

Сәулет, қала құрылысы және құрылыс
саласындағы мемлекеттік нормативтер
ҚР НОРМАТИВТІК–ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛЫ

Государственные нормативы в области
архитектуры, градостроительства и строительства
НОРМАТИВНО–ТЕХНИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ РК

**БОЛАТ ТЕМІРБЕТОН КОНСТРУКЦИЯЛАРДЫ
ЖОБАЛАУ. ҚҰБЫР-БЕТОН КОНСТРУКЦИЯЛАР
БӨЛІМІ**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ
КОНСТРУКЦИЙ. ЧАСТЬ. ТРУБОБЕТОННЫЕ
КОНСТРУКЦИИ**

ҚР НТҚ 04-01-1.4-2012
(ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 әзірленген)
НТП РК 04-01-1.4-2012
(к СН РК EN 1994-1-1:2004/2011)

Ресми басылым
Издание официальное

Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігінің Құрылыс,
тұрғын үй–коммуналдық шаруашылық істері және жер ресурстарын
басқару комитеті

Комитет по делам строительства, жилищно–коммунального хозяйства и
управления земельными ресурсами Министерства национальной
экономики Республики Казахстан

Астана 2015

АЛҒЫ СӨЗ

- 1. ӘЗІРЛЕГЕН:** «ҚазҚСҒЗИ» АҚ, «ИННОБИЛД» ЖШС
- 2. ҰСЫНҒАН:** Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігінің Құрылыс, тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері және жер ресурстарын басқару комитетінің Техникалық реттеу және нормалау басқармасы
- 3. БЕКІТІЛІП, ҚОЛДАНЫСҚА ЕНГІЗІЛГЕН:** Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігі Құрылыс, тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері және жер ресурстарын басқару комитетінің 2014 жылғы 29-желтоқсандағы № 156-НҚ бұйрығымен 2015 жылғы 1-шілдеден бастап

ПРЕДИСЛОВИЕ

- 1. РАЗРАБОТАН:** АО «КазНИИСА», ТОО «ИННОБИЛД»
- 2. ПРЕДСТАВЛЕН:** Управлением технического регулирования и нормирования Комитета по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики Республики Казахстан
- 3. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ:** Приказом Комитета по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики Республики Казахстан от «29» декабря 2014 года № 156-НҚ с 1 июля 2015 года

Осы мемлекеттік нормативті Қазақстан Республикасының сәулет, қала құрылысы және құрылыс істері жөніндегі уәкілетті мемлекеттік органның рұқсатысыз ресми басылым ретінде толық немесе ішінара қайта басуға, көбейтуге және таратуға болмайды

Настоящий государственный норматив не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения уполномоченного государственного органа по делам архитектуры, градостроительства и строительства Республики Казахстан

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	IV
1 Қолдану саласы	1
2 Нормативті сілтемелер.....	2
3 Терминдер мен анықтамалар	2
4 Белгілер мен қысқартулар	4
5 Жобалау бойынша жалпы ережелер.....	6
5.1 Құбырбетонның жалпы сипаттамасы.....	6
5.2 Материалдар	7
5.2.1 Бетон.....	7
5.2.2 Конструкциялық болат	9
5.2.3 Арматура	10
5.2.4 Жалғау элементтері.....	10
5.3 Құбырбетонның кернеулік-деформациялық күйі	11
5.4 Есептеу әдістері.....	12
6 Сығылған құбырбетон элементтерінің есебі	13
6.1 Жалпы тұрақтылыққа жүргізілетін есеп.....	13
6.2 Жергілікті тұрақтылықты тексеру	18
6.3 Жүктеменің жергілікті салынуы.....	19
А қосымшасы (ақпараттық) Құбырбетон конструкцияларын пайдалану саласы.....	32
Б қосымшасы (ақпараттық) Құбырбетон элементтерін құрастыру.....	44
В қосымшасы (ақпараттық) ГОСТ бойынша болат құбырлардың сұрыптамасы.....	61
Г қосымшасы (ақпараттық) Еуропалық болат құбырларының каталогы.....	100
Библиография	114

КІРІСПЕ

Осы нормативтік-техникалық құрал «Қазақ құрылыс және сәулет ғылыми-зерттеу және жобалау институты» акционерлік қоғамы («ҚазҚСҒЗИ» АҚ) дайындаған.

Осы нормативтік-техникалық құралда келтірілген:

- ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 6-тарау құрамындағы құбырбетон конструкцияларын жобалаудың принциптері және ережелері;

- ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 2-6-Тарауларда келтірілген қағидаларды және ережелерді дамыту ережелері;

- Жобалау тәжірибесіндегі ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 6-тараудағы ережелерді пайдалануды суреттейтін мысалдар.

ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 ережесінен басқа, осы нормативтік-техникалық құралды әзірлегенде, есепке алынды:

–ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 арналған Ұлттық қосымша ережелері;

– ҚР ҚН EN 1990:2002+A1:2005/2011 ережелеріне сәйкес «Құрылыстық жобалаудың негіздері»;

– ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 ережесіне сәйкес «Болат конструкцияларын жобалау. 1-1-бөлім. Жалпы ережелер және ғимаратқа арналған ережелер»;

– құбырбетон конструкциялары саласында мамандандырылған шет ел ұйымдарымен орындалған зерттеу нәтижелерін және жоба шешімдерін мақұлдау.

Әзірленген құжат ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 баяндалған талаптарды пайдаланудың тәжірбиелік құралы және құбырбетон конструкцияларын есептеу және құрастыру бойынша қосымша материалы болып табылады.

Осы нормативтік-техникалық құрал инженерлік-техникалық қызметкерлерге, жобалық өнімге тапсырыс берушілерге, жоғарғы оқу орындардағы мұғалімдерге және студенттерге арналған.

Қазақстан Республикасында ерікті түрде нормативті құжат ретінде қолдану үшін қолданысқа енгізіледі.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ НОРМАТИВТІК–ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛЫ
НОРМАТИВНО–ТЕХНИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
БОЛАТ ТЕМІРБЕТОН КОНСТРУКЦИЯЛАРДЫ ЖОБАЛАУ. ҚҰБЫР-БЕТОН
КОНСТРУКЦИЯЛАР БӨЛІМІ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ. ЧАСТЬ.
ТРУБОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Енгізілген күні - 2015-07-01

1 ҚОЛДАНЫЛУ САЛАСЫ

1.1 Осы нормативтік-техникалық құралы ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 «Болаттемірбетон конструкцияларын жобалау. 1-1-бөлім. Жалпы ережелер және ғимаратқа арналған ережелер» ережелерін дамытуға және құбырбетон конструкцияларын жобалау барысында пайдалануға арналған.

1.2 Осы нормативтік-техникалық «Болаттемірбетон конструкцияларын жобалау. 1-1-бөлім. Құбырбетон конструкциялары» құралы ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 келесі тарауларда келтірілген қағидаларын және ережелерін құрайды және дамытады:

- 1- Тарау «Жалпы ережелер»;
- 2- Тарау «Есеп бойынша ережелер негізі»;
- 3- Тарау «Материалдар»;
- 5- Тарау «Конструкцияларды есептеу»;
- 6- Тарау «Көтергіш қасиеттері бойынша соңғы жағдайы».

1.3 ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 1.3 келтірілген қағидаларын және ережелері, жалпы және арнаулы деп бөлінеді.

ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 1-6 -Тарауларында және осы нормативтік-техникалық құралда құбырбетон конструкцияларына және олардың құралымдық элементтеріне арналған жалпы болып табылатын қағидаларын және ережелері келтірілген.

Жалпы қағидаларын және ережелерін толықтыратын құбырбетон конструкцияларын жобалаудың арнайы қағидаларын және ережелер мыналардан тұрады:

–ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 1, 2, 3, 5, 6-тарауларында және құралға сәйкес келуінде.

1.4 Осы құжаттың мақсаты болып құбырбетон конструкцияларын есептеуді және жобалауды қамтамасыз ету табылады.

1.5 Сәйкес нормативтерде әзірлегенге дейін ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 ескертілмеген талаптар құбырбетон конструкцияларында жобалауын арнайы зерттеулер нәтижелерінде негізделген, арнайы техникалық шарттарда жүзеге асыру қажет.

2 НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР

Осы құралды пайдалану үшін келесі сілтемелі құжаттар қажет. Мерзімі көрсетілген сілтемелер үшін тек сілтемелі құжаттың көрсетілген басылымы ғана пайдаланады, ал мерзімі көрсетілмеген сілтемелер үшін сілтемелі құжаттың соңғы басылымы (оның барлық өзгертулерін қоса алғанда) пайдаланады:

ҚР ҚН EN 1990:2002+A1:2005/2011 Құрылыстық жобалау негіздері.

ҚР ҚН EN 1991-1-1:2002/2011 Көтергіш қасиеттеріне әсер ету. 1-1-бөлім. Меншіктік салмағы, ғимаратқа тұрақты және уақытша жүктемелер.

ҚР ҚН EN 1992-1-1:2004/2011 Темірбетон конструкцияларын жобалау. 1-1-бөлім. Жалпы ережелер және ғимаратқа арналған ережелер.

ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 Болат конструкцияларын жобалау. 1-1-бөлім. Жалпы ережелер және ғимаратқа арналған ережелер.

ҚР ҚН EN 1993-1-3:2005/2011 Болат конструкцияларын жобалау. 1-3-бөлім. Суықтай пішімделген элементтерге және пішімделген табактарға арналған қосымша ережелер.

ҚР ҚН EN 1993-1-8:2005/2011 Болат конструкцияларын жобалау. 1-8-бөлім. Қосылыстарды есептеу.

ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 Болаттемірбетон конструкцияларын жобалау. 1-1-бөлім. Жалпы ережелер және ғимаратқа арналған ережелер.

ҚР СТ EN 10025-1 Ыстықтай өңделген конструктивті болаттан жасалған бұйымдар. Жеткізудің жалпы шарттары.

ҚР СТ EN 10080 Темірбетон конструкцияларына арналған арматура. Дәнекерлі арматура. Жалпы ережелер.

ҚР СТ EN 10149-3 Суық пішімге келтіру үшін ыстықтай өңделген жоғарғы беріктіктен жасалған табакты илемделген темір бұйым. Тұрақтандырылған өңделген болатты жеткізу шарттары.

Ескертпе – Осы нормативтік-техникалық құралды мақсатты түрде пайдаланғанда, ағымды жыл күйіне байланысты жыл сайын құрастырылатын «Қазақстан Республикасының аумағында әсер ететін сәулет, қала құрылысы және құрылыс саласында нормативтік құқықтық және нормативтік-техникалық актілердің тізімі», «Қазақстан Республикасының стандарттауы бойынша нормативтік құжаттардың көрсеткіші» және «Мемлекет аралық нормативтік құжаттар көрсеткіші» аппараты бойынша сілтемелі құжаттардың әрекеттерін тексеру. Егер сілтемелі құжат алмастырылған (өзгертілген) болса, осы стандартты пайдалану барысында алмастырылған (өзгертілген) құжатты пайдалану қажет. Егер сілтемелі құжат алмастырусыз жойылған болса, өзінде соған сілтеме берілген ереже сол сілтемеге қатысты емес бөлігінде пайдаланылады.

3 ТЕРМИНДЕР МЕН АНЫҚТАМАЛАР

Осы нормативтік-техникалық құралда ҚР ҚН EN 1990:2002+A1:2005/2011, ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 және ҚР ҚН EN 1993 бойынша терминдер пайдаланылады, сондай-ақ, сәйкес келетін анықтамалары бар келесі терминдер де пайдаланылады:

3.1 Конструкцияны есептеу (structural analysis): Кез келген конструкциядағы нүктеде әсер ету тиімділігінің (күштер, моменттер, кернеу, деформация) тәртібін немесе алгоритмін анықтау.

Ескертпе – Әр түрлі моделдерді пайдалана отырып, үш деңгейде есептеу жұмыстарын жүргізуге болады: жалпы есептеу, жеке конструкциялық элементтерді есептеу, локальді (жергілікті) есептеу.

3.2 Материалдың немесе бұйымның қасиетін есептеу мәні (X_d немесе R_d) (design value of a material or product property (X_d or R_d)): Материалдың немесе бұйымның қасиеттік X_k мәнін немесе конструктивті элементтің R_k мәнін γ_m немесе γ_M жеке коэффициентіне бөлу нәтижесінде табылатын, немесе, ерекше жағдайларда, тікелей анықталатын мән.

3.3 Имараттар моделі (structural model): жобалау барысында есептеулер және есептік тексерулерде пайдаланылатын имараттың дәріптелген сызбасы

3.4 Шекті көтергіш қабілеті бойынша есептеу (capacity design): қосылыстардың және басқа бөліктердің беріктігін қамтамасыз ету шартымен пластикалық деформациялаудың қарастырылатын элементінде даму ықтималдылығын ескеретін есептеу әдісі.

3.5 Негізгі құрамдас бөлік (торап) (basic component (of a joint)): Оның конструктивті қасиетін анықтайтын торап бөлігі.

3.6 Қосылыс (connection): Конструкциялық элементтерінің өзара бекітілуі.

3.7 Жалғанатын элемент (connected member): Конструкцияның көтергіш және көтергіш емес бөліміне қосылатын кез келген элемент.

3.8 Торап (joint): Конструкцияның екі не одан да көп элементтерінің қосылу орны.

3.9 Болаттемірбетонды элемент (composite member): Бетондар және болаттар мен бір құрамдас бөліктен басқа бір бөлігін жыртып алатын жерлер арасында өзара бойлай жылжуды шектейтін, қосылыстармен қосылған бетоннан және конструктивтік немесе суық деформацияланған болаттан жасалған құрамдас бөліктері бар конструктивтік элементі.

3.10 Жылжымалы қосылыс (shear connection): Екі құрамдас бөлікті бір конструктивтік элементінің бөлігі ретінде есептеу мүмкіндігін беретін бетон және болаттемірбетонды элементтің болат құрамдас бөліктердің арасындағы қосылыс.

3.11 Болаттемірбетонды қаңқа (composite frame): Бірнеше немесе барлық элементтері болаттемірбетоннан болатын, ал қалған элементтер-болат болып табылатын қаңқа.

3.12 Конструктивтік жүйесі (structural system): Гимараттар мен имараттардың ортақ жұмыс істеу ерекшелігі бар көтергіш және конструктивтік элементтерін өзара орналастыру және қосу.

3.13 Есептеу шарттары (design criteria): Әрбір шектік күй үшін орындалуы қажет болатын шарттарды суреттейтін сандық көрсеткіштер.

3.14 Беріктік (strength): Материалдың әсер етуге төзімділік қабілетін сипаттайтын, әдетте механикалық кернеудегі бірліктерде көрсетілетін механикалық қасиеті.

3.15 Сенімділік (reliability): Имараттың немесе оның конструктивтік элементінің есептік пайдалану мерзімінің барысында белгіленген талаптарға сәйкес келу қабілеті. Сенімділік әдетте ықтималды мәндерде көрсетіледі.

Ескертпе – Сенімділік мағынасы қауіпсіздікті, пайдалану жарамдылығын және имараттың ұзақ уақыт төзімділігін қамтиды.

3.16 Жарықшағы жоқ бетонның иілу қаттылығы (un-cracked flexural stiffness):

Болаттемірбетонды элементінің көлденең қимасының $E_a I_1$ қаттылығы, мұндағы I_1 – созылған бетонда жарылған жерлердің жоқ болу болжамамымен есептеп шығарылған болатқа келтірілетін тиімді қиманың инерцияланған сәті.

3.17 Жарықшағы бар бетонның иілу қаттылығы (cracked flexural stiffness):

Болаттемірбетонды элементінің көлденең қиманың $E_a I_2$ қаттылығы, мұндағы I_2 – созылған бетонды ескерусіз, бірақ арматураны ескере отырып есептеп шығарылған болатқа келтірілген тиімді болаттемірбетонды элементтің инерцияланған моменті.

3.18 Болаттемірбетонды баған (composite column): Тұтас арматуралы темірбетонды баған.

3.19 Болаттемірбетонды плита (composite slab): Белгілі бір қалыпқа келтірілген болат табақтар бастапқы кезде алынбайтын қалып ретінде пайдаланатын, содан кейін бетонмен конструктивті бірігіп және ол қатайғаннан кейін сыртқы созылған арматура ретінде жұмыс істейтін аражабын плитасы.

3.20 Болаттемірбетонды торап (composite joint): Екі болаттемірбетонды элементтің, болат немесе темірбетон элементпен болаттемірбетонды элементтің қосылу орны.

3.21 Құбырбетон конструкциялар (structural composite tube): Бетонмен толтырылған дөңгелек немесе қорапты қималы құбырлар түріндегі болат қабынан тұратын конструкциялар.

4 БЕЛГІЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

Осы құралда келесі белгілеулер қабылданды:

- A – созылған бетонды есепке алмағандағы болаттемірбетонның көлденең қимасының тиімді ауданы;
- A_a – болат элементтің көлденең қимасының ауданы;
- A_c – бетонның көлденең қимасының ауданы;
- A_{ct} – бетонның созылған аймағының көлденең қимасының ауданы;
- A_{fc} – сығылған сөренің (белдеудің) көлденең қимасының ауданы;
- A_s – арматураның көлденең қимасының ауданы;
- A_1 – қалыптың астындағы жүк ауданы;
- E_a – конструктивті болаттың серпінді модулі;
- $E_{c,eff}$ – бетонның серпімділік модулінің тиімділігі;
- E_s – арматуралы болаттың серпімділік модулінің есептік мәні;
- $(EI)_{eff}$ – шартты иілуді есеп шығару барысындағы тиімді иілгіш қаттылық;
- $(EI)_{eff,II}$ – екінші тәртіп тиімділігін есепке ала отыра есептейтін тиімді иілгіш қаттылығы;
- I – созылған бетонды есепке алмай отыра есептелген болатқа келтірілген тиімді болаттемірбетон қиманың инерцияланған моменті;
- I_a – болат элементтің инерцияланған моменті;
- I_c – жарықшасыз бетон қимасының инерцияланған моменті;
- I_s – болат арматурасының инерцияланған моменті;
- I_1 – созылған бетонда жарылған жерлердің жоқ болу болжамымен есептеп шығарылған болатқа келтірілетін тиімді қиманың инерцияланған моменті.

- I_2 – созылған бетонды ескерусіз, бірақ арматураны ескере отырып есептеп шығарылған болатқа келтірілген тиімді болаттемірбетонды элементтің инерцияланған моменті.
- $K_e, K_{e,II}$ – болаттемірбетонды бағандарды есептеу барысындағы түзету коэффициенттері;
- K_0 – болаттемірбетонды бағандарды есептеу барысындағы дәлдеу коэффициенті;
- $M_{a,Ed}$ – болат қимасына келтірілген есептік иілгіш моменті;
- $M_{c,Ed}$ – болаттемірбетонды қимасына келтірілген есептік иілгіш моментінің бір бөлігі;
- $M_{pl,N,Rd}$ – бойлық сығатын күшті есептей отыра, пластикалық кезеңде иілу моменті бойынша қиманың көтергіш қабілеттінің есептік мәні;
- $M_{pl,Rd}$ – толық сығылу барысында пластикалық кезеңде иілу моментімен болаттемірбетонды қимасының көтергіш қабілеттінің есептік мәні;
- N – бойлық сығушы күш ;
- $N_{cr,eff}$ – қаттылықтың тиімді иілгіштігі сәйкес келетін болаттемірбетонды бағанға серпімді қауіпті жүктемесі;
- N_{cr} – серпімділік кезеңдегі қауіпті ось күші;
- N_{c1} – келтірілген жүктемеден бойлық күштік есептік мәні;
- N_{Ed} – бойлық сығушы күштің есептік мәні;
- $N_{G,Ed}$ – бойлық сығушы күштің тұрақты бөлігінің есептік мәні;
- $N_{pl,Rd}$ – пластикалық кезеңде осьтік сығушы күш бойымен болаттемірбетонды қимасының көтергіш қабілеттінің есептік мәні;
- $N_{pl,Rk}$ – болаттемірбетонды қимасының пластикалық кезеңде осьтік сығушы күш бойымен көтергіш қабілеттің нормативті мәні;
- $N_{pm,Rd}$ – бетонның осьтік сығушы күштің барлық бойымен көтергіш қабілеттінің есептік мәні;
- N_s – болат арматураның пластикалық кезеңде осьтік сығушы күш бойымен көтергіш қабілеттінің есептік мәні;
- N_{sd} – болат арматураның пластикалық кезеңде осьтік созылатын күш бойымен көтергіш қабілеттінің есептік мәні;
- $V_{a,Ed}$ – болат қимаға әсер ететін жылжушы күштің есептік мәні;
- $V_{b,Rd}$ – болат қабырғасының жылжу барысында орнықтылыққа арналған көтергіш қабілетінің есептік мәні;
- V_{Ed} – болаттемірбетонды қимаға әсер ететін қозғалушы күштің есептік мәні;
- $V_{l,Rd}$ – жылжудағы көтергіш қабілеттінің есептік мәні;
- d – дөңгелек кескінді құбырдың сыртқы диаметрі; бағанның минималды көлденең өлшемі;
- e – жүктеме түсуінің эксцентриситеті;
- f_{cd} – сығуға бетонның цилиндрлік беріктілігінің есептік мәні;
- f_{ck} – 28 тәулік шамасында сығуға бетонның цилиндрлік беріктілігінің сипаттамалық мәні;
- f_{sd} – арматуралы болаттың шекті ағымының есептік мәні;
- f_{sk} – арматуралы болаттың шекті ағымын сипаттайтын мәні;
- f_u – созылуға арналған уақытша кедергіге тапсырылған мәні;
- f_y – конструктивті болаттың шекті ағымының номиналды мәні;
- f_{yd} – конструктивті болаттың шекті ағымының есептік мәні;

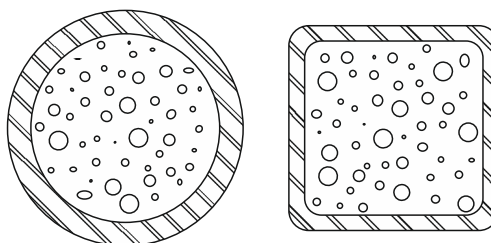
- w_k – жарылудың ашылу енін есептік мәні;
- α_M – болаттемірбетонды тіреуіштің иілуіне қатысты коэффициенті;
- α_{My}, α_{Mz} – салыстырмалы у-у және z-z осіне сәйкес келетін болаттемірбетонды бағанның иілуіне қатысты коэффициенті;
- γ_C – бетонға арналған қауіпсіздіктің жеке коэффициенті;
- γ_{M0} – көлденең қомасының көтергіш қабілетін есептеу барысында конструктивті болатқа арналған қауіпсіздіктің жеке коэффициенті, ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 (6.1(1)) қараңыз;
- γ_{M1} – тұрақтылық бойынша элементтердің көтергіш қабілетін есептеу барысында конструктивті болатқа арналған қауіпсіздіктің жеке коэффициенті, ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 (6.1(1)) қараңыз;
- γ_S – арматуралы болатқа арналған қауіпсіздіктің жеке коэффициенті;
- δ_{uk} – жылжудың деформациясын сипаттайтын мәні;
- ε – $\sqrt{235 / f_y}$ мұндағы f_y МПа өлшенген;
- η – жылжымалы қосылыстарды пайдалану дәрежесі; коэффициенті;
- η_a, η_{a0} – бетонның сығылу әсерін ескеретін коэффициенттері;
- $\eta_c, \eta_{co}, \eta_{cL}$ – бетонның сығылу әсерін ескеретін коэффициенттері;
- $\bar{\lambda}$ – иілу шарты;
- ρ_s – арматуралау коэффициенті;
- $\sigma_{com,c,Ed}$ – монолиттеу бетонындағы бойлық күшті есептеу әрекетінен остік сығылатын кернеуі;
- τ_{Rd} – жылжуға арналған есептік беріктік;
- φ – жылжыту коэффициенті.

