г - У-симон, д - Х-симон, е - Т-симон

М.9 Белбоққа тутатиш жойга яқин жойда панжара элементининг кўтариб туриш қобилиятини қуйидагича текшириш керак:

а) мазкур меъёрларнинг М.6-бандида кўрсатилган тугунларда, қуйидаги туташиб бурчакларида

$\alpha = 40^\circ - 50^\circ$ , қуйидаги формула бўйича:

$$\left( |N| + \frac{0,5|M|}{d_b} \right) \times \frac{(1 + 0,013D/t)}{\gamma_c \gamma_d k R_{yd} A_d} \leq 1, \quad (\text{М.10})$$

Бу ерда,  $k$  ни мазкур меъёрларнинг М.8-бандида кўрсатилганидай, аммо белбоғ твсифларини панжара элементи твсифларига алмаштириб аниқлаш керак:

$D_b$  ни  $d$  ёки  $d_b$  нинг каттароқ қийматига,  $t$  ни  $t_d$  га ва  $R_y$  ни  $R_{yd}$  га

Ноквадрат кесимли панжара элементи учун (М.10) формуланинг чап тарафдаги қисмига  $\frac{3(1 + d/d_b)}{2(2 + d/d_b)}$  кўпайтирувчисини киритиш керак;

б) мазкур меъёрнинг М.7-бандида кўрсатилган тугунларда, қуйидаги формула бўйича:

$$\left( |N| + \frac{0,5|M|}{d_b} \right) \times \frac{[1 + 0,01(3 + 5d/D - 0,1d_b/t_d)D/t] \sin \alpha}{\gamma_c \gamma_d k R_{yd} A_d} \leq 1, \quad (\text{М.11})$$

(М.11) формуланинг юмалоқ қавсларидаги ифода 0 дан кам бўлмаслиги шарт.

Ноквадрат кесимли панжара элементи учун (М.7) формуланинг чап тарафдаги қисмига  $(1 + d/d_b)/2$  кўпайтирувчисини киритиш керак.

М.10 Панжара элементини белбоққа маҳкамловчи пайванд чокларнинг мустаҳкамлигини қуйидагича текшириш керак:

а) мазкур меъёрларнинг М.6-бандида кўрсатилган тугунларда, қуйидаги туташиб бурчакларида

$\alpha = 40^\circ - 50^\circ$ , қуйидаги формула бўйича

$$\left( |N| + \frac{0,5|M|}{d_b} \right) \times \frac{0,75 + 0,01D/t}{\beta_f k_f \gamma_c R_{wf} \gamma_{wf} (2d_b/\sin \alpha + d)} \leq 1, \quad (\text{М.12})$$

Бу ерда  $\beta_f$ ,  $k_f$ ,  $R_{wf}$ ,  $\gamma_{wf}$ , ни 13-бўлим талабларига мувофиқ қабул қилиш керак;

б) мазкур меъёрнинг М.7-бандида кўрсатилган тугунларда, қуйидаги формула бўйича:

$$\left( |N| + \frac{0,5|M|}{d_b} \right) \times \frac{[1 + 0,01(3 + 5d/D - 0,1d_b/t_d)D/t] \sin \alpha}{4\beta_f k_f \gamma_c R_{wf} \gamma_{wf} d_b} \leq 1; \quad (\text{М.13})$$

в)  $(0,5 \div 0,7)t_d$  га тенг жойлаштириш тирқиши мавжудлигида, профилнинг деворини тўлиқ эритиш билан бажарилган пайванд чокларни, учма-уч чоклар сифатида ҳисоблаш керак.

М.11 Таянчсиз қопламалар фермаларининг тепа белбоғлари панелларининг ҳисобланган узунлиги  $l_{ef}$  қуйидаги формула бўйича аниқланади:  $l_{ef} = \mu l$ , бе ерда,  $l$  – панель узунлиги;  $\mu$  – ҳисобланган узунлиг коэффициентини. У қуйидаги формула асосида қабул қилинади:

$$\mu = 0,65 \sqrt{\frac{n \cdot 10^3 + 1}{n \cdot 10^3 + 0,43}} - \text{ шарнир тугуни билан чегарадош бўлмаган белбоғ панели}$$

учун (масалан, болтларда фланец бирикмаси), қўшни панелларда бир текис тақсимланган юкланиш мавжудлигида;

$$\mu = 0,8 \sqrt{\frac{n \cdot 10^3 + 1}{n \cdot 10^3 + 0,65}} - \text{ шарнир тугуни билан чегарадош бўлган, тақсимланган}$$

юкланиш билан юкланмаган белбоғ панели учун,

$$\text{Бу ерда } n = \frac{qD_b}{2N} - \text{ тақсимланган юкланиш кўрсаткичи } \left( 0 \leq n \leq 4 \frac{H_t D_b}{L^2} \right);$$

$q$  – белбоққа тақсимланган юкланиш;

$N$  – бўйлама куч;

$H_t$  – фермаларнинг белбоғлар ўқлари бўйича баландликлари;

$L$  – ферма тирагичлари оралиғи.

М.12 Белбоғлар баландликларининг девор қалинлигига нисбатини 45 дан ортиқ бўлмаган қийматда қабул қилиш керак, панжара элементлари учун 60 дан ортиқ эмас.

М.13. Кенглиги бўйича (конструкция текислиги бўйича) панжара элементларининг ўлчамларини, пайванд чокларни тушириш қулайлиги учун  $D - 2(t + t_d)$  дан ортиқ бўлмаган қийматда қабул қилиш керак.

М.14 Панжара элементлари учун  $d$  ўлчамини белбоғнинг  $D$  кўндаланг ўлчамидан 0,6 дан кам бўлмаган қийматда қабул қилиш керак.

М.15 Кашакларнинг туташган деворлари ўртасидаги масофа иккита учма-уч пайванд чоки туширилиши шартидан келиб чиқиб, минимал бўлиши керак.

М.16. Элементларнинг заводда бажариладиган уланишларини қолаётган тагликда учма-уч пайвандлаш йўли билан бажариш керак. Кучланиши  $0,9R_y$  дан ортиқ бўлган чўзилган элементларда бундай учма-уч уланишларни бажариш тавсия этилмайди.

М.17. Монтаж уланишларни ўта мустаҳкам, дастлаб зўриктирилган болтларда фланецли қилиш тавсия этилади.

### Кенг йўлли қўштаврлардан белбоғли фермалар

М.18 Мазкур қуйи бўлим тавсиялари  $K$  ёки  $III$  турли токчаларнинг параллел қирралари билан (кенг йўлли) қўштаврлардан, эгиб пайвандланган ёпиқ профиллардан панжарали ва белбоғлар токчаларига бевосита туташган кенг токчали қўштаврлардан тайёрланган, ҳисоб ҳарорати минус  $40^\circ\text{C}$  ва юқорироқ бўлган минтақалар учун қоплама фермаларини лойиҳалаштириш учун қўлланилади.

Айтиб ўтилган фермалар учун  $R_{yn} \leq 380 \text{ Н/мм}^2$  бўлган пўлатлардан ва  $R_{wun} = 490 \text{ Н/мм}^2$  бўлган пайванд материалларидан фойдаланиш керак.

М.19 Фермалар ҳисобини 15.5-банд талабларини инобатга олган ҳолда бажариш керак. Тугун эксцентриситетларини (М.3, М.4-расмлар)  $e/D \leq 1/10$  бўлганда ҳисобга олмаслик мумкин (бу ерда,  $D_b$  – белбоғ кесими баландлиги;  $e$  – панжара элементлари ўқлари кесишган нуқтадан белбоғ ўқиғача масофа).

М.20 Фермаларнинг нормал кучланишнинг доимий белгили элементларида тугунлар эксцентриситетлари ва тугунлар қаттиқлигидан эгувчи моментларни (ўзакка кўндаланг юкланиш мавжуд эмаслигида) қуйидаги формула бўйича ҳисобга олиш руҳсат этилади:



$$\frac{0,77}{R_y \gamma_c} \times \left( \frac{|N|}{A} + \frac{|M|}{W} \right) \leq 1, \quad (\text{M.14})$$

Бу ерда,  $N$  ва  $M$  – тегишлича ҳисобланган нормал кучланиш ва момент;

$A$  ва  $W$  – тегишлича кўндаланг кесим майдони ва марказсизлантирилган тугун ўзагининг битта панелининг қаршилиқ.

Бунда тугунли эксцентриситетлардан  $M_e$  моментларнинг қийматлари қуйидаги шартга жавоб беришлари керак:

$$\frac{M_e}{W(R_y - N/A)} \leq 1, \quad (\text{M.15})$$

Бу ерда,  $W$ ,  $A$ ,  $R_y$  - тегишлича қаршилиқ моменти, кесим майдони, ва марказсизлантирилган тугун белбоғининг битта панелининг ҳисобланган қаршилиғи.

(M.14) формуласи ўзакларнинг уч кесимларида металлининг пластик деформацияларига йўл қўйилиши мумкинлигини ҳисобга олади.

M.21 Панжаранинг эгувчи моментларни ҳисобга олмаган ҳолда ҳисобланадиган чўзилган элементлари учун, иш шароитлари коэффицентини  $\gamma_c = 0,85$  қабул қилиш керак.

M.22 Сиқилган ўзаклар барқарорлигининг ҳисоби, уларда кўндаланг кучланиш мавжуд эмаслигида эгувчи моментларни ҳисобга олмасдан бажарилади. Ҳисобланган узунликлар 5-жадвал бўйича қабул қилинади. Ҳисобида эгувчи моментлар ҳисобга олинадиган фермалар учун, ферма текислигида панжара элементларнинг, иккала белбоғда уларнинг таранг қисилишини ҳисобга олган ҳолда, ҳисобланган узунликларини камайтириш рухсат этилади.

Сиқилган белбоғ тугунларида кучайтириш элементлари мавжуд бўлмаганда (M.35-бандни қаранг), уни барқарорликка ҳисоблаганда иш шароитларининг коэффицентини  $\gamma_c = 0,85$  қийматида қўллаш керак.

Сиқилган белбоғни ферма текислигидан бўшатувчи элементлар ва уларнинг маҳкамлаш мосламалари 7.11-бандга мувофиқ ҳисобланиши керак.

M.23 Фермаларнинг қўштавр белбоғ ва унга тутшиб турувчи панжара элементларидан иборат маҳкамланмаган тугунларини (M.3, M.4-расмларни қаранг), қуйидагиларга текшириш керак:

белбоғнинг панжара элементи билан алоқада бўлган токчаси жойи букилишига;

панжаранинг сиқилган элементига мос келган белбоғ девори қисмининг кўтариб туриш қобилиятига;

белбоғнинг кўндаланг кесимининг кўтариб туриш қобилиятига;

белбоққа туташган жойданжара элементининг кўтариб туриш қобилиятига;

панжара элементи белбоққа туташган жойда пайванд чокларнинг мустаҳкамлигига.

M.24 К-симон ва таянч тугунларда тўғрибурчак эгиб пайвандланган профилнинг белбоғига кўшимча маҳкамланмаган туташувларда (M.3, а, в-расми қаранг)  $g \leq 15$  мм бўлганда ( $g$  – панжара элементлари учлари ўртасидаги масофанинг ярми) белбоғнинг токча букилишига кўтариб туриш қобилиятини ҳар бир туташув учун алоҳида қуйидаги формула бўйича текшириш лозим:

$$\left( |N| + \frac{|M|}{d_b} \right) / \gamma_c \left[ \gamma_D R_y t^2 \left( \frac{4}{\sin \alpha} + \frac{2\sqrt{2}D}{d_b} \right) + R_{yd} t_d d \right] \leq 1, \quad (\text{M.16})$$

Бу ерда,  $N$  - панжара элементида кучланиш;

$M$  - белбоғнинг туташиб турувчи токчаси билан мос келган кесимда тугун текислигида туташиб турган элементдаги эгувчи момент;

$\gamma_c$  - иш шароитлари коэффиценти, F.1-жадвали бўйича қабул қилинади;  
 $\gamma_D$  - агар белбоғ  $\sigma/R_y > 0,5$  дан сиқилган бўлса,  $1,5 - \sigma/R_y$  га тенг коэффицент, қолган вазиятларда коэффицент 1 га тенг;

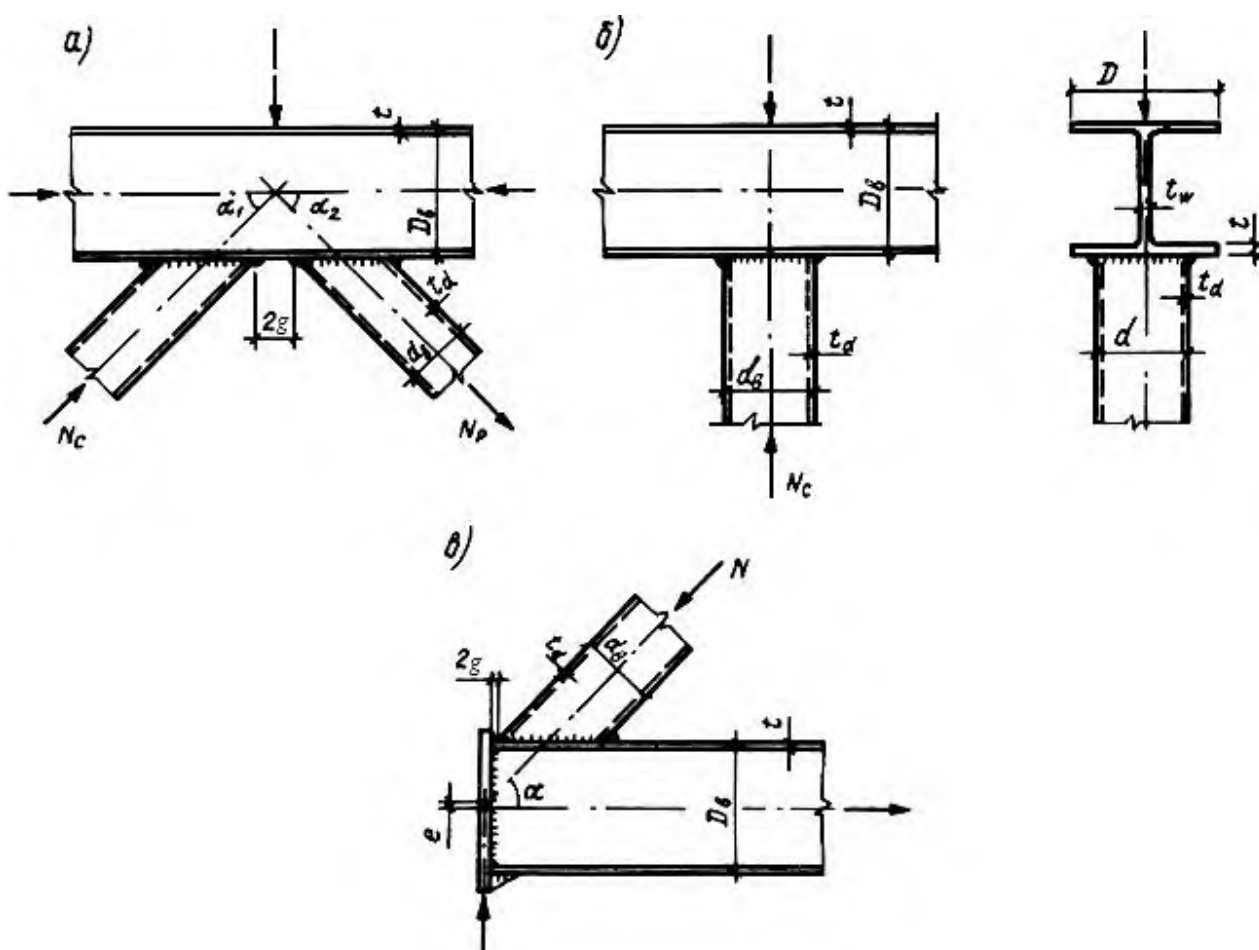
$\sigma$  - белбоғ панелида чўзилган кашак томонидан бўёлама кучланиш;

$R_y$  – белбоғ пўлатининг ҳисобланган қаршилиги;

$R_{yd}$  – панжара элементи пўлатининг ҳисобланган қаршилиги.

М.25 Т-симон тугунларда тўғрибурчак эгиб пайвандланган профилнинг белбоғига қўшимча маҳкамланмаган туташувларда (М.3, б-расмни қаранг) ва К-симон ва таянч тугунларда  $g > 15$  бўлганда, белбоғнинг токча букилишига кўтариб туриш қобилиятини қуйидаги формула бўйича текшириш лозим:

$$1,1 \left( |N| + \frac{|M|}{d_b} \right) / \gamma_c \left( \gamma_D R_y t^2 \frac{2\sqrt{2}D + d_b}{d_b \sin \alpha} + R_{yd} t_d d \right) \leq 1. \quad (M.17)$$



М.3-расм. Қўштаврлар тўғрибурчак эгиб пайвандланган профиллар билан туташуши турлари

а - К-симон; б - Т-симон; в - таянч

$d_b = d$  бўлганда, қуйидаги формуладан фойдаланиш мумкин:

$$\left( |N| + \frac{|M|}{d_b} \right) / \gamma_c \left( \frac{3\gamma_D R_y t^2 D}{d \sin \alpha} + R_{yd} t_d d \right) \leq 1. \quad (M.18)$$

М.26 К-симон ва таянч тугунларда кенг йўлли қўштавп белбоғига қўшимча маҳкамланмаган туташувларда (М.4-расми қаранг) ва  $g \leq 15$  мм бўлганда, белбоғнинг токча букилишига кўтариб туриш қобилиятини куйидаги формула бўйича текшириш лозим:

$$\left( |N| + \frac{|M|}{d_b} \right) / \gamma_c \left[ \frac{\gamma_D R_y t^2}{d} \left( \frac{2d_b}{\sin^2 \alpha} + \frac{D^2}{d_b} + \frac{2\sqrt{2D}}{\sin \alpha} \right) + R_{yd} (A_d - t_{fd} d) \right] \leq 1, \quad (M.19)$$

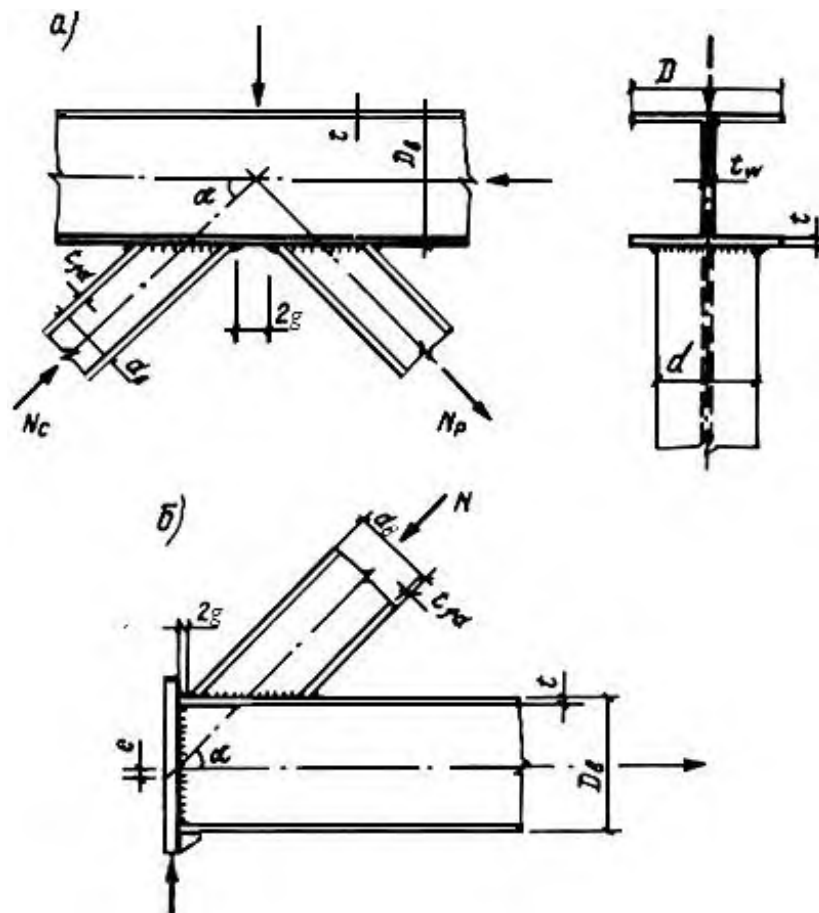
Бу ерда  $A_d$  - кашакнинг қўндаланг кесими майдони.

М.27 Тўғрибурчак эгиб пайвандланган профилдан панжаранинг сиқилган элементи таъсири остида қўшимча маҳкамланмаган қўштавр белбоғ деворининг кўтариб туриш қобилиятини куйидаги формула бўйича текшириш керак:

$$\frac{N \sin \alpha}{10 \gamma_c \gamma_D R_y t_w (t + t_d)} \leq 1. \quad (M.20)$$

М.28 Кенг йўлли қўштаврдан панжаранинг сиқилган элементи таъсири остида қўшимча маҳкамланмаган қўштавр белбоғ деворининг кўтариб туриш қобилиятини куйидаги формула бўйича текшириш керак:

$$\frac{N \sin^2 \alpha}{1,5 \gamma_c \gamma_D R_y d_b t_w} \leq 1. \quad (M.21)$$



М.4-расм. Қўштаврлар бирикиши турлари  
а - К-симон; б - таянч

М.29 Тугунда кўндаланг куч таъсири остида қўшимча маҳкамланмаган қўштаври белбоғнинг кўтариб туриш қобилиятини куйидаги формула бўйича текшириш керак:

$$\frac{Q}{\gamma_c \gamma'_D R_s [A - (2 - \chi)Dt + (t_w + 2r)t]} \leq 1, \quad (\text{M.22})$$

Бу ерда,  $Q$  – тугундаги кўндаланг куч, К-симон турдаги тугунларда у  $N \sin \alpha$  нинг энг кичик кўпайтмасига тенг;

$\gamma'_D$  - коэффициент, у 1,3 -  $\sigma/R_y$  га тенг, аммо 1,0 дан ортиқ эмас;

$R_s$ - белбоғ пўлатининг кесилишга ҳисобланган қаршилиги;

$A$ - белбоғнинг кўндаланг кесими майдони;

$$\chi = 1 / \sqrt{1 + 16g^2 / (3t^2)};$$

$r$  – белбоғ профили юмалоқланиши радиуси.

М.30 Қўшимча маҳкамланмаган қўштаври белбоққа туташиб жойида панжара элементининг кўтариб туриш қобилиятини куйидаги формула асосида текшириш керак:

$$\frac{N(1 + \xi d/t)}{\gamma_c \gamma_d R_{yd} A_d} \leq 1, \quad (\text{M.23})$$

Бу ерда,  $\gamma_d$  - туташган элементдаги кучланиш белгиси таъсир этишининг коэффициенти, чўзилишда у 1,2 га тенг қабул қилинади, сиқилишда 1,0;

$R_{yd}$  – панжара элементи пўлатининг ҳисобланган қаршилиги;

$\xi$ - тугунларда тўғрибурчак эгиб пайвандланган профиллар элементлари учун куйидаги қийматларга тенг коэффициент:

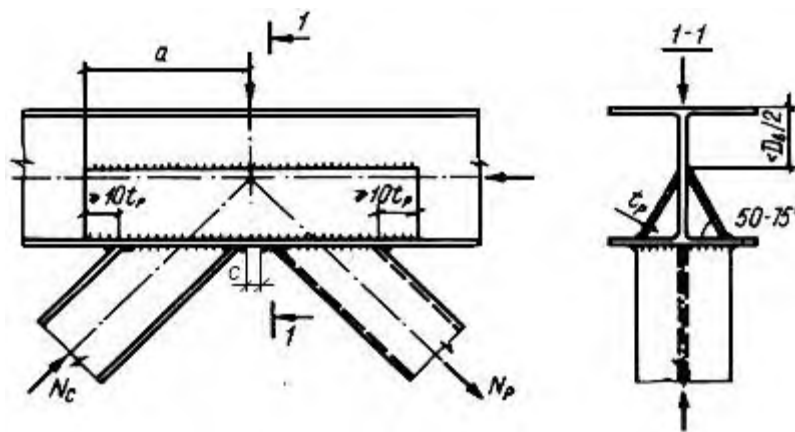
- а) К-симон турдаги - 0,14;
- б) таянч - 0,06;
- в) Т-симон турдаги - 0,10.

К-симон ва таянч тугунларда кенг тоқчали қўштаврдан элементлар учун  $\xi = 0,05$ .

М.31 Панжара элементларини маҳкамловчи пайванд чокларни (қўшимча маҳкамланмаган ва кучайтирилган тугунларда) панжара элементи қисмлари (деворлари, тоқчалари) мустаҳкамлиги бўйича ҳисоблаш керак.

М.32 Қия планкалар билан кучайтирилган ферма тугунларида (М.5-расм), қўштавр белбоғи деворининг панжара элементига мос келувчи қисмининг кўтариб туриш қобилиятини куйидаги формула асосида текшириш керак:

$$0,5 \left( |N| + \frac{|M|}{d_b} \right) \sin \alpha / \gamma_c \gamma_d \gamma_D R_y t_w d \leq 1. \quad (\text{M.24})$$



М.5-расм. Қий планкалар билан кучайтирилган ферма тугуни

М.33 М.32-бандда кўрсатилган тугунларда қия планкаларнинг кўтариб туриш қобилиятини, уларга таъсир кўрсатиб турувчи кучни панжаранинг  $N$  элементидаги кучланиш ва элементнинг М.30-банд тавсияларига мувофиқ ҳисобланган кўтариб турувчи қобилияти ўртасидаги фарқ сифатида аниқлаш йўли билан текшириш керак.

М.34 Панжара элементларини белбоғларга тутатиш тугунларини фасонкасиз пайванд қилиб лойиҳалаштириш керак.

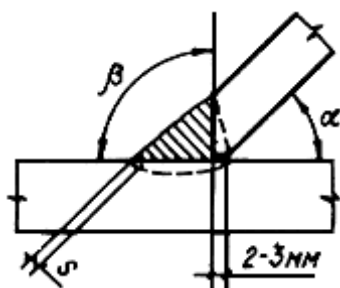
М.35 Тугунларнинг кўтариб туриш қобилиятини таъминлаш учун қўштаврларнинг токчаларини, уларга панжара элементлари тутатиб турадиган жойларида бўйлама қий планкалар билан қўшимча мустаҳкамлаш керак (М.5-расмни қаранг). Қўштаврлардан панжара элементлари тутатиб турадиган жойларда, ҳамда тиргакли Т-симон тугунларда, боғламларни маҳкамлаш учун вертикал фасонкалар мавжудлигида, қаттиқликнинг жуфт қирраларини ўрнатиш рухсат этилади.

М.36 Фермаларнинг катталаштирувчи учма-уч уланишларини болтли фланецли қилиб лойиҳалаш тавсия этилади: сиқилган белбоғ даражасида – оддий болтди, чўзилган белбоғ даражасида – ўта мустаҳкам болтларда.

М.37 Фермалар бўйича горизонтал боғламларни белбоғнинг ташқи токчаларига маҳкамлаш мумкин.

М.38 Устунли (устун устидаги қисмли) бирикмада тепадаги белбоғ учининг вертикал силжишларини истисно қилиш керак ва таянч тугунга нисбатан силжиш қиймагига унинг горизонтал кўзгалувчанлигини таъминлаш керак.

М.39 Эгиб пайвандланган профиллардан панжара элементининг ўткир учидаги бурчак чокларни,  $t_d > 5$  мм бўлганда қирраларга дастлаб ишлов бериш билан бажариш керак (М.6-расм).



$\alpha$ , даража	$\beta$ , даража	$s$ , мм
35-45	90	2-3
46-60	75	3-4
61-90	55	3-5

М.6.-расм. Эгиб пайвандланган профилларнинг пайвандлаб ёпиштириш детали

М.40 Белбоғлар токчаларида (панжара элементининг ўткир учи ёнида) кўндаланг чоклар ўртасидаги масофани қуйидагича қабул қилиш керак:

таянч тугунлар ва сиқилган белбоғнинг учма-уч тугунларида – 5 мм.дан кам эмас;

қолган вазиятлардан (масалан, М.5-расм,  $c$  ни қаранг) – 20 мм дан кам эмас.

### Боғламлар тугунлари

М.41 Эгиб пайвандланган профиллардан боғламлар тугунлари (М.7-расм) қуйидагиларга текширилади:

а) тугун элементлари ва профилнинг тугунга туташган қисмининг мустаҳкамлиги ва барқарорлигига;

б) пайванд бирикмалар мустаҳкамлигига.

М.42 Боғлам элементини чўзганда кўтариб туриш қобилиятини қуйидагича текшириш керак:

а)  $\Phi$  турдаги тугунларни (М.7,  $a$ -расмни қаранг) қуйидаги формула бўйича:

$$N / \left[ R_{yf} t_f^2 D_f / (d_b - 3t_{fc}) \right] + R_{yd} t_d d_b \leq 1, \quad (\text{М.25})$$

Бу ерда,  $N$  – боғлам элементида кучланиш;

$R_{yf}$  – фланец пўлатининг ҳисобланган қаршилиги;

$D_f$  – боғлам фасонкаси бўйлаб фланец узунлиги;

$R_{yd}$  – боғлам элементи пўлатининг ҳисобланган қаршилиги;

б)  $\Phi_n$  турдаги тугунларни (М.7,  $a$ -расмни қаранг) - (М.25) формуласи бўйича, аммо  $t_d$  ни  $t_d + 0,6t_h$  га алмаштириш керак, бу ерда  $t_h$  – қоплагич қалинлиги;

в) В турдаги тугунлар учун (М.7,  $a$ -расмни қаранг) – қуйидаги шарт асосида:

$$N / AR_{yd} \gamma_f \leq 1, \quad (\text{М.26})$$

Бу ерда,  $A$  – боғлам элементининг кўндаланг кесимининг майдони;

$\gamma_f$  – ўйма чуқурлиги таъсир кўрсатишининг коэффиценти, у қуйидагича қабул қилинади:

$$\text{агар } 0,8 \leq l_1/d_b < 1,6 \quad \gamma_f = 0,51l_1/d_b + 0,18;$$

$$\text{" } l_1/d_b \geq 1,6 \quad \gamma_f = 1,0.$$

М.43 Боғлам элементларини сиқишда кўтариб туриш қобилияти қуйидагича текширилади:

а)  $\Phi$  турдаги тугунларни (М.7,  $a$ -расмни қаранг) (М.25) формуласи бўйича ва қуйидаги формулалар бўйича:

$$\left( \frac{N}{A_{fc}} + \frac{Ne}{W_{fc}} \right) / R_{yd} \leq 1; \quad (\text{М.27})$$

$$\left( \frac{N}{A} + \frac{Ne}{W} \right) / R_{yd} \gamma_f \leq 1; \quad (\text{М.28})$$

б)  $\Phi_p$  ва  $V_p$  турдаги тугунларни - (М.28) формуласи бўйича ва қуйидаги формула бўйича:

$$\left( \frac{N}{A_{fc}} + \frac{Ne_1}{W_{fc}} \right) / R_{yd} \leq 1. \quad (\text{M.29})$$

(M.27)÷(M.29) формулаларда:

$e$ ,  $e_1$  – тегишлича маҳкамланадиган конструкциянинг фасонкаси ўқидан боғлам элементи ўқигача масофа ва қиррали боғламнинг фасонкасининг таврли кесимининг оғирлик марказигача масофа (M.7, б-расми қаранг);

$A$ ,  $W$  – тегишлича, профилнинг кесим майдони ва боғлам фасонкасига нисбатан профилнинг қаршилик моменти;

$A_{fc}$ ,  $W_{fc}$  – тегишлича, боғлам фасонкасининг, қиррани ҳисобга олган ҳолда, (мавжудлигида) майдони ва қаршилик моменти;

$\gamma_f$  – иш шароитлари коэффиценти, у профилнинг энг юқори шартли эгилювчанлигига боғлиқ ҳолда, қуйидагича қабул қилинади:

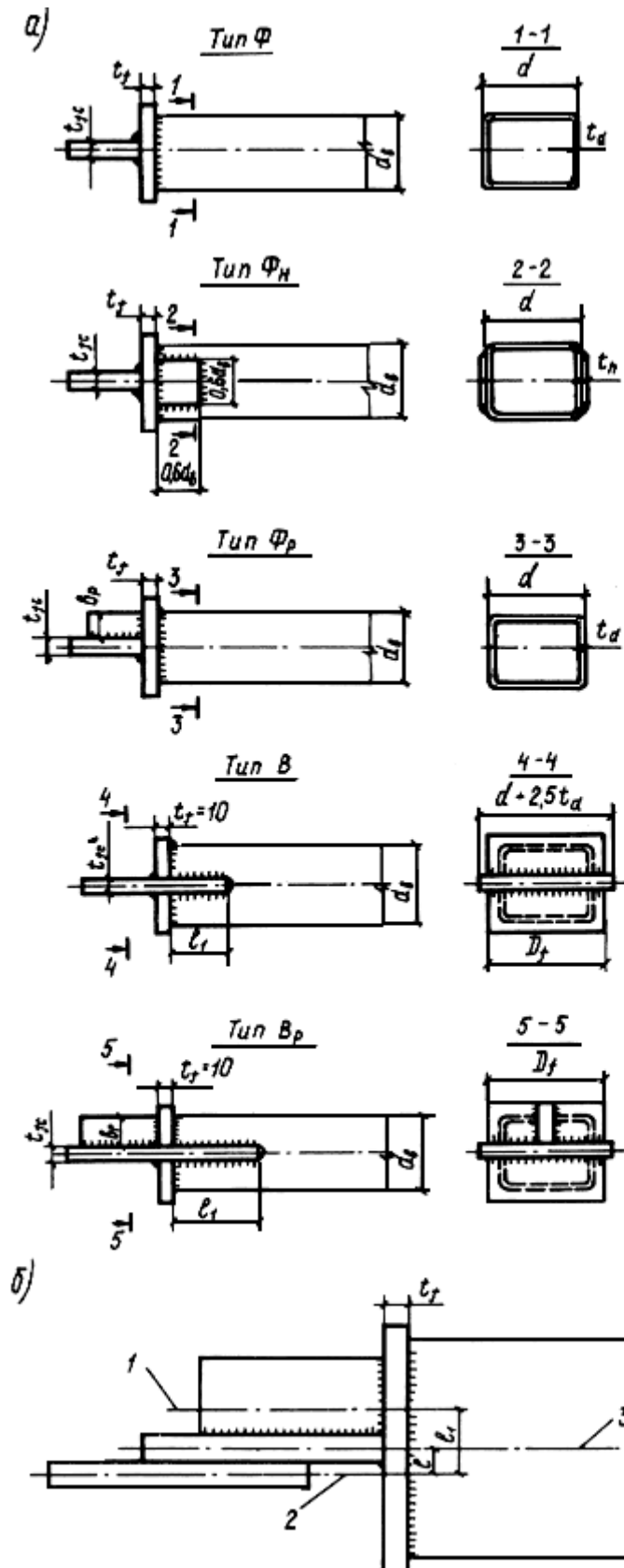
$$\begin{aligned} \text{Агар } \bar{\lambda} \leq 0,45 & \quad \gamma_f = 0,6; \\ \text{" } \bar{\lambda} > 0,45 & \quad \gamma_f = 0,54 + 0,15\bar{\lambda}, \end{aligned}$$

аммо 1.0 дан ортиқ эмас

Формулалар боғлам элементи кўндаланг кесимининг ўлчамлари нисбати  $0,75 \leq d_b/d \leq 1,1$  бўлганда ва профилнинг катта ўлчами қалинлигига нисбати 45 дан ортиқ бўлмаганда ҳаққоний ҳисобланади.

M.44  $\Phi$ ,  $\Phi_n$ ,  $\Phi_p$  турдаги тугунларнинг профили ап фланецли боғлам фасонкасининг пайванд бирикмаларини мазкур меъёрларнинг 13.2-бандига мувофиқ ҳисоблаш керак, бунда иш шароитлари коэффиценти  $\gamma_{cf} = 0,8$  ни ҳисобга олиш керак, у кучланишлар баб-баравар узатилмаслигини ҳисобга олади ва фланец билан эриш чегараси металл бўйича прокат қалинлиги томонга қуйидига формула бўйича ҳисобланади:

$$N/k_f l_w R_{th} \gamma_{wz} \gamma_{cf} \leq 1. \quad (\text{M.30})$$



М.7.-расм. Эгиб пайвандланган боғламлар тугунлари  
 а – қуйруқлар турлари; б – фасонка билан бирикма; 1 – қиррали фасонка кесимининг  
 оғирлик маркази чизиғи; 2 – ферма фасонкасининг ўқи; 3 – профиль ўқи



## МУНЖАРИЖА

## КИРИШ

1 ҚЎЛЛАНИЛИШ СОҲАСИ .....	3
2 МЕЪЁРИЙ ҲАВОЛАЛАР .....	4
3 ТАЪРИФЛАР .....	4
4 КОНСТРУКЦИЯЛАРНИНГ ИШОНЧЛИЛИГИ, ХАВФСИЗЛИГИ УЗОҚҚА ЧИДАМЛИЛИГИ ВА ТЕЖАМЛИЛИГИНИ ТАЪМИНЛАШ ПРИНЦИПЛАРИ .....	4
5 КОНСТРУКЦИЯ ВА БИРИКМАЛАР УЧУН МАТЕРИАЛЛАР ВА УЛАРНИНГ ҲИСОБЛАНАДИГАН ТАВСИФЛАРИНИ АНИҚЛАШ ПРИНЦИПИ .....	6
6 КОНСТРУКЦИЯ, БИНО ВА ИНШООТЛАРНИ ҲИСОБЛАШ ПРИНЦИПЛАРИ .....	9
7 ПЎЛАТ КОНСТРУКЦИЯЛАРНИНГ ЭЛЕМЕНТЛАРИНИ ЎҚ КУЧЛАРИ ВА БУКИЛИШГА ҲИСОБЛАШ.....	14
8 ПЎЛАТ КОНСТРУКЦИЯЛАР ЭЛЕМЕНТЛАРИНИНГ ҲИСОБИЙ УЗУНЛИКЛАРИ .....	32
9 БУКИЛУВЧИ ВА СИҚИЛГАН ЭЛЕМЕНТЛАР ДЕВОРЛАРИ ВА ВАРАҚСИМОН БЕЛБОҒЛАРИНИНГ ТУРГУНЛИГИНИ ТЕКШИРИШ .....	42
10 ВАРАҚСИМОН КОНСТРУКЦИЯЛАР ҲИСОБИ .....	57
11 ПЎЛАТ КОНСТРУКЦИЯЛАРНИНГ ЭЛЕМЕНТЛАРИНИ ТОЛИҚИШГА ҲИСОБЛАШ .....	62
12 ПЎЛАТ КОНСТРУКЦИЯЛАРНИНГ ЭЛЕМЕНТЛАРИНИ МЎРТ БУЗИЛИШНИ ҲИСОБГА ОЛИБ, ҲИСОБЛАШ.....	64
13 ПЎЛАТ КОНСТРУКЦИЯЛАРНИНГ БИРИКМАЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ .....	64
14 КОНСТРУКЦИЯЛАР ВА ИНШООТЛАРНИНГ ЭЛЕМЕНТЛАРИНИ КОНСТРУКЦИЯЛАШГА ОИД АСОСИЙ ҚОИДАЛАР.....	72
15 ТУРЛИ ХИЛ БИНОЛАР ВА ИНШООТЛАРНИ ЛОЙИҲАЛАШГА ДОИР ҚЎШИМЧА ТАЛАБЛАР .....	76
16 ТУРАР ЖОЙ ВА ЖАМОАТ БИНОЛАРИ ВА ИНШООТЛАРИНИ ЛОЙИҲАЛАШГА ДОИР ҚЎШИМЧА ТАЛАБЛАР .....	85
17 ҲАВОДАН ЎТУВЧИ ЭЛЕКТР УЗАТИШ ЛИНИЯЛАРИНИНГ ТАЯНЧЛАРИНИ, ОЧИҚ ТАҚСИМЛАШ МОСЛАМАЛАРИ ВА ТРАНСПОРТ КОНТАКТ ТАРМОҚЛАРИ ЛИНИЯЛАРИНИНГ КОНСТРУКЦИЯЛАРИНИ ЛОЙИҲАЛАШГА ДОИР ҚЎШИМЧА ТАЛАБЛАР .....	86
18 БАЛАНДЛИГИ 500 м ГАЧА БЎЛГАН АНТЕННА ИНШООТЛАРИ (АИ) КОНСТРУКЦИЯЛАРИНИ ЛОЙИҲАЛАШГА ДОИР ҚЎШИМЧА ТАЛАБЛАР .....	92
19 ДАРЁ ГИДРОТЕХНИКА ИНШООТЛАРИНИ ЛОЙИҲАЛАШГА ДОИР ҚЎШИМЧА ТАЛАБЛАР .....	95

20 ЭГИЛУВЧАН ДЕВОРЛИ ТЎСИНЛАРНИ ЛОЙИХАЛАШГА ДОИР ҚЎШИМЧА ТАЛАБЛАР .....	96
21 ПЕРФОРАЦИЯЛАНГАН ДЕВОРЛИ ТЎСИНЛАРНИ ЛОЙИХАЛАШГА ДОИР ҚЎШИМЧА ТАЛАБЛАР.....	98
22 РЕКОНСТРУКЦИЯ ҚИЛИНАЁТГАН БИНОЛАР ВА ИНШОТЛАРНИНГ КОНСТРУКЦИЯЛАРИНИ ЛОЙИХАЛАШГА ДОИР ҚЎШИМЧА ТАЛАБЛАР.....	100
А иловаси (Маълумот учун) МЕЪЁРЛАРГА ҲАВОЛАЛАР.....	106
В иловаси (Тавсия этилган) АТАМАЛАР ВА УЛАРНИНГ ТАЪРИФЛАРИ .....	109
С иловаси (Маълумот учун) ҚИЙМАТЛАРНИНГ АСОСИЙ ҲАРФЛИ ИШОРАЛАРИ.....	113
Д иловаси (Мажбурий) КОНСТРУКЦИЯ ВА БИРИКМАЛАР УЧУН МАТЕРИАЛЛАР.....	117
Е иловаси (айтиб ўтилганидан бошқаси мажбурий) МАТЕРИАЛ ВА БИРИКМАЛАРНИНГ ҲИСОБЛАНГАН ТАВСИФЛАРИ.....	122
Ғ иловаси(мажбурий) ИШ ШАРОИТЛАРИ КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ.....	131
Г иловаси(мажбурий) ТЎСИНЛАРНИ БАРҚАРОРЛИККА ҲИСОБЛАГАНДА, $\varphi_b$ КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ ....	135
Н иловаси (мажбурий) КЕСИМ ШАКЛИ ТАЪСИР КЎРСАТИШИНИНГ $\eta$ КОЭФФИЦИЕНТЛАРИ.....	141
Ж иловаси(Мажбурий) МАРКАЗИЙ СИҚИЛГАН, МАРКАЗДАН ТАШҚАРИ СИҚИЛГАН ВА СИҚИЛГАН-ЭГИЛАДИГАН ЭЛЕМЕНТЛАРНИ БАРҚАРОРЛИККА ҲИСОБЛАШ УЧУН КОЭФФИЦИЕНТЛАР .....	147
К иловаси(мажбурий) СИҚИЛГАН ВА ЧЎЗИЛГАН ЭЛЕМЕНТЛАРНИНГ ЧЕГАРАВИЙ ЭГИЛУВЧАНЛИКЛАРИ.....	153
Л иловаси (тавсия этилган) ТОЛИҚИШГА ҲИСОБЛАШДА ЭЛЕМЕНТЛАР ВА БИРИКМАЛАР ГУРУҲЛАРИ.....	155
М иловаси (тавсия этилган) ПАНЖАРА ЭЛЕМЕНТЛАРИНИ ФЕРМАЛАР БЕЛБОҒЛАРИГА БЕВОСИТА МАҲКАМЛАШ БИЛАН ФЕРМАЛАР ТУГУНЛАРИ ВА ЭГИБ ПАЙВАНДЛАНГАН ПРОФИЛЛАРДАН БОҒЛАМЛАР ТУГУНЛАРИ.....	159

**ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА**

**СТАЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ.  
НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

**ШНК 2.03.05-13**

**Издание официальное**

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РЕСПУБЛИКИ  
УЗБЕКИСТАН ПО АРХИТЕКТУРЕ И  
СТРОИТЕЛЬСТВУ**

**ТАШКЕНТ 2013**

УДК 69÷624.014.2.04 (08374)

**ШНК 2.03.05-13** «Стальные конструкции. Нормы проектирования» / Госархитектстрой Республики Узбекистан, г. Ташкент, 2012 - стр.171

**РАЗРАБОТАНЫ:** ООО «Узпроектстальконструкция» (ГИП Г.В. Анапольский – руководитель темы, гл. спец. А.П.Тиков)

**ВНЕСЕНЫ:** ООО «Узпроектстальконструкция»

**РЕДАКТОРЫ:** М.И. Шодиев (Госкомархитектстрой),  
Ш.Т. Абдукамилов (ООО «Узпроектстальконструкция»)

**ПОДГОТОВЛЕНЫ** к утверждению Управлением мониторинга деятельности проектных организаций «Госархитектстрой РУз» (М. Халходжаев)

С введением в действие **ШНК 2.03.05-13** «Стальные конструкции. Нормы проектирования» на территории Республики Узбекистан утрачивает силу **КМК 2.03.05-97** «Стальные конструкции. Нормы проектирования»

**СОГЛАСОВАНО:** УМДПО Государственного Комитета Республики Узбекистан по архитектуре и строительству (М. Халходжаев)

При пользовании нормативным документом следует учитывать изменения градостроительных норм и правил, а также государственных стандартов, публикуемые Госархитектстроем и Госстандартом Республики Узбекистан.

**ПЕРЕВОД:** ЧП «LINGVO SERVIS» бюро переводов (Р.К.Гаибов)

Настоящий документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального документа без разрешения Госархитектстрой Республики Узбекистан

Государственный комитет Республики Узбекистан по архитектуре и строительству (Госархитектстрой)	Градостроительные нормы и правила	ШНК 2.03.05-13
	Стальные конструкции. Нормы проектирования	Взамен КМК 2.03.05-97

## ВВЕДЕНИЕ

Цели и принципы стандартизации в Республике Узбекистан установлены Законом Республики Узбекистан от 23 апреля 2009 г. N ЗРУ-213 «О техническом регулировании», а правила разработки - приказом от 05 февраля 2009 г. №18. ШНК 1.01.01-09 «Система нормативных документов в строительстве. Основные положения».

## 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящие нормы устанавливают основополагающие требования к стальным строительным конструкциям по обеспечению их надежности, безопасности, долговечности и экономичности.

Положения настоящих норм являются обязательными и распространяются на стальные строительные конструкции новых и реконструируемых зданий и сооружений различного назначения (далее - конструкции).

Положения нормативных документов обязательного и рекомендательного характера, разрабатываемых в развитие и с целью уточнения, детализации, дополнения для различных видов конструкций, не должны нарушать основных положений настоящих норм.

1.2 При проектировании различных видов и типов конструкций, в том числе находящихся в особых условиях эксплуатации (например, конструкций доменных печей, резервуаров, конструкций зданий, подвергающихся сейсмическим воздействиям, интенсивным воздействиям температуры, радиации, либо воздействиям агрессивных сред), конструкций уникальных зданий и сооружений, а также специальных видов конструкций (например, предварительно напряженных, пространственных, висячих, пролетных строений пролетом свыше 36 м, антенных сооружений высотой свыше 100 м, башенных сооружений), должны соблюдаться дополнительные требования, которые отражают особенности работы этих конструкций.

Проектирование указанных конструкций и их соединений, конструкций, не вошедших в настоящие нормы, а также объектов общей металлоемкостью свыше 200 т металла (вне зависимости от металлоемкости отдельных этапов), с целью повышения надежности и экономичности зданий и сооружений, необходимо осуществлять силами ведущих специализированных проектных организаций по стальным конструкциям.

1.3 Требования настоящих норм должны применяться при проектировании конструкций эксплуатируемых при постоянной и (или) кратковременной температуре не выше плюс 100°C и не ниже минус 40 °C.

Внесены ООО «Узпроектстальконструкция»	Утверждены приказом Государственного Комитета Республики Узбекистан по архитектуре и строительству № 42 9 апреля 2013 г.	Срок введения в дей- ствие 1 мая 2013 г.
----------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------

1.4 Нормы не распространяются на проектирование стальных конструкций мостов, механизмов разводных пролётов мостов, магистральных и технологических трубопроводов, гидротехнических и мелиоративных сооружений.

## **2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ**

В настоящих нормах и правилах использованы ссылки на документы, приведенные в приложении А.

## **3 ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

3.1 В настоящих нормах и правилах приведены термины и определения в соответствии с приложением В.

3.2 Основные буквенные обозначения приведены в приложении С.

## **4 ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ, БЕЗОПАСНОСТИ, ДОЛГОВЕЧНОСТИ И ЭКОНОМИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ**

4.1 При проектировании стальных конструкций следует соблюдать нормы, обеспечивающие нормальную эксплуатацию зданий и сооружений в течение срока службы, установленного заказчиком, охрану окружающей среды и выполнение других особых условий, устанавливаемых в техническом задании на проектирование. Для этого необходимо:

принимать конструктивные схемы, обеспечивающие прочность, устойчивость и пространственную неизменяемость зданий и сооружений в целом и их отдельных элементов при транспортировании, монтаже и эксплуатации

соблюдать требования норм пожарной безопасности и защиты стальных строительных конструкций от коррозии. Увеличение толщины проката и стенок труб с целью повышения предела огнестойкости конструкций и их защиты от коррозии допускается только при технико-экономическом обосновании. При этом надежность конструкций следует проверять с учетом коррозионного износа;

применять рациональные профили проката, эффективные стали и прогрессивные типы соединений; элементы конструкций должны иметь минимальные сечения, удовлетворяющие требованиям настоящих норм с учетом сортаментов на прокат и трубы;

предусматривать технологичность и наименьшую трудоемкость изготовления, транспортирования и монтажа конструкций;

учитывать производственные возможности и мощность технологического и кранового оборудования предприятий - изготовителей конструкций;

обеспечить собираемость конструкций путем назначения при проектировании требований точности в процессе изготовления и возведения в соответствии с нормативными документами.

4.2 За расчетную минимальную температуру наружного воздуха следует принимать температуру наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,98 согласно КМК 2.01.01.

Расчетная технологическая температура устанавливается техническим заданием на проектирование.

4.3 Открытые конструкции, не замурованные в бетоне или в кирпичной кладке и т.п., должны быть доступны для наблюдения, оценки технического состояния, выполнения профилактических и ремонтных работ, не должны задерживать влагу и затруднять проветривание. Замкнутые профили должны быть герметизированы.

4.4 В зависимости от назначения, условий эксплуатации, технологии изготовления и напряженно-деформированного состояния конструкции подразделяются на четыре группы:

**Группа 1.** Сварные конструкции (см. п.4.5) либо их элементы, работающие в особо тяжелых условиях, в том числе максимально стесняющие развитие пластических деформаций или подвергающиеся непосредственному воздействию динамических (см. п. 4.6), вибрационных или подвижных нагрузок [подкрановые балки; балки рабочих площадок; балки путей подвижного транспорта; элементы конструкций бункерных и разгрузочных эстакад, непосредственно воспринимающих нагрузки от подвижных составов; главные балки и ригели рам при динамической нагрузке; пролетные строения транспортерных галерей; фасонки ферм; стенки, крайки днищ, кольца жесткости, плавающие крыши, покрытия резервуаров и газгольдеров; бункерные балки; оболочки параболических бункеров; стальные оболочки свободно стоящих дымовых труб; сварные специальные опоры больших переходов линий электропередачи (ВЛ) высотой более 60 м; элементы оттяжек мачт и оттяжных узлов].

**Группа 2.** Сварные конструкции либо их элементы, работающие при статической нагрузке при наличии растягивающих напряжений [фермы; ригели рам; балки перекрытий и покрытий; косоуры лестниц; оболочки силосов; опоры ВЛ, за исключением сварных опор больших переходов; опоры ошиновки открытых распределительных устройств подстанций (ОРУ); опоры транспортерных галерей; прожекторные мачты; элементы комбинированных опор антенных сооружений (АС) и другие растянутые, растянуто-изгибаемые и изгибаемые элементы], а также конструкции и их элементы группы 1 при отсутствии сварных соединений и балки подвесных путей из двутавров по ГОСТ 19425 и ТУ 14-2-427 при наличии сварных монтажных соединений.

**Группа 3.** Сварные конструкции либо их элементы, работающие при статической нагрузке, преимущественно на сжатие [колонны; стойки; опорные плиты; элементы настила перекрытий; конструкции, поддерживающие технологическое оборудование; вертикальные связи по колоннам с напряжениями в расчетных сечениях связей свыше  $0,4R_y$ ; анкерные, несущие и фиксирующие конструкции (опоры, ригели жестких поперечин, фиксаторы) контактной сети транспорта; опоры под оборудование ОРУ, кроме опор под выключатели; элементы стволов и башен АС; колонны бетоновозных эстакад; прогоны покрытий и другие сжатые и сжато-изгибаемые элементы], а также конструкции и их элементы группы 2 при отсутствии сварных соединений.

**Группа 4.** Вспомогательные конструкции зданий и сооружений (связи, кроме указанных в группе 3; элементы фахверка; лестницы; трапы; площадки; ограждения; металлоконструкции кабельных каналов; вспомогательные элементы сооружений и т.п.), а также конструкции и их элементы группы 3 при отсутствии сварных соединений.

4.5 Конструкция или ее элемент считаются имеющими сварные соединения, если они расположены в местах действия значительных расчетных растягивающих напряжений ( $\sigma > 0,3R_y$ ,  $\sigma > 0,3R_{wf}$  или  $\sigma > 0,3R_{wz}$ ) либо в местах, где возможно разрушение сварного соединения, например из-за значительных остаточных напряжений, что может привести к непригодности к эксплуатации конструкции в целом.

4.6 Конструкции относятся к подвергающимся воздействию динамических нагрузок, если отношение абсолютного значения нормального напряжения, вызванного динамической нагрузкой, к суммарному растягивающему напряжению от всех нагрузок в том же сечении  $\alpha > 0,2$ .

4.7 При назначении стали для конструкций зданий и сооружений I класса ответственности по КМК 2.01.07 номер группы конструкций следует уменьшать на единицу (для групп 2-4).

4.8 При толщине проката  $t \geq 40$  мм номер группы конструкций следует уменьшать на единицу (для групп 2-4); при толщине проката  $t \leq 6$  мм - увеличивать на единицу (для групп 1-3).

4.9 . При разработке конкретных нормативно-технических документов необходимо учитывать, что нормы и правила проектирования, изготовления, возведения, приемки ра-

бот, эксплуатации и реконструкции, а также требования к соответствующим методам контроля представляют собой единый комплекс и должны быть увязаны друг с другом.

4.10 Рабочие чертежи стальных конструкций должны соответствовать правилам выполнения проектной и рабочей документации (ГОСТ 21.502), а также требованиям по изготовлению (КМК 3.03.02) и монтажу конструкций (КМК 3.03.01).

В рабочих чертежах конструкций марки КМ (конструкции металлические) или КМД (конструкции металлические деталеровочные) и в документации на заказ материалов следует указывать:

марки стали и дополнительные требования к ним, предусмотренные государственными стандартами или техническими условиями и настоящими нормами;

способ выполнения сварных соединений, вид и режим (только при разработке КМД) сварки; типы, марки, диаметры (только при разработке КМД и заказе) электродов и материалов для автоматической и механизированной сварки, положение шва при сварке, тип подкладки (только при разработке КМД и заказе) для стыковых швов;

классы прочности и точности болтов;

способ подготовки контактных поверхностей для фрикционных соединений;

расположение и размеры сварных, болтовых и фрикционных соединений с указанием выполнения их в заводских или монтажных условиях и, при необходимости, последовательность наложения швов и установки болтов;

способы и объем контроля качества;

требования к защите конструкций от коррозии.

## **5 МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНСТРУКЦИЙ И СОЕДИНЕНИЙ И ПРИНЦИПЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ РАСЧЕТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК**

### **Материалы для конструкций и соединений**

5.1 В зависимости от группы конструкций по п.4.4 все стали следует принимать по табл. D.1, D.2, при удовлетворении следующих требований:

по химическому составу и углеродному эквиваленту для сварных конструкций в соответствии с табл. D.3;

по ударной вязкости, в зависимости от уровня прочности, в соответствии с табл. D.4.

При отсутствии документов о качестве или недостаточности имеющихся в них сведений оценка свойств материала конструкций и соединений должна проводиться в соответствии с регламентированными требованиями.

5.2 Стальной прокат для элементов конструкций, подверженных действию растягивающих напряжений, которые направлены нормально к поверхности прокатки, должен обладать гарантированными механическими свойствами в направлении толщины проката.

5.3 Допускается принимать, что диаграммы работы стали одинаковы при растяжении и сжатии, вдоль и поперек направления прокатки, а также нормально к поверхности прокатки.

5.4 Сталь для элементов конструкций, рассчитываемых с учетом развития пластических деформаций вплоть до полной пластификации сечения, должна иметь площадку текучести на диаграмме работы стали и удовлетворять следующим требованиям:

отношение временного сопротивления  $\sigma_u$  ( $\sigma_b$ ) к пределу текучести  $\sigma_y$  ( $\sigma_m$ ) должно быть не менее 1,25;

относительное удлинение должно быть не менее 15 %; отношения полных деформаций, соответствующих концу и началу площадки текучести на диаграмме работы стали, и должно быть не менее 10.

5.5 Для конструкций следует использовать фасонный (уголки, двутавры, швеллеры), листовой, широкополосный универсальный прокат и гнутые профили с техническими тре-



бованиями по ГОСТ 27772, ГОСТ 14637, ГОСТ 535, ГОСТ 19281, тонколистовой прокат из углеродистой стали по ГОСТ 16523 и из стали повышенной прочности – по ГОСТ 17066, холодногнутые профили по ГОСТ 11474, профили гнутые замкнутые квадратные и прямоугольные по ГОСТ 30245, сортовой прокат (круг, квадрат, полоса) по ГОСТ 535 и ГОСТ 19281, электросварные трубы по ГОСТ 10705 и ГОСТ 10706, горячедеформированные трубы по ГОСТ 8731.

5.6 Отливки (опорные части и т.п.) для стальных конструкций следует проектировать из углеродистой стали марок 15Л, 25Л, 35Л и 45Л, удовлетворяющей требованиям для групп отливок II или III по ГОСТ 977, а также из серого чугуна марок СЧ15, СЧ20, СЧ25 и СЧ30, удовлетворяющего требованиям ГОСТ 1412.

5.7 Для сварки стальных конструкций следует применять: электроды для ручной дуговой сварки по ГОСТ 9467; сварочную проволоку по ГОСТ 2246, флюсы по ГОСТ 9087, порошковую проволоку по ГОСТ 26271 для автоматической и механизированной сварки, углекислый газ по ГОСТ 8050, аргон по ГОСТ 10157.

Применяемые сварочные материалы и технология сварки должны обеспечивать значение временного сопротивления металла шва не ниже нормативного значения временного сопротивления  $R_{m}$  основного металла, а также значения твердости, ударной вязкости и относительного удлинения металла сварных соединений, установленные соответствующими нормативными документами и в соответствии с табл.Д.5.

5.8 Для болтовых соединений применяют стальные болты и гайки, удовлетворяющие техническим требованиям ГОСТ 1759.0, ГОСТ 1759.4, ГОСТ 1759.5, шайбы, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 18123, и высокопрочные болты, указанные в 5.9.

Болты следует применять по ГОСТ 15589, ГОСТ 15591, ГОСТ 7798, ГОСТ 7796 и ГОСТ 7805.

Гайки следует применять по ГОСТ 5915 и ГОСТ 5927.

При работе болтов на срез и растяжение классы прочности гаек следует принимать в соответствии с классом прочности болтов:

5 - при 5.6 и 5.8; 8 - при 8.8; 10 - при 10.9; 12 - при 12.9.

При работе болтов только на срез допускается применять класс прочности гаек при классе прочности болтов: 4 - при 5.6 и 5.8; 5 - при 8.8; 8 - при 10.9; 10 - при 12.9

Шайбы следует применять: круглые по ГОСТ 11371, косые - по ГОСТ 10906 и пружинные нормальные - по ГОСТ 6402.

Высокопрочными болтами следует считать болты класса прочности не ниже 10.9.

5.9 Для фундаментных болтов применяют стальные болты, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 24379.0 и требованиям табл.Д.6.

Гайки для фундаментных и U-образных болтов диаметром до 48 мм применяют по техническим требованиям ГОСТ 5915, свыше 48 мм - по ГОСТ 10605. Для фундаментных болтов из стали СтЗпс2, СтЗсп2, СтЗпс4, СтЗсп4 и 20 диаметром до 48 мм применяют гайки класса прочности 4 по ГОСТ 1759.5, диаметром свыше 48 мм - из материала не ниже группы 02 по ГОСТ 18126

Для фундаментных болтов диаметром до 48 мм из стали марки 09Г2С и других сталей по ГОСТ 19281 применяют гайки класса прочности не ниже 5 по ГОСТ 1759.5, диаметром свыше 48 мм - из материала не ниже группы 05 по ГОСТ 18126.

Допускается применять гайки из стали марок, применяемых для болтов.

5.10 Для фрикционных и фланцевых соединений применяют высокопрочные болты из стали 40Х «селект», удовлетворяющие требованиям ГОСТ 22356, а их конструкцию и размеры принимают по ГОСТ 22353, гайки и шайбы к ним - по ГОСТ 22354 и ГОСТ 22355

Для фланцевых соединений следует применять высокопрочные болты с временным сопротивлением не менее 1100 Н/мм<sup>2</sup> климатического исполнения ХЛ.

5.11 Для несущих элементов висячих покрытий, оттяжек опор воздушных линий электропередачи, распределительных устройств, контактных сетей транспорта, мачт и ба-

шен, а также напрягаемых элементов в предварительно напряженных конструкциях применяют:

канаты спиральные по ГОСТ 3062, ГОСТ 3063, ГОСТ 3064;

канаты двойной свивки по ГОСТ 3066, ГОСТ 3067, ГОСТ 3068, ГОСТ 3081, ГОСТ 7669, ГОСТ 14954;

канаты закрытые несущие по ГОСТ 3090, ГОСТ 7675, ГОСТ 7676, ГОСТ 18901;

пучки и пряди параллельных проволок, формируемых из канатной проволоки, удовлетворяющей требованиям ГОСТ 7372.

5.12 Физические характеристики материалов, применяемых для стальных конструкций, принимают согласно табл. D.7.

5.13 Допускается использовать другие материалы, имеющие сертификат соответствия установленной формы, при условии выполнения требований приложения D настоящих норм к механическим свойствам и химическому составу.

### Принципы определения расчетных характеристик

5.14 Расчетные сопротивления стального проката и труб должны определяться с учетом того, что предельные состояния конструкций и элементов могут быть достигнуты как вследствие развития пластических деформаций при напряжениях, равных пределу текучести, так и вследствие разрушения при напряжениях, равных временному сопротивлению.

5.15 Возможные отклонения в неблагоприятную сторону фактических значений предела текучести и временного сопротивления от нормативных, а также размеров сечения от номинальных значений, должны учитываться коэффициентом надежности по материалу  $\gamma_m$ .

5.16 Расчетные сопротивления стального проката и труб должны вычисляться в соответствии с формулами табл. E.1, где значение коэффициента  $\gamma_m$  необходимо принимать в соответствии с табл. E.2 в зависимости от методов контроля, указанных в стандартах на прокат и применяемых для оценки механических свойств стали.

Значения нормативных и расчетных сопротивлений (для стали по ГОСТ 27772) при растяжении, сжатии и изгибе листового, широкополосного универсального и фасонного проката приведены в табл. E.3, для труб - в табл. E.4.

Значения расчетных сопротивлений проката смятию торцевой поверхности, местному смятию в цилиндрических шарнирах и диаметральному сжатию катков приведены в табл. E.5.

5.17 Расчетные сопротивления гнутых профилей необходимо принимать равными расчетным сопротивлениям листового проката, из которого они изготовлены; расчетное сопротивление холодноформованных профилей, не подвергаемых отжигу и оцинковке, допускается определять с учетом упрочнения стали в зонах изгиба.

5.18 Расчетные сопротивления усталости стали должны устанавливаться в зависимости от характеристик стали, вида напряженного состояния, конструктивного решения узла или соединения, технологии обработки деталей и образования отверстий.

При определении расчетного сопротивления усталости необходимо дополнительно учитывать вид нагрузки, количество циклов напряжения, наибольшие и наименьшие значения напряжений.

5.19 Расчетные сопротивления отливок, поковок, стальных канатов, пучков и прядей из высокопрочной проволоки, фундаментных и U - образных болтов, а также высокопрочных болтов во фрикционных соединениях должны определяться в соответствии с формулами табл. E.6.

Значения расчетных сопротивлений отливок из углеродистой стали следует принимать по табл. E.7, из серого чугуна - по табл. E.8.

5.20 Расчетные сопротивления сварных соединений при применении сварочных материалов с механическими свойствами наплавленного металла не ниже, чем у основного металла, и при надлежащей технологии сварки должны приниматься по табл. Е.9.

Значения нормативных и расчётных сопротивлений металла шва сварных соединений с угловыми швами следует принимать в соответствии с табл. Е.10.

Расчетные сопротивления стыковых соединений элементов из сталей с разными расчетными сопротивлениями необходимо принимать как для стыковых соединений из стали с меньшим значением расчетного сопротивления.

Значения расчетных сопротивлений сварных соединений с угловыми швами должны приниматься независимо от ориентации шва по отношению к действующему усилию.

5.21 Расчетные сопротивления одноболтовых соединений должны определяться в соответствии с табл.Е.11.

Значения нормативных и расчётных сопротивлений одноболтовых соединений срезу и растяжению следует принимать по табл.Е.12, значения расчётных сопротивлений смятию элементов, соединяемых болтами, - по табл.Е.13.

Значения расчётных сопротивлений растяжению фундаментных болтов следует принимать по табл. Е.14.

Значения нормативных и расчетных сопротивлений растяжению высокопрочных болтов по ГОСТ 22356 из стали марки 40Х «селект» следует принимать по табл. Е.15.

## **6 ПРИНЦИПЫ РАСЧЕТА КОНСТРУКЦИЙ, ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

6.1 Расчет стальных конструкций следует выполнять по методу предельных состояний.

В отдельных случаях (например, при оценке технического состояния, проектировании реконструкции и др.) допускается применение вероятностных методов расчета при оценке надежности элементов конструкций.

6.2 При расчете конструкций в общем случае должны рассматриваться две группы предельных состояний:

а) первая группа - пластическое (вязкое), хрупкое и усталостное разрушение; потеря устойчивости формы или положения; переход в изменяемую систему; качественное изменение конфигурации, а также нарушение геометрической формы в результате чрезмерных пластических деформаций, приводящие к полной непригодности к эксплуатации;

б) вторая группа - достижение перемещений, амплитуд колебаний, сдвигов в соединениях, а также появление местных повреждений и ограниченных трещин, затрудняющих нормальную эксплуатацию конструкций или снижающих долговечность зданий и сооружений.

6.3 При рассмотрении предельных состояний первой группы должны выполняться проверки в форме сопоставления действующих и предельных силовых факторов (нагрузок, усилий, напряжений).

При оценке качественного изменения конфигурации или нарушения геометрической формы в результате чрезмерных пластических деформаций должны быть выполнены проверки соответствующих деформационных факторов (перемещений, деформаций, сдвигов в соединениях).

При рассмотрении предельных состояний второй группы должны выполняться проверки в форме сопоставления фактических и предельных деформационных факторов.

6.4 При расчете несущей способности элементов конструкций усилия (напряжения) от расчетных значений нагрузок и воздействий не должны превышать предельных усилий (напряжений), которые могут быть восприняты рассматриваемыми сечениями или элементами. Предельные усилия (напряжения) должны определяться с использованием расчетных

сопротивлений материала, как правило, при простом нагружении и с учетом начальных несовершенств.

6.5 При расчете конструкций по условию полной непригодности к эксплуатации (первая группа предельных состояний), полные или остаточные перемещения и сдвиги в соединениях, соответствующие расчетным значениям нагрузок и воздействий не должны превышать их предельных значений, устанавливаемых в нормативных документах таким образом, что при их достижении конструкция подлежит замене или капитальному ремонту.

Полные или остаточные перемещения при проверке предельных состояний первой группы необходимо определять с учетом работы материала за пределом упругих деформаций. При этом допускается использовать предложение о простом и однократном нагружении.

6.6 При расчете конструкций по условию затруднения нормальной эксплуатации (вторая группа предельных состояний) перемещения, амплитуды колебаний, сдвиги в соединениях и т.п. от соответствующих расчетных нагрузок не должны превышать их предельных значений, устанавливаемых в нормативных документах на основе технологических, конструктивных, физиологических или эстетико-психологических требований.

Перемещения и амплитуды колебаний конструкций, а также сдвиги в соединениях при проверке предельных состояний второй группы необходимо определять, как правило, при работе материала в пределах упругих деформаций и без учета ослабления сечений отверстиями для болтов.

6.7 При проектировании новых и при оценке технического состояния существующих конструкций должны быть использованы адекватные расчетные модели, с помощью которых следует:

установить распределение усилий (напряжений) между отдельными элементами системы;

определить предельные нагрузки (напряжения) на основе анализа соответствующих условий предельного равновесия;

оценить устойчивость равновесия и определить критические значения усилий (напряжений);

определить параметры деформативности системы в целом и отдельных элементов.

Для реализации упомянутых целей необходимо использовать, как правило, следующие расчетные модели:

плоские и пространственные стержневые системы (балочные, рамные, арочные, комбинированные и др.);

отдельные стержневые элементы сплошного или сквозного поперечного сечения, в том числе с гибкими, перфорированными или гофрированными частями сечения;

пластинки, в том числе входящие в состав стержневого элемента (полки, стенки, ребра жесткости);

тонкостенные оболочки вращения (цилиндрические, конические, сферические и др.), в том числе и находящиеся в безмоментном напряженном состоянии;

тонкостенные мембранные системы;

вантово-стержневые, вантовые и висячие системы плоские и пространственные;

специальные модели узлов и соединений элементов конструкций.

Для определения различных расчетных характеристик (внутренних усилий, предельных и критических сил, перемещений, частот и форм колебаний и др.) допускается использовать несколько расчетных моделей, относящихся к рассматриваемой конструкции.

Расчетные модели и основные предпосылки расчета, как правило, должны отражать действительные условия работы конструкций.

6.8 Распределение усилий (напряжений) в необходимых случаях следует устанавливать на основании расчета конструкций как единой пространственной системы с учетом геометрической и физической нелинейности.

Допускается применять приближенные методы расчета, основанные на разделении пространственных конструкций на плоские системы и отдельные элементы, при этом следует учитывать взаимодействие элементов между собой и с основанием.

Усилия в элементах и перемещения конструкций должны определяться из условий их работы с сечениями брутто.

При определении усилий в элементах конструкций сварные и фрикционные соединения допускается рассматривать как неподатливые.

6.9 Для статически неопределимых систем расчетные усилия (изгибающие и крутящие моменты, продольные и поперечные силы) следует определять по недеформированной схеме в предположении упругой работы системы.

Отдельные элементы таких систем на действие полученных расчетных усилий могут рассчитываться по деформированной схеме и с учетом работы материала не только в пределах, но и за пределом упругих деформаций.

6.10 Расчет по методу предельного равновесия с учетом образования кинематического механизма разрушения в результате появления в ряде сечений пластических шарниров допускается выполнять как для статически неопределимых неразрезных и защемленных балок и рамных конструкций, закрепленных от потери устойчивости.

6.11 . При расчете рамных конструкций необходимо различать пространственные и плоские системы, закрепленные или не закрепленные (см. рис.1). В первом случае любой стержень системы не имеет концевых линейных перемещений, и оценка несущей способности конструкции может быть выполнена путем проверки отдельных ее элементов с учетом их взаимодействия между собой и с основанием. Во втором случае, наряду с проверкой отдельных элементов, необходимо оценить возможность достижения предельного состояния системы в целом с учетом узловых перемещений.

Систему следует считать закрепленной, если конструкции раскрепления (например, связи) уменьшают ее узловые перемещения не менее, чем в пять раз, и могут при этом воспринять все передаваемые на них усилия.

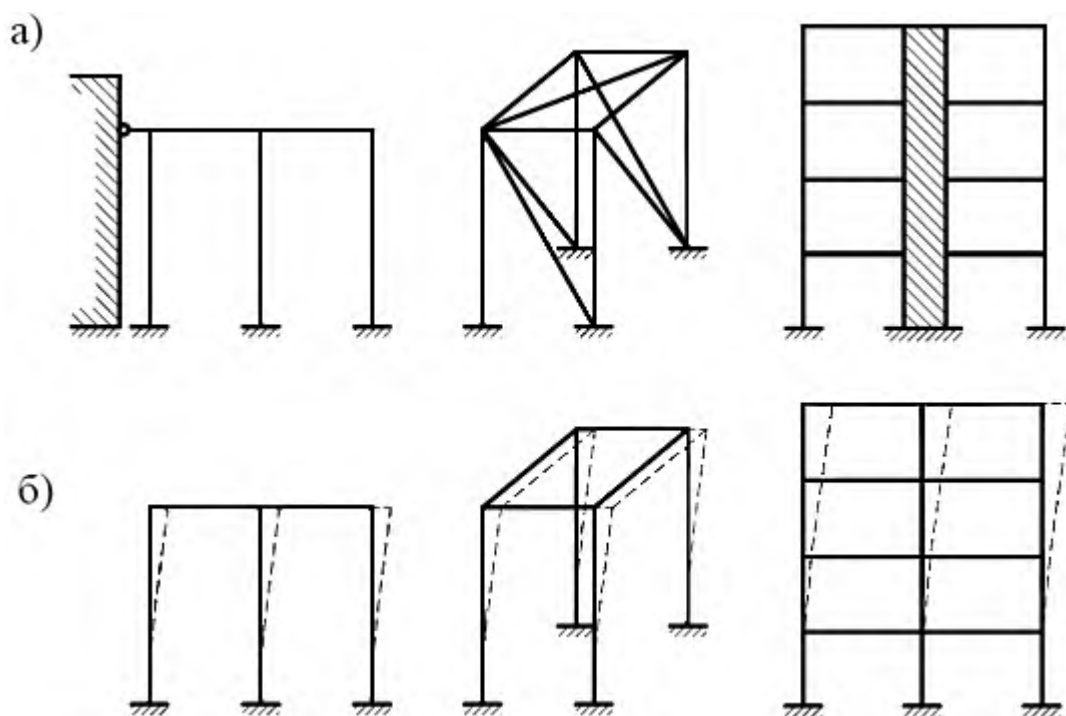


Рис.1. Схемы систем

а - раскрепленных от перемещений, б - не раскрепленных от перемещений

6.12 При проверке несущей способности отдельных элементов стержневой системы их взаимодействие между собой и с основанием допускается учитывать путем использования расчетных длин стержней, которые необходимо устанавливать, как правило, из анализа устойчивости упругих идеальных систем при узловом приложении нагрузки.

Расчетную длину стержня допускается определять для того сочетания нагрузок, при котором сжимающая сила в рассматриваемом стержне является наибольшей, и полученное значение использовать в проверках и для других сочетаний нагрузок.

6.13 Расчет элементов конструкций (балок, стержней, пластинок и т.п.) должен выполняться с использованием, как правило, геометрически линейных соотношений (приближенное выражение для кривизны, равенство между длиной элемента и хордой и т.п.).

Геометрическая нелинейность, вызванная перемещением элементов конструкций, должна учитываться при расчете систем, в которых ее учет вызывает изменение усилий и перемещений более чем на 5 %.

При выполнении расчетов с учетом геометрической нелинейности должны определяться изменения в направлении действия сил, связанные с общими деформациями системы (следящий эффект).

Расчеты на основе геометрически нелинейной теории необходимо выполнять в отдельных, специально оговариваемых случаях по соответствующим нормам.

6.14 При расчетах с учетом неупругих деформаций (физической нелинейности) допускается применять теорию малых упругопластических деформаций в условиях простого нагружения.

При расчетах конструкций на однократное возрастание нагрузки до максимального ее значения необходимо использовать допущение о нелинейно упругом материале, а в случае возможного убывания нагрузок, в том числе и при повторно-переменном нагружении, допускается применять гипотезу об упругой нагрузке (упругопластическом материале).

6.15 Элементы конструкций, как правило, должны рассчитываться на основе тонкостенной расчетной модели сечения с недеформируемым контуром и использованием геометрических гипотез: плоских сечений, секториальных площадей и прямых нормалей.

При расчете элементов с деформируемым контуром сечения должно учитываться соответствующее влияние искажения контура сечения на несущую способность элемента в целом.

6.16 В случаях, когда значительные пластические деформации не затрудняют нормальную эксплуатацию или когда они имеют локальный характер и не влияют на работоспособность конструкции в целом, а сталь при этом удовлетворяет требованиям п. 5.4, расчет конструкций допускается выполнять с использованием расчетного сопротивления  $R_{li}$ , определяемого по временному сопротивлению стали.

6.17 Для элементов и сечений, работающих в условиях сложного напряженного состояния, допускается использовать приведенные напряжения, определяемые на основе энергетической теории прочности.

6.18 При расчете конструкций и элементов необходимо, как правило, учитывать следующие возможные начальные несовершенства с учетом вероятности совпадения их значений:

геометрические отклонения от проектных размеров, формы и положения, полученные при изготовлении и возведении (искривления элементов в целом, искривления стенок и поясов, расцентровки осей в узлах, отклонения осей элементов от проектного положения, искривления элементов между точками закрепления и т.п.);

смещения нагрузок от их проектного положения;

собственные остаточные напряжения, возникающие от прокатки, гибки, холодной правки, сварки и т.п.

Если расчет выполняется для оценки технического состояния существующих конструкций, то должны учитываться фактические геометрические отклонения, полученные

как при изготовлении и монтаже, так и в процессе эксплуатации, принимаемые по данным обследований.

Геометрические отклонения должны учитываться не только при оценке надежности конструкций, но и по требованиям безопасности эксплуатации при установлении габаритных размеров зданий (например, при оценке возможного фактического зазора между краем и колонной).

6.19 Собственные остаточные напряжения  $\sigma_r$  (от сварки, прокатки, холодной правки и т.п.) допускается учитывать в расчетах конструкций на основе гипотезы об алгебраическом суммировании условных деформаций  $\varepsilon_r = \sigma / E$  с деформациями от внешней нагрузки.

6.20 В общем случае начальные несовершенства должны учитываться как при статическом расчете систем и конструкций, так и при подборе сечений отдельных элементов.

6.21 При расчете элементов, для которых на основе идеализированной расчетной схемы определены только продольные усилия (например, центрально-сжатые элементы), при необходимости, должны учитываться возможное начальное искривление и возможная расцентровка осей в узлах.

Для изгибаемых элементов, у которых идеализированная расчетная схема определяет только моменты в силовой плоскости, при необходимости должны учитываться возможные дополнительные крутящие и изгибающие моменты, вызываемые случайным смещением нагрузок из силовой плоскости или возможным начальным искривлением.

6.22 При расчете конструкций и соединений в дополнение к требованиям, указанным в пп. 5.16, 5.20 и 5.21, должны учитываться:

дополнительный коэффициент надежности по материалу  $\gamma_m = 1,25$  для элементов конструкций, рассчитываемых на прочность с использованием расчетного сопротивления  $R_u$ ;

коэффициенты условий работы элементов конструкций и соединений, приводимые в соответствующих нормативных документах.

6.23 Коэффициенты условий работы для ряда элементов конструкций приведены в приложении F.

## 7 РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОСЕВЫЕ СИЛЫ И ИЗГИБ

### Центрально-растянутые и центрально-сжатые элементы

7.1 Расчет на прочность элементов, подверженных центральному растяжению или сжатию силой  $N$ , кроме указанных в п. 7.2, следует выполнять по формуле

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

Расчет на прочность сечений в местах крепления растянутых элементов из одиночных уголков, прикрепляемых одной полкой болтами, следует выполнять по формулам (1) и (2). При этом значение  $\gamma_c$  в формуле (2) должно приниматься по приложению F настоящих норм.

7.2 Расчет на прочность растянутых элементов конструкций из стали с отношением  $R_u / \gamma_u > R_y$ , эксплуатация которых возможна и после достижения металлом предела текучести, следует выполнять по формуле



$$\frac{N}{A_n R_u} \frac{\gamma_u}{\gamma_c} \leq 1. \quad (2)$$

7.3 Расчет на устойчивость сплошнотенчатых элементов, подверженных центральному сжатию силой  $N$ , следует выполнять по формуле

$$\frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} \leq 1. \quad (3)$$

Значения  $\varphi$  следует определять по формулам:

при  $0 < \bar{\lambda} \leq 2,5$

$$\varphi = 1 - \left( 0,073 - 5,53 \frac{R_y}{E} \right) \bar{\lambda} \sqrt{\bar{\lambda}}; \quad (4)$$

при  $2,5 < \bar{\lambda} \leq 4,5$

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

при  $\bar{\lambda} > 4,5$

$$\varphi = \frac{332}{\bar{\lambda}^2 (51 - \bar{\lambda})}. \quad (6)$$

Численные значения  $\varphi$  приведены в табл. J.7.

7.4 Стержни из одиночных уголков должны рассчитываться на центральное сжатие в соответствии с требованиями, изложенными в п. 7.3.

При расчете поясов и элементов решетки пространственных конструкций из одиночных уголков следует выполнять требования п. 17.8 настоящих норм.

7.5 Сжатые элементы со сплошными стенками открытого П-образного сечения при  $\lambda_x < 3\lambda_y$ , где  $\lambda_x$  и  $\lambda_y$  - расчетные гибкости элемента в плоскостях, перпендикулярных осям соответственно  $x$ - $x$  и  $y$ - $y$  (рис. 2), рекомендуется укреплять планками или решеткой, при этом должны быть выполнены требования пп. 7.6 и 7.8.

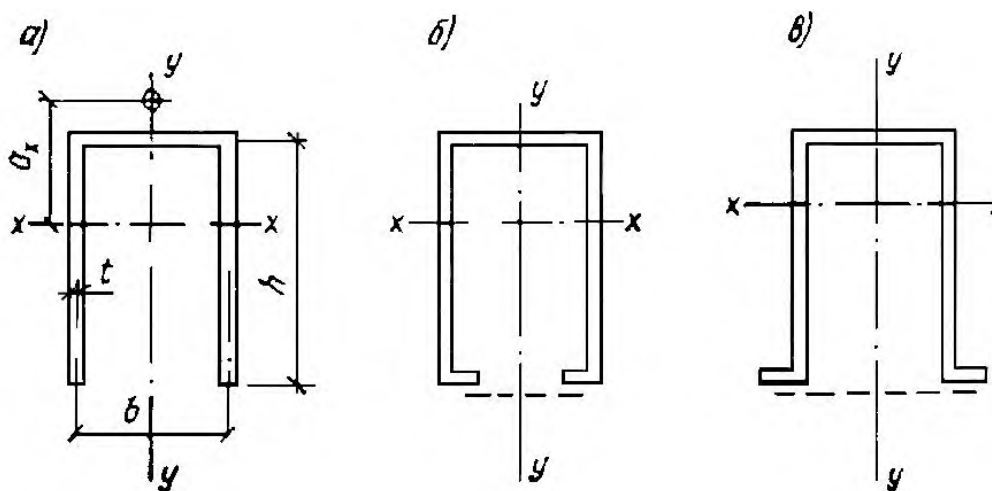


Рис.2. П-образные сечения элементов  
а - открытое; б, в - укрепленные планками или решетками



При отсутствии планок или решетки такие элементы помимо расчета по формуле (3) следует проверять на устойчивость при изгибно-крутильной форме потери устойчивости по формуле

$$\frac{N}{c\varphi_y AR_y \gamma_c} \leq 1, \quad (7)$$

где  $\varphi_y$  - коэффициент продольного изгиба, вычисляемый согласно требованиям п. 7.3;  
 $c$  - коэффициент, определяемый по формуле

$$c = \frac{2}{1 + \delta + \sqrt{(1 - \delta)^2 + \frac{16\alpha^2}{\mu}}}, \quad (8)$$

где  $\delta = \frac{4\rho}{\mu}$ ;  $\mu = \frac{8J_\omega}{J_y h^2} + 0,156 \frac{J_t}{Ah^2} \lambda_y^2$ ;

$\alpha = \frac{a_x}{h}$  - относительное расстояние между центром тяжести и центром изгиба.

Здесь  $\rho = \frac{J_x + J_y}{Ah^2} + \alpha^2$ ;  $J_t = \frac{1}{3} \sum b_i t_i^3$ ;

$J_\omega$  - секториальный момент инерции сечения;

$b_i$ ;  $t_i$  - соответственно ширина и толщина прямоугольных элементов, составляющих сечение.

Для сечения, приведенного на рис.2, а, значения  $\frac{J_\omega}{J_y h^2}$ ;  $\frac{J_t}{Ah^2}$  и  $\alpha$  должны определяться по формулам:

$$\frac{J_\omega}{J_y h^2} = \frac{39 + 2\beta}{(6 + \beta)^2}; \quad \frac{J_t}{Ah^2} = \frac{1}{3} \left( \frac{t}{h} \right)^2; \quad \alpha = \frac{4(3 + \beta)}{(2 + \beta)(6 + \beta)}, \quad (9)$$

где  $\beta = \frac{b}{h}$ .

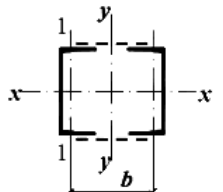
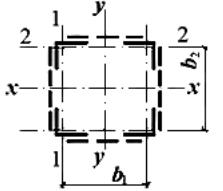
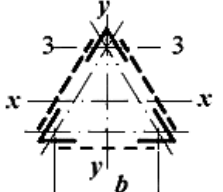
7.6 Для составных сжатых стержней, ветви которых соединены планками или решетками, коэффициент  $\varphi$  относительно свободной оси (перпендикулярной плоскости планок или решеток) должен определяться по формулам (4) ÷ (6) с заменой в них  $\bar{\lambda}$  на  $\bar{\lambda}_{ef}$ . Значение  $\bar{\lambda}_{ef}$  следует определять в зависимости от значений  $\lambda_{ef}$  приведенных в табл.1.

В составных стержнях с решетками помимо расчета на устойчивость стержня в целом следует проверять устойчивость отдельных ветвей на участках между узлами.

Гибкость отдельных ветвей  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  на участке между планками должна быть не более 40.

При наличии в одной из плоскостей сплошного листа вместо планок (рис.2, б, в) гибкость ветви должна вычисляться по радиусу инерции полусечения относительно его оси, перпендикулярной плоскости планок.

Таблица 1

Тип сечения	Схема сечения	Приведенные гибкости $\lambda_{ef}$ составных стержней сквозного сечения		
		с планками при		с решётками
		$J_s l / (J_b b) < 5$	$J_s l / (J_b b) \geq 5$	
1		$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_y^2 + 0,82\lambda_1^2(1+n)}$ (10)	$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_1^2}$ (13)	$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_y^2 + \alpha_1 \frac{A}{A_{d1}}}$ (16)
2		$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda^2 + 0,82 \times [\lambda_1^2(1+n_1) + \lambda_2^2(1+n_2)]}$ (11)	$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda^2 + \lambda_1^2 + \lambda_2^2}$ (14)	$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda^2 + A \times \left( \frac{\alpha_1}{A_{d1}} + \frac{\alpha_2}{A_{d2}} \right)}$ (17)
3		$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda^2 + 0,82\lambda_3^2(1+3n_3)}$ (12)	$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda^2 + 1,3\lambda_3^2}$ (15)	$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda^2 + \alpha_1 \frac{2A}{3A_d}}$ (18)

Обозначения, принятые в табл.1:

$b$  - расстояние между осями ветвей;

$l$  - расстояние между центрами планок;

$\lambda$  - наибольшая гибкость всего стержня;

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  - гибкости отдельных ветвей при изгибе их в плоскостях, перпендикулярных осям соответственно 1-1, 2-2 и 3-3, на участках между приваренными планками (в свету) или между центрами крайних болтов;

$A$  - площадь сечения всего стержня;

$A_{d1}, A_{d2}$  - площади сечений раскосов решеток (при крестовой решетке - двух раскосов), лежащих в плоскостях, перпендикулярных осям соответственно 1-1 и 2-2;

$A_d$  - площадь сечения раскоса решетки (при крестовой решетке - двух раскосов), лежащей в плоскости одной грани (для трехгранного равностороннего стержня);

$\alpha_1, \alpha_2$  - коэффициенты, определяемые по формуле  $\alpha = 10 \frac{a^3}{b^2 l}$ ,

где  $a, b, l$  - размеры, определяемые по рис.3;

$n, n_1, n_2, n_3$  - коэффициенты, определяемые соответственно по формулам:

$$n = \frac{J_{b1} b}{J_s l}; n_1 = \frac{J_{b1} b}{J_{s1} l}; n_2 = \frac{J_{b2} b}{J_{s2} l}; n_3 = \frac{J_{b3} b}{J_s l},$$

здесь  $J_{b1}$  и  $J_{b3}$  - моменты инерции сечения ветвей относительно осей соответственно 1-1 и 3-3 (для сечения типов 1 и 3);

$J_{b1}$  и  $J_{b2}$  - то же, двух уголков относительно осей соответственно 1-1 и 2-2 (для сечения типа 2);

$J_s$  - момент инерции сечения одной планки относительно собственной оси x-x (рис.4);

$J_{s1}, J_{s2}$  - моменты инерции сечения одной из планок, лежащих в плоскостях перпендикулярных осям соответственно 1-1 и 2-2 (для сечения типа 2).

В составных стержнях с решетками гибкость отдельных ветвей между узлами должна быть не более 80 и не должна превышать приведенную гибкость  $\lambda_{ef}$  стержня в целом. Допускается принимать более высокие значения гибкости ветвей, но не более 120, при условии, что расчет таких стержней выполнен по деформированной схеме.

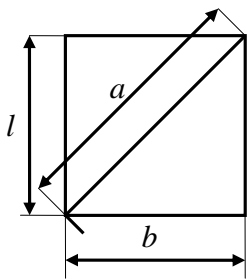


Рис.3. Схема раскосной решетки

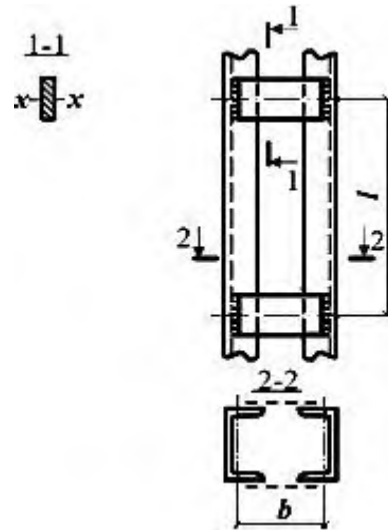


Рис.4. Составной стержень на планках

7.7 Расчет составных элементов из уголков, швеллеров и т.п., соединенных вплотную или через прокладки, следует выполнять как сплошностенчатых при условии, что наибольшие расстояния на участках между приваренными планками (в свету) или между центрами крайних болтов не превышают:

для сжатых элементов	$40i$
для растянутых элементов	$80i$

Здесь радиус инерции  $i$  уголка или швеллера следует принимать для тавровых или двутавровых сечений относительно оси, параллельной плоскости расположения прокладок, а для крестовых сечений - минимальный.

При этом в пределах длины сжатого элемента следует ставить не менее двух прокладок.

7.8 Расчет соединительных элементов (планок, решеток) сжатых составных стержней должен выполняться на условную поперечную силу  $Q_{fic}$ , принимаемую постоянной по всей длине стержня и определяемую по формуле

$$Q_{fic} = 7,15 \cdot 10^{-6} \left( 2330 - \frac{E}{R_y} \right) \frac{N}{\varphi}, \quad (19)$$

где  $N$  - продольное усилие в составном стержне;

$\varphi$  - коэффициент продольного изгиба, принимаемый для составного стержня в плоскости соединительных элементов.

Условную поперечную силу  $Q_{fic}$  следует распределять:

при наличии только соединительных планок (решеток) поровну между планками (решетками), лежащими в плоскостях, перпендикулярных оси, относительно которой производится проверка устойчивости;

при наличии сплошного листа и соединительных планок (решеток) - пополам между листом и планками (решетками), лежащими в плоскостях, параллельных листу;

при расчете равносторонних трехгранных составных стержней условная поперечная сила, приходящаяся на систему соединительных элементов, расположенных в одной плоскости, должна приниматься равной  $0,8 Q_{fic}$

7.9 Расчет соединительных планок и их крепления (рис.4) должен выполняться как расчет элементов безраскосных ферм на:

силу  $F$ , срезающую планку, по формуле

$$F = \frac{Q_s l}{b}; \quad (20)$$

момент  $M_1$ , изгибающий планку в ее плоскости, по формуле

$$M_1 = \frac{Q_s l}{2}, \quad (21)$$

где  $Q_s$  - условная поперечная сила, приходящаяся на планку одной грани.

7.10 Расчет соединительных решеток должен выполняться как расчет решеток ферм. При расчете перекрестных раскосов крестовой решетки с распорками (рис.5) следует учитывать дополнительное усилие  $N_{ad}$ , возникающее в каждом раскосе от обжатия поясов и определяемое по формуле

$$N_{ad} = \alpha N \frac{A_d}{A}, \quad (22)$$

где  $N$  - усилие в одной ветви стержня;

$A$  - площадь сечения одной ветви;

$A_d$  - площадь сечения одного раскоса;

$\alpha$  - коэффициент, определяемый по формуле

$$\alpha = \frac{al^2}{(a^3 + 2b^3)}, \quad (23)$$

где  $a$ ,  $l$  и  $b$  - размеры, указанные на рис.5

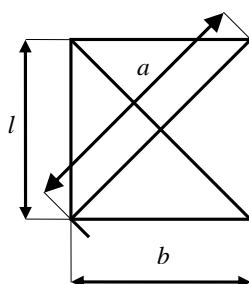


Рис.5. Схема крестовой решетки с распорками

7.11 Расчет стержней, предназначенных для уменьшения расчетной длины сжатых элементов, должен выполняться на усилие, равное условной поперечной силе в основном сжатом элементе, определяемой по формуле (19).

### Изгибаемые элементы

7.12 Расчет на прочность элементов (кроме балок с гибкой стенкой, с перфорированной стенкой и подкрановых балок), изгибаемых в одной из главных плоскостей, следует выполнять по формуле

$$\frac{M}{W_{n,\min} R_y \gamma_c} \leq 1. \quad (24)$$

Значения касательных напряжений  $\tau$  в сечениях изгибаемых элементов должны удовлетворять условию

$$\frac{QS}{JtR_s \gamma_c} \leq 1. \quad (25)$$

При наличии ослабления стенки отверстиями для болтов значения  $\tau$  в формуле (25) следует умножить на коэффициент  $\alpha$ , определяемый по формуле

$$\alpha = \frac{a}{(a-d)}, \quad (26)$$

где  $a$  - шаг отверстий;

$d$  - диаметр отверстия.

7.13 Расчет на прочность стенки балки, не укрепленной ребрами жесткости, при действии местного напряжения  $\sigma_{loc}$  в местах приложения нагрузки к верхнему поясу, а также в опорных сечениях балки следует выполнять по формуле

$$\frac{\sigma_{loc}}{R_s \gamma_c} \leq 1, \quad (27)$$

где  $\sigma_{loc} = F/l_{ef}t_w$ ,

здесь  $F$  - расчетное значение нагрузки (силы);

$l_{ef}$  - условная длина распределения нагрузки, определяемая в зависимости от условий опирания;

для случая опирания по рис.6

$$l_{ef} = b + 2h, \quad (28)$$

где  $h$  - размер, равный сумме толщины верхнего пояса балки и катета поясного шва, если нижняя балка сварная (рис.6, а), или расстояние от наружной грани полки до начала внутреннего закругления стенки, если нижняя балка прокатная (рис.6, б).

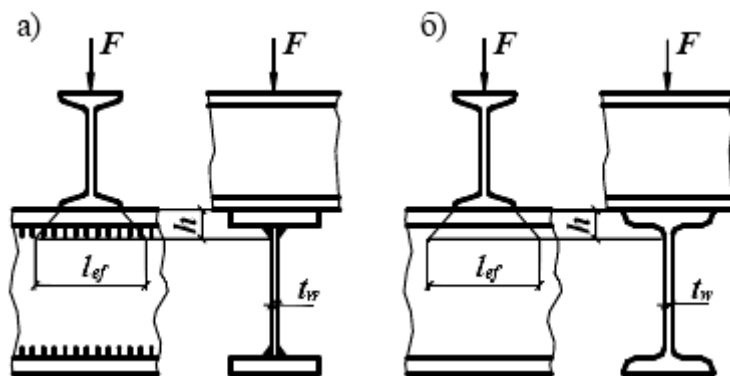


Рис.6. Схемы для определения длины распределения нагрузки на балку  
а - сварную; б - прокатную

7.14 Для стенок балок, рассчитываемых по формуле (24), должны выполняться условия:

$$\frac{0,87}{R_y \gamma_c} \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2} \leq 1; \quad \frac{\tau_{xy}}{R_s \gamma_c} \leq 1, \quad (29)$$

где  $\sigma_x = M \cdot y / J_n$  - нормальные напряжения в срединной плоскости стенки, параллельные оси балки;

$\sigma_y$  - то же, перпендикулярные оси балки, в том числе  $\sigma_{loc}$ , определяемые по формуле (27);

$\tau_{xy}$  - касательное напряжение, вычисляемое по формуле (25) с учетом формулы (26).

Напряжения  $\sigma_x$  и  $\sigma_y$ , принимаемые в формуле (29) со своими знаками, а также  $\tau_{xy}$  следует определять в одной и той же точке балки.

7.15 Расчет на устойчивость балок двутаврового сечения, изгибаемых в плоскости стенки и удовлетворяющих требованиям пп.7.12 и 7.14, следует выполнять по формуле

$$\frac{M}{\phi_b W_c R_y \gamma_c} \leq 1, \quad (30)$$

где  $W_c$  - следует определять для сжатого пояса;

$\phi_b$  - коэффициент, определяемый по приложению G.

При определении значения  $\phi_b$  за расчетную длину балки  $l_{ef}$  следует принимать расстояние между точками закреплений сжатого пояса от поперечных смещений (узлами продольных или поперечных связей, точками крепления жесткого настила); при отсутствии связей  $l_{ef} = l$  (где  $l$  - пролет балки), за расчетную длину консоли следует принимать:  $l_{ef} = l$  при отсутствии закрепления сжатого пояса на конце консоли в горизонтальной плоскости (здесь  $l$  - длина консоли) или расстояние между точками закреплений сжатого пояса в горизонтальной плоскости при закреплении пояса на конце и по длине консоли.

7.16 Устойчивость балок не требуется проверять:

а) при передаче нагрузки через сплошной жесткий настил (плиты железобетонные из тяжелого, легкого и ячеистого бетона, плоский и профилированный металлический настил, волнистую сталь и т.п.), непрерывно опирающийся на сжатый пояс балки и надежно с ним связанный с помощью сварки, болтов, самонарезающих винтов и др.; при этом силы трения учитывать не следует;

б) при отношении расчетной длины балки  $l_{ef}$  к ширине сжатого пояса  $b$ , не превышающем значений, определяемых по формулам табл.2 для балок симметричного двутаврового сечения и с более развитым сжатым поясом, для которых ширина растянутого пояса составляет не менее 0,75 ширины сжатого пояса.

Закрепление сжатого пояса в горизонтальной плоскости должно быть рассчитано на фактическую или условную поперечную силу. При этом условную поперечную силу следует определять:

при закреплении в отдельных точках по формуле (19), в которой  $\varphi$  следует определять при гибкости  $\lambda = l_{ef}/i$  (здесь  $i$  - радиус инерции сечения сжатого пояса в горизонтальной плоскости), а  $N$  следует вычислять по формуле

$$N = (A_f + 0,25A_w)R_y; \quad (34)$$

при непрерывном закреплении по формуле

$$q_{fic} = \frac{3Q_{fic}}{l}, \quad (35)$$

где  $q_{fic}$  - условная поперечная сила на единицу длины пояса балки;

$Q_{fic}$  - условная поперечная сила, определяемая по формуле (19), в которой следует принимать  $\varphi = 1$ , а  $N$  - определять по формуле (34).

Таблица 2

Место приложения нагрузки	Наибольшие значения $l_{ef}/b$ при которых не требуется расчет на устойчивость прокатных и сварных балок (при $1 \leq h/b < 6$ и $15 \leq b/t \leq 35$ )
К верхнему поясу	$\frac{l_{ef}}{b} = \left[ 0,35 + 0,0032 \frac{b}{t} + \left( 0,76 - 0,02 \frac{b}{t} \right) \frac{b}{h} \right] \sqrt{\frac{E}{R_y}}$ (31)
К нижнему поясу	$\frac{l_{ef}}{b} = \left[ 0,57 + 0,0032 \frac{b}{t} + \left( 0,92 - 0,02 \frac{b}{t} \right) \frac{b}{h} \right] \sqrt{\frac{E}{R_y}}$ (32)
Независимо от уровня приложения нагрузки при расчете участка балки между связями или при чистом изгибе	$\frac{l_{ef}}{b} = \left[ 0,41 + 0,0032 \frac{b}{t} + \left( 0,73 - 0,016 \frac{b}{t} \right) \frac{b}{h} \right] \sqrt{\frac{E}{R_y}}$ (33)
<p>Обозначения, принятые в табл. 2</p> <p><math>b</math> и <math>t</math> - соответственно ширина и толщина сжатого пояса;</p> <p><math>h</math> - расстояние (высота) между осями поясных листов.</p> <p>Примечания:</p> <p>1. Для балок с поясными соединениями на высокопрочных болтах значения <math>l_{ef}/b</math>, получаемые по формулам табл. 2, следует умножать на коэффициент 1,2.</p> <p>2. Для балок с отношением <math>b/t &lt; 15</math> в формулах табл. 2 следует принимать <math>b/t = 15</math>.</p>	

7.17 Расчет на прочность элементов, изгибаемых в двух главных плоскостях, следует выполнять по формуле

$$\frac{M_x}{J_{xn} R_y \gamma_c} y \pm \frac{M_y}{J_{yn} R_y \gamma_c} x \leq 1, \quad (36)$$

где  $x$  и  $y$  - координаты рассматриваемой точки сечения относительно главных осей.

В балках, рассчитываемых по формуле (36), значения напряжений в стенке балки должны быть проверены по формулам (25) и (29) в двух главных плоскостях изгиба.

При выполнении требований п.7.16,а проверка устойчивости балок, изгибаемых в двух плоскостях, не требуется.

7.18 Расчет на прочность разрезных балок сплошного сечения из стали с пределом текучести до 530 Н/мм<sup>2</sup>, несущих статическую нагрузку, при соблюдении пп.7.19 ÷ 7.21, 9.5 и 9.23 следует выполнять с учетом развития пластических деформаций по формулам:

при изгибе в одной из главных плоскостей при касательных напряжениях  $\tau < 0,9R_s$  (кроме опорных сечений)

$$\frac{M}{c_1 W_{n, \min} R_y \gamma_c} \leq 1; \quad (37)$$

при изгибе в двух главных плоскостях при касательных напряжениях  $\tau < 0,5R_s$  (кроме опорных сечений)

$$\frac{M_x}{c_x W_{xn, \min} R_y \gamma_c} + \frac{M_y}{c_y W_{yn, \min} R_y \gamma_c} \leq 1, \quad (38)$$

здесь  $M$ ,  $M_x$  и  $M_y$  - абсолютные значения изгибающих моментов;

$c_1$  - коэффициент, определяемый по формулам (40) и (41);

$c_x$  и  $c_y$  - коэффициенты, принимаемые приложению G.

Расчет в опорном сечении балок (при  $M = 0$ ;  $M_x = 0$  и  $M_y = 0$ ) следует выполнять по формуле

$$\frac{\tau}{R_s \gamma_c} = \frac{Q}{th R_s \gamma_c} \leq 1. \quad (39)$$

При наличии зоны чистого изгиба в формулах (37) и (38) вместо коэффициентов  $c_1$ ,  $c_x$ , и  $c_y$  следует принимать соответственно:

$$c_{1m} = 0,5(1+c); c_{xm} = 0,5(1+c_x); c_{ym} = 0,5(1+c_y).$$

При одновременном действии в сечении момента  $M$  и поперечной силы  $Q$  коэффициент  $c_1$  следует определять по формулам:

при  $\tau \leq 0,5R_s$

$$c_1 = c; \quad (40)$$

при  $0,5R_s < \tau \leq 0,9R_s$

$$c_1 = 1,05\beta c, \quad (41)$$

где

$$\tau = \frac{Q}{th}; \quad \beta = \sqrt{\frac{1 - (\tau/R_s)^2}{1 - \alpha(\tau/R_s)^2}}; \quad (42)$$

Здесь  $c$  - коэффициент, принимаемый по приложению G;

$t$  и  $h$  - соответственно толщина и высота стенки;



$\alpha$  - коэффициент, равный  $\alpha = 0,7$  для двутаврового сечения, изгибаемого в плоскости стенки;  $\alpha = 0$  для других типов сечений;

$c_1$  - коэффициент, принимаемый не менее единицы и не более коэффициента  $c$ .

С целью оптимизации балок при их расчете с учетом требований пп. 7.20, 9.5, 9.23 и 15.1 значения коэффициентов  $c$ ,  $c_x$  и  $c_y$  в формулах (37) и (38) допускается принимать меньше значений, приведенных в приложении G, но не менее 1,0.

При наличии ослабления стенки отверстиями для болтов значения касательных напряжений  $\tau$  следует умножать на коэффициент, определяемый по формуле (26).

7.19 Расчет на прочность балок переменного сечения с учетом развития пластических деформаций следует выполнять только для одного сечения с наиболее неблагоприятным сочетанием усилий  $M$  и  $Q$ ; в остальных сечениях учитывать развитие пластических деформаций не допускается.

Расчет на прочность изгибаемых элементов из стали с пределом текучести до  $530 \text{ Н/мм}^2$ , воспринимающих динамические, вибрационные или подвижные нагрузки, допускается выполнять с учетом развития пластических деформаций, не препятствующих требуемым условиям эксплуатации конструкций и оборудования.

7.20 Для обеспечения общей устойчивости балок, рассчитываемых с учетом развития пластических деформаций, необходимо, чтобы либо были выполнены требования п. 7.16, а, либо наибольшие значения отношений расчетной длины балки к ширине сжатого пояса  $l_{ef}/b$ , определяемые по формулам табл. 2, были уменьшены умножением на коэффициент  $\delta = [1 - 0,7(c_1 - 1)/(c - 1)]$ , здесь  $1 < c_1 \leq c$ .

Учет пластичности при расчете балок со сжатым поясом менее развитым, чем растянутый, допускается лишь при выполнении условий п. 7.16,а.

7.21 В балках, рассчитываемых с учетом развития пластических деформаций, стенки следует укреплять поперечными ребрами жесткости согласно требованиям пп. 9.10, 9.12, 9.13, в том числе в местах приложения сосредоточенной нагрузки.

7.22 Расчет на прочность неразрезных и защемленных балок постоянного двутаврового сечения, изгибаемых в плоскости наибольшей жесткости, со смежными пролетами, отличающимися не более чем на 20 %, несущих статическую нагрузку, при условии соблюдения требований пп. 7.20, 7.21, 9.5 и 9.23 следует выполнять по формуле (37) с учетом перераспределения опорных и пролетных моментов.

Расчетные значения изгибающего момента  $M$  следует определять по формуле

$$M = \alpha M_{\max}, \quad (43)$$

где  $M_{\max}$  - наибольший изгибающий момент в пролете или на опоре, определяемый из расчета неразрезной балки в предположении упругой работы материала;

$\alpha$  - коэффициент перераспределения моментов, определяемый по формуле

$$\alpha = 0,5 \left( 1 + \frac{M_{ef}}{M_{\max}} \right); \quad (44)$$

Здесь  $M_{ef}$  - условный изгибающий момент, равный:

а) в неразрезных балках со свободно опертыми концами большему из значений:

$$M_{ef} = \max \left\{ \frac{M_1}{1 + a/l} \right\}; \quad (45)$$

$$M_{ef} = 0,5M_2, \quad (46)$$

где символ  $\max$  означает, что следует найти максимум всего следующего за ним выражения;

$M_1$  - изгибающий момент в крайнем пролете, вычисленный как в свободно опертой балке;

$M_2$  - максимальный изгибающий момент в промежуточном пролете, вычисленный как в свободно опертой однопролетной балке;

$a$  - расстояние от сечения, в котором действует момент  $M_1$  до крайней опоры;

$l$  - длина крайнего пролета;

б) в однопролетных и неразрезных балках с защемленными концами  $M_{ef} = 0,5M_3$ ,

где  $M_3$  - наибольший из моментов, вычисленных как в балках с шарнирами на опорах;

в) в балке с одним защемленным и другим свободно опертым концом значение  $M_{ef}$  следует определять по формуле (45).

Расчетное значение поперечной силы  $Q$  в формуле (42) следует принимать в месте действия  $M_{max}$ . Если  $M_{max}$  - момент в пролете, следует проверить опорное сечение балки.

7.23 Расчет на прочность неразрезных и защемленных балок, удовлетворяющих требованиям п.7.22, в случае изгиба в двух главных плоскостях при  $\tau \leq 0,5R_s$  следует производить по формуле (38) с учетом перераспределения опорных и пролетных моментов в двух главных плоскостях согласно требованиям п.7.22.

#### Элементы, подверженные действию осевой силы с изгибом

7.24 Расчет на прочность внецентренно-сжатых и сжато-изгибаемых элементов по формуле (47) выполнять не требуется при значении приведенного эксцентриситета  $m_{ef} \leq 20$ , отсутствии ослабления сечения и одинаковых значениях изгибающих моментов, принимаемых в расчетах на прочность и устойчивость.

7.25 Расчет на прочность внецентренно-сжатых, сжато-изгибаемых, внецентренно-растянутых и растянуто-изгибаемых элементов из стали с пределом текучести до  $530 \text{ Н/мм}^2$ , не подвергающихся непосредственному воздействию динамических нагрузок, при  $\tau \leq 0,5R_s$  и  $N/(A_n R_y) > 0,1$  следует выполнять по формуле

$$\left( \frac{N}{A_n R_y \gamma_c} \right)^n + \frac{M_x}{c_x W_{xn, \min} R_y \gamma_c} + \frac{M_y}{c_y W_{yn, \min} R_y \gamma_c} \leq 1 \quad (47)$$

где  $N$ ,  $M_x$ ,  $M_y$  - абсолютные значения соответственно продольной силы и изгибающих моментов при наиболее неблагоприятном их сочетании;

$n$ ,  $c_x$ ,  $c_y$  - коэффициенты, принимаемые по приложению G.

Если  $N/(A_n R_y) \leq 0,1$ , формулу (47) следует применять при выполнении требований пп.9.5 и 9.23.

В прочих случаях расчет следует выполнять по формуле

$$\frac{N}{A_n R_y \gamma_c} \pm \frac{M_x}{J_{xn} R_y \gamma_c} y \pm \frac{M_y}{J_{yn} R_y \gamma_c} x \leq 1, \quad (48)$$

где  $x$ ,  $y$  - координаты рассматриваемой точки сечения относительно его главных осей.

7.26 Расчет на устойчивость внецентренно-сжатых и сжато-изгибаемых элементов следует выполнять как в плоскости действия момента (плоская форма потери устойчиво-

сти), так и из плоскости действия момента (изгибно-крутильная форма потери устойчивости).

7.27 Расчет на устойчивость внецентренно-сжатых и сжато-изгибаемых элементов постоянного сечения в плоскости действия момента, совпадающей с плоскостью симметрии, следует выполнять по формуле

$$\frac{N}{\varphi_e AR_y \gamma_c} \leq 1. \quad (49)$$

В формуле (49) коэффициент  $\varphi_e$  следует определять:

а) для сплошностенчатых стержней по табл.Н.2 в зависимости от условной гибкости  $\bar{\lambda}$  и приведенного относительного эксцентриситета  $m_{ef}$ , определяемого по формуле

$$m_{ef} = \eta m, \quad (50)$$

где  $\eta$  - коэффициент влияния формы сечения, определяемый по табл.Н.1;

$m = \frac{eA}{W_c}$  - относительный эксцентриситет (здесь  $e$  - эксцентриситет;  $W_c$  - момент сопротивления сечения для наиболее сжатого волокна);

б) для сквозных стержней с решетками или планками, расположенными в плоскостях, параллельных плоскости изгиба, по табл.Н.3 в зависимости от условной приведенной гибкости  $\bar{\lambda}_{ef}$  ( $\lambda_{ef}$  по табл.1) и относительного эксцентриситета  $m$  определяемого по формуле

$$m = e \frac{Aa}{J}, \quad (51)$$

где  $a$  - расстояние от главной оси сечения, перпендикулярной плоскости изгиба, до оси наиболее сжатой ветви, но не менее расстояния до оси стенки ветви.

При вычислении эксцентриситета  $e = M/N$  значения  $M$  и  $N$  следует принимать согласно требованиям п.7.29.

Расчет на устойчивость не требуется для сплошностенчатых стержней при  $m_{ef} > 20$  и для сквозных стержней при  $m > 20$ , в этих случаях расчет следует выполнять как для изгибаемых элементов.

7.28 Внецентренно-сжатые элементы, выполненные из стали с пределом текучести свыше 530 Н/мм<sup>2</sup> и имеющие резко несимметричные сечения (типы сечений 10 и 11 по табл.Н.1) кроме расчета по формуле (49), должны быть проверены на прочность по формуле

$$\left| \frac{N}{A_n} - \frac{M}{\delta W_{nt}} \right| \times \frac{\gamma_u}{R_u \gamma_c} \leq 1, \quad (52)$$

где значение  $W_{nt}$  следует вычислять для растянутого волокна, а коэффициент  $\delta$  определять по формуле

$$\delta = 1 - N \lambda^2 / (\pi^2 EA) \quad (53)$$

7.29 Расчетные значения продольной силы  $N$  и изгибающего момента  $M$  в элементе следует принимать для одного и того же сочетания нагрузок из расчета системы по недеформированной схеме в предположении упругих деформаций стали.

При этом значение  $M$  следует принимать равными:

для колонн постоянного сечения рамных систем - наибольшему моменту в пределах длины колонн;

для ступенчатых колонн - наибольшему моменту на длине участка постоянного сечения;

для колонн с одним защемленным, а другим свободным концом - моменту в заделке, но не менее момента в сечении, отстоящем на треть длины колонны от заделки;

для сжатых верхних поясов ферм и структурных плит, воспринимающих внеузловую нагрузку, - наибольшему моменту в пределах средней трети длины панели пояса, определяемому из расчета пояса как упругой неразрезной балки;

для сжатых стержней с шарнирно-опертыми концами и сечениями, имеющими одну ось симметрии, совпадающую с плоскостью изгиба, - моменту, определяемому по формулам табл.3.

для сжатых стержней с шарнирно-опертыми концами и сечениями, имеющими две оси симметрии, расчетные значения эксцентриситетов  $m_{ef}$  следует определять по табл. Н.4.

7.30 Расчет на устойчивость внецентренно-сжатых элементов постоянного сечения из плоскости действия момента при изгибе их в плоскости наибольшей жесткости ( $J_x > J_y$ ) совпадающей с плоскостью симметрии, следует выполнять по формуле

$$\frac{N}{c\varphi_y AR_y \gamma_y} \leq 1, \quad (54)$$

где  $c$  - коэффициент, вычисляемый согласно требованиям п.7.31;

$\varphi_y$  - коэффициент, вычисляемый согласно требованиям п.7.3.

Таблица 3

Относительный эксцентриситет, соответствующий $M_{max}$	Расчетные значения $M$ при условной гибкости стержня	
	$\bar{\lambda} < 4$	$\bar{\lambda} \geq 4$
$m \leq 3$	$M = M_2 = M_{max} - \frac{\bar{\lambda}}{4}(M_{max} - M_1)$	$M = M_1$
$3 < m \leq 20$	$M = M_2 + \frac{m-3}{17} \times (M_{max} - M_2)$	$M = M_1 + \frac{m-3}{17} \times (M_{max} - M_1)$
<p>где <math>M_{max}</math> - наибольший изгибающий момент в пределах длины стержня;</p> <p><math>M_1</math> - наибольший изгибающий момент в пределах средней трети длины стержня, но не менее <math>0,5M_{max}</math>;</p> <p><math>m</math> - относительный эксцентриситет, определяемый по формуле</p> $m = M_{max} A / (NW_c)$ <p>Примечание. Во всех случаях следует принимать <math>M \geq 0,5M_{max}</math></p>		

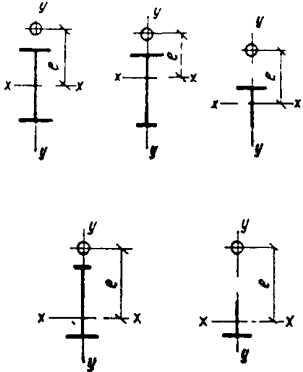
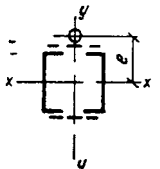
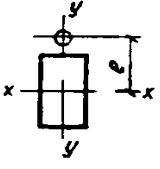
7.31 Коэффициент  $c$  в формуле (54) следует определять:

при значениях относительного эксцентриситета  $m_x \leq 5$  по формуле

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha m_x}, \quad (55)$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  - коэффициенты, принимаемые по табл.4;

Таблица 4

Типы сечений	Значение коэффициентов			
	$\alpha$ при		$\beta$ при	
	$m_x \leq 1$	$1 < m_x \leq 5$	$\lambda_y \leq \lambda_c$	$\lambda_y > \lambda_c$
<p>Открытые</p> 	0,7	$0,65 + 0,05m_x$	1	$\sqrt{\varphi_c / \varphi_y}$
	$1 - 0,3 \frac{J_2}{J_1}$	$1 - (0,35 - 0,05m_x) \frac{J_2}{J_1}$	1	$1 - \left(1 - \sqrt{\frac{\varphi_c}{\varphi_y}}\right) \times$ $\times \left(2 \frac{J_2}{J_1} - 1\right);$ при $J_2/J_1 < 0,5 \beta = 1$
<p>Замкнутые:</p> <p>с решётками (с планками)</p>  <p>сплошные</p> 	0,6	$0,55 + 0,05m_x$	1	$\sqrt{\varphi_c / \varphi_y}$
<p>Обозначения, принятые в табл.4</p> <p><math>J_1, J_2</math> - моменты инерции соответственно большей и меньшей полок относительно оси симметрии сечения <math>y - y</math> ;</p> <p><math>\varphi_c</math> - значения <math>\varphi_y</math> при <math>\lambda_y = \lambda_c = 3,14 \sqrt{E/R_y}</math> .</p> <p>Примечание. Значения коэффициентов <math>\alpha</math> и <math>\beta</math> для сквозных стержней с решётками (или планками) следует принимать как для замкнутых сечений при наличии не менее двух промежуточных диафрагм по длине стержня. В противном случае следует принимать коэффициенты, установленные для стержней открытого двутаврового сечения</p>				

при значениях относительного эксцентриситета  $m_x \geq 10$  по формуле

$$c = \frac{1}{1 + m_x \varphi_y / \varphi_b}, \quad (56)$$

где  $\varphi_b$  - коэффициент, определяемый согласно требованиям п.7.15 и приложения G как для балки с двумя и более закреплениями сжатого пояса;

для замкнутых сечений  $\varphi_b = 1.0$ ;

при значениях относительного эксцентриситета  $5 < m_x < 10$  по формуле

$$c = c_5(2 - 0,2m_x) + c_{10}(0,2m_x - 1), \quad (57)$$

где  $c_5$  определяется по формуле (55) при  $m_x = 5$ , а  $c_{10}$  - по формуле (56) при  $m_x = 10$ .

При определении относительного эксцентриситета  $m_x$  за расчетный момент  $M_x$  следует принимать:

для стержней с шарнирно-опертыми концами, закрепленными от смещения перпендикулярно плоскости действия момента, максимальный момент в пределах средней трети длины (но не менее половины наибольшего по длине стержня момента);

для стержней с одним заземленным, а другим свободным концом - момент в заделке (но не менее момента в сечении, отстоящем на треть длины стержня от заделки).

При гибкости  $\lambda_y > \lambda_c = 3,14\sqrt{E/R_y}$  коэффициент  $c$  не должен превышать:

для стержней замкнутого сечения - единицы;

для стержней двутаврового сечения с двумя осями симметрии - значений, определяемых по формуле

$$c_{\max} = 2 / \left[ 1 + \delta + \sqrt{(1 - \delta)^2 + \frac{16 \left( \frac{M_x}{Nh} \right)^2}{\mu}} \right], \quad (58)$$

где  $\delta = 4\rho/\mu$ ;  $\rho = (J_x + J_y)/(Ah^2)$ ;  $\mu = 2 + 0,156 \frac{J_t}{Ah^2} \lambda_y^2$ ;  $J_t = 0,433 \sum b_i t_i^3$ ,

здесь  $b_i, t_i$  - соответственно ширина и толщина листов, образующих сечение;

$h$  - расстояние между осями поясов;

для двутавровых и тавровых сечений с одной осью симметрии коэффициенты  $c$  не должны превышать значений, определяемых по формуле (Н.1).

7.32 Внецентренно-сжатые элементы, изгибаемые в плоскости наименьшей жесткости ( $J_y < J_x$  и  $e_y \neq 0$ ), при  $\lambda_x > \lambda_y$  следует рассчитывать по формуле (49), а также проверять на устойчивость из плоскости действия момента как центрально-сжатые стержни по формуле

$$\frac{N}{\varphi_x AR_y \gamma_c} \leq 1, \quad (59)$$

где  $\varphi_x$  - коэффициент, принимаемый согласно требованиям п.7.3.

При  $\lambda_x \leq \lambda_y$  проверка устойчивости из плоскости действия момента не требуется.

7.33 В сквозных внецентренно-сжатых стержнях с решетками, расположенными в плоскостях, параллельных плоскости изгиба, кроме расчета на устойчивость стержня в целом по формуле (49) должны быть проверены отдельные ветви как центрально-сжатые стержни по формуле (3).

Продольную силу в каждой ветви следует определять с учетом дополнительного усилия от момента. Значение этого усилия при изгибе в плоскости, перпендикулярной оси  $y$ - $u$  (табл.1), должно быть определено по формулам:  $N_{ad} = M/b$  - для сечений типов 1 и 3;

$N_{ad} = M/2b$  - для сечения типа 2; для сечения типа 3 при изгибе в плоскости, перпендикулярной оси  $x-x$ , усилие от момента  $N_{ad} = 1,16M/b$  (здесь  $b$  - расстояние между осями ветвей).

Отдельные ветви внецентренно-сжатых сквозных стержней с планками следует проверять на устойчивость как внецентренно-сжатые элементы с учетом усилий от момента и местного изгиба ветвей от фактической или условной поперечной силы (как в поясах безраскосной фермы), а также п.7.36 настоящих норм.

7.34 Расчет на устойчивость сплошностенчатых стержней, подверженных сжатию и изгибу в двух главных плоскостях, при совпадении плоскости наибольшей жесткости ( $J_x > J_y$ ) с плоскостью симметрии следует выполнять по формуле

$$\frac{N}{\varphi_{exy} A R_y \gamma_c} \leq 1, \quad (60)$$

где  $\varphi_{exy} = \varphi_{ey} (0,6\sqrt[3]{c} + 0,4\sqrt[4]{c})$ ;

здесь  $\varphi_{ey}$  следует определять согласно требованиям п.7.27 с заменой в формулах  $m$  и  $\lambda$  соответственно на  $m_y$  и  $\lambda_y$ , а  $c$  - согласно требованиям п.7.31.

При вычислении приведенного относительного эксцентриситета  $m_{ef,y} = \eta m_y$  для стержней двутаврового сечения с неодинаковыми полками коэффициент  $\eta$  следует определять как для сечения типа 8 по табл.Н.1.

Если  $m_{ef,y} < m_x$ , то кроме расчета по формуле (60) следует произвести дополнительную проверку по формулам (49) и (54), принимая  $e_y = 0$ .

Значения относительных эксцентриситетов следует определять по формулам:

$$m_x = e_x \frac{A}{W_{cx}} \text{ и } m_y = e_y \frac{A}{W_{cy}}, \quad (61)$$

где  $W_{cx}$  и  $W_{cy}$  - моменты сопротивления сечений для наиболее сжатого волокна относительно осей соответственно  $x-x$  и  $y-y$ .

Если  $\lambda_x > \lambda_y$ , то кроме расчета по формуле (60) следует произвести дополнительную проверку по формуле (49), принимая  $e_y = 0$ .

В случае несовпадения плоскости наибольшей жесткости ( $J_x > J_y$ ) с плоскостью симметрии расчетное значение  $m_x$  следует увеличить на 25%.