5 ЖОБАЛАУ БОЙЫНША ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕР

5.1 Құбырбетонның жалпы сипаттамасы

5.1.1 Құбырдағы металл құбыр бір уақытта бойлық және көлденең арматураланған функцияларын орындайды. Бетон ядросының көлденең деформациялану шектігінен оның ішінде микросызаттардың және ұлғаятын беріктіктің дамуына кедергі болатын жан жақты сығылу дами бастайды.

5.1.2 Құбырбетон элементтерін дөңгелек немесе шаршы түріндегі қимада орындау қажет. (5.1-сурет). Тікбұрышты көлденең қимасы бар элементтердің тиімділігі аз, өйткені соның ішіндегі металл қабырғалардың деформациялауы жоғары болғандықтан көлемді сығылған бетонды ядросының беріктілік қасиетін тиімді пайдалану мүмкін емес.



5.1-сурет – Құбырбетонды элементтердің қимасы [7]

5.1.3 Құбырбетонды элементтер тұйықталмаған қималардың элементтерімен салыстырғанда айналдыруға жоғары қаттылыққа, сондай-ақ, конструкцияның кенет бұзылу қаупін болдырмайтын шекті күйде жұмыстың пластикалық сипатымен болатын жоғары сенімділікке ие болады.

5.1.4 Құбырбетонды элементтер сейсмикалық және соғу әсерлеріне жоғары тұрақтылығымен, металл конструкциясына қарағанда жоғары өртке төзімділігімен – мысалы диаметрі 400 мм - 500 мм қималар үшін ол оттан қорғау жабуларын пайдаланусыз 2,5 сағат бойы құрай алуымен сипатталады.

5.1.5 Құбырбетоннан жасалған ғимараттардың қаңқасын тұрғызу жылдамдығы темірбетонға қарағанда 3 - 4 есе жоғары, ал дәнекерлеу жұмыстары 2 - 3 есе қысқартылады. Ғимаратты тұрғызу барысында болат құбыр ғимараттың бастапқы қаңқасының және бетонға арналған алынбайтын қалыптың басты ролін атқарады.

5.1.6 Құбырбетонды пайдалану болат пен бетонның шығынын азайтуға (болатты үнемдеу металл конструкциясына қарағанда 50 % жетуі мүмкін, ал құбырбетонды конструкциялар салмағы темірбетондармен салыстырғанда 80 % дейін азайтылады), ғимарат қаңқасын монтаждау мерзімін 1,5 - 2 есеге қысқартуға, ғимараттың және имараттың қаңқасын тұрғызудың өзіндік бағасын 25 % - 30 % төмендету мүмкіндігін береді.

5.1.7 Құбырбетонды конструкцияларды әзірлеу және монтаждау барысында темірбетонмен салыстырғанда индустриалды болып табылады. Олар жеңіл және тасымалдауға жарамды, механикалық зақымдарға жақсы төтеп береді, жоғары эстетикалық қасиетке ие болады. Құбырбетон конструкциялары зауыттық жағдайларда да, құрылыс алаңдарында да дайындауға болады.

5.2 Материалдар

5.2.1 Бетон

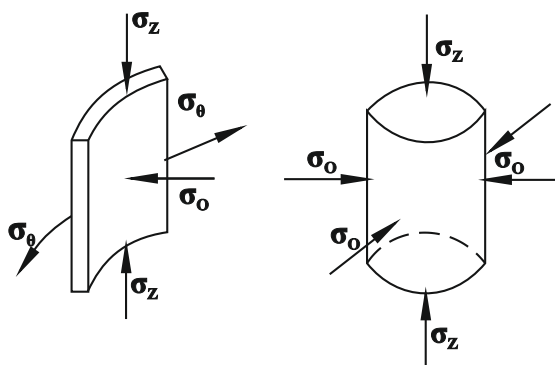
5.2.1.1 Құбырбетон конструкцияларын дайындау үшін беріктілік класы C20/25 төмен емес және C60/75 жоғары емес бетонна жүзеге асырылуы қажет. Кәдімгі бетонның беріктік және басқа механикалық параметрлер мәндерін ҚР ҚН EN 1992-1-1:2004/2011 3.1-кестесіне сәйкес қабылдау қажет.

5.2.1.2 Болат құбырларын бетонды қоспалармен толтыру жұмыстары үстінен құю жолымен де, сондай-ақ, төменнен жүктеу әдісі арқылы жүзеге аса алатындықтан, қозғалысы ҚР СТ EN 206-1 стандартына сәйкес 20 см - 25 см бетон қоспасын құю қажет.

5.2.1.3 ҚР ҚН EN 1992-1-1:2004/2011 сәйкес бетонға арналған қауіпсіздіктің жеке коэффициентін тұрақты және өтпелі есептік жағдайға 1,5 және ерекше есептік жағдайға 1,2 тең етіп қабылдау қажет.

5.2.1.4 Сығылған құбырбетонды қималарда бетонның созылуға беріктілігіне талаптар қойылмауы мүмкін.

5.2.1.5 Дөңгелек пішінді қималы құбырбетон конструкцияларында бетон көп осьті сығу жағдайларында жұмыс істейтін болғандықтан, ҚР ҚН EN 1994-1-1:2005/2011 6.7.3.2 (6) тармағына сәйкес есептеулер барысында оның беріктендірілуі есепке алына алады. Металл құбырлар қабы сығудан өзге тік қималардағы созылау әсерінде болады (5.2-сурет). Құрсау әсерінің мәндері бетон беріктілігіне, құбырбетонды элементтің иілу мәніне жүктеменің салыстырмалы эксцентриситетіне және бетонның құбырмен түйісу бетіне кері пропорционал [2].



5.2-сурет- Дөңгелек кескінді металл құбырдағы көп негізді сығу [9]

5.2.1.6 Құбырбетон конструкцияларының тұрақтылыққа шекті күйін тексергенде, бетонның жылжуы мен шөгуінен болатын әсерлерді ескеру қажет. Бұл әсерлер көп жағдайда үздіксіз жүктемемер әрекетінен қарастырылады. Жүктеудің ұзақ уақыт процесінде бетонның жылжу нәтижесінде бетон ядросы мен болат құбар арасында ішкі күш түсіруді қайта тарату жүреді: күш түсіру құбырда өседі де, бетондағы азаяды. Болат құрсауда жылжу деформациясы кәдімгі темірбетонмен салыстырғанда аз болғанына қармастан, олардың мәндерін ҚР ҚН EN 1992-1-1:2004/2011 көрсетілген нормаларға сәйкес анықтау қажет.

5.2.1.7 Бетон шөгуінің толық салыстырмалы деформациясы кебу барысындағы шөгудің салыстырмалы деформациясынан ε_{cd} және бетон қатаяюы барысындағы шөгудің салыстырмалы деформациясынан ε_{cs} тұрады. Кәдімгі бетонның еркін шөгуіндегі толық деформациясының мөлшерлі мәндерін есептеу барысында құрғақ орта шартында $\varepsilon_{cs} = 325 \times 10^{-6}$ және басқа шарттарда $\varepsilon_{cs} = 200 \times 10^{-6}$ деп қабылдауға болады.

5.2.1.8 Болат құбырда қатаятын бетонның шөгуі ауада қатаятын бетонның шөгуінен аз болады. Бетон жабық құрсауда қатайғанда оның барлық бағытта ісінуі пайда болады, сонымен қатар болашақ көлденең деформациясында көп жылдар бойы сақталады. Шөгудің мөлшеріне болат құбырдың диаметрі және оның қабырға қалыңдығы, сондай-ақ, цемент түрі әсер етеді.

5.2.1.9 Бетонның көрінетін шөгуі салдарынан оның және ішкі құбырдың бет жағының арасында ілінісу бұзылуы мүмкін. Бетонды өзек мен құбыр арасындағы қуыстардың түзілуі олардың бірге жұмыс істеуінің бұзылуына әкеп соғуы мүмкін. Сонымен қатар, құбырдың ішкі бет жағы бақылауға келмейтін тот басуға душар болуы мүмкін, нәтижесінде өміршеңдігінің және құбырбетон конструкциясының көтергіш қабілетінің азаюына әкеледі. Бұл үлкен диаметрлі құбырбетон конструкциясына әсіресе тән құбылыс. Бұл кемшілікті жою үшін экспансивтік (өздігінен кернеуленетін) бетондарды, бетон қоспаларды ұзақ компрессиондық тығыздауды және басқа әдістерді пайдалану қажет. [1].

5.2.1.10 Құбырда бетонның қатаюы табиғи шарттарда да, жылу-ылғалды өңдеуде де жүзеге асырыла алады.

5.2.1.11 Құбырбетон конструкциясының аязға төзімділік талаптары кәдімгі темірбетонды конструкциясына қойылатын талаптарға ұқсас

5.2.2 Конструкциялық болат

5.2.2.1 Құбырбетон конструкциясын дайындау үшін қимасы дөңгелек пішінді болат құбырлардың келесі түрлерін пайдалануға болады:

- ГОСТ 8696-74 бойынша диаметрі 1200 мм дейінгі, электрлі дәнекерленген спиральді тігісі бар.

- ГОСТ 10704-91 бойынша диаметрі 1600 мм дейінгі, электрлі дәнекерленген түзу тігісті.

- ГОСТ 8732-78 бойынша диаметрі 820 мм дейінгі, тігіссіз, ыстықтай жаймаланған.

5.2.2.2 Отандық құрылыста құбырдың мейлінше көп қолданылатын тікбұрышты, шаршы және дөңгелек пішінді қималы сұрыптамасы осы құралдың В-қосымшасында, ал Г-қосымшасында - еуропа өндірушімен өндірілетін қимасы тікбұрышты және дөңгелек пішінді құбырлар келтірілген.

5.2.2.3 Қабырғасының қалыңдығының, диаметрінің және сопақтығының жоғарғы дәлдігімен ерекшеленетін электрлі дәнекерленген құбырларға ерекше ықылас беру қажет. Мейлінше үнемдісі болып құны осындай тігісі жоқ құбырлар құнының 40 % - 50 % құрайтын спиральді дәнекерленген болат құбырлары табылады. Ауыр жүктемелі құбырбетон конструкцияларына арналған құбырлардың жоғары механикалық сипаттамасына ие болатын аз легирленген болаттан жасалған құбырларды пайдалану қажет.

5.2.2.4 Ыстықтай жаймаланған конструкциялық болаттар мен жабық пішінді конструктивтік элементтеріне арналған болаттардың қасиеттерінің сипаттамасын ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 3.1-кестесіне сәйкес қабылдау қажет. Болаттың басқа маркаларының сипаттамасы ұлттық қосымшада келтірілуі мүмкін.

5.2.2.5 Конструктивті болатқа арналған ағу шегінің номиналды мәні және уақытша кедергісі $f_y = R_{ch}$ және $f_u = R_m$ тең келеді, сондай-ақ, ұлттық қосымшада айтылуы тиіс өндіруші зауыт немесе жеткізуші мәліметтерімен қабылданады. Бұл жағдайда ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 (3.2.2) сәйкес болаттың параметрлерімен сипатталатын созылымдылыққа қойылатын талаптарын қанағаттандыруы қажет:

– уақытша кедергісінің минималды созылудың мәні f_u ағу шегінің минималды шегіне f_y қатынасымен (ұсынылатын мәндер $f_u/f_y > 1,1$ немесе ұлттық қосымшасы бойынша қабылданады);

– ε_u шекті деформациясы f_u уақытша кедергіге сәйкес (ұсынылатын мәндер $\varepsilon_u > 15f_y/E$ немесе ұлттық қосымшасы бойынша қабылданады);

– ұзындықтағы $5,65 (A_0)^{0,5}$ үлгінің үзілуінен кейінгі салыстырмалы ұзаруы, мұндағы A_0 – көлденең қиманың бастапқы ауданы (салыстырмалы ұзарудың ұсынылатын мәндері кем дегенде 15 % немесе ұлттық қосымшасы бойынша қабылданады).

5.2.2.6 ҚР ҚН EN 1993-1-10:2005/2011 сәйкес, болат конструкциясы қызметінің есептік мерзімі аясында ең төменгі температурада пайдаланғанда созылатын және сығылатын элементтерінің морт бұзылуларын болдырмау үшін жеткілікті соққылық тұтқырлыққа ие болуы тиіс. Ең төменгі температураның мәні ұлттық қосымшада берілген.

5.2.2.7 ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 (3.2.6) сәйкес, конструкциялық болаттардың есебінде келесі физикалық сипаттамалардың мәндерін қабылдау қажет:

– серпімділік модулі $E = 210000$ МПа;

– жылжу модулі $G = 81000$ МПа;

– 0,3 тең Пуассон коэффициенті.

5.2.2.8 Болаттемірбетон конструкциясында температура ауытқуынан туындайтын күштерді, кернеулерді және деформацияны ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 сәйкестікте анықтағанда сызықты термиялық кеңею коэффициенті $10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ тең деп қабылданады.

5.2.3 Арматура

5.2.3.1 Арматуралы болат қасиетінің сипатамасын ҚР ҚН EN 1992-1-1:2004/2011 (С-қосымшасына) немесе ұлттық қосымша бойынша сәйкестікте қабылдау қажет.

5.2.3.2 Арматураға арналған γ_s қауіпсіздік коэффициентінің көтергіш қабілеті бойынша шекті күйін тексергенде тұрақты өтпелі есептік жағдайлар үшін $\gamma_s = 1,15$ және ерекше есептік жағдай үшін $\gamma_s = 1,0$ деп қабылданады. Арматураның шаршаңқы беріктігі ҚР СТ EN 10080 сәйкес тексеріледі.

5.2.3.3 Құбырбетон конструкциялары үшін арматураның серпімділік модулінің есептік мәнін конструктивті болат үшін ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 сәйкес $E_s = 210000$ МПа құрайтын өзінің мәніне тең етіп қабылдауға болады

5.2.4 Жалғау элементтері

Бетон мен құбырдың бірге жұмыс істеу сенімділігін қамтамасыз ету үшін Жалғау элементтерін пайдалану қажет (Б.1.8 қараңыз).

Қосылыстың есептік көтергіш қабілеті ҚР ҚН EN 1993-1-8:2005/2011 және ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 келтірілген талаптарын қанағаттандыруы қажет. Бекіту құралдарына және дәнекерлеу материалдарына қойылатын талаптар ҚР ҚН EN 1993-1-8:2005/2011 келтірілген.

5.3 Құбырбетонның кернеулік-деформациялық күйі

5.3.1 Құбырбетонда жүктеме басталғаннан бастап оның бұзылуына дейін кернеулік-деформациялық күйдің бірнеше кезең бар. Болмашы жүктемелер барысында болат құбыры серпімді деформацияланады. Жүктемелер өскен сайын бетонда микро жарылған жерлер түзілуімен және көлденең деформациясынан құбыр қабырғасына қысымның ұлғаюуымен сипатталатын иілмелі деформация қалыптаса бастайды. Жүктемесі ұлғайғауы одан әрі өскен сайын құбырда бойлық кернеуі құбырбетон элементінің көтергіш қабілетін жоғалтуына әкелетін ағым шегіне жетеді. Бетонды ядросының оқшауланған аумақтарында микро жарылған жерлердің қауіпті саны түзіледі және оның болат құбырмен ілінісу беріктігі бұзылады, осының салдарынан соңғысы жергілікті тұрақтылықты жоғалтады. Тәжірибе жүзінде құбыр қабырғасының жеткілікті қалыңдығы бар қысқа ортасынан сығылған құбырбетон элементін бұзу мүмкін емес екендігі орнатылды: жүктеменің өсу барысында элемент «көрік» пішінінде деформацияланады.

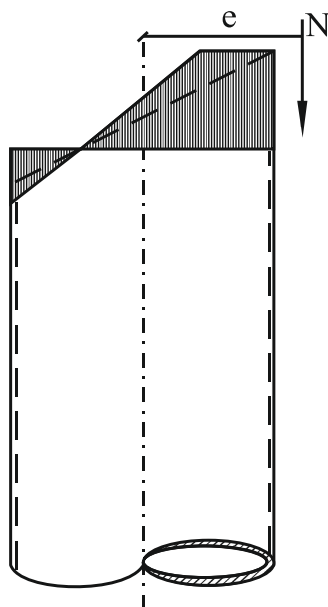
5.3.2 Бойлық сығушы күш әрекеті әсерінде болатын құбырбетонды элементтер эксцентриситетке қарамастан сығылған деп есептелінеді. Бұл жағдайда есепке алынбаған жайттардан туындайтын кездейсоқ эксцентриситет есептеу нәтижесінде анықталатын бойлық күштің эксцентриситетімен жиынтықталуы қажет.

5.3.3 Құбырбетонды элементтерінің есептік ұзындығы оларды ұштарында бекіту тәсілін металл конструкциясына арналған сияқты есепке ала отыра қабылдау қажет.

5.3.4 Құбырбетонды элементтердегі олардың көтергіш қабілетіне жүктеме салудың иілгіштігі және эксцентриситеті әсер етеді. Зерттеулер көрсеткендей, ортасынан сырт жерде жүктелген құбырбетонды элементтерде жүктеме өсуі жағдайында сығылған аймақтың биіктігі ұлғаймайды. Ол негізінен эксцентриситет ұлғаюына байланысты болады. (5.3-сурет).

5.3.5 Құбырбетонды элементтердің жүктемесін бұзатын үлкен эксцентриситеттерде элементтердің немесе болат құбырлардың дәстүрлі ортасынан сырт жерде сығылған темірбетонның көтергіш қабілетіне жақындай түседі [2].

5.3.6 Иілгіштің және эксцентриситеттің ұлғаюы барысында сығушы жүктеменің қосылысында құбырбетон конструкциясының тиімділігі төмендейді. Максималды әсерге қол l/d иілуі 20 аз болғанда және жүктеме ядро қимасының шегінде салынса жеткізіледі. Тәжірибелік-теориялық зерттеулер нәтижесінде $l/d=10-40$ бойлық иілу коэффициентінің тәуелділігі түзу сызыққа жақын екендігі белгіленді [2].



5.3-сурет – Ортасынан сырт жерде жүктелген құбырбетонды элементтердің кернеу күйі [1]

5.4 Есептеу әдістері

5.4.1 Құбырбетон конструкциялар құрылыс және пайдалану барысында болжанатын барлық әсерлерге олар сәйкес сенімділікпен қарсы тұра алатындай және ғимараттар мен имараттардың қызметтерінің жобаланған мерзімі барысында өміршеңдікке ие бола алатындай етіп есептеу қажет.