7.35 Расчет на устойчивость сквозных стержней из двух сплошностенчатых ветвей, симметричных относительно оси  $y-y$  (рис.7), с решетками в двух параллельных плоскостях, подверженных сжатию и изгибу в обеих главных плоскостях, следует выполнять:

для стержня в целом - в плоскости, параллельной плоскости решеток, согласно требованиям п.7.27, принимая  $e_y = 0$ ;

для отдельных ветвей - как внецентренно-сжатых элементов по формулам (49) и (54), при этом продольную силу в каждой ветви следует определять с учетом усилия от момента  $M_x$  (см.п.7.33), а момент  $M_y$  распределять между ветвями пропорционально их жесткостям (если момент  $M_y$  действует в плоскости одной из ветвей, то следует считать его полностью передающимся на эту ветвь). Гибкость отдельной ветви следует определять при расчете по формуле (49) согласно требованиям п.8.11 настоящих норм, при расчете по формуле (54) - по максимальному расстоянию между узлами решетки.

7.36 Расчет соединительных планок или решеток сквозных внецентренно-сжатых стержней следует выполнять согласно требованиям п.7.9 и 7.10 настоящих норм на попе-

речную силу, равную бóльшему из двух значений: фактической поперечной силе  $Q$  или условной поперечной силе  $Q_{fic}$ , вычисляемой согласно требованиям п.7.8 настоящих норм.

В случае, когда фактическая поперечная сила больше условной, следует, как правило, соединять ветви сквозных внецентренно-сжатых элементов, решетками.

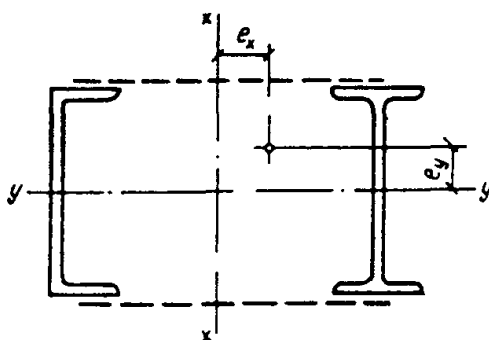


Рис. 7. Сквозное сечение стержня из двух сплошностенчатых ветвей

### Опорные части

7.37 Неподвижные шарнирные опоры с центрирующими прокладками, тангенциальные, а при весьма больших реакциях - балансирующие опоры следует применять при необходимости строго равномерного распределения давления под опорой.

Плоские или катковые подвижные опоры следует применять в случаях, когда нижележащая конструкция должна быть разгружена от горизонтальных усилий, возникающих при неподвижном опирании балки или фермы.

Коэффициент трения в плоских подвижных опорах принимается равным 0,3, в катковых - 0,03.

7.38. Расчет на смятие в цилиндрических шарнирах (цапфах) балансирующих опор следует выполнять (при центральном угле касания поверхностей, равном или большем  $\pi/2$ ) по формуле

$$\frac{F}{1,25rlR_{lp}\gamma_c} \leq 1, \quad (62)$$

где  $F$  - давление (сила) на опору;

$r$  и  $l$  - соответственно радиус и длина шарнира;

$R_{lp}$  - расчетное сопротивление местному смятию при плотном касании, принимаемое согласно требованиям табл. Е.1 настоящих норм.

7.39 Расчет на диаметрально сжатие катков должен производиться по формуле

$$\frac{F}{ndlR_{cd}\gamma_c} \leq 1, \quad (63)$$

где  $n$  - число катков;

$d$  и  $l$  - соответственно диаметр и длина катка;

$R_{cd}$  - расчетное сопротивление диаметральному сжатию катков при свободном касании, принимаемое согласно требованиям табл. Е.1 настоящих норм.



## 8 РАСЧЕТНЫЕ ДЛИНЫ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

### Расчетные длины элементов плоских ферм и связей

8.1 Расчетные длины  $l_{ef}$  элементов плоских ферм и связей, за исключением элементов перекрестной решетки ферм, следует принимать по табл.5.

8.2 Расчетную длину  $l_{ef}$  элемента, по длине которого действуют сжимающие силы  $N_1$  и  $N_2$  ( $N_1 > N_2$ ), из плоскости фермы (рис.8, в, г) следует вычислять по формуле

$$l_{ef} = l_1 \left( 0,75 + 0,25 \frac{N_2}{N_1} \right). \quad (64)$$

Расчет на устойчивость в этом случае следует выполнять на силу  $N_1$

Таблица 5

Направление продольного изгиба	Расчетная длина $l_{ef}$		
	полюсов	опорных раскосов и опорных стоек	прочих элементов решетки
1. В плоскости фермы: а) для ферм, кроме указанных в поз.1,б	$l$	$l$	$0,8l$
б) для ферм из одиночных уголков и ферм с прикреплением элементов решетки к поясам впритык	$l$	$l$	$0,9l$
2. В направлении, перпендикулярном плоскости фермы (из плоскости фермы): а) для ферм, кроме указанных в поз.2,б	$l_1$	$l_1$	$l_1$
б) для ферм с поясами из замкнутых профилей с прикреплением элементов решетки к поясам впритык	$l_1$	$l_1$	$0,9l_1$
Обозначения, принятые в табл. 5 (рис.8): $l$ - геометрическая длина элемента (расстояние между центрами узлов) в плоскости фермы; $l_1$ - расстояние между узлами, закрепленными от смещения из плоскости фермы (поясами ферм, специальными связями, жесткими плитами покрытий, прикрепленными к поясу сварными швами или болтами, и т.п.)			

8.3 Расчетные длины элементов перекрестной решетки, скрепленных между собой (рис.8, д), следует принимать:

в плоскости фермы - равными расстоянию от центра узла фермы до точки их пересечения ( $l_{ef} = l$ );

из плоскости фермы: для сжатых элементов - по табл.6;

для растянутых элементов - равными полной геометрической длине ( $l_{ef} = l_1$ )

8.4 Радиусы инерции  $i$  сечений элементов из одиночных уголков следует принимать:

при расчетной длине элемента, равной  $l$  или  $0,9l$  (где  $l$  - расстояние между ближайшими узлами) - минимальный ( $i = i_{min}$ );

в остальных случаях - относительно оси уголка, перпендикулярной или параллельной плоскости фермы ( $i = i_x$  или  $i = i_y$  в зависимости от направления продольного изгиба).

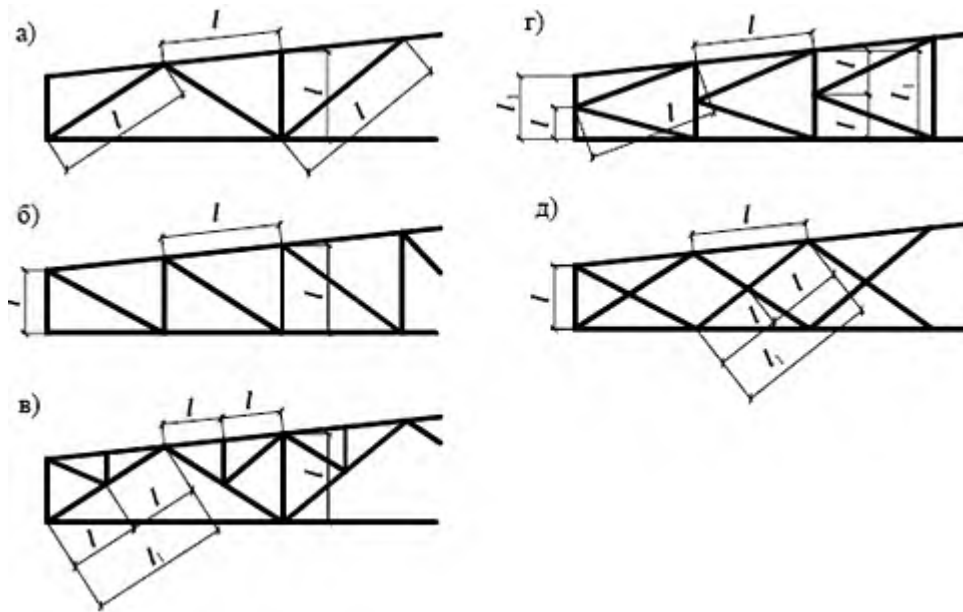


Рис.8. Схемы решеток ферм (обозначения см.табл.5) для определения расчетных длин элементов

а - треугольная со стойками; б - раскосная; в - треугольная со шпренгелем; г - полураскосная треугольная; д - перекрестная;

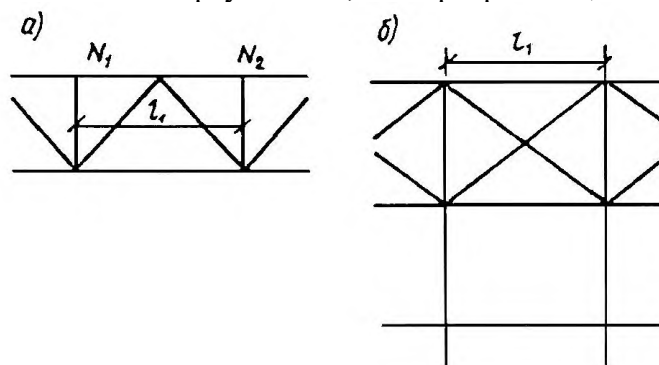


Рис.9. Схемы для определения расчетной длины пояса фермы из плоскости  
а - схема фермы; б - схема связей между фермами (вид сверху)

Таблица 6

Конструкция узла пересечения элементов решетки	Расчетная длина $l_{ef}$ из плоскости фермы при поддерживающем элементе		
	растянутом	неработающем	сжатом
Оба элемента не прерываются	$l$	$0,7l_1$	$l_1$
Поддерживающий элемент прерывается и перекрывается фасонкой: рассматриваемый элемент не прерывается;	$0,7l_1$	$l_1$	$1,4l_1$
рассматриваемый элемент прерывается и перекрывается фасонкой;	$0,7l_1$	—	—
Обозначения, принятые в табл.6 (рис. 8, д): $l$ - расстояние от центра узла фермы до пересечения элементов; $l_1$ - полная геометрическая длина элемента.			

### Расчетные длины элементов пространственных решетчатых конструкций

8.5 Расчетные длины  $l_{ef}$  и радиусы инерции сечений  $i$  сжатых и ненагруженных элементов из одиночных уголков при определении гибкости следует принимать по табл.7.

Расчетные длины  $l_{ef}$  и радиусы инерции  $i$  растянутых элементов из одиночных уголков при определении гибкости следует принимать:

для поясов - по табл.7;

для перекрестных раскосов по рис.10, а, д, е:

в плоскости грани - равными длине  $l_d$  и радиусу инерции  $i_{min}$ ;

из плоскости грани - полной геометрической длине раскоса  $L_d$ , равной расстоянию между узлами прикрепления к поясам, и радиусу инерции  $i_x$  относительно оси, параллельной плоскости грани;

для раскосов по рис.10, б, в, г - равными длине  $l_d$  и радиусу инерции  $i_{min}$ .

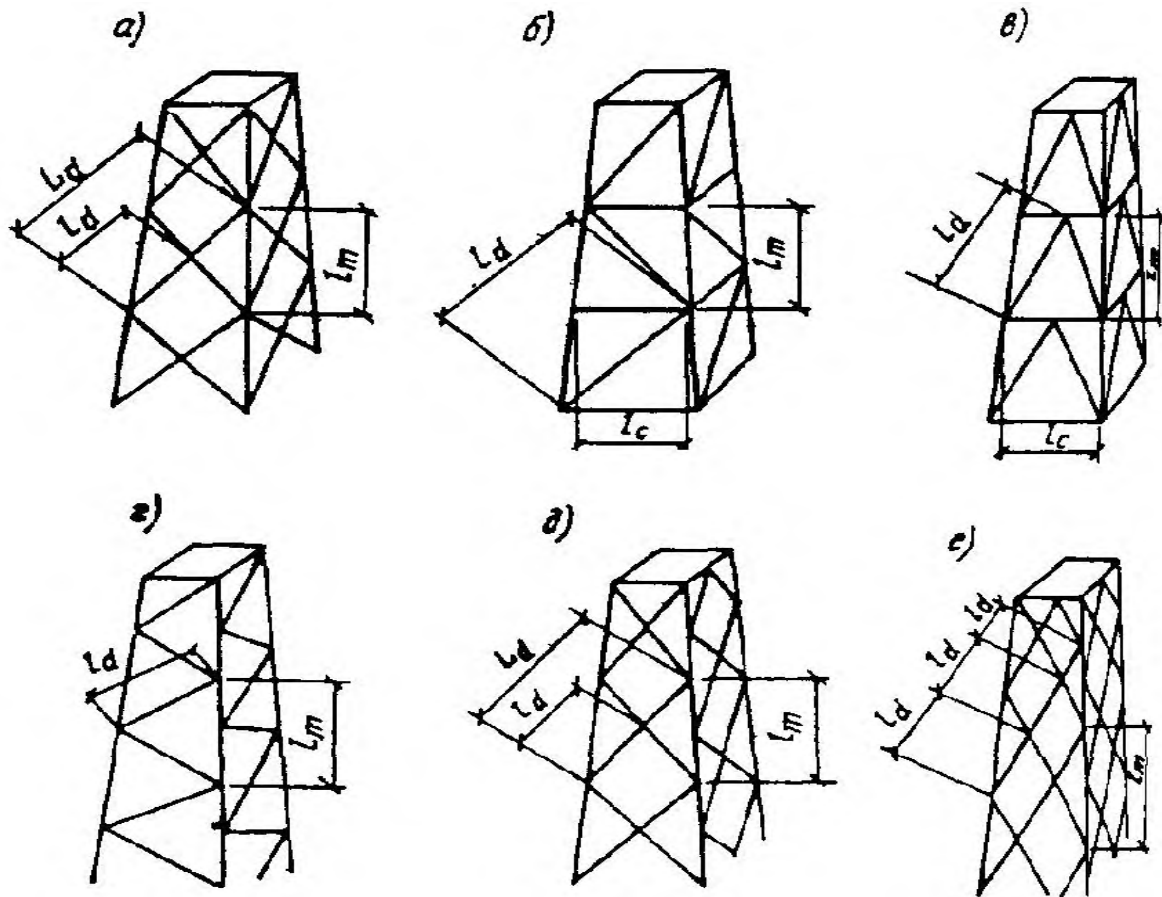


Рис.10. Схемы пространственных решетчатых конструкций  
а, б, в - с совмещенными в смежных гранях узлами; г, д, е - с несовмещенными в смежных  
гранях узлами

Таблица 7

Элементы	$l_{ef}$	$i$
Пояса: по рис.10, а, б, в по рис.10, г, д, е	$l_m$ $1,14l_m$	$i_{min}$ $i_x$ ИЛИ $i_y$
Раскосы: по рис.10, б, в, г по рис.10, а, д по рис.10, е	$\mu_d l_d$ $\mu_d l_{dc}$ $l_d$	$i_{min}$ $i_{min}$ $i_{min}$
Распорки: по рис.10, б по рис.10, в	$0,8l_c$ $0,65l_c$	$i_{min}$ $i_{min}$
<p>где <math>l_{dc}</math> - условная длина раскоса, принимаемая по табл.8  <math>\mu_d</math> - коэффициент расчетной длины раскоса, принимаемый по табл.9</p> <p>Примечания:  1. Раскосы по рис.10, а, д, е в точках пересечения должны быть скреплены между собой.  2. Для раскосов по рис.10, е необходима дополнительная проверка их из плоскости грани с учетом расчета по деформированной схеме.  3. Значение <math>l_{ef}</math> для распорок по рис.10, в дано для равнополочных уголков</p>		

Таблица 8

Конструкция узла пересечения элементов решетки	Условная длина раскоса $l_{dc}$ при поддерживающем элементе		
	растянутом	неработающем	сжатом
Оба элемента не прерываются	$l_d$	$1,3l_d$	$0,8L_d$
Поддерживающий элемент прерывается и перекрывается фасонкой; рассматриваемый элемент не прерывается: в конструкциях по рис. 10, а в конструкциях по рис. 10, д: при $1 < n \leq 3$ при $n > 3$	$1,3l_d$	$1,6l_d$	$L_d$
	$(1,75 - 0,15n) l_d$	$(1,9 - 0,1n) l_d$	$L_d$
	$1,3l_d$	$1,6l_d$	$L_d$
Узел пересечения элементов закреплен от смещения из плоскости грани (диафрагмой и т.п.)	$l_d$	$l_d$	$l_d$
<p>где <math>L_d</math> - длина раскоса по рис.10, а, д</p> $n = \frac{J_{m,min} l_d}{J_{d,min} l_m}$ <p>где <math>J_{m,min}</math> и <math>J_{d,min}</math> - наименьшие моменты инерции сечения соответственно пояса и раскоса.</p>			

Таблица 9

Прикрепление элемента к поясам	$n$	Значение $\mu_d$ при $\frac{l}{i_{\min}}$ , равном		
		до 60	св. 60 до 160	св. 160
Сварными швами, болтами (не менее двух), расположенными вдоль элемента, без фасонки	до 2	1,14	$0,54 + 36 \frac{i_{\min}}{l}$	0,765
	св. 6	1,04	$0,56 + 28,8 \frac{i_{\min}}{l}$	0,74
Одним болтом без фасонки	независимо от $n$	1,12	$0,64 + 28,8 \frac{i_{\min}}{l}$	0,82

Обозначения, принятые в табл.9:  
 $n$  - см. табл.8;  
 $l$  - длина, принимаемая;  
 $l_d$  - по рис.10, б, в, г;  $l_{dc}$  - по табл.8 (для элементов - по рис.10, а, д).

Примечания:  
1. Значения  $\mu_d$  при значениях  $n$  от 2 до 6 следует определять линейной интерполяцией.  
2. При креплении одного конца раскоса к поясу без фасонки сваркой или болтами, а второго конца через фасонку, коэффициент расчетной длины раскоса следует принимать равным  $0,5(1 + \mu_d)$ ; при креплении обоих концов раскоса через фасонки -  $\mu_d = 1,0$ .  
3. Концы раскосов по рис.10, в следует крепить, как правило, без фасонки. В этом случае при их креплении к распорке и поясу сварными швами или болтами (не менее двух), расположенными вдоль раскоса, значение коэффициента  $\mu_d$  следует принимать по строке при значении  $n$  «До 2». В случае крепления их концов одним болтом значение коэффициента  $\mu_d$  следует принимать по строке «Одним болтом без фасонки», при вычислении значения  $l_{ef}$  по табл.7 вместо  $\mu_d$  следует принимать  $0,5(1 + \mu_d)$ .

8.6 При определении гибкостей  $\lambda = l_{ef} / i$  сжатых и растянутых стержней из одиночных равнополочных уголков расчетные длины  $l_{ef}$  уголков и их радиусы инерции  $i$  в случаях, не оговоренных в п.8.5 следует принимать в соответствии с табл.10 и рис.11.

При креплении раскосов с помощью фасонки коэффициенты расчетной длины раскосов необходимо определять по примеч.2 к табл.9.

Для элементов шпренгелей расчетные длины  $l_{ef}$  и радиусы инерции  $i$  следует определять как для основных раскосов.

8.7 Расчетные длины диагональных пересекающихся элементов диафрагмы из одиночных уголков, если один элемент сжат, а другой растянут, принимаются равными половине длины диагонали, а расчетный радиус инерции  $i = i_{\min}$ .

Если оба элемента сжаты, расчетная длина равна полной длине элемента, а  $i = i_x$

8.8 При определении расчетных длин элементов решетки опор из одиночных равнополочных уголков и их расчетных радиусов инерции в случаях, не рассмотренных в пп.8.6 и 8.7, необходимо учитывать следующие условия:

если стержень закреплен только по концам, расчетная длина принимается равной геометрической, а расчетный радиус инерции  $i = i_{\min}$ ;

если стержень имеет промежуточные крепления, препятствующие перемещениям закрепляемых точек в плоскости как одной, так и второй полки, расчетная длина принимается равной максимальному расстоянию между креплениями, а расчетный радиус инерции  $i = i_{\min}$ ;

Таблица 10

Элементы опор	$l_{ef}$	$i$
Пояса по рис.11, а-д	$l_m$	$i_{min}$
Раскосы:		
по рис.11, а, з, д (раскосы $P_1$ и $P_2$ )	$l_d$	$i_{min}$
по рис.11, б, в; черт.2, з, д (раскос $P_3$ )	$l_d$	$i_x$
Распорки:		
по рис.11, а, б, з, д	$0,9 l_c$	$i_{min}$
по рис.11, в	$l_c$	$i_{min}$

Примечание. Приведенные рекомендации по определению  $l_{ef}$  и  $i$  для раскосов по черт.2, в относятся к случаю, когда один раскос сжат, а другой растянут

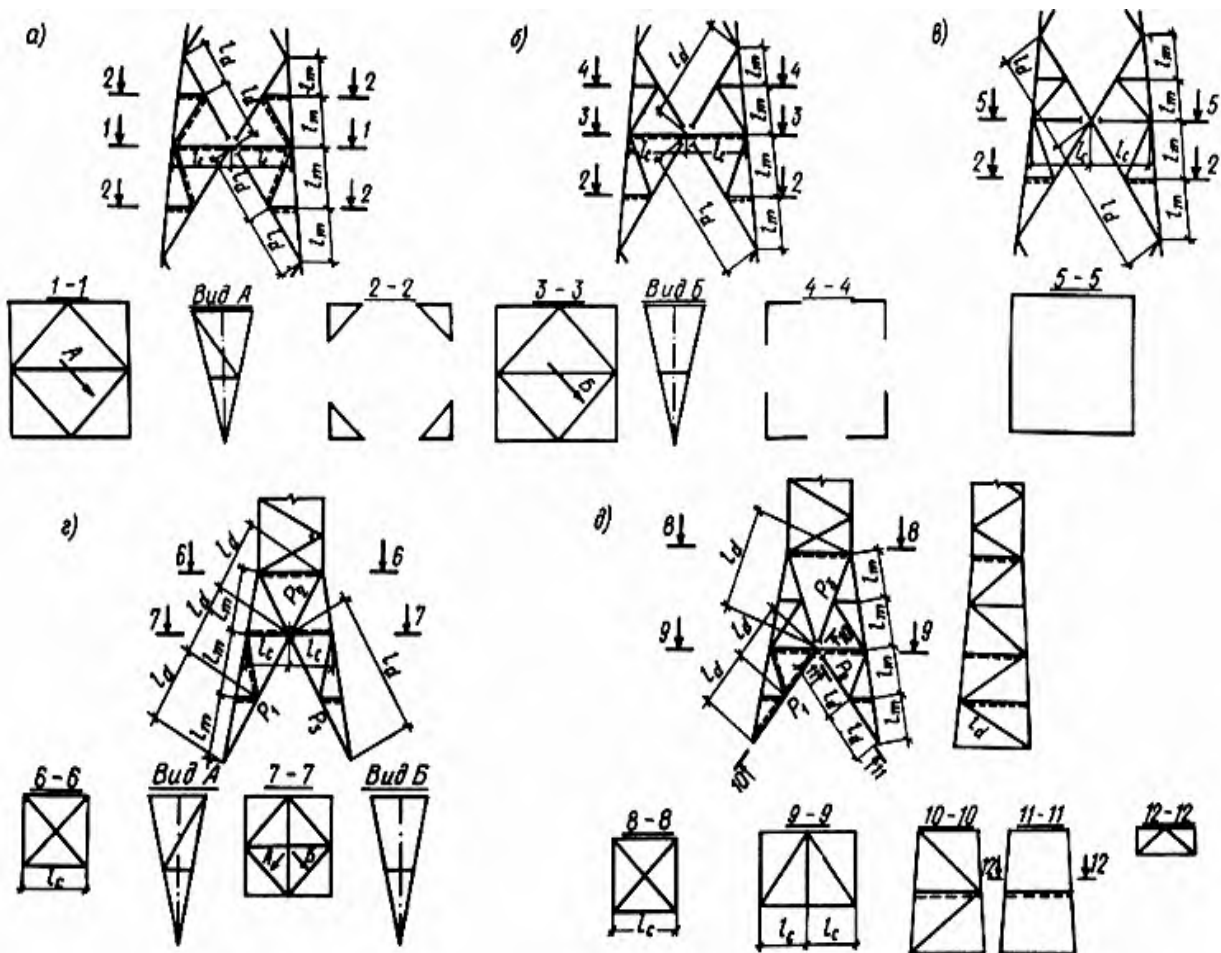


Рис.11. Схемы шпренгельной решетки

а - с раскреплением раскоса из плоскости грани средней части опоры; б - без раскрепления раскоса из плоскости грани средней части опоры; в - без диафрагмы в средней части опоры; г - с ромбической решетчатой диафрагмой в нижней части опоры; д - с треугольной решетчатой диафрагмой в нижней части опоры

если промежуточные закрепления препятствуют перемещениям закрепляемых точек только в плоскости одной полки, расчетная длина принимается равной расстоянию между концевыми закреплениями, а расчетный радиус инерции  $i = i_x$ ;

если одно промежуточное закрепление препятствует перемещению в плоскости только одной полки и делит закрепляемый стержень на участки неравной длины, необходимо выполнить две проверки устойчивости стержня:

а) в плоскости нераскрепленной полки, принимая расчетную длину равной расстоянию между концевыми закреплениями, при этом расчетный радиус инерции  $i = i_x$ ;

б) на длине, равной максимальному расстоянию от промежуточного закрепления до концевого, при этом расчетный радиус инерции  $i = i_{min}$ .

8.9 Расчетные длины  $l_{ef}$  и радиус инерции  $i$  элементов из труб или парных уголков следует принимать согласно требованиям подраздела «Расчетные длины элементов плоских ферм и связей».

### Расчетные длины элементов структурных конструкций

8.10 Расчетные длины  $l_{ef}$  элементов структурных конструкций следует принимать по табл.11.

Радиусы инерции сечений  $i$  элементов структурных конструкций при определении гибкости следует принимать:

для сжато-изгибаемых элементов относительно оси, перпендикулярной или параллельной плоскости изгиба ( $i = i_x$  или  $i = i_y$ );

в остальных случаях - минимальными ( $i = i_{min}$ )

### Расчетные длины колонн (стоек)

8.11 Расчетные длины  $l_{ef}$  колонн стоек постоянного сечения или отдельных участков ступенчатых колонн следует определять по формуле

$$l_{ef} = \mu l, \quad (65)$$

где  $l$  - длина колонны, отдельного участка ее или высота этажа;

$\mu$  - коэффициент расчетной длины.

8.12 Коэффициенты расчетной длины  $\mu$  колонн и стоек постоянного сечения следует принимать в зависимости от условий закрепления их концов и вида нагрузки. Для некоторых случаев закрепления и вида нагрузки значения  $\mu$  приведены в табл. J.6

8.13 Коэффициенты расчетной длины  $\mu$  колонн постоянного сечения в плоскости рамы при жестком креплении ригелей к колоннам следует определять для свободных и несвободных рам при одинаковом нагружении верхних узлов по формулам табл.12;

Для одноэтажных рам в формуле (67) и многоэтажных в формулах (68), (69) и (75) при шарнирном креплении нижних или верхних ригелей к колоннам принимаются  $p = 0$  или  $n = 0$  ( $J_i = 0$  или  $J_s = 0$ ), при жестком креплении  $p = 50$  или  $n = 50$  ( $J_i = \infty$  или  $J_s = \infty$ ). При этом коэффициент  $\mu$  в формуле (67) принимается равным двум, а формулы (68), (69) для свободных рам и (75) для несвободных рам могут быть упрощены (см. частные случаи табл.12).

При отношении  $H / B > 6$  (где  $H$  - полная высота многоэтажной рамы,  $B$  - ширина рамы) должна быть проверена общая устойчивость рамы в целом как составного стержня, защемленного в основании.

8.14 Коэффициент расчетной длины  $\mu$  наиболее нагруженной колонны в плоскости одноэтажной свободной рамы здания при неравномерном нагружении верхних узлов и

наличии жесткого диска покрытия или продольных связей по верху всех колонн следует определять по формуле

$$\mu_{ef} = \mu \sqrt{J_c \sum N_i / (N_c \sum J_i)} \geq 0,7, \quad (78)$$

где  $\mu$  - коэффициент расчетной длины проверяемой колонны, вычисленный по табл.12;  
 $J_c$  и  $N_c$  - соответственно момент инерции сечения и усилие в наиболее нагруженной колонне рассматриваемой рамы;

$\sum N_i$ ,  $\sum J_i$  - соответственно сумма расчетных усилий и моментов инерции сечений всех колонн рассматриваемой рамы и четырех соседних рам (по две с каждой стороны);

все усилия  $N_i$  следует находить при той же комбинации нагрузок, которая вызывает усилие в проверяемой колонне.

Таблица 11

Элементы структурных конструкций	Расчетная длина $l_{ef}$
1. Кроме указанных в поз. 2 и 3	$l$
2. Неразрезные (не прерывающиеся в узлах) пояса и прикрепляемые в узлах сваркой впритык к шаровым или цилиндрическим узловым элементам	$0,85l$
3. Из одиночных уголков, прикрепляемых в узлах одной полкой:	
а) сварными швами или болтами (не менее двух), расположенными вдоль элемента, при $l / i_{min}$ :	
до 90	$l$
св. 90 до 120	$0,9l$
св.120 до 150 (только для элементов решетки)	$0,75l$
св. 150 до 200 (только для элементов решетки)	$0,7l$
б) одним болтом при $l / i_{min}$ :	
до 90	$l$
св. 90 до 120	$0,95l$
св.120 до 150 (только для элементов решетки)	$0,85l$
св. 150 до 200 (только для элементов решетки)	$0,8l$
где $l$ - геометрическая длина элемента (расстояние между узлами структурной конструкции).	

8.15 Коэффициенты расчетной длины  $\mu$  отдельных участков ступенчатых колонн в плоскости рамы следует определять согласно прил.Ж.

При определении коэффициентов расчетной длины  $\mu$  для ступенчатых колонн рам одноэтажных производственных зданий разрешается:

не учитывать влияние степени загрузки и жесткости соседних колонн;

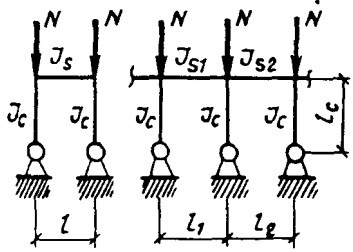
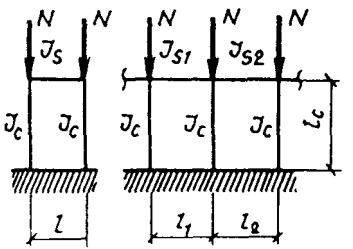
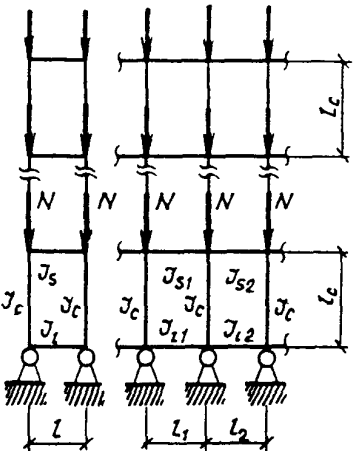
определять расчетные длины колонн лишь для комбинации нагрузок, дающей наибольшие значения продольных сил на отдельных участках колонн, и получаемые значения  $\mu$  использовать для других комбинаций нагрузок;

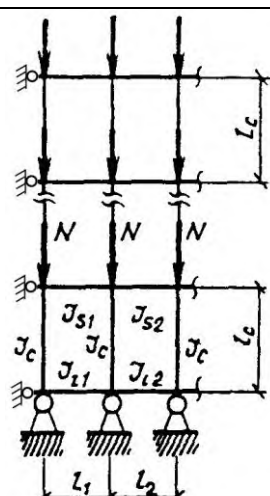
для многопролетных рам (с числом пролетов два и более) при наличии жесткого диска покрытия или продольных связей, связывающих по верху все колонны и обеспечивающих пространственную работу сооружения, определять расчетные длины колонн как для стоек, неподвижно закрепленных на уровне ригелей;

для одноступенчатых колонн при соблюдении условий  $l_2 / l_1 \leq 0,6$  и  $N_1 / N_2 \geq 3$  принимать значения  $\mu$  по табл.13.



Таблица 12

Расчетные схемы свободных рам	Формулы для определения коэффициента $\mu$	Коэффициенты $n$ и $p$ для рам	
		однопролетных	многопролетных ( $k \geq 2$ )
Свободные рамы			
	$\mu = 2\sqrt{1 + \frac{0,38}{n}} \quad (66)$	$n = \frac{J_s l_c}{J_c l}$	$n = \frac{k(n_1 + n_2)}{k + 1}$
	$\mu = \sqrt{\frac{n + 0,56}{n + 0,14}} \quad (67)$		
	<p style="text-align: center;">при <math>n \leq 0,2</math></p> $\mu = \frac{(p + 0,68)\sqrt{n + 0,22}}{\sqrt{0,68 p(p + 0,9)(n + 0,08) + 0,1n}}; \quad (68)$ <p style="text-align: center;">при <math>n &gt; 0,2</math></p> $\mu = \frac{(p + 0,63)\sqrt{n + 0,28}}{\sqrt{pn(p + 0,9) + 0,1n}} \quad (69)$	Верхний этаж	
		$n = \frac{J_s l_c}{J_c l};$	$n = \frac{2k(n_1 + n_2)}{k + 1};$
		$p = \frac{J_i l_c}{2J_c l}$	$p = \frac{k(p_1 + p_2)}{k + 1}$
		Средний этаж	
$n = \frac{J_s l_c}{2J_c l};$	$n = \frac{k(n_1 + n_2)}{k + 1};$		
$p = \frac{J_i l_c}{2J_c l}$	$p = \frac{k(p_1 + p_2)}{k + 1}$		
Нижний этаж			
$n = \frac{J_s l_c}{2J_c l};$	$n = \frac{k(n_1 + n_2)}{k + 1};$		
$p = \frac{J_i l_c}{J_c l}$	$p = \frac{2k(p_1 + p_2)}{k + 1}$		
Частные случаи	$\mu = 2,15\sqrt{\frac{n + 0,22}{n}} \quad (70)$	$0,03 \leq n \leq 0,2$	$p = 0$
	$\mu = 2,0\sqrt{\frac{n + 0,28}{n}} \quad (71)$	$n > 0,2$	
	$\mu = \frac{(p + 0,63)}{\sqrt{p(p + 0,9) + 0,1}} \quad (72)$	$n = 50$	$0,03 < p < 50$
	$\mu = 1,21\sqrt{\frac{n + 0,22}{n + 0,08}} \quad (73)$	$0,03 \leq n \leq 0,2$	$p = 50$
	$\mu = \sqrt{\frac{n + 0,28}{n}} \quad (74)$	$n > 0,2$	

Расчетные схемы свободных рам	Формулы для определения коэффициента $\mu$	Коэффициенты $n$ и $p$ для рам					
		однопролетных	многопролетных ( $k \geq 2$ )				
Несвободные рамы							
	$\mu = \sqrt{\frac{1 + 0,46(p + n) + 0,18pn}{1 + 0,93(p + n) + 0,71pn}} \quad (75)$	Верхний этаж					
		$n = n_1;$ $p = 0,5p_1$		$n = n_1 + n_2;$ $p = 0,5(p_1 + p_2)$			
		Средний этаж		$n = 0,5n_1;$ $p = 0,5p_1$		$n = 0,5(n_1 + n_2);$ $p = 0,5(p_1 + p_2)$	
		Нижний этаж		$n = 0,5n_1;$ $p = p_1$		$n = 0,5(n_1 + n_2);$ $p = p_1 + p_2$	
Частные случаи	$\mu = \sqrt{\frac{1 + 0,46n}{1 + 0,93n}} \quad (76)$		$p = 0$				
	$\mu = \sqrt{\frac{1 + 0,39n}{2 + 1,54n}} \quad (77)$		$p = 50$				
<p>Обозначения, принятые в табл.12:</p> <p><math>J_{s1}, J_{s2}</math> и <math>J_{i1}, J_{i2}</math> – моменты инерции сечения ригелей, примыкающих соответственно к верхнему и нижнему концу проверяемой колонны;</p> <p><math>J_c, l_c</math> – соответственно момент инерции сечения и длина проверяемой колонны;</p> <p><math>l, l_1, l_2</math> – пролеты рамы;</p> <p><math>k</math> – число пролетов;</p> $n_1 = \frac{J_{s1}l_c}{J_c l_1}; n_2 = \frac{J_{s2}l_c}{J_c l_2}; p_1 = \frac{J_{i1}l_c}{J_c l_1}; p_2 = \frac{J_{i2}l_c}{J_c l_2}$							
<p>Примечание:</p> <p>1. Для крайней колонны свободной многопролетной рамы коэффициент <math>\mu</math> следует определять при значениях <math>p</math> и <math>n</math> как для колонн однопролетной рамы.</p> <p>2. В формуле (75) <math>p</math> и <math>n</math> в одноэтажной однопролетной раме принимаются равными:</p> $p = \frac{J_{il_c}}{J_c l}; n = \frac{J_{sl_c}}{J_c l};$							

8.16 Расчетные длины колонн в направлении вдоль здания (из плоскости рам) следует принимать равными расстояниям между закрепленными от смещения из плоскости рамы точками (опорами колонн, подкрановых балок и подстропильных ферм; узлами креплений связей и ригелей и т.п.). Расчетные длины допускается определять на основе расчетной схемы, учитывающей фактические усилия закрепления концов колонн.

8.17 Расчетную длину ветвей плоских опор транспортерных галерей следует принимать равной:

в продольном направлении галереи - высоте опоры (от низа базы до оси нижнего пояса фермы или балки), умноженной на коэффициент  $\mu$ , определяемый как для стоек постоянного сечения в зависимости от условий закрепления их концов;

в поперечном направлении (в плоскости опоры) - расстоянию между центрами узлов, при этом должна быть также проверена общая устойчивость опоры в целом как составного стержня, заземленного в основании и свободного вверху.

8.18 Предельные гибкости сжатых и растянутых элементов следует принимать по приложению К.

Таблица 13

Условия закрепления верхнего конца колонны	Коэффициенты $\mu$ для участка колонны		
	нижнего при $J_2/J_1$ , равном		верхнего
	св. 0,1 до 0,3	св. 0,05 до 0,1	
Свободный конец	2,5	3,0	3,0
Конец, закрепленный только от поворота	2,0	2,0	3,0
Неподвижный, шарнирно опертый конец	1,6	2,0	2,5
Неподвижный, закрепленный от поворота конец	1,2	1,5	2,0

где  $l_1; J_1; N_1$  - соответственно длина нижнего участка колонны, момент инерции сечения и действующая на этом участке продольная сила;  
 $l_2; J_2; N_2$  - то же, верхнего участка колонны.

## 9 ПРОВЕРКА УСТОЙЧИВОСТИ СТенок И ПОЯСНЫХ ЛИСТОВ ИЗГИБАЕМЫХ И СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

### Стенки балок

9.1 Стенки балок для обеспечения их устойчивости следует укреплять: поперечными основными ребрами, поставленными на всю высоту стенки; поперечными основными и продольными ребрами; поперечными основными и промежуточными короткими ребрами и продольным ребром (при этом промежуточные короткие ребра следует располагать между сжатым поясом и продольным ребром).

Прямоугольные отсеки стенки (пластинки), заключенные между поясами и соседними поперечными основными ребрами жесткости, следует рассчитывать на устойчивость. При этом расчетными размерами проверяемой пластинки являются:

$a$  - расстояние между осями поперечных основных ребер;

$h_{ef}$  - расчетная высота стенки (рис.12), равная в балках, составленных из прокатных профилей - расстоянию между началами внутренних закруглений, в сварных балках полной высоте стенки, в балках с поясными соединениями на высокопрочных болтах - расстоянию между ближайшими к оси балки краями поясных уголков, в гнутых профилях (рис.13) - расстоянию между краями выкружек;

$t$  - толщина стенки.

9.2 Расчет на устойчивость стенок балок следует выполнять с учетом всех компонентов напряженного состояния ( $\sigma$ ,  $\tau$  и  $\sigma_{loc}$ ).

Напряжения  $\sigma$ ,  $\tau$  и  $\sigma_{loc}$  следует вычислять в предположении упругой работы материала по сечению брутто без учета коэффициента  $\phi_b$ .

9.3 Сжимающее напряжение  $\sigma$  у расчетной границы стенки, принимаемое со знаком «плюс», и среднее касательное напряжение  $\tau$  следует вычислять по формулам:

$$\sigma = \frac{M}{J_x} y; \quad (79)$$

$$\tau = \frac{Q}{th}; \quad (80)$$

где  $h$  - полная высота стенки;

$M$  и  $Q$  - средние значения соответственно момента и поперечной силы в пределах отсека;

если длина отсека больше его расчетной высоты, то  $M$  и  $Q$  следует вычислять для более напряженного участка с длиной, равной высоте отсека;

если в пределах отсека момент или поперечная сила меняют знак, то их средние значения следует вычислять на участке отсека с одним знаком.

Местное напряжение  $\sigma_{loc}$  в стенке под сосредоточенной нагрузкой следует определять согласно требованиям п.7.13 и п.15.38 (при  $\gamma_{fl} = 1,1$ ) настоящих норм.

В отсеках, где сосредоточенная нагрузка приложена к растянутому поясу, одновременно должны быть учтены только два компонента напряженного состояния:  $\sigma$  и  $\tau$  или  $\sigma_{loc}$  и  $\tau$ .

Односторонние поясные швы следует применять в балках, в которых при проверке устойчивости стенок значения левой части формулы (81) не превышают  $0,9\gamma_c$  при  $\bar{\lambda}_w < 3,8$  и  $\gamma_c$  при  $\bar{\lambda}_w \geq 3,8$ .

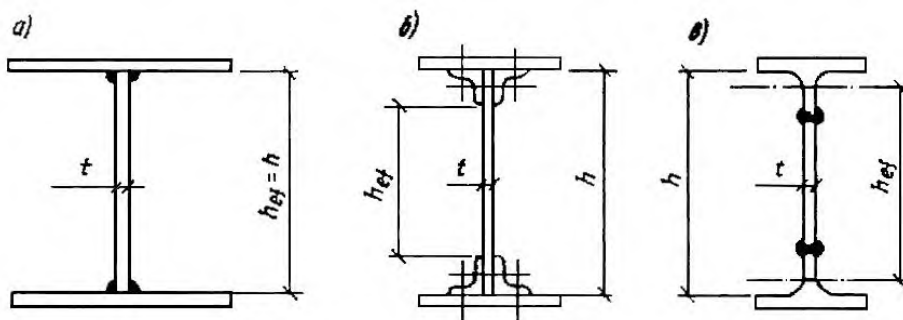


Рис.12. Расчетная высота стенки составной балки

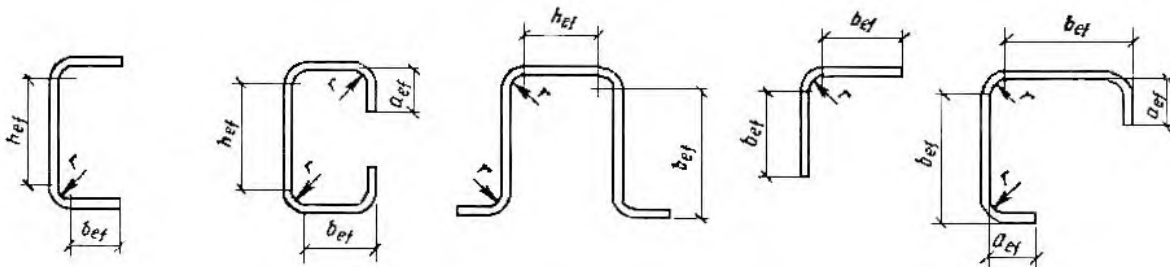


Рис. 13. Схемы поперечных сечений гнутых профилей

9.4 Устойчивость стенок балок не требуется проверять, если при выполнении условий по формуле (29) условная гибкость стенки

$$\bar{\lambda}_w = \frac{h_{ef}}{t} \sqrt{\frac{R_y}{E}} \text{ не превышает значений:}$$

3,5 - при отсутствии местного напряжения в балках с двусторонними поясными швами;

3,2 - то же, в балках с односторонними поясными швами;

2,5 - при наличии местного напряжения в балках с двусторонними поясными швами.

При этом следует устанавливать поперечные основные ребра жесткости согласно требованиям п.п. 9.10; 9.12. и 9.13.

9.5 Расчет на устойчивость стенок балок симметричного сечения, укрепленных только поперечными основными ребрами жесткости, при отсутствии местного напряжения ( $\sigma_{loc} = 0$ ) и условной гибкости стенки  $\bar{\lambda}_w \leq 6$  следует выполнять по формуле

$$\sqrt{(\sigma/\sigma_{cr})^2 + (\tau/\tau_{cr})^2} / \gamma_c \leq 1, \quad (81)$$

где  $\gamma_c$  - коэффициент, принимаемый по приложению F настоящих норм;

$$\sigma_{cr} = \frac{c_{cr} R_y}{\bar{\lambda}_w^2}; \quad (82)$$

$$\tau_{cr} = 10,3 \left( 1 + \frac{0,76}{\mu^2} \right) \frac{R_s}{\bar{\lambda}_{ef}^2}. \quad (83)$$

В формуле (82) коэффициент  $c_{cr}$  следует принимать:

для сварных балок - по табл. 14 в зависимости от значения коэффициента  $\delta$ :

Таблица 14

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

$$\delta = \beta \frac{b_f}{h_{ef}} \left( \frac{t_f}{t} \right)^3, \quad (84)$$

где  $b_f$  и  $t_f$  - соответственно ширина и толщина сжатого пояса балки;

$\beta$  - коэффициент, принимаемый по табл.15; для балок на высокопрочных болтах  $c_{cr} = 35,2$ .

Таблица 15

Балки	Условия работы сжатого пояса	$\beta$
Подкрановые	Крановые рельсы не приварены	2
	Крановые рельсы приварены	$\infty$
Прочие	При непрерывном опирании плит	$\infty$
	В прочих случаях	0,8

Примечание. Для отсеков подкрановых балок, где сосредоточенная нагрузка приложена к растянутому поясу, при вычислении коэффициента  $\delta$  следует принимать  $\beta = 0,8$ .

В формуле (83)

$$\bar{\lambda}_{ef} = \frac{d}{t} \sqrt{\frac{R_y}{E}},$$

где  $d$  - меньшая из сторон пластинки ( $h_{ef}$  или  $a$ );  
 $\mu$  - отношение большей стороны пластинки к меньшей.

9.6 Расчет на устойчивость стенок балок симметричного сечения с учетом развития пластических деформаций при отсутствии местного напряжения ( $\sigma_{loc} = 0$ ) и при  $\tau \leq 0,9R_s$ ,  $A_f/A_w \geq 0,25$ ;  $2,2 < \bar{\lambda}_w \leq 6$  следует выполнять по формуле

$$M/h^2_{ef} t (A_f/A_w + \alpha) R_y \gamma_c \leq 1, \quad (85)$$

где  $\alpha = 0,24 - 0,15(\tau/R_s)^2 - 8,5 \cdot 10^{-3}(\bar{\lambda}_w - 2,2)^2$ ,

здесь  $\gamma_c$  следует принимать по приложению F, а  $\tau$  - определять по формуле (80).

9.7 Расчет на устойчивость стенок балок симметричного сечения, укрепленных только поперечными основными ребрами жесткости (рис.14), при наличии местного напряжения ( $\sigma_{loc} \neq 0$ ) следует выполнять по формуле

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_{cr}} + \frac{\sigma_{loc}}{\sigma_{loc,cr}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2} / \gamma_c \leq 1, \quad (86)$$

где  $\gamma_c$  - следует принимать по приложению F настоящих норм;

$\sigma$ ;  $\sigma_{loc}$ ;  $\tau$  - определять согласно требованиям п. 9.2;

$\tau_{cr}$  - определять по формуле (83)

Значения  $\sigma_{cr}$  и  $\sigma_{loc,cr}$  в формуле (86) следует определять:

а) при  $a/h_{ef} \leq 0,8$   $\sigma_{cr}$  - по формуле (82);

$$\sigma_{loc,cr} = \frac{c_1 R_y}{\bar{\lambda}^2 a}, \quad (87)$$

где  $c_1$  - коэффициент, принимаемый для сварных балок по табл.16 в зависимости от отношения  $a/h_{ef}$  и значения  $\delta$ , вычисляемого по формуле (84), а для балок на высокопрочных болтах - по табл.17;

$$\bar{\lambda}_a = \frac{a}{t} \sqrt{R_y/E}$$

Если нагружен растянутый пояс, то при расчете стенки с учетом только  $\sigma_{loc}$  и  $\tau$  при определении коэффициента  $\delta$  по формуле (84) за  $b_f$  и  $t_f$  следует принимать соответственно ширину и толщину нагруженного растянутого пояса;

Таблица 16

$\delta$	Значения $c_1$ , для сварных балок при $a/h_{ef}$ , равном								
	$\leq 0,5$	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	$\geq 2,0$
$\leq 1$	11,5	12,4	14,8	18,0	22,1	27,1	32,6	38,9	45,6
2	12,0	13,0	16,1	20,4	25,7	32,1	39,2	46,5	55,7
4	12,3	13,3	16,6	21,6	28,1	36,3	45,2	54,9	65,1
6	12,4	13,5	16,8	22,1	29,1	38,3	48,7	59,4	70,4
10	12,4	13,6	16,9	22,5	30,0	39,7	51,0	63,3	76,5
$\geq 30$	12,5	13,7	17,0	22,9	31,0	41,6	53,8	68,2	83,6

Таблица 17

$a/h_{ef}$	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

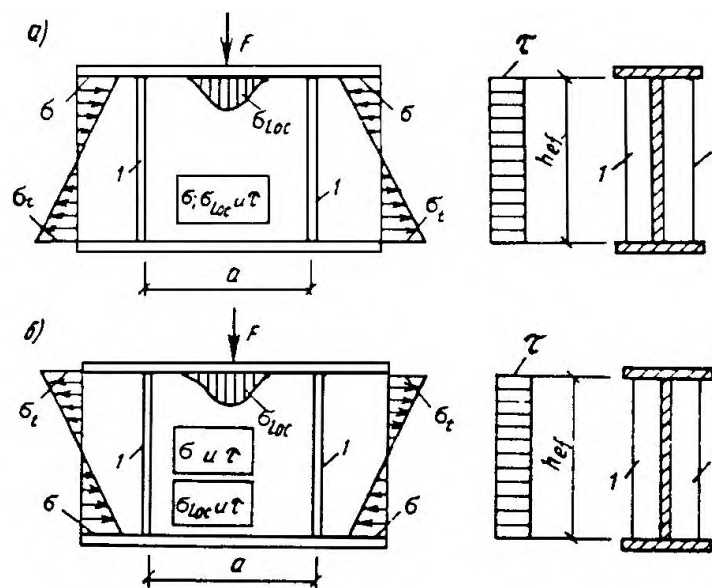


Рис.14. Схема балки, укрепленной поперечными основными ребрами жесткости  
 а - сосредоточенная нагрузка  $F$  приложена к сжатому поясу; б - то же, к растянутому поясу

б) при  $a/h_{ef} > 0,8$  и отношении  $\sigma_{loc}/\sigma$  больше значений, указанных в табл.18,  $\sigma_{cr}$  - по формуле

$$\sigma_{cr} = \frac{c_2 R_y}{\lambda_w^2} \quad (88)$$

где  $c_2$  - коэффициент, определяемый по табл.19;

$\sigma_{loc,cr}$  - по формуле (87), в которой при  $a/h_{ef} > 2$  следует принимать  $a = 2h_{ef}$ ;

в) при  $a/h_{ef} > 0,8$  и отношении  $\sigma_{loc}/\sigma$  не более значений, указанных в табл. 18:

$\sigma_{cr}$  - по формуле (82)

$\sigma_{loc,cr}$  - по формуле (87), но с подстановкой  $0,5a$  вместо  $a$  при вычислении  $\bar{\lambda}_a$  в формуле (87) и в табл.16.

Во всех случаях  $\tau_{cr}$  следует вычислять по действительным размерам отсека.

Таблица 18

Балки	$\delta$	Предельные значения $\sigma_{loc}$ при $a/h_{ef}$ , равном							
		0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	$\geq 2,0$
Сварные	$\leq 1$	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
	$\geq 30$	0	0,047	0,112	0,300	0,633	1,283	2,249	3,939
На высокопрочных болтах	-	0	0,121	0,184	0,378	0,643	1,131	1,614	2,347

Таблица 19

$a/h_{ef}$	$\leq 0,8$	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	$\geq 2,0$
$c_2$	По табл.14, т.е. $c_2 = c_{cr}$	37,0	39,2	45,2	52,8	62,0	72,6	84,7

9.8 В стенке балки симметричного сечения, укрепленной кроме поперечных основных ребер одним продольным ребром жесткости, расположенным на расстоянии  $h_1$  от расчетной (сжатой) границы отсека (рис.15), обе пластинки, на которые это ребро разделяет отсек, следует рассчитывать отдельно:

а) пластинку 3, расположенную между сжатым поясом и продольным ребром, по формуле

$$\left[ \frac{\sigma}{\sigma_{cr1}} + \frac{\sigma_{loc}}{\sigma_{loc,cr1}} + \left( \frac{\tau}{\tau_{cr1}} \right)^2 \right] / \gamma_c \leq 1, \quad (89)$$

где  $\gamma_c$  следует принимать по приложению F настоящих норм, а  $\sigma$ ,  $\sigma_{loc}$  и  $\tau$  - определять согласно требованиям п.9.2.

Значения  $\sigma_{cr1}$  и  $\sigma_{loc,cr1}$  следует определять по формулам:

при  $\sigma_{loc} = 0$

$$\sigma_{cr1} = \frac{4,76 R_y}{1 - h_1/h_{ef} \bar{\lambda}_1^2}, \quad (90)$$

где  $\bar{\lambda}_1 = \frac{h_1}{t} \sqrt{\frac{R_y}{E}}$ ;

при  $\sigma_{loc} \neq 0$  и  $\mu_1 = a/h_1 \leq 2$

$$\sigma_{cr1} = \frac{1,19\psi R_y}{1 - h_1/h_{ef} \bar{\lambda}_1^2}, \quad (91)$$

$$\sigma_{loc,cr1} = (1,24 + 0,476\mu_1)\psi \frac{R_y}{\bar{\lambda}_a^2}, \quad (92)$$



$$\left. \begin{aligned} \text{где } \psi &= \left( \mu_1 + \frac{1}{\mu_1} \right)^2; \\ \bar{\lambda}_a &= \frac{a}{t} \sqrt{\frac{R_y}{E}}. \end{aligned} \right\} \quad (93)$$

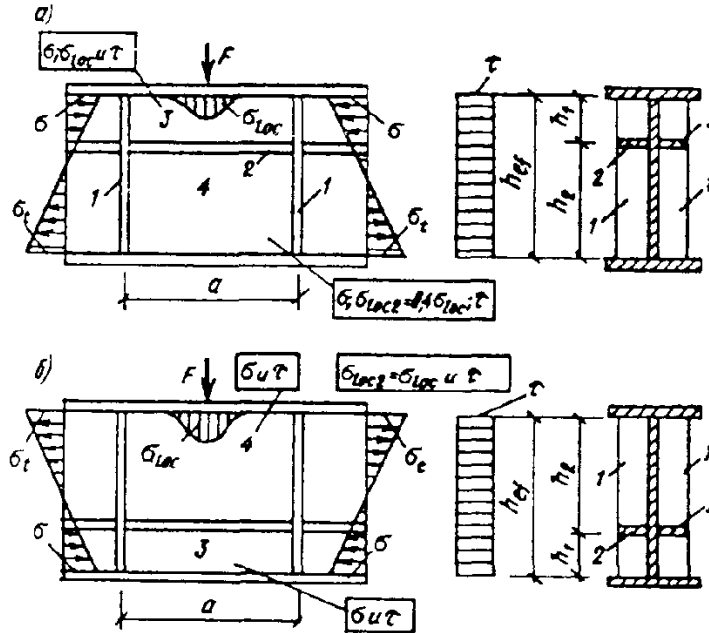


Рис.15 Схема балки, укрепленной поперечными основными ребрами и продольным ребром жесткости

а - сосредоточенная нагрузка  $F$  приложена к сжатому поясу; б - то же, к растянутому; 1 - поперечное основное ребро жесткости; 2 - продольное ребро жесткости; 3 - пластинка у сжатого пояса; 4 - пластинка у растянутого пояса

Если  $a/h_1 > 2$ , то при вычислении  $\sigma_{cr1}$  и  $\sigma_{loc,cr1}$  следует принимать  $a = 2h_1$ ;  $\tau_{cr1}$  необходимо определять по формуле (83) с подстановкой в нее размеров проверяемой пластинки;

б) пластинку 4, расположенную между продольным ребром и растянутым поясом, - по формуле

$$\sqrt{\left[ \frac{\sigma(1 - 2h_1/h_{ef})}{\sigma_{cr2}} + \frac{\sigma_{loc2}}{\sigma_{loc,cr2}} \right]^2 + \left( \frac{\tau}{\tau_{cr2}} \right)^2} / \gamma_c \leq 1, \quad (94)$$

$$\text{где } \sigma_{cr2} = \frac{5,43 R_y}{(0,5 - h_1/h_{ef})^2 \bar{\lambda}_w^2}; \quad (95)$$

$\sigma_{loc,cr2}$  - следует определять по формуле (87) и табл.16 при  $\delta = 0,8$  заменяя значение отношения  $a/h_{ef}$  значением  $a/(h_{ef} - h_1)$ ;

$\tau_{cr2}$  - следует определять по формуле (83) с подстановкой в нее размеров проверяемой пластинки;

$\sigma_{loc2} = 0,4\sigma_{loc}$  - при приложении нагрузки к сжатому поясу (рис.15, а);

$\sigma_{loc2} = \sigma_{loc}$  - при приложении нагрузки к растянутому поясу (рис.15, б).

Коэффициент  $\gamma_c$  следует определять по приложению F настоящих норм.

9.9 При укреплении пластинки 3 дополнительными короткими поперечными ребрами их следует доводить до продольного ребра (рис.16).

В этом случае расчет пластинки 3 следует выполнять по формулам (89) ÷ (93), в которых величину  $a$  следует заменять величиной  $a_1$ , где  $a_1$  - расстояние между осями соседних коротких ребер (рис.16); расчет пластинки 4 следует выполнять согласно требованиям п. 9.7,б.

9.10 Расчет на устойчивость стенок балок асимметричного сечения (с более развитым сжатым поясом) следует выполнять по формулам пп. 9.4, 9.6 ÷ 9,8 с учетом следующих изменений:

для стенок, укрепленных только поперечными ребрами жесткости, в формулах (82) и (88) и табл.19 значение  $h_{ef}$  следует принимать равным удвоенному расстоянию от нейтральной оси до расчетной (сжатой) границы отсека. При  $a/h_{ef} > 0,8$  и  $\sigma_{loc} \neq 0$  следует выполнять оба расчета, указанные в пп. 9.6, б и 9.6, в, независимо от значения  $\sigma_{loc}/\sigma$ ;

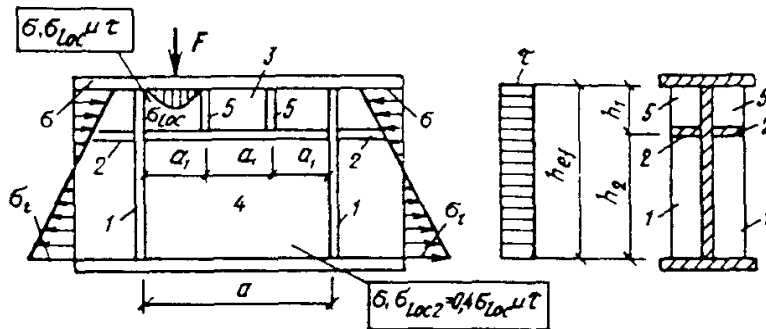


Рис.16. Схема балки, укрепленной поперечными основными ребрами жесткости (1), продольным ребром жесткости (2), разделяющим отсек стенки на пластинку (3) у сжатого пояса и пластинку (4) у растянутого пояса, а также короткими ребрами жесткости (5).

для стенок, укрепленных поперечными ребрами и одним продольным ребром, расположенным в сжатой зоне:

а) в формулы (90), (91) и (94) вместо  $h_1/h_{ef}$  следует подставлять  $\alpha h_1/2h_{ef}$ ;

б) в формулу (95) вместо  $(0,5 - h_1/h_{ef})$  следует подставлять  $\left( \frac{1}{\alpha} - \frac{h_1}{h_{ef}} \right)$ .

Здесь  $\alpha = \frac{\sigma - \sigma_t}{\sigma}$ ,

где  $\sigma_t$  - краевое растягивающее напряжение (со знаком "минус") у расчетной границы отсека.

В случае развитого растянутого (ненагруженного) пояса расчет на устойчивость при одновременном действии напряжений  $\sigma$  и  $\tau$  следует производить по формуле (97).

9.11 Стенки балок следует укреплять поперечными ребрами жесткости, если значения условной гибкости стенки балки  $\bar{\lambda}_w$  превышают 3,2 при отсутствии подвижной нагрузки и 2,2 - при наличии подвижной нагрузки на поясе балки.

Расстояние между основными поперечными ребрами не должно превышать  $2h_{ef}$  при  $\bar{\lambda}_w > 3,2$  и  $2,5 h_{ef}$  при  $\bar{\lambda}_w \leq 3,2$ .

Допускается превышать указанные выше расстояния между ребрами до значения  $3h_{ef}$  при условии, что стенка балки удовлетворяет проверкам по пп. 9.4, 9.6 - 9.9 и общая устойчивость балки обеспечена выполнением требований п 7.16, а или 7.16, б, причем значения  $l_{ef}/b$  для сжатого пояса не должны превышать значений, определяемых по формулам табл.2 для нагрузки, приложенной к верхнему поясу.

В местах приложения больших неподвижных сосредоточенных грузов и на опорах следует устанавливать поперечные ребра.

В стенке, укрепленной только поперечными ребрами, ширина их выступающей части  $b_h$  должна быть для парного симметричного ребра не менее  $h_{ef}/30 + 40$  мм; для одно-стороннего ребра - не менее  $h_{ef}/24 + 50$  мм; толщина ребра  $t_s$  должна быть не менее  $2b_h\sqrt{R_y/E}$ .

Стенки балок допускается укреплять односторонними поперечными ребрами жесткости из одиночных уголков, привариваемых к стенке пером. Момент инерции такого ребра, вычисляемый относительно оси, совпадающей с ближайшей к ребру гранью стенки, должен быть не меньше, чем для парного симметричного ребра.

9.12 При укреплении стенки одним продольным ребром необходимые моменты инерции  $J_s$  сечений ребер жесткости следует определять:

для поперечных ребер - по формуле

$$J_s = 3h_{ef}t^3; \quad (96)$$

для продольного ребра - по формулам табл.20 с учетом его предельных значений.

При расположении продольного и поперечных ребер с одной стороны стенки моменты инерции сечений каждого из них вычисляются относительно оси, совпадающей с ближайшей к ребру гранью стенки.

Минимальные размеры выступающей части поперечных и продольных ребер жесткости следует принимать согласно требованиям п.9.10.

Таблица 20

$h_1/h_{ef}$	Необходимый момент инерции сечения продольного ребра $J_{sl}$	Предельные значения	
		минимальные $J_{sl,min}$	максимальные $J_{sl,max}$
0,20	$(2,5 - 0,5a/h_{ef}) \times a^2t^3/h_{ef}$	$1,5h_{ef}t^3$	$7h_{ef}t^3$
0,25	$(1,5 - 0,4a/h_{ef}) \times a^2t^3/h_{ef}$	$1,5h_{ef}t^3$	$3,5h_{ef}t^3$
0,30	$1,5h_{ef}t^3$	-	-

Примечание. При вычислении  $J_{sl}$  для промежуточных значений  $h_1/h_{ef}$  допускается линейная интерполяция.

9.13 Участок стенки балки составного сечения над опорой при укреплении его ребрами жесткости следует рассчитывать на продольный изгиб из плоскости как стойку, нагруженную опорной реакцией.

В расчетное сечение этой стойки следует включать сечение ребра жесткости и половины стенки шириной  $0,65t\sqrt{E/R_y}$  с каждой стороны ребра. Расчетную длину стойки следует принимать равной высоте стенки.

Нижние торцы опорных ребер (рис.17) должны быть остроганы либо плотно пригнаны или приварены к нижнему поясу балки. Напряжения в этих сечениях при действии опорной реакции не должны превышать: в первом случае (рис.17, а) - расчетного сопротивления прокатной стали смятию  $R_p$  при  $a \leq 1,5t$  и сжатию  $R_y$  при  $a > 1,5t$ ; во втором случае (рис.17, б) - смятию  $R_p$ .

В случае приварки опорного ребра к нижнему поясу балки сварные швы должны быть рассчитаны на воздействие опорной реакции.

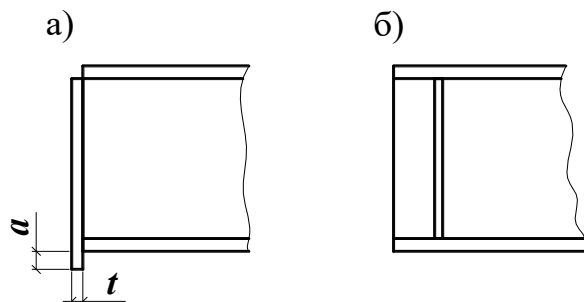


Рис.17. Схема устройства опорного ребра жесткости  
а - в торце с применением строжки; б - удаленного от торца с плотной пригонкой или приваркой к нижнему поясу

9.14 Одностороннее ребро жесткости, расположенное в месте приложения к верхнему поясу сосредоточенной нагрузки, следует рассчитывать как стойку, сжатую с эксцентриситетом, равным расстоянию от срединной плоскости стенки до центра тяжести расчетного сечения стойки. В расчетное сечение этой стойки необходимо включать сечение ребра жесткости и полосы стенки шириной  $0,65t\sqrt{E/R_y}$  с каждой стороны ребра. Расчетную длину стойки следует принимать равной высоте стенки.

#### Стенки центрально-, внецентренно-сжатых и сжато-изгибаемых элементов

9.15 Отношение расчетной высоты стенки к толщине  $h_{ef}/t$  в центрально-сжатых ( $m=0$ ), а также во внецентренно-сжатых и сжато-изгибаемых элементах по рис.18 ( $m>0$ ), кроме случаев, указанных в п.9.16, как правило, не должно превышать значений  $\bar{\lambda}_{uw}\sqrt{E/R_y}$ , где значения  $\bar{\lambda}_{uw}$  следует определять по табл.21.

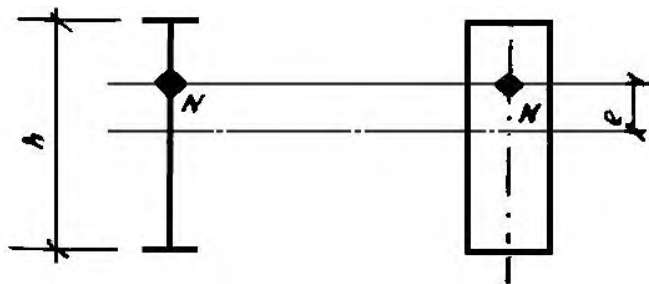


Рис.18. Схема внецентренно-сжатых элементов двутаврового и коробчатого сечения

9.16 Для внецентренно-сжатых и сжато-изгибаемых элементов двутаврового и коробчатого сечений (рис.18), рассчитываемых по формуле (54), отношение расчетной высоты стенки  $h_{ef}$  к толщине  $t$  следует определять в зависимости от значения  $\alpha = (\sigma - \sigma_1)/\sigma$  ( $\sigma$  - наибольшее сжимающее напряжение у расчетной границы стенки, принимаемое со знаком "плюс" и вычисленное без учета коэффициентов  $\varphi_e, \varphi_{exy}$  или  $c\varphi$ ;  $\sigma_1$  - соответствующее напряжение у противоположной расчетной границы стенки) и принимать не более значений, определяемых:

при  $\alpha \leq 0,5$  - по п. 9.14 настоящих норм;

при  $\alpha \geq 1$  по формуле

$$\frac{h_{ef}}{t} = 4,35 \sqrt{\frac{(2\alpha - 1)E}{\sigma(2 - \alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4\beta^2})}} \leq 3,8 \sqrt{\frac{E}{R_y}} \quad (97)$$

где  $\beta = 1,4(2\alpha - 1)\frac{\tau}{\sigma}$  (здесь  $\tau = \frac{Q}{th}$  - среднее касательное напряжение в рассматриваемом сечении);

при  $0,5 < \alpha < 1$  - линейной интерполяцией между значениями, вычисленными при  $\alpha = 0,5$  и  $\alpha = 1$

9.17 Для внецентренно-сжатых и сжато-изгибаемых элементов с сечениями, отличными от двутаврового и коробчатого (за исключением таврового сечения), установленные в п. 9.15 значения отношений  $h_{ef}/t_w$  следует умножить на коэффициент 0,75.

9.18 Для центрально-, внецентренно-сжатых и сжато-изгибаемых элементов таврового сечения с условной гибкостью  $\bar{\lambda}$  от 0,8 до 4 отношение расчетной высоты стенки тавра к толщине при  $1 \leq b_f/h_{ef} \leq 2$  не должно превышать значений, определяемых по формуле

$$\frac{h_{ef}}{t} = (0,4 + 0,07\bar{\lambda}) \left( 1 + 0,25 \sqrt{2 - \frac{b_f}{h_{ef}}} \right) \sqrt{\frac{E}{R_y}} \quad (98)$$

где  $b_f$  - ширина полки тавра;

$h_{ef}$  - расчетная высота стенки тавра.

При значениях  $\bar{\lambda} < 0,8$  или  $\bar{\lambda} > 4$  в формуле (98) следует принимать соответственно  $\bar{\lambda} = 0,8$  или  $\bar{\lambda} = 4$ .

При назначении сечения элемента по предельной гибкости, а также при соответствующем обосновании расчетом наибольшие значения  $h_{ef}/t$  следует умножить на коэффициент  $\sqrt{R_y \varphi_m / \sigma}$  (где  $\varphi_m = \varphi$  или  $\varphi_m = \varphi_e$ ,  $\sigma = N/A$ ), но не более чем на 1,25.

9.19 В центрально-сжатых элементах двутаврового сечения для стенок, имеющих расчетную высоту  $h_{ef}$  и укрепленных парным продольным ребром, расположенным по середине, значение  $h_{ef}/t$ , установленное в п. 9.14, следует умножить на коэффициент  $\beta$ , определяемый при  $J_{sl}/(h_{ef}t^3) \leq 6$  по формуле

$$\beta = 1 + 0,4 \frac{J_{sl}}{h_{ef}t^3} \left( 1 - 0,1 \frac{J_{sl}}{h_{ef}t^3} \right) \quad (99)$$

где  $J_{sl}$  - момент инерции сечения продольного ребра.

При укреплении стенки внецентренно-сжатого или сжато-изгибаемого элемента продольным ребром жесткости с моментом инерции  $J_{sl} \geq 6h_{ef}t^3$ , расположенным по середине стенки, наиболее нагруженную часть стенки между поясом и осью ребра следует рассматривать как самостоятельную пластинку и проверять согласно требованиям пп.9.14 или 9.15.

При расположении ребра с одной стороны стенки его момент инерции должен вычисляться относительно оси, совмещенной с ближайшей гранью стенки.

Продольные ребра жесткости следует включать в расчетные сечения элементов.

В случае выполнения продольного ребра в виде гофра стенки при вычислении  $h_{ef}$  следует учитывать развернутую длину гофра.

Минимальные размеры выступающей части продольных ребер жесткости следует принимать согласно требованиям п.9.10 настоящих норм.

9.20 В случаях, когда фактическое значение  $h_{ef}/t$  превышает значение, определяемое по п.9.14 (для центрально-сжатых элементов не более чем в два раза), в расчетных формулах за значение  $A$  следует принимать значение  $A_{red}$ , вычисленное с высотой стенки  $h_{red}$  (в коробчатом сечении определяются  $h_{red}$  и  $h_{red1}$  для пластинок, образующих сечение и расположенных соответственно параллельно и перпендикулярно плоскости изгиба):

для двутаврового и швеллерного сечений  $A_{red} = A - (h_{ef} - h_{red})t$ ;

для коробчатого сечения:

при центральном сжатии  $A_{red} = A - 2(h_{ef} - h_{red})t - 2(h_{ef1} - h_{red1})t$ ;

при внецентренном сжатии и сжатии с изгибом

$$A_{red} = A - 2(h_{ef} - h_{red})t_w.$$

Значения  $h_{red}$  следует определять:

для центрально-сжатых элементов швеллерного сечения по формуле

$$h_{red} = t\bar{\lambda}_{uw} \sqrt{E/R_y}, \quad (100)$$

где  $\bar{\lambda}_{uw}$  - условная гибкость стенки швеллерного сечения, принимаемая по табл. 21;

для центрально-сжатых элементов двутаврового и коробчатого сечений по формуле

$$h_{red} = t \left[ \bar{\lambda}_{uw} - \left( \frac{\bar{\lambda}_w}{\bar{\lambda}_{uw}} - 1 \right) (\bar{\lambda}_{uw} - k) \right] \sqrt{\frac{E}{R_y}}, \quad (101)$$

где  $\bar{\lambda}_{uw}$  - условная гибкость стенки соответствующего сечения, принимаемая по табл.21 при  $m=0$ ;

$\bar{\lambda}_w = \frac{h_{ef}}{t} \sqrt{\frac{R_y}{E}}$  - условная гибкость стенки, при вычислении  $h_{red1}$  принимаемая рав-

ной  $\bar{\lambda}_{w1} = \frac{h_{ef1}}{t_1} \sqrt{\frac{R_y}{E}}$

$k$  - коэффициент, принимаемый равным для двутаврового сечения  $k = 1,2 + 0,15\bar{\lambda}$  (при  $\bar{\lambda} > 3,5$  следует принимать  $\bar{\lambda} = 3,5$ ) и для коробчатого сечения  $k = 2,9 + 0,2\bar{\lambda} - 0,7\bar{\lambda}_w$  (при  $\bar{\lambda}_w > 2,3$  следует принимать  $\bar{\lambda}_w = 2,3$ ); здесь  $\bar{\lambda}$  - условная гибкость элемента, принятая по табл.21;

для внецентренно-сжатых и сжато-изгибаемых элементов по формуле (101), где значение  $\bar{\lambda}_{uw}$  следует вычислять по табл.21, а значение  $k$  при  $\bar{\lambda} = \bar{\lambda}_1$ .

Указанные изменения расчетной высоты стенки следует принимать только для определения площади сечения  $A$  при расчетах по формулам (3), (49), (59) и (60) настоящих норм.

Таблица 21

Относительный эксцентриситет	Сечение элемента	Значение $\bar{\lambda}$ и $\bar{\lambda}_1$	Формулы для определения $\bar{\lambda}_{uw}$
$m = 0$	Двутавровое	$\bar{\lambda} < 2,0$ $\bar{\lambda} \geq 2,0$	$\bar{\lambda}_{uw} = 1,30 + 0,15 \bar{\lambda}^2$ $\bar{\lambda}_{uw} = 1,20 + 0,35 \bar{\lambda}$ , но не более 2,3
	Коробчатое, швеллерное прокатное	$\bar{\lambda} < 1,0$ $\bar{\lambda} \geq 1,0$	$\bar{\lambda}_{uw} = 1,2$ $\bar{\lambda}_{uw} = 1,0 + 0,2 \bar{\lambda}$ , но не более 1,6
	Швеллерное, кроме прокатного	$\bar{\lambda} < 0,8$ $\bar{\lambda} \geq 0,8$	$\bar{\lambda}_{uw} = 1,0$ $\bar{\lambda}_{uw} = 0,85 + 0,19 \bar{\lambda}$ , но не более 1,6
$m \geq 1,0$	Двутавровое, коробчатое	$\bar{\lambda}_1 < 2,0$ $\bar{\lambda}_1 \geq 2,0$	$\bar{\lambda}_{uw} = 1,30 + 0,15 \bar{\lambda}_1^2$ $\bar{\lambda}_{uw} = 1,20 + 0,35 \bar{\lambda}_1$ , но не более 3,1
<p>Обозначения, принятые в табл.21:</p> <p><math>\bar{\lambda}</math> - условная гибкость элемента, принимаемая в расчете на устойчивость при центральном сжатии;</p> <p><math>\bar{\lambda}_1</math> - условная гибкость элемента, принимаемая в расчете на устойчивость в плоскости действия момента.</p> <p>Примечания:</p> <p>1. К коробчатым относятся замкнутые прямоугольные профили (составные, гнутые прямоугольные и квадратные).</p> <p>2. В коробчатом сечении при <math>m &gt; 0</math> значение <math>\bar{\lambda}_{uw}</math> следует определять для стенки, параллельной плоскости изгибающего момента.</p> <p>3. При значениях <math>0 &lt; m &lt; 1,0</math> значение <math>\bar{\lambda}_{uw}</math> следует определять линейной интерполяцией между значениями, вычисленными при <math>m = 0</math> и <math>m = 1,0</math></p>			

9.21 Стенки сплошных колонн при  $h_{ef}/t \geq 2,3\sqrt{E/R_y}$  следует укреплять поперечными ребрами жесткости, расположенными на расстоянии  $(2,5 \div 3)h_{ef}$  одно от другого; на каждом отправочном элементе должно быть не менее двух ребер.

Минимальные размеры выступающей части поперечных ребер жесткости следует принимать согласно п. 9.10 настоящих норм.

#### Поясные листы (полки) центрально-, внецентренно-сжатых, сжато-изгибаемых и изгибаемых элементов

9.22 Расчетную ширину свеса поясных листов (полок)  $b_{ef}$  следует принимать равной расстоянию: в сварных элементах - от грани стенки (при односторонних швах от грани стенки со стороны шва) до края поясного листа (полки); в прокатных профилях - от начала внутреннего закругления до края полки; в гнутых профилях (рис.13) - от края выкружки стенки до края поясного листа (полки).

9.23 В центрально-, внецентренно-сжатых и сжато-изгибаемых элементах с условной гибкостью  $\bar{\lambda}$  от 0,8 до 4 отношение расчетной ширины свеса поясного листа (полки)  $b_{ef}$  к толщине  $t$  следует принимать не более значений, определяемых по формулам табл. 22.

При значениях  $\bar{\lambda} < 0,8$  или  $\bar{\lambda} > 4$  в формулах табл.22 следует принимать соответственно  $\bar{\lambda} = 0,8$  или  $\bar{\lambda} = 4$ .

9.24 В изгибаемых элементах отношение ширины свеса сжатого пояса  $b_{ef}$  к толщине  $t$  следует принимать не более значений, определяемых по табл.23.

9.25 Высота окаймляющего ребра полки  $a_{ef}$ , измеряемая от ее оси, должна быть не менее  $0,3b_{ef}$  в элементах, не усиленных планками (рис.13) и  $0,2b_{ef}$  - в элементах, усиленных планками, при этом толщина ребра должна быть не менее  $2a_{ef} \sqrt{R_y/E}$ .

9.26 В центрально-сжатых элементах коробчатого сечения наибольшее отношение расчетной ширины пояса к толщине  $b_{ef}/t$  следует принимать по табл.21 как для стенок коробчатого сечения.

Во внецентренно-сжатых и сжато-изгибаемых элементах коробчатого сечения наибольшее отношение  $b_{ef}/t$  следует принимать:

при  $m \leq 0,3$  - как для центрально-сжатых элементов;

при  $m \geq 1,0$  и  $\bar{\lambda} \leq 2 + 0,04m$   $b_{ef}/t = \sqrt{E/R_y}$ ;

при  $m \geq 1,0$  и  $\bar{\lambda} > 2 + 0,04m$   $b_{ef}/t = (0,4 + 0,3\bar{\lambda})(1 - 0,01m) \sqrt{\frac{E}{R_y}}$

При значениях относительного эксцентриситета  $0,3 < m < 1$  наибольшие отношения  $b_{ef}/t$  следует определять линейной интерполяцией между значениями  $b_{ef}/t$ , вычисленными при  $m = 0,3$  и  $m = 1$ .

Таблица 22

Характеристика полки (поясного листа) и сечения элемента	Наибольшие отношения $\frac{b_{ef}}{t}$
Неокаймленная двутавра и тавра	$\frac{b_{ef}}{t} = (0,36 + 0,10\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}}$
Окаймленная ребром двутавра и тавра	$\frac{b_{ef}}{t} = (0,54 + 0,15\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}}$
Неокаймленная равнополочных уголков и гнутых профилей (за исключением швеллера)	$\frac{b_{ef}}{t} = (0,40 + 0,07\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}}$
Окаймленная ребром равнополочных уголков и гнутых профилей	$\frac{b_{ef}}{t} = (0,50 + 0,18\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}}$
Неокаймленная большая неравнополочного уголка и полка швеллера	$\frac{b_{ef}}{t} = (0,43 + 0,08\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}}$
Окаймленная ребром и усиленная планками гнутых профилей	$\frac{b_{ef}}{t} = (0,85 + 0,19\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}}$

9.27 При назначении сечений центрально-, внецентренно-сжатых и сжато-изгибаемых элементов - по предельной гибкости, а изгибаемых элементов - по предельным прогибам, а также при соответствующем обосновании расчетом наибольшие значения от-



ношения расчетной ширины свеса к толщине  $b_{ef}/t$  следует умножать на коэффициент  $\sqrt{R_y \varphi_m / \sigma}$ , но не более чем на 1,25. Здесь следует принимать:

для центрально-, внецентренно-сжатых и сжато-изгибаемых элементов:  $\varphi_m$  - меньшее из значений  $\varphi, \varphi_e, \varphi_{exy}, c\varphi$ , использованное при проверке устойчивости элемента:

$$\sigma = N/A;$$

для изгибаемых элементов:  $\varphi_m = 1$ ;

$$\sigma - \text{большее из двух значений } \sigma = \frac{M}{W\varphi_b} \text{ или } \sigma = \frac{M_x}{J_x} y \pm \frac{M_y}{J_y} x.$$

Таблица 23

Расчет изгибаемых элементов	Характеристика свеса	Наибольшие значения отношения $\frac{b_{ef}}{t}$
В пределах упругих деформаций	Неокаймленный	$\frac{b_{ef}}{t} = 0,5 \sqrt{\frac{E}{R_y}}$
	Окаймленный ребром	$\frac{b_{ef}}{t} = 0,75 \sqrt{\frac{E}{R_y}}$
С учетом развития пластических деформаций <sup>1)</sup>	Неокаймленный	$b_{ef}/t = 0,11h_{ef}/t_w$ , но не более $0,5 \sqrt{E/R_y}$
	Окаймленный ребром	$b_{ef}/t = 0,16h_{ef}/t_w$ , но не более $0,75 \sqrt{E/R_y}$
<p><sup>1)</sup> При <math>h_{ef}/t_w \leq 2,7 \sqrt{E/R_y}</math> наибольшее значение отношения <math>b_{ef}/t</math> следует принимать:</p> <p>для неокаймленного свеса <math>b_{ef}/t = 0,3 \sqrt{E/R_y}</math>;</p> <p>для окаймленного ребром свеса <math>b_{ef}/t = 0,45 \sqrt{E/R_y}</math>.</p> <p>Обозначения, принятые в табл.23:  <math>h_{ef}</math> - расчетная высота балки;  <math>t_w</math> - толщина стенки балки.</p>		

## 10 РАСЧЕТ ЛИСТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

### Расчет на прочность

10.1 Расчет на прочность листовых конструкций (оболочек вращения), находящихся в безмоментном напряженном состоянии, следует выполнять по формуле

$$\sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2} / R_y \gamma_c \leq 1, \quad (102)$$

где  $\sigma_x$  и  $\sigma_y$  - нормальные напряжения по двум взаимно перпендикулярным направлениям;

$\gamma_c$  - коэффициент условий работы конструкций, назначаемый в соответствии с требованиями норм по проектированию сооружений промышленных предприятий.

При этом абсолютные значения главных напряжений должны быть не более значений расчетных сопротивлений, умноженных на  $\gamma_c$ .

10.2 Напряжения в безмоментных тонкостенных оболочках вращения (рис.19), находящихся под давлением жидкости, газа или сыпучего материала, следует определять по формулам:

$$\frac{\sigma_1}{r_1} + \frac{\sigma_2}{r_2} = \frac{p}{t}; \quad (103)$$

$$\sigma_1 = \frac{F}{2\pi r t \cos\beta}, \quad (104)$$

где  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  - соответственно меридиональное и кольцевое напряжения;

$r_1$  и  $r_2$  - радиусы кривизны в главных направлениях срединной поверхности оболочки;

$p$  - расчетное давление на единицу поверхности оболочки;

$t$  - толщина оболочки;

$F$  - проекция на ось  $z$  -  $z$  оболочки полного расчетного давления, действующего на часть оболочки  $abc$  (рис.19);

$r$  и  $\beta$  - радиус и угол, показанные на рис.19.

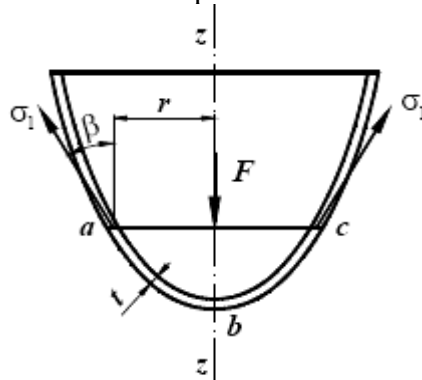


Рис.19 Схема оболочки вращения

10.3 Напряжения в замкнутых безмоментных тонкостенных оболочках вращения, находящихся под внутренним равномерным давлением, следует определять по формулам:

для цилиндрических оболочек

$$\sigma_1 = \frac{pr}{2t} \text{ и } \sigma_2 = \frac{pr}{t}; \quad (105)$$

для сферических оболочек

$$\sigma_1 = \sigma_2 = \frac{pr}{2t}; \quad (106)$$

для конических оболочек

$$\sigma_1 = \frac{pr}{2t \cos\beta} \text{ и } \sigma_2 = \frac{pr}{t \cos\beta}, \quad (107)$$

где  $p$  - расчетное внутреннее давление на единицу поверхности оболочки;

$r$  - радиус срединной поверхности оболочки (рис.20);

$\beta$  - угол между образующей конуса и его осью  $z-z$  (рис.20).

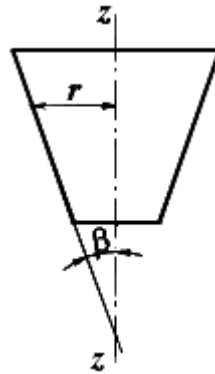


Рис.20 Схема конической оболочки вращения

10.4 В местах изменения формы или толщины оболочек, а также изменения нагрузки должны быть учтены местные напряжения (краевой эффект).

### Расчет на устойчивость

10.5 Расчет на устойчивость замкнутых круговых цилиндрических оболочек вращения, равномерно сжатых параллельно образующим, следует выполнять по формуле

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_{cr1} \gamma_c} \leq 1, \quad (108)$$

где  $\sigma_1$  - расчетное напряжение в оболочке;

$\sigma_{cr1}$  - критическое напряжение, равное меньшему из значений  $\psi R_y$  или  $cEt/r$  (здесь  $r$  - радиус срединной поверхности оболочки;  $t$  - толщина оболочки).

Значения коэффициентов  $\psi$  при  $0 < r/t \leq 300$  следует определять по формуле

$$\psi = 0,97 - \left( 0,00025 + 0,95 \frac{R_y}{E} \right) \frac{r}{t}. \quad (109)$$

Значения коэффициентов  $c$  следует определять по табл.24

Таблица 24

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

В случае внецентренного сжатия параллельно образующим или чистого изгиба в диаметральной плоскости при касательных напряжениях в месте наибольшего момента, не превышающих значений  $0,07E(t/r)^{3/2}$ , напряжение  $\sigma_{cr1}$  должно быть увеличено в  $(1,1 - 0,1 \sigma'_1 / \sigma_1)$  раз, где  $\sigma'_1$  - наименьшее напряжение (растягивающие напряжения считать отрицательными).

10.6 В трубах, рассчитываемых как сжатые или сжато-изгибаемые стержни, при условной гибкости  $\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y/E} \geq 0,65$  должно быть выполнено условие

$$r/t \leq 3,14\sqrt{E/R_y} \quad (110)$$

Такие трубы следует рассчитывать на устойчивость в соответствии с требованиями разд.7 настоящих норм независимо от расчета на устойчивость стенок.

Расчет на устойчивость стенок бесшовных или электросварных труб не требуется, если значение  $r/t$  не превышает половины значений, определяемых по формуле (110).

10.7 Цилиндрическая панель, опертая по двум образующим и двум дугам направляющей, равномерно сжатая вдоль образующих, при  $b^2/(rt) \leq 20$  (где  $b$  - ширина панели, измеренная по дуге направляющей) должна быть рассчитана на устойчивость как пластинка по формулам:

при расчетном напряжении  $\sigma \leq 0,8R_y$

$$\frac{b}{t} \leq 1,9\sqrt{\frac{E}{\sigma}}; \quad (111)$$

при расчетном напряжении  $\sigma = R_y$

$$\frac{b}{t} \leq 37 / \sqrt{1 + 500 \frac{R_y}{E}}; \quad (112)$$

при  $0,8R_y < \sigma < R_y$  наибольшее отношение  $b/t$  следует определять линейной интерполяцией.

Если  $b^2/(rt) > 20$ , панель следует рассчитывать на устойчивость как оболочку согласно требованиям п.10.5.

10.8 Расчет на устойчивость замкнутой круговой цилиндрической оболочки вращения при действии внешнего равномерного давления  $p$ , нормального к боковой поверхности, следует выполнять по формуле

$$\frac{\sigma_2}{\sigma_{cr2}\gamma_c} \leq 1, \quad (113)$$

где  $\sigma_2 = pr/t$  - расчетное кольцевое напряжение в оболочке;

$\sigma_{cr2}$  - критическое напряжение, определяемое по формулам:

при  $0,5 \leq l/r \leq 10$

$$\sigma_{cr2} = 0,55E(r/l)(t/r)^{3/2}; \quad (114)$$

при  $l/r \geq 20$

$$\sigma_{cr2} = 0,17E(t/r)^2; \quad (115)$$

при  $10 < l/r < 20$  напряжение  $\sigma_{cr2}$  следует определять линейной интерполяцией. Здесь  $l$  длина цилиндрической оболочки.

Та же оболочка, но укрепленная кольцевыми ребрами, расположенными с шагом  $s \geq 0,5 r$  между осями, должна быть рассчитана на устойчивость по формулам (113) ÷ (115) с подстановкой в них значения  $s$  вместо  $l$ .

В этом случае должно быть удовлетворено условие устойчивости ребра в своей плоскости как сжатого стержня согласно требованиям п.7.3. при  $N = prs$  и расчетной длине стержня  $l_{ef} = 1,8r$ , при этом в сечение ребра следует включать участки оболочки шириной  $0,65t\sqrt{E/R_y}$  с каждой стороны от оси ребра, а условная гибкость стержня  $\bar{\lambda} = \lambda\sqrt{R_y/E}$  не должна превышать 6,5.

При одностороннем ребре жесткости его момент инерции следует вычислять относительно оси, совпадающей с ближайшей поверхностью оболочки.

10.9 Расчет на устойчивость замкнутой круговой цилиндрической оболочки вращения, подверженной одновременному действию нагрузок, указанных в пп.10.5 и 10.8, следует выполнять по формуле

$$\left( \frac{\sigma_1}{\sigma_{cr1}} + \frac{\sigma_2}{\sigma_{cr2}} \right) / \gamma_c \leq 1, \quad (116)$$

где  $\sigma_{cr1}$  должно быть вычислено согласно требованиям п.10.5, а  $\sigma_{cr2}$  - согласно требованиям п.10.8.

10.10 Расчет на устойчивость конической оболочки вращения с углом конусности  $\beta \leq 60^\circ$ , сжатой силой  $N$  вдоль оси (рис.21) следует выполнять по формуле

$$\frac{N}{N_{cr}\gamma_c} \leq 1, \quad (117)$$

где  $N_{cr}$  - критическая сила, определяемая по формуле

$$N_{cr} = 6,28r_m t \sigma_{cr1} \cos^2 \beta, \quad (118)$$

здесь  $t$  - толщина оболочки;

$\sigma_{cr1}$  - значение напряжения, вычисленное согласно требованиям п.10.5 с заменой радиуса  $r$  радиусом  $r_m$ , равным

$$r_m = \frac{0,9r_2 + 0,1r_1}{\cos \beta} \quad (119)$$

10.11 Расчет на устойчивость конической оболочки вращения при действии внешнего равномерного давления  $p$ , нормального к боковой поверхности, следует выполнять по формуле

$$\frac{\sigma_2}{\sigma_{cr2}\gamma_c} \leq 1, \quad (120)$$

здесь  $\sigma_2 = pr_m/t$  - расчетное кольцевое напряжение в оболочке;

$\sigma_{cr2}$  - критическое напряжение, определяемое по формуле

$$\sigma_{cr2} = 0,55E(r_m/h)(t/r_m)^{3/2}, \quad (121)$$

где  $h$  - высота конической оболочки (между основаниями);  
 $r_m$  - радиус, определяемый по формуле (119).

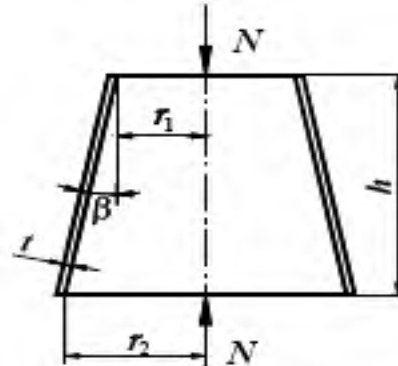


Рис.21 Схема конической оболочки вращения под действием продольного усилия сжатия

10.12 Расчет на устойчивость конической оболочки вращения, подверженной одновременно действию нагрузок, указанных в пп.10.10 и 10.11, следует выполнять по формуле:

$$\left( \frac{N}{N_{cr}} + \frac{\sigma_2}{\sigma_{cr2}} \right) / \gamma_c \leq 1; \quad (122)$$

где значения  $N_{cr}$  и  $\sigma_{cr2}$  следует вычислять по формулам (10.17) и (10.20).

10.13 Расчет на устойчивость полной сферической оболочки (или ее сегмента) при  $r/t \leq 750$  и действии внешнего равномерного давления  $p$ , нормального к ее поверхности, следует выполнять по формуле

$$\frac{\sigma}{\sigma_{cr}\gamma_c} \leq 1, \quad (123)$$

где  $\sigma = pr/2t$  - расчетное напряжение;

$\sigma_{cr} = 0,1Et/r$  - критическое напряжение, принимаемое не более  $R_y$ ;

$r$  - радиус срединной поверхности сферы.

### Основные требования к расчету металлических мембранных конструкций.

10.14 При расчете мембранных конструкций опирание кромок мембраны на упругие элементы контура следует считать шарнирным по линии опирания и способным передавать сдвиг на элементы контура.

10.15 Расчет мембранных конструкций должен производиться на основе совместной работы мембраны и элементов контура с учетом их деформированного состояния и геометрической нелинейности мембраны.

10.16 Нормальные и касательные напряжения, распределенные по кромкам мембраны, следует считать уравновешенными сжатием и изгибом опорного контура в тангенциальной плоскости.

При расчете опорных элементов контура мембранных конструкций следует учитывать:

- изгиб в тангенциальной плоскости;
- осевое сжатие в элементах контура;
- сжатие, вызываемое касательными напряжениями по линии контакта мембраны с элементами контура;
- изгиб в вертикальной плоскости.

10.17 При креплении мембраны с эксцентриситетом относительно центра тяжести сечения элементов контура кроме факторов, указанных в п.10.16, при расчете контуров следует учитывать кручение.

10.18 При определении напряжений в центре круглых в плане плоских мембран допускается принимать, что опорный контур является недеформируемым.

10.19 Для определения напряжений в центре эллиптической мембраны, закрепленной на деформируемом контуре, допускается применять требования п.10.18 при условии замены значения радиуса значением большей главной полуоси эллипса (отношение большей полуоси к меньшей должно быть не более 1,2).

## 11 РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА УСТАЛОСТЬ

11.1 Стальные конструкции и их элементы (подкрановые балки, балки рабочих площадок, элементы конструкций бункерных и разгрузочных эстакад, конструкции под двигатели и др.), непосредственно воспринимающие многократно действующие подвижные, вибрационные или другого вида нагрузки с количеством циклов нагружений  $10^5$  и более, которые могут привести к явлению усталости, следует проектировать с применением таких конструктивных решений, которые не вызывают значительной концентрации напряжений, и проверять расчетом на усталость.

Количество циклов нагружений следует принимать по технологическим требованиям эксплуатации.

Конструкции высоких сооружений типа антенн, дымовых труб, мачт, башен и подъемно-транспортных сооружений, проверяемые на резонанс от действия ветра, следует проверять расчетом на усталость.

Расчет конструкций на усталость следует производить на действие нагрузок, устанавливаемых согласно требованиям норм по нагрузкам и воздействиям.

11.2 Расчет на усталость следует производить по формуле

$$\frac{\sigma_{\max}}{\alpha R_v \gamma_v} \leq 1, \quad (124)$$

где  $R_v$  - расчетное сопротивление усталости, принимаемое по табл.Л.2.

$\alpha$  - коэффициент, учитывающий количество циклов нагружений  $n$  и вычисляемый:

при  $n > 3,9 \cdot 10^6$  по формулам:

для групп элементов 1 и 2

$$\alpha = 0,064 \left( \frac{n}{10^6} \right)^2 - 0,5 \left( \frac{n}{10^6} \right) + 1,75; \quad (125)$$

для групп элементов 3 - 8

$$\alpha = 0,07 \left( \frac{n}{10^6} \right)^2 - 0,64 \left( \frac{n}{10^6} \right) + 2,2; \quad (126)$$

при  $n \geq 3,9 \cdot 10^6$   $\alpha = 0,77$ ;

$\gamma_v$  - коэффициент, определяемый по табл.25 в зависимости от вида напряженного состояния и коэффициента асимметрии напряжений  $\rho = \sigma_{\min} / \sigma_{\max}$ ;

здесь  $\sigma_{\max}$  и  $\sigma_{\min}$  - соответственно наибольшее и наименьшее по абсолютному значению напряжения в рассчитываемом элементе, вычисленные по сечению нетто без учета коэффициента динамичности и коэффициентов  $\varphi, \varphi_e, \varphi_b$ .

При разнозначных напряжениях коэффициент асимметрии напряжений следует принимать со знаком «минус».

При расчетах на усталость по формуле (124) произведение  $\alpha R_v \gamma_v$  не должно превышать  $R_u / \gamma_u$ .

11.3 Стальные конструкции и их элементы, непосредственно воспринимающие нагрузки с количеством циклов нагружений менее  $10^5$ , следует проектировать с применением таких конструктивных решений, которые не вызывают значительной концентрации напряжений, и в необходимых случаях проверять расчетом на малоцикловую прочность.

Таблица 25

$\sigma_{\max}$	Коэффициент асимметрии напряжений $\rho$	Формулы для вычисления коэффициента $\gamma_v$
Растяжение	$-1 \leq \rho \leq 0$	$\gamma_v = \frac{2,5}{1,5 - \rho}$
	$0 < \rho \leq 0,8$	$\gamma_v = \frac{2,0}{1,2 - \rho}$
	$0,8 < \rho < 1$	$\gamma_v = \frac{1,0}{1 - \rho}$
Сжатие	$-1 \leq \rho < 1$	$\gamma_v = \frac{2}{1 - \rho}$

## 12 РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ПРОЧНОСТЬ С УЧЕТОМ ХРУПКОГО РАЗРУШЕНИЯ

Центрально - и внецентренно-растянутые элементы, а также зоны растяжения изгибаемых элементов конструкций следует проверять на прочность с учетом сопротивления хрупкому разрушению по формуле

$$\frac{\gamma_u}{\beta R_u} \sigma_{\max} \leq 1, \quad (127)$$

где  $\sigma_{\max}$  - наибольшее растягивающее напряжение в расчетном сечении элемента, вычисленное по сечению нетто без учета коэффициентов динамичности и  $\varphi_b$ ;

$\beta$  - коэффициент, принимаемый по табл.L.3.



Элементы, проверяемые на прочность с учетом хрупкого разрушения, следует проектировать с применением решений, при которых не требуется увеличивать площадь сечения, установленную расчетом согласно требованиям разд.7 настоящих норм.

## 13 РАСЧЕТ СОЕДИНЕНИЙ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

### Сварные соединения

13.1 Расчет сварных стыковых соединений на центральное растяжение или сжатие следует производить по формуле

$$\frac{N}{tl_w R_{wy} \gamma_c} \leq 1, \quad (128)$$

где  $t$  - наименьшая толщина соединяемых элементов;

$l_w$  - расчетная длина шва, равная полной его длине, уменьшенной на  $2t$ , или полной его длине в случае вывода концов шва за пределы стыка.

При расчете сварных стыковых соединений элементов конструкций, рассчитанных согласно п.7.2, в формуле (128) вместо  $R_{wy}$  следует принимать  $R_{wu} / \gamma_u$ .

13.2 Сварные соединения с угловыми швами при действии продольной и поперечной сил следует рассчитывать на срез (условный) по двум сечениям (рис.22):

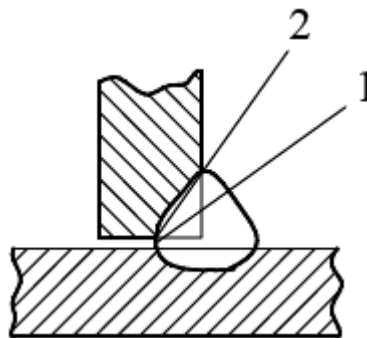


Рис.22. Схема расчетных сечений сварного соединения с угловым швом  
1 - сечение по металлу шва; 2 - сечение по металлу границы сплавления по металлу шва (сечение 1)

$$N / (\beta_f k_f l_w R_{wf} \gamma_c) \leq 1; \quad (129)$$

по металлу границы сплавления (сечение 2)

$$N / (\beta_z k_f l_w R_{wz} \gamma_c) \leq 1, \quad (130)$$

где  $l_w$  - расчетная длина шва, принимаемая меньше его полной длины на 10 мм;

$\beta_f$  и  $\beta_z$  - коэффициенты, принимаемые при сварке элементов из стали:

с пределом текучести до 530 Н/мм<sup>2</sup> - по табл.26;

с пределом текучести свыше 530 Н/мм<sup>2</sup> независимо от вида сварки, положения шва и диаметра сварочной проволоки  $\beta_f = 0,7$  и  $\beta_z = 1$ ;

Для угловых швов, размеры которых установлены в соответствии с расчетом, в элементах из стали с пределом текучести до 285 Н/мм<sup>2</sup> следует применять электроды или сва-

ручную проволоку, для которых расчетные сопротивления срезу по металлу шва  $R_{wf}$  должны быть более  $R_{wz}$ , а при ручной сварке - не менее чем в 1,1 раза превышать расчетные сопротивления срезу по металлу границы сплавления  $R_{wz}$  но не превышать значений  $R_{wz} \beta_z / \beta_f$ ; в элементах из стали с пределом текучести свыше 285 Н/мм<sup>2</sup> допускается применять электроды или сварочную проволоку, для которых выполняется условие

$$R_{wz} < R_{wf} \leq R_{wz} \beta_z / \beta_f.$$

При выборе электродов или сварочной проволоки следует учитывать группы конструкций.

Таблица 26

Вид сварки при диаметре сварочной проволоки $d$ , мм	Положение шва	Коэффициент	Значения коэффициентов $\beta_f$ и $\beta_z$ при катетах швов, мм			
			3-8	9-12	14-16	18 и более
Автоматическая при $d = 3 - 5$	В лодочку	$\beta_f$	1,1			0,7
		$\beta_z$	1,15			1,0
	Нижнее	$\beta_f$	1,1	0,9	0,7	
		$\beta_z$	1,15	1,05	1,0	
Автоматическая и полуавтоматическая при $d = 1,4 - 2$	В лодочку	$\beta_f$	0,9		0,8	0,7
		$\beta_z$	1,05		1,0	
	Нижнее, горизонтальное, вертикальное	$\beta_f$	0,9	0,8	0,7	
		$\beta_z$	1,05	1,0		
Ручная; полуавтоматическая проволокой сплошного сечения при $d < 1,4$ или порошковой проволокой	В лодочку, нижнее, горизонтальное, вертикальное, потолочное	$\beta_f$	0,7			
		$\beta_z$	1,0			
Примечание. Значения коэффициентов соответствуют нормальным режимам сварки.						

13.3 Расчет сварных соединений с угловыми швами на действие момента в плоскости, перпендикулярной плоскости расположения швов, следует производить по двум сечениям по формулам:  
по металлу шва

$$\frac{M}{W_f R_{wf} \gamma_c} \leq 1; \quad (131)$$

по металлу границы сплавления

$$\frac{M}{W_z R_{wz} \gamma_c} \leq 1, \quad (132)$$

где  $W_f$  - момент сопротивления расчетного сечения по металлу шва;

$W_z$  - то же, по металлу границы сплавления.

Расчет сварных соединений с угловыми швами на действие момента в плоскости расположения этих швов следует производить по двум сечениям по формулам:

по металлу шва

$$\frac{M}{(J_{fx} + J_{fy})R_{wf}\gamma_c}\sqrt{x^2 + y^2} \leq 1; \quad (133)$$

по металлу границы сплавления

$$\frac{M}{(J_{zx} + J_{zy})R_{wz}\gamma_c}\sqrt{x^2 + y^2} \leq 1, \quad (134)$$

где  $J_{fx}$  и  $J_{fy}$  - моменты инерции расчетного сечения по металлу шва относительно его главных осей;

$J_{zx}$  и  $J_{zy}$  - то же, по металлу границы сплавления;

$x$  и  $y$  - координаты точки шва, наиболее удаленной от центра тяжести расчетного сечения швов относительно главных осей этого сечения.

13.4 Сварные стыковые соединения, выполненные без физического контроля качества, при одновременном действии в одном и том же сечении нормальных и касательных напряжений следует проверять по формуле (29), в которой значения  $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$  и  $R_y$  следует принимать соответственно:  $\sigma_x = \sigma_{wx}$  и  $\sigma_y = \sigma_{wy}$  - нормальные напряжения в сварном соединении по двум взаимно перпендикулярным направлениям;  $\tau_{xy} = \tau_{wxy}$  - касательное напряжение в сварном соединении;  $R_y = R_{wy}$ .

13.5 При расчете сварных соединений с угловыми швами на одновременное действие продольной и поперечной сил и момента должны быть выполнены условия

$$\frac{\tau_f}{R_{wf}\gamma_c} \leq 1 \text{ и } \frac{\tau_z}{R_{wz}\gamma_c} \leq 1, \quad (135)$$

где  $\tau_f$  и  $\tau_z$  - напряжения в расчетном сечении соответственно по металлу шва и по металлу границы сплавления, равные геометрическим суммам напряжений, вызываемых продольной и поперечной силами и моментом

### Болтовые соединения

13.6 В болтовых соединениях при действии продольной силы  $N$ , проходящей через центр тяжести соединения, распределение этой силы между болтами следует принимать равномерным.

13.7 Расчетное усилие  $N_b$ , которое может быть воспринято одним болтом, следует определять по формулам:

на срез

$$N_b = R_{bs}\gamma_b A n_s; \quad (136)$$

на смятие

$$N_b = R_{bp} \gamma_b d \sum t; \quad (137)$$

на растяжение

$$N_b = R_{bt} A_{bn}, \quad (138)$$

где  $R_{bs}, R_{bp}, R_{bt}$  - расчетные сопротивления болтовых соединений;

$d$  - наружный диаметр стержня болта;

$A = \pi d^2 / 4$  - расчетная площадь сечения стержня болта;

$A_{bn}$  - площадь сечения болта нетто;

$\sum t$  - наименьшая суммарная толщина элементов, сминаемых в одном направлении;

$n_s$  - число расчетных срезов одного болта;

$\gamma_b$  - коэффициент условий работы соединения, который следует принимать по табл.Ф.2.

13.8 Количество  $n$  болтов в соединении при действии продольной силы  $N$  следует определять по формуле

$$n \geq \frac{N}{\gamma_c N_{\min}} \quad (139)$$

где  $N_{\min}$  - меньшее из значений расчетного усилия для одного болта, вычисленных согласно требованиям п.13.7 настоящих норм.

13.9 При действии на соединение момента, вызывающего сдвиг соединяемых элементов, распределение усилий на болты следует принимать пропорционально расстояниям от центра тяжести соединения до рассматриваемого болта.

13.10 Болты, работающие одновременно на срез и растяжение, следует проверять отдельно на срез и растяжение.

Болты, работающие на срез от одновременного действия продольной силы и момента, следует проверять на равнодействующее усилие.

13.11 В креплениях одного элемента к другому через прокладки или иные промежуточные элементы, а также в креплениях с односторонней накладкой количество болтов должно быть увеличено против расчета на 10 %.

При креплениях выступающих полок уголков или швеллеров с помощью коротышей количество болтов, прикрепляющих одну из полок коротыша, должно быть увеличено против расчета на 50%.

### Соединения на высокопрочных болтах

13.12 Соединения на высокопрочных болтах следует рассчитывать в предположении передачи действующих в стыках и креплениях усилий через трение, возникающее по соприкасающимся плоскостям соединяемых элементов от натяжения высокопрочных болтов. При этом распределение продольной силы между болтами следует принимать равномерным.

13.13 Расчетное усилие  $Q_{bh}$ , которое может быть воспринято каждой поверхностью трения соединяемых элементов, стянутых одним высокопрочным болтом, следует определять по формуле

$$Q_{bh} = \frac{R_{bh} \gamma_b A_{bn} \mu}{\gamma_h}, \quad (140)$$

где  $R_{bh}$  - расчетное сопротивление растяжению высокопрочного болта;  
 $\mu$  - коэффициент трения, принимаемый по табл.27;  
 $\gamma_h$  - коэффициент надежности, принимаемый по табл.27;  
 $A_{bn}$  - площадь сечения болта нетто;  
 $\gamma_b$  - коэффициент условий работы соединения, зависящий от количества  $n$  болтов, не обходимых для восприятия расчетного усилия, и принимаемый равным:  
 0,8 при  $n < 5$ ;  
 0,9 при  $5 \leq n < 10$ ;  
 1,0 при  $n \geq 10$ .

Таблица 27

Способ обработки (очистки) соединяемых поверхностей	Способ регулирования натяжения болтов	Коэффициент трения $\mu$	Коэффициенты $\gamma_h$ при нагрузке и при разности номинальных диаметров отверстий и болтов $\delta$ , мм	
			динамической и при $\delta = 3-6$ ; статической и при $\delta = 5-6$	динамической и при $\delta = 1$ ; статической и при $\delta = 1-4$
1. Дробеметный или дробеструйный двух поверхностей без консервации	по $M$	0,58	1,35	1,12
	« $\alpha$	0,58	1,20	1,02
2. То же, с консервацией (металлизацией распылением цинка или алюминия)	« $M$	0,50	1,35	1,12
	« $\alpha$	0,50	1,20	1,02
3. Дробью одной поверхности с консервацией полимерным клеем и посыпкой карборундовым порошком, стальными щетками без консервации - другой поверхности	« $M$	0,50	1,35	1,12
	« $\alpha$	0,50	1,20	1,02
4. Газопламенный двух поверхностей без консервации	« $M$	0,42	1,35	1,12
	« $\alpha$	0,42	1,20	1,02
5. Стальными щетками двух поверхностей без консервации	« $M$	0,35	1,35	1,17
	« $\alpha$	0,35	1,25	1,06
6. Без обработки	« $M$	0,25	1,70	1,30
	« $\alpha$	0,25	1,50	1,20

Примечания:  
 1. Способ регулирования натяжения болтов по  $M$  означает регулирование по моменту закручивания, а по  $\alpha$  - по углу поворота гайки.  
 2. Допускаются другие способы обработки соединяемых поверхностей, обеспечивающие значения коэффициентов трения  $\mu$  не ниже указанных в таблице.

Количество  $n$  высокопрочных болтов в соединении при действии продольной силы следует определять по формуле

$$n \geq \frac{N}{Q_{bh} k \gamma_c}, \quad (141)$$

где  $k$  - количество поверхностей трения соединяемых элементов.

Натяжение высокопрочного болта следует производить осевым усилием  $P = R_{bh} A_{bn}$ .

13.14 Расчет на прочность соединяемых элементов, ослабленных отверстиями под высокопрочные болты, следует выполнять с учетом того, что половина усилия, приходящегося на каждый болт, в рассматриваемом сечении уже передана силами трения. При этом проверку ослабленных сечений следует производить: при динамических нагрузках - по площади сечения нетто  $A_n$ , при статических нагрузках - по площади сечения брутто  $A$  при  $A_n \geq 0,85A$  либо по условной площади  $A_c = 1,18A_n$  при  $A_n < 0,85A$ .

### Соединения с фрезерованными торцами

13.15 В соединениях элементов с фрезерованными торцами (в стыках и базах колонн и т.п.) сжимающую силу следует считать полностью передающейся через торцы.

Во внецентренно-сжатых и сжато-изгибаемых элементах сварные швы и болты, включая высокопрочные, указанных соединений следует рассчитывать на максимальное растягивающее усилие от действия момента и продольной силы при наиболее неблагоприятном их сочетании, а также на сдвигающее усилие от действия поперечной силы.

### Поясные соединения в составных балках

13.16 Сварные швы и высокопрочные болты, соединяющие стенки и пояса составных двутавровых балок, следует рассчитывать согласно табл.28.

При отсутствии ребер жесткости для передачи больших неподвижных сосредоточенных нагрузок расчет прикрепления верхнего пояса следует выполнять как для подвижной сосредоточенной нагрузки.

При приложении неподвижной сосредоточенной нагрузки к нижнему поясу балки сварные швы и высокопрочные болты, прикрепляющие этот пояс к стенке, следует рассчитывать по формулам (147) ÷ (149) табл.28 независимо от наличия ребер жесткости в местах приложения грузов.

Сварные поясные швы, выполненные с проваром на всю толщину стенки, следует считать равнопрочными со стенкой.

13.17 В балках, с соединениями на высокопрочных болтах с многолистовыми поясными пакетами, прикрепление каждого из листов за местом своего теоретического обрыва следует рассчитывать на половину усилия, которое может быть воспринято сечением листа.

Прикрепление каждого листа на участке между действительным местом его обрыва и местом обрыва предыдущего листа следует рассчитывать на полное усилие, которое может быть воспринято сечением листа.

Таблица 28

Характер нагрузки	Вид соединения	Формулы для расчета поясных соединений в составных балках
Неподвижная	Угловые швы: двусторонние	$T / (2\beta_f k_f R_{wf} \gamma_c) \leq 1;$ (142)
		$T / (2\beta_z k_f R_{wz} \gamma_c) \leq 1$ (143)
	односторонние	$T / (\beta_f k_f R_{wf} \gamma_c) \leq 1;$ (144)
		$T / (\beta_z k_f R_{wz} \gamma_c) \leq 1$ (145)
Высокопрочные болты	$aT / Q_{bh} k \gamma_c \leq 1;$ (146)	
Подвижная	Угловые швы двусторонние	$\sqrt{T^2 + V^2} / (2\beta_f k_f R_{wf} \gamma_c) \leq 1;$ (147)
		$\sqrt{T^2 + V^2} / (2\beta_z k_f R_{wz} \gamma_c) \leq 1$ (148)
	Высокопрочные болты	$a \sqrt{T^2 + \alpha V^2} / Q_{bh} k \gamma_c \leq 1;$ (149)
<p>Обозначения, принятые в табл.28:</p> <p><math>T = \frac{QS}{J}</math> - сдвигающее пояс усилие на единицу длины, вызываемое поперечной силой <math>Q</math>, где <math>S</math> - статический момент брутто пояса балки относительно нейтральной оси;</p> <p><math>V = \frac{\gamma_f F}{l_{ef}}</math> - давление от сосредоточенного груза <math>F</math> (для подкрановых балок от давления колеса крана, принимаемого без коэффициента динамичности), где <math>\gamma_f</math> - коэффициент, принимаемый согласно требованиям норм по нагрузкам и воздействиям, <math>l_{ef}</math> - условная длина распределения сосредоточенного груза, принимаемая по пп.7.13 и 15.32 настоящих норм;</p> <p><math>\alpha</math> - коэффициент, принимаемый при нагрузке по верхнему поясу балки, в которой стенка пристрогана к верхнему поясу, <math>\alpha = 0,4</math>, а при отсутствии пристройки стенки или при нагрузке по нижнему поясу <math>\alpha = 1</math>;</p> <p><math>a</math> - шаг поясных высокопрочных болтов;</p> <p><math>Q_{bh}</math> - расчетное усилие одного высокопрочного болта, определяемое по формуле (140);</p> <p><math>k</math> - количество поверхностей трения соединяемых элементов</p>		

## 14 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО КОНСТРУИРОВАНИЮ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ И СООРУЖЕНИЙ

### Основные положения

14.1 Для уменьшения напряжений и деформаций, возникающих в конструкциях вследствие сейсмических, климатических температурных воздействий, в зданиях и сооружениях, как правило, должны быть предусмотрены температурные, антисейсмические швы, компенсаторы и т. п., расстояния между которыми должны определяться из расчета на данные воздействия.

14.2 В каждом блоке каркасного здания и сооружения необходимо предусматривать самостоятельную систему связей, которая должна обеспечивать пространственную жест-

кость каркаса в целом, надлежащую прочность и устойчивость элементов конструкций, восприятие и распределение горизонтальных нагрузок и воздействий, условия для надежного и удобного возведения здания и сооружения.

Выбор схемы и расположения связей должен осуществляться в зависимости от конструктивной схемы здания и сооружения, условий их эксплуатации, габаритов, видов нагрузок и воздействий и др.

14.3 Гибкость элементов конструкций, как правило, не должна превышать предельных значений для сжатых и растянутых стержней, а также для пластинок, образующих тонкостенное поперечное сечение.

14.4 Для компенсации прогибов конструкций покрытий и перекрытий допускается использовать строительный подъем. В этом случае при проверке предельного прогиба необходимо определяемый из расчета вертикальный прогиб уменьшать на размер строительного подъема.

14.5 При проектировании стальных конструкций должна быть предусмотрена разбивка их на отправочные марки с учетом характеристик транспортных средств (вида, грузоподъемности, габаритов), мерных длин металлопроката, напряженного состояния элементов и удобства монтажа.

Отправочные марки однотипных конструктивных элементов должны быть, по возможности, унифицированы.

14.6 В конструкциях (отправочных марках) должно применяться минимальное возможное количество видов и типоразмеров проката, классов прочности стали (марок, наименований), сварочных материалов и размеров катетов швов, классов прочности и точности болтов, диаметров отверстий.

14.7 При проектировании размеры стенок и поясов составных сечений и других деталей конструкций (фасонок, ребер жесткости, соединительных прокладок и др.) должны, по возможности, назначаться с учетом стандартных размеров листового проката; детали, имеющие близкие размеры, должны быть, по возможности, унифицированы.

14.8 При проектировании, в случае необходимости, должны быть предусмотрены монтажные соединения (компенсаторы и другие конструктивные мероприятия), обеспечивающие требуемый уровень собираемости конструкций и необходимую точность геометрических параметров сооружения.

14.9 Отправочные марки пространственных решетчатых конструкций (сквозных колонн, опор, мачт и др.), как правило, должны быть укреплены диафрагмами, расположенными у концов элемента.

Для обеспечения сохранности конструкций при транспортировании, хранении и возведении допускается укрепление их отдельными стержнями.

14.10 Расцентровка осей элементов в узлах решетчатых конструкций должна быть минимальной с учетом принимаемых конструктивных решений.

14.11 Размеры сварных составных сечений должны назначаться с учетом технологических ограничений сварочного процесса, возможных сварочных деформаций и условий правки.

14.12 Несущие конструкции, которые могут подвергаться воздействию расплавленного металла, лучистой или конвекционной теплоты, огня и т.п., должны быть защищены облицовками, ограждающими стенками из огнеупорного кирпича или жароупорного бетона, металлическими экранами и т.п.

14.13 При проектировании сварных конструкций должны быть предусмотрены конструктивные решения, обеспечивающие снижение вредного влияния сварочных деформаций и напряжений и уменьшение концентрации напряжений (с наиболее равномерным распределением напряжений в элементах и деталях, без входящих углов, резких перепадов сечения и других концентраторов напряжений), а также должны соблюдаться требования по взаимному расположению швов, по обеспечению провара и применению минимальных размеров швов.



## Сварные соединения

14.14 При проектировании сварных соединений необходимо: соблюдать требования стандартов и других документов на конструкцию сварных соединений;

принимать, возможно, меньшее количество сварных швов; предусматривать применение эффективных способов сварки и сварочных материалов;

предусматривать расположение сварных швов, обеспечивающее свободный доступ к ним, удобство сварочных работ и возможность необходимого контроля качества сварных соединений;

указывать в чертежах КМ и КМД сварные соединения, качество которых необходимо проверить с использованием физических методов контроля.

14.15 Размеры и форму сварных угловых швов следует принимать с учетом следующих условий:

а) катеты угловых швов  $k_f$  должны быть не более  $1,2t$ , где  $t$  - наименьшая толщина соединяемых элементов;

катет шва, наложенного на закругленную кромку фасонного проката толщиной  $t$ , как правило, не должен превышать  $0,9t$ ;

б) катеты угловых швов  $k_f$  следует принимать по расчету, но не менее, чем указаны в табл.29;

в) расчетная длина углового сварного шва должна быть не менее  $4k_f$  и не менее 40 мм;

г) расчетная длина флангового шва должна быть не более  $85k_f\beta_f$  ( $\beta_f$  - коэффициент, принимаемый по табл.26), за исключением швов, в которых усилие действует на всем протяжении шва;

д) размер нахлестки должен быть не менее пяти толщин наиболее тонкого из свариваемых элементов;

е) соотношения размеров катетов угловых швов следует принимать, как правило, 1:1. При разных толщинах свариваемых элементов допускается принимать швы с неравными катетами, при этом катет, примыкающий к более тонкому элементу, должен соответствовать требованиям п.14.15, а, а примыкающий к более толстому элементу требованиям п. 14.15, б;

ж) в конструкциях, воспринимающих динамические и вибрационные нагрузки, угловые швы следует выполнять с плавным переходом к основному металлу при обосновании расчетом на усталость или на прочность с учетом хрупкого разрушения.

14.16 Для прикрепления ребер жесткости, диафрагм и поясов сварных двутавров по пп. 9.2, 9.3, 15.9, 15.23 и конструкций группы 4 допускается применять односторонние угловые швы, катеты которых  $k_f$  следует принимать по расчету, но не менее указанных в табл.29.

Применение этих односторонних угловых швов не допускается в конструкциях:

группы I;

эксплуатируемых в среднеагрессивной и сильноагрессивной средах (классификация - согласно нормам по защите строительных конструкций от коррозии).

14.17 Для расчетных и конструктивных угловых швов в проекте должны быть указаны вид сварки, электроды или сварочная проволока, положение шва при сварке.

14.18 Сварные стыковые соединения листовых деталей следует, как правило, выполнять прямыми с полным проваром и с применением выводных планок.

В монтажных условиях допускается односторонняя сварка с подваркой корня шва и сварка на остающейся стальной подкладке.

Применение прерывистых швов, а также электрозаклепок, выполняемых ручной сваркой с предварительным сверлением отверстий, допускается только в конструкциях группы 4.

Таблица 29

Вид соединения	Вид сварки	Предел текучести стали, Н/мм <sup>2</sup>	Минимальные катеты швов $k_f$ , мм, при толщине более толстого из свариваемых элементов $t$ , мм						
			4-5	6-10	11-16	17-22	23-32	33-40	41-80
Тавровое с двусторонними угловыми швами; нахлесточное и угловое	Ручная	до 430	4	5	6	7	8	9	10
		св. 430 до 530	5	6	7	8	9	10	12
	Автоматическая и полуавтоматическая	до 430	3	4	5	6	7	8	9
		св. 430 до 530	4	5	6	7	8	9	10
Тавровое с односторонними угловыми швами	Ручная	до 380	5	6	7	8	9	10	12
	Автоматическая и полуавтоматическая		4	5	6	7	8	9	10

Примечания:

- В конструкциях из стали с пределом текучести свыше 530 Н/мм<sup>2</sup>, а также из всех сталей при толщине элементов свыше 80 мм минимальные катеты угловых швов принимаются по специальным техническим условиям.
- В конструкциях группы 4 минимальные катеты односторонних угловых швов следует уменьшать на 1 мм при толщине свариваемых элементов до 40 мм включительно и на 2 мм - при толщине элементов свыше 40 мм.

### Болтовые соединения

14.19 При проектировании болтовых соединений необходимо:

- обоснованно принимать класс точности болтов;
- принимать, возможно, меньшее количество болтов в соединении;
- соблюдать требования стандартов и строительных правил по расположению отверстий для болтов;
- в стыках и узлах болты размещать, как правило, на минимальных расстояниях;
- обеспечивать удобство постановки болтов и закручивания гаек (в т.ч. с помощью механизированного инструмента), а также возможность необходимого контроля качества болтовых соединений;
- в расчетных соединениях, кроме крепления второстепенных элементов, предусматривать меры против самоотвинчивания гаек.

14.20 Применение комбинированных соединений, в которых часть усилий воспринимается сварными швами, а часть - болтами, не допускается.

14.21 При проектировании фрикционных соединений необходимо:

- соблюдать требования стандартов по применению таких соединений, назначению диаметров болтов и отверстий для них, расположению отверстий, обработке и консервации соединяемых поверхностей и др.;
- обеспечивать свободный доступ и удобство установки болтов и закручивания гаек, а также возможность необходимого контроля качества фрикционных соединений.