5.4.2 Беріктікке және тұрақтылыққа есеп жүргізу жұмыстарын жүктемелердің және әсерлердің барлық үйлесімдеріне жүргізу қажет. Бұл жағдайда жүктемелердің және әсерлердің тиімсіз үйлесімдерін ескере отырып, оларды әзірлеу, тасымалдау, монтаждау және пайдалану барысындағы конструкцияның барлық ең қолайсыз жұмыс жағдайларын қарастыру қажет.

5.4.3 Құбырбетон конструкцияларында туындаған күштерді құрылысты механика ережелеріне сәйкес біртекті серпімді денеге арналған сияқты анықтау қажет.

5.4.4 Құбырбетонды элементтердің беріктікке бойлық иілуді ескере отырып орындалатын есептеу жұмыстары барлық тұрақты және уақытша жүктеменің бір бөлігінің қолайсыз әсерлерін ескере отырып жүргізілулері тиіс. Уақытша жүктеменің ұзақ және қысқа мерзімді әсер етуші болып бөлінуі ҚР ҚН EN 1990:2002+A1:2005/2011 құрамында келтірілген. Динамикалық жүктеменің әсерін ҚР ҚН EN 1991-1-1:2002/2011 ұсыныстарымен сәйкес ескеру қажет.

5.4.5 Жобалау тәжірбиесінде ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 (6.7.2 және 6.7.3) сәйкес келесі есептеу әдістерін пайдалануға болады:

- Симметриялық емес немесе баған ұзындығы бойында көлденең қимасы құбылмалы элементтерге арналған жалпы әдіс;
- Ұзындығы бойында көлденең қимасы тұрақты және симметрияның екі осіне ие көп таралған элементтерге арналған қарапайымдалған әдіс.

5.4.6 Қарапайымдалған әдістерінің пайдалану шарттары болып табылады (ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 6.7.3.1 тарм.):

- иілу жазықтығындағы элементтің шартты иілу мәні $\bar{\lambda} \leq 2,0$ болуы тиіс;
- есепте қабылдануы мүмкін болатын бойлық арматуралау бетонның қимасының ауданы 6 % аспауы тиіс (ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 6.7.3.1(3) тарм.);
- құбырбетонды элементінің ұзындық бойымен тұрақты симметрияның екі осі бар қимасы болуы тиіс.

5.4.7 ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 сәйкес кез келген көлденең қиманың болаттемірбетонды сығылған элементтерінің есебі келесі тексерулерді қамтуы тиіс:

- элементтің көтергіш қабілетін;
- жергілікті тұрақтылықты;
- болат және бетон элементтерінің арасында жылжуға көтергіш қабілетін;
- жүктемені беру орындардағы беріктігін.

6 СЫҒЫЛҒАН ҚҰБЫРБЕТОН ЭЛЕМЕНТТЕРІН ЕСЕПТЕУ

6.1 Жалпы тұрақтылықты есептеу

6.1.1 [6.7.3.2] Құбырбетонды қимасының пластикалық кезеңдегі $N_{pl,Rd}$ сығылуға көтергіш қабілетін ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 (6.30) келесі Формуласы бойынша болаттың, бетонның және арматураның көтергіш қабілетінің қосындысы ретінде анықтау қажет:

$$N_{pl,Rd} = A_a \cdot f_{yd} + 0,85 \cdot A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{sd}, \quad (6.1)$$

мұндағы A_a , A_c , A_s – конструктивті болат, бетон және арматураның көлденең қимасының аудандары;

f_{yd} , f_{cd} , f_{sd} – конструктивті болат, бетон және арматураның есептік кедергісі.

$N_{pl,Rd}$ анықтау барысында ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 (6.7.3.2(6)) сәйкес құбырдың дөңгелек пішінді қимасы үшін оның құбырдағы күйдің көлемді кернеуі әсерінен бетонның беріктілігін есепке алуға болады.

6.1.2 [6.7.3.3(2)] тұрақтылығын есептеу барысында негізгі параметрлердің бірі болып қарастырып отырған иілу жазықтығы үшін ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 (6.39) формуласымен анықталатын бағанның $\bar{\lambda}$ шартты иілуі табылатын:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{N_{pl,Rk}}{N_{cr}}}, \quad (6.2)$$

мұндағы $N_{pl,Rk}$ – есептіктің орнына кедергінің сипаттамалық мәнін пайдаланатын, (6.1) Формуласымен анықталатын пластикалық кезеңдегі сығылуға көтергіш қабілеттің сипаттамалық мәні;

$N_{cr} - (EI)_{eff}$ тиімді иілмелі қаттылықты ескере отырып анықталатын тұрақтылықты жоғалтудың сәйкес қалпына арналған серпімді ауыспалық бойлық күш.

6.1.3 [6.7.3.3(3)] Құбырбетонды қиманың қаттылықтың тиімді иілуін ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 (6.40) келесі формуласымен анықтау қажет:

$$(EI)_{eff} = E_a I_a + E_s I_s + K_e E_{cm} I_c, \quad (6.3)$$

мұндағы $K_e = 0,6$ – түзету коэффициенті;

I_a , I_c және I_s – сәйкесінше қарастырылып отырған иілудің жазықтығы үшін болат қиманың, жарылған жері жоқ бетонның және арматураның инерция моменттері.

6.1.4 [6.7.3.3(4)] Серпімдік кезеңіндегі қаттылықтың тиімді иілуіне ұзақ әсерлердің әсер етуін E_{cm} бетонның серпімділік модулін ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 (6.41) Формуласымен редуциялау жолымен ескеру қажет:

$$E_{c,eff} = E_{cm} \cdot \frac{1}{1 + (N_{G,Ed} / N_{Ed}) \cdot \varphi_t}, \quad (6.4)$$

мұндағы φ_t – жылжу коэффициенті;

N_{Ed} – жиынтықты есептік бойлық күш;

$N_{G,Ed}$ – бойлық күштің тұрақты бөлігі.

6.1.5 [6.7.3.4(2)] Сығылған құбырбетон элементтерін тұрақтылыққа тексергенде ішкі күштерін екінші тәртіптің статикалық есебін пайдалана отырып анықтау қажет. Бұл жағдайда қаттылықтың есептік тиімді иілуі ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 (6.42) Формуласымен шығарылады:

$$(EI)_{eff,II} = K_o \cdot (E_a I_a + E_s I_s + K_{e,II} E_{cm} I_c), \quad (6.5)$$

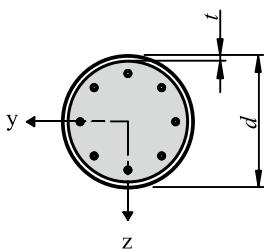
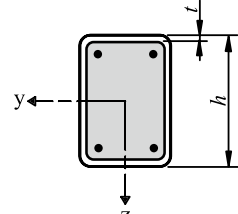
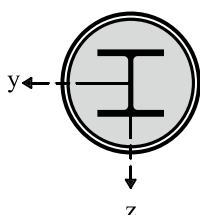
мұндағы $K_{e,II} = 0,5$ – түзету коэффициенті;

$K_o = 0,9$ – дәлдеу коэффициенті;

E_{cm} – (6.4) Формуласына сәйкес бетон жылжуын ескере отырып, жөнге келтіретін ұзақ әсерлерін ескергенде болатын бетонның серпімділік модулі

6.1.6 Құбырбетонды элементтердің есебінде геометриялық және конструктивтік кемшілік әсерлерін олардың эквивалентті геометриялық сипаттамасымен ауыстыра отырып ескеруге болады. (6.1-кесте).

6.1-кесте - Құбырбетонды элементтерге арналған тұрақтылықты жоғалтулардың және кемшіліктердің қисық сызығы (ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 6.7.3.6 тарм.)

Көлденең қимасы	Шектер	Оське қатысты тұрақтылықты жоғалту	Тұрақтылықты жоғалтудың қисық сызығы	Элементтің кемшілігі
Дөңгелек және тікбұрышты 	$\rho_s \leq 3 \%$	Кез келген	a	L/300
	$3 \% < \rho_s \leq 6 \%$	Кез келген	b	L/200
Қос таспалы өзекшесі бар дөңгелек 		y-y	b	L/200
		z-z	b	L/200
$\rho_s - A_s/A_c$ тең келетін арматуралау коэффициенті ; L – бағанның ұзындығы.				

6.1.7 [6.7.3.4(5)] Құбырбетонды элементтердің ұзындығы бойынша кемшілігі ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 (6.43) Формуласы бойынша k коэффициентіне M_{Ed} бірінші тәртіп есебімен анықталатын максималды есептік иілу моментін көбейтумен ескеруге болады:

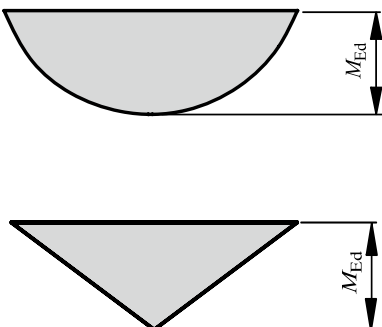

$$k = \frac{\beta}{1 - N_{Ed} / N_{cr,eff}} \geq 1,0, \quad (6.6)$$

мұндағы β – 6.2-кестеде келтірілген коэффициент;

$N_{cr,eff}$ – $(EI)_{eff,II}$ қаттылықтың тиімді иілуіне және бағанның зындығына тең келетін тиімді ұзындығына сәйкес қарастырылатын оське қатысты сындарлы бойлық күші.

Екінші тәртіптің әсерлерін деформациямен шығатын ішкі күш 10 % аса ұлғаятындай бірінші тәртіп есебімен анықталатын болса, ал серпімді сындарлы жүктеме 6.5-формуласынан $(EI)_{\text{eff,II}}$ қаттылықтың иілуін пайдалана отырып анықталған болса, ескермеуге болады.

6.2-кесте –Екінші тәртіп әсерлерін ескере отырып, моменттерді анықтауға арналған β коэффициенттері (ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 6.7.3.5 тарм.)

Сәттердің эпюрасы	β моментінің эпюрамен келтірілген коэффициенттері	ЕСКЕРТПЕ
	Жетілмеген элементтермен немесе көлденең жүктемемен ескерілген, бірінші тәртіптегі иілу моменті, $\beta = 1,0$	M_{Ed} – екінші тәртіп әсерлерін ескермей бағандар ұзындығымен максималдық иілу моменті
	Бағанның ұшындағы моменттер: $\beta = 0,66 + 0,44r$, бірақ $\beta \geq 0,44$	M_{Ed} и $r M_{\text{Ed}}$ – бірінші немесе екінші тәртіптің статикалық есебінен шыққан бағанның ұшындағы моменттері

6.1.8 [6.7.3.5(2)] Екі симметриялық оське қатысты ось сығылуында тұрақтылық бойынша құбырбетонды элементтің көтергіш қабілеті келесі шарттары орындалса ғана қамтамасыз етілген деп есептелінеді:

$$\frac{N_{\text{Ed}}}{\chi N_{\text{pl,Rd}}} \leq 1,0, \quad (6.7)$$

мұндағы N_{Ed} – есептік сығылу күші;

$N_{\text{pl,Rd}} = f_{\text{yd}}$ пайдалана отырып (6.1) Формуласымен анықталатын пластикалық кезеңдегі қиманың көтергіш қабілеті;

$\chi - \bar{\lambda}$ шартты иілу функциясы ретінде анықталатын және (6.1-кесте) тұрақтылықты жоғалтуының қисық сызығына сәйкес келетін азайту коэффициенті. Оның мәні ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 (6.3.1.2) келтірілген формуласында бар.

6.1.9 [6.7.3.6(1)] Сығушы күш пен иілу моментінің бірге әсер етуіндегі болаттемірбетонды элементтің көтергіш қабілеті ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 (6.45) Формуласы бойынша шартты қанағаттандыруы қажет:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,N,Rd}} = \frac{M_{Ed}}{\mu_d M_{pl,Rd}} \leq \alpha_M, \quad (6.8)$$

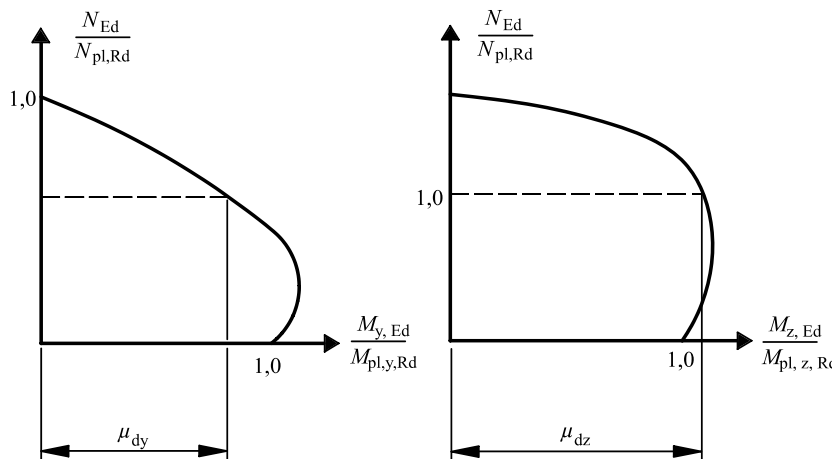
мұндағы M_{Ed} – геометриялық кемшіліктерін және екінші тәртіп әсерлерін ескере отырып шығарылатын максималдық есепті иілу моменті;

$M_{pl,Rd}$ – қиманың паластикалық кезеңде иілудегі көтергіш қабілеті;

$M_{pl,N,Rd}$ – N_{Ed} бойлық күштің әсерін ескере отырып, пластикалық кезеңде иілудегі болаттемірбетонды қимасының көтергіш қабілеті (6.1-суретке сәйкес $\mu_d M_{pl,Rd}$ тең);

α_M —0,9 тең келетін S235 бастап S355 дейінгі болат маркаларына және 0,8 тең келетін S420 бастап S460 дейінгі болат маркаларына қатысты колданатын коэффициент.

6.1.10 $\mu_d = \mu_{dy}$ немесе μ_{dz} коэффициенті қарастырылып отырған иілу жазығында $M_{pl,Rd}$ пластикалық кезеңде иілудегі көтергіш қабілетіне тәуелді болады (6.1-сурет). $\mu_d > 1,0$ мәні, N_{Ed} бойлық күшінің әсерінен туындаған M_{Ed} иілу моменті болған жағдайда мысалы, оны ортасынан сырт жерде салыну барысында қабылданады.



6.1-сурет – Сығылу және қисық иілу барысындағы өзара әсер етулер қисық сызығы (ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 6.7.3.6(2) тарм.)

6.1.11 [6.7.3.7(2)] Қисық иілуді туындай отырып екі жазықтықтарда ортасынан сырт жерде сығылғанда бағанның көтергіш қабілеті ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 (6.46-6.47) формуласы бойынша шарттарды қанағаттандыруы қажет:

$$\frac{M_{y,Ed}}{\mu_{dy} M_{pl,y,Rd}} \leq \alpha_{M,y}, \quad \frac{M_{z,Ed}}{\mu_{dz} M_{pl,z,Rd}} \leq \alpha_{M,z}, \quad (6.9)$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{\mu_{dy} M_{pl,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{\mu_{dz} M_{pl,z,Rd}} \leq 1,0, \quad (6.10)$$

мұндағы $M_{pl,y,Rd}$ және $M_{pl,z,Rd}$ – у және z иірудің жазықтығына сәйкес пластикалық кезеңде иілуге болаттемірбетонды қимасының көтергіш қабілеті;

$M_{y,Ed}$ және $M_{z,Ed}$ – екінші тәртіп және кемшіліктер әсерлерін ескере отырып анықталатын максималдық есептік иілу моменттері;

μ_{dy} және μ_{dz} – 6.1-сурет бойынша анықталатын коэффициенттер;

$\alpha_M = \alpha_{M,y}$ және $\alpha_M = \alpha_{M,z}$ – S235 бастап S355 дейінгі болат маркаларына 0,9 және S420 бастап S460 дейінгі болат маркаларына 0,8 тең қабылданатын коэффициент.

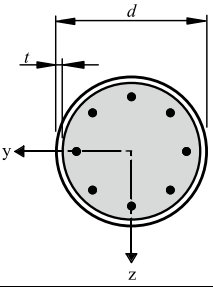
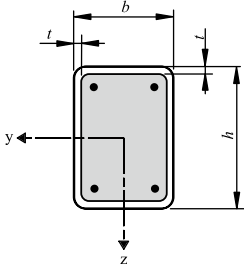
6.1.12 Бір біріне тәуелсіз әсер ететін нәтижелерде туындайтын иілу моменті мен осьтік күштер іс-әрекеттері әсеріндегі болаттемірбетонды сығылған элементтер үшін көтергіш қабілетінің артуына әкелетін ішкі күшінің γ_F жеке қауіпсіздік коэффициентін 20 % азайту қажет. Бұл жағдайда ішкі күштерді серпімділік-пластикалық есептің көмегімен анықтау қажет. Сызықтық емес есепте ҚР ҚН EN 1992-1-1:2004/2011 және ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 сәйкес келтірілген арматуралық және конструктивті болаттың сығылған болат үшін кернеу және деформациялау арасындағы тәуелділіктерді пайдалану қажет.

6.1.13 Болат бағандары бар қаңқалар үшін олардың тұрақтылығы ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 сәйкес олардың келтірілген ұзындықтарын пайдалана отырып, жеке элементтерін тексеру көмегімен анықталуы мүмкін.

6.2 Жергілікті тұрақтылықты тексеру

6.2.1 Жергілікті тұрақтылық әсері бағанның көтергіш қабілетіне 6.3-кестеде көрсетілген құбырлар қабырғасының икемділігі мәнінен аспайтын қималар үшін есептелінбейді. Басқа жағдайда жергілікті тұрақтылықты есептеу ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 (6.3.1) сәйкес жүзеге асыру қажет.

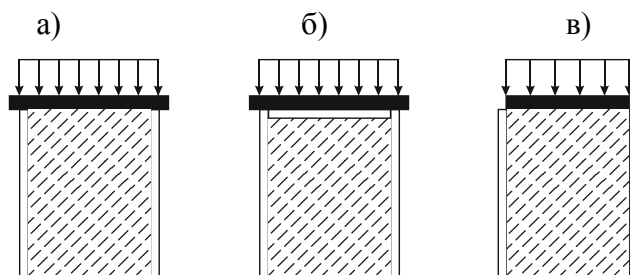
6.3-кесте – Болаттемірбетонды бағандарда болат элементтерінің жергілікті тұрақтылығын тексеру талап етілмейтін (d/t) және (h/t) икемділіктің максималдық мәні (ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 6.7.1(9) -тарм.)

Көлденең қимасы	(d/t) және (h/t)
<p>Дөңгелек кескінді құбыр</p> 	$\max(d/t) = 90 \cdot \frac{235}{f_y}$ <p>f_y МПа түрінде</p>
<p>Тікбұрышты құбыр</p> 	$\max(h/t) = 52 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_y}}$ <p>f_y МПа түрінде</p>

6.3 Жүктеменің жергілікті салынуы

6.3.1 Құбырбетонды конструкцияларына жүк түсудің ықтималды үш нұсқасы бар (6.2-сурет):

- бетонға және болат қаңқаға бір уақытта;
- тек болат қаңқаға;
- тек бетонға.



6.2-сурет - Бетонмен толтырылған құбырлардың жүктемесі

6.3.2 Бағандарға жүктемелерді жүктеу орындарында болат пен бетон арасына бойлық жылжитын күшті беру қамтамсыз ету қажет. Бұл мақсатпен болат пен бетон арасына іліністі немесе арнайы қосқыш элементтерін пайдалануға болады. Соңғылары болат пен бетон байланысына қатысты кернеулер келесі мәндерден аспайтын жағдайларда қажет етілмейді:

- $\tau_{Rd} = 0,55$ МПа дөңгелек кескінді бетонмен толтырыған құбырлар үшін;
- $\tau_{Rd} = 0,40$ МПа тікбұрышты кескінді бетонмен толтырыған құбырлар үшін.

6.3.3 Жүктемелер темірбетонды қималарға ғана жүктелсе, онда жылжуды және отыруды ескере отырып, серпімділік кезеңде есептелген есептен алынған күш мәндерін қабылдау қажет. Болмаған жағдайда байланыс бойынша күш түсіруді серпімділік кезеңде немесе созылымдылық теориясын пайдалана отырып анықтау қажет. Бұл жағдайда бойлық күш әрекетінен туындаған жанама кернеулер қозғалыстың қарастырылатын учаскесінде бағандар қимасының екі еселік биіктігінен және оның 1/3 ұзындығынан аспайды деп, ал осы учаскедегі жанама кернеулер біркелкі орналасқан болжай отырып анықтау қажет.