14.22 Болты класса точности А следует применять для соединений, в которых отверстия просверлены на проектный диаметр в собранных элементах либо по кондукторам в

отдельных элементах и деталях, просверлены или продавлены на меньший диаметр в отдельных деталях с последующим рассверливанием до проектного диаметра в собранных элементах.

Болты класса точности *B* и *C* в многоболтовых соединениях следует применять для конструкций, изготавливаемых из стали с пределом текучести до 380 Н/мм<sup>2</sup>.

14.23 Болты, имеющие по длине ненарезанной части участки с различными диаметрами, не допускается применять в соединениях, в которых эти болты работают на срез.

Резьба болта, воспринимающего сдвигающее усилие, не должна находиться на глубине более половины толщины элемента, прилегающего к гайке, или свыше 5 мм, кроме структурных конструкций, опор линий электропередачи и открытых распределительных устройств и линий контактных сетей транспорта, где резьба должна находиться вне пакета соединяемых элементов.

14.24 Болты (в том числе высокопрочные) следует размещать в соответствии с табл.30.

Соединительные болты должны размещаться, как правило, на максимальных расстояниях; в стыках и узлах следует размещать болты на минимальных расстояниях.

При размещении болтов в шахматном порядке расстояние между их центрами вдоль усилия следует принимать не менее  $a + 1,5 d$ , где  $a$  - расстояние между рядами поперек усилия,  $d$  - диаметр отверстия для болта. При таком размещении сечение элемента  $A_n$  определяется с учетом ослабления его отверстиями, расположенными только в одном сечении поперек усилия (не по "зигзагу").

Таблица 30

Характеристика расстояния	Расстояния при размещении болтов
1. Расстояния между центрами болтов в любом направлении: а) минимальное б) максимальное в крайних рядах при отсутствии окаймляющих уголков при растяжении и сжатии в) максимальное в средних рядах, а также в крайних рядах при наличии окаймляющих уголков: при растяжении при сжатии	$2,5d^{1)}$ $8d$ или $12t$  $16d$ или $24t$ $12d$ или $18t$
2. Расстояния от центра болта до края элемента: а) минимальное вдоль усилия б) то же, поперек усилия: при обрезных кромках « прокатных в) максимальное г) минимальное для высокопрочных болтов при любой кромке и любом направлении усилия	$2d$  $1,5d$ $1,2d$ $4d$ или $8t$ $1,3d$

<sup>1)</sup> В соединяемых элементах из стали с пределом текучести свыше 380 Н/мм<sup>2</sup> минимальное расстояние между болтами следует принимать равным  $3d$ .

Обозначения, принятые в табл.30:

$d$  - диаметр отверстия для болта;

$t$  - толщина наиболее тонкого наружного элемента.

Примечание. В соединяемых элементах из стали с пределом текучести до 380 Н/мм<sup>2</sup> допускается уменьшение расстояния от центра болта до края элемента вдоль усилия и минимального расстояния между центрами болтов в случаях расчета с учетом соответствующих коэффициентов условий работы соединений согласно пп.13.7 и 17.12.

При прикреплении уголка одной полкой отверстие, наиболее удаленное от его конца, следует размещать на риске, ближайшей к обушке.

## 15 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

### Прогибы и перемещения элементов конструкций

15.1 Прогибы и перемещения элементов конструкций не должны превышать предельных значений, установленных нормами по нагрузкам и воздействиям.

### Расстояния между температурными швами

15.2 Наибольшие расстояния между температурными швами стальных каркасов одноэтажных зданий и сооружений следует принимать согласно табл.31.

При превышении более чем на 5 % указанных в табл.31 расстояний, а также при увеличении жесткости каркаса стенами или другими конструкциями в расчете следует учитывать климатические температурные воздействия, неупругие деформации конструкций и податливость узлов.

Таблица 31

Характеристика зданий и сооружений	Наибольшие расстояния, м		
	между температурными швами		от температурного шва или торца здания до оси ближайшей вертикальной связи
	по длине блока (вдоль здания)	по ширине блока	
Отапливаемые здания	230	150	90
Неотапливаемые здания и горячие цехи	200	120	75
Открытые эстакады	130	-	50

Примечание. При наличии между температурными швами здания или сооружения двух вертикальных связей расстояние между последними в осях не должно превышать для зданий - 40-50 м и для открытых эстакад - 25-30 м,

### Фермы и структурные плиты покрытий

15.3 Оси стержней ферм и структурных плит (далее структур) должны быть, как правило, центрированы во всех узлах. Центрирование стержней следует производить в сварных фермах по центрам тяжести сечений (с округлением до 5 мм), а в болтовых - по рискам уголков, ближайшим к обушке.

Смещение осей поясов ферм при изменении сечений допускается не учитывать, если оно не превышает 1,5 % высоты пояса меньшего сечения.

При наличии эксцентриситетов в узлах элементы ферм и структур следует рассчитывать с учетом соответствующих изгибающих моментов.

При приложении нагрузок вне узлов фермы пояса должны быть рассчитаны на совместное действие продольных усилий и изгибающих моментов.

15.4 При пролетах ферм покрытий свыше 36 м следует предусматривать строительный подъем, равный прогибу от постоянной и длительной нагрузок. При плоских кровлях строительный подъем следует предусматривать независимо от величины пролета, принимая его равным прогибу от суммарной нормативной нагрузки плюс  $1/200$  пролета.

15.5 При расчете ферм с элементами из уголков или тавров соединения элементов в узлах ферм допускается принимать шарнирными. При двутавровых, Н-образных и трубчатых сечениях элементов расчет ферм по шарнирной схеме допускается, когда отношение высоты сечения к длине элементов не превышает  $1/10$ .

При превышении этих отношений следует учитывать дополнительные изгибающие моменты в элементах от жесткости узлов. Учет жесткости узлов в фермах разрешается производить приближенными методами; осевые усилия допускается определять по шарнирной схеме

15.6 Расстояние между краями элементов решетки и пояса в узлах сварных ферм с фасонками следует принимать не менее  $a = bt - 20$  мм, но не более 80 мм (здесь  $t$  - толщина фасонки, мм).

Между торцами стыкуемых элементов поясов ферм, перекрываемых накладками, следует оставлять зазор не менее 10 мм, а зону на расстоянии 25 мм с каждой стороны от оси стыка - не варить.

Сварные швы, прикрепляющие элементы решетки фермы к фасонкам, следует выводить на торец элемента на длину не менее 20 мм.

15.7 В узлах ферм с поясами из тавров, двутавров и одиночных уголков крепление фасонки к полкам поясов встык следует осуществлять с проваром на всю толщину фасонки. В конструкциях группы 1, а также эксплуатируемых в районах при расчетных температурах ниже минус  $40^{\circ}\text{C}$  примыкание узловых фасонки к поясам следует выполнять согласно п.7 табл.L.1.

15.8 При расчете узлов ферм со стержнями трубчатого и двутаврового сечения и прикреплением элементов решетки непосредственно к поясу (без фасонки) следует проверять несущую способность:

стенки пояса при местном изгибе (продавливании) в местах примыкания элементов решетки (для круглых и прямоугольных труб);

боковой стенки пояса в месте примыкания сжатого элемента решетки (для прямоугольных труб);

полок пояса на отгиб (для двутаврового сечения);

стенки пояса (для двутаврового сечения);

элементов решетки в сечении, примыкающем к поясу;

сварных швов, прикрепляющих элементы решетки к поясу.

Указанные проверки приведены в приложении М.

## Колонны

15.9 Отправочные элементы сквозных колонн с решетками в двух плоскостях следует укреплять диафрагмами, располагаемыми у концов отправочного элемента.

В сквозных колоннах с соединительной решеткой в одной плоскости диафрагмы следует располагать не реже чем через 4 м.

15.10 В центрально-сжатых колоннах и стойках с односторонними поясными швами в узлах крепления связей, балок, распорок и других элементов в зоне передачи усилия следует применять двусторонние поясные швы, выходящие за контуры прикрепляемого элемента (узла) на длину  $30k_f$  с каждой стороны.

15.11 Угловые швы, прикрепляющие фасонки соединительной решетки к колоннам внахлестку, следует назначать по расчету и располагать с двух сторон фасонки вдоль колонны в виде отдельных участков в шахматном порядке, при этом расстояние между концами таких швов не должно превышать 15 толщин фасонки.

15.12 Монтажные стыки колонн следует выполнять с фрезерованными торцами, сварными встык, на накладках со сварными швами или болтами, в том числе высокопрочными. При приварке накладок швы следует не доводить до стыка на 25 мм с каждой стороны. Допускается применение фланцевых соединений с передачей сжимающих усилий через плотное касание, а растягивающих - болтами.

### Связи

15.13 В каждом температурном блоке здания следует предусматривать самостоятельную систему связей.

15.14 Нижние пояса подкрановых балок и ферм крановых путей пролетом свыше 12 м следует укреплять горизонтальными связями.

15.15 Вертикальные связи между основными колоннами ниже уровня подкрановых балок (нижнего яруса) следует располагать, по возможности, ближе к середине температурного блока.

Вертикальные связи выше уровня подкрановых балок целесообразно располагать по торцам температурного блока, а также местах, расположения связей нижнего яруса.

При недостаточной гибкости ветвей колонн в продольном направлении здания допускается установка дополнительных распорок, закрепленных в узлах связей.

При двухветвевых колоннах связи следует располагать в плоскости каждой из ветвей колонны. Ветви двухветвевых связей, как правило, следует соединять между собой соединительными решетками.

15.16 Система связей покрытия зависит от типа каркаса (стальной или смешанный), типа покрытия (прогонное или беспрогонное), сейсмичности района строительства, грузоподъемности кранов и режима их работы, наличия подвесного подъемно-транспортного оборудования и подстропильных ферм, а также требований норм сейсмостойкого строительства.

15.17 В уровне нижних поясов стропильных ферм следует предусматривать поперечные горизонтальные связи в каждом пролете здания у его торцов, а также у температурных швов здания. При длине температурного блока более 144 м и при кранах большой грузоподъемности (равной или более 50 т) следует предусматривать также и промежуточные поперечные горизонтальные связи примерно через каждые 60 м.

В зданиях со стальным каркасом, оборудованных мостовыми кранами грузоподъемностью 10 т и более, а при отметке низа стропильных конструкций свыше 18 м - независимо от грузоподъемности кранов, в зданиях с подстропильными фермами, а также при сейсмичности свыше 7 баллов, следует предусматривать продольные связи, располагаемые по крайним панелям нижних поясов стропильных ферм и образующие совместно с поперечными связями жесткий контур в плоскости нижних поясов ферм.

В одно - и двухпролетных зданиях такого типа, продольные связи по нижним поясам следует назначать вдоль крайних рядов колонн.

В многопролетных зданиях (при числе пролетов более трех) при кранах грузоподъемностью менее или равной 50 т, с режимом работы 1К – 6К, продольные связи, как правило, следует располагать вдоль крайних рядов колонн и через один ряд вдоль средних колонн.

В многопролетных зданиях с кранами грузоподъемностью более 50 т, с режимом работы 7К – 8К по ГОСТ 25546, а также в зданиях с перепадами высоты следует назначать их более частое расположение, определяемое расчетом.

Продольные связи по средним рядам колонн при одинаковой высоте смежных пролетов следует проектировать такими же, как и вдоль крайних рядов колонн.

В случае если гибкость в горизонтальной плоскости панелей нижних поясов ферм (см. поз.1, табл.К.1), находящихся между двумя поперечными связевыми фермами, недо-

статочна, то она должна быть обеспечена постановкой растяжек, закрепленных за узлы связевых ферм.

15.18 По верхним поясам стропильных ферм поперечные горизонтальные связи при покрытии с прогонами следует назначать в любом одноэтажном промышленном здании. Поперечные связевые фермы по верхним и нижним поясам рекомендуется совмещать в плане.

Верхние пояса стропильных ферм, не примыкающие непосредственно к поперечным связям, следует раскреплять в плоскости расположения этих связей распорками.

15.19 При наличии жесткого диска кровли в уровне верхних поясов ферм в покрытиях без прогонов, в которых крупноразмерные железобетонные плиты приварены к верхним поясам ферм или профилированный лист покрытия прикреплен к поясам ферм в каждом гофре, поперечные связи по верхним поясам ферм следует устраивать только в торцах здания и у температурных швов. В остальных панелях необходимы распорки у конька и у опор стропильных ферм.

При наличии жесткого диска кровли в уровне верхних поясов ферм следует предусматривать инвентарные съемные связи для выверки конструкций и обеспечения их устойчивости в процессе монтажа.

В покрытиях без прогонов горизонтальные связи по нижним и верхним поясам следует ставить независимо от типа покрытия только в зданиях с кранами большой грузоподъемности (50 т и выше), с режимом работы 7К в цехах металлургических производств и 8К по ГОСТ 25546 не зависимо от вида производства.

При наличии подстропильных ферм в однопролетных покрытиях без прогонов и в многопролетных покрытиях, расположенных в одном уровне, необходимо устройство продольных горизонтальных связей в плоскости верхних поясов ферм в одной из крайних панелей ферм.

15.20 При расположении покрытий в разных уровнях необходимо предусмотреть по одной продольной системе связей в каждом уровне.

В пределах фонаря, где прогоны по верхнему поясу ферм отсутствуют, необходимо предусматривать распорки. Наличие таких распорок по коньковым узлам ферм является обязательным.

15.21 Связи по фонарям следует располагать в плоскости верхних поясов (ригелей) у торцов фонаря и с обеих сторон температурных швов.

15.22 В местах расположения поперечных связей покрытия следует предусматривать установку вертикальных связей между фермами.

В покрытиях зданий и сооружений, эксплуатируемых в районах с расчётными температурами ниже минус 40°C, как правило, следует предусматривать (дополнительно к обычно применяемым) вертикальные связи посередине каждого пролета вдоль всего здания.

Вертикальные связи, как правило, следует располагать в плоскостях опорных стоек стропильных ферм, в плоскостях коньковых стоек для ферм пролетом до 30 м, а также в плоскостях стоек, находящихся под узлом крепления наружных ног фонаря для ферм пролетом более 30 м

Сечения элементов вертикальных связей следует, как правило, назначать по расчету, но не ниже предельной гибкости (см. поз.6, табл.К.1).

15.23 Горизонтальные связи по верхним и нижним поясам разрезных ферм пролетных строений транспортерных галерей следует конструировать отдельно для каждого пролета.

15.24 При применении крестовой решетки связей покрытий за исключением зданий и сооружений I-го класса ответственности, допускается расчет по условной схеме в предположении, что раскосы воспринимают только растягивающие усилия.

При определении усилий в элементах связей обжатие поясов ферм, как правило, учитывать не следует.

15.25 При устройстве мембранного настила в плоскости нижних поясов ферм допускается учитывать работу мембраны.

15.26 В висячих покрытиях с плоскостными несущими системами (двухпоясными, изгибно-жесткими вантами и т.п.) следует предусматривать вертикальные и горизонтальные связи между несущими системами.

15.27 Крепление связей следует осуществлять на болтах класса точности В и С.

В зданиях, оборудованных кранами большой грузоподъемности и режимов работы 7К и 8К, при сейсмичности свыше 7 баллов, а также в случае значительных усилий в элементах связей (ветровые фермы и т.п.) крепление элементов связей следует осуществлять на монтажной сварке, а в отдельных случаях и на болтах класса точности А.

### **Балки**

15.28 Применять пакеты листов для поясов сварных двутавровых балок, как правило, не разрешается.

Для поясов балок на высокопрочных болтах допускается применять пакеты, состоящие не более чем из трех листов, при этом площадь поясных уголков следует принимать равной не менее 30 % всей площади пояса.

15.29 Поясные швы сварных балок, а также швы, присоединяющие к основному сечению балки вспомогательные элементы (например, ребра жесткости), должны выполняться непрерывными. Поперечные ребра жесткости должны иметь вырезы для пропуска поясных швов.

15.30 При применении односторонних поясных швов в сварных двутавровых балках, несущих статическую нагрузку, должны быть выполнены следующие требования:

расчетная нагрузка должна быть приложена симметрично относительно поперечного сечения балки;

должна быть обеспечена устойчивость сжатого пояса балки в соответствии с п.7.16, а;

расчет устойчивости стенок балок должен быть произведен в соответствии с требованиями пп. 9.2 и 9.3;

в местах приложения к поясу балки сосредоточенных нагрузок, включая нагрузки от ребристых железобетонных плит, должны быть установлены поперечные ребра жесткости.

В ригелях рамных конструкций у опорных узлов следует применять двухсторонние поясные швы, протяженность которых должна быть не менее высоты сечения ригеля.

В балках, рассчитываемых согласно требованиям пп. 7.18 ÷ 7.23 настоящих норм, применение односторонних поясных швов не допускается.

15.31 Ребра жесткости сварных балок должны быть удалены от стыков стенки на расстояние не менее 10 толщин стенки. В местах пересечения стыковых швов стенки балки с продольным ребром жесткости швы, прикрепляющие ребро к стенке, следует не доводить до стыкового шва на  $(6t - 20)$  мм.

15.32 В сварных двутавровых балках конструкций групп 2 - 4 следует, как правило, применять односторонние ребра жесткости с расположением их с одной стороны балки и приваркой их к поясам балки.

В балках с односторонними поясными швами ребра жесткости следует располагать со стороны стенки, противоположной расположению односторонних поясных швов.

Расчет устойчивости одностороннего ребра жесткости следует производить согласно требованиям пп.9.10 и 9.13.

### **Подкрановые балки**

15.33 Расчет на прочность подкрановых балок следует выполнять согласно требованиям п.7.17 на действие вертикальных и горизонтальных нагрузок.



15.34 Расчет на прочность стенок подкрановых балок (за исключением балок, рассчитываемых на усталость, для кранов групп режимов работы 7К в цехах металлургических производств и 8К по ГОСТ 25546) следует выполнять по формуле (29), в которой при расчете сечений на опорах неразрезных балок вместо коэффициента 0,87 следует принимать коэффициент 0,77.

15.35 Расчет на устойчивость подкрановых балок следует выполнять в соответствии с п.7.15.

15.36 Проверку устойчивости стенок и поясных листов подкрановых балок следует выполнять согласно требованиям разд.9 настоящих норм.

15.37 Подкрановые балки следует рассчитывать на усталость согласно разд. 11 настоящих норм, при этом следует принимать  $\alpha = 0,77$  при кранах групп режимов работы 7К(в цехах металлургических производств) и 8К по ГОСТ 25546 и  $\alpha = 1,1$  в остальных случаях.

В подкрановых балках для кранов групп режимов работы 7К (в цехах металлургических производств) и 8К по ГОСТ 25546 стенки дополнительно следует рассчитывать на прочность согласно п.15.38 и на усталость согласно п.15.39.

Расчет подкрановых балок на прочность и на усталость следует производить на действие крановых нагрузок, устанавливаемых согласно требованиям КМК 2.01.07.

15.38 В сжатой зоне стенок подкрановых балок из стали с пределом текучести до 400 Н/мм<sup>2</sup> должны быть выполнены условия:

$$\sqrt{(\sigma_x + \sigma_{loc,x})^2 - (\sigma_x + \sigma_{loc,x})\sigma_{loc,y} + \sigma_{loc,y}^2 + 3(\tau_{xy} + \tau_{loc,xy})^2} / \beta R_y \leq 1; \quad (150)$$

$$\frac{\sigma_x + \sigma_{loc,x}}{R_y} \leq 1; \quad (151)$$

$$\frac{\sigma_{loc,y} + \sigma_{fy}}{R_y} \leq 1; \quad (152)$$

$$\frac{\tau_{xy} + \tau_{loc,xy} + \tau_{f,xy}}{R_s} \leq 1, \quad (153)$$

где

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x &= \frac{M}{W_{xn}}; \quad \tau_{xy} = \frac{Q}{ht}; \quad \sigma_{loc,y} = \frac{\gamma_{f1} F}{tl_{ef}}; \\ \sigma_{loc,x} &= 0,25\sigma_{loc,y}; \quad \tau_{loc,xy} = 0,3\sigma_{loc,y}; \\ \sigma_{fy} &= \frac{2M_t t}{J_f}; \quad \tau_{f,xy} = 0,25\sigma_{fy}; \end{aligned} \right\} \quad (154)$$

$\beta$  - коэффициент, принимаемый равный 1,15 для расчета разрезных балок и 1,3 - для расчета сечений на опорах неразрезных балок;

$M, Q$  - соответственно изгибающий момент и поперечная сила в сечении балки от расчетной нагрузки;

$\gamma_{f1}$  - коэффициент увеличения вертикальной сосредоточенной нагрузки на отдельное колесо крана, принимаемый согласно требованиям норм на нагрузки и воздействия;

$F$  - расчетное давление колеса крана без учета коэффициента динамичности;

$l_{ef}$  - условная длина, определяемая по формуле

$$l_{ef} = c\sqrt[3]{J_{1f}/t}, \quad (155)$$

где  $c$  - коэффициент, принимаемый для сварных и прокатных балок 3,25, для балок на высокопрочных болтах - 4,5;

$J_{1f}$  - сумма собственных моментов инерции пояса балки и кранового рельса или общий момент инерции рельса и пояса в случае приварки рельса швами, обеспечивающими совместную работу рельса и пояса;

$M_t$  - местный крутящий момент, определяемый по формуле

$$M_t = Fe + 0,75Q_t h_r, \quad (156)$$

где  $e$  - условный эксцентриситет, принимаемый равным 15 мм;

$Q_t$  - горизонтальная поперечная расчетная нагрузка, вызываемая перекосами мостового крана и непараллельностью крановых путей, принимаемая согласно требованиям норм КМК 2.01.07;

$h_r$  - высота кранового рельса;

$$J_f = J_t + \frac{b_f t_f^3}{3} - \text{сумма собственных моментов инерции кручения рельса и пояса,}$$

где  $t_f$  и  $b_f$  - соответственно толщина, и ширина верхнего (сжатого) пояса балки.

Все напряжения в формулах (150) ÷ (156) следует принимать со знаком «плюс».

15.39 Расчет на усталость верхней зоны стенки составной подкрановой балки следует выполнять по формуле

$$\left(0,5\sqrt{\sigma_x^2 + 0,36\tau_{xy}^2} + 0,4\sigma_{loc,y} + 0,5\sigma_{fy}\right)/R_v \leq 1 \quad (157)$$

где  $R_v$  - расчетное сопротивление усталости для всех сталей, принимаемое равным соответственно для балок сварных и на высокопрочных болтах:

$R_v = 75 \text{ Н/мм}^2$  и  $95 \text{ Н/мм}^2$  для сжатой верхней зоны стенки (сечения в пролете балки);

$R_v = 65 \text{ Н/мм}^2$  и  $89 \text{ Н/мм}^2$  для растянутой верхней зоны стенки (опорные сечения неразрезных балок).

Значения напряжений в формуле (157) следует определять по п.15.38 от крановых нагрузок, установленных согласно требованиям КМК 2.01.07.

Верхние поясные швы в подкрановых балках для кранов групп режимов работы 7К (в цехах металлургических производств) и 8К по ГОСТ 25546 должны выполняться с проваром на всю толщину стенки.

15.40 Свободные кромки растянутых поясов подкрановых балок и балок рабочих площадок, непосредственно воспринимающих нагрузку от подвижных составов, должны быть прокатными, строганными или обрезанными машинной кислородной или плазменно-дуговой резкой.

15.41 Размеры ребер жесткости подкрановых балок должны удовлетворять требованиям п.9.10, при этом ширина выступающей части двустороннего ребра должна быть не менее 90 мм. Двусторонние поперечные ребра жесткости не должны, как правило, привариваться к поясам балки.

Торцы ребер жесткости должны быть плотно пригнаны к верхнему поясу балки; при этом в балках под краны групп режимов работы 7К (в цехах металлургических производств) и 8К по ГОСТ 25546 необходимо строгать торцы, примыкающие к верхнему поясу.

В балках под краны групп режимов работы 1К ÷ 5К по ГОСТ 25546 допускается применять односторонние поперечные ребра жесткости с приваркой их к стенке и к верхнему поясу и расположением согласно п.15.32.

15.42 Расчет на прочность подвесных балок крановых путей (монорельсов) следует выполнять с учетом местных нормальных напряжений в месте приложения давления от колеса крана, направленных вдоль и поперек оси балки.

### **Листовые конструкции**

15.43 Контур поперечных элементов жесткости оболочек следует проектировать замкнутым.

15.44 Передачу сосредоточенных нагрузок на листовые конструкции следует предусматривать через элементы жесткости.

15.45 В местах сопряжений оболочек различной формы следует применять плавные переходы в целях уменьшения местных напряжений.

15.46 Выполнение всех стыковых швов следует предусматривать либо двусторонней, либо односторонней сваркой с подваркой корня или на подкладках.

В проекте следует указывать на необходимость обеспечения плотности соединений конструкций, в которых эта плотность требуется.

15.47 В листовых конструкциях следует, как правило, применять сварные соединения встык. Соединения листов толщиной 5 мм и менее, а также монтажные соединения допускается предусматривать внахлестку.

15.48 При конструировании листовых конструкций необходимо предусматривать промышленные методы их изготовления и монтажа путем применения:

- листов и лент больших размеров;
- способа рулонирования, изготовления заготовок в виде скорлуп и др.;
- раскроя, обеспечивающего наименьшее количество отходов;
- автоматической сварки;
- минимального количества сварных швов, выполняемых на монтаже.

15.49 При проектировании прямоугольных или квадратных в плане плоских мембран покрытий в углах опорных контуров следует применять, как правило, плавное сопряжение элементов контура. Для мембранных конструкций следует, как правило, применять стали с повышенной стойкостью против коррозии.

### **Монтажные крепления**

15.50 Монтажные крепления конструкций зданий и сооружений с подкрановыми балками, рассчитываемыми на усталость, а также конструкций под железнодорожные составы следует осуществлять на сварке или высокопрочных болтах.

Болты класса точности В и С в монтажных соединениях этих конструкций допускается применять:

для крепления прогонов, элементов фонарной конструкции, связей по верхним поясам ферм (при наличии связей по нижним поясам или жесткой кровли), вертикальных связей по фермам и фонарям, а также элементов фахверка;

для крепления связей по нижним поясам ферм при наличии жесткой кровли (железобетонных или армированных плит из ячеистых бетонов, стального профилированного настила и т.п.);

для крепления стропильных и подстропильных ферм к колоннам и стропильных ферм к подстропильным при условии передачи вертикального опорного давления через столы;

для крепления разрезных подкрановых балок между собой, а также для крепления их нижнего пояса к колоннам, к которым не крепятся вертикальные связи;

для крепления балок рабочих площадок, не подвергающихся воздействию динамических нагрузок;

для крепления второстепенных конструкций.

## **16 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

### **Каркасные здания**

16.1 Для перераспределения изгибающих моментов в элементах рамных систем допускается применение в узлах соединения ригелей с колоннами стальных накладок, работающих в пластической стадии.

Накладки следует выполнять из сталей с пределом текучести до 345 Н/мм<sup>2</sup>.

Усилия в накладках следует определять при минимальном пределе текучести  $\sigma_{y,\min} = R_{yn}$  и максимальном пределе текучести  $\sigma_{y,\max} = R_{yn} + 100$  Н/мм<sup>2</sup>.

Накладки, работающие в пластической стадии, должны иметь строганные или фрезерованные продольные кромки.

### **Висячие покрытия**

16.2 Для конструкций из нитей следует, как правило, применять канаты, пряди и высокопрочную проволоку. Допускается применение проката.

16.3 Кровля висячего покрытия, как правило, должна быть расположена непосредственно на несущих нитях и повторять образуемую ими форму. Допускается кровлю подвешивать над нитями, оперев на специальную надстроечную конструкцию, или подвесить к нитям снизу.

В этом случае форма кровли может отличаться от формы провисания нитей.

16.4 Очертания опорных контуров следует назначать с учетом кривых давления от усилий в прикрепленных к ним нитях при расчетных нагрузках.

16.5 Висячие покрытия следует рассчитывать на стабильность формы от временных нагрузок, в том числе от ветрового отсоса, которая должна обеспечивать герметичность принятой конструкции кровли. При этом следует проверять изменение кривизны покрытия по двум направлениям - вдоль и поперек нитей. Необходимая стабильность достигается с помощью конструктивных мероприятий: увеличением натяжения нити за счет веса покрытия или предварительного напряжения; созданием специальной стабилизирующей конструкции; применением изгибно-жестких нитей; превращением системы нитей и кровельных плит в единую конструкцию.

16.6 Сечение нити должно быть рассчитано по наибольшему усилию, возникающему при расчетной нагрузке, с учетом изменения заданной геометрии покрытия. В сетчатых системах, кроме этого, сечение нити должно быть проверено на усилие от действия временной нагрузки, расположенной только вдоль данной нити.

16.7 Вертикальные и горизонтальные перемещения нитей и усилия в них следует определять с учетом нелинейности работы конструкции покрытия.

16.8 Коэффициенты условий работы нитей из канатов и их закреплений следует принимать в соответствии с разд.18. Для стабилизирующих канатов, если они не являются затяжками для опорного контура, коэффициент условий работы  $\gamma_c = 1$ .

16.9 Опорные узлы нитей из прокатных профилей следует выполнять, как правило, шарнирными.

## 17 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ОПОР ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ, КОНСТРУКЦИЙ ОТКРЫТЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ И ЛИНИЙ КОНТАКТНЫХ СЕТЕЙ ТРАНСПОРТА

17.1 Для опор воздушных линий электропередачи (ВЛ) и конструкций открытых распределительных устройств (ОРУ) высотой до 100 м следует принимать болты как для конструкций, не рассчитываемых на усталость, а для опор высотой более 100 м - как для конструкций, рассчитываемых на усталость.

17.2 При расчетах опор ВЛ и конструкций ОРУ и линий контактных сетей транспорта (КС) следует принимать коэффициенты условий работы, установленные приложением F, а также по табл.32 и п.17.12 настоящих норм.

Расчет на прочность элементов опор, за исключением расчета сечений в местах крепления растянутых элементов из одиночных уголков, прикрепляемых одной полкой болтами, по п.7.2 не допускается.

Расчетные длины  $l_{ef}$  и радиусы инерции сечений  $i$  при определении гибкости элементов плоских траверс следует принимать по табл.33.

17.3 При определении приведенной гибкости по табл.1 наибольшую гибкость всего стержня  $\lambda$  следует вычислять по формулам:

для четырехгранного стержня с параллельными поясами, шарнирно опертого по концам

$$\lambda = 2l/b; \quad (158)$$

для трехгранного равностороннего стержня с параллельными поясами, шарнирно опертого по концам

$$\lambda = 2,5l/b; \quad (159)$$

для свободностоящей стойки пирамидальной формы (рис. 10)

$$\lambda = 2\mu_1 h/b_i; \quad (160)$$

Обозначения, принятые в формулах (158) ÷ (160):

$\mu_1 = 1,25(b_s/b_i)^2 - 2,75(b_s/b_i) + 3,5$  - коэффициент для определения расчетной длины;

$l$  - геометрическая длина сквозного стержня;

$b$  - расстояние между осями поясов узкой грани стержня с параллельными поясами;

$h$  - высота свободно стоящей стойки;

$b_s$  и  $b_i$  - расстояния между осями поясов пирамидальной опоры соответственно в верхнем и нижнем основаниях наиболее узкой грани.

Таблица 32

№ п.п.	Элемент конструкций	Коэффициент условий работы $\gamma_c$
1	Сжатые пояса, из одиночных уголков, стоек свободно стоящих опор в первых двух панелях от башмака при узловых соединениях: а) на сварке б) на болтах	0,95 0,90
2	Сжатые элементы плоских решетчатых траверс из одиночных равнополочных уголков, прикрепляемых одной полкой (рис.24): а) пояса, прикрепляемые к стойке опоры непосредственно двумя болтами и более, поставленными вдоль пояса траверсы б) пояса, прикрепляемые к стойке опоры одним болтом или через фасонку в) раскосы и распорки	0,90 0,75 0,75
3	Оттяжки из стальных канатов или пучков высокопрочной проволоки: а) для промежуточных опор в нормальном режиме работы б) для анкерных, анкерно-угловых и угловых опор: в нормальном режиме работы в аварийном режиме работы	0,90 0,80 0,90

Примечание. Указанные в таблице, значения коэффициента условий работы не распространяются на соединения элементов в узлах.

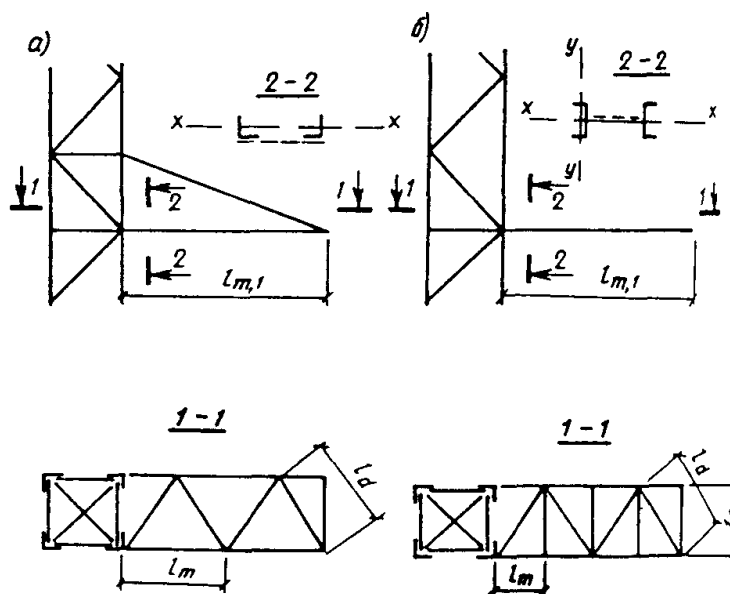


Рис.24. Схемы траверс  
а - с треугольной решеткой; б - то же, со стойками

17.4 Расчет на устойчивость внецентренно-сжатых и сжато-изгибаемых стержней сквозного сечения, постоянного по длине, следует выполнять согласно требованиям разд.7 настоящих норм.

Для равносторонних трехгранных стержней сквозного сечения, постоянного по длине, с решетками и планками относительный эксцентриситет  $m$  следует вычислять по формулам:

при изгибе в плоскости, перпендикулярной одной из граней

$$m = 3,48\beta M / (Nb); \quad (161)$$

при изгибе в плоскости, параллельной одной из граней

$$m = 3\beta M / (Nb), \quad (162)$$

где  $b$  - расстояние между осями поясов в плоскости грани;

$\beta$  - коэффициент, равный 1,2 при болтовых соединениях и 1,0 - при сварных соединениях.

Таблица 33

Конструкция траверсы	Расчетная длина $l_{ef}$ и радиус инерции сечения $i$			
	поясов		решетки	
	$l_{ef}$	$i$	$l_{ef}$	$i$
С поясами и решеткой из одиночных уголков (рис.24,а)	$l_m$	$i_{\min}$	$l_d, l_c$	$i_{\min}$
	$l_{m1}$	$i_x$	—	—
С поясами из швеллеров и решеткой из одиночных уголков (рис.24,б)	$l_m$	$i_y$	$l_d, l_c$	$i_{\min}$
	$1,12l_{m1}$	$i_x$	—	—
Обозначения, принятые в табл.33: $i_x$ - радиус инерции сечения относительно оси, параллельной плоскости решетки траверсы.				

17.5 При расчете внецентренно-сжатых и сжато-изгибаемых стержней сквозного сечения согласно требованиям п. 7.27 настоящих норм значение эксцентриситета при болтовых соединениях элементов следует умножать на коэффициент 1,2.

17.6 При проверке устойчивости отдельных поясов внецентренно-сжатых и сжато-изгибаемых стоек сквозного сечения опор с оттяжками продольную силу в каждом поясе следует определять с учетом усилия от изгибающего момента  $M$ , вычисляемого по деформированной схеме. Значение этого момента в середине длины шарнирно-опертой стойки должно определяться по формуле

$$M = M_q + \frac{\beta N}{\delta} (f_q + f_o), \quad (163)$$

где  $M_q$  - изгибающий момент в середине длины от поперечной нагрузки, определяемый как в обычных балках;

$\delta = 1 - 0,1Nl^2 / (EJ)$ ; здесь  $J$  - момент инерции сечения стойки относительно оси, перпендикулярной плоскости действия поперечной нагрузки;

$l$  - длина стойки;

$N$  - продольная сила в стойке;

$f_q$  - прогиб стойки в середине длины от поперечной нагрузки, определяемый как в обычных балках;

$f_o = l/750$  - стрелка начального искривления стойки;

$\beta$  - коэффициент, принимаемый согласно п.17.4.

17.7 Поперечную силу  $Q$  в сжато-изгибаемых и шарнирно-опертых стойках сквозного сечения, постоянного по длине, в опорах с оттяжками следует принимать постоянной по длине стойки и определять по формуле

$$Q = Q_{\max} + \frac{3,14\beta N}{\delta l}(f_q + f_o), \quad (164)$$

где  $Q_{\max}$  - максимальная поперечная сила от внешней нагрузки.

Остальные обозначения в формуле (164) приняты такими, как в формуле (163).

17.8 Расчет на устойчивость сжатых стержней конструкций из одиночных уголков следует выполнять, как правило, с учетом эксцентричного приложения продольных сил.

Допускается рассчитывать эти стержни как центрально-сжатые по формуле (3) при условии умножения продольных сил на коэффициенты  $\alpha_m$  и  $\alpha_d$ , принимаемые не менее 1,0.

В пространственных болтовых конструкциях по рис.10 (кроме рис.10,в и концевых опор) при центрировании в узлах стержней из одиночных равнополочных уголков по их рискам при однорядном расположении болтов в элементах решетки и прикреплении раскосов в узле с двух сторон полки пояса значения коэффициентов  $\alpha_m$  и  $\alpha_d$  определяются:

для поясов с  $\bar{\lambda} \leq 3,5$  (при  $\bar{\lambda} > 3,5$  следует принимать  $\bar{\lambda} = 3,5$ ) по формулам:

при  $0,55 \leq c/b \leq 0,66$  и  $N_{md}/N_m \leq 0,7$

$$\alpha_m = 1 + [c/b - 0,55 + \bar{\lambda}(0,2 - 0,05\bar{\lambda})]N_{md}/N_m \quad (165)$$

при  $0,4 \leq c/b < 0,55$  и  $N_{md}/N_m \leq (2,33c/b - 0,58)$

$$\alpha_m = 0,95 + 0,1c/b + [0,34 - 0,62c/b + \bar{\lambda}(0,2 - 0,05\bar{\lambda})]N_{md}/N_m; \quad (166)$$

для раскосов (с отношением расстояния по полке уголка раскоса от обушка до риски, на которой установлены болты, к ширине полки уголка раскоса, равном от 0,54 до 0,60), примыкающих к рассчитываемой панели пояса, по формулам:

при  $0,55 \leq c/b \leq 0,66$  и  $N_{md}/N_m < 0,7$

$$\alpha_d = 1,18 - 0,36c/b + (1,8c/b - 0,86)N_{md}/N_m; \quad (167)$$

при  $0,4 \leq c/b < 0,55$  и  $N_{md}/N_m \leq (2,33c/b - 0,58)$

$$\alpha_d = 1 - 0,04c/b + (0,36 - 0,41c/b)N_{md}/N_m \quad (168)$$

Для пространственных болтовых конструкций по рис.10,г, д, е в формулах (166) и (168) следует принимать  $0,45 \leq c/b < 0,55$ .

В пространственных сварных конструкциях из одиночных равнополочных уголков по рис.10, б, г (кроме концевых опор) с прикреплением раскосов в узле только с внутренней стороны полки пояса при  $N_{md}/N_m \leq 0,7$  значения коэффициентов  $\alpha_m$  и  $\alpha_d$  принимаются:



при центрировании в узлах стержней по центрам тяжести сечений

$$\alpha_m = \alpha_d = 1,0;$$

при центрировании в узлах осей раскосов на обушок пояса

$$\alpha_m = \alpha_d = 1 + 0,12N_{md}/N_m;$$

При расчете конструкций на совместное действие вертикальных и поперечных нагрузок и крутящего момента, вызванного обрывом проводов или тросов, допускается принимать  $\alpha_m = \alpha_d = 1,0$ .

Обозначения, принятые в формулах (165) ÷ (167) для определения  $\alpha_m$  и  $\alpha_d$ :

$c$  - расстояние по полке уголка пояса от обушка до риски, на которой расположен центр узла;

$b$  - ширина полки уголка пояса;

$\bar{\lambda}$  - условная гибкость пояса;

$N_m$  - продольная сила в панели пояса;

$N_{md}$  - сумма проекций на ось пояса усилий в раскосах, примыкающих к одной полке пояса, передаваемая на него в узле и определяемая при том же сочетании нагрузок, как для  $N_m$ ;

при расчете пояса принимается большее из значений  $N_{md}$ , полученных для узлов по концам панели, а при расчете раскосов - для узла, к которому примыкает раскос.

17.9 Гибкость первого снизу раскоса из одиночного уголка решетчатой свободно стоящей стойки не должна превышать 160.

17.10 Отклонения верха опор и вертикальные прогибы траверс не должны превышать значений, приведенных в табл.34.

17.11 В стальных конструкциях опор ВЛ и ОРУ из одиночных уголков диафрагмы следует располагать не реже чем через 15 м, а также в местах приложения сосредоточенных нагрузок и переломов поясов.

17.12 В одноболтовых соединениях элементов решетки (раскосов и распорок) кроме постоянно работающих на растяжение при толщине полки до 6 мм из сталей с пределом текучести до 380 Н/мм<sup>2</sup> расстояние от края элемента до центра отверстия вдоль усилия допускается принимать  $1,35d$  (где  $d$  - диаметр отверстия) без допуска в сторону уменьшения при изготовлении элементов, о чем должно быть указано в проекте. При этом, в расчете на смятие соединяемых элементов, коэффициент условий работы  $\gamma_b$  соединения в формуле (137) следует принимать равным 0,65.

В одноболтовых соединениях элементов, постоянно работающих на растяжение (тяг траверс, элементов, примыкающих к узлам крепления проводов и тросов, и в местах крепления оборудования), расстояние от края элемента до центра отверстия вдоль усилия следует принимать не менее  $2d$ .

17.13 Раскосы, прикрепляемые к поясу болтами в одном узле, должны располагаться, как правило, с двух сторон полки поясного уголка.

17.14 В болтовых стыках поясных равнополочных уголков число болтов в стыке следует назначать четным и распределять болты поровну между полками уголка.

Количество болтов при однорядном и шахматном их расположении, а также количество поперечных рядов болтов при двухрядном их расположении следует назначать не более пяти на одной полке уголка с каждой стороны от стыка.

Таблица 34

Конструкции и направление отклонения	Относительные отклонения стоек (к высоте $h$ )	Относительные прогибы траверс (к длине пролета или консоли)			
		вертикальные		горизонтальные	
		в пролете	на консоли	в пролете	на консоли
1. Концевые и угловые опоры ВЛ анкерного типа высотой до 60 м вдоль проводов	1/120	1/200	1/70	Не ограничиваются	
2. Опоры ВЛ анкерного типа высотой до 60 м вдоль проводов	1/100	1/200	1/70	То же	
3. Промежуточные опоры ВЛ (кроме переходных) вдоль проводов	Не ограничиваются	1/150	1/50	То же	
4. Переходные опоры ВЛ всех типов высотой свыше 60 м вдоль проводов	1/140	1/200	1/70	То же	
5. Опоры ОРУ вдоль проводов	1/100	1/200	1/70	1/200	1/70
6. То же, поперек проводов	1/70	Не ограничиваются			
7. Стойки опор под оборудование	1/100	–	–	–	–
8. Балки под оборудование	–	1/300	1/250	–	–
Примечания: 1. Отклонения опор ОРУ и траверс опор ВЛ в аварийном и монтажном режиме не нормируются. 2. Отклонения и прогибы по поз. 7 и 8 должны быть уменьшены, если техническими условиями на эксплуатацию оборудования установлены более жесткие требования.					

## 18 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ КОНСТРУКЦИЙ АНТЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ (АС) СВЯЗИ ВЫСОТОЙ ДО 500 м

18.1 При проектировании АС следует предусматривать:  
снижение аэродинамического сопротивления сооружения и отдельных его элементов;

рациональное распределение усилий в элементах конструкций путем использования предварительного напряжения;

совмещение несущих и радиотехнических функций.

18.2 Для оттяжек и элементов антенных полотен следует применять стальные канаты круглые оцинкованные по группе СС, грузовые нераскручивающиеся одинарной свивки (спиральные) или нераскручивающиеся двойной крестовой свивки с металлическим сердечником (круглопрядные), при этом спиральные канаты должны применяться при расчетных усилиях до 325 кН. В канатах следует применять стальную круглую канатную проволоку наибольших диаметров марки 1. Для средне- и сильноагрессивных сред допускаются

канаты, оцинкованные по группе ЖС, с требованиями для канатов группы СС. Допускается применение раскручивающихся канатов при удлинении на 25 % обвязок из мягкой оцинкованной проволоки по концам канатов.

Для оттяжек со встроенными изоляторами орешкового типа следует применять стальные канаты с неметаллическими сердечниками, если это допускается радиотехническими требованиями.

Для оттяжек с усилиями, превышающими несущую способность канатов из круглой проволоки, допускается применение стальных канатов закрытого типа из зетобразных и клиновидных оцинкованных проволок.

18.3 При расчетах конструкций АС следует принимать коэффициенты условий работы, установленные разд.13 и приложением F, а также по табл.35.

Таблица 35

Элементы конструкций	Коэффициент условий работы $\gamma_c$
Предварительно напряженные элементы решетки	0,90
Фланцы:	
кольцевого типа	1,10
остальных типов	0,90
Стальные канаты оттяжек мачт или элементы антенных полотен при их количестве:	
3-5 оттяжек в ярусе или элементов антенных полотен	0,80
6-8 оттяжек в ярусе	0,90
9 оттяжек и более в ярусе	0,95
Заделка концов на коуше зажимами или точечное опрессование во втулке	0,75
Оплетка каната на коуше или изоляторе	0,55
Элементы крепления оттяжек, антенных полотен, проводов, подкосов к опорным конструкциям и анкерным фундаментам	0,90
Анкерные тяжи без резьбовых соединений при работе их на растяжение с изгибом	0,65
Проушины при работе на растяжение	0,65
Детали креплений и соединений стальных канатов:	
механические, кроме осей шарниров	0,80
оси шарниров при смятии	0,90

18.4 Относительные отклонения опор не должны превышать значений, указанных в табл.36, кроме отклонений опор, для которых установлены иные значения техническим заданием на проектирование.

Таблица 36

Вид нагружения	Относительные отклонения (к высоте)
Ветровая или гололедная нагрузка	1/100
Односторонне подвешенные к опоре антенны при отсутствии ветра	1/300

18.5 При динамическом расчете опоры массу закрепленного к опоре антенного полотна учитывать не следует.

18.6 Значения ветровой и гололедной нагрузок допускается принимать на высоте середины ярусов ствола мачты или в двух третях высоты подвеса гибкого элемента (оттяжки) и считать эти значения равномерно распределенными по длине яруса или элемента.

18.7 Сосредоточенные силы в пролете оттяжек мачт от массы изоляторов, ветровой и гололедной нагрузок на них допускается принимать как равномерно распределенную нагрузку, эквивалентную по значению балочного момента.

18.8 При расчете наклонных элементов АС (оттяжек мачт, элементов антенных полотен, подкосов) следует учитывать только проекцию действующих на них нагрузок, направленную перпендикулярно оси элемента или его хорде.

18.9 Мачты с оттяжками должны быть рассчитаны на устойчивость в целом и их отдельных элементов при следующих нагрузках:

от монтажного натяжения оттяжек при отсутствии ветра;

ветровой - в направлении на одну из оттяжек;

гололедной - при отсутствии ветра;

гололедной и ветровой - в направлении на одну из оттяжек.

При проверке устойчивости мачты в целом расчетная сила в стволе должна быть менее критической силы в 1,3 раза.

18.10 В проекте должны указываться значения монтажных натяжений в канатах оттяжек при среднегодовой температуре воздуха в районе установки мачты, а также при температуре  $\pm 40^{\circ}\text{C}$ .

18.11 Монтажные соединения элементов конструкций, передающие расчетные усилия, следует проектировать, как правило, на болтах класса точности В и высокопрочных болтах без регулируемого натяжения. При знакопеременных усилиях следует, как правило, принимать соединения на высокопрочных болтах или на монтажной сварке.

Во фланцевых соединениях следует, как правило, применять высокопрочные болты без регулируемого натяжения.

Применение монтажной сварки или болтов класса точности А должно быть согласовано с монтирующей организацией.

18.12 Раскосы с гибкостью более 250 при перекрестной решетке в местах пересечений должны быть скреплены между собой.

Прогибы распорок диафрагм и элементов технологических площадок в вертикальной и горизонтальной плоскостях не должны превышать  $1/250$  пролета.

18.13 В конструкциях решетчатых опор диафрагмы должны устанавливаться на расстоянии между ними не более трех размеров среднего поперечного сечения секции опоры, а также в местах приложения сосредоточенных нагрузок и переломов поясов.

18.14 Болты фланцевых соединений труб следует размещать на одной окружности минимально возможного диаметра, как правило, на равных расстояниях между болтами.

18.15 Элементы решетки ферм, сходящиеся в одном узле, следует центрировать на ось пояса в точке пересечения их осей. В местах примыкания раскосов к фланцам допускается их расцентровка, но не более чем на треть размера поперечного сечения пояса. При расцентровке на больший размер элементы должны рассчитываться с учетом узловых моментов.

В прорезных фасонках, для крепления раскосов из круглой стали, конец прорези следует засверлить в 1,2 раза больше диаметра раскоса.

18.16 Оттяжки в мачтах с решетчатым стволом следует центрировать в точку пересечения осей поясов и распорок. За условную ось оттяжек должна приниматься хорда.

Листовые проушины для крепления оттяжек должны подкрепляться ребрами жесткости, предохраняющими их от изгиба.

Конструкции узлов крепления оттяжек, которые не вписываются в транспортные габариты секций стволов мачт, следует проектировать на отдельных вставках в стволе в виде жестких габаритных диафрагм.

18.17 Опорная секция мачты должна, как правило, выполняться передающей нагрузкой от ствола мачты на фундамент через опорный шарнир. При соответствующем обосновании допускается применение опорной секции, заземленной в фундаменте.

18.18 Кронштейны и подвески технологических площадок следует располагать в узлах основных конструкций ствола.

18.19 Натяжные устройства (муфты), служащие для регулировки длины и закрепления оттяжек мачт, должны крепиться к анкерным устройствам гибкой канатной вставкой. Длина канатной вставки между торцами втулок должна быть не менее 20 диаметров каната.

18.20 Для элементов АС следует применять типовые механические детали, прошедшие испытания на прочность и усталость.

Резьба на растянутых элементах должна приниматься по стандартам ГОСТ 8724, ГОСТ 9150, ГОСТ 24705 (исполнение впадины резьбы с закруглением).

18.21 В оттяжках мачт, на проводах и канатах горизонтальных антенных полотен для гашения вибрации следует предусматривать последовательную установку парных низкочастотных (1-2,5 Гц) и высокочастотных (4-40 Гц) виброгасителей рессорного типа.

Низкочастотные гасители следует выбирать в зависимости от частоты основного тона оттяжки, провода или каната. Расстояние  $s$  до места подвески гасителей от концевой заделки каната следует определять по формуле

$$s \geq \beta d \sqrt{\frac{P}{m}},$$

где  $d$  - диаметр каната, провода, мм;

$m$  - масса 1 м каната, провода, кг;

$P$  - предварительное натяжение в канате, проводе, Н;

$\beta$  - коэффициент, равный 0,00041, Н.

Высокочастотные гасители устанавливаются выше низкочастотных на расстоянии  $s$ . При пролетах проводов и канатов антенных полотен, превышающих 300 м, гасители следует устанавливать независимо от расчета.

Для гашения колебаний типа «галопирование» следует изменять длину каната (провода) поводками.

18.22 Антенные сооружения радиосвязи необходимо окрашивать чередующимися полосами цветомаркировки согласно требованиям по маркировке и светоограждению высотных препятствий.

18.23. Механические детали оттяжек, арматуры изоляторов, а также метизы, как правило, должны быть оцинкованными.

## **19 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ РЕЧНЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ**

19.1 При расчетах стальных конструкций речных гидротехнических сооружений следует принимать коэффициенты условий работы, установленные разд.13 и приложением F, а также по табл.37.

19.2 Стальные конструкции, не подвергающиеся воздействию водной среды, следует проектировать в соответствии с требованиями разд.1÷14.

При расчете конструкций, подвергающихся воздействию водной среды, следует принимать коэффициенты надежности в соответствии с требованиями норм по проектированию гидротехнических сооружений.

19.3 Расчет на усталость тройников и развилок трубопроводов допускается производить согласно требованиям разд.11, если в задании на проектирование оговорено наличие пульсирующей составляющей давления потока в трубопроводе.

Расчет на усталость элементов, подверженных двухосному растяжению, допускается производить более точными методами с учетом фактического напряженного состояния.

Таблица 37

Элементы конструкций	Коэффициент условий работы $\gamma_c$ при сочетаниях нагрузок	
	основных	особых
1. Элементы трубопроводов, кроме обшивок плоских заглушек, при расчете на внутреннее давление без учета местных напряжений	0,70	0,95
2. То же, кроме плоских заглушек без балочной клетки, при расчете на внутреннее давление с учетом местных напряжений	1,10	1,5
3. Заглушки трубопроводов плоские без балочной клетки при расчете на внутреннее давление	0,55	0,7
4. Элементы трубопроводов при расчете на внешнее давление:		
оболочки прямолинейных участков и колен	0,80	0,9
кольца жесткости	0,65	0,75
5. Анкеры плоских облицовок	0,85	–

19.4 Плоские облицовки затворных камер и водоводов следует рассчитывать на прочность при:

давлении свежеложенного бетона и цементного раствора, инъецируемого за облицовку;

фильтрационном давлении воды в заоблицовочном бетоне с учетом давления воды в водоводе.

19.5 Рабочие пути под колесные и катковые затворы следует рассчитывать на прочность при изгибе и местном смятии поверхностей катания, при местном сжатии стенки, при сжатии бетона под подошвой.

19.6 Трубопроводы с изменяющимися по длине диаметрами должны быть разделены на участки с постоянным диаметром. Переход от одного диаметра трубы к другому должен выполняться коническими обечайками или звеньями.

## 20 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ БАЛОК С ГИБКОЙ СТЕНКОЙ

20.1 Для разрезных балок с гибкой стенкой симметричного двутаврового сечения, несущих статическую нагрузку и изгибаемых в плоскости стенки, следует, как правило, применять стали с пределом текучести до 430 Н/мм<sup>2</sup>.

20.2 Прочность разрезных балок симметричного двутаврового сечения, несущих статическую нагрузку, изгибаемых в плоскости стенки, укрепленной только поперечными ребрами жесткости (рис.25) с условной гибкостью стенки  $6 \leq \bar{\lambda}_w \leq 13$  следует проверять по формуле

$$\left(\frac{M}{M_u}\right)^4 + \left(\frac{Q}{Q_u}\right)^4 \leq 1, \quad (169)$$

где  $M$  и  $Q$  - значения момента и поперечной силы в рассматриваемом сечении балки;  
 $M_u$  - предельное значение момента вычисляемого по формуле

$$M_u = R_y t h^2 \left[ \frac{A_f}{t h} + \frac{0,85}{\lambda_w} \left( 1 - \frac{1}{\lambda_w} \right) \right]; \quad (170)$$

$Q_u$  - предельное значение поперечной силы, вычисляемое по формуле

$$Q_u = R_s t h \left[ \frac{\tau_{cr}}{R_s} + 3,3 \left( 1 - \frac{\tau_{cr}}{R_s} \right) \frac{\beta \mu}{1 + \mu^2} \right]. \quad (171)$$

В формулах (170) и (171) обозначено:

$t$  и  $h$  - толщина и высота стенки;

$A_f$  - площадь сечения пояса балки;

$\tau_{cr}$  и  $\mu$  - критическое напряжение и отношение размеров отсека стенки, определяемые в соответствии с п.9.4;

$\beta$  - коэффициент, вычисляемый по формулам:

при  $\alpha \leq 0,03$

$$\beta = 0,05 + 5\alpha \geq 0,15; \quad (172)$$

при  $0,03 < \alpha \leq 0,1$

$$\beta = 0,11 + 3\alpha \leq 0,40. \quad (173)$$

$$\text{Здесь } \alpha = \frac{8W_{\min}}{t h^2 a^2} (h^2 + a^2),$$

где  $W_{\min}$  - минимальный момент сопротивления таврового сечения, состоящего из сжатого пояса балки и примыкающего к нему участка стенки высотой  $0,5t\sqrt{E/R_y}$  (относительно собственной оси тавра, параллельной поясу балки);

$a$  - шаг ребер жесткости.

20.3 Поперечные ребра жесткости, сечение которых следует принимать не менее указанных в п.9.10, должны быть рассчитаны на устойчивость как стержни, сжатые силой  $N$ , определяемой по формуле

$$N = 3,3R_s t h \left( 1 - \frac{\tau_{cr}}{R_s} \right) \frac{\beta \mu}{1 + \mu^2}, \quad (174)$$

где все обозначения следует принимать по п.20.2.

Значение  $N$  следует принимать не менее сосредоточенной нагрузки, расположенной над ребром.

Расчетную длину стержня следует принимать равной  $l_{ef} = h(1 - \beta)$ , но не менее  $0,7h$ .

Симметричное двустороннее ребро следует рассчитывать на центральное сжатие, одностороннее - на внецентренное сжатие с эксцентриситетом, равным расстоянию от оси стенки до центра тяжести расчетного сечения стержня.

В расчетное сечение стержня следует включать сечение ребра жесткости и полосы стенки шириной  $0,65t\sqrt{E/R_y}$  с каждой стороны ребра.

20.4 Участок стенки балки над опорой следует укреплять двусторонним опорным ребром жесткости и рассчитывать его согласно п. 9.12.

На расстоянии не менее ширины ребра и не более  $1,3t\sqrt{E/R_y}$  от опорного ребра следует устанавливать дополнительное двустороннее ребро жесткости размером согласно п.20.3.

20.5 Устойчивость балок не следует проверять при выполнении требования п.7.16,а настоящих норм либо при расчетной длине  $l_{ef} \leq 0,21b_f\sqrt{E/R_y}$  (где  $b_f$  - ширина сжатого пояса).

20.6 Отношение ширины свеса сжатого пояса к его толщине должно быть не более  $0,38\sqrt{E/R_y}$ .

20.7 Местное напряжение  $\sigma_{loc}$  в стенке балки, определяемое по формуле (27), должно быть не более  $0,75R_y$ , при этом значение  $l_{ef}$  следует вычислять по формуле (155).

20.8 При определении прогиба балок момент инерции поперечного сечения брутто балки следует уменьшать умножением на коэффициент  $\alpha = 1,2 - 0,033\bar{\lambda}_w$  - для балок с ребрами в пролете и на коэффициент  $\alpha = 1,2 - 0,033\bar{\lambda}_w - h/l$  - для балок без ребер в пролете.

20.9 В балках по п.20.1 с условной гибкостью стенки  $7 \leq \bar{\lambda}_w \leq 10$  при действии равномерно распределенной нагрузки или при числе сосредоточенных одинаковых нагрузок в пролете 5 и более, расположенных на равных расстояниях друг от друга и от опор, допускается не укреплять стенку в пролете поперечными ребрами по рис.25, при этом нагрузка должна быть приложена симметрично относительно плоскости стенки.

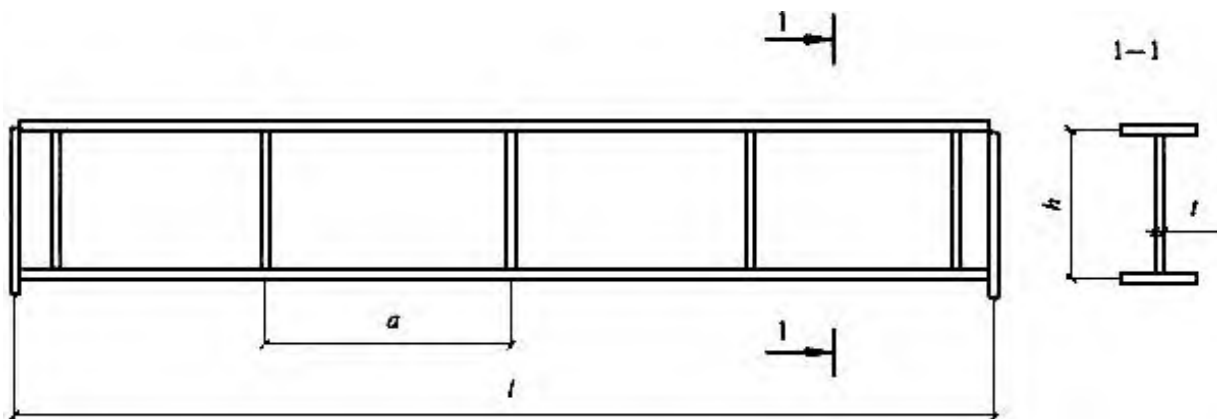


Рис.25 Схема балки с гибкой стенкой

Прочность таких балок следует проверять по формуле

$$M/R_y th^2 \left[ \frac{A_f}{th} + \frac{1,4}{\bar{\lambda}_w} \left( 1 - \frac{1}{\bar{\lambda}_w} \right) \right] \delta \leq 1, \quad (175)$$



где  $\delta$  - коэффициент, учитывающий влияние поперечной силы на несущую способность балки и определяемый по формуле  $\delta = 1 - 5,6A_f h / (A_w l)$ .

При этом следует принимать  $t_f \geq 0,3\bar{\lambda}_w t$  и  $0,025 \leq \frac{A_f h}{A_w l} \leq 0,1$ .

## 21 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ БАЛОК С ПЕРФОРИРОВАННОЙ СТЕНКОЙ

21.1 Балки с перфорированной стенкой следует проектировать из прокатных двутавровых балок из стали с пределом текучести до 530 Н/мм<sup>2</sup>.

Сварные соединения стенок следует выполнять стыковым швом с полным проваром.

21.2 Расчет на прочность балок, изгибаемых в плоскости стенки (рис.26), следует выполнять по формулам табл.38.

21.3 Расчет на устойчивость балок следует выполнять согласно требованиям п. 7.15, при этом геометрические характеристики необходимо вычислять для сечения с отверстием.

Устойчивость балок не следует проверять при выполнении требований п.7.16.

21.4 В опорных сечениях стенку балок при  $h_{ef}/t > 40$  (где  $t$  - меньшая толщина стенки) следует укреплять ребрами жесткости и рассчитывать согласно п.9.12, при этом у опорного сечения следует принимать  $c \geq 250$  мм (рис.26).