6.3.4 [6.7.4.2(6)] Құбырлы қима бағандардағы толтыру бетоны жартылай жүктелген жағдайда (6.3-сурет) жергілікті сығылуда $\sigma_{c,Rd}$ бетонның есептік беріктігі ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011(6.48) келесі формуласы бойынша анықталады:

$$\sigma_{c,Rd} = f_{cd} \cdot \left(1 + \eta_{cL} \cdot \frac{t}{a} \cdot \frac{f_y}{f_{ck}} \right) \cdot \sqrt{\frac{A_c}{A_1}} \leq \frac{A_c \cdot f_{cd}}{A_1} \leq f_{yd} , \quad (6.11)$$

мұндағы t – болат құбыр қабырғасының қалыңдығы;

a – құбыр диаметрі немесе тұйықталған шаршы қиманың кескіннің ені;

A_c – бетонның көлденең қимасының ауданы;

A_1 – жүктемені қабылдайтын бетон қимасының ауданы (6.3-суретке сәйкес пішімдеме астындағы аудан);

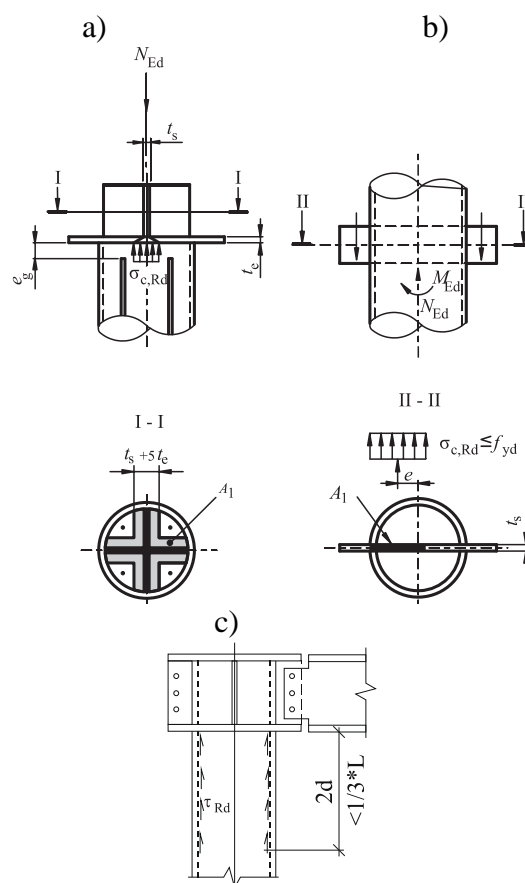
$\eta_{cL} = 4,9$ дөңгелек болат құбырлар үшін және $\eta_{cL} = 3,5$ шаршы қималар үшін.

Бұл жағдайда A_c/A_1 қатынасы 20 аспауы тиіс .

6.3.5 Құбырбетонды элементтерде бойлық арматурамен анкерлеу аймағында қиманы есептеу барысында арматура және төселетін тілімше арасындағы e_g саңылауы 30 мм аспау және шаршаңқылыққа тексеру жүргізу талап етілмеу шартымен оны есептеуге рұқсат етіледі. Бұл жағдайда көлденең арматуралау ҚР ҚН EN 1992-1-1:2004/2011 талаптарына сәйкес болуы тиіс.

6.3.6 Бағандар ұшына түсірілетін көлденең жүктемелерді және/немесе иілу моменті әсер еткенде, болат элементтері бар бетон байланысымен жылжитын күштерді тексеру қажет. Бұл жағдайда кернеудің жанама байланыстары серпімділік кезеңде ұзақ уақытты әсерлерді және бетонда жарылу түзілуін ескере отырып, жалғалмалы қималарға арналған материалдардың кедергі формулаларымен анықталады.

6.3.7 Бұрыштамалар мен болат қуыс қималар арасындағы дәнекерлі тігістер ҚР ҚН EN 1993-1-8:2005/2011 (4-тарау) сәйкес жобалануы қажет.



6.3-сурет - Құбырлы қиманың бетонмен толтырылған жергілікті жүктемесі (L -бағандар биіктігі) (ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 6.7.4.2(6) тарм.)

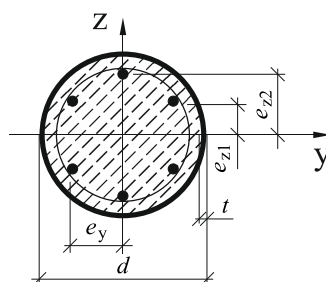
1-МЫСАЛ

Бастапқы мәліметтер:

Бетонмен толтырылған болат құбырдан жасалып орындалған биіктігі $H=3,0$ м бағандарды жобалау. Тұрақты жүктемемен бағандар $N_G = 1100$ кН осьтік күшпен және уақытша жүктемемен $N_Q = 800$ кН осьтік күшпен жүктелген. Бағандармен жобаланатын қима 6.4-суретте келтірілген.

Құбырлар материалдары S 235 маркалы болат (EN 10025-2 сәйкестікте) келесі механикалық сипаттамалармен сипатталады: $f_y = 235$ МПа, $f_u = 360$ МПа, $E = 210000$ МПа.

ҚР ҚН EN 1992-1-1:2004/2011 сәйкес бетон класы C20/25 ($f_{ck} = 20$ МПа, $f_{cd} = 13,3$ МПа, $E_{cm} = 30000$ МПа) S 275 болат маркасынан жасалған саны 6 данадан тұратын диаметрі $d = 10$ мм өзектермен арматураланған. Өзек осьтері құбырдың ішкі бет жағынан $a = 3$ см ара қашықтықта орналасқан.



6.4-сурет – Дөңгелек пішінді қиманың болаттемірбетонды бағандарының көлденең қимасы

Есептеу:

Келесі қима параметрлері қабылданды: ГОСТ 10704-91 бойынша диаметрі $d = 240$ мм және қабырға қалыңдығы $t = 10$ мм электр дәнекерленген тік тігісті құбыр.

Болттемірбетонды қиманың геометриялық параметрлері:

Құбыр қимасының ауданы:

$$A_a = 72 \text{ см}^2.$$

Арматура қимасының ауданы:

$$A_a = 4,71 \text{ см}^2.$$

Қиманың геометриялық сипаттамаларын анықтайық.

Бетон қимасының ауданы:

$$A_c = \pi d^2 / 4 - A_a - A_a = 3,14 \times 24^2 / 4 - 72 - 4,71 = 375,5 \text{ см}^2.$$

Құбыр инерциясының моменті:

$$J_a = 4785 \text{ см}^4.$$

Арматура инерциясының моменті:

$$J_s = 4 A_s (e_y)^2 / 6 = 4 \times 4,71 \times 6^2 / 6 = 113 \text{ см}^4.$$

Бетон инерциясының моменті:

$$J_c = \pi (d - 2t)^4 / 64 - J_s = 3,14 \times (24 - 2 \times 1,0)^4 / 64 - 113 = 11380 \text{ см}^4.$$

Арматуралау проценті:

$$\rho = A_s / A_c = 4,71 / 375,5 = 0,0125 = 1,25 \text{ \%}.$$

Болттемірбетонды қиманың көтергіш қабілетін анықтаймыз:

$$N_{pl,Rd} = A_a f_{yd} + 0,85 A_c f_{cd} + A_s f_{sd} = 72 \times 10^{-4} \times 235 \times 10^3 + 0,85 \times 375,5 \times 10^{-4} \times 13,3 \times 10^3 + 4,71 \times 10^{-4} \times 275 \times 10^3 = 2246 \text{ кН}.$$

Қиманың иілгіш қаттылығына ұзақ уақыт әсерлердің әсер етуін бетон серпімділік модулін $\varphi_t = 2,0$ жылжу коэффициентінің көмегімен түзету арқылы ескереміз.

$$E_c = E_{cm} / (1 + \varphi_t N_G / N) = 30 / (1 + 2,0 \times 1100 / 1900) = 13,9 \text{ ГПа} = 13,9 \times 10^6 \text{ кН/м}^2,$$

мұндағы $N = N_G + N_Q = 1100 + 800 = 1900 \text{ кН}$ - жиынтық есептік ось күші.

Қиманың иілгіш қаттылығына келтірілген мәндерін анықтаймыз:

$$(EJ)_{\text{eff}} = E_a J_a + E_s J_s + 0,6 E_c J_c = 210 \times 10^6 \times 2421 \times 10^{-8} + 210 \times 10^6 \times 977 \times 10^{-8} + 0,6 \times 13,9 \times 10^6 \times 11380 \times 10^{-8} = 11234 \text{ кН} \cdot \text{м}^2.$$

Бағанның іргетаспен және аражабынмен түйісу тораптарын есептеу шартында олар иілу моменттерді бермейтіндей етіп жобаланады ($\mu = 1,0$ мәнде болатын топсалы қосылыстар). Онда бағанның есептік ұзындығы келесіге тең болады:

$$l_o = \mu \cdot H = 1,0 \times 300 = 300 \text{ см}.$$

Сығушы күштің сындарды мәнін анықтайық:

$$N_{cr} = \pi^2 (EJ)_{\text{eff}} / (l_0)^2 = 3,142 \times 11234 / 3^2 = 12397 \text{ кН.}$$

Келесі конструкция талаптарының орындалуын тексерейік:

- бағанның шартты икемділігі $\lambda = 0,426 < 0,5$;
- қиманы арматуралау пайызы $\rho = 0,0125 < 0,04$;
- құбырдың жергілікті тұрақтылығын қамтамасыз ету шарты:

$$d/t = 240 / 10 = 24 < 90 \times \sqrt{235/235} = 90.$$

Орындалған талаптар бағанның көтергіш қабілетін анықтау барысында оның көлденең деформациялауын шектеуге байланысты бетонның беріктік көлемін ескеруге рұқсат береді.

$$N_{pl,Rd} = \eta_a A_a f_{yd} + A_c f_{cd} (1 + \eta_c t f_y / d f_c) + A_s f_{sd}.$$

N сығушы күш ті эксцентриситтеу барысында келесіге тең $e = 0$.

$$\begin{aligned} \eta_a &= 0,25 (3 + 2 \lambda) = 0,25 \times (3 + 2 \times 0,426) = 0,963 < 1, \\ \eta_c &= 4,9 - 18,5 \lambda + 17 \lambda^2 = 4,9 - 18,5 \times 0,426 + 17 \times 0,426^2 = 0,104 > 0, \\ N_{pl,Rd} &= 0,963 \times 72 \times 10^{-4} \times 235 \times 10^3 + 375,5 \times 10^{-4} \times 13,3 \times 10^3 \times (1 + 0,104 \times 1,0 \times \\ &\quad \times 235 \times 10^3 / 24 \times 13,3 \times 10^3) + 4,71 \times 10^{-4} \times 275 \times 10^3 = 2296 \text{ кН.} \end{aligned}$$

Болат қимасымен қабылдайтын күштің бір бөлігін сипаттайтын δ болаттың әсер етуі келесіге тең

$$0,2 < \delta = A_a f_{yd} / N_{pl,Rd} = 72 \times 23,5 / 2296 = 0,737 < 0,9.$$

Бағанның шартты икемділігі келесіні құрайды:

$$\lambda = (N_{pl,Rk} / N_{cr})^{0,5} = (2296 / 12397)^{0,5} = 0,43.$$

ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 6.6-суретіне сәйкес «с» қисық сызығында $\chi = 0,88$ төмендететүші коэффициентін табамыз.

Бағанның көтергіш қабілетін қамтамасыз ету шартын тексерейік:

$$N / (\chi \cdot N_{pl,Rd}) = 1900 / (2296 \times 0,88) = 0,94 < 1.$$

Бағанның көтергіш қабілеті қамтамасыз етілді.

2-МЫСАЛ

Бастапқы мәліметтер:

Жер асты автотұрақтың болаттемірбетонды аражабынының 700 кН күшімен жүктелген біктігі $H=2,8$ м құбырбетонды тіреуіштерін жобалау.

Құбырлар материалы RB500w маркалы болат (EN 10025-2 сәйкестікте) келесі механикалық сипаттамалармен сипатталады: $f_{yk} = 235$ МПа, $f_{yd} = 360$ МПа, $E = 205000$ МПа. ҚР ҚН EN 1992-1-1:2004/2011 сәйкес арматуралауынсыз C35/45 бетон класы ($f_{ck} = 35$ МПа, $f_{cd} = 23,3$ МПа, $E_{cm} = 34000$ МПа).

Есептеу:

Келесі қима параметрлері қабылданды: қабырға қалыңдығы $t = 6$ мм, қимасы $A_a = 30,59 \text{ см}^2$ және инерция моменті $J_a = 1008 \text{ см}^4$ бар құбыр диаметрі $d = 163,8$ мм.

Бетон қимасының ауданы:

$$A_c = \frac{\pi d^2}{4} - A_a = \frac{\pi \cdot 16,83^2}{4} - 30,59 = 191,9 \text{ см}^2.$$

Бетон инерциясының моменті:

$$I_c = \frac{\pi(d-2t)^4}{64} - A_a = \frac{\pi \cdot (16,83 - 2 \times 0,6)^4}{64} = 2929 \text{ см}^4.$$

Қиманың иілу қаттылығы:

$$(EI)_{\text{eff}} = E_a I_a + 0,6 \cdot E_c I_c = 20500 \times 1008 + 0,6 \times 1133,3 \times 2929 = 22670300 \text{ кН} \cdot \text{см}^2.$$

Топсалы ұштықпен бекітулермен тіреуіштің есептік ұзындығы:

$$l_0 = \mu \cdot H = 1,0 \times 280 = 280 \text{ см.}$$

Сындарлы сығушы күш:

$$N_{\text{cr}} = \frac{\pi^2 (EI)_{\text{eff}}}{l_0^2} = \frac{\pi^2 \cdot 22670300}{280^2} = 2854 \text{ кН.}$$

Болаттемірбетонды қимасының көтеретін сипаттамалық қабілеті:

$$N_{\text{pl,Rk}} = A_a f_{yk} + 0,85 \cdot A_c \cdot f_{ck} = 30,59 \times 22,5 + 191,9 \times 3,5 = 1259 \text{ кН.}$$

6.3-кестесіне ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 сәйкес құбыр қабырғасының жергілікті тұрақтылық шартын тексерейік:

$$d/t = 168,3/6 = 28,0 < 90.$$

Тіреуіштің салыстырмалы икемділігі:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{N_{\text{pl,Rk}}}{N_{\text{cr}}}} = \sqrt{\frac{1259}{2854}} = 0,664.$$

Салыстырмалы икемділігі $\bar{\lambda} > 0,5$ болғандықтан, көтергіш қабілетін анықтау барысында көлденең деформация сығылуынан болатын бетонның беріктік көлемі ескерілмейді (ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 6.7.3.2(6) тарм.).

Ось сығылу барысында есептік көтергіш қабілеті:

$$N_{\text{pl,Rd}} = A_a f_{yd} + 0,85 \cdot A_c \cdot f_{cd} = 30,59 \times 20,5 + 0,85 \times 191,9 \times 2,33 = 1007 \text{ кН.}$$

Редукциялық коэффициенттің көлемі:

$$\chi(\bar{\lambda}) = (1 + \bar{\lambda}^{2n})^{-1/n} = (1 + 0,664^{2 \times 1,2})^{-1/2} = 0,915.$$

Бағанның көтергіш қабілетін қамтамасыз ету шарты:

$$\frac{N}{\chi N_{\text{pl,Rd}}} = \frac{700}{0,915 \times 1007} = 0,75.$$

ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 6.7.1 тарм. сәйкес болаттемірбетонды қимасының көтергіш қабілетіндегі болаттың үлестік қатысы:

$$0,2 < A_a f_{yd} / N_{pl,Rd} < 0,9, \\ 0,2 < 0,62 < 0,9.$$

Тіреуіштің көтергіш қабілеті қамтамасыз етілді.

3-МЫСАЛ

Бастанқы мәліметтер:

Қаңқалы ғимараттың бірінші қабатын болаттемірбетонды аражабынымен 700 кН күшпен жүктелген биіктігі $H=2,8$ м шаршы кескінді қималы құбырбетонды бағанын жобалау.

Материалы: RB500w маркалы болат (EN 10025-2 сәйкес) келесі механикалық сипаттамалармен сипатталады: $f_{yk} = 235$ МПа, $f_{yd} = 360$ МПа, $E = 205$ ГПа. ҚР ҚН EN 1992-1-1:2004/2011 сәйкестіктке арматуралауынсыз C35/45бетон класы ($f_{ck} = 35$ МПа, $f_{cd} = 23,3$ МПа, $E_{cm} = 34000$ МПа).

Есептеу:

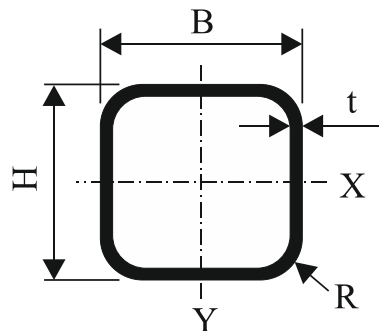
Келесі қима параметрлері қабылданды (6.5-сурет): $B \times H = 150 \times 150$ мм, қабырға қалыңдығы $t = 5$ мм ($R = 3$ мм), қима $A_a = 29 \text{ см}^2$ және инерциялау моменті $J_a = 1017 \text{ см}^4$.

Бетон қимасының ауданы:

$$A_c = 196 \text{ см}^2.$$

Бетонды инерциялау моменті:

$$J_c = 3201 \text{ см}^4.$$



6.5-сурет – Шаршы кескінді қималы металл құбырдың қимасы

Қиманың иілу қаттылығы:

$$(EI)_{\text{eff}} = E_a J_a + 0,6 E_c J_c = 20500 \times 1017 + 0,6 \times 1133,3 \times 3201 = 23033950 \text{ кН} \cdot \text{см}^2.$$

Топсалы ұштықпен бекітулермен тіреуіштің есептік ұзындығы:

$$l_o = \mu \cdot H = 1,0 \times 280 = 280 \text{ см}.$$

Сындарлы сығушы күш:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 (EI)_{\text{eff}}}{l_o^2} = \frac{\pi^2 \cdot 23033950}{280^2} = 2900 \text{ кН}.$$

Болаттемірбетонды қиманың сипаттамалық көтергіш қабілеті:

$$N_{pl,Rk} = A_a \cdot f_{yk} + 0,85 \cdot A_c \cdot f_{ck} = 29,0 \times 22,5 + 196,0 \times 3,5 = 1338 \text{ кН.}$$

ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 сәйкес құбыр қабырғасының жергілікті тұрақтылық шартын тексерейік (6.3-кесте):

$$d/t = 150/5 = 30 < 52.$$

Бағанның салыстырма икемділігі:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{N_{pl,Rk}}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{1338}{2900}} = 0,679.$$

Бағанның салыстырмалы икемділігі $\bar{\lambda} > 0,5$ болғандықтан, көтергіш қабілетін анықтау барысында көлденең деформация сығылуынан болатын бетонның беріктік көлемі ескерілмейді ((ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 (6.7.3.2(6)) қараңыз).

Осьтің сығылу барысында есептік көтергіш қабілеті:

$$N_{pl,Rd} = A_a \cdot f_{yd} + 0,85 \cdot A_c \cdot f_{cd} = 29,0 \times 20,5 + 0,85 \times 196,0 \times 2,33 = 1051 \text{ кН.}$$

Редукциялық коэффициенттің көлемі:

$$\chi(\bar{\lambda}) = (1 + \bar{\lambda}^{2n})^{-1/n} = (1 + 0,679^{2 \times 1,2})^{-1/2} = 0,908.$$

Бағанның көтергіш қабілетін қамтамасыз ету шарты:

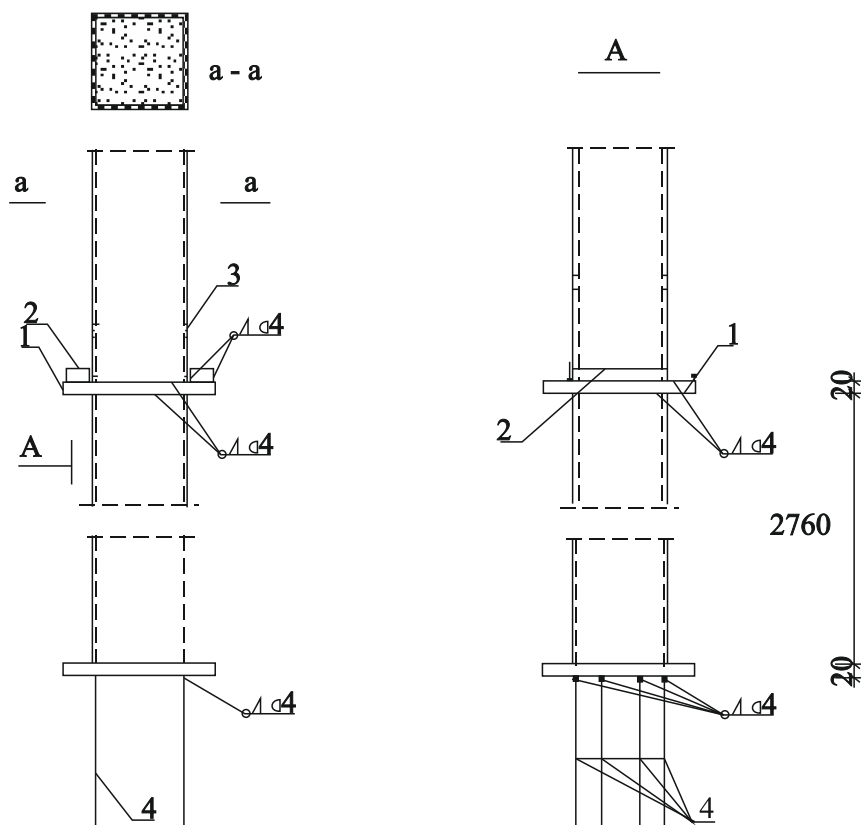
$$\frac{N}{\chi N_{pl,Rd}} = \frac{700}{0,908 \times 1051} = 0,72.$$

ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 (6.7.1) сәйкес болаттемірбетонды қимасының көтергіш қабілетіндегі болаттың үлестік қатысы:

$$0,2 < A_a \cdot f_{yd} / N_{pl,Rd} < 0,9, \\ 0,2 < 0,62 < 0,9.$$

Бағанның көтергіш қабілеті қамтамасыз етілді.