21.5 В сечениях балки при отношении  $\frac{h_{ef}}{t} > 2,5\sqrt{\frac{E}{R_y}}$  или при невыполнении тре-

бований п. 7.13 следует устанавливать ребра жесткости в соответствии с требованиями п.9.10. Сосредоточенные грузы следует располагать только в сечениях балки, не ослабленных отверстиями.

Высота стенки сжатого таврового сечения должна удовлетворять требованиям п.9.17 настоящих норм, в формуле (98) которого следует принимать  $\bar{\lambda} = 1,4$ .

21.6 При определении прогиба балок с отношением  $l/h_{ef} \geq 12$  (где  $l$  - пролет балки) момент инерции сечения балки с отверстием следует умножать на коэффициент 0,95.

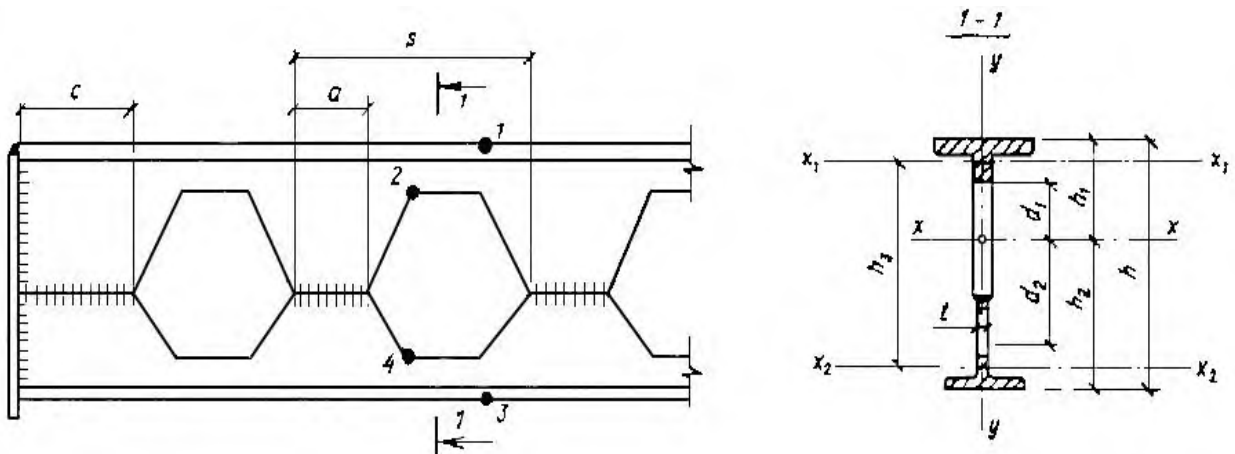


Рис.26 Схема участка балки с перфорированной стенкой

Таблица 38

Формулы для расчета на прочность сечений балки (рис.26)					
верхнего таврового		нижнего таврового		опорного	
Точка 1	$\frac{M h_1}{J_x} + \frac{Q_1 a}{2W_{1,\max}} \leq R_{y1} \gamma_c$	Точка 3	$\frac{M h_2}{J_x} + \frac{Q_2 a}{2W_{2,\max}} \leq R_{y2} \gamma_c$	$\frac{Q_3 s}{\tan \alpha_3} \leq R_s \gamma_c$	
Точка 2	$\frac{M d_1}{J_x} + \frac{Q_1 a}{2W_{1,\min}} \leq \frac{R_{u1} \gamma_c}{\gamma_u}$	Точка 4	$\frac{M d_2}{J_x} + \frac{Q_2 a}{2W_{2,\min}} \leq \frac{R_{u2} \gamma_c}{\gamma_u}$		
<p>Обозначения, принятые в табл.26:</p> <p><math>M</math> - изгибающий момент в сечении балки;</p> <p><math>Q_1</math> и <math>Q_2</math> - поперечные силы, воспринимаемые тавровыми сечениями и равные <math>Q_1 = Q \frac{J_1}{J_1 + J_2}</math> и <math>Q_2 = Q \frac{J_2}{J_1 + J_2}</math>,</p> <p>где <math>Q</math> - поперечная сила в сечении балки;</p> <p><math>J_1</math> и <math>J_2</math> - моменты инерции верхнего и нижнего тавровых сечений относительно собственных осей, параллельных полкам;</p> <p><math>Q_3</math> - поперечная сила в сечении балки на расстоянии <math>(c + s - 0,5a)</math> от опоры (рис.26);</p> <p><math>J_x</math> - момент инерции сечения балки с отверстием относительно оси <math>x-x</math>;</p> <p><math>W_{1,\max}</math> и <math>W_{1,\min}</math> - наибольший и наименьший моменты сопротивления верхнего таврового сечения;</p> <p><math>W_{2,\max}</math> и <math>W_{2,\min}</math> - то же, нижнего таврового сечения;</p> <p><math>R_{y1}, R_{u1}, R_{y2}, R_{u2}</math> - расчетные сопротивления проката для верхнего и нижнего тавровых сечений.</p>					

## 22 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ

### Общие положения

22.1 Оценку остаточного ресурса конструкций зданий и сооружений следует производить на основании анализа имеющейся технической документации, визуального, инструментального освидетельствований, проверочных расчетов несущей способности и деформативности конструктивных элементов, имеющих дефекты или получивших повреждение в процессе эксплуатации. В итоге освидетельствования техническое состояние элементов зданий и сооружений должно быть определено как:

**исправное** – при отсутствии дефектов и повреждений, при котором выполняются все требования действующих норм и государственных стандартов;

**работоспособное** – при наличии дефектов и повреждений категории В, при котором удовлетворяются требования обеспечения производственного процесса и дальнейшей безопасной эксплуатации, но имеются незначительные отступления от действующих нормативных документов и проекта, т.е. при частичном отступлении от требований норм без нарушения требований по предельным состояниям первой группы (ГОСТ 27751) и при таких нарушениях требований по предельным состояниям второй группы, которые в конкретных условиях не ограничивают нормальную эксплуатацию здания (сооружения);

**ограниченно работоспособное** – при наличии дефектов и повреждений категории Б, при котором возможна дальнейшая эксплуатация при определенных ограничениях и разработке мероприятий по контролю за состоянием конструкций, параметрами технологического процесса, нагрузками и воздействиями (например, ограничение грузоподъемности мостовых кранов), а также при разработке мероприятий по устранению выявленных дефектов и повреждений в установленные сроки;

**аварийное** – при наличии дефектов и повреждений категории А, при котором возможна потеря несущей способности основных элементов или сооружения в целом, исключающая дальнейшую эксплуатацию, т.е. при нарушении или невозможности предотвратить возможное нарушение требований по предельным состояниям первой группы;

#### **категории опасности дефектов и повреждений:**

**А** - дефекты и повреждения основных несущих конструкций, представляющие непосредственную опасность их разрушения;

**Б** - дефекты и повреждения не представляющие при их обнаружении непосредственную опасность разрушения несущих конструкций, но способные в дальнейшем вызвать повреждения других элементов и узлов или при развитии повреждения перейти в категорию А;

**В** - дефекты и повреждения локального характера, которые при последующем развитии не могут оказать влияния на основные несущие конструкции здания и сооружения.

22.2 При усилении или изменении условий работы сохраняемых конструкций следует обеспечивать как минимум их работоспособное состояние.

Конструкции, находящиеся в ограниченно работоспособном состоянии, при обеспечении необходимого контроля допускается не усиливать на период от проведения обследования до реконструкции.

22.3 Для конструкций, запроектированных по ранее действовавшим нормам и техническим условиям, допускается не проводить проверочный расчет в случаях, если за период эксплуатации не менее 15 лет в них не возникли дефекты и повреждения, не изменились условия дальнейшей эксплуатации, нагрузки и воздействия, а при их изменении не увеличились усилия в основных элементах.

22.4 При усилении конструкций следует предусматривать конструктивные решения и методы производства работ, обеспечивающие плавное включение элементов и конструкций усиления в совместную работу с сохраняемыми конструкциями. В необходимых случа-

ях следует использовать искусственное регулирование усилий и временную разгрузку конструкций.

### Расчетные характеристики стали и соединений

22.5 Оценку качества материала конструкций следует производить по данным заводских сертификатов или по результатам испытаний образцов. Испытания следует выполнять при отсутствии исполнительной документации или сертификатов, недостаточности имеющихся в них сведений или обнаружении повреждений, которые могли быть вызваны низким качеством металла.

22.6 При исследовании и испытании металла следует определять следующие показатели:

химический состав – массовую долю элементов, нормируемых государственными стандартами или техническими условиями на сталь;

предел текучести, временное сопротивление и относительное удлинение при испытаниях на растяжение по ГОСТ 1497 (следует проводить испытания с построением диаграммы работы стали);

ударную вязкость по ГОСТ 9454 для температур, соответствующих группе конструкций и расчётной температуре по табл. D.4;

ударную вязкость после механического старения по ГОСТ 7268 для групп конструкций и расчётных температур по табл. D.4;

в отдельных случаях макро- и микроструктуру стали (в частности, для конструкций 1-й и 2-й групп п.4.4, выполненных из кипящей стали толщиной свыше 12 мм и эксплуатирующихся при отрицательных температурах).

Места отбора проб для определения перечисленных показателей, количество проб и необходимость усиления мест вырезки устанавливает организация, производящая обследование конструкций.

22.7 Исследования и испытания металла конструкций, изготовленных до 1932 г., следует проводить в специализированных организациях, где, кроме свойств металла, устанавливается способ производства стали: пудлинговая, конвертерная с продувкой воздухом (бессемеровская или томасовская), мартеновская или электросталь.

22.8 Расчетные сопротивления проката, гнутых профилей и труб сохраняемых конструкций следует назначать согласно требованиям п.5.16, при этом значения  $R_{yn}$ ,  $R_{un}$  и  $\gamma_m$  следует принимать:

для металла конструкций, изготовленных до 1932 г., – по полученным при испытаниях минимальным значениям предела текучести и временного сопротивления,  $\gamma_m = 1,2$ ;  $R_y$  для пудлинговой стали должно быть не более  $170 \text{ Н/мм}^2$ , для конвертерной, мартеновской и электростали – не более  $210 \text{ Н/мм}^2$ ;

для металла конструкций, изготовленных после 1932 г.:

а) при наличии сертификата – по минимальным значениям предела текучести и временного сопротивления в государственных стандартах и технических условиях, по которым изготовлена данная металлопродукция;  $\gamma_m = 1,025$  для проката, изготовленного по ГОСТ 27772;  $\gamma_m = 1,05$  для проката, изготовленного после 1982 г. по ГОСТ 380 и ГОСТ 19281;  $\gamma_m = 1,1$  – для всего остального проката;

б) при отсутствии сертификата (по результатам исследований металла согласно п.22.6, а также по сведениям о виде проката и времени строительства следует определять марку стали и нормативный документ, по которому изготовлена данная металлопродукция) – по минимальным значениям предела текучести и временного сопротивления в нормативном документе для данной продукции,  $\gamma_m = 1,1$ ;

в) в случаях, когда идентифицировать сталь не удалось, – по минимальному результату испытаний,  $\gamma_m = 1,1$ ;  $R_y$  не должно быть больше  $210 \text{ Н/мм}^2$ .

Допускается не производить испытания металла конструкций, в элементах которых нормальные напряжения не выше  $165 \text{ Н/мм}^2$ .

22.9 Расчётные сопротивления сварных соединений сохраняемых конструкций, подлежащих реконструкции или усилению, следует назначать с учётом марки стали, сварочных материалов, видов сварки, положения швов и способов их контроля, применённых в конструкциях.

При отсутствии установленных нормами необходимых данных допускается принимать:

для угловых швов  $R_{wf} = R_{wz} = 0,44R_{un}$ ;  $\beta_f = 0,7$  и  $\beta_z = 1,0$ , считая при этом  $\gamma_c = 0,8$ ;

для растянутых стыковых швов  $R_{wy} = 0,55R_y$  в конструкциях, изготовленных до 1972 г., и  $R_{wy} = 0,85R_y$  – после 1972 г. Допускается уточнять несущую способность сварных соединений по результатам испытаний образцов, взятых из конструкции.

22.10 Расчётные сопротивления срезу и растяжению болтов, а также смятию элементов, соединяемых болтами, следует определять согласно указаниям п.5.21. Если невозможно установить класс прочности болтов, то значения расчётных сопротивлений одноболтовых соединений следует принимать:  $R_{bs} = 150 \text{ Н/мм}^2$  и  $R_{bt} = 160 \text{ Н/мм}^2$ .

22.11 Расчётные сопротивления заклепочных соединений следует принимать по табл.39.

Если в исполнительной документации отсутствуют указания о способе образования отверстий и материале заклепок и установить их по имеющимся данным не представляется возможным, расчётные сопротивления следует принимать по табл.39 как для соединений на заклепках группы С из стали марки Ст 2.

Расчёт заклепочных соединений следует выполнять согласно формулам п.13.7, принимая  $R_{bs} = R_{rs}$ ;  $R_{bp} = R_{rp}$ ;  $R_{bt} = R_{rt}$ ;  $A_b = A_{bn} = A_r = 0,785 d_r^2$ ;  $\gamma_b = 1$ ;  $d_b = d_r$ .

Таблица 39

Напряжённое состояние	Условное обозначение	Группа соединения	Расчётные сопротивления заклепочных соединений, $\text{Н/мм}^2$		
			срезу и растяжению заклепок из стали марок		смятию соединяемых элементов
			Ст2, Ст3	09Г2	
Срез	$R_{rs}$	В	180	220	–
		С	160	–	–
Растяжение (отрыв головки)	$R_{rt}$	В, С	120	150	–
Смятие	$R_{rp}$	В	–	–	$R_{rp} = 2R_y$
		С			$R_{rp} = 1,7R_y$

Примечание:

1. К группе В относятся соединения, в которых заклепки поставлены в отверстия, сверленные в собранных элементах или в деталях по кондукторам.

К группе С относятся соединения, в которых заклепки поставлены в продавленные отверстия или в отверстия, сверленные без кондуктора в отдельных деталях.

2. При применении заклепок с потайными или полупотайными головками расчётные сопротивления заклепочных соединений срезу и смятию понижаются умножением на коэффициент 0,8. Работа указанных заклепок на растяжение не допускается.

## Усиление конструкций

22.12 Конструкции, эксплуатируемые при положительной температуре и изготовленные из кипящей малоуглеродистой стали, а также из других сталей, у которых по результатам испытаний значения ударной вязкости ниже гарантированных государственными стандартами по сталям для групп конструкций в соответствии с требованиями п.4.4, не подлежат усилению или замене при условии, что напряжения в элементах из этих сталей не будут превышать значений, имевшихся до реконструкции. Решение об использовании, усилении или замене этих конструкций, если эксплуатация их не будет соответствовать указанному условию, следует принимать на основании заключения специализированной проектной организации по стальным конструкциям.

22.13 Расчётную схему конструкции следует принимать с учетом особенностей её действительной работы, в том числе с учетом фактических отклонений геометрической формы, размеров сечений, условий закрепления и выполнения узлов сопряжения элементов.

Проверочные расчёты элементов конструкций и их соединений следует выполнять с учетом обнаруженных дефектов и повреждений, коррозионного износа, фактических условий сопряжения и опирания. Расчёт элементов допускается выполнять по деформированной схеме, принимая при этом коэффициент условий работы  $\gamma_c = 1,0$  для поз.7 и 10 табл.Ф.1.

22.14 Конструкции, не удовлетворяющие требованиям разд.7, 9÷13, 15 (пп.15.33 ÷ 15.47, 15.49) и 18.2, а также требованиям норм по нагрузкам и воздействиям по ограничению вертикальных прогибов, должны быть, как правило, усилены или заменены, за исключением случаев, указанных в данном разделе.

Отклонения от геометрической формы, размеров элементов и соединений от номинальных, превышающие допускаемые правилами производства и приемки работ, но не препятствующие нормальной эксплуатации, могут не устраняться при условии обеспечения несущей способности конструкций с учётом требований п.22.13.

22.15 Допускается не усиливать элементы конструкций, если:

их вертикальные и горизонтальные прогибы и перемещения превышают предельные значения, установленные нормами КМК 2.01.07 и п.18.4, но не препятствуют нормальной эксплуатации, исходя из технологических требований;

их гибкость превышает предельные значения, установленные в п. 8.18, но отклонения положения конструкций не превышают значений, установленных КМК 3.03.02, и усилия в элементах не будут возрастать в процессе дальнейшей эксплуатации, а также в тех случаях, когда возможность использования таких элементов проверена расчётом или испытаниями.

22.16 При разработке проектов реконструкции стальных конструкций зданий и сооружений следует выявлять и использовать резервы несущей способности и применять конструктивные решения, позволяющие осуществлять реконструкцию, как правило, без остановки производственного процесса.

При усилении конструкций допускается учитывать возможность предварительного напряжения и активного регулирования усилий (в том числе за счёт сварки, изменений конструктивной и расчётной схем), а также упругопластическую работу стали, закритическую работу тонкостенных элементов и обшивок конструкций в соответствии с действующими нормами.

22.17 Конструкции усиления и методы его выполнения должны предусматривать меры по снижению нежелательных дополнительных деформаций элементов в процессе усиления в соответствии с п.14.13.

Несущая способность конструкций в процессе выполнения работ по усилению должна обеспечиваться с учетом влияния ослаблений сечений дополнительными отверстиями под болты и влияния сварки.

В необходимых случаях в период усиления конструкция должна быть полностью или частично разгружена.

22.18 В конструкциях 2-й, 3-й и 4-й групп (согласно п.4.4), эксплуатируемых при расчетной температуре не ниже минус 40°C в неагрессивной или слабоагрессивной среде, для обеспечения совместной работы деталей усиления и существующей конструкции допускается применять прерывистые фланговые швы.

Во всех случаях применения угловых швов, как правило, следует назначать минимально необходимые катеты. Допускается концевые участки швов проектировать с катетом большим, чем катет промежуточных участков, и устанавливать их размеры в соответствии с расчётом.

22.19 При усилении элементов конструкций допускается применять комбинированные соединения: заклёпочные с фрикционными; заклёпочные с болтами класса точности А.

22.20 В элементах групп конструкций 1, 2, 3 или 4 (согласно п.4.4), подверженных при усилении нагреву вследствие сварки, расчётное напряжение  $\sigma_d$  не должно превышать значений  $0,2R_y$ ;  $0,4R_y$ ;  $0,6R_y$  или  $0,8R_y$  соответственно.

Напряжение  $\sigma_d$  следует определять от нагрузок, действующих во время усиления, для неусиленного сечения с учётом фактического состояния конструкций (ослаблений сечения, искривлений элемента и др.).

При превышении указанных напряжений необходима разгрузка конструкций или подведение временных опор.

22.21 При расчёте элементов конструкций, усиленных путем увеличения сечения, как правило, следует учитывать разные расчётные сопротивления материалов конструкции и усиления. Допускается принимать одно расчётное сопротивление, равное меньшему из них, если они отличаются не более чем на 15 %.

22.22 При расчёте на устойчивость элементов при центральном сжатии и сжатии с изгибом допускается принимать для усиленного сечения в целом приведенное значение расчётного сопротивления, вычисляемое по формуле

$$R_{y,ef} = R_y \sqrt{k}, \quad (176)$$

где  $R_y$  – расчётное сопротивление основного металла, определяемое согласно требованиям п.22.8;

$k$  – коэффициент, вычисляемый по формуле

$$k = \left[ \frac{R_{ya}}{R_y} \left( 1 - \frac{A}{A_a} \right) + \frac{A}{A_a} \right] \left[ \frac{R_{ya}}{R_y} \left( 1 - \frac{I}{I_a} \right) + \frac{I}{I_a} \right], \quad (177)$$

здесь  $R_{ya}$  – расчётное сопротивление металла усиления;

$A$ ,  $I$  – соответственно площадь и момент инерции неусиленного сечения элемента относительно оси, перпендикулярной плоскости проверки устойчивости;

$A_a$ ,  $I_a$  – то же, усиленного сечения элемента в целом.

22.23 Расчёт на прочность и устойчивость элементов, усиленных способом увеличения сечений, как правило, следует выполнять с учётом напряжений, существовавших в элементе в момент усиления (с учётом разгрузки конструкций). При этом следует учитывать начальные искривления элементов, смещение центра тяжести усиленного сечения и искривления, вызванные сваркой.

Искривления от сварки при проверке устойчивости элементов при центральном сжатии и сжатии с изгибом допускается учитывать введением дополнительного коэффициента условий работы  $\gamma_{c,ad} = 0,8$ .

Проверку на прочность элементов, для которых согласно п.22.21 принято одно расчётное сопротивление, кроме расчета по формулам (37), (38) и (47), допускается выполнять на полное расчётное усилие без учёта напряжений, существовавших до усиления, а при проверке стенок балок на местную устойчивость допускается использовать дополнительный коэффициент условий работы  $\gamma_{c,ad} = 0,8$ .

22.24 Расчёт на прочность элементов конструкций, усиливаемых методом увеличения сечений, следует выполнять по формулам:

- а) для центрально-растянутых симметрично усиливаемых элементов – формула (1);
- б) для центрально-сжатых симметрично усиливаемых элементов

$$N / (AR_y \gamma_N \gamma_c) \leq 1, \quad (178)$$

где  $\gamma_N = 0,95$  – при усилении без использования сварки;

$\gamma_N = 0,95 - 0,25 \sigma_d / R_y$  – при усилении с использованием сварки;

в) для несимметрично усиливаемых центрально-растянутых, центрально-сжатых и внецентренно-сжатых элементов

$$\frac{1}{R_y \gamma_M \gamma_c} \times \left( \frac{N}{A} + \frac{M_x}{I_x} y + \frac{M_y}{I_y} x \right) \leq 1, \quad (179)$$

где  $\gamma_M = 0,95$  для конструкций группы 1;

$\gamma_M = 1$  для конструкций групп 2, 3 и 4;

при  $N / (AR_y) \geq 0,6$  следует принимать  $\gamma_M = \gamma_N$ , здесь  $\gamma_N$  следует определять как в формуле (178).

Изгибающие моменты  $M_x$  и  $M_y$  следует определять относительно главных осей усиленного сечения.

22.25 Допускается не усиливать существующие стальные конструкции, выполненные с отступлением от требований пп.14.15, 14.19, 14.25, 15.2, 15.3, 15.6, 15.12, 15.14, 15.17, 15.29, 15.31, 15.50, 17.9, 17.11, 18.11 ÷ 18.14, 18.19, при условии, что:

отсутствуют вызванные этими отступлениями повреждения элементов конструкций; исключены изменения в неблагоприятную сторону условий эксплуатации конструкций;

несущая способность и жесткость обоснованы расчётом с учётом требований пп.22.13, 22.15 и 22.19;

выполняются мероприятия по предупреждению усталостного и хрупкого разрушения конструкций, на которые распространяются указания пп. 11.1, 11.3 и разд. 12.



**НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ**

КМК 1.01.01-09	«Система нормативных документов в строительстве. Основные положения»
КМК 2.01.01-94	«Климатические и физико-геологические данные для проектирования»
ШНК 2.01.02-04	«Пожарная безопасность зданий и сооружений»
КМК 2.01.03-96	«Строительство в сейсмических районах»
КМК 2.01.06-97	«Перечень единиц физических величин, подлежащих применению в строительстве»
КМК 2.01.07-96	«Нагрузки и воздействия»
КМК 3.03.01-98	«Несущие и ограждающие конструкции»
КМК 3.03.02-98	«Металлические конструкции. Правила производства и приемки работ»
ГОСТ 380-2005	Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки
ГОСТ 535-2005	Прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества. Общие технические условия.
ГОСТ 977-88	Отливки стальные. Общие технические условия
ГОСТ 1050-88	Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия
ГОСТ 1497-84	Металлы. Методы испытаний на растяжение
ГОСТ 1759.0-87*	Болты, винты, шпильки и гайки. Технические условия
ГОСТ 2246-70*	Проволока стальная сварочная. Технические условия
ГОСТ 3062-80*	Канат одинарной свивки типа ЛК-0 конструкции 1x7 (1x6). Сортамент
ГОСТ 3063-80*	Канат одинарной свивки типа ТК конструкции 1x19 (1x6x12). Сортамент
ГОСТ 3064-80*	Канат одинарной свивки типа ТК конструкции 1x37 (1x6x12x18). Сортамент
ГОСТ 3066-80*	Канат двойной свивки типа ЛК-0 конструкции 6x7(1+6) + 1x7(1+6).Сортамент
ГОСТ 3067-88	Канат стальной двойной свивки типа ТК конструкции 6x19 (1+6+12) + 1 x19x(1+6+12). Сортамент
ГОСТ 3068-88	Канат стальной двойной свивки типа ТК конструкции 6x37(1+6+12+18)+1x37x(1+6+12+18). Сортамент
ГОСТ 3081-80*	Канат двойной свивки типа ЛК-0 конструкции 6x19 (1++9+9) + 7x7 (1+6). Сортамент
ГОСТ 3090-73*	Канаты стальные. Канат закрытый несущий с одним слоем зетобразной проволоки и сердечником типа ТК. Сортамент
ГОСТ 5264-80	Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
ГОСТ 5915-70*	Гайки шестигранные класса точности В. Конструкция и размеры
ГОСТ 5927-70*	Гайки шестигранные класса точности А. Конструкция и размеры
ГОСТ 6402-70*	Шайбы пружинные. Технические условия
ГОСТ 7268-82	Сталь. Метод определения склонности к механическому старению по испытанию на ударный изгиб
ГОСТ 7372-79*	Проволока стальная канатная. Технические условия

ГОСТ 7669-80*	Канат двойной свивки типа ЛК-РО конструкции 6x36 (1+7+7/7+14) +7x7(1+6). Сортамент
ГОСТ 7675-73*	Канаты стальные. Канат закрытый несущий с одним слоем клиновидной и одним слоем зетобразной проволоки и сердечником типа ТК. Сортамент
ГОСТ 7676-73*	Канаты стальные. Канат закрытый несущий с двумя слоями клиновидной и одним слоем зетобразной проволоки и сердечником типа ТК. Сортамент
ГОСТ 7796-70*	Болты с шестигранной уменьшенной головкой класса точности В. Конструкция и размеры
ГОСТ 7798-70*	Болты с шестигранной головкой класса точности В. Конструкция и размеры
ГОСТ 7805-70*	Болты с шестигранной головкой класса точности А. Конструкция и размеры
ГОСТ 8050-85	Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия
ГОСТ 8713-79	Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
ГОСТ 8724-2002	Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Диаметры и шаги
ГОСТ 8731-87	Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Технические условия
ГОСТ 9087-81*	Флюсы сварочные плавные. Технические условия
ГОСТ 9150-2002	Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Профиль
ГОСТ 9454-78	Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах
ГОСТ 9467-75*	Электроды, покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы
ГОСТ 10157-79*	Аргон газообразный и жидкий. Технические условия
ГОСТ 10605-94	Гайки шестигранные с диаметром резьбы свыше 48 мм класса точности В. Технические условия
ГОСТ 10705-80	Трубы стальные электросварные. Технические условия
ГОСТ 10706-76	Трубы стальные электросварные прямошовные. Технические требования
ГОСТ 10906-78*	Шайбы косые. Технические условия
ГОСТ 11371-78*	Шайбы. Технические условия
ГОСТ 11474-76	Профили стальные гнутые. Технические условия
ГОСТ 11533-75	Автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
ГОСТ 11534-75	Ручная дуговая сварка. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
ГОСТ 14637-89	Прокат толстолистовой из углеродистой стали обыкновенного качества. Технические условия
ГОСТ 14771-76	Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
ГОСТ 14776-79	Дуговая сварка. Соединения сварные точечные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
ГОСТ 14954-80	Канат двойной свивки типа ЛК-Р конструкции 6x19 (1+6+6/6) + 7x7 (1+6). Сортамент

ГОСТ 15589-70*	Болты с шестигранной головкой класса точности С. Конструкция и размеры
ГОСТ 15591-70*	Болты с шестигранной уменьшенной головкой класса точности С. Конструкция и размеры
ГОСТ 16523-97	Прокат тонколистовой из углеродистой стали качественной и обыкновенного качества общего назначения. Технические условия
ГОСТ 17066-94	Прокат тонколистовой из стали повышенной прочности. Технические условия
ГОСТ 18123-82*	Шайбы. Общие технические условия
ГОСТ 18126-94	Болты и гайки с диаметром резьбы свыше 48 мм. Общие технические условия
ГОСТ 18901-73*	Канаты стальные. Канат закрытый несущий с двумя слоями зетобразной проволоки и сердечником типа ТК. Сортамент
ГОСТ 19281-89*	Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия
ГОСТ 19425-74*	Балки двутавровые и швеллеры стальные специальные. Сортамент
ГОСТ 21437-95	Сплавы цинковые антифрикционные. Марки, технические требования и методы испытаний
ГОСТ 21780-2006	Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Расчет точности
ГОСТ 22353-77*	Болты высокопрочные класса точности В. Конструкция и размеры
ГОСТ 22354-77*	Гайки высокопрочные класса точности В. Конструкция и размеры
ГОСТ 22355-77*	Шайбы класса точности С к высокопрочным болтам. Конструкция и размеры
ГОСТ 22356-77*	Болты и гайки высокопрочные и шайбы. Общие технические условия
ГОСТ 22727-88	Прокат листовой. Методы ультразвукового контроля
ГОСТ 23118-99	Конструкции стальные строительные. Общие технические условия
ГОСТ 23518-79	Дуговая сварка в защитных газах. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
ГОСТ 24705-2004	Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Основные размеры
ГОСТ 24379.0-80	Болты фундаментные. Общие технические условия
ГОСТ 24379.1-80*	Болты фундаментные. Конструкция и размеры
ГОСТ 24839-81	Конструкции строительные стальные. Расположение отверстий в прокатных профилях. Размеры
ГОСТ 25546-82	Краны грузоподъемные. Режимы работы
ГОСТ 26271-84	Проволока порошковая для дуговой сварки углеродистых и низколегированных сталей. Общие технические условия
ГОСТ 27751-88*	Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету
ГОСТ 27772-88*	Прокат для строительных конструкций. Общие технические условия
ГОСТ 28870-90	Сталь. Методы испытания на растяжение толстолистового проката в направлении толщины

ГОСТ 30245-2003 Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные и  
прямоугольные для строительных конструкций. Технические  
условия

ТУ 14-2-427-80 Двутавры горячекатаные специальные высокой точности

**ТЕРМИНЫ И ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

Термин	Определение
1. Безопасность	Свойство объекта при нормальной эксплуатации и при авариях ограничивать допустимым уровнем возможность наступления опасных социальных, экономических и экологических последствий
2. Геометрическая нелинейность	Свойство, определяемое нелинейной или кусочно-линейной зависимостью между деформациями и перемещениями
3. Гибкость стержня	Величина, определяемая отношением длины (расчетной длины) стержня к радиусу инерции его поперечного сечения
4. Гибкость пластинки (стенки, пояса)	Величина, определяемая отношением длины пластинки (высоты стенки, ширины пояса или его свеса) к ее толщине
5. Деформированная (недеформированная) схема	Расчетная схема, в которой учитываются (не учитываются) перемещения от начального ненагруженного состояния и изменения расположения нагрузок вследствие деформаций системы
6. Деформация поперечного сечения	Перемещение точек поперечного сечения, преобразующее его в нелинейную поверхность или совокупность плоскостей
7. Диаграмма работы (деформирования) стали	Зависимость между напряжениями и относительными удлинениями, получаемая при испытании на растяжение стальных стандартных образцов
8. Долговечность	Свойство объекта длительное время сохранять работоспособность при установленной системе технического обслуживания и принятом порядке проведения ремонтов
9. Жесткость	Способность тел или конструкций сопротивляться образованию деформаций и перемещений, возникающих под действием внешних нагрузок и воздействий
10. Идеальная система	Система без начальных несовершенств, к которой нагрузка приложена таким образом, что при достижении критической нагрузки возможно появление качественно новых перемещений (например, вследствие потери устойчивости)
11. Качественное изменение	Состояние, при котором необходимо прекратить эксплуатацию в связи с чрезмерными остаточными перемещениями, в том числе и сдвигами в соединениях
12. Класс точности	Совокупность значений технологических допусков, зависящих от номинальных значений геометрических параметров
13. Критическая нагрузка	Наименьшая нагрузка, при которой происходит потеря устойчивости идеальной системы с появлением перемещений, качественно отличающихся от тех, которые имели место до потери устойчивости (разветвление форм равновесия)
14. Монтажный стык	Соединение монтажных элементов (блоков), выполняемое на строительной площадке
15. Монтажный блок	Блок, собираемый на строительной площадке из отправочных элементов перед установкой его в проектное положение

Термин	Определение
16. Надежность	Свойство объекта выполнять заданные функции в течение требуемого промежутка времени
17. Напряженное (деформированное) состояние	Состояние тела, возникающее в результате действия на него внешних нагрузок или иных воздействий и определяемое видом возникающих при этом напряжений (деформаций) и характером распределения их в сечении
18. Начальные несовершенства	Совокупность неблагоприятных факторов (отклонения формы или размеров сечения от номинальных, отступление от расчетной схемы, собственные начальные напряжения и др.), которые могут возникать при изготовлении, транспортировке и возведении и снижать несущую способность конструкций
19. Нелинейно упругий материал	Условный материал, характеризующийся при нагружении и разгрузке одной и той же нелинейной или кусочно-линейной зависимостью между деформациями и напряжениями
20. Несущая способность	Способность элементов и конструкций противостоять определенному виду и уровню нагрузки или воздействия
21. Нормальная эксплуатация	Эксплуатация, осуществляемая без ограничений в соответствии с предусмотренными в нормах или заданиях на проектирование технологическими или бытовыми условиями
22. Остаточная (пластическая) деформация	Деформация, не исчезающая после устранения вызвавших ее внешних нагрузок или воздействий
23. Отправочная марка	Конструктивный элемент или его часть, отправляемые с завода изготовителя на строительную площадку
24. Перемещение	Изменение положения точки, системы точек или тела
25. Переход в изменяемую систему	Состояние, при котором система при действии внешней нагрузки превращается в механизм и приобретает конечные перемещения ее частей без деформаций
26. Пластическое (вязкое) разрушение	Разрушение вследствие значительного развития пластических деформаций
27. Поверхность взаимодействия	Поверхность в пространстве напряжений или усилий, точки, которой характеризуют расчетные предельное или критическое состояние сечения, элемента или системы
28. Потеря устойчивости формы положения	Состояние, при котором конструкция или элемент при действии внешней нагрузки утрачивают способность сохранять свое равновесное состояние
29. Потеря устойчивости действия момента (плоскости изгиба)	Потеря устойчивости, сопровождающаяся перемещениями в направлении, перпендикулярном плоскости действия момента (плоскости изгиба)
30. Предельная нагрузка	Нагрузка, при которой происходит исчерпание несущей способности рассматриваемого сечения или элемента
31. Предельное равновесие	Равновесное состояние системы, соответствующее достижению предельной нагрузки, как правило, при работе материала за пределом упругости
32. Предельное состояние	Состояние, при котором элемент, конструкция, здание или сооружение в целом или его часть перестают удовлетворять заданным требованиям

Термин	Определение
33. Приведенная гибкость сквозного стержня	Гибкость идеально прямого упругого стержня с абсолютно жесткими соединительными элементами, критическая сила которого такая же, как и для заданного сквозного стержня с податливыми соединительными элементами
34. Приведенное напряжение	Напряжение при простом растяжении или сжатии, которое вызывает такое же опасное состояние материала, как при рассматриваемом сложном напряженном состоянии
35. Простое (однопараметрическое) нагружение	Нагружение системы несколькими, одновременно действующими различными нагрузками, возрастающими пропорционально одному параметру
36. Расчетная (свободная) длина стержня	Условная длина однопролетного стержня, критическая сила которого (свободная) при шарнирном закреплении его концов такая же, как для заданного. Геометрическая расчетная длина может быть представлена как расстояние между двумя смежными точками перегиба упругой кривой заданного стержня
37. Расчетная ситуация	Учитываемый при проектировании комплекс условий, определяющих расчетные требования к конструкции, и включающий расчетные схемы, виды нагрузок и воздействий, перечень подлежащих проверке отдельных состояний
38. Реальная система	Система с начальными несовершенствами, в которой с самого начала нагружения появляются перемещения, сохраняющиеся вплоть до достижения предельной нагрузки
39. Реконструкция	Комплекс мероприятий, направленных на переустройство строительных объектов в связи с техническим перевооружением предприятий вследствие морального или физического износа технологического оборудования, смены или модернизации технологического процесса
40. Свободное кручение	Кручение, при котором все поперечные сечения тонкостенного стержня имеют одинаковую деформацию и в сечении возникают только касательные напряжения
41. Сложное напряженное состояние	Напряженное состояние, при котором в точках тела действуют не менее двух компонент напряжения
42. Собственные остаточные напряжения	Напряжения, существующие в конструкции при отсутствии воздействия на нее каких-либо внешних нагрузок
43. Стесненное кручение	Кручение, при котором поперечные сечения тонкостенного стержня имеют неодинаковую деформацию, и в сечениях возникают касательные и нормальные напряжения
44. Техническое состояние объекта	Совокупность физических свойств объекта, определяющих либо пригодность его к нормальной эксплуатации, либо указывающих на необходимость проведения ремонта или реконструкции и устанавливаемых по результатам обследования, проверочных расчетов, а также анализа проектно-технической документации
45. Ударная вязкость	Способность стали сопротивляться хрупкому разрушению при различных температурах, определяемая работой, затрачиваемой на разрушение стандартных образцов при ударном действии нагрузки

Термин	Определение
46. Условная поперечная сила	Поперечная сила, равная проекции сжимающей силы на направление, перпендикулярное изогнутой оси стержня
47. Усталостное разрушение	Разрушение, сопровождающееся образованием и развитием трещин в результате многократно повторяющихся силовых и иных воздействий
48. Упругая деформация	Деформация, исчезающая после устранения вызвавших ее внешних нагрузок и воздействий
49. Упруго пластиче-ский материал	Условный материал, характеризующийся при нагружении нелинейной или кусочно-линейной, а при разгрузке линейной зависимостью между деформациями и напряжениями
50. Физическая не-линейность	Свойство материала, определяемое нелинейной или кусочно-линейной зависимостью между деформациями и напряжениями
51. Хрупкое разру-шение	Разрушение в виде отрыва, сопровождающееся малой деформацией, как правило, при наличии концентраторов напряжений, низких температур и ударных воздействий



**ОСНОВНЫЕ БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ВЕЛИЧИН**

- $A$  - площадь сечения брутто;  
 $A_{bn}$  - площадь сечения болта нетто;  
 $A_d$  - площадь сечения раскоса;  
 $A_f$  - площадь сечения полки (пояса);  
 $A_n$  - площадь сечения нетто;  
 $A_w$  - площадь сечения стенки;  
 $\dot{A}_{wf}$  - площадь сечения по металлу углового шва;  
 $A_{wz}$  - площадь сечения по металлу границы сплавления;  
 $E$  - модуль упругости;  
 $F$  - сила;  
 $G$  - модуль сдвига;  
 $J_b$  - момент инерции сечения ветви;  
 $J_m; J_d$  - моменты инерции сечений пояса и раскоса фермы;  
 $J_s$  - момент инерции сечения ребра, планки;  
 $J_{sl}$  - момент инерции сечения продольного ребра;  
 $J_t$  - момент инерции кручения балки, рельса;  
 $J_x; J_y$  - моменты инерции сечения брутто относительно осей соответственно  $x-x$  и  $y-y$ ;  
 $J_{xn}; J_{yn}$  - то же; сечения нетто;  
 $M$  - момент, изгибающий момент;  
 $M_x; M_y$  - моменты относительно осей соответственно  $x-x$  и  $y-y$ ;  
 $N$  - продольная сила;  
 $N_{ad}$  - дополнительное усилие;  
 $N_{bm}$  - продольная сила от момента в ветви колонны;  
 $Q$  - поперечная сила, сила сдвига;  
 $Q_{fic}$  - условная поперечная сила для соединительных элементов;  
 $Q_s$  - условная поперечная сила, приходящаяся на систему планок, расположенных в одной плоскости;  
 $R_{ba}$  - расчетное сопротивление растяжению фундаментных болтов;  
 $R_{bh}$  - расчетное сопротивление растяжению высокопрочных болтов;  
 $R_{bp}$  - расчетное сопротивление смятию болтовых соединений;  
 $R_{bs}$  - расчетное сопротивление срезу болтов;  
 $R_{bt}$  - расчетное сопротивление болтов растяжению;  
 $R_{bun}$  - нормативное сопротивление стали болтов, принимаемое равным временному сопротивлению  $\sigma_B$  по государственным стандартам и техническим условиям на болты;

$R_{bU}$  - расчетное сопротивление растяжению U-образных болтов;

$R_{cd}$  - расчетное сопротивление диаметальному сжатию катков (при свободном касании в конструкциях с ограниченной подвижностью);

$R_{dh}$  - расчетное сопротивление растяжению высокопрочной проволоки;

$R_{lp}$  - расчетное сопротивление местному смятию в цилиндрических шарнирах (цапфах) при плотном касании;

$R_p$  - расчетное сопротивление стали смятию торцевой поверхности (при наличии пригонки);

$R_s$  - расчетное сопротивление стали сдвигу;

$R_{th}$  - расчетное сопротивление растяжению стали в направлении толщины проката;

$R_u$  - расчетное сопротивление стали растяжению, сжатию, изгибу по временному сопротивлению;

$R_{un}$  - временное (нормативное) сопротивление стали разрыву, принимаемое равным минимальному значению  $\sigma_B$  по государственным стандартам и техническим условиям на сталь;

$R_{wf}$  - расчетное сопротивление угловых швов срезу (условному) по металлу шва;

$R_{wi}$  - расчетное сопротивление стыковых сварных соединений сжатию, растяжению, изгибу по временному сопротивлению;

$R_{win}$  - нормативное сопротивление металла шва по временному сопротивлению;

$R_{ws}$  - расчетное сопротивление стыковых сварных соединений сдвигу;

$R_{wy}$  - расчетное сопротивление стыковых сварных соединений сжатию, растяжению и изгибу по пределу текучести;

$R_{wz}$  - расчетное сопротивление угловых швов срезу (условному) по металлу границы сплавления;

$R_y$  - расчетное сопротивление стали растяжению, сжатию, изгибу по пределу текучести;

$R_{yn}$  - предел текучести (нормативное сопротивление) стали, принимаемый (-ое) равным значению предела текучести  $\sigma_T$  по государственным стандартам и техническим условиям на сталь;

$S$  - статический момент сдвигаемой части сечения брутто относительно нейтральной оси;

$W_x; W_y$  - моменты сопротивления сечения брутто относительно осей соответственно  $x-x$  и  $y-y$ ;

$W_{xn}; W_{yn}$  - моменты сопротивления сечения нетто относительно осей соответственно  $x-x$  и  $y-y$ ;

$b$  - ширина;

$b_{ef}$  - расчетная ширина;

$b_f$  - ширина полки (пояса);

$b_h$  - ширина выступающей части ребра, свеса;

$c; c_x; c_y$  - коэффициенты для расчета на прочность с учетом развития пластических деформаций при изгибе относительно осей соответственно  $x-x$ ,  $y-y$ ;

- $e$  - эксцентриситет силы;  
 $h$  - высота;  
 $h_{ef}$  - расчетная высота стенки;  
 $h_w$  - высота стенки;  
 $i$  - радиус инерции сечения;  
 $i_{\min}$  - наименьший радиус инерции сечения;  
 $i_x; i_y$  - радиусы инерции сечения относительно осей соответственно  $x-x$  и  $y-y$ ;  
 $k_f$  - катет углового шва;  
 $l$  - длина, пролет;  
 $l_c$  - длина стойки, колонны, распорки;  
 $l_d$  - длина раскоса;  
 $l_{ef}$  - расчетная, условная длина;  
 $l_m$  - длина панели пояса фермы или колонны;  
 $l_s$  - длина планки;  
 $l_w$  - длина сварного шва;  
 $l_x; l_y$  - расчетные длины элемента в плоскостях, перпендикулярных осям соответственно  $x-x$  и  $y-y$ ;  
 $m$  - относительный эксцентриситет ( $m = eA/W_c$ );  
 $m_{ef}$  - приведенный относительный эксцентриситет ( $m_{ef} = m\eta$ );  
 $r$  - радиус;  
 $t$  - толщина;  
 $t_f$  - толщина полки (пояса);  
 $t_w$  - толщина стенки;  
 $\beta_f, \beta_z$  - коэффициенты для расчета углового шва соответственно по металлу шва и по металлу границы сплавления;  
 $\gamma_b$  - коэффициент условий работы соединения;  
 $\gamma_c$  - коэффициент условий работы;  
 $\gamma_n$  - коэффициент надежности по назначению;  
 $\gamma_m$  - коэффициент надежности по материалу;  
 $\gamma_u$  - коэффициент надежности в расчетах по временному сопротивлению;  
 $\eta$  - коэффициент влияния формы сечения;  
 $\lambda$  - гибкость ( $\lambda = l_{ef}/i$ );  
 $\bar{\lambda}$  - условная гибкость ( $\bar{\lambda} = \lambda\sqrt{R_y/E}$ );  
 $\lambda_{ef}$  - приведенная гибкость стержня сквозного сечения;  
 $\bar{\lambda}_{ef}$  - условная приведенная гибкость стержня сквозного сечения ( $\bar{\lambda}_{ef} = \lambda_{ef}\sqrt{R_y/E}$ );  
 $\bar{\lambda}_w$  - условная гибкость стенки ( $\bar{\lambda}_w = \frac{h}{t}\sqrt{R_y/E}$ );  
 $\bar{\lambda}_{uw}$  - наибольшая условная гибкость стенки;

$\lambda_x; \lambda_y$  - расчетные гибкости элемента в плоскостях, перпендикулярных осям соответственно  $x$ - $x$  и  $y$ - $y$ ;

$\nu$  - коэффициент поперечной деформации стали (Пуассона);

$\sigma_{loc}$  - местное напряжение;

$\sigma_x; \sigma_y$  - нормальные напряжения, параллельные осям соответственно  $x$ - $x$  и  $y$ - $y$ ;

$\tau_{xy}$  - касательное напряжение;

$\varphi_{(x,y)}$  - коэффициент продольного изгиба;

$\varphi_b$  - коэффициент снижения расчетных сопротивлений при изгибно-крутильной форме потери устойчивости балок;

$\varphi_e$  - коэффициент снижения расчетных сопротивлений при внецентренном сжатии.

**МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНСТРУКЦИЙ И СОЕДИНЕНИЙ**

Таблица D.1 – Сталь для стальных конструкций

Сталь по ГОСТ			Группа конструкций при $t \geq -40$			
27772	535, 14637	19281	1	2	3	4
C235	Ст3кп2, Ст3пс2		-	-	+ <sup>а)</sup>	+
C245	Ст3пс5		-	+ <sup>б)</sup>	+	-
C255	Ст3сп5		+	+	+	-
C275			-	+ <sup>б)</sup>	+	-
C285	Ст3сп5		+	+	+	-
C345		09Г2С	+3/12	+1/4	+1/4	-
C345К			-	+	+	-
C375		09Г2С	+3/12	+1/4	+1/4	-
C390		10ХСНД	+/12	+/6	+/6	-
C440			+	+	+	-
C590			-	+	+	-
C590К			-	-	-	-

Обозначения, принятые в табл. D.1

Знаки «+» и «-» означают, что данную сталь применять соответственно следует и не следует. Цифра у знака «+» означает категорию стали, буквы у этого знака обозначают:

<sup>а)</sup> - не применять для неотапливаемых зданий и конструкций, эксплуатируемых при температуре наружного воздуха;

<sup>б)</sup> - для неотапливаемых зданий и конструкций, эксплуатируемых при температуре наружного воздуха применять толщину проката не более 10 мм;

Примечания:

- Требования таблицы распространяются на листовой прокат толщиной от 2 мм и фасонный прокат - от 4 мм. При толщине менее 5 мм приведенные в таблице стали применяются без требований по ударной вязкости (без указания категории).
- Прокат из стали C235 толщиной менее 5 мм допускается применять для конструкций всех групп.
- Применение термоупрочненного с прокатного нагрева фасонного проката из стали C345Т и C375Т, поставляемого как сталь C345 и C375, не допускается в конструкциях, которые при изготовлении подвергаются металлизации или пластической деформации при температуре выше 700 °С.
- Для сталей C345, C375, C390 и 09Г2С, 10ХСНД даны категории требований по ударной вязкости в числителе по ГОСТ 27772, в знаменателе - по ГОСТ 19281

Таблица D.2 – Стали для труб

Марка стали (толщина, мм)	ГОСТ или ТУ	Группа конструкций при $t \geq -40$			
		1	2	3	4
ВСтЗкп (до 4)	ГОСТ 10705 <sup>а)</sup>	–	+2 <sup>г)</sup>	+2 <sup>г)</sup>	+2 <sup>г)</sup>
ВСтЗкп (4,5-10)	ГОСТ 10705 <sup>а)</sup>	–	–	+2 <sup>в, г)</sup>	+2 <sup>в, г)</sup>
ВСтЗпс (до 5,5)	ГОСТ 10705 <sup>а)</sup>	–	+2 <sup>г)</sup>	+2 <sup>г)</sup>	+2 <sup>г)</sup>
ВСтЗпс (6-10)	ГОСТ 10705 <sup>а)</sup>	–	+6	+6	+6
ВСтЗпс (5-15)	ГОСТ 10706 <sup>б)</sup>	–	–	+4	+4
20	ГОСТ 8731	+ <sup>д)</sup>	+	+	–
09Г2С	ГОСТ 8731	+ <sup>д)</sup>	+	+	–

## Обозначения, принятые в табл. D.2

Знаки «+» и «–» означают, что данную сталь применять соответственно следует и не следует. Цифра у знака «+» означает категорию стали, буквы у этого знака обозначают:

а) группа В, табл. 1 ГОСТ 10705;

б) группа В с дополнительными требованиями по п. 1.6 ГОСТ 10706;

в) применять прокат толщиной до 10 мм, а в колоннах и стойках до 16 мм;

г) кроме опор ВЛ, ОРУ и КС

д) бесшовные горячедеформированные трубы по ГОСТ 8731 допускается применять для элементов специальных опор больших переходов линий электропередачи высотой более 60 м, для антенных сооружений связи и других специальных сооружений, но с дополнительным требованием по ударной вязкости (при температуре испытания минус 20 °С) не менее 30 Дж/см<sup>2</sup>.

Не допускается применять бесшовные горячедеформированные трубы, изготовленные из слитков, имеющих маркировку “Л”, не прошедшие контроль неразрушающим методом.

Таблица D.3 – Требования к стали для сварных конструкций зданий и сооружений (кроме мостов)

Нормативные сопротивления стали, Н/мм <sup>2</sup>	Содержание элементов <sup>1)</sup> , % (не более)			C <sub>э</sub> , % (не более)
	C	P	S	
$R_{yn} < 290$	0,22	0,040	0,045 <sup>2)</sup>	-
$290 \leq R_{yn} < 390$	0,14	0,035	0,035 <sup>2)</sup>	0,45
$390 \leq R_{yn} < 490$	0,12	0,015 <sup>3)</sup>	0,015 <sup>3)</sup>	0,46
$490 \leq R_{yn} < 590$	0,13	0,015	0,010	0,47
$R_{yn} \geq 590$	0,15	0,010	0,005	0,51

1) Предельные отклонения по химическому составу в готовом прокате по ГОСТ 27772.  
2) В случае термической обработки, направленной на измельчение зерна,  $S \leq 0,025\%$ .  
3)  $S + P \leq 0,020\%$ .

Примечания:  
1. Углеродный эквивалент (C<sub>э</sub>, %) следует определять по формуле:

$$C_3 = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Cr}{5} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cu}{13} + \frac{V + Nb}{14} + \frac{Mo}{4} + \frac{P}{2},$$

где C, Mn, Si, Cr, Ni, Cu, V, Nb, Mo, P - массовые доли элементов, %. (углерод, марганец, кремний, хром, никель, медь, ванадий, ниобий, молибден, фосфор)

2. Для сталей с нормативным сопротивлением  $290 \leq R_{yn} < 390$  Н/мм<sup>2</sup> допускается повышение содержания углерода до 0,17% по согласованию с организацией - составителем норм. Для фасонных профилей с нормативным сопротивлением  $390 \leq R_{yn} < 490$  Н/мм<sup>2</sup> допускается содержание фосфора до  $P \leq 0,030\%$  и серы до  $S \leq 0,025\%$  по согласованию с организацией - составителем норм.

Таблица D.4 – Требования по ударной вязкости к стальному прокату

Расчетная температура, °С	Группа конструкций	Предел текучести проката, Н/мм <sup>2</sup>								
		$R_{yn} < 290$		$290 \leq R_{yn} < 390$		$390 \leq R_{yn} < 490$		$R_{yn} \geq 490$		
		Показатели ударной вязкости, Дж/см <sup>2</sup>								
		КСА	KCV		KCV		KCV		KCV	
		при температуре испытаний на ударный изгиб, °С								
		+20	+20	0	-20	-20	-40	-40	-60	-60
$t \geq -40$	1, 2, 3	29	34	-	-	34	-	34	-	40

## Примечания

1. КСА - ударная вязкость образцов типа 1 по ГОСТ 9454, испытанных при температуре +20 °С, с U-образным надрезом после механического старения;  
KCV - ударная вязкость образцов с V-образным надрезом (тип 11 по ГОСТ 9454).

2. В толстолистовом прокате испытываются поперечные образцы, в фасонном и сортовом - продольные.

Таблица D.5 – Материалы для сварки, соответствующие стали

Сталь	Материалы для сварки				
	в углекислом газе (по ГОСТ 8050) или в его смеси с аргонном (по ГОСТ 10157)	под флюсом (по ГОСТ 9087)		порошковой проволокой (по ГОСТ 26271)	покрытыми электродами (по ГОСТ 9467)
	Марка				Тип электрода
	сварочной проволоки		флюса	порошковой проволоки	
$R_{yn} < 290$	Св-08Г2С	Св-08А	АН348-А, АН60 <sup>а)</sup>	ПП-АН-3, ПП-АН-8	Э42 <sup>а)</sup> , Э42А
		Св-08ГА			Э46 <sup>а)</sup> , Э46А
$290 \leq R_{yn} < 590$	Св-08Г2С	Св-10ГА <sup>б)</sup>	АН-17-М, АН-43, АН-47, АН-348-А <sup>в)</sup>		Э50 <sup>а)</sup> , Э50А
		Св-10Г2 <sup>б)</sup> , Св-10НМА			-
$R_{yn} \geq 590$	Св-08Г2С, Св-08ХГСМА	Св10НМА	АН-17-М		Э60
	Св-10ХГ2СМА	Св-08ХН2ГМЮ		Э70	

<sup>а)</sup> флюс АН-60 и электроды типов Э42, Э46, Э50 применяют для конструкций групп 2, 3 при расчетных температурах  $t \geq -40$  °С.

<sup>б)</sup> не применять в сочетании с флюсом АН-43.

<sup>в)</sup> Для флюса АН-348-А требуется дополнительный контроль механических свойств металла шва при сварке соединений элементов всех толщин при расчетных температурах  $t < -40$  °С и толщин свыше 32 мм - при расчетных температурах  $t \geq -40$  °С.

Примечание. При соответствующем технико-экономическом обосновании для сварки конструкций допускается использовать сварочные материалы (проволоку, флюсы, защитные газы), не указанные в настоящей таблице. При этом механические свойства металла шва, выполняемого с их применением, должны быть не ниже свойств, обеспечиваемых применением материалов согласно настоящей таблице.



Таблица D.6 – Марки стали фундаментных болтов и условия их применения

Конструкции	Нормативны документ	Марки стали при расчётной температуре, $t$ °С $\geq -40$
Конструкции, кроме опор воздушных линий электропередачи, распределительных устройств и контактной сети	ГОСТ 535	Ст3пс2, Ст3сп2,
	ГОСТ 1050	20
Для U-образных болтов, а также фундаментных болтов опор воздушных линий электропередачи, распределительных устройств и контактной сети	ГОСТ 535	Ст3пс4, Ст3сп4

Таблица D.7 – Физические характеристики материалов для стальных конструкций

Характеристика	Значение
Плотность $\rho$ , кг / м <sup>3</sup> :	
стального проката и стальных отливок	7850
отливок из серого чугуна	7200
Коэффициент линейного расширения $\alpha$ , °С <sup>-1</sup> :	
стального проката и стальных отливок	$0,12 \cdot 10^{-4}$
отливок из серого чугуна	$0,11 \cdot 10^{-4}$
Модуль упругости $E$ , Н/мм <sup>2</sup> :	
стального проката и стальных отливок	$2,06 \cdot 10^5$
отливок из серого чугуна марок:	
СЧ15	$0,83 \cdot 10^5$
СЧ20, СЧ25, СЧ30;	$0,98 \cdot 10^5$
пучков и прядей параллельных проволок	$1,96 \cdot 10^5$
канатов стальных:	
спиральных и закрытых несущих	$1,67 \cdot 10^5$
двойной свивки	$1,47 \cdot 10^5$
двойной свивки с неметаллическим сердечником	$1,27 \cdot 10^5$
Модуль сдвига прокатной стали и стальных отливок $G$ , Н/мм <sup>2</sup> :	
стального проката и стальных отливок	$0,78 \cdot 10^5$
отливок из серого чугуна	$0,44 \cdot 10^5$
Коэффициент поперечной деформации (Пуассона) $\nu$ :	
стального проката и стальных отливок	0,30
отливок из серого чугуна	0,25

Примечание. Значения модуля упругости даны для канатов, предварительно вытянутых усилием не менее 60 % разрывного усилия для каната в целом.

**РАСЧЕТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ И СОЕДИНЕНИЙ**

Таблица Е.1 – Расчетные сопротивления стального проката и труб

Напряженное состояние и характеристика расчетного сопротивления	Условное обозначение	Расчетное сопротивление проката и труб
Растяжение, сжатие, изгиб: по пределу текучести по временному сопротивлению	$R_y$	$R_y = R_{yn} / \gamma_m$
	$R_u$	$R_u = R_{un} / \gamma_m$
Сдвиг	$R_s$	$R_s = 0,58 R_{yn} / \gamma_m$
Смятие: торцевой поверхности (при наличии пригонки) местное в цилиндрических шарнирах (цапфах) при плотном касании	$R_p$	$R_p = R_{un} / \gamma_m$
	$R_{lp}$	$R_{lp} = 0,5 R_{un} / \gamma_m$
Диаметральное сжатие катков (при свободном касании в конструкциях с ограниченной подвижностью)	$R_{cd}$	$R_{cd} = 0,025 R_{un} / \gamma_m$
Растяжение в направлении толщины проката $t$ (при $t$ до 60 мм)	$R_{th}$	$R_{th} = 0,5 R_{un} / \gamma_m$
<p>где <math>\gamma_m</math> - коэффициент надежности по материалу. Примечание: Нормативные сопротивления по пределу текучести <math>R_{yn}</math> и по временному сопротивлению <math>R_{un}</math> следует принимать равным минимальным значениям предела текучести <math>\sigma_T</math> и временного сопротивления <math>\sigma_B</math>, установленным в стандартах и технических условиях, а при оценке технического состояния эксплуатируемых конструкций - и на основании статистической обработки данных испытаний образцов, отобранных из конструкций.</p>		

Таблица Е.2 – Коэффициенты надежности по материалу для стального проката и труб

Государственный стандарт или технические условия на прокат и трубы	Коэффициент надежности по материалу $\gamma_m$
ГОСТ 27772 (кроме сталей С590 и С590К) и другая нормативная документация, использующая процедуру контроля свойств проката по ГОСТ 27772	1,025
ГОСТ 19281 для сортового проката с пределом текучести свыше 380 Н/мм <sup>2</sup> , ГОСТ 8731 для труб	1,100
Требования настоящих норм для остального проката и труб	1,050
Зарубежная нормативная документация для проката и труб	1,100

Таблица Е.3 (справочная) – Нормативные и расчетные сопротивления при растяжении, сжатии и изгибе листового, широкополосного универсального и фасонного проката

Сталь по ГОСТ 27772	Толщина проката <sup>1)</sup> , мм	Нормативное сопротивление <sup>2)</sup> проката, Н/мм <sup>2</sup>		Расчетное сопротивление <sup>3)</sup> проката, Н/мм <sup>2</sup>	
		$R_{yn}$	$R_{un}$	$R_y$	$R_u$
C235	От 2 до 8	235	360	230/225	350/345
C245	От 2 до 20	245	370	240/235	360/350
	Св. 20 до 30	235	370	230/225	360/350
C255	От 2 до 20	245	370	240/235	360/350
	Св. 20 до 40	235	370	230/225	360/350
C285	От 2 до 10	275	390	270/260	380/370
	Св. 10 до 20	265	380	260/250	370/360
C345	От 2 до 20	325	470	315/310	460/450
	Св. 20 до 40	305	460	300/290	450/440
	Св. 40 до 80	285	450	280/270	440/430
	Св. 80 до 100	265	430	260/250	420/410
C345К	От 4 до 10	345	470	335/330	460/450
C375	От 2 до 20	355	490	345/340	480/465
	Св. 20 до 40	335	480	325/320	470/455
C390	От 4 до 50	390	540	380/370	525/515
C440	От 4 до 30	440	590	430/420	575/560
	Св. 30 до 50	410	570	400/390	555/540
C590, C590К	От 10 до 40	590	685	575/560	670/650

<sup>1)</sup> За толщину фасонного проката принимают толщину полки.

<sup>2)</sup> За нормативное сопротивление приняты гарантированные значения предела текучести и временного сопротивления, приводимые в государственных стандартах или технических условиях. В тех случаях, когда эти значения приведены только в одной системе единиц (кгс/мм<sup>2</sup>), нормативные сопротивления (Н/мм<sup>2</sup>) вычисляют умножением соответствующих величин на 9,81 с округлением до 5 Н/мм<sup>2</sup>.

<sup>3)</sup> Значения расчетных сопротивлений получены делением нормативных сопротивлений на коэффициенты надежности по материалу, определенные в соответствии с табл.Е.2, и округлением до 5 Н/мм<sup>2</sup>. В числителе представлены значения расчетных сопротивлений проката, поставляемого по ГОСТ 27772 (кроме стали С590К) или другой нормативной документации, в которой используется процедура контроля свойств проката по ГОСТ 27772 ( $\gamma_m = 1,025$ ), в знаменателе - расчетное сопротивление остального проката при ( $\gamma_m = 1,050$ ).

Таблица Е.4 (справочная) – Нормативные и расчетные сопротивления при растяжении, сжатии и изгибе труб

Марка стали	ГОСТ	Толщина стенки, мм	Нормативное сопротивление, Н/мм <sup>2</sup>		Расчетное сопротивление, Н/мм <sup>2</sup>	
			$R_{yn}$	$R_{un}$	$R_y$	$R_u$
ВСт3кп, ВСт3пс, ВСт3сп	ГОСТ 10705	До 10	225	370	215	350
ВСт3пс4, ВСт3сп4	ГОСТ 10706	4-15	245	370	235	350
20	ГОСТ 8731	4-36	245	410	225	375

Примечание - Нормативные сопротивления для труб из стали марки 09Г2С по ГОСТ 8731 устанавливаются по соглашению сторон в соответствии с требованиями этого стандарта.

Таблица Е.5 (справочная) – Расчетные сопротивления проката смятию торцевой поверхности, местному смятию в цилиндрических шарнирах, диаметальному сжатию катков

Временное сопротивление, Н/мм <sup>2</sup>	Расчетное сопротивление, Н/мм <sup>2</sup>		
	смятию		диаметальному сжатию катков (при свободном касании в конструкциях с ограниченной подвижностью) $R_{cd}$
	торцевой поверхности (при наличии пригонки) $R_p$	местному в цилиндрических шарнирах (цапфах) при плотном касании $R_{lp}$	
360	351/343	176/171	9/9
370	361/352	180/176	9/9
380	371/362	185/181	9/9
390	380/371	190/185	10/10
400	390/381	195/190	10/10
430	420/409	210/204	10/10
440	429/419	215/209	11/11
450	439/428	220/214	11/11
460	449/438	224/219	11/11
470	459/448	229/224	11/11
480	468/457	234/228	12/12
490	478/467	239/233	12/12
510	498/486	249/243	12/12
540	527/514	263/257	13/13
570	556/543	278/271	14/14
590	576/562	288/281	14/14

Примечание. В таблице указаны значения расчетных сопротивлений, вычисленные по формулам табл.Е1 при  $\gamma_m = 1,025$  (в числителе) и  $\gamma_m = 1,050$  (в знаменателе).

Таблица Е.6 – Расчетные сопротивления отливок, поковок, стальных канатов, пучков и прядей проволок, фундаментных и U - образных болтов, болтов во фрикционных соединениях

Элементы конструкций и напряженное состояние	Условное обозначение	Расчетное сопротивление
Отливки из углеродистой стали: растяжение, сжатие, изгиб	$R_y$	$R_y = R_{yn} / 1,3$
сдвиг	$R_s$	$R_s = R_{yn} / 2,2$
Отливки из серого чугуна: растяжение сжатие сдвиг	$R_t$	$R_t = R_{tun} / 3$
	$R_c$	$R_c = R_{cun} / 2$
	$R_s$	$R_s = R_{tun} / 4$
Стальные канаты	$N_{dh}$	$N_{dh} = N_{un} / 1,6$
Пучки и пряди из проволок	$R_{dh}$	$R_{dh} = R_{un} / 1,6$
Фундаментные болты (расчетные)	$R_{ba}$	$R_{ba} = R_{yn} / 1,25$
U- образные болты	$R_{bU}$	$R_{bU} = R_{yn} / 1,18$
Высокопрочные болты во фрикционном соединении	$R_{bh}$	$R_{bh} = R_{bun} / 1,43$
<p>где <math>R_{tun}</math> - нормативное сопротивление серого чугуна при растяжении;  <math>R_{cun}</math> - тоже, при изгибе;  <math>N_{un}</math> - нормативное значение разрывного усилия для каната.  Примечание: Для канатов, пучков, прядей и болтов расчетные сопротивления приведены для растяжения</p>		

Таблица Е.7 (справочная) – Расчётные сопротивления отливок из углеродистой стали

Напряженное состояние	Условное обозначение	Расчётные сопротивления, Н/мм <sup>2</sup> , отливок из углеродистой стали марок			
		15Л	25Л	35Л	45Л
Растяжение, сжатие и изгиб	$R_u$	150	180	210	250
Сдвиг	$R_s$	90	110	130	150
Смятие торцевой поверхности (при наличии пригонки)	$R_p$	230	270	320	370
Смятие местное в цилиндрических шарнирах (цапфах) при плоском касании	$R_{lp}$	110	130	160	180
Диаметральное сжатие катков при свободном касании (в конструкциях с ограниченной подвижностью)	$R_{cd}$	6	7	8	10
<p>Примечание.  Расчетные сопротивления отливок из низколегированной стали, поставляемой по другим стандартам и техническим условиям, в том числе зарубежного производства, следует назначать по согласованию с организацией – составителем норм.</p>					

Таблица Е.8 (справочная) – **Расчётные сопротивления отливок из серого чугуна**

Напряженное состояние	Условное обозначение	Расчётные сопротивления, Н/мм <sup>2</sup> , отливок из серого чугуна марок			
		СЧ 15	СЧ 20	СЧ 25	СЧ 30
Растяжение центральное и изгиб	$R_t$	55	65	85	100
Сжатие центральное и изгиб	$R_c$	160	200	230	250
Сдвиг	$R_s$	40	50	65	75
Смятие торцевой поверхности (при наличии пригонки)	$R_p$	240	300	340	370

Таблица Е.9 – **Расчетные сопротивления сварных соединений**

Сварное соединение	Напряженное состояние	Характеристика расчетного сопротивления	Условное обозначение	Расчетное сопротивление сварного соединения	
Стыковое	Сжатие, растяжение и изгиб при механизированной или ручной сварке с физическим контролем качества шва	По пределу текучести	$R_{wy}$	$R_{wy} = R_y$	
		По временному сопротивлению	$R_{wu}$	$R_{wu} = R_u$	
	Сдвиг	Растяжение и изгиб при механизированной или ручной сварке	По пределу текучести	$R_{wy}$	$R_{wy} = R_y / 1,18$
			$R_{ws}$	$R_{ws} = R_s$	
С угловыми швами	Срез (условный)	По металлу шва	$R_{wf}$	$R_{wf} = R_{wun} / 2,2$	
		По металлу границы сплавления	$R_{wz}$	$R_{wz} = R_{un} / 2,2$	
где $R_{wun}$ - нормативное сопротивление металла шва по временному сопротивлению. Примечание: При $R_{wun} > 590$ Н/мм <sup>2</sup> следует принимать $R_{wf} = R_{wun} / 2,4$					

Таблица Е.10 (справочная) – **Нормативные и расчетные сопротивления металла швов сварных соединений с угловыми швами**

Сварочные материалы		$R_{wun}$ , Н/мм <sup>2</sup>	$R_{wf}$ , Н/мм <sup>2</sup>
тип электрода (по ГОСТ 9467)	марка проволоки		
Э42, Э42А	Св-08, Св-08А	410	180
Э46, Э46А	Св-08ГА,	450	200
Э50, Э50А	Св-08Г2С, Св-10ГА, ПП-АН-8, ПП-АН-3	490	215
Э60	Св-08Г2С <sup>1)</sup> , Св-10НМА, Св-10Г2	590	240
Э70	Св-10ХГ2СМА, Св-08ХН2ГМЮ	685	280
Э85	-	835	340
<sup>1)</sup> Только для швов с катетом $k_f \leq 8$ мм в конструкциях из стали с пределом текучести 440 Н/мм <sup>2</sup> и более.			

Таблица Е.11 – Расчетные сопротивления одноболтовых соединений

Напряженное состояние	Условное обозначение	Расчетные сопротивления одноболтовых соединений				Высокопрочных болтов из стали марки 40Х «селект»
		среза и растяжению болтов классов прочности				
		5,6	5,8	8,8	10,9	
Срез	$R_{bs}$	$0,38 R_{bun}$	$0,4 R_{bun}$	$0,4 R_{bun}$	$0,37 R_{bun}$	
Растяжение	$R_{bt}$	$0,42 R_{bun}$	$0,4 R_{bun}$	$0,5 R_{bun}$	$0,5 R_{bun}$	
Смятие: болты класса точности А	$R_{bp}$	$R_{bp} = (0,6 + 410 \frac{R_{un}}{E}) R_{un}$				
болты класса точности В и С						$R_{bp} = (0,6 + 340 \frac{R_{un}}{E}) R_{un}$
Примечания:						
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Значения <math>R_{bs}</math> и <math>R_{bt}</math> для болтов классов прочности 8.8 и 10.9 и из стали 40Х «селект» относятся к болтам без покрытия (например, цинкования, алюминирования) и без учета разупрочнения вследствие нагрева.</li> <li>2. Значение <math>R_{bt}</math> для болтов класса прочности 5.8 указано при условии дополнительного последующего отпуска при температуре 650°C.</li> <li>3. Значение <math>R_{bp}</math> казано для соединяемых элементов из стали с пределом текучести до 400 Н/мм<sup>2</sup> и при <math>R_{bun} &gt; R_{un}</math></li> </ol>						

Таблица Е.12 (справочная) – Нормативные сопротивления стали болтов и расчетные сопротивления одноболтовых соединений срезу и растяжению, Н/мм<sup>2</sup>

Класс прочности болтов	$R_{bun}$	$R_{byn}$	$R_{bs}$	$R_{bt}$
5,6	500	300	190	210
5,8	520	420	210	210
8,8	830	660	330	415
10,9	1040	940	415	520
Примечание. Значения расчетных сопротивлений, указанные в таблице, вычислены по формулам табл.Е.11 с округлением до 5 Н/мм <sup>2</sup>				

Таблица Е.13 (справочная) – Расчетные сопротивления смятию элементов, соединяемых болтами

Временное сопротивление стали соединяемых элементов $R_{un}$ , Н/мм <sup>2</sup>	Расчетные сопротивления $R_{bp}$ , Н/мм <sup>2</sup> , смятию элементов, соединяемых болтами	
	класса точности А	классов точности В и С
360	475	430
365	485	440
370	495	450
380	515	465
390	535	485
400	560	505
430	625	565
440	650	585
450	675	605
460	695	625
470	720	645
480	745	670
490	770	690
500	800	715
510	825	735
520	850	760
530	875	780
540	905	805
570	990	880
590	1045	930

Примечание. Значения расчетных сопротивлений, указанные в таблице, вычислены по формулам табл.Е.11 настоящих норм с округлением до 5 Н/мм<sup>2</sup>.



Таблица Е.14 (справочная) – Расчетные сопротивления растяжению фундаментных болтов

Номинальный диаметр болтов, мм	Расчетные сопротивления $R_{ba}$ , Н/мм <sup>2</sup> , болтов из стали марок	
	по ГОСТ 535 <sup>1)</sup>	по ГОСТ 19281 <sup>1)</sup>
	СтЗпс4, СтЗпс2, СтЗсп4, СтЗсп2	09Г2С-4, 09Г2С-6
12, 16, 20	195	260
24, 30	190	245
36	190	245
42, 48, 56	180	230
64, 72, 80	180	230
90, 100	180	210
110, 125, 140	165	210

<sup>1)</sup>Расчетные сопротивления болтов из других марок сталей следует вычислять по формулам табл.Е.6.  
Примечания:  
1. Сталь по ГОСТ 535 должна поставляться по 1-й группе.  
2. Значения расчётных сопротивлений  $R_{ba}$ , указанные в таблице, вычислены по формулам табл.Е.6 настоящих норм с округлением до 5 Н/мм<sup>2</sup>.

Таблица Е.15 (справочная) – Нормативные и расчетные сопротивления, Н/мм<sup>2</sup>, растяжению высокопрочных болтов по ГОСТ 22356 из стали марки 40Х «селект»

Номинальный диаметр резьбы, мм	$R_{bun}$	$R_{bh}$
16, (18) 20, (22), 24, (27)	1100	770
30	950	665
36	750	525
42	650	455
48	600	420

Примечания:  
1. Нормативное сопротивление стали болтов  $R_{bun}$  из других марок сталей следует принимать по ГОСТ 22356  
2. Размеры, заключенные в скобки, рекомендуется применять по согласованию с заказчиком.  
3. Значения расчётных сопротивлений  $R_{bh}$ , указанные в таблице, вычислены по формулам табл.Е.6 настоящих норм с округлением до 5 Н/мм<sup>2</sup>.

Таблица Е.16 (справочная) – Площади сечения болтов

$d$ , мм	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36	42	48
$A_b$ , см <sup>2</sup>	2,01	2,54	3,14	3,80	4,52	5,72	7,06	10,17	13,85	18,09
$A_{bn}$ , см <sup>2</sup>	1,57	1,92	2,45	3,03	3,53	4,59	5,61	8,16	11,20	14,72
Примечания: 1. Площади сечения болтов диаметром свыше 48 мм следует принимать по ГОСТ 24379.1. 2. Размеры, заключенные в скобки, рекомендуется применять в конструкциях по согласованию с заказчиком, кроме опор ВЛ и ОРУ.										

**КОЭФФИЦИЕНТЫ УСЛОВИЙ РАБОТЫ**Таблица F.1 – Коэффициенты условий работы  $\gamma_c$ 

Элементы конструкций	Коэффициент условий работы $\gamma_c$
1	2
1. Сплошные балки и сжатые элементы ферм перекрытий при весе перекрытий, равном или большем временной нагрузки	0,9
2. Сплошные балки при расчете на общую устойчивость при $\varphi_b < 1,0$	0,95
3. Балки, несущие статическую нагрузку, при расчете на прочность:	
а) с прокатными и составными сварными сечениями, а также составные балки, выполненные на болтах (кроме высокопрочных)	1,1
б) балки по п.1 (за исключением балок на высокопрочных болтах)	0,95
4. Колонны опор водонапорных башен	0,95
5. Колонны, несущие статическую нагрузку, при расчете на прочность:	
а) с прокатными, сварными и составными на болтах (кроме соединений на высокопрочных болтах) сечениями;	1,1
б) колонны по п.4 (за исключением колонн на высокопрочных болтах)	1,045
6. Сжатые элементы ферм (кроме замкнутых трубчатых сечений) при расчете на устойчивость	0,95
7. Сжатые основные элементы решетки сварных ферм (кроме опорных) составного таврового сечения из уголков при гибкости $\geq 60$	0,8
8. Растянутые элементы в сварных стержневых конструкциях покрытий и перекрытий	0,95
9. Элементы ферм, несущих статическую нагрузку, при расчете на прочность:	
а) сжатые элементы сварных или болтовых (кроме конструкций на высокопрочных болтах) ферм перекрытий по п.1	0,945
б) сжатые элементы решетки (по п.7) в болтовых фермах из стали с пределом текучести до 440 Н/мм <sup>2</sup>	0,84
в) растянутые и сжатые элементы болтовых ферм из стали с пределом текучести до 440 Н/мм <sup>2</sup>	1,05
г) растянутые элементы с прокатными или сварными сечениями	1,05
10. Затяжки, тяги, оттяжки, подвески, выполненные из прокатной стали	0,9

<p>11. Сжатые элементы решетки пространственных решетчатых конструкций из одиночных равнополочных или неравнополочных (прикрепляемых большей полкой) уголков:</p> <p>а) прикрепляемых непосредственно к поясам одной полкой сварными швами или двумя или более болтами, поставленными вдоль уголка: раскосы крестовой решетки, а также распорки треугольной или полураскосной решетки с совмещенными в смежных гранях узлами;</p> <p>раскосы крестовой или треугольной решетки с несовмещенными узлами, а также полураскосной решетки с совмещенными в смежных гранях узлами</p> <p>б) прикрепляемые непосредственно к поясам одной полкой, одним болтом (кроме указанных в п.11,в), а также прикрепляемые через фасонку;</p> <p>в) при сложной перекрестной решетке с одноболтовыми соединениями</p>	0,9
	0,8
	0,75
	0,7
<p>12. Сжатые элементы из одиночных уголков, прикрепляемые одной полкой (для неравнополочных уголков только меньшей полкой) за исключением элементов конструкций, указанных в п.11, и плоских ферм из одиночных уголков, а также раскосов треугольной решетки пространственных конструкций с совмещенными в смежных гранях узлами, прикрепляемых к поясам сварными швами либо двумя и более болтами, поставленными вдоль уголка</p>	0,75
<p>Опорные плиты из стали с пределом текучести до 285 Н/мм<sup>2</sup> несущие статическую нагрузку, толщиной:</p>	
<p>а) до 40 мм</p>	1,2
<p>б) свыше 40 до 60 мм</p>	1,15
<p>в) свыше 60 до 80 мм</p>	1,1
<p>Примечания:</p> <p>1. В случаях, не оговоренных в настоящей таблице, следует принимать <math>\gamma_c = 1,0</math>.</p> <p>2. Коэффициенты условий работы <math>\gamma_c &lt; 1</math> при расчете одновременно учитывать не следует.</p>	

Таблица F.2 – Коэффициенты условий работы соединения  $\gamma_b$ 

Характеристика соединения	Коэффициент условий работы соединения $\gamma_b$
1. Многоболтовое в расчетах на срез и смятие при болтах: класса точности А классов точности В и С, высокопрочных с нерегулируемым натяжением	1,0
	0,9
2. Одноболтовое и многоболтовое в расчете на смятие при $a = 1,5d$ и $b = 2d$ в элементах конструкций из стали с пределом текучести, Н/мм <sup>2</sup> : до 285 св. 285 до 380	0,8
	0,75
Обозначения, принятые в табл. F.2 $a$ - расстояние вдоль усилия от края элемента до центра ближайшего отверстия; $b$ - то же, между центрами отверстий; $d$ - диаметр отверстия для болта; Примечания: 1. Коэффициенты, установленные в поз. 1 и 2, следует учитывать одновременно. 2. При значениях расстояний $a$ и $b$ , промежуточных между указанными в поз. 2 и в табл.30, коэффициент $\gamma_b$ следует определять линейной интерполяцией	

**Коэффициент условий работы для растянутого одиночного уголка, прикрепляемого одной полкой болтами.**

Коэффициент условий работы  $\gamma_c$  при расчете на прочность сечений по формуле (2) в местах крепления элементов из одиночных уголков, прикрепляемых одной полкой болтами, поставленными в один ряд, при расстояниях вдоль усилия от края элемента до центра ближайшего отверстия  $a \geq 1,5d$  и между центрами отверстий  $b \geq 2d$  (здесь  $d$  - диаметр отверстия для болта) с пределом текучести до 380 Н/мм<sup>2</sup> следует определять по формуле:

$$\gamma_c = \alpha_1 \frac{A_{n1}}{A_n} + \alpha_2, \quad (F.1)$$

где  $A_n$  - площадь сечения уголка нетто;

$A_{n1}$  - площадь части сечения прикрепляемой полки уголка между краем отверстия и пером;

$\alpha_1$  и  $\alpha_2$  - коэффициенты, определяемые по табл. F.3 при расстояниях от оси установки болтов до обушка уголка не менее  $0,5b$  и до пера не менее  $1,2d$  (здесь  $b$  - ширина полки уголка,  $d$  - диаметр отверстия для болта).

При вычислении значений  $A_n$ ,  $A_{n1}$  и  $d$  следует учитывать положительный допуск на диаметр отверстия  $d$ .

Для одноболтовых соединений при расстоянии вдоль усилия от края элемента до центра болта  $2d \geq a \geq 1,35d$  коэффициент условий работы  $\gamma_c$  в формуле (2) следует определять по формуле:

$$\gamma_c = \beta \left( 1,74 \frac{A_{n1}}{A_n} + 0,05 \right), \quad (\text{F.2})$$

где  $\beta = 1$  при  $a = 2d$ ;  $\beta = 0,85$  при  $a = 1,5d$  и  $\beta = 0,65$  при  $a = 1,35d$ .

Коэффициенты условий работы  $\gamma_c$ , установленные в настоящем приложении и в поз. 5 табл. F.1, одновременно не учитываются.

Таблица F.3 – Коэффициенты  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$

Коэффициент	Значения $\alpha_1$ и $\alpha_2$ при количестве болтов в ряду			
	2	3	4	5
$\alpha_1$	1,82	1,49	1,20	0,87
$\alpha_2$	0,195	0,37	0,48	0,61

**КОЭФФИЦИЕНТЫ  $\varphi_b$  ДЛЯ РАСЧЕТА БАЛОК НА УСТОЙЧИВОСТЬ**

G.1 Для балок двутаврового сечения с двумя осями симметрии для определения коэффициента  $\varphi_b$  необходимо вычислить коэффициент  $\varphi_1$  по формуле:

$$\varphi_1 = \psi \frac{J_y}{J_x} \left( \frac{h}{l_{ef}} \right)^2 \frac{E}{R_y}, \quad (G.1)$$

где значения  $\psi$  следует принимать по табл.G1 и G.2

Таблица G.1 – Значения  $\psi$ 

Количество закреплений сжатого пояса в пролете	Вид нагрузки в пролете	Нагруженный пояс	Формулы для $\psi$ при значениях $\alpha$	
			$0,1 \leq \alpha \leq 40$	$40 < \alpha \leq 400$
Без закреплений	Сосредоточенная	Верхний	$\psi = 1,75 + 0,09\alpha$	$\psi = 3,3 + 0,053\alpha - 4,5 \cdot 10^{-5}\alpha^2$
		Нижний	$\psi = 5,05 + 0,09\alpha$	$\psi = 6,6 + 0,053\alpha - 4,5 \cdot 10^{-5}\alpha^2$
	Равномерно распределенная	Верхний	$\psi = 1,6 + 0,08\alpha$	$\psi = 3,15 + 0,04\alpha - 2,7 \cdot 10^{-5}\alpha^2$
		Нижний	$\psi = 3,8 + 0,08\alpha$	$\psi = 5,35 + 0,04\alpha - 2,7 \cdot 10^{-5}\alpha^2$
Два и более, делящих пролет на равные части	Любая	Любой	$\psi = 2,25 + 0,07\alpha$	$\psi = 3,6 + 0,04\alpha - 3,5 \cdot 10^{-5}\alpha^2$
Одно в середине	Сосредоточенная в середине	Любой	$\psi = 1,75\psi_1$	$\psi = 1,75\psi_1$
		Верхний	$\psi = 1,14\psi_1$	$\psi = 1,14\psi_1$
	Сосредоточенная в четверти	Нижний	$\psi = 1,6\psi_1$	$\psi = 1,6\psi_1$
		Верхний	$\psi = 1,14\psi_1$	$\psi = 1,14\psi_1$
Равномерно распределенная	Верхний	$\psi = 1,14\psi_1$	$\psi = 1,14\psi_1$	
	Нижний	$\psi = 1,3\psi_1$	$\psi = 1,3\psi_1$	
Примечание. Значение $\psi_1$ следует принимать равным $\psi$ при двух и более закреплениях сжатого пояса в пролете.				

Таблица G.2 – Коэффициенты  $\psi$  для жестко заделанных консолей двутаврового сечения с двумя осями симметрии

Вид нагрузки	Нагруженный пояс	Формулы для $\psi$ при отсутствии закреплений сжатого пояса и при значениях $\alpha$	
		$4 \leq \alpha \leq 28$	$28 < \alpha \leq 100$
Сосредоточенная на конце консоли	Верхний	$\psi = 1,0 + 0,16\alpha$	$\psi = 4,0 + 0,05\alpha$
	Нижний	$\psi = 6,2 + 0,08\alpha$	$\psi = 7,0 + 0,05\alpha$
Равномерно распределенная	Верхний	$\psi = 1,42\sqrt{\alpha}$	

Примечание. При наличии закреплений сжатого пояса в горизонтальной плоскости на конце или по длине консоли коэффициенты  $\psi$  следует определять как для консоли без закреплений, кроме случая сосредоточенной нагрузки, приложенной к верхнему поясу на конце консоли, при котором  $\psi = 1,75\psi_1$  (значение  $\psi_1$  следует принимать согласно примеч. табл. G.1).

в зависимости от характера нагрузки и параметра  $\alpha$ , который должен вычисляться по формулам:

а) для прокатных двутавров

$$\alpha = 1,54 \frac{J_t}{J_y} \left( \frac{l_{ef}}{h} \right)^2, \quad (G.2)$$

где  $l_{ef}$  - расчетная длина балки или консоли;

$h$  - полная высота сечения;

$J_t$  - момент инерции сечения при кручении;

б) для сварных двутавров, составленных из трех листов, а также для двутавровых балок с поясными соединениями на высокопрочных болтах

$$\alpha = 8 \left( \frac{l_{ef} t_1}{h b_f} \right)^2 \left( 1 + \frac{a t^3}{b_f t_1^3} \right), \quad (G.3)$$

где обозначено:

для сварных двутавров:

$t$  - толщина стенки;

$b_f$  и  $t_1$  - ширина и толщина пояса балки;

$h$  - расстояние между осями поясов;

$a$  - размер, равный  $0,5h$ ;

для двутавровых балок с поясными соединениями на высокопрочных болтах:

$t$  - сумма толщин стенки и вертикальных поясных уголков;

$b_f$  - ширина листов пояса;

$t_1$  - сумма толщин листов пояса и горизонтальной полки поясного уголка;

$h$  - расстояние между осями пакета поясных листов;

$a$  - ширина вертикальной полки поясного уголка за вычетом толщины горизонтальной полки.

Значение коэффициента  $\varphi_b$  в формуле (30) необходимо принимать:

при  $\varphi_1 \leq 0,85$   $\varphi_b = \varphi_1$ ; при  $\varphi_1 > 0,85$   $\varphi_b = 0,68 + 0,21\varphi_1$ , но не более 1,0.

G.2 Для балок двутаврового сечения с одной осью симметрии (рис.G.1) для определения коэффициента  $\varphi_b$  необходимо вычислить коэффициенты  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  по формулам:



$$\varphi_1 = \psi \frac{J_y}{J_x} \frac{2hh_1}{l_{ef}^2} \frac{E}{R_y}; \tag{G.4}$$

$$\varphi_2 = \psi \frac{J_y}{J_x} \frac{2hh_2}{l_{ef}^2} \frac{E}{R_y}, \tag{G.5}$$

где  $h_1$  - расстояние от центра тяжести сечения до оси более развитого пояса;  
 $h_2$  - то же, до оси менее развитого пояса;  
 $l_{ef}$  - имеет то же значение, что и в формуле (G.2);  
 $\psi$  - коэффициент, вычисляемый по формуле:

$$\psi = D(B + \sqrt{B^2 + C}); \tag{G.6}$$

Коэффициенты  $D$ ,  $B$  и  $C$  следует определять по табл.G.3 и G.4.

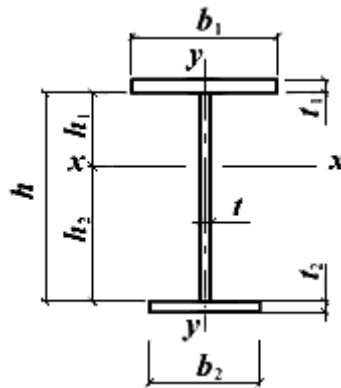






Рис. G.1. Схема двутаврового сечения с одной осью симметрии при изгибе.

Таблица G.3 – Коэффициенты  $D$  и  $C$

Вид нагрузки	$D$	Коэффициент $C$ при сечении	
		двутавровом $n < 0,9$	тавровом $n = 1$
Сосредоточенная в середине пролета	3,265	$0,330\mu$	$0,0826\alpha$
Равномерно распределенная	2,247	$0,481\mu$	$0,1202\alpha$
Чистый изгиб	4,315	$0,101\mu$	$0,0253\alpha$
<p>Обозначения, принятые в табл.G.3:</p> $n = \frac{J_1}{J_1 + J_2}; \mu = n(1 - n) (9,87 + \alpha_1), \text{ где } \alpha_1 = 0,385 \frac{J_t (J_1 + J_2)}{J_1 J_2} \left( \frac{l_{ef}}{h} \right)^2,$ <p>здесь <math>J_1</math> и <math>J_2</math> - моменты инерции соответственно большего и меньшего поясов относительно оси симметрии сечения;  <math>\alpha</math> - следует определять по формуле (G.2), в которой момент инерции сечения при кручении <math>J_t = \frac{\delta}{3} \sum h_i t_i^3</math>,</p> <p>где <math>b_i</math> и <math>t_i</math> - соответственно ширина и толщина листов, образующих сечение; <math>\delta = 1,25</math> - для двутаврового сечения с одной осью симметрии; <math>\delta = 1,20</math> - для таврового сечения</p>			

Таблица G.4 – Коэффициент  $B$ 

Схема сечения и место приложения нагрузки	Коэффициент $B$ при нагрузке		
	сосредоточенной в середине пролета	равномерно распределенной	вызывающей чистый изгиб
	$\delta$	$\mu$	$\beta$
	$\delta-1$	$\mu-1$	$\beta$
	$1-\delta$	$1-\mu$	$-\beta$
	$-\delta$	$-\mu$	$-\beta$

Обозначения, принятые в табл.G.4:

$$\delta = n + 0,734\beta; \mu = n + 1,145\beta;$$

$$\beta = \left\{ 0,47 - 0,035 \left( \frac{b_1}{h} \right) \left[ 1 + \frac{b_1}{h} - 0,072 \left( \frac{b_1}{h} \right)^2 \right] \right\} (2n - 1),$$

где  $b_1$  - ширина более развитого пояса балки;  
 $n$  - обозначение то же, что и в табл.G.3

Для двутавровых сечений при  $0,9 < n < 1,0$  коэффициенты  $\psi$  следует определять линейной интерполяцией между значениями, полученными по формуле (G.6) для двутавровых сечений при  $n = 0,9$  и для тавровых при  $n = 1$ .

Для таврового сечения при сосредоточенной или равномерно распределенной нагрузке и  $\alpha < 40$  коэффициенты  $\psi$  следует умножить на  $(0,8 + 0,004 \alpha)$ .

При  $n > 0,7$  и  $5 \leq l_{ef}/b_2 \leq 25$  значение коэффициента  $\varphi_2$  необходимо уменьшить умножением на  $(1,025 - 0,015 l_{ef}/b_2)$  и принимать при этом не более 0,95.

Значения  $l_{ef}/b_2 > 25$  в балках с менее развитым сжатым поясом не допускаются.

Значения коэффициентов  $\varphi_b$  в формуле (30) необходимо принимать по табл.G.5, но не более 1,0.

Таблица G.5 – Коэффициент  $\varphi_b$ 

Значение $\varphi_2$	Коэффициенты $\varphi_b$ при сжатом поясе	
	более развитом	менее развитом
$\varphi_2 \leq 0,85$	$\varphi_b = \varphi_1$	$\varphi_b = \varphi_2$
$\varphi_2 > 0,85$	$\varphi_b = \varphi_1 \left[ 0,21 + 0,68 \times \left( \frac{n}{\varphi_1} + \frac{1-n}{\varphi_2} \right) \right]$	$\varphi_b = 0,68 + 0,21\varphi_2$

G.3 Для балок швеллерного сечения коэффициент  $\varphi_b$  следует определять как для балок симметричного двутаврового сечения; при этом значения  $\alpha$  необходимо вычислять по формуле (G.2), а вычисленные значения  $\varphi_1$  умножать на 0,7.

Значения  $J_x$ ,  $J_y$  и  $J_t$ , в формулах (G.1) и (G.2) следует принимать для швеллера.

**Коэффициенты для расчета на прочность элементов стальных конструкций с  
учетом развития пластических деформаций**

Таблица Г.6 – Коэффициенты  $c(c_x)$ ,  $c_y$ ,  $n$ 

Тип сечения	Схема сечения	$\frac{A_f}{A_w}$	Значения коэффициентов		
			$c(c_x)$	$c_y$	$n$ при $M_y = 0^1)$
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 б) 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

Тип сечения	Схема сечения	$\frac{A_f}{A_w}$	Значения коэффициентов		
			$c(c_x)$	$c_y$	$n$ при $M_y = 0^{1)}$
8		-	1,60	1,47	а) 3,0 б) 1,0
9		0,5 1,0 2,0	1,60	1,07 1,12 1,19	а) 3,0 б) 1,0

<sup>1)</sup> При  $M_y \neq 0$   $n = 1,5$ , за исключением сечений типа 5, а, для которого  $n = 2$  и типа 5, б, для которого  $n = 3$ .

Примечание. При определении коэффициентов для промежуточных значений  $A_f / A_w$  допускается линейная интерполяция

КОЭФФИЦИЕНТЫ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ СЕЧЕНИЯ  $\eta$ Таблица Н.1 – Коэффициент  $\eta$ 

Тип сечения	Схема сечения	$\frac{A_f}{A_w}$	Значения $\eta$ при			
			$0 \leq \bar{\lambda} \leq 5$		$\bar{\lambda} > 5$	
			$0,1 \leq m \leq 5$	$5 < m \leq 20$	$0,1 \leq m \leq 5$	$5 < m \leq 20$
1		-	1,0	1,0	1,0	
2		-	0,85	0,85	0,85	
3		-	$0,75 + 0,02 \bar{\lambda}$	$0,75 + 0,02 \bar{\lambda}$	0,85	
4		-	$(1,35 - 0,05m) - 0,01(5 - m) \bar{\lambda}$	1,1	1,1	
5		0,25	$(1,45 - 0,05m) - 0,01(5 - m) \bar{\lambda}$	1,2	1,2	
		0,5	$(1,75 - 0,1m) - 0,02(5 - m) \bar{\lambda}$	1,25	1,25	
		$\geq 1,0$	$(1,90 - 0,1m) - 0,02(6 - m) \bar{\lambda}$	$1,4 - 0,02 \bar{\lambda}$	1,3	
6		-	$\eta_5 \left[ 1 - 0,3(5 - m) \frac{a_1}{h} \right]$	$\eta_5$	$\eta_5$	
7		-	$\eta_5 \left( 1 - 0,8 \frac{a_1}{h} \right)$	$\eta_5 \left( 1 - 0,8 \frac{a_1}{h} \right)$	$\eta_5 \left( 1 - 0,8 \frac{a_1}{h} \right)$	
8		0,25	$(0,75 + 0,05m) + 0,01(5 - m) \bar{\lambda}$	1,0	1,0	
		0,5	$(0,5 + 0,1m) + 0,02(5 - m) \bar{\lambda}$	1,0	1,0	
		$\geq 1,0$	$(0,25 + 0,15m) + 0,03(5 - m) \bar{\lambda}$	1,0	1,0	
9		0,5	$(1,25 - 0,05m) - 0,01(5 - m) \bar{\lambda}$	1,0	1,0	
		$\geq 1,0$	$(1,5 - 0,1m) - 0,02(5 - m) \bar{\lambda}$	1,0	1,0	

Тип сечения	Схема сечения	$\frac{A_f}{A_w}$	Значения $\eta$ при			
			$0 \leq \bar{\lambda} \leq 5$		$\bar{\lambda} > 5$	
			$0,1 \leq m \leq 5$	$5 < m \leq 20$	$0,1 \leq m \leq 5$	$5 < m \leq 20$
10		0,5	1,4	1,4	1,4	1,4
		1,0	$1,6 - 0,01(5 - m) \bar{\lambda}$	1,6	$1,35 + 0,05m$	1,6
		2,0	$1,8 - 0,02(5 - m) \bar{\lambda}$	1,8	$1,3 + 0,1m$	1,8
11		0,5	$1,45 + 0,04m$	1,65	$1,45 + 0,04m$	1,65
		1,0	$1,8 + 0,12m$	2,4	$1,8 + 0,12m$	2,4
		1,5	$2,0 + 0,25m + 0,1 \bar{\lambda}$	-	-	-
		2,0	$3,0 + 0,25m + 0,1 \bar{\lambda}$	-	-	-
<p>Примечания:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Для типов сечений 5-7 при подсчете значений <math>A_f / A_w</math> площадь вертикальных элементов полки не следует учитывать.</li> <li>Для типов сечений 6-7 значения <math>\eta_5</math> следует принимать равными значениям <math>\eta</math> для типа 5 при тех же значениях <math>A_f / A_w</math>.</li> </ol>						

Таблица Н.2 – Коэффициенты  $\varphi_e$  для проверки устойчивости внецентренно-сжатых (сжато-изгибаемых) сплошностенчатых стержней в плоскости действия момента, совпадающей с плоскостью симметрии

Условная гибкость $\bar{\lambda} = \lambda\sqrt{R_y/E}$	Коэффициенты $\varphi_e$ при приведенном относительном эксцентриситете $m_{ef}$												
	0,1	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0,5	967	922	850	782	722	669	620	577	538	469	417	370	337
1,0	925	854	778	711	653	600	563	520	484	427	382	341	307
1,5	875	804	716	647	593	548	507	470	439	388	347	312	283
2,0	813	742	653	587	536	496	457	425	397	352	315	286	260
2,5	742	672	587	526	480	442	410	383	357	317	287	262	238
3,0	667	597	520	465	425	395	365	342	320	287	260	238	217
3,5	587	522	455	408	375	350	325	303	287	258	233	216	198
4,0	505	447	394	356	330	309	289	270	256	232	212	197	181
4,5	418	382	342	310	288	272	257	242	229	208	192	178	165
5,0	354	326	295	273	253	239	225	215	205	188	175	162	150
5,5	302	280	256	240	224	212	200	192	184	170	158	148	138
6,0	258	244	223	210	198	190	178	172	166	153	145	137	128
6,5	223	213	196	185	176	170	160	155	149	140	132	125	117
7,0	194	186	173	163	157	152	145	141	136	127	121	115	108
8,0	152	146	138	133	128	121	117	115	113	106	100	095	091
9,0	122	117	112	107	103	100	098	096	093	088	085	082	079
10,0	100	097	093	091	090	085	081	080	079	075	072	070	069
11,0	083	079	077	076	075	073	071	069	068	063	062	061	060
12,0	069	067	064	063	062	060	059	059	058	055	054	053	052
13,0	062	061	054	053	052	051	051	050	049	049	048	048	047
14,0	052	049	049	048	048	047	047	046	045	044	043	043	042

Продолжение табл. Н.2

Условная гибкость $\bar{\lambda} = \lambda\sqrt{R_y/E}$	Коэффициенты $\varphi_e$ при приведенном относительном эксцентриситете $m_{ef}$													
	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	10	12	14	17	20
0,5	337	307	280	260	237	222	210	183	164	150	125	106	090	077
1,0	307	283	259	240	225	209	196	175	157	142	121	103	086	074
1,5	283	262	240	223	207	195	182	163	148	134	114	099	082	070
2,0	260	240	222	206	193	182	170	153	138	125	107	094	079	067
2,5	238	220	204	190	178	168	158	144	130	118	101	090	076	065
3,0	217	202	187	175	166	156	147	135	123	112	097	086	073	063
3,5	198	183	172	162	153	145	137	125	115	106	092	082	069	060
4,0	181	168	158	149	140	135	127	118	108	098	088	078	066	057
4,5	165	155	146	137	130	125	118	110	101	093	083	075	064	055
5,0	150	143	135	126	120	117	111	103	095	088	079	072	062	053
5,5	138	132	124	117	112	108	104	095	089	084	075	069	060	051
6,0	128	120	115	109	104	100	096	089	084	079	072	066	057	049
6,5	117	112	106	101	097	094	089	083	080	074	068	062	054	047
7,0	108	102	098	094	091	087	083	078	074	070	064	059	052	045
8,0	091	087	083	081	078	076	074	068	065	062	057	053	047	041
9,0	079	075	072	069	066	065	064	061	058	055	051	048	043	038
10,0	069	065	062	060	059	058	057	055	052	049	046	043	039	035
11,0	060	057	055	053	052	051	050	048	046	044	040	038	035	032
12,0	052	051	050	049	048	047	046	044	042	040	037	035	032	029
13,0	047	045	044	043	042	041	041	039	038	037	035	033	030	027
14,0	042	041	040	040	039	039	038	037	036	036	034	032	029	026

Примечания:

1. Значения коэффициентов  $\varphi_e$  в таблице увеличены в 1000 раз.
2. Значения  $\varphi_e$  принимать не выше значений  $\varphi$ .

Таблица Н.3 Коэффициенты  $\varphi_e$  для проверки устойчивости внецентренно-сжатых (сжато-изгибаемых) сквозных стержней в плоскости действия момента, совпадающей с плоскостью симметрии

Условная приведенная гибкость $\bar{\lambda}_{ef} = \lambda_{ef} \sqrt{R_y / E}$	Коэффициенты $\varphi_e$ при относительном эксцентриситете $m$												
	0,1	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0,5	908	800	666	571	500	444	400	364	333	286	250	222	200
1,0	872	762	640	553	483	431	387	351	328	280	243	218	197
1,5	830	727	600	517	454	407	367	336	311	271	240	211	190
2,0	774	673	556	479	423	381	346	318	293	255	228	202	183
2,5	708	608	507	439	391	354	322	297	274	238	215	192	175
3,0	637	545	455	399	356	324	296	275	255	222	201	182	165
3,5	562	480	402	355	320	294	270	251	235	206	187	170	155
4,0	484	422	357	317	288	264	246	228	215	191	173	160	145
4,5	415	365	315	281	258	237	223	207	196	176	160	149	136
5,0	350	315	277	250	230	212	201	186	178	161	149	138	127
5,5	300	273	245	223	203	192	182	172	163	147	137	128	118
6,0	255	237	216	198	183	174	165	156	149	135	126	119	109
6,5	221	208	190	178	165	157	149	142	137	124	117	109	102
7,0	192	184	168	160	150	141	135	130	125	114	108	101	095
8,0	148	142	136	130	123	118	113	108	105	097	091	085	082
9,0	117	114	110	107	102	098	094	090	087	082	079	075	072
10,0	097	094	091	090	087	084	080	076	073	070	067	064	062
11,0	082	078	077	076	073	071	068	066	064	060	058	056	054
12,0	068	066	064	063	061	060	058	057	056	054	053	050	049
13,0	060	059	054	053	052	051	050	049	049	048	047	046	045
14,0	050	049	048	047	046	046	045	044	043	043	042	042	041

Продолжение табл. Н.3

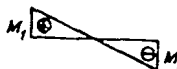
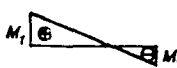
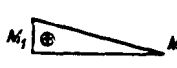
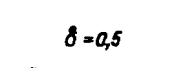
Условная приведенная гибкость $\bar{\lambda}_{ef} = \lambda_{ef} \sqrt{R_y / E}$	Коэффициенты $\varphi_e$ при относительном эксцентриситете $m$													
	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	10	12	14	17	20
0,5	200	182	167	154	143	133	125	111	100	091	077	067	056	048
1,0	197	180	165	151	142	131	121	109	098	090	077	066	055	046
1,5	190	178	163	149	137	128	119	108	096	088	077	065	053	045
2,0	183	170	156	143	132	125	117	106	095	086	076	064	052	045
2,5	175	162	148	136	127	120	113	103	093	083	074	062	051	044
3,0	165	153	138	130	121	116	110	100	091	081	071	061	051	043
3,5	155	143	130	123	115	110	106	096	088	078	069	059	050	042
4,0	145	133	124	118	110	105	100	093	084	076	067	057	049	041
4,5	136	124	116	110	105	100	096	089	079	073	065	055	048	040
5,0	127	117	108	104	100	095	092	086	076	071	062	054	047	039
5,5	118	110	102	098	095	091	087	081	074	068	059	052	046	039
6,0	109	103	097	093	090	085	083	077	070	065	056	051	045	038
6,5	102	097	092	088	085	080	077	072	066	061	054	050	044	037
7,0	095	091	087	083	079	076	074	068	063	058	051	047	043	036
8,0	082	079	077	073	070	067	065	060	055	052	048	044	041	035
9,0	072	069	067	064	062	059	056	053	050	048	045	042	039	035
10,0	062	060	058	056	054	052	050	047	045	043	041	038	036	033
11,0	054	053	052	050	048	046	044	043	042	041	038	035	032	030
12,0	049	048	047	045	043	042	040	039	038	037	034	032	030	028
13,0	045	044	044	042	041	040	038	037	036	035	032	030	028	026
14,0	041	041	040	039	039	038	037	036	035	034	031	029	027	025

Примечания :

1. Значения коэффициентов  $\varphi_e$  в таблице увеличены в 1000 раз.
2. Значения  $\varphi_e$  принимать не выше значений  $\varphi$ .



Таблица Н.4 – Приведенные относительные эксцентриситеты  $m_{ef}$  для стержней с шарнирно-опертыми концами

$\delta = \frac{M_2}{M_1}$	$\bar{\lambda}$	Приведенные относительные эксцентриситеты $m_{ef}$ при $m_{ef1}$ , равном										
		0,1	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	7,0	10,0	20,0
$\delta = -1,0$ 	1	0,10	0,30	0,68	1,12	1,60	2,62	3,55	4,55	6,50	9,40	19,40
	2	0,10	0,17	0,39	0,68	1,03	1,80	2,75	3,72	5,65	8,60	18,50
	3	0,10	0,10	0,22	0,36	0,55	1,17	1,95	2,77	4,60	7,40	17,20
	4	0,10	0,10	0,10	0,18	0,30	0,57	1,03	1,78	3,35	5,90	15,40
	5	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,23	0,48	0,95	2,18	4,40	13,40
	6	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,18	0,40	1,25	3,00	11,40
	7	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,50	1,70	9,50
$\delta = -0,5$ 	1	0,10	0,31	0,68	1,12	1,60	2,62	3,55	4,55	6,50	9,40	19,40
	2	0,10	0,22	0,46	0,73	1,05	1,88	2,75	3,72	5,65	8,60	18,50
	3	0,10	0,17	0,38	0,58	0,80	1,33	2,00	2,77	4,60	7,40	17,20
	4	0,10	0,14	0,32	0,49	0,66	1,05	1,52	2,22	3,50	5,90	15,40
	5	0,10	0,10	0,26	0,41	0,57	0,95	1,38	1,80	2,95	4,70	13,40
	6	0,10	0,16	0,28	0,40	0,52	0,95	1,25	1,60	2,50	4,00	11,50
	7	0,10	0,22	0,32	0,42	0,55	0,95	1,10	1,35	2,20	3,50	10,80
$\delta = 0$ 	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
$\delta = 0,5$ 	1	0,10	0,40	0,80	1,23	1,68	2,62	3,55	4,55	6,50	9,40	19,40
	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
Здесь $m_{ef1} = \eta \frac{M_1}{N} \cdot \frac{A}{W_c}$												

**Коэффициенты  $C_{max}$  для двутавровых и тавровых сечений**

Н.1 Для двутавровых сечений с одной осью симметрии (рис. Н.1) коэффициент  $C_{max}$  следует вычислять по формуле

$$C_{max} = 2 \sqrt{1 + \delta B + \sqrt{(1 - \delta B)^2 + \frac{16}{\mu} \left( \alpha_x - \frac{e_x}{h} \right)^2}}, \quad (Н.1)$$

где  $\alpha_x = (h_1 J_1 - h_2 J_2) / (J_y h)$ ,

$$e_x = \frac{M_x}{N} - \text{эксцентриситет приложения сжимающей силы относительно оси } x-x,$$

принимаемый со своим знаком (на рис.Н.1  $e_x$  показан со знаком «плюс»);

$h$  - расстояние между осями поясов;

$$\mu = \frac{8J_1J_2}{J_y^2} + 0,156 \frac{J_t}{Ah^2} \lambda_y^2;$$

$$B = 1 + \frac{2\beta e_x}{\rho h}; \delta = 4\rho/\mu.$$

Здесь  $J_1, J_2$  - момент инерции соответственно большего и меньшего поясов относительно оси  $y-y$ ;

$$\rho = (J_x + J_y) / (Ah^2) + \alpha_x^2;$$

$J_t$  и  $\beta$  - величины, определяемые по формулам, приведенным в табл.Г.3; Г.4.

Н.2 Для тавровых сечений значение коэффициента  $c_{\max}$  следует определять как для двутавровых сечений, принимая  $J_2 = 0$ , а также  $b_2 = 0$  и  $t_2 = 0$  (рис.Н.1) при вычислении  $J_t$ .

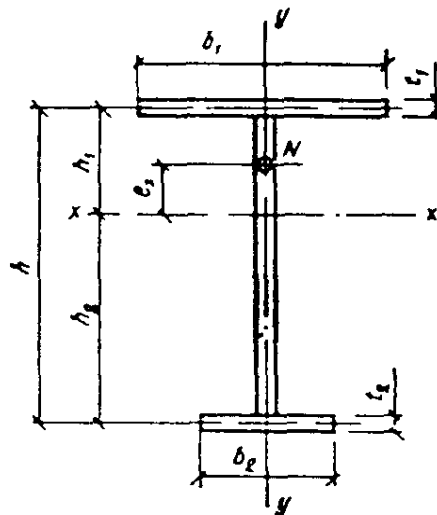
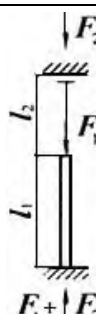


Рис. Н.1. Схема двутаврового сечения с одной осью симметрии при внецентренном сжатии



при верхнем конце, закрепленном от поворота, и при возможности его свободного смещения - по табл. J.2.

Таблица J.2 – Коэффициенты расчетной длины  $\mu_1$  для одноступенчатых колонн с верхним концом, закрепленным только от поворота

Расчетная схема	$\alpha_1$	Коэффициенты $\mu_1$ при $n$																				
		0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	5,0	10,0	20,0	
	0	2,0	1,92	1,86	1,80	1,76	1,70	1,67	1,64	1,60	1,57	1,55	1,50	1,46	1,43	1,40	1,37	1,32	1,18	1,10	1,05	
	0,2	2,0	1,93	1,87	1,82	1,76	1,71	1,68	1,64	1,62	1,59	1,56	1,52	1,48	1,45	1,41	1,39	1,33	1,20	1,11	-	
	0,4	2,0	1,94	1,88	1,83	1,77	1,75	1,72	1,69	1,66	1,62	1,61	1,57	1,53	1,50	1,48	1,45	1,40	-	-	-	
	0,6	2,0	1,95	1,91	1,86	1,83	1,79	1,77	1,76	1,72	1,71	1,69	1,66	1,63	1,61	1,59	-	-	-	-	-	-
	0,8	2,0	1,97	1,94	1,92	1,90	1,88	1,87	1,86	1,85	1,83	1,82	1,80	1,79	-	-	-	-	-	-	-	-
	1,0	2,0	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1,5	2,0	2,12	2,25	2,33	2,38	2,43	2,48	2,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2,0	2,0	2,45	2,66	2,81	2,91	3,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2,5	2,5	2,94	3,17	3,34	3,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3,0	3,0	3,43	3,70	3,93	4,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

При неподвижном верхнем конце, шарнирно-опертом или закрепленном от поворота, значения коэффициента  $\mu_1$  для нижнего участка колонны следует определять по формуле

$$\mu_1 = \sqrt{\frac{\mu_{12}^2 + \mu_{11}^2(\beta - 1)}{\beta}}, \tag{J.1}$$

где  $\mu_{12}$  - коэффициент расчетной длины нижнего участка при  $F_1 = 0$ ;

$\mu_{11}$  - коэффициент расчетной длины нижнего участка при  $F_2 = 0$ .

Значения коэффициентов  $\mu_{11}$  и  $\mu_{12}$  следует принимать:

при шарнирно-опертом верхнем конце - по табл. J.3;

при неподвижном верхнем конце, закрепленном от поворота, - по табл. J.4.

Коэффициенты расчетной длины  $\mu_2$  для верхнего участка колонны во всех случаях следует определять по формуле

$$\mu_2 = \mu_1 / \alpha_1 \leq 3 \tag{J.2}$$

Таблица J.3 – Коэффициенты расчетной длины  $\mu_{12}$  и  $\mu_{11}$  для одноступенчатых колонн с неподвижным шарнирно-опертым верхним концом

Расчетная схема	$\frac{J_2}{J_1}$	Коэффициенты $\mu_{12}$ и $\mu_{11}$ при $l_2 / l_1$															
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	
		Коэффициенты $\mu_{12}$															
	0,04	1,02	1,84	2,25	2,59	2,85	3,08	3,24	3,42	3,70	4,00	4,55	5,25	5,80	6,55	7,20	
	0,06	0,91	1,47	1,93	2,26	2,57	2,74	2,90	3,05	3,24	3,45	3,88	4,43	4,90	5,43	5,94	
	0,08	0,86	1,31	1,73	2,05	2,31	2,49	2,68	2,85	3,00	3,14	3,53	3,93	4,37	4,85	5,28	
	0,1	0,83	1,21	1,57	1,95	2,14	2,33	2,46	2,60	2,76	2,91	3,28	3,61	4,03	4,43	4,85	
	0,2	0,79	0,98	1,23	1,46	1,67	1,85	2,02	2,15	2,28	2,40	2,67	2,88	3,11	3,42	3,71	
	0,3	0,78	0,90	1,09	1,27	1,44	1,60	1,74	1,86	1,98	2,11	2,35	2,51	2,76	2,99	3,25	
	0,4	0,78	0,88	1,02	1,17	1,32	1,45	1,58	1,69	1,81	1,92	2,14	2,31	2,51	2,68	2,88	
	0,5	0,78	0,86	0,99	1,10	1,22	1,35	1,47	1,57	1,67	1,76	1,96	2,15	2,34	2,50	2,76	
	1,0	0,78	0,85	0,92	0,99	1,06	1,13	1,20	1,27	1,34	1,41	1,54	1,68	1,82	1,97	2,1	

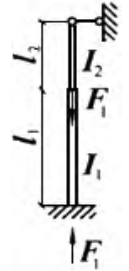
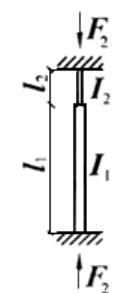
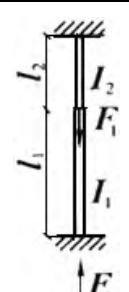
Расчетная схема	$\frac{J_2}{J_1}$	Коэффициенты $\mu_{12}$ и $\mu_{11}$ при $l_2 / l_1$														
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
	Коэффициенты $\mu_{11}$															
	0,04	0,67	0,67	0,83	1,25	1,43	1,55	1,65	1,70	1,75	1,78	1,84	1,87	1,88	1,90	1,92
	0,06	0,67	0,67	0,81	1,07	1,27	1,41	1,51	1,60	1,64	1,70	1,78	1,82	1,84	1,87	1,88
	0,08	0,67	0,67	0,75	0,98	1,19	1,32	1,43	1,51	1,58	1,63	1,72	1,77	1,81	1,82	1,84
	0,1	0,67	0,67	0,73	0,93	1,11	1,25	1,36	1,45	1,52	1,57	1,66	1,72	1,77	1,80	1,82
	0,2	0,67	0,67	0,69	0,75	0,89	1,02	1,12	1,21	1,29	1,36	1,46	1,54	1,60	1,65	1,69
	0,3	0,67	0,67	0,67	0,71	0,80	0,90	0,99	1,08	1,15	1,22	1,33	1,41	1,48	1,54	1,59
	0,4	0,67	0,67	0,67	0,69	0,75	0,84	0,92	1,00	1,07	1,13	1,24	1,33	1,40	1,47	1,51
	0,5	0,67	0,67	0,67	0,69	0,73	0,81	0,87	0,94	1,01	1,07	1,17	1,26	1,33	1,39	1,44
	1,0	0,67	0,67	0,67	0,68	0,71	0,74	0,78	0,82	0,87	0,91	0,99	1,07	1,13	1,19	1,24

Таблица J.4 – Коэффициенты расчетной длины  $\mu_{12}$  и  $\mu_{11}$  для одноступенчатых колонн с неподвижным верхним концом, закрепленным от поворота

Расчетная схема	$\frac{J_2}{J_1}$	Коэффициенты $\mu_{12}$ и $\mu_{11}$ при $l_2 / l_1$														
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
	Коэффициенты $\mu_{12}$															
	0,04	0,78	1,02	1,53	1,73	2,01	2,21	2,38	2,54	2,65	2,85	3,24	3,70	4,20	4,76	5,23
	0,06	0,70	0,86	1,23	1,47	1,73	1,93	2,08	2,23	2,38	2,49	2,81	3,17	3,50	3,92	4,30
	0,08	0,68	0,79	1,05	1,31	1,54	1,74	1,91	2,05	2,20	2,31	2,55	2,80	3,11	3,45	3,73
	0,1	0,67	0,76	1,00	1,20	1,42	1,61	1,78	1,92	2,04	2,20	2,40	2,60	2,86	3,18	3,41
	0,2	0,64	0,70	0,79	0,93	1,07	1,23	1,41	1,50	1,60	1,72	1,92	2,11	2,28	2,45	2,64
	0,3	0,62	0,68	0,74	0,85	0,95	1,06	1,18	1,28	1,39	1,48	1,67	1,82	1,96	2,12	2,20
	0,4	0,60	0,66	0,71	0,78	0,87	0,99	1,07	1,16	1,26	1,34	1,50	1,65	1,79	1,94	2,08
	0,5	0,59	0,65	0,70	0,77	0,82	0,93	0,99	1,08	1,17	1,23	1,39	1,53	1,66	1,79	1,92
	1,0	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50
		Коэффициенты $\mu_{11}$														
0,04		0,66	0,68	0,75	0,94	1,08	1,24	1,37	1,47	1,55	1,64	1,72	1,78	1,81	1,85	1,89
0,06		0,65	0,67	0,68	0,76	0,94	1,10	1,25	1,35	1,44	1,50	1,61	1,69	1,74	1,79	1,82
0,08		0,64	0,66	0,67	0,68	0,84	1,00	1,12	1,25	1,34	1,41	1,53	1,62	1,68	1,75	1,79
0,1		0,64	0,65	0,65	0,65	0,78	0,92	1,05	1,15	1,25	1,33	1,45	1,55	1,62	1,68	1,71
0,2		0,62	0,64	0,65	0,65	0,66	0,73	0,83	0,92	1,01	1,09	1,23	1,33	1,41	1,48	1,54
0,3		0,60	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67	0,73	0,81	0,89	0,94	1,09	1,20	1,28	1,35	1,41
0,4		0,58	0,63	0,63	0,64	0,64	0,66	0,68	0,75	0,82	0,88	1,01	1,10	1,19	1,26	1,32
0,5		0,57	0,61	0,63	0,64	0,64	0,65	0,68	0,72	0,77	0,83	0,94	1,04	1,12	1,19	1,25
1,0		0,55	0,58	0,60	0,61	0,62	0,63	0,65	0,67	0,70	0,73	0,80	0,88	0,93	1,01	1,05

### Двухступенчатые колонны

Коэффициенты расчетной длины  $\mu_1$  для нижнего участка двухступенчатой колонны (рис. J.2, а) при условиях закрепления верхнего конца, приведенных в табл. J.5 следует определять по формуле

$$\mu_1 = \sqrt{\frac{\beta_1 \mu_{m1}^2 + (\beta_2 \mu_{m2}^2 + \mu_{m3}^2)(1 + \delta_2)^2 J_1 / J_{1m}}{1 + \beta_1 + \beta_2}} \quad (J.3)$$

где  $\mu_{m1}, \mu_{m2}, \mu_{m3}$  - коэффициенты, определяемые по табл. J.5 как для одноступенчатых колонн по схемам рис. J.2, б, в, г;

$$\beta_1 = F_1 / F_3; \beta_2 = F_2 / F_3; \delta_2 = l_2 / l_1;$$

$F_1, F_2, F_3$  - продольные силы, приложенные соответственно в местах образования ступеней и кверху колонны;

$J_{m1}$  - среднее значение момента инерции для участков  $l_1$  и  $l_2$ , определяемое по формуле

$$J_{m1} = \frac{J_1 l_1 + J_2 l_2}{l_1 + l_2}; \tag{J.4}$$

$J_{m2}$  - среднее значение момента инерции для участков  $l_2$  и  $l_3$ , определяемое по формуле

$$J_{m2} = \frac{J_2 l_2 + J_3 l_3}{l_2 + l_3}; \tag{J.5}$$

$J_1, J_2, J_3$  - моменты инерции сечений и

$l_1, l_2, l_3$  - длины соответственно нижнего, среднего и верхнего участков колонны.

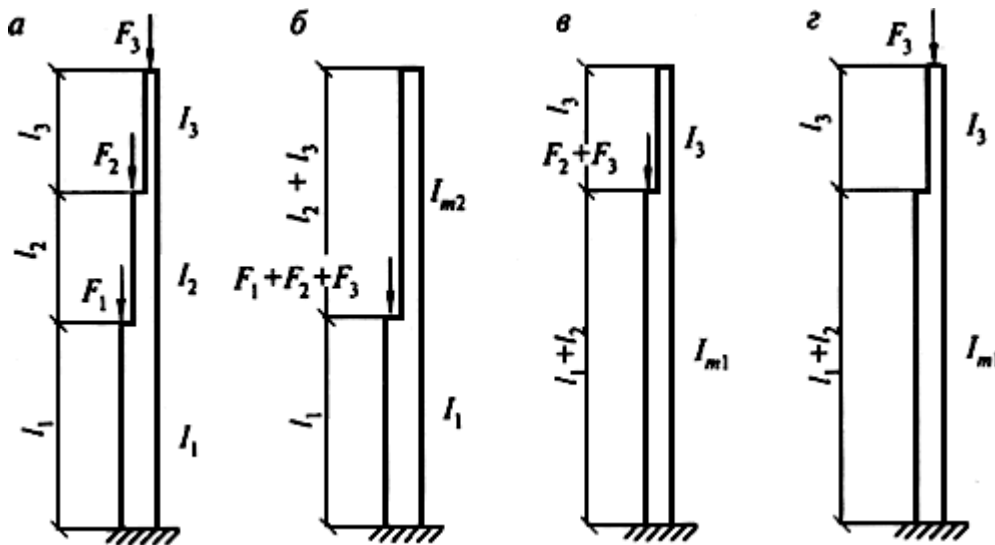


Рис. J.2. Схема двухступенчатой (а) и одноступенчатой колонны (б, в, з) и условные схемы загрузений при приложении сил  $F_1, F_2$  и  $F_3$  к нижнему (б), среднему (в) и верхнему (з) участкам соответственно

Значения коэффициентов расчетной длины  $\mu_2$  для среднего участка длиной  $l_2$  следует определять по формуле

$$\mu_2 = \mu_1 / \alpha_2, \tag{J.6}$$

а коэффициентов расчетной длины  $\mu_3$  для верхнего участка длиной  $l_3$  - по формуле

$$\mu_3 = \mu_1 / \alpha_3 \leq 3, \tag{J.7}$$

$$\text{где } \alpha_2 = \frac{l_2}{l_1} \sqrt{\frac{J_1(F_2 + F_3)}{J_2(F_1 + F_2 + F_3)}};$$

$$\alpha_3 = \frac{l_3}{l_1} \sqrt{\frac{J_1 F_3}{J_3(F_1 + F_2 + F_3)}}.$$

Таблица J.5 – Коэффициенты расчетной длины  $\mu_{m1}, \mu_{m2}, \mu_{m3}$

Условия закрепления верхнего конца колон- ны	Значения коэффициентов		
	$\mu_{m1}$	$\mu_{m2}$	$\mu_{m3}$
	при нагрузках		
	по рис.J.2,б	по рис.J.2,в	по рис.J.2,г
Свободный	$\mu_{m1} = 2,0$	$\mu_{m2} = 2,0$	$\mu_{m3} = \mu_1 (\mu_1 - \text{по табл. J.1 при } \alpha_1 = \frac{l_3}{l_1 + l_2} \sqrt{\frac{J_{m1}}{J_3}})$
Закрепленный только от поворота	$\mu_{m1} = \mu_1$ ( $\mu_1 - \text{по табл. J.2 при } \alpha_1 = 0$ )	$\mu_{m2} = \mu_1$	$\mu_{m3} = \mu_1 (\mu_1 - \text{по табл. J.2 при } \alpha_1 = \frac{l_3}{l_1 + l_2} \sqrt{\frac{J_{m1}}{J_3}})$
Неподвижный шарнирно-опертый	$\mu_{m1} = \mu_{11}$ ( $\mu_{11} - \text{по табл. J.3}$ )	$\mu_{m2} = \mu_{11}$	$\mu_{m3} = \mu_{12}$ ( $\mu_{12} - \text{по табл. J.3}$ )
Неподвижный закрепленный от поворота	$\mu_{m1} = \mu_{11}$ ( $\mu_{11} - \text{по табл. J.4}$ )	$\mu_{m2} = \mu_{11}$	$\mu_{m3} = \mu_{12}$ ( $\mu_{12} - \text{по табл. J.4}$ )

Таблица J.6 – Коэффициенты  $\mu$  для определения расчетных длин колонн и стоек постоянного сечения

Схема за- крепления и вид нагрузки									
$\mu$	1,0	0,7	0,5	2,0	1,0	2,0	0,725	1,12	

Таблица J.7 – Коэффициенты  $\varphi$  продольного изгиба центрально-сжатых элементов

Гибкость $\lambda$	Коэффициенты $\varphi$ для элементов из стали с расчетным сопротивлением $R_y, \text{Н/мм}^2$											
	200	240	280	320	360	400	440	480	520	560	600	640
10	988	987	985	984	983	982	981	980	979	978	977	977
20	967	962	959	955	952	949	946	943	941	938	936	934
30	939	931	924	917	911	905	900	895	891	887	883	879
40	906	894	883	873	863	854	846	839	832	825	820	814
50	869	852	836	822	809	796	785	775	764	746	729	712
60	827	805	785	766	749	721	696	672	650	628	608	588
70	782	754	724	687	654	623	595	568	542	518	494	470
80	734	686	641	602	566	532	501	471	442	414	386	359
90	665	612	565	522	483	447	413	380	349	326	305	287
100	599	542	493	448	408	369	335	309	286	267	250	235
110	537	478	427	381	338	306	280	258	239	223	209	197
120	479	419	366	321	287	260	237	219	203	190	178	167
130	425	364	313	276	247	223	204	189	175	163	153	145
140	376	315	272	240	215	195	178	164	153	143	134	126
150	328	276	239	211	189	171	157	145	134	126	118	111
160	290	244	212	187	167	152	139	129	120	112	105	099
170	259	218	189	167	150	136	125	115	107	100	094	089
180	233	196	170	150	135	123	112	104	097	091	085	081
190	210	177	154	136	122	111	102	094	088	082	077	073
200	191	161	140	124	111	101	093	086	080	075	071	067
210	174	147	128	113	102	093	085	079	074	069	065	062
220	160	135	118	104	094	086	077	073	068	064	060	057

Примечание. Значения коэффициентов  $\varphi$  в таблице увеличены в 1000 раз.