Жобаланған бағанның жұмыс сызбасы 6.6-суретте келтірілген.



- (2) болаттемірбетонды аражабынның және жоғарғы қабаттағы бағандардың болат ригелін тіреуге арналған 1 – төсеніші бар ернемекті плита, 3 – жоғарғы қабаттағы баған, 4 – темірбетон ігретасында бағанды анкерлеу үшін диаметрі 12 мм және ұзындығы 400 мм арматуралы өзек

6.6-сурет – Болаттемірбетонды аражабыны бар қаңқалы ғимараттың бірінші қабатының құбырбетонды бағаны

4-МЫСАЛ

Берілгені:

$f_{ck} = 25$ МПа, $f_{cd} = 25/1,5 = 16,7$ МПа сипаттамалары бар С25/30 класты бетонмен толтырылған диаметрі $d = 530$ мм және қабырға қалыңдығы $t = 8$ мм құбырдан жасалған баған. $f_y = f_{yd} = 355$ МПа механикалық сипаттамалары бар S355 болат құбырдың материалы. Құбырқимасының ауданы $A_a = 131$ см², кедергінің пластикалық сәгі $W_{pa} = 1945$ см³.

Талап етіледі:

6.7-суретке сәйкес өзара әрекеттесу қисық сызығындағы D нүктесіне арналған $N_{pl,Rd}$ және $N_{pm,Rd}$ күшінің және $M_{max,Rd}$ моменттің пластикалық иілудің шекті мәндерін анықтау.

Есептің шешілуі:

Бетон қимасының ауданы:

$$A_c = 0,25 \pi (d - 2t)^2 = 0,25 \times 3,14 \times (53 - 2 \times 0,8)^2 = 2074 \text{ см}^2.$$

Ортадан қысылу барысында көтергіш қабілеті келесі формуламен анықталады:

$$N_{pl,Rd} = A_a f_{yd} + 0,85 A_c f_{cd} = 131 \times 355 \times 10^{-1} + 0,85 \times 2074 \times 16,7 \times 10^{-1} = 7594 \text{ кН}.$$

$N_{pm,Rd}$ сығылудағы көтергіш қабілеті бетон қимасының көтергіш қабілетіне тең деп қабылданады:

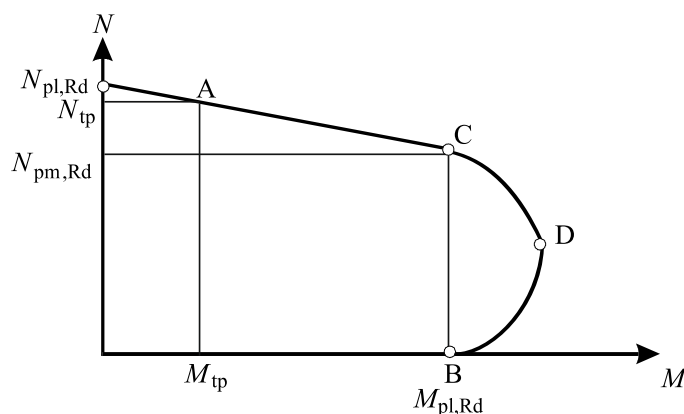
$$N_{pm,Rd} = A_c f_{cd} = 2074 \times 16,7 \times 10^{-1} = 3464 \text{ кН.}$$

Максималдық момент:

$$M_{max,Rd} = f_{cd} W_{pc} + f_{yd} W_{pa} = (16,7 \times 156166 + 355 \times 1945) \times 10^{-4} = 329,8 \text{ кНм,}$$

мұндағы жарылу түзілуін есептемей бетон қима кедергісінің пластикалық моменті:

$$W_{pc} = 1,15 W_c = 1,15(d - 2t)^3 = 1,15 \times (53 - 2 \times 0,8)^3 = 156166 \text{ см}^3.$$

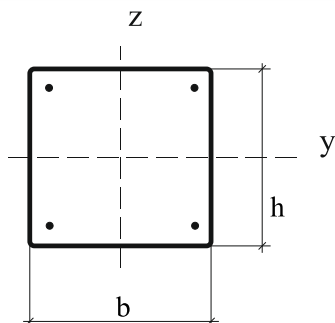


6.7-сурет – M-N өзара әрекет қисық сызығы

5-МЫСАЛ

Берілгені:

$N_{Ed} = 1800 \text{ кН}$ осьтік сығушы күшпен (соның ішінде $N_{Gd} = 1200 \text{ кН}$ тұрақты жүктемесімен) және $M_{Ed} = 380 \text{ кНм}$ есептік иілу моментімен жүктелген биіктігі $L = 7,0 \text{ м}$ эстакада бағаны. $f_{ck} = 25 \text{ МПа}$, $f_{cd} = 25/1,5 = 16,7 \text{ МПа}$, $E_{cm} = 31 \text{ ГПа}$, $n_o = E_a/E_{cm} = 210/31 = 6,77$ сипаттамалары бар, Баған дәнекерленген табак болат жасалған шаршы кескінді қималы құбырдан (осы құралдың А.15-суретін қараңыз) тұрады, С25/30 класты бетонмен толтырылған. Құбыр материалы $f_y = f_{yd} = 355 \text{ МПа}$, $E_a = 210 \text{ ГПа}$ механикалық сипаттамалары бар S355 болат, жылжу коэффициенті $\phi_t = 2,7$. Диаметрі 12 мм төрт иілгіш өзек түріндегі арматураны бетон отыруына қарсы келетін конструкциялық элементтер ретінде пайдаланады. Бағанның көлденең қимасының мөлшері келесі мәндерді құрайды: $h = 40 \text{ см}$, $b = 40 \text{ см}$ (6.8-сурет). Болат құбыр қимасының геометриялық сипаттамалары: $A_a = 114 \text{ см}^2$, $I_{ay} = I_{az} = 4850 \text{ см}^4$, $W_{pa,y} = W_{pa,z} = 575 \text{ см}^3$. Бетон қимасының геометриялық сипаттамалары: $A_c = 1486 \text{ см}^2$, $I_{cy} = I_{cz} = 2085 \times 10^6 \text{ мм}^2$.



6.8-сурет – Эстакаданың құбырбетонды бағанының көлденең қимасы

Талап етіледі:

Иілуі бар сығылуға көтергіш қабілеті бойынша бағанның шекті күйін анықтау.

Есептің шешімі:

ҚР ҚН EN 1994-1-1:2005/2011 6.7.3.2(1) тармаққа сәйкес ортадан сығылу барысында көтергіш қабілетін келесі формула бойынша анықтаймыз.

$$N_{pl,Rd} = A_a f_{yd} + 0,85 A_c f_{cd} = 11,4 \times 355 + 148,6 \times 14,2 = 4047 + 2109 = 6156 \text{ кН.}$$

[6.7.3.3(1)] тармаққа сәйкес:

$$\delta = A_a f_{yd} / N_{pl,Rd} = 4047 / 6156 = 0,657,$$

[6.7.1(4)] шартын қанағаттандырады:

$$0,2 < \delta < 0,9.$$

$\gamma_c = 1,5$ ескере отырып, пластикалық кезеңде сығылуға көтергіш қабілеттің сипаттамалық мәнін анықтаймыз:

$$N_{pl,Rk} = 4047 + 1,5 \times 2109 = 7210 \text{ кН.}$$

(6.41) формуласы бойынша [6.7.3.3(4)] тармаққа сәйкес жылжу әсерінен бетон серпімділік модулін азайтамыз:

$$E_{c, eff} = E_{cm} / [1 + (N_{G, Ed} / N_{Ed}) \varphi_t] = 31 / [1 + 2,7(1200/1800)] = 11,1 \text{ кН} \cdot \text{мм}^2.$$

(6.40) формуласы бойынша [6.7.3.3(3)] тармаққа сәйкес тиімді иілу қаттылығының сипаттамалық мәнін анықтаймыз:

$$(EI)_{eff} = E_a I_a + K_e E_{c, eff} I_c = 210 \times 48,5 + 0,6 \times 11,1 \times 2085 = 24\,070 \text{ кН} \cdot \text{мм}^2.$$

Бойлық сығылатын сындарлы күшті анықтаймыз:

$$N_{cr,z} = \pi^2 (EI)_{eff} / L^2 = 24\,070 \pi^2 / 49 = 4848 \text{ кН.}$$

Бағанның шартты икемділігін анықтаймыз:

$$\lambda = (N_{pl,Rk} / N_{cr})^{0,5} = (7210 / 4848)^{0,5} = 1,22.$$

ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 6.4-сурет бойынша $\lambda = 1,22$ (қисық сызық) үшін $\chi = 0,43$ табамыз.

ҚР ҚН EN 1994-1-1:2005/2011 6.7.3.5(2) тармаққа сәйкес (6.44) формуласынан табамыз

$$N_{Ed} < \chi N_{pl,Rd} = 0,43 \times 6156 = 2647 \text{ кН.}$$

Сығылу барысында беріктік шарты орындалады.

Иілу моментін ескере отырып, бағанның көтергіш қабілетін анықтаймыз. Геометриялық және конструктивтік жетіспеушіліктер әсерін ҚР ҚН EN 1994-1-1:2005/2011 6.7.3.4-тармаққа сәйкес эквивалентті геометриялық жетіспеушіліктер арқылы ескереміз.

Кездейсоқ эксцентриситет:

$$e_0 = L / 200 = 35 \text{ мм.}$$

Иілу моменті:

$$N_{Ed} \cdot e_0 = 1800 \times 0,035 = 63 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

ҚР ҚН EN 1994-1-1:2005/2011 6.7.3.4(2) тармағына сәйкес деформациялау сызбасы бойынша есептер үшін тиімді иілу қаттылығын анықтаймыз.

$$(EI)_{\text{eff,II}} = 0,9(E_a I_a + 0,5 E_c I_c) = 0,9 \times 10^6 (210 \times 143,1 + 0,5 \times 11,1 \times 1990) = 3,70 \times 10^{10} \text{ кН} \cdot \text{мм}^2.$$

Сындларлы күш:

$$N_{\text{cr,eff}} = 37\,000 \pi^2 / 7^2 = 7450 \text{ кН}.$$

6.4 –Кестесінен [6.7.3.4(5)] тармаққа сәйкес ұшындағы моменттеріне арналған $r = 0$, $\beta = 0,66$ параметрлерін анықтаймыз, ал (6.43) формуласы бойынша коэффициентін есептеп шығарамыз.

$$k_1 = \beta / (1 - N_{Ed} / N_{\text{cr,eff}}) = 0,66 / (1 - 1800 / 7450) = 0,87.$$

Келесі $k_1 = 0,87 < 1$ болғандықтан, оның мәнін $\beta = 1$ барысында анықтаймыз:

$$k_2 = 1 / (1 - 1800 / 7450) = 1,32.$$

6.2-кестедегі иілу моменттердің параболалық эпюрасына сәйкес түзетілген мәні $(N_{Ed} \cdot e_0)^* = k_2 \cdot N_{Ed} \cdot e_0 = 1,32 \times 63 = 83 \text{ кНм}$ болады.

Жиынтықты иілу моменті:

$$M_{\text{Ed,max}} = M_{\text{Ed}} + (N_{Ed} \cdot e_0)^* = 380 + 83 = 463 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

$(N_{Ed}, M_{y,\text{Ed,max}}) = (1800, 463)$ координаттары бар нүктесі 6.9-суретте көрсетілген.

M-N (CD сызығы) графикалық тәуелділіктен иілу барысында бағанның көтергіш қабілетінің мәнін анықтаймыз:

$$M_{\text{Rd}} = 504 + (2482 - 1800) \times 55 / (2482 - 1241) = 534 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

[6.7.3.6] тармаққа сәйкес (6.45) Формуласы бойынша шартты тексереміз:

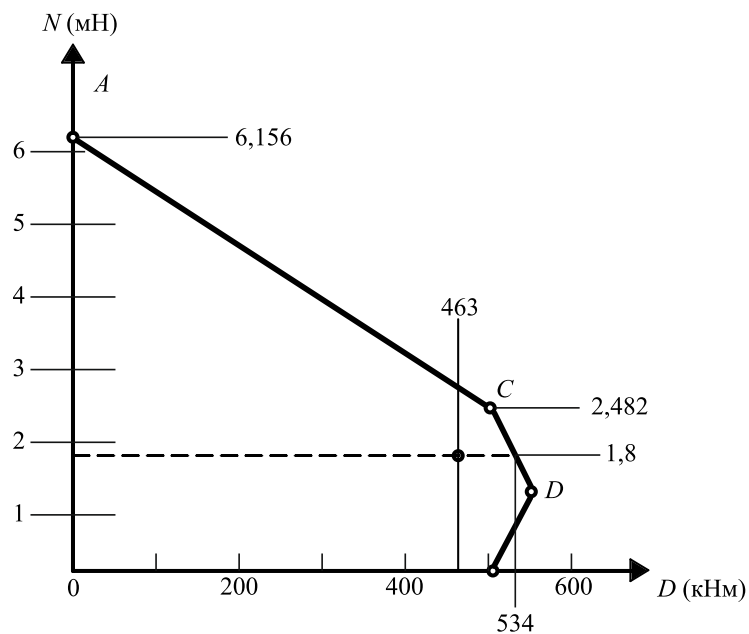
$$M_{\text{Ed,max}} / \mu_d M_{\text{pl,Rd}} = 463 / 534 = 0,867 < a_M = 0,9,$$

мұндағы,

- 6.9-суреттегі В тармағы үшін $M_{\text{pl,Rd}} = M_{\text{Rd}} = 534 \text{ кН} \cdot \text{м}$;

- ҚР ҚН EN 1994-1-1:2005/2011 6.7.3.6(1) тармағына сәйкес 355 болат үшін $a_M = 0,9$

Сығылудың және иілудің ортақ әрекеті барысында бағанның көтергіш қабілеті қамтамасыз етілді.



6.9-сурет –M-N өзара әрекетінің қисық сызығы бойынша M_{Rd} анықтамасына

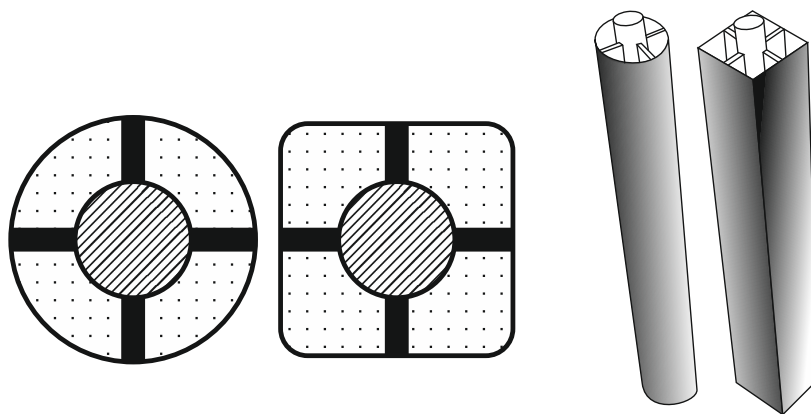
А қосымшасы
(ақпараттық)

Құбырбетон конструкцияларының қолдану саласы

А. 1 Биік ғимараттар

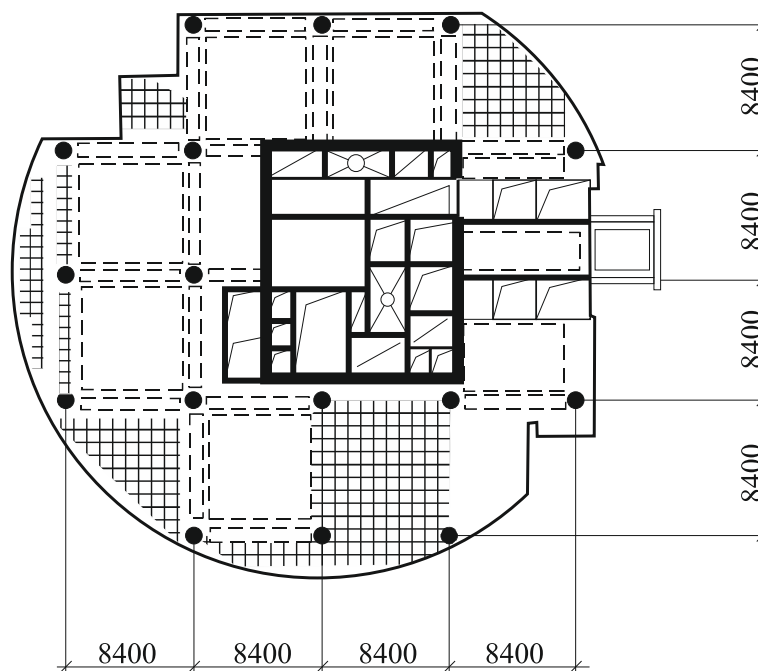
А.1.1 Құбырбетон конструкцияларын алдымен биік қаңқалы ғимараттарда пайдалану қажет.

А.1.2 Құбырбетон конструкциялары ғимараттың қаңқаларының дербес көтергіш конструкциялары немесе құрамдас конструктивті элементтері болуы мүмкін. Олардың көлденең қимасы екі симметрия осі және бойылық ұзындығы тұрақты болуы қажет. Тікбұрышты және дөңгелек кескінді құбырлардан жасалған элементтерде бойлық арматуралау орнына болат кескіннен жасалған өзекшелер пайдаланыла алады. (А.1-сурет).



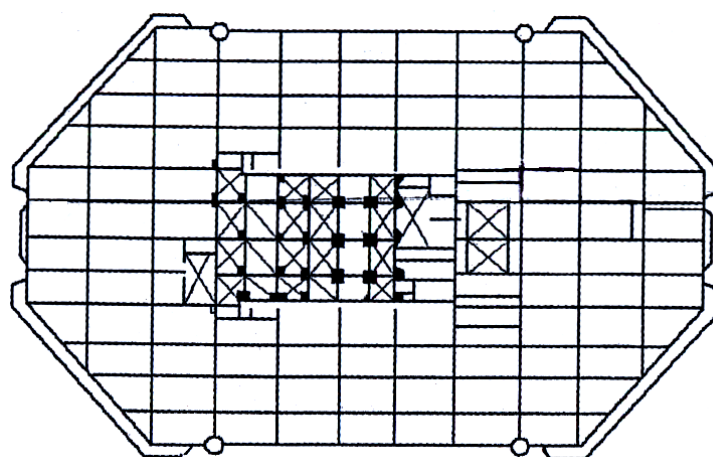
А.1-сурет – Болат өзекшесі бар құбырбетонды бағандар [13]

А.1.3 А.2-суретте ықтималды жеті балдық жер сілкінісін ескере отырып тұрғызылған Тяньцзинь қытай қаласындағы 38-қабаттық газет баспа ғимаратының жоспары келтірілген. Көтергіш темірбетонды қаңқа 35000 кН максималдық бойлық сығушы күші бар құбырбетонды бағанның сиретілген торымен орындалды. Төменгі қабаттағы максималдық диаметрі 1020 мм құбыр қабырғасының қалыңдығымен 14 мм, ал жоғарғы қабатта 630 мм қабырғасының қалыңдығымен 8 мм құрады. Құбырларды толтыру үшін С60 маркалы бетоны пайдаланды. Осы бетоннан жасалған темірбетонды бағанның көлденең қимасы 140 см × 140 см құрайды. Ғимарат бір жыл ішінде салынды.



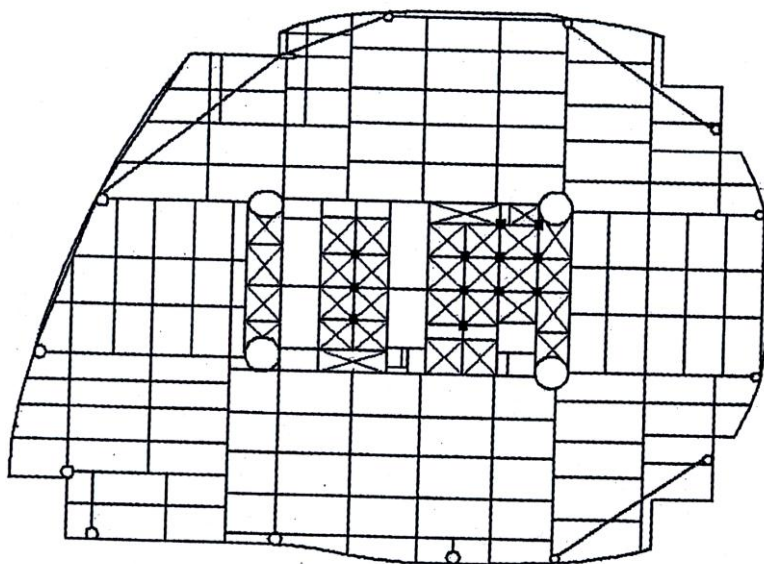
А.2-сурет – Құбырбетонды бағандары бар 38-қабаттық ғимараттың жоспары[1]

А.1.4 А.3 –Суретте 140 МПа дейін сығылған бетон беріктігі бар құбырбетонмен бағандармен орындалған Сиэтлдегі (АҚШ) 44-қабаттық әкімшілік ғимаратының жоспары көрсетілген. Басты төрт бағандар биік қимасы бойымен тұрақты 300 см диаметрімен, ал ғимарат контуры бойымен орнатылған 14 бағандар 136 см бастап, жоғарғы қабатта 41 см дейінгі айнымалы қимаға ие. Қабат арасындағы аражабындар кескінделген металл төсем және оның үстінде монолит бетоны бар болат қоставрлы көтергіш түрінде орындалған. Металл құбырларын монолиттеу құбырдағы саңылау арқылы төменнен төрт қабатқа жоғары қарай бетон қоспасын құю арқылы дірілсіз толтырылған. Көтергіш қаңқасын тұрғызу жылдамдығы 2 қабатқа 3,5 күнді құрайды.



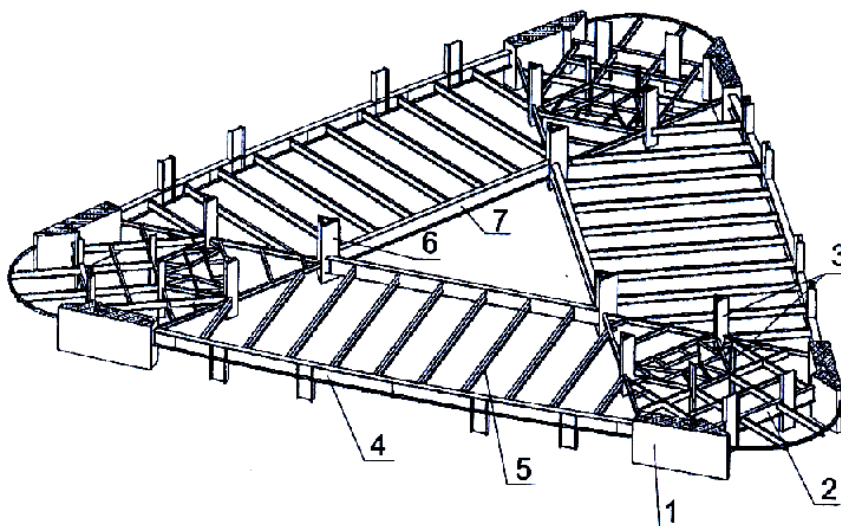
А.3-сурет – Сиэтл қ. құбырбетонды бағандары бар 44-қабаттық әкімшілік ғимараттың жоспары [1]

Осыған ұқсас түрде жоспары А.4-суретте көрсетілген құбырбетонды бағандары бар биік ғимарат тұрғызылды.



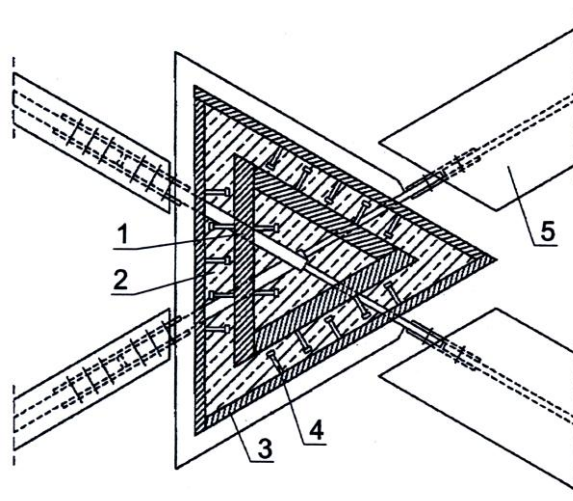
А.4-сурет – Чикаго қ. құбырбетонды бағандары бар Gateway Tower 62- қабаттық әкімшілік ғимараттың жоспары [1]

А.1.5 Майндағы Франкфурт неміс қаласындағы Commerzbank 58-қабаттық ғимаратын тұрғызғанда, ішкі және аралық құбырбетонды бағандардың қимасы қабаттардың үшбұрышты жоспарына сәйкес үшбұрышты болып қабылданды. (А.5 және А.6-суреттер).



1 – сыртқы қабырғалардың болаттемірбетонды пилондар, 2 – арқалық байланыс торы,
3 – аралық бағандар, 4 – аражабынның борттық арқалықтары, 5 – көлденең арқалықтар,
6 – ішкі бағандар, 7 – аражабынның ішкі арқалықтары.

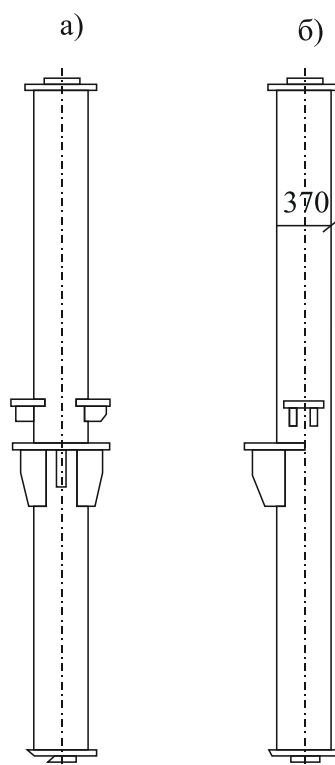
А.5-сурет –Майндағы Франкфурт қ. Commerzbank 58-қабаттық ғимараттың типтік қабатының конструктивтік сызбасы [4]



1 – дәнекерленген болат плиталардан жасалған болат өзекше, 2 – бетон, 3 – дәнекерленген болат плиталардан жасалған сыртқы қабы, 4 – анкерлік байланыстар, 5 – итарқалық арқалықтар.

А.6-сурет– Майндағы Франкфурт қ. Commerzbank 58-қабаттық ғимараттың түйықталған үшбұрышты қималы болатбетонды бағандары [4]

А.1.6 А.7-суретте сауда орындары орналасқан ірі панельді тоғыз қабатты тұрғын үйдің төменгі қабаттарындағы құбырбетонды бағандар көрсетілген. Қабат аралық аражабындардың ригельдерін тіреу үшін құбырларға консольді үстелдер дәнекерленді.

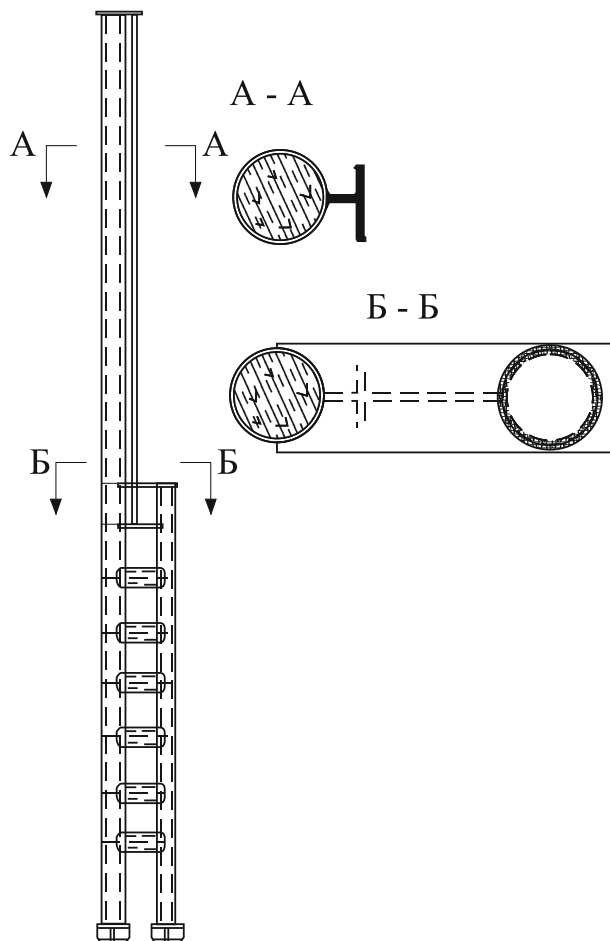


А.7-сурет – Тұрғын үйдің төменгі қабаттың ортаңғы (а) және шеткі (б) бағандарының құбырбетонды бағандары [3]

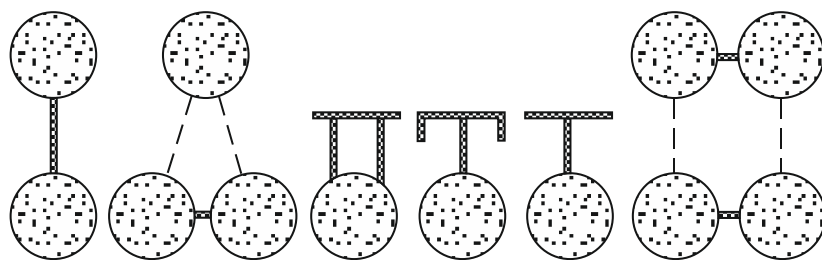
А.2 Өндірістік ғимараттар

А.2.1 Өндірістік ғимараттардың көтергіш қаңқаларда құбырбетон конструкцияларын ең алдымен басты осьтерге қатысты тең тұрақты болып табылатын қима жағдайында ортадан сығылған бағандар үшін пайдалану қажет.

А.2.2 Ортасынан сырт жерде сығылған бағандарды кранды жүктемесі бар өндірістік бір қабатты ғимараттар қаңқасында пайдалану қажет. (А.8-сурет). А.9-суретінде шатырлы және бағандардың кран астындағы тармақтарды әзірлеу үшін құбырбетоннан жасалған жалғалмалы өзектердің ықтималды түрлері келтірілген.

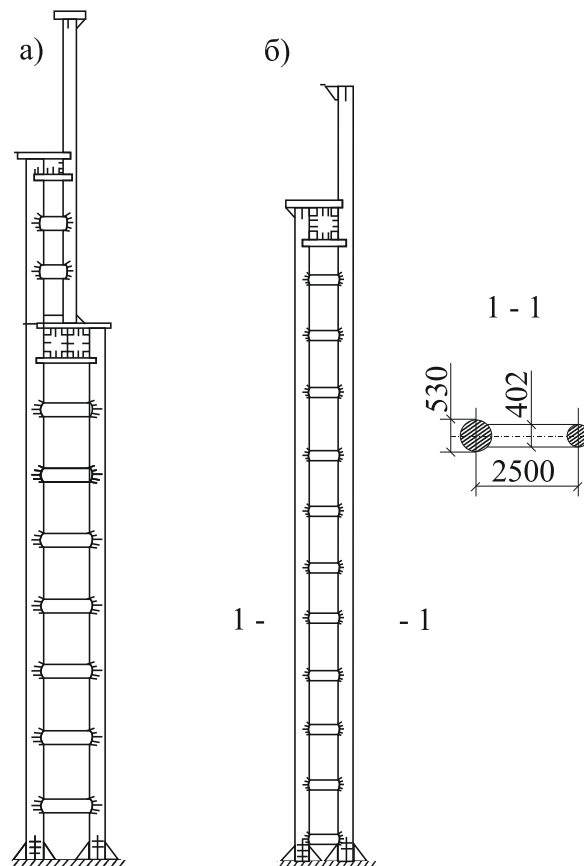


А.8-сурет – Бір қабатты өнеркәсіптік ғимараттың құбырбетонды бағаны [5]



А.9-сурет – Құбырбетонды тармақтары бар бағандардың жалғалмалы қималарының мысалдары [2]

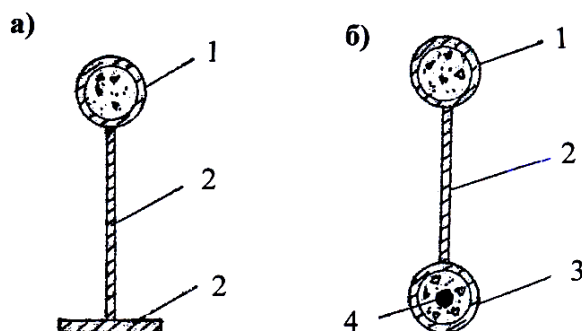
А.2.3 А.10-суретте тау-кен байыту комбинат корпусының ортаңғы және шеткі қатарларының көтергіш бағандары көрсетілген. Бағандардың кран астындағы және кран үстіндегі тармақтары құбырбетоннан жобаланған, ал байланыс енсіз жұқа тақтайлары ретінде бетонмен толтырылмаған құбырлар пайдаланылған. Бағандардың негіздері мен бастиектері ұқсас түрде дәнекерленген қоставрлы көтергіштен жасалған базалары мен бастиектерімен орындалды. Тік тармақтардың құбыр диаметрі 36 м аралықта және 1250 кН кран жүктемесінде 420 – 530 мм, ал олардың қабырғаларының қалыңдығы 8 – 10 мм құрады.



А.10-сурет – Тау-кен байыту комбинатының басты корпусының ортаңғы (а) және шеткі (б) қатарлардың құбырбетонды бағандары [3]

А.2.4 Құбырбетонды тиімді пайдалану саласы болып үлкен аралықты және ауыр жүктелген итарқалықтар және көпірлік фермалар табылады. Құбырбетоннан жасалған осындай фермаларда көп жағдайда жоғары сығылған белдеулер, тіреуіштер және шығатын сығылған қиғаш тіректер орындалады. Ұзындық бойымен созылған өзектерді бетонмен толтыру құбыр ішін тот басу процестерін маңызды түрде бәсеңдетуіне, оның иілу қаттылығының жалпы және жергілікті ұлғаюына мүмкіндігін береді.

А.2.5 Құбырбетонды элементтер аражабындардың және жабулардың, аралық торлардың, сонымен қатар кран асты аралықтарының ауыр жүктелген көтергіш конструкцияларда пайдаланатын жалғалмалы аралықтың сығылған, кейбір жағдайда созылған белдеулерінің қызметін атқаруы мүмкін. (А.11-сурет). Осындай аралық қабырғалар тұтас, тесіксіз немесе торлы болуы мүмкін.

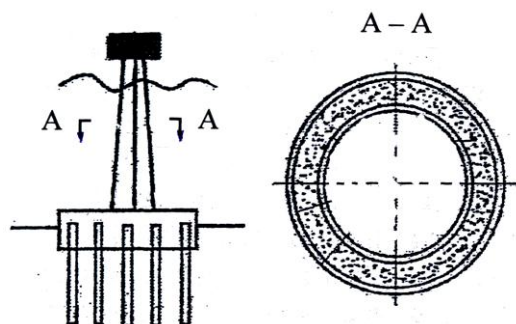


1 – құбырбетонды жоғарғы белдеу, 2 – табак болат, 3 – құбырбетонды төменгі белдеу,
4 – бастапқы күшейтетін арматура.

А.11 -сурет – Құбырбетоннан жасалған белдеулері бар қоставрлы қиманың жалғалмалы аралықтары [5]

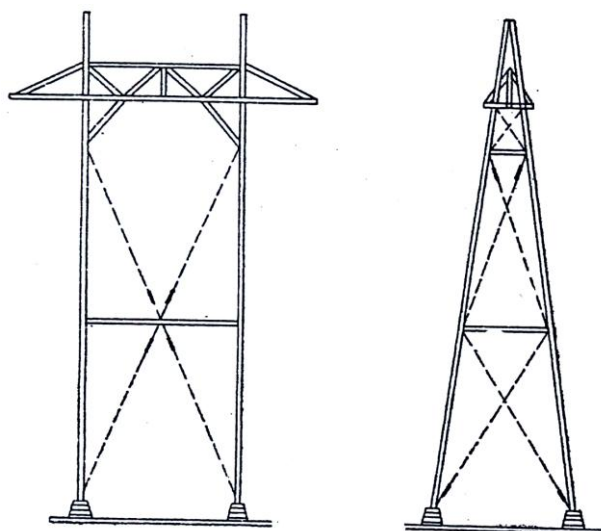
А.3 Инженерлік құрылыстар

А.3.1 Құбырбетон конструкцияларын теңіз мұнай газ кен орындарын меңгергенде теңіз тұрақты платформаларын тіреу аралықтарының көтергіш элементтерінде пайдалану қажет. Дәстүрлі темірбетонды конструкцияларымен салыстырғанда құбырбетон конструкциялары әсіресе иілуде, су өткізбегенде, мұзға төзімділікте, жоғарғы деформация және динамикалық жүктемелер барысында энергияны сіңіруде жоғарғы көтергіш қабілетке ие. (А.12-сурет).



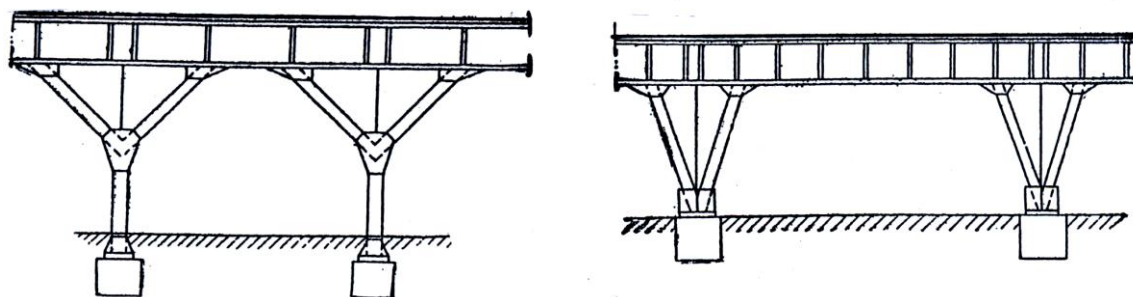
А.12-сурет – Теңіз стандартты платформасының құбырбетонды тіреуі

А.3.2 Құбырбетон конструкциялары электр беру желілерін тіреулерін тұрғызғанда пайдаланады. (А.13-сурет). Олардың жоғары иілу қаттылығының арқасында тіректің құбырбетонды тіреуіштері айтарлықтай еркін ұзындықта бола алады, осының арқасында қосылатын тор элементтерінің және қосылу тораптарының саны азайтылады. Сонымен бірге, дөңгелек пішінді қиманың аэродинамикалық қасиеттерінің арта түсуі салдарынан конструкцияларда жел жүктемесі азаяды. Ашық пішінді металл профилімен салыстырғанда құбырлар тозуының тот басуын азайтуға байланысты тот басудан қорғау бойынша пайдалану шығындары елеулі түрде төмендейді және тіреудің өміршеңдігі ұлғаяды.



А.13-сурет – Құбырбетонды тіреулері бар электр беру желісінің тірегі [2]

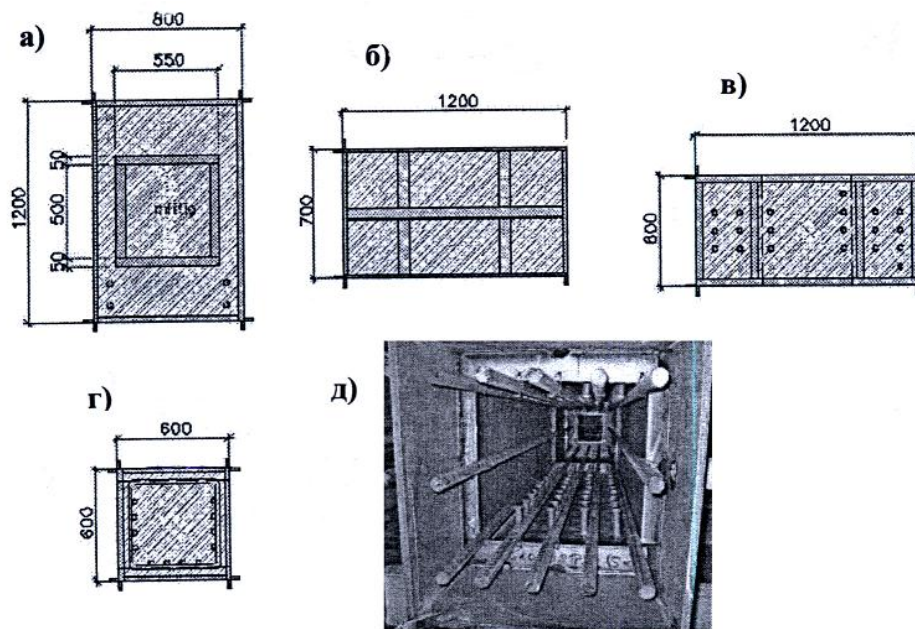
А.3.3 Құбырбетоны конструкцияларын тиімді пайдалану саласы болып ауыр жүктелген тіреулері және алдын ала үлкен аралықтың жүктелген қиғаш тірексіз кран асты эстакадаларының қиғаш тірегі болып табылады. (А.14-сурет).



А.14-сурет – Құбырбетонды тіреулері бар кран асты эстакадалары [2]

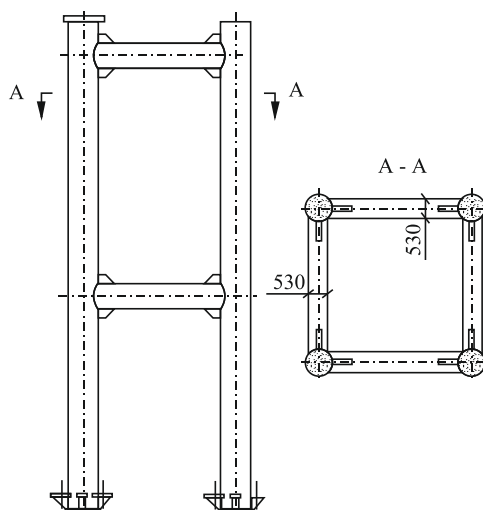
А.15-суретте теміржол вокзалдарының үстімен өтетін жүргіншілерге арналған эстакаданың құбырбетонды элементтердің қимасы көрсетілген.