**ПРЕДЕЛЬНЫЕ ГИБКОСТИ СЖАТЫХ И РАСТЯНУТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**Таблица К.1 – **Пределные гибкости сжатых элементов**

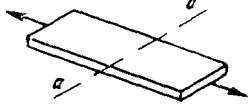
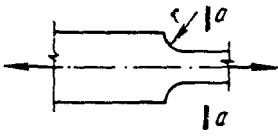
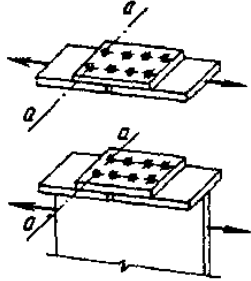
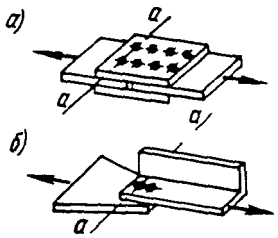
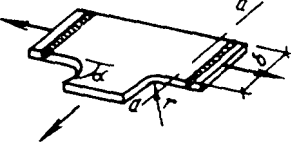
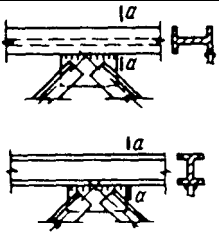
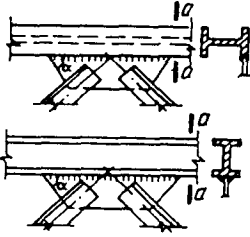
Элементы конструкций	Пределная гибкость сжатых элементов
1. Пояса, опорные раскосы и стойки, передающие опорные реакции:	
а) плоских ферм, структурных конструкций и пространственных конструкций из труб и парных уголков высотой до 50 м	180-60 $\alpha$
б) пространственных конструкций из одиночных уголков, пространственных конструкций из труб и парных уголков высотой св. 50 м	120
2. Элементы, кроме указанных в поз. 1 и 7:	
а) плоских ферм, сварных пространственных и структурных конструкций из одиночных уголков, пространственных и структурных конструкций из труб и парных уголков	210-60 $\alpha$
б) пространственных и структурных конструкций из одиночных уголков с болтовыми соединениями	220-40 $\alpha$
3. Верхние пояса ферм, незакрепленные в процессе монтажа (пределную гибкость после завершения монтажа следует принимать по поз. 1)	220
4. Основные колонны	180-60 $\alpha$
5. Второстепенные колонны (стойки фахверка, фонарей и т.п.), элементы решетки колонн, элементы вертикальных связей между колоннами (ниже подкрановых балок)	210-60 $\alpha$
6. Элементы связей, кроме указанных в поз. 5, а также стержни, служащие для уменьшения расчетной длины сжатых стержней, и другие ненагруженные элементы, кроме указанных в поз. 7	200
7. Сжатые и ненагруженные элементы пространственных конструкций таврового и крестового сечений, подверженные воздействию ветровых нагрузок, при проверке гибкости в вертикальной плоскости	150
<p>Обозначение, принятое в табл.К.1:</p> $\alpha = \frac{N}{\varphi AR_y \gamma_c}$ <p>- коэффициент, принимаемый не менее 0,5 (в необходимых случаях вместо <math>\varphi</math> следует применять <math>\varphi_e</math>).</p>	

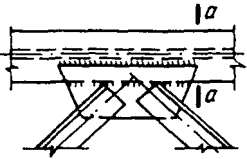
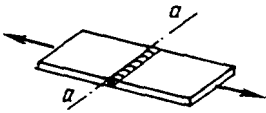
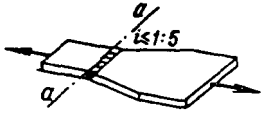
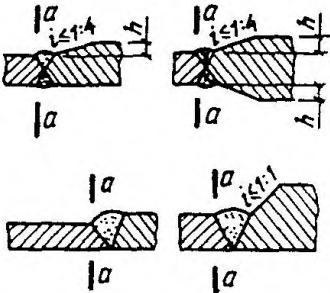
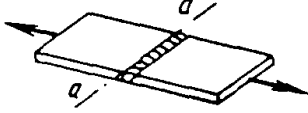
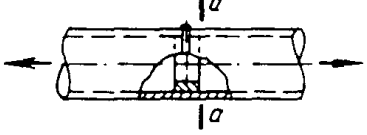
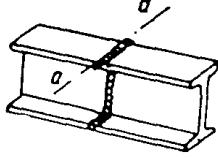
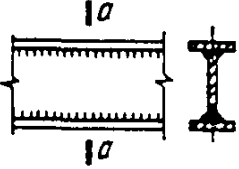
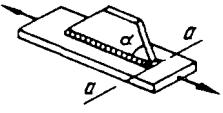
Таблица К.2 – Предельные гибкости растянутых элементов

Элементы конструкции	Предельная гибкость растянутых элементов при воздействии на конструкцию нагрузок		
	динамических, приложенных непосредственно к конструкции	статических	от кранов (см. прим. 4) и железнодорожных составов
1. Пояса и опорные раскосы плоских ферм (включая тормозные фермы) и структурных конструкций	250	400	250
2. Элементы ферм и структурных конструкций, кроме указанных в поз. 1	350	400	300
3. Нижние пояса подкрановых балок и ферм	-	-	150
4. Элементы вертикальных связей между колоннами (ниже подкрановых балок)	300	300	200
5. Прочие элементы связей	400	400	300
6. Пояса, опорные раскосы стоек и траверс, тяги траверс опор линий электропередачи, открытых распределительных устройств и линий контактных сетей транспорта	250	-	-
7. Элементы опор линий электропередачи, кроме указанных в поз. 6 и 8	350	-	-
8. Элементы пространственных конструкций таврового и крестового сечений (а в тягах траверс опор линий электропередачи и из одиночных уголков), подверженных воздействию ветровых нагрузок, при проверке гибкости в вертикальной плоскости	150	-	-
<p>Примечания:</p> <p>1. В конструкциях, не подвергающихся динамическим воздействиям, гибкость растянутых элементов следует проверять только в вертикальных плоскостях.</p> <p>2. Гибкость растянутых элементов, подвергнутых предварительному напряжению, не ограничивается.</p> <p>3. Для растянутых элементов, в которых при неблагоприятном расположении нагрузки может изменяться знак усилия, предельную гибкость следует принимать как для сжатых элементов, при этом соединительные прокладки в составных элементах необходимо устанавливать не реже чем через <math>40i</math></p> <p>4. Значения предельных гибкостей следует принимать при кранах групп режимов работы 7К (в цехах металлургических производств) и 8К по ГОСТ 25546-82.</p> <p>5. К динамическим нагрузкам, приложенным непосредственно к конструкциям, относятся нагрузки, принимаемые в расчетах на усталость или в расчетах с учетом коэффициентов динамичности.</p>			

## ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ И СОЕДИНЕНИЙ ПРИ РАСЧЕТЕ НА УСТАЛОСТЬ

Таблица L.1 – Группы элементов и соединений

№ п.п.	Схема элемента и расположение расчетного сечения	Характеристика элемента	Группа элемента
1		Основной металл с прокатными или обработанными механическим путем кромками То же, с кромками, обрезанными машинной газовой резкой	1 2
2		Основной металл с обработанными механическим путем кромками, при разной ширине и радиусе перехода $r$ , мм: 200 10	1 4
3		Основной металл в соединениях на высокопрочных болтах	1
4		Основной металл в болтовом (болты класса точности А) соединении в сечениях по отверстию: а) при парных накладках б) при односторонних накладках	4 5
5		Переход и закругление (класс чистоты газовой резки 1 или фрезеровка) при $\alpha \geq 72^\circ$ , $r \geq \frac{b}{2}$	2
6		Фасонки прямоугольной формы, приваренные встык или в тавр к элементам конструкций без механической обработки перехода от фасонки к элементу	7
7		Фасонки, приваренные встык или в тавр к стенкам и поясам балок, а также к элементам ферм при $\alpha \leq 45^\circ$	4

№ п.п.	Схема элемента и расположение расчетного сечения	Характеристика элемента	Группа элемента
8		Фасонки прямоугольной или трапециевидной формы, приваренные к поясам балок внахлестку с обваркой по контуру нахлестки без механической обработки швов	7
9		Стыковой необработанный шов; нагрузка перпендикулярна сварному шву; стыкуемые элементы одинаковой ширины и толщины	2
10		Стыковой необработанный шов; стыкуемые элементы разной ширины или разной толщины	5
11		Основной металл в месте перехода к стыковому шву со снятым механическим способом усилением шва: при стыковании элементов одинаковой толщины и ширины то же, разной толщины и ширины	2 3
12		Стыковой шов, выполненный на подкладном листе; нагрузка перпендикулярна сварному шву	4
13		Стыковой шов труб, выполненный на подкладном кольце	4
14		Соединение встык прокатных профилей	4
15		Сварные сечения двутаврового, таврового и других типов, сваренные непрерывными продольными швами при действии усилия вдоль оси шва	2
16		Элемент со вспомогательным элементом, прикрепленным продольными швами, при $\alpha$ : до $45^\circ$ $90^\circ$	4 7

№ п.п.	Схема элемента и расположение расчетного сечения	Характеристика элемента	Группа элемента
17		Обрыв поясного листа без механической обработки поперечного (лобового) шва	7
18		Основной металл с поперечным швом; сварной шов двусторонний с плавным переходом к основному металлу	4
19		Основной металл растянутых поясов балок и элементов ферм вблизи диафрагм и ребер, приваренных угловыми швами	5
20		Основной металл в месте перехода к поперечному (лобовому) угловому шву	6
21		Основной металл в соединениях с фланговыми швами (в местах перехода от элемента к концам фланговых швов): а) с двойными фланговыми швами б) с фланговыми и лобовыми швами в) при передаче усилия через основной металл г) щеки анкеров для крепления стальных канатов	8 7 7 8
22		Основной металл трубы растянутого раскрытия при отношении толщины к наружному диаметру трубы пояса: $t_m / d_m \geq 1/14$ $1/20 \leq t_m / d_m < 1/14$	7 8
23		Основной металл трубы растянутого раскрытия при отношении диаметров раскрытия и пояса $d_a / d_m = 0,4 - 0,7$ и отношении толщины к наружному диаметру трубы пояса: $t_m / d_m \geq 1/14$ $1/20 \leq t_m / d_m < 1/14$ $1/35 < t_m / d_m < 1/20$	6 7 8

Таблица L.2 – Расчетное сопротивление усталости

Группы элементов	Значения $R_v$ при временном сопротивлении стали разрыву $R_{un}$ , Н/мм <sup>2</sup>				
	до 420	св. 420 до 440	св. 440 до 520	св. 520 до 580	св. 580 до 635
1	120	128	132	136	145
2	100	106	108	110	116
3	Для всех марок стали				90
4	То же				75
5	«				60
6	«				45
7	«				36
8	«				27

Таблица L.3 – Коэффициенты  $\beta$  для расчета элементов с учетом хрупкого разрушения стали

Номер схемы элемента и расположение расчетного сечения	Толщина элемента в расчетном сечении, мм, не более	Значения $\beta$ для сталей с пределом текучести до 285 Н/мм <sup>2</sup> и климатических районов строительства	
		$t \geq -30$ °С	$-30$ °С $< t \leq -40$ °С
№ 1 по табл.L.1 при гильотинной резке свободных кромок <sup>1)</sup>	10	1,00	1,00
	20	0,90	не применять
	30	0,85	не применять
№ 3 или 4 по табл.L.1 при наличии колотых отверстий <sup>2)</sup>	10	1,00	1,00
	20	1,00	0,95
№ 6 или 7 по табл.L.1	10	1,00	0,95
	20	0,90	0,80
	30	0,85	0,75
№ 16 по табл.L.1	10	1,00	1,00
	20	1,00	0,95
	30	1,00	0,87
№ 18 по табл.L.1	10	1,00	1,00
	20	0,95	0,85
	30	0,90	0,80
№ 21, а по табл.L.1 при гильотинной резке свободных кромок	10	1,00	0,95
	20	0,90	не применять
	30	0,85	не применять

<sup>1)</sup> В остальных случаях  $\beta = 1,00$

<sup>2)</sup> При сверленных отверстиях  $\beta = 1,00$

## УЗЛЫ ФЕРМ С НЕПОСРЕДСТВЕННЫМ КРЕПЛЕНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ РЕШЕТКИ К ПОЯСАМ ФЕРМ И УЗЛЫ СВЯЗЕЙ ИЗ ГНУТОСВАРНЫХ ПРОФИЛЕЙ

### Общие положения

М.1 В узлах ферм с непосредственным прикреплением элементов решетки к поясам следует проверять (согласно п.15.8 настоящих норм):

несущую способность стенки (полки) пояса, к которой примыкает элемент решетки;  
несущую способность элемента решетки вблизи примыкания к поясу;

прочность сварных швов.

В приведенных далее формулах приняты следующие обозначения:

$N$  - усилие в примыкающем элементе (решетки);

$M$  - изгибающий момент от основного воздействия в примыкающем элементе в плоскости фермы в сечении, совпадающем с примыкающей стенкой (полкой) пояса (момент от жесткости узлов следует учитывать согласно п.15.5 настоящих норм; для ферм из круглых труб - аналогичный момент в рассматриваемом элементе в сечении, проходящем через точку пересечения оси этого элемента с образующей пояса);

$F$  - продольная сила в поясе со стороны растянутого элемента решетки;

$A$  - площадь поперечного сечения пояса;

$R_y$  - расчетное сопротивление стали пояса;

$t$  - толщина стенки (полки) пояса;

$\alpha$  - угол примыкания элемента решетки к поясу;

$A_d$  - площадь поперечного сечения элемента решетки;

$t_d$  - толщина стенки (полки) элемента решетки;

$R_{yd}$  - расчетное сопротивление стали элемента решетки.

М.2 Изготовление ферм с непосредственным прикреплением элементов решетки к поясам возможно только при специализированном производстве с пооперационным контролем качества, обращая внимание на контроль соблюдения перед сваркой проектного зазора между торцами раскосов и поясами ферм по всему периметру сопряжения раскоса с поясом.

### Местная устойчивость стенок при сосредоточенных нагрузках

М.3 При совпадении плоскости действия нагрузки с плоскостью стенки (опирание по типу, указанному на рис.М.1, б) наибольшую величину сосредоточенной нагрузки или реакции в опорном сечении, действующей на каждую стенку, следует определять:

а) реакцию крайней опоры, нагрузку на конце консоли и на участках  $1,5h'$  (где  $h' = H - 2t$ , см. рис.М1, а), прилегающих к опорам, по формуле

$$P_1/t^2 R_y \gamma_c \left( 7,4 + 0,93 \sqrt{\frac{z}{t}} \right) \leq 1; \quad (\text{М.1})$$

б) реакцию промежуточной опоры и опоры консоли, нагрузку на участках, расположенных на расстоянии более  $1,5h'$  от опор, по формуле

$$P_2/t^2 R_y \gamma_c \left( 11,1 + 2,4 \sqrt{\frac{z}{t}} \right) \leq 1. \quad (\text{M.2})$$

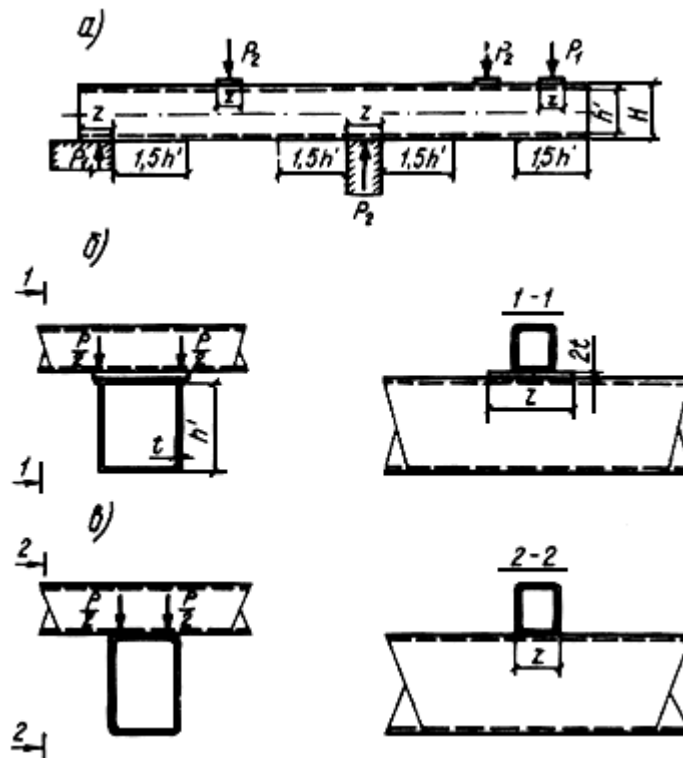


Рис.М.1. К расчету местной устойчивости стенок элементов из гнutosварных профилей  
*a* - схема нагрузок и реакций; *б* - опирание через прокладку; *в* - непосредственное опирание

М.4 При несовпадении плоскости действия нагрузки с плоскостью стенки (опирание по типу, указанному на рис.М.1, *в* по формулам:

$$P_1/5 \cdot 10^{-3} t^2 R_y \gamma_c \left( 980 + 42 \frac{z}{t} - 0,22 \frac{zh'}{t^2} - 0,11 \frac{h'}{t} \right) \rho_1 \leq 1; \quad (\text{M.3})$$

$$P_2/5 \cdot 10^{-3} t^2 R_y \gamma_c \left( 3050 + 23 \frac{z}{t} - 0,09 \frac{zh'}{t^2} - 5 \frac{h'}{t} \right) \rho_2 \leq 1, \quad (\text{M.4})$$

здесь

$$\rho_1 = \left( 1,15 - 0,15 \frac{r}{t} \right) \left( 1,33 - 0,33 \frac{R_y}{230} \right); \quad (\text{M.5})$$

$$\rho_2 = \left( 1,06 - 0,06 \frac{r}{t} \right) \left( 1,22 - 0,22 \frac{R_y}{230} \right). \quad (\text{M.6})$$

В формулах (М.1)÷(М.6):

$P_1, P_2$  - в кН и  $R_y$  - в Н/мм<sup>2</sup>;

$t$  - толщина стенки профиля;



$z$  - условная длина распределения сосредоточенного груза, не повышающая высоту стенки  $h$ ;

$r$  - внутренний радиус закругления, не превышающий  $4t$ .

### Фермы из гнутосварных профилей

М.5 Узлы ферм из замкнутых гнутосварных профилей прямоугольного сечения (рис.М.2) следует проверять согласно требованиям п.М.1 настоящего приложения, а также учитывать несущую способность боковой стенки пояса (параллельной плоскости узла) в месте примыкания сжатого элемента решетки.

М.6 В случае одностороннего примыкания к поясу двух или более элементов решетки с усилиями разных знаков (см. рис.М.2, а, б), а также одного элемента в опорных узлах (см. рис.М.2, в) при  $d / D \leq 0,9$  и  $g / b \leq 0,25$  несущую способность стенки (полки) пояса следует проверять для каждого примыкающего элемента по формуле

$$\left( |N| + \frac{1,5 |M|}{d_b} \right) \times \frac{(0,4 + 1,8g/b) f \sin \alpha}{\gamma_c \gamma_d \gamma_D R_y t^2 (b + g + \sqrt{2Df})} \leq 1, \quad (\text{М.7})$$

где  $\gamma_a$  - коэффициент влияния знака усилия в примыкающем элементе, принимаемый равным 1,2 при растяжении и 1,0 - в остальных случаях;

$\gamma_c$  - коэффициент условий работы, принимаемый табл.Ф.1;

$\gamma_D$  - коэффициент влияния продольной силы в поясе, определяемый при сжатии в поясе, если  $|F| / (AR_y) > 0,5$ , по формуле  $\gamma_D = 1,5 - |F| / (AR_y)$ , в остальных случаях  $\gamma_D = 1,0$ ;

$b$  - длина участка линии пересечения примыкающего элемента с поясом в направлении оси пояса, равная  $d_b / \sin \alpha$ ;

$g$  - половина расстояния между смежными стенками соседних элементов решетки или поперечной стенкой раскоса и опорным ребром;

$$f = (D-d)/2$$

М.7 Несущую способность стенки(полки) пояса в У-, Х-, Т-образных узлах (см. рис.М.2, г, д, е), а также в узлах, указанных в п.М.6, при  $g / b > 0,25$  следует проверять по формуле

$$\left( |N| + \frac{1,7 |M|}{d_b} \right) \frac{f \sin \alpha}{\gamma_c \gamma_d \gamma_D R_y t^2 (b + 2\sqrt{2Df})} \leq 1. \quad (\text{М.8})$$

М.8 Несущую способность боковой стенки в плоскости узла в месте примыкания сжатого элемента при  $d / D > 0,85$  следует проверять по формуле

$$\frac{N \sin^2 \alpha}{2\gamma_c \gamma_t k R_y t d_b} \leq 1, \quad (\text{М.9})$$

где  $\gamma_t$  - коэффициент влияния тонкостенности пояса, для отношений  $D_b / t \geq 25$  принимаемый равным 0,8, в остальных случаях - 1,0;

$k$  - коэффициент, принимаемый равным:

$$\text{при } 4(t/D_b)^2 - R_y/E \leq 0$$

$$k = 3,6(t/D_b)^2 E/R_y;$$

$$\text{при } 0 < 4(t/D_b)^2 - R_y/E < 6 \cdot 10^{-4}$$

$$k = 0,9 + 670(t/D_b)^2 - 170R_y/E;$$

в остальных случаях

$k = 1.0$ .

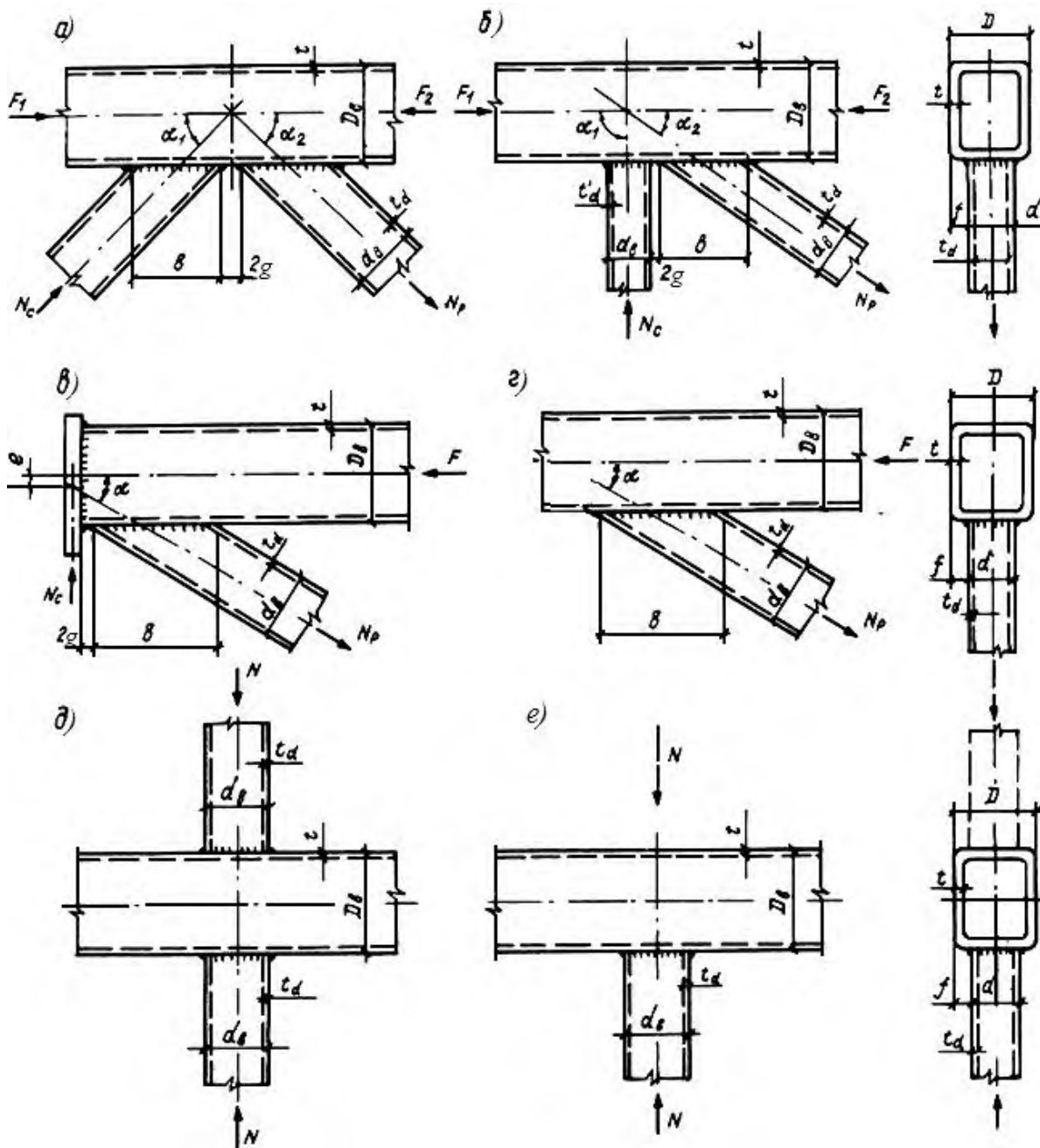


Рис.М.2 - Узлы ферм из гнутосварных профилей

а - К-образный при треугольной решетке; б - то же, при раскосной решетке; в - опорный; г - У-образный, д - Х-образный, е - Т-образный

М.9 Несущую способность элемента решетки вблизи примыкания к поясу следует проверять:

а) в узлах, указанных в п.М.6 настоящего приложения, при углах примыкания  $\alpha = 40^\circ - 50^\circ$ , по формуле

$$\left( |N| + \frac{0,5|M|}{d_b} \right) \times \frac{(1 + 0,013D/t)}{\gamma_c \gamma_d k R_{yd} A_d} \leq 1, \quad (M.10)$$

где  $k$  следует определять, как в п.М.8 настоящего приложения, но с заменой характеристик пояса на характеристики элемента решетки:

$D_b$  на большее из значений  $d$  или  $d_b$ ,  $t$  на  $t_d$  и  $R_y$  на  $R_{yd}$ .

Для элемента решетки неквадратного сечения в левую часть формулы (М.10) следует вводить множитель  $\frac{3(1+d/d_b)}{2(2+d/d_b)}$ ;

б) в узлах, указанных в М.7 настоящего приложения, по формуле

$$\left( |N| + \frac{0,5|M|}{d_b} \right) \times \frac{[1 + 0,01(3 + 5d/D - 0,1d_b/t_d)D/t] \sin \alpha}{\gamma_c \gamma_d k R_{yd} A_d} \leq 1, \quad (\text{М.11})$$

выражения в круглых скобках формулы (М.11) не должно быть менее 0.

Для элементов решетки неквадратного сечения в левую часть формулы (М.7) следует вводить множитель  $(1 + d/d_b)/2$ .

М.10 Прочность сварных швов, прикрепляющих элементы решетки к поясу, следует проверять:

а) в узлах, указанных в п.М.6 настоящего приложения, при углах примыкания  $\alpha = 40^\circ - 50^\circ$ , по формуле

$$\left( |N| + \frac{0,5|M|}{d_b} \right) \times \frac{0,75 + 0,01D/t}{\beta_f k_f \gamma_c R_{wf} \gamma_{wf} (2d_b/\sin \alpha + d)} \leq 1, \quad (\text{М.12})$$

где  $\beta_f, k_f, R_{wf}, \gamma_{wf}$ , следует принимать согласно требованиям раздела 13;

б) в узлах, указанных в п.М.7 настоящего приложения, по формуле

$$\left( |N| + \frac{0,5|M|}{d_b} \right) \times \frac{[1 + 0,01(3 + 5d/D - 0,1d_b/t_d)D/t] \sin \alpha}{4\beta_f k_f \gamma_c R_{wf} \gamma_{wf} d_b} \leq 1; \quad (\text{М.13})$$

в) сварные швы, выполненные при наличии установочного зазора, равного  $(0,5 \div 0,7)t_d$ , с полным проплавлением стенки профиля следует рассчитывать как стыковые.

М.11 Расчетная длина панелей верхних поясов ферм беспрогонных покрытий  $l_{ef}$  определяется по формуле  $l_{ef} = \mu l$ , где  $l$  - длина панели;  $\mu$  - коэффициент расчетной длины, принимаемый:

$$\mu = 0,65 \sqrt{\frac{n \cdot 10^3 + 1}{n \cdot 10^3 + 0,43}} \quad \text{- для панели пояса, не граничащей с шарнирным узлом}$$

(например, фланцевое соединение на болтах), и при наличии равномерно распределенной нагрузки на соседних панелях;

$$\mu = 0,8 \sqrt{\frac{n \cdot 10^3 + 1}{n \cdot 10^3 + 0,65}} \quad \text{- для панели пояса, граничащей с шарнирным узлом или с панелью, не загруженной распределенной нагрузкой,}$$

здесь  $n = \frac{qD_b}{2N}$  - параметр распределенной нагрузки  $\left(0 \leq n \leq 4 \frac{H_t D_b}{L^2}\right)$ ;

$q$  - распределенная нагрузка на пояс;

$N$  - продольная сила;

$H_t$  - высота фермы по осям поясов;

$L$  - пролет фермы.

М.12 Отношение высоты поясов к толщине стенки следует принимать не более 45, элементов решетки - не более 60.

М.13. Размеры элементов решетки по ширине (из плоскости конструкции) не следует принимать свыше  $D - 2(t + t_d)$  для удобства наложения сварных швов.

М.14 Для элементов решетки размер  $d$  рекомендуется принимать не менее 0,6 поперечного размера пояса  $D$ .

М.15 Расстояние между смежными стенками (носками) раскосов должно быть минимальным из условия наложения двух сварных швов.

М.16. Заводские стыки элементов рекомендуется выполнять сваркой встык на остающейся подкладке. Размещение этих стыков в растянутых элементах с напряжениями свыше  $0,9R_y$  не рекомендуется.

М.17 Монтажные стыки рекомендуется выполнять фланцевыми на высокопрочных предварительно напряженных болтах.

### Фермы с поясами из широкополочных двутавров

М.18 Рекомендации настоящего подраздела распространяются на проектирование ферм покрытий из двутавров с параллельными гранями полок (широкополочных) типа К или Ш с решеткой из замкнутых гнутосварных профилей и широкополочных двутавров, непосредственно примыкающих к полкам поясов, для районов с расчетной температурой минус 40 °С и выше.

Для указанных ферм следует использовать сталь с  $R_{yn} \leq 380 \text{ Н/мм}^2$  и сварочные материалы с  $R_{wun} = 490 \text{ Н/мм}^2$ .

М.19 Расчет ферм следует производить в соответствии с п.15.5. Узловые эксцентриситеты (рис.М.3, М.4) допускается не учитывать при  $e/D \leq 1/10$  (где  $D_b$  - высота сечения пояса;  $e$  - расстояние от точки пересечения осей элементов решетки до оси пояса).

М.20 Изгибающие моменты от узловых эксцентриситетов и жесткости узлов в элементах ферм с постоянным знаком нормального усилия (при отсутствии поперечной нагрузки на стержень) допускается учитывать по формуле

$$\frac{0,77}{R_y \gamma_c} \times \left( \frac{|N|}{A} + \frac{|M|}{W} \right) \leq 1, \quad (\text{М.14})$$

где  $N$  и  $M$  - соответственно расчетное нормальное усилие и момент;

$A$  и  $W$  - соответственно площадь поперечного сечения, и момент сопротивления одной из панелей стержня расцентрованного узла.

При этом значения моментов от узловых эксцентриситетов  $M_e$  должны удовлетворять условию

$$\frac{M_e}{W(R_y - N/A)} \leq 1, \quad (\text{М.15})$$

где  $W$ ,  $A$ , - соответственно момент сопротивления, площадь сечения и расчетное сопротивление стали одной из панелей пояса расцентрованного узла.

Формула (М.14) учитывает допустимость пластических деформаций металла в концевых сечениях стержней.

М.21 Для растянутых элементов решетки, рассчитываемых без учета изгибающих моментов, следует принимать коэффициент условий работы  $\gamma_c = 0,85$ .

М.22 Расчет устойчивости сжатых стержней при отсутствии на них поперечной нагрузки выполняется без учета изгибающих моментов. Расчетные длины принимаются по табл.5. Для ферм, при расчете которых учитываются изгибающие моменты, допускается уменьшать расчетные длины элементов решетки в плоскости фермы с учетом их упругого защемления в обоих поясах.

При отсутствии в узлах сжатого пояса элементов усиления (см. п.М.35) в расчете его на устойчивость следует применять коэффициент условий работы  $\gamma_c = 0,85$ .

Элементы, раскрепляющие сжатый пояс из плоскости фермы, и их крепления должны быть рассчитаны в соответствии с п.7.11.

М.23 Неподкрепленные узлы ферм (см. рис.М.3, М.4), состоящие из двутаврового пояса и примыкающих к нему элементов решетки, следует проверять:

на отгиб участка полки пояса, контактирующей с элементом решетки;

на несущую способность участка стенки пояса, соответствующего сжатому элементу решетки;

на несущую способность поперечного сечения пояса;

на несущую способность элемента решетки в зоне примыкания к поясу;

на прочность сварных швов прикрепления элемента решетки к поясу.

М.24 В неподкрепленных примыканиях к поясу прямоугольного гнутосварного профиля в К-образных и опорных узлах (см. рис.М.3, а, в) при  $g \leq 15$  мм ( $g$  - половина расстояния между носками элементов решетки) несущую способность пояса на отгиб полки следует проверять для каждого примыкания в отдельности по формуле

$$\left( |N| + \frac{|M|}{d_b} \right) / \gamma_c \left[ \gamma_D R_y t^2 \left( \frac{4}{\sin \alpha} + \frac{2\sqrt{2}D}{d_b} \right) + R_{yd} t_d d \right] \leq 1, \quad (\text{М.16})$$

где  $N$  - усилие в элементе решетки;

$M$  - изгибающий момент в примыкающем элементе в плоскости узла в сечении, совпадающем с примыкающей полкой пояса;

$\gamma_c$  - коэффициент условий работы, принимаемый по табл.Ф.1

$\gamma_D$  - коэффициент, равный 1,5 -  $\sigma/R_y$ , если пояс сжат при  $\sigma/R_y > 0,5$ , и 1 - в остальных случаях;

$\sigma$  - продольное напряжение в панели пояса со стороны растянутого раскоса;

$R_y$  - расчетное сопротивление стали пояса;

$R_{yd}$  - расчетное сопротивление стали элемента решетки.

М.25 В неподкрепленных примыканиях к поясу прямоугольного гнутосварного профиля в узлах Т-образного типа (см. рис.М.3, б), а также в К-образных и опорных узлах при  $g > 15$  мм несущую способность пояса на отгиб полки следует проверять по формуле

$$1,1 \left( |N| + \frac{|M|}{d_b} \right) / \gamma_c \left( \gamma_D R_y t^2 \frac{2\sqrt{2}D + d_b}{d_b \sin \alpha} + R_{yd} t_d d \right) \leq 1. \quad (\text{М.17})$$

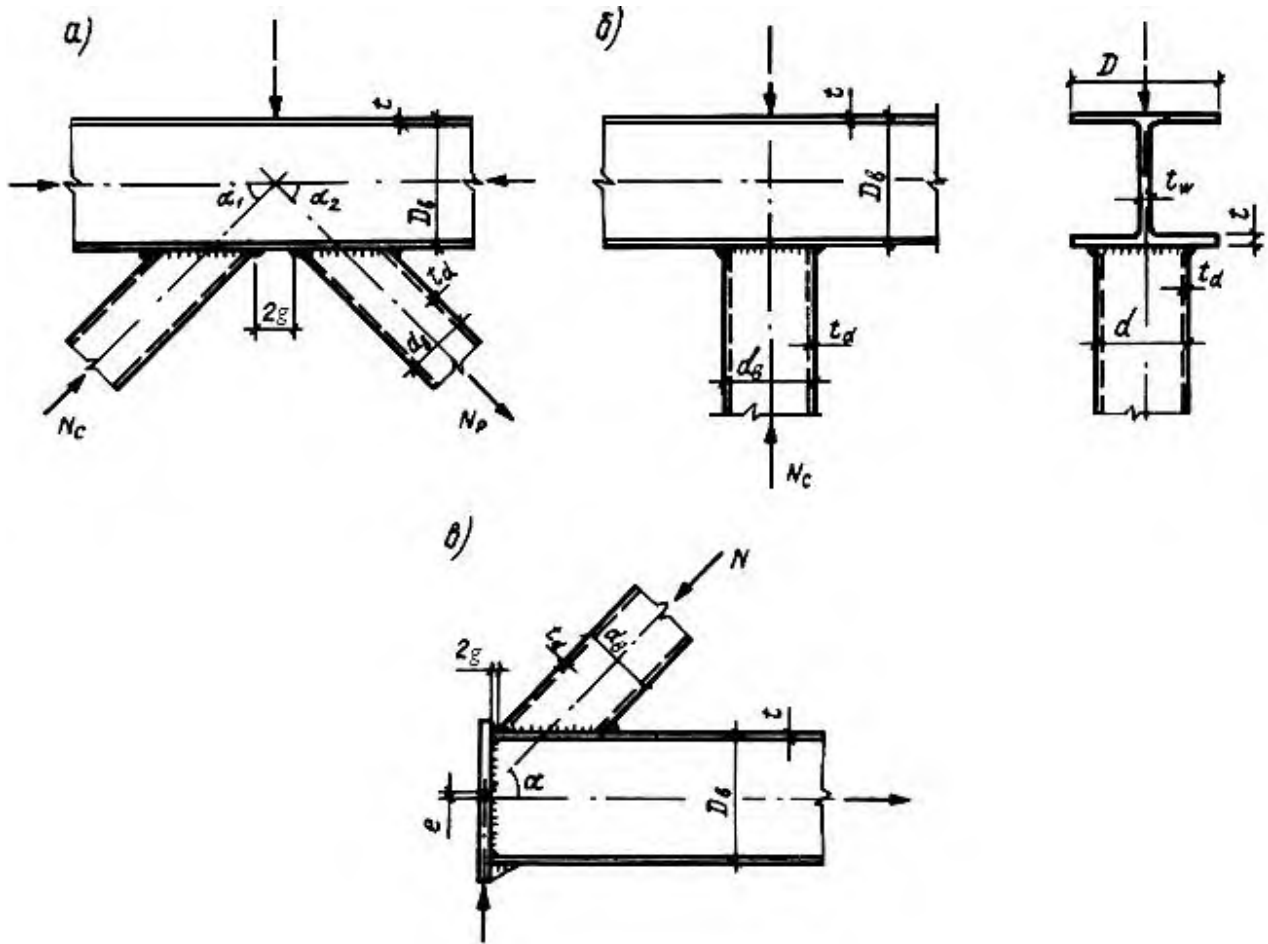


Рис.М.3 Типы сопряжений двутавров с прямоугольными гнутосварными профилями  
 а - К-образное; б - Т-образное; в - опорное

При  $d_b = d$  можно пользоваться формулой

$$\left( |N| + \frac{|M|}{d_b} \right) / \gamma_c \left( \frac{3\gamma_D R_y t^2 D}{d \sin \alpha} + R_{yd} t_d d \right) \leq 1. \quad (M.18)$$

М.26 В неподкрепленных примыканиях к поясу широкополочного двутавра в К-образных и опорных узлах при  $g \leq 15$  мм (см. рис.М.4) несущую способность пояса на отгиб полки следует проверять по формуле

$$\left( |N| + \frac{|M|}{d_b} \right) / \gamma_c \left[ \frac{\gamma_D R_y t^2}{d} \left( \frac{2d_b}{\sin^2 \alpha} + \frac{D^2}{d_b} + \frac{2\sqrt{2}D}{\sin \alpha} \right) + R_{yd} (A_d - t_{fd} d) \right] \leq 1, \quad (M.19)$$

где  $A_d$  - площадь поперечного сечения раскоса.

М.27 Несущую способность стенки неподкрепленного двутаврового пояса под воздействием сжатого элемента решетки из прямоугольного гнутосварного профиля следует проверять по формуле

$$\frac{N \sin \alpha}{10\gamma_c \gamma_D R_y t_w (t + t_d)} \leq 1. \quad (M.20)$$

М.28 Несущую способность стенки неподкрепленного двутаврового пояса под воздействием сжатого элемента решетки из широкополочного двутавра следует проверять по формуле

$$\frac{N \sin^2 \alpha}{1,5 \gamma_c \gamma_D R_y d_b t_w} \leq 1. \quad (\text{М.21})$$

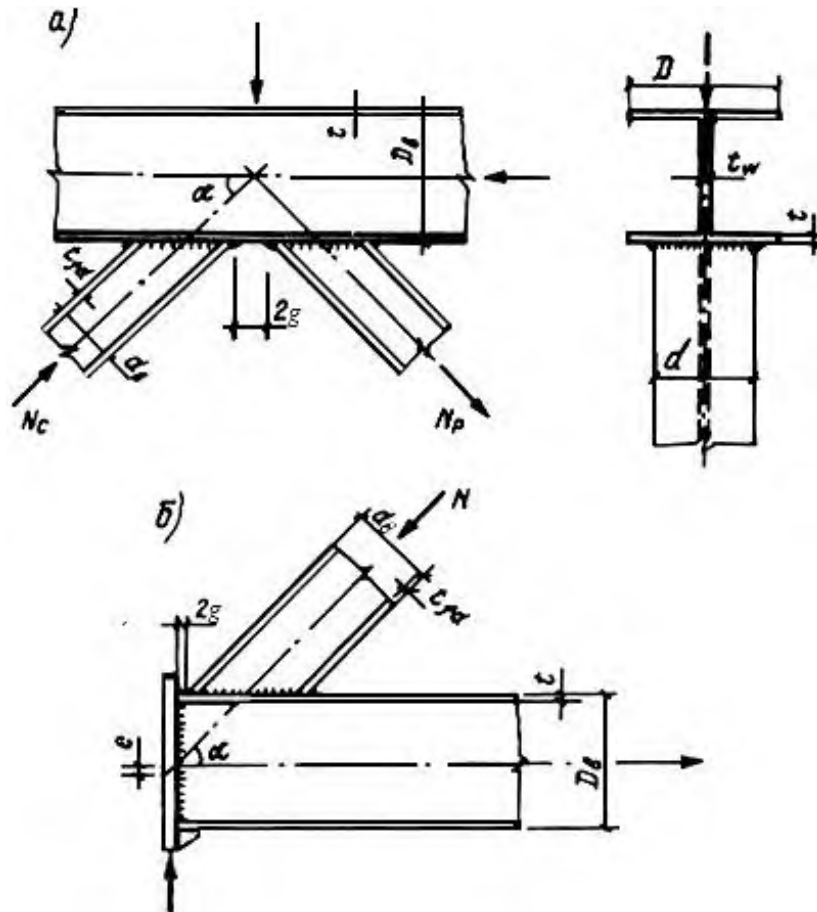


Рис.М.4. Типы сопряжения двутавров  
а - К-образное; б - опорное

М.29 Несущую способность поперечного сечения неподкрепленного двутаврового пояса под воздействием поперечной силы в узле следует проверять по формуле

$$\frac{Q}{\gamma_c \gamma'_D R_s [A - (2 - \chi)Dt + (t_w + 2r)t]} \leq 1, \quad (\text{М.22})$$

где  $Q$  - поперечная сила в узле, равная в узлах К-образного типа меньшему из произведений  $N \sin \alpha$ ;

$\gamma'_D$  - коэффициент, равный  $1,3 - \sigma/R_y$ , но не более 1,0;

$R_s$  - расчетное сопротивление стали пояса срезу;

$A$  - площадь поперечного сечения пояса;

$$\chi = 1 / \sqrt{1 + 16g^2 / (3r^2)};$$

$r$  - радиус закругления профиля пояса.

М.30 Несущую способность элемента решетки в зоне примыкания к неподкрепленному двутавровому поясу следует проверять по формуле

$$\frac{N(1 + \xi d/t)}{\gamma_c \gamma_d R_{yd} A_d} \leq 1, \quad (\text{М.23})$$

где  $\gamma_d$  - коэффициент влияния знака усилия в примыкающем элементе, принимаемый равным 1,2 при растяжении и 1,0 - при сжатии;

$R_{yd}$  - расчетное сопротивление стали элемента решетки;

$\xi$  - коэффициент, равный для элементов прямоугольного гнутосварного профиля в узлах:

- а) К-образного типа - 0,14;
- б) опорных - 0,06;
- в) Т-образного типа - 0,10.

Для элементов из широкополочного двутавра в К-образных и опорных узлах  $\xi = 0,05$ .

М.31 Сварные швы, прикрепляющие элементы решетки (в неподкрепленных и усиленных узлах), следует рассчитывать по прочности участков (стенок, полок) элемента решетки.

М.32 В узлах ферм, усиленных наклонными планками (рис.М.5), следует проверять несущую способность участка стенки двутаврового пояса, соответствующего элементу решетки, по формуле

$$0,5 \left( |N| + \frac{|M|}{d_b} \right) \sin \alpha / \gamma_c \gamma_d \gamma_D R_y t_w d \leq 1. \quad (\text{М.24})$$

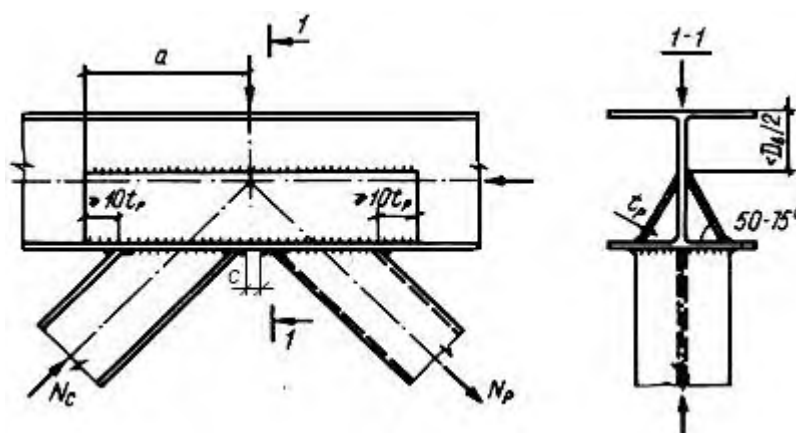


Рис.М.5 Узел фермы, усиленный наклонными планками

М.33 В узлах, указанных в п.М.32, рекомендуется проверять также несущую способность наклонных планок, определяя действующую на них силу как разность между усилием в элементе решетки  $N$  и несущей способностью элемента, вычисленной в соответствии с рекомендациями п.М.30.

М.34 Узлы примыкания элементов решетки к поясам следует проектировать бесфасоночными сварными.

М.35 Для обеспечения несущей способности узлов рекомендуется полки двутавров в месте примыкания к ним элементов решетки подкреплять продольными наклонными планками (см. рис.М.5). В местах примыкания элементов решетки из двутавров, а также в Т-образных узлах со стойками при наличии вертикальных фасонки для крепления связей допускается установка парных ребер жесткости.

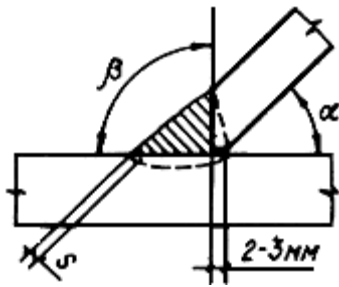


М.36 Укрупнительные стыки ферм рекомендуется проектировать болтовыми фланцевыми: в уровне сжатого пояса - на обычных, в уровне растянутого пояса - на высокопрочных болтах.

М.37 Горизонтальные связи по фермам допускается крепить к наружным полкам поясов.

М.38 В соединении с колоннами (надколонниками) необходимо исключать вертикальные перемещения конца верхнего пояса и обеспечивать его горизонтальную подвижность на величину смещения относительно опорного узла.

М.39 Угловые швы на носках элементов решетки из гнутосварных профилей при  $t_d > 5$  мм рекомендуется выполнять с предварительной подготовкой кромок (рис.М.6).



$\alpha$ , град	$\beta$ , град	$s$ , мм
35-45	90	2-3
46-60	75	3-4
61-90	55	3-5

Рис.М.6. Деталь приварки носков гнутосварных профилей

М.40 Расстояние между поперечными швами на полках поясов (у носков элементов решетки) следует принимать:

- в опорных узлах и стыковых узлах сжатого пояса - не менее 5 мм;
- в остальных случаях (см. например, с на рис.М.5) - не менее 20 мм.

### Узлы связей

М.41 Узлы связей из гнутосварных профилей (рис.М.7) проверяют:

- а) на прочность и устойчивость элементов узла и примыкающей к узлу зоны профиля;
- б) на прочность сварных соединений.

М.42 Несущую способность при растяжении элемента связи проверяют:

- а) для узлов типа Ф (см. рис.М.7, а) - по формуле

$$N / \left[ R_{yf} t_f^2 D_f / (d_b - 3t_{fc}) \right] + R_{yd} t_d d_b \leq 1, \quad (\text{М.25})$$

где  $N$  - усилие в элементе связи;

$R_{yf}$  - расчетное сопротивление стали фланца;

$D_f$  - длина фланца вдоль фасонки связи;

$R_{yd}$  - расчетное сопротивление стали элемента связи;

- б) для узлов типа Ф<sub>н</sub> (см. рис.М.7, а) - по формуле (М.25), но с заменой  $t_d$  на  $t_d + 0,6t_h$ ,

где  $t_h$  - толщина накладки;

- в) для узлов типа В (см. рис. М.7, а) - по условию

$$N / A R_{yd} \gamma_f \leq 1, \quad (\text{М.26})$$

где  $A$  - площадь поперечного сечения элемента связи;

$\gamma_f$  - коэффициент влияния глубины врезки, принимаемый:

$$\begin{aligned} \text{при } 0,8 \leq l_1/d_b < 1,6 & \quad \gamma_f = 0,51l_1/d_b + 0,18; \\ \text{" } l_1/d_b \geq 1,6 & \quad \gamma_f = 1,0. \end{aligned}$$

М.43 Несущую способность при сжатии элементов связей следует проверять:

а) для узлов типа Ф (см. рис.М.7, а) - по формуле (М.25) и по формулам:

$$\left( \frac{N}{A_{fc}} + \frac{Ne}{W_{fc}} \right) / R_{yd} \leq 1; \quad (\text{М.27})$$

$$\left( \frac{N}{A} + \frac{Ne}{W} \right) / R_{yd} \gamma_f \leq 1; \quad (\text{М.28})$$

б) для узлов типов Ф<sub>р</sub> и В<sub>р</sub> - по формуле (М.28) и по формуле

$$\left( \frac{N}{A_{fc}} + \frac{Ne_1}{W_{fc}} \right) / R_{yd} \leq 1. \quad (\text{М.29})$$

В формулах (М.27)-(М.29):

$e, e_1$  - расстояния соответственно от оси фасонки закрепляемой конструкции до оси элемента связи и до центра тяжести таврового сечения фасонки связи с ребром (см. рис.М.7, б);

$A, W$  - соответственно площадь сечения и момент сопротивления профиля относительно оси фасонки связи;

$A_{fc}, W_{fc}$  - соответственно площадь и момент сопротивления фасонки связи с учетом ребра (при его наличии);

$\gamma_f$  - коэффициент условий работы, принимаемый в зависимости от наибольшей условной гибкости профиля:

$$\begin{aligned} \text{при } \bar{\lambda} \leq 0,45 & \quad \gamma_f = 0,6; \\ \text{" } \bar{\lambda} > 0,45 & \quad \gamma_f = 0,54 + 0,15\bar{\lambda}, \\ & \quad \text{но не более } 1,0. \end{aligned}$$

Формулы справедливы при соотношении размеров поперечного сечения элемента связи  $0,75 \leq d_b/d \leq 1,1$  и отношении большего размера профиля к толщине не более 45.

М.44 Расчет сварных соединений профиля и фасонки связи с фланцем узлов типов Ф, Ф<sub>н</sub>, Ф<sub>р</sub> следует производить в соответствии с п.13.2 настоящих норм с учетом коэффициента условий работы  $\gamma_{cf} = 0,8$ , учитывающего неравномерность передачи усилий, и по металлу границы сплавления с фланцем в направлении толщины проката по формуле

$$N/k_f l_w R_{th} \gamma_{wz} \gamma_{cf} \leq 1. \quad (\text{М.30})$$

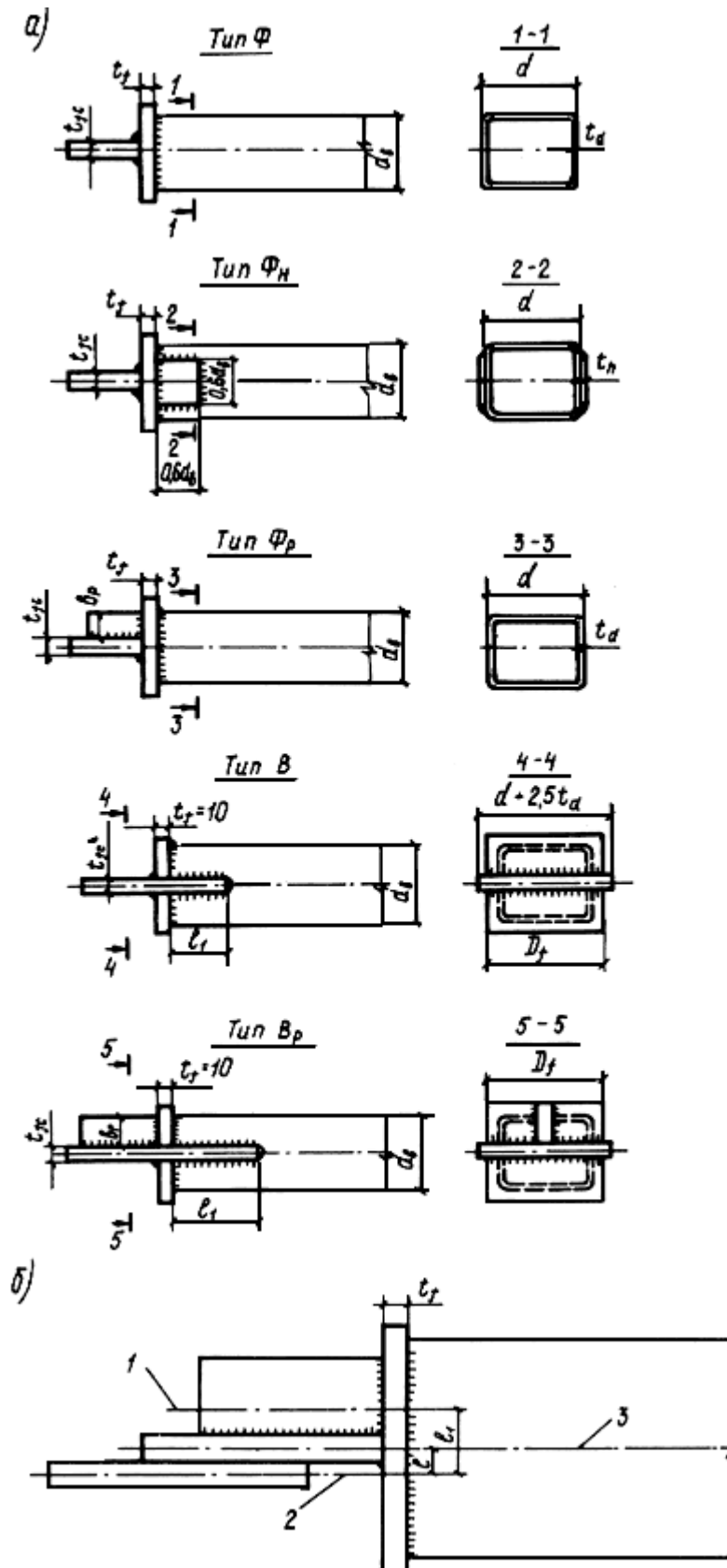


Рис.М.7. Узлы связей из гнутосварных профилей  
 а - типы хвостовиков; б - соединение с фанкой; 1 - линия центра тяжести сечения фанки связи с ребром; 2 - ось фанки фермы; 3 - ось профиля

## СОДЕРЖАНИЕ

### ВВЕДЕНИЕ

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ .....	3
2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.....	4
3 ОПРЕДЕЛЕНИЯ .....	4
4 ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ, БЕЗОПАСНОСТИ, ДОЛГОВЕЧНОСТИ И ЭКОНОМИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ.....	4
5 МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНСТРУКЦИЙ И СОЕДИНЕНИЙ И ПРИНЦИПЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ РАСЧЕТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК.....	6
6 ПРИНЦИПЫ РАСЧЕТА КОНСТРУКЦИЙ, ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.....	9
7 РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОСЕВЫЕ СИЛЫ И ИЗГИБ. 13	
8 РАСЧЕТНЫЕ ДЛИНЫ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....	31
9 ПРОВЕРКА УСТОЙЧИВОСТИ СТЕНОК И ПОЯСНЫХ ЛИСТОВ ИЗГИБАЕМЫХ И СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.....	41
10 РАСЧЕТ ЛИСТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ .....	55
11 РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА УСТАЛОСТЬ.....	61
12 РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ПРОЧНОСТЬ С УЧЕТОМ ХРУПКОГО РАЗРУШЕНИЯ.....	62
13 РАСЧЕТ СОЕДИНЕНИЙ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ .....	63
14 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО КОНСТРУИРОВАНИЮ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ И СООРУЖЕНИЙ .....	69
15 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ .....	74
16 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.....	82
17 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ОПОР ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ, КОНСТРУКЦИЙ ОТКРЫТЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ И ЛИНИЙ КОНТАКТНЫХ СЕТЕЙ ТРАНСПОРТА .....	83
18 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ КОНСТРУКЦИЙ АНТЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ (АС) СВЯЗИ ВЫСОТОЙ ДО 500 м.....	88
19 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ РЕЧНЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ .....	91

20 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ БАЛОК С ГИБКОЙ СТЕНКОЙ.....	92
21 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ БАЛОК С ПЕРФОРИРОВАННОЙ СТЕНКОЙ.....	95
22 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ.....	97
Приложение А (Справочное) НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ .....	103
Приложение В (Рекомендуемое) ТЕРМИНЫ И ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	107
Приложение С (Справочное) ОСНОВНЫЕ БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ВЕЛИЧИН.....	111
Приложение D (Обязательное) МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНСТРУКЦИЙ И СОЕДИНЕНИЙ .....	115
Приложение E (Обязательное, кроме оговоренного) РАСЧЕТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ И СОЕДИНЕНИЙ .....	120
Приложение F (Обязательное) КОЭФФИЦИЕНТЫ УСЛОВИЙ РАБОТЫ .....	129
Приложение G (Обязательное) КОЭФФИЦИЕНТЫ $\varphi_b$ ДЛЯ РАСЧЕТА БАЛОК НА УСТОЙЧИВОСТЬ.....	133
Приложение H (Обязательное) КОЭФФИЦИЕНТЫ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ СЕЧЕНИЯ $\eta$ .....	139
Приложение J (Обязательное) КОЭФФИЦИЕНТЫ ДЛЯ РАСЧЕТА НА УСТОЙЧИВОСТЬ ЦЕНТРАЛЬНО- , ВНЕЦЕНТРЕННО-СЖАТЫХ И СЖАТО-ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ .....	145
Приложение K (Обязательное) ПРЕДЕЛЬНЫЕ ГИБКОСТИ СЖАТЫХ И РАСТЯНУТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ .....	151
Приложение L (Рекомендуемое) ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ И СОЕДИНЕНИЙ ПРИ РАСЧЕТЕ НА УСТАЛОСТЬ .....	153
Приложение M (Рекомендуемое) УЗЛЫ ФЕРМ С НЕПОСРЕДСТВЕННЫМ КРЕПЛЕНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ РЕШЕТКИ К ПОЯСАМ ФЕРМ И УЗЛЫ СВЯЗЕЙ ИЗ ГНУТОСВАРНЫХ ПРОФИЛЕЙ .....	157