А.3.4 Құбырбетонның үлгісі ретінде тиімді пайдалануы болып транспортерлік галереяның мұнара тіреулері табылады. (А.16-сурет). Осындай тіреулерді пайдалану тәжірибесі көрсеткендей, дәстүрлі металл және темірбетон конструкцияларына қарағанда олар динамикалық және соққылы әсерлер барысында сенімдірік болып табылады.



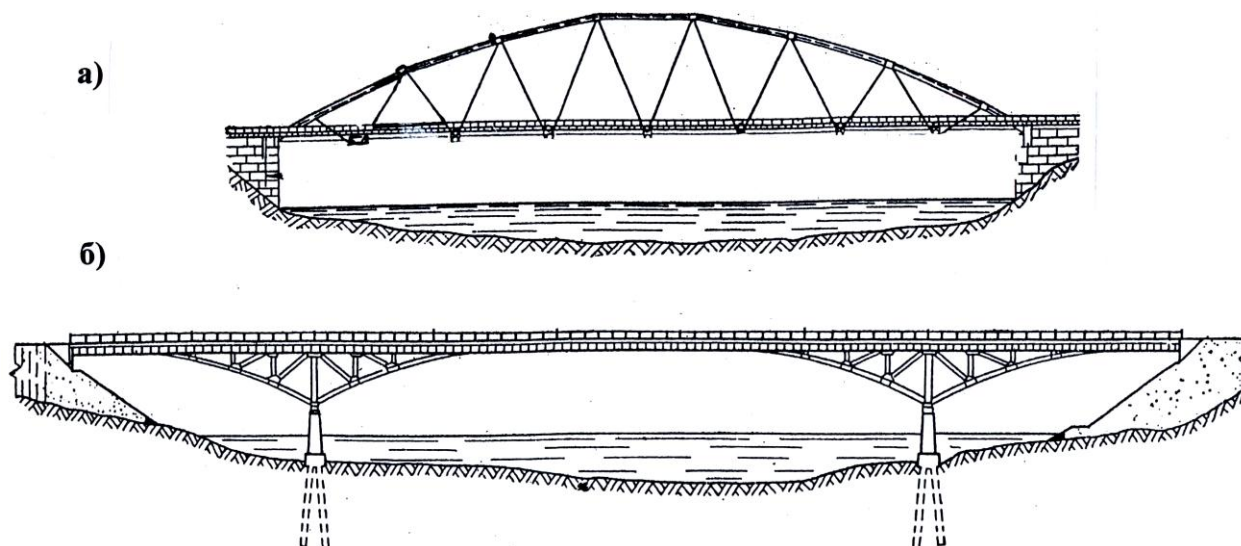
а – пилон қимасы, б – эстакаданың төменгі белдеуі, в – жоғарғы белдеуі, г – тіреу,
д – ішкі арматуралануы бар тіреуіш түрі.

А.15-сурет – Берлиндегі орталық вокзал үстіндегі эстакаданың құбырбетонды элементтері [11]

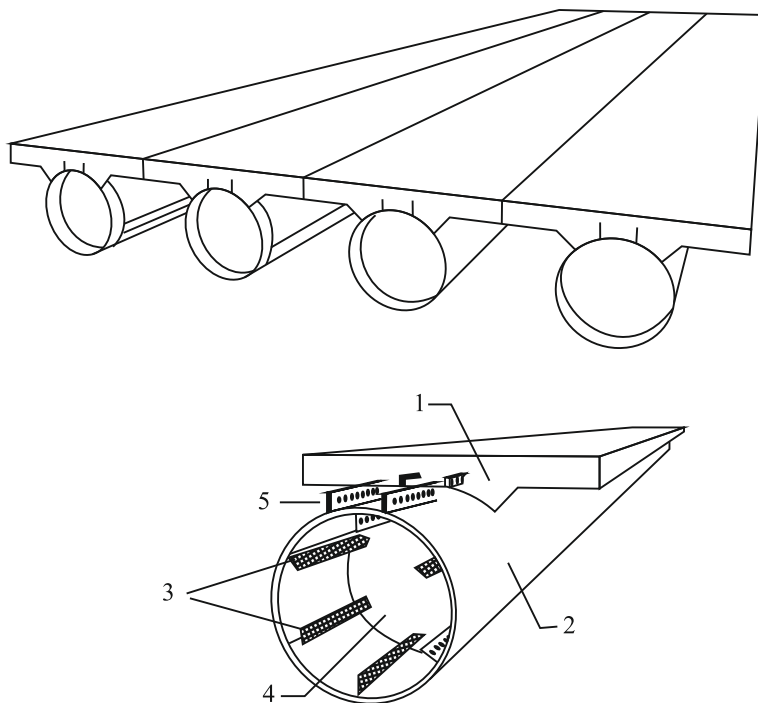


А.16-сурет – Транспорттерлік галереяның тіреуі [3]

А.3.5 Автожолдар көпірлерінде құбырбетонды элементтер сығылған элементтердің торлы фермалары немесе серіппелі жүйелері ретінде пайдаланыла алады. (А.17-сурет). А.18-суретте құбырбетонды пайдалана отырып, көпірдің арқалық құрылысының конструктивті шешімі келтірілген.



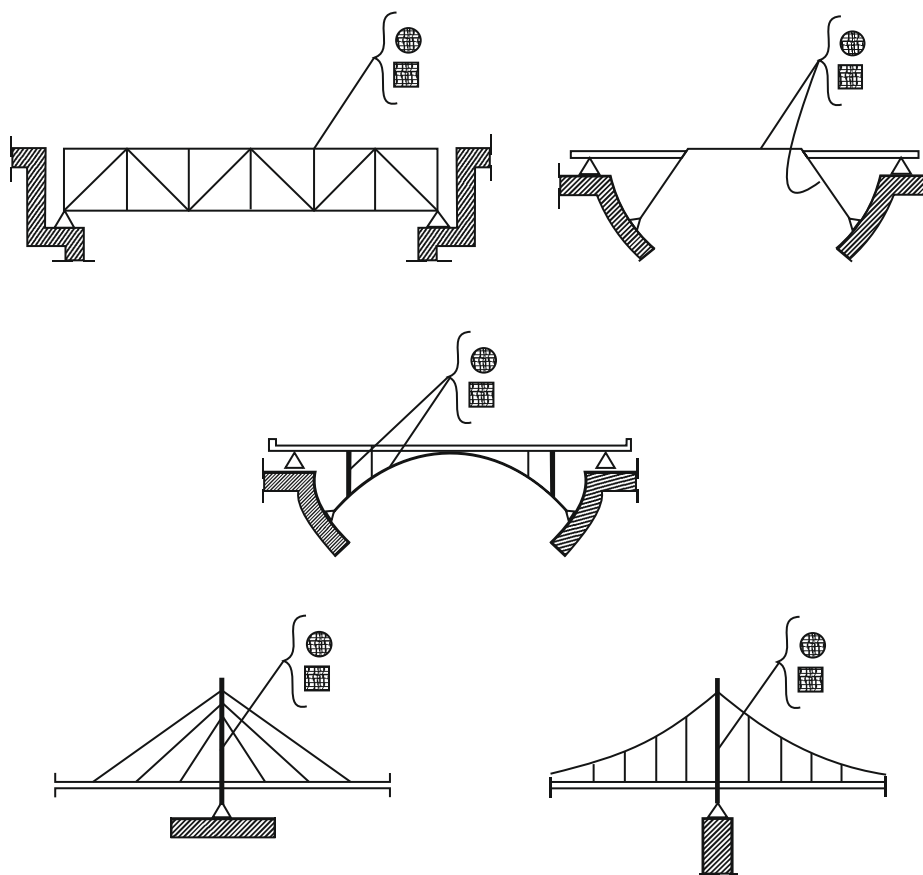
А.17-сурет – Құбырбетонды жоғарғы белдеуі (а) және құбырбетонды тартпалары (б) бар автожол көпірі [2]



1 – темірбетонды плита, 2 – болат құбыр, 3 – бойлық арматура, 4 – бетон, 5 – болат тесікті жолақтар түріндегі қосу элементтері.

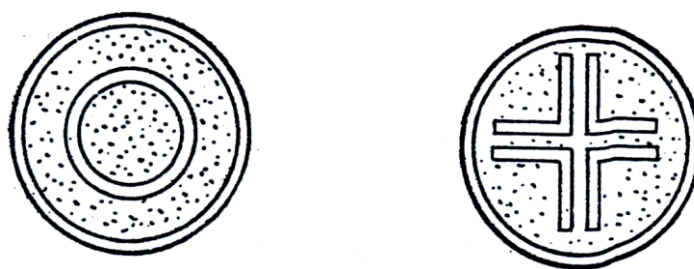
А.18 -сурет – Жиналмалы элементтерден жасалған арқалық құбырбетонды көпірдің аралық құрылысы [12]

Әр түрлі пішімдердегі көпірдің сығылған элементтері ретінде құбырбетонды пайдалану мысалдары А.19 -суретте келтірілген.



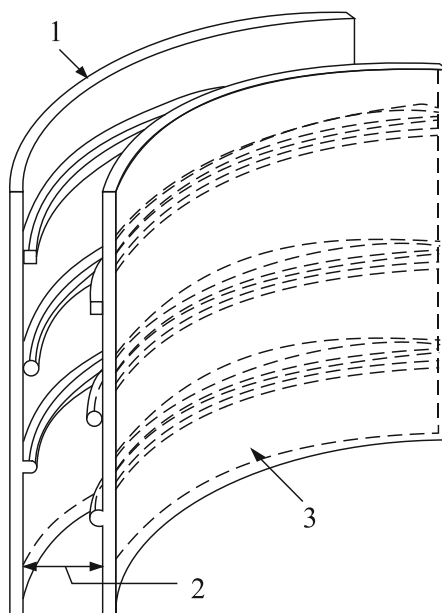
А.19-сурет – Әр түрлі пішімдердегі көпірдің дөңгелек және шаршы кескінді қималы құбырбетон элементтерін пайдалану [9]

А.3.6 Құбырбетон конструкцияларын көпірлер тірегі ретінде пайдалануға болады. Темірбетондармен салыстырғанда осындай тіректер тоңазытудың және балқудың алма кезек циклдарына, механикалық зақымдарға тұрақтырақ болып келеді. Тіректер өзекті арматуралаумен бетон ядросының арматуралауымен немесе тіректің көлденең қимасының габариттерін азайту мүмкіндігін беретін металл пішіндерімен жасап шығара алады. (А.20 -сурет).



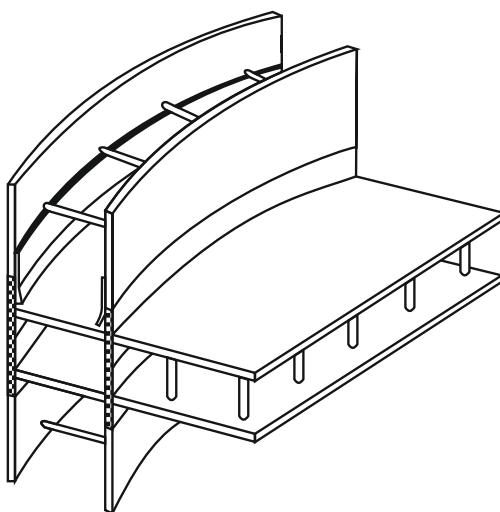
Сурет А.20 – Қатты арматурамен арматураланған көпірлердің тіреулерінің құбырбетонды көлденең қимасының үлгісі [2]

А.3.7 Құбырбетонның пайдаланудың болашағы мол бағыты болып желді электр станциялар, элеваторлар, резервуарлар және осыларға ұқсас имараттар құрылысы табылады. (А.21 және А.22-суреттер).



1 – сыртқы құбыр, 2 – бетонмен толтыру, 3 – ішкі құбыр.

А.21-сурет – Желді электр станциясының құбырбетон тіреулерінің қабырғаларының кескіні [10]



А.22-сурет – Болаттемірбетонды аражабындары бар элеватордың құбырбетонды қабырғасының қосылу кескіні [10]

Б қосымшасы
(ақпараттық)

Құбырбетон элементтерінің құрастырылуы

Б.1 Конструктивтік талаптар

Б.1.1 Құбырбетон конструкцияларының конструктивті шешімдерін қуыс болат құбырлардан жасалған конструкцияларға ұқсас қабылдау қажет. Жоғары сапалы дәнекерленген тігістерін қамтамасыз ету және бетонмен толтырылмаған болат құбырларды тасымалдау барысында қабырғаларының иілген салақтап кетуінің алдын алу үшін олардың минималды қалыңдығы кем дегенде 3 мм болуы тиіс.

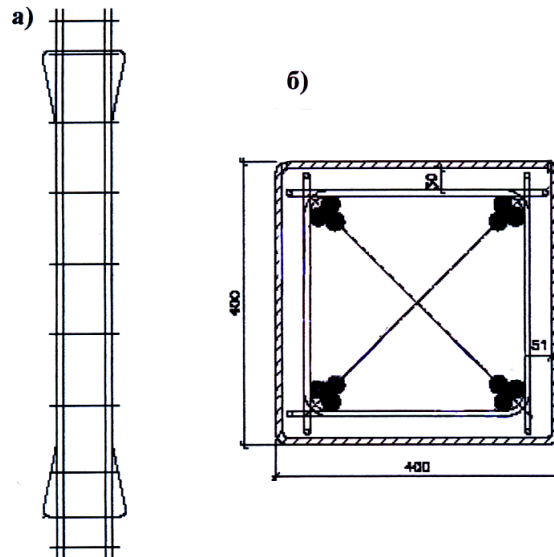
Б.1.2 Бір конструкцияда пайдаланатын құбырлардың диаметр өлшемдерінің және қабырға қалыңдығының саны минималды болуы тиіс. Конструкцияның жеке элементтерін монтажды механизмдердің жүк көтеруін, әзірлеу шарттарын және тасымалдауын ескере отырып үлкету қажет. Күш берудің сенімділігін қамтамасыз ететін беріктікке, қаттылыққа және түйін байланыстарының ұзақ өміршеңдігіне ерекше назар аудару қажет. Құбырбетонды элементтердің қиылысқан қосылыстарын қосымша бекіту бөлшектерінсіз контур бойымен дәнекерленетін пішімді ойықтың түйісуі арқылы орындауға тырысу қажет.

Б.1.3 Болат профилінде өрт жағдайында бетоннан буланатын ылғалды шығару үшін бағандар ұшында және кем дегенде 5 м ара қашықтықтағы аралық қималарында орналастырылатын саңылауларды қарастыру қажет. Бұл жағдайда саңылаулардың жалпы ауданы кем дегенде 6 см^2 болуы қажет.

Б.1.4 Жобаланатын конструкцияларда ылғалды ұстап қалатын және желдетуді қиындататын қуыстар мен астауларды болдырмауға тырысу қажет. Құбырбетон конструкцияларының барлық бөлшектерін пайдалану барысында бақылау, тазалау және бояу жұмыстарына қол жетімді болуы қажет.

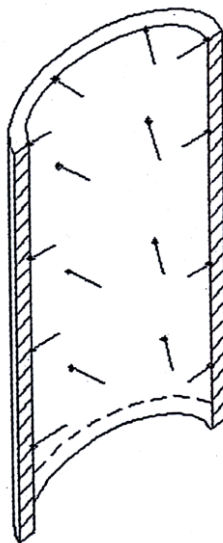
Б.1.5 Құбырбетон конструкцияларында ҚР ҚН EN 1992-1-1:2004/2011 сәйкес бойлық және көлденең арматуралауды пайдалану қажет. Бойлық арматуралау ауданы бетонның көлденең қимасының ауданынан кем дегенде 0,3 % құрауы қажет. Қима мөлшері 400 мм дейін бетонмен толтырылған тұйықталған профилдерде баған жеткілікті отқа төзімділікке ие болса, бойлық арматуралау талап етілмейді. Бойлық арматура мен пішін бағандардың жоғарғы және төменгі жақтың арматура иілуін қамтамасыз ету үшін қабырға арасындағы ара қашықтығы кем дегенде 10 мм болуы қажет. (Б.1-сурет).

Б.1.6 Бойлық арматураның құбырбетонды қималарында әдетте, отқа төзімділік талаптарын сақтай отырып белгілеу қажет. Құбырбетон конструкцияларында температурасы 300°C дейінгі қысқа мерзімде әсер ету барысында олардың көтергіш қабілетін арттыру бойынша әдетте қосымша конструкциялық шараларын жүргізу талап етілмейді. Құбырбетон конструкцияларының отқа төзімділігі темірбетон конструкциясының отқа төзімділігіне жақын болып келеді.

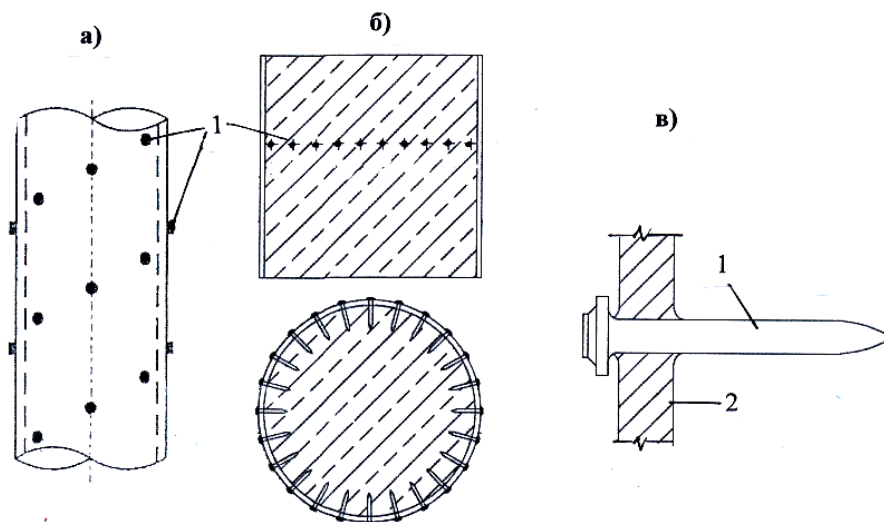


Б.1-сурет -Көп қабатты ғимараттың шаршы кескінді қималы құбырбетонды бағанның арматура қаңқасы (а) және көлденең қимасы (б) [14]

Б.1.7 Бетонмен байланысатын болат қимасының бет жағының ілінісуін қамтамасыз ету үшін майсызданған, боялмаған және қабыршықтан немесе тот басудан тазаланған болуы қажет. Бетон мен құбырдың ішкі бет жағымен ортақ сенімді түрде жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін болат анкерлі өзектерді орнату қажет. Бұл мақсатпен болат құбыр алдын ала бойлай екі бөлікке бөлінуі, ал анкерлерді бекіткеннен кейін дәнекерленуі мүмкін (Б.2-сурет). Анкерлер саны жеткілікті болғанда жүктеудің барлық кезеңдерінде бетон ядросының және металл құбырдың ортақ жұмысы кепілдендіріледі. Құбырдың металл қабығына атылатын арнайы анкерлі дюбелдерін пайдалану тиімдірек болып табылады. (Б.3 және Б.4-суреттер).

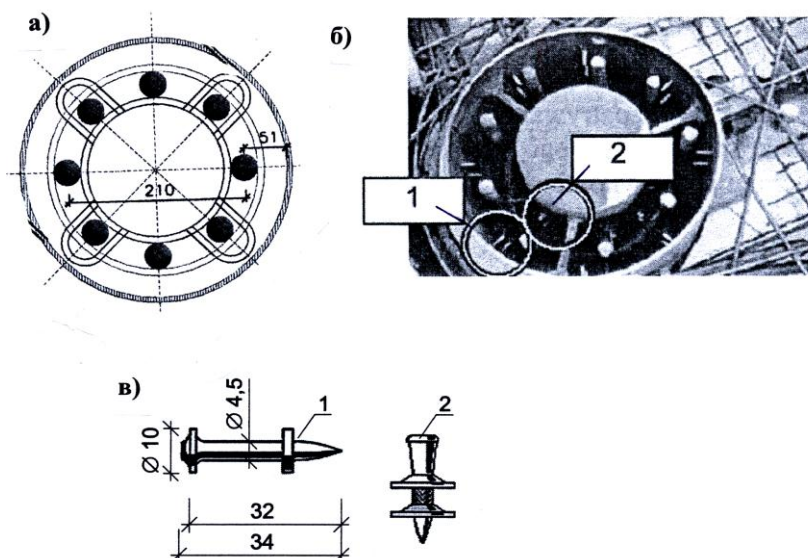


Б.2-сурет – Ішкі бет жағына дәнекерленген анкерлі өзектері бар болат құбырдың кескіні [1]



1 – атылатын дюбель, 2 – құбыр қабырғасы.

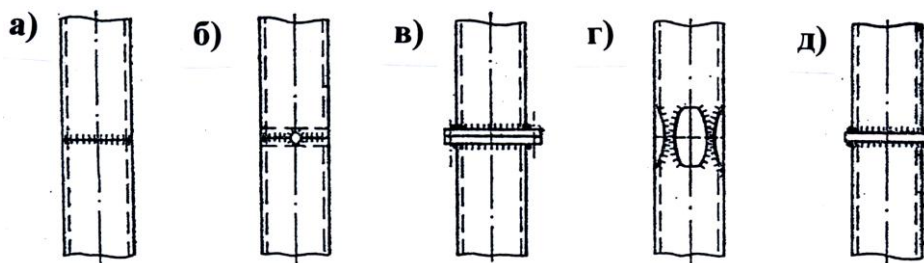
Б.3-сурет-Атылатын анкерлі дюбельдердің орналасу сызбасы [4]



Б.4-сурет - Құбыр түрінде иілген өзектермен және қатты өзекшелермен арматураланған құбырбетонды бағандарда 1 және 2 атылатын анкерлі дюбельдердің орналасу үлгісі [4]

Б.2 Құбырлардың тоғысқан қосылулары

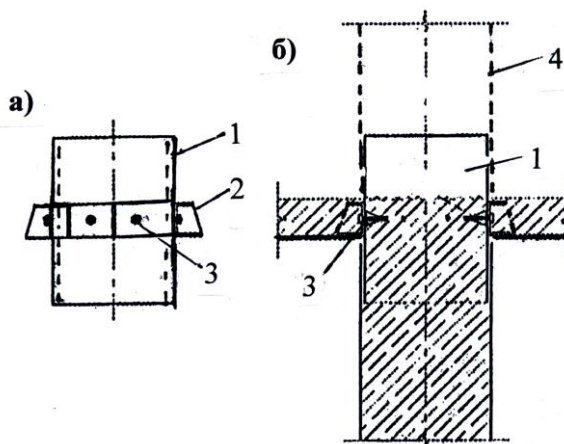
Б.2.1 Құбырбетонды элементтердің сығылған тоғысулары құбырлар арасында болсын, бетон арасында болсын беркелкі беру күшін қамтамасыз етуі тиіс. Тоғысатын элементтерде бетон құбыр бүйір жақтарымен беттесіп тегістелгенде ең қарапайым «құрғақ» тоғысу болып табылады. (Б.5 а-сурет). Құбырларды дәнекерлеу жұмыстары бетон жобалық беріктігінің 40 - 50 % қол жеткеннен кейін жүргізілуі тиіс. Жоғарғы температура әсерінен бетон конструкцияларының бұзылуын болдырмау үшін дәнекерлеу жұмысын үзіліспен жүргізу қажет.



Б.5-сурет -Құбырбетонды элементтердің орталықта сығылған тоғысулары:
а – «құрғақ», б – ерітіндімен толтырылған, в – ернемекті, г – «құрғақ», қаптамамен күшейтілген, д – «құрғақ» металл төсеніш арқылы [3]

Б.2.2 Зауытпен өндірілген құбырбетонды элементтерді ұштары бетонмен толтырылмаған түрде жеткізуге болады. Тоғысуда пайда болған элементтер қосуларын дәнекерлеп болған соң түзілген кеңістіктерді арнайы қалтырылған саңылау арқылы қысыммен ерітінді инъекцияланады. (Б.5б-сурет). Диаметрі кішірек басқа саңылау арқылы ауа және артық ерітінді шығарылады. Бұл әдіс сенімділігі төмендеу, өйткені құбырлардың толтырған бетонмен инъекцияланатын ерітіндісі тең дәрежеде берік болуына қол жеткізу қиын. Сондай-ақ, қосылу құрылғысының бойымен қисық дәнекерленген тоғысуларын, қаптамаларын немесе арнайы төсейтін бөлшектерін пайдалануға болады. (Б.5-сурет, г, д). Жиналмалы конструкциялар үшін бұрандамалардағы ернемекті қосылуларды пайдалануға болады. (Б.5-сурет в).

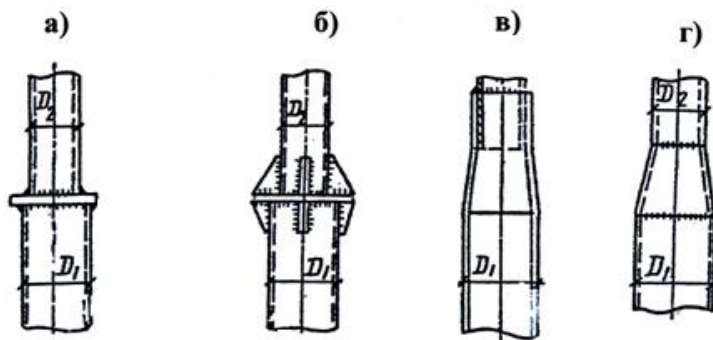
Б.2.3 Б.6 –Суретке сәйкес құбырлардың тоғысу қосулары монолитті темірбетонды аражабындар тіреуіне арналған болат қамытпен және анкерлермен жабдықталған арнайы гильза көмегімен жүзеге асырылады. Осындай жүйе бағандарды аражабын орналастырумен бір уақытта ұзартуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, анкерлер арқасында аражабынан жүктеме беру аймағында бетон ядросының және болат құбырдың ортақ жұмысын қамтамасыз етеді.



1- гильза, 2 – тіреуші жаға, 3 – анкерлік өзектер, 4 – ұзартылатын құбыр.

Б.6-сурет – Қабат арасындағы аражабынның құбырбетонды бағандарын және құрылғыларын ұзартуға арналған тіреу торабының сызбасы [7]

Б.2.4 Әр түрлі диаметрлі құбырларды ұзындық бойымен қосу барысында Б.7–суретте көрсетілген дәнекерлеу қосылуларын пайдалану қажет.



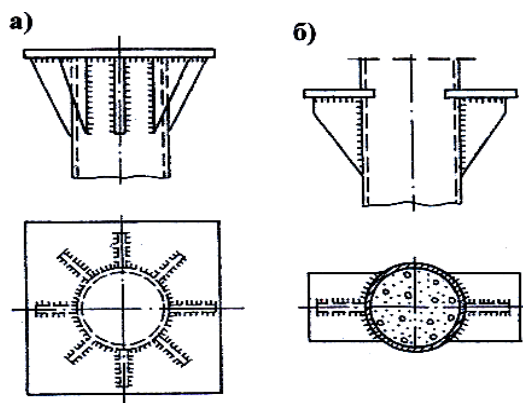
Б.7-сурет - Әр түрлі диаметрлі құбырлардың тоғысулары: а – ернемектің көмегімен, б – қабырғалары бар ернемек арқылы, в – біртіндеп кіші диаметрге өту, г – конусты ішпекпен [2]

Б.2.5 Құбырлардың дәнекерленген тоғысуларын толық күшті болат құбырдың және бетон ядросының көтергіш қабілетіне тепе-тең бөліктерге бөліп салу жолымен алынған күштерге есептеу қажет. Құбырбетон конструкциялары оған жалғанатын конструкциялардан жүктемелерді беру әдісі құбырда конструкцияның жалпы көтергіш қабілетін айтарлықтай азайтатын жергілікті кернеулерінің пайда болуын барынша азайтуы тиіс.

Б.2.6 Құбырларды бетонмен толтыру барысында элементтің ұзындық бойымен оның бір текті және тең берік болып тұруына тырысу қажет, оған құйылған бетондарын пайдалану жолымен қол жеткізуге болады.

Б.3 Бағандар бастары мен негіздерін құрастыру

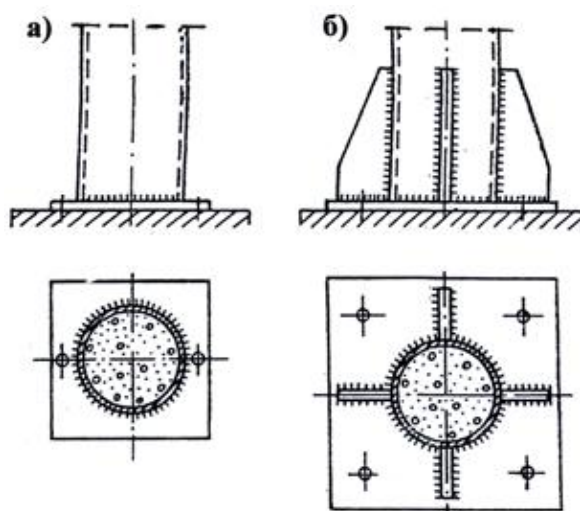
Б.3.1 Ригель тіреу ауданын дамыту үшін құбырбетонды бағандар бастарын кең етіп жобалау қажет. Бағандар биіктігі бойымен арқалық конструкцияларын бекіту үшін консольді үстелдер дәнекерленеді. (Б.8-сурет).



Б.8 -сурет – Орталық сығылған құбырбетонды бағандар бастарының конструкциясы: а – тіріме табағымен, б – консольмен тіріме [3]

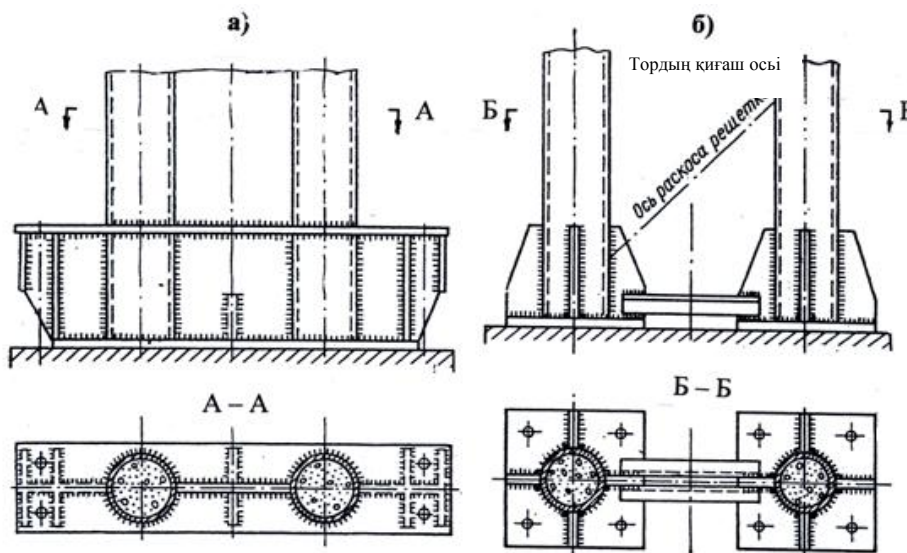
Б.3.2 Құбырбетонды бағандардың тіреу негіздері топсалы немесе қатты түрде жобалана алады. (Б.9-сурет). Бірінші жағдайда бағандар тіреу плитасы арқылы анкерлі бұрандалармен ірге тасқа бекітіледі. Қатты негіздерде қосымша түрде бұрыштамалар

немесе траверстер пайдаланылады. Бұл жағдайда тіреу плиталарын және анкерлі бұрандаларды есептеу жұмыстарын болт конструкциялары үшін сияқты жүзеге асыру қажет.

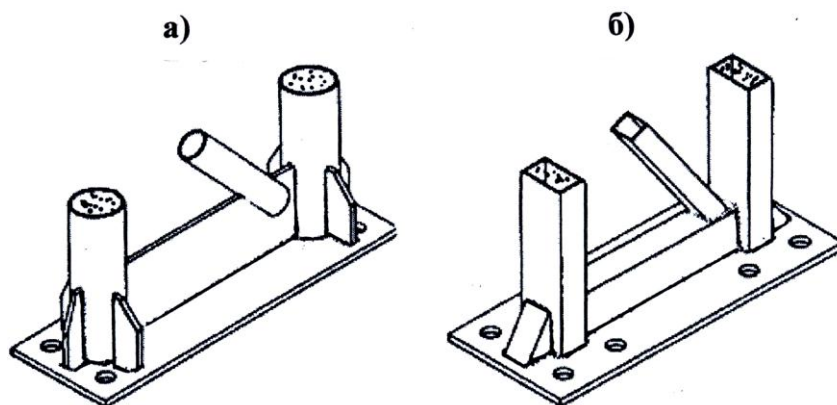


Б.9-сурет – Топсалы (а) және қатты (б) тіреулері бар орталықтан тыс сығылған құбырбетонды бағандардың конструкциялық негіздері [3]

Б.3.3 Орталықтан тыс жүктелген екі тармақты құбырбетонды бағандардың негіздері ұқсас металл бағандардың негіздеріне ұқсастырып дәнекерлі етіп жобалау қажет. (Б.10 және Б.11-суреттер).

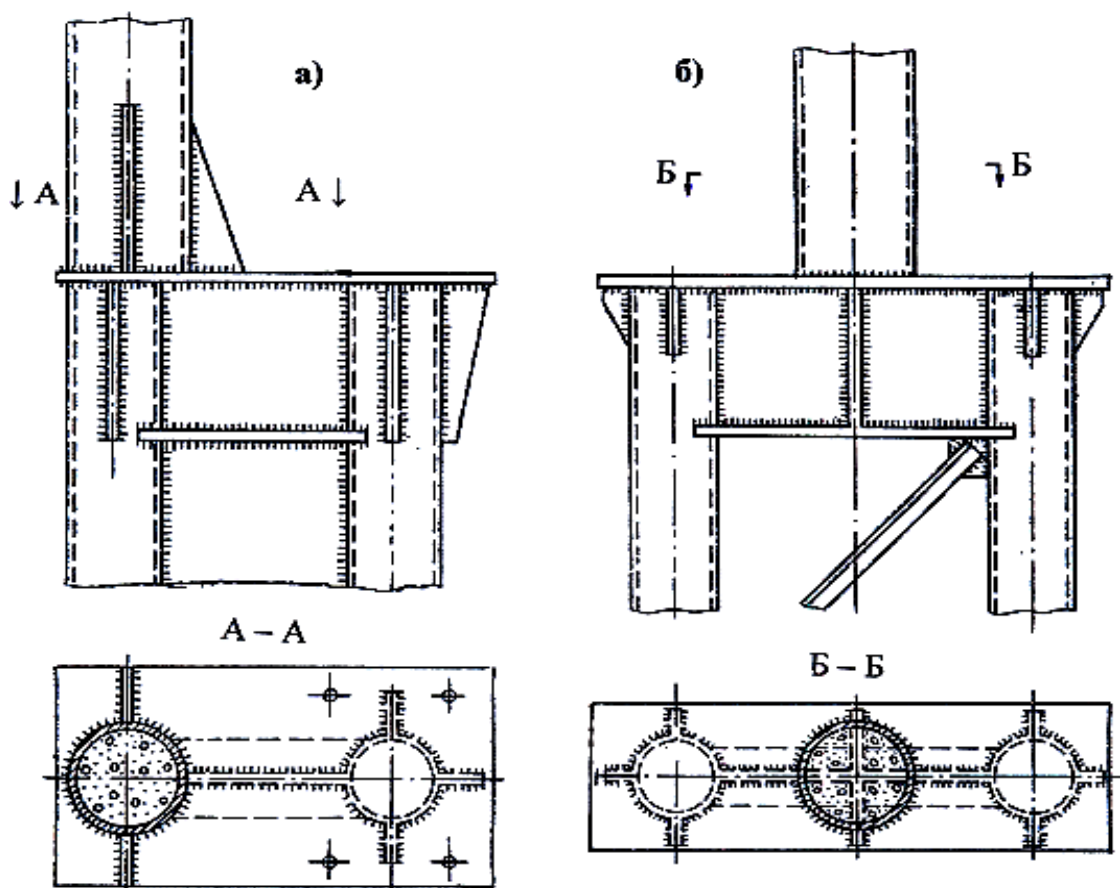


Б.10 -сурет – Тармақтары тұтас (а) және тор пішінді (б) бірлесуі бар екі тармақты құбырбетонды бағандардың конструкцияларының негіздері [3]



Б.11-сурет – Құбырлы (а) және қорапты (б) тармақтары бар бағандар негіздері

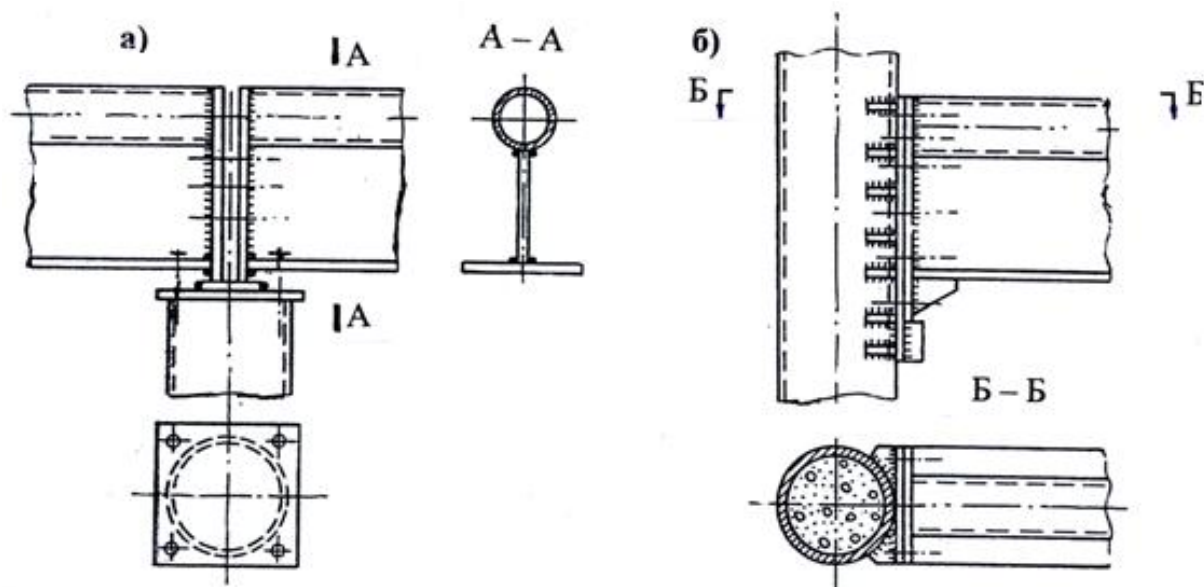
Б.3.4 Кран үстіне және кран астына құбырбетонды бөліктерді қосу жұмыстарын металл бағандар үшін сияқты дәнекерлеу жолымен орындау қажет. (Б.12-сурет).



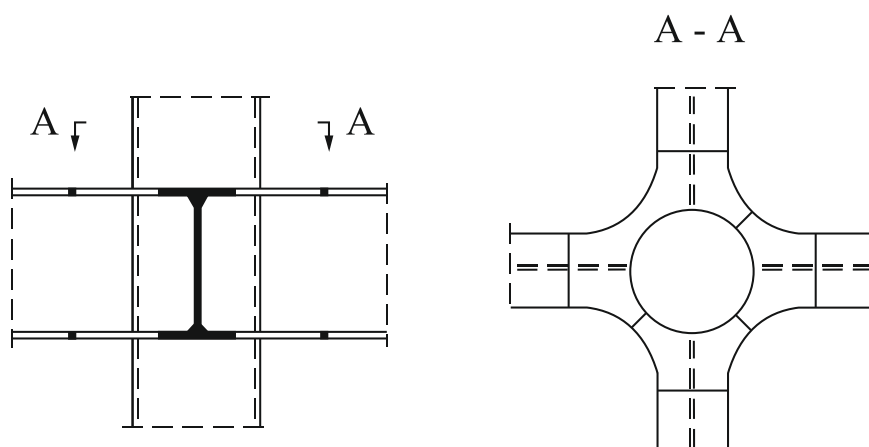
Б.12-сурет – Кран үсті және кран асты жақтарына қосылулары және тұтас (а) және торлы (б) екі тармақты бағандар негіздері [3]

Б.4 Бағандардың арқалықтармен және ригельдермен қосылуы

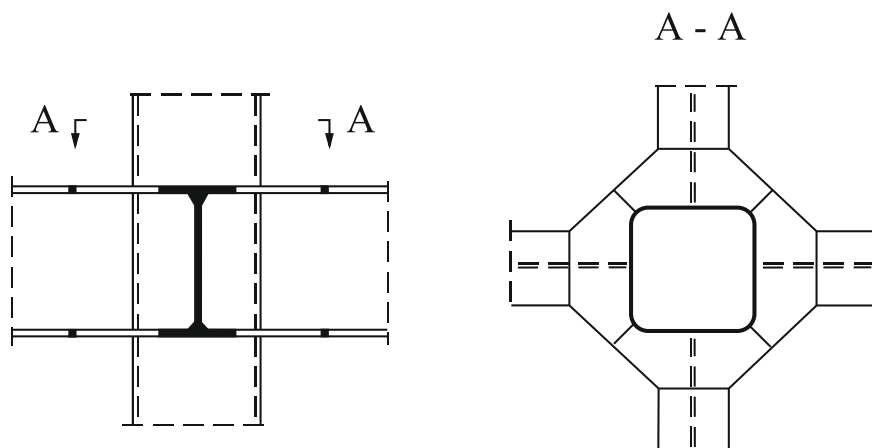
Б.4.1 Құбырбетонды жоғары белдеуі бар арқалықтармен құбырбетонды бағандардың қосылу үлгілері Б.13-суретте көрсетілген. Б.14 – Б.25-суреттерде қаңқалы ғимараттарда құбырбетонды бағандармен ригельдердің қосылуларының әр түрлі контруктивті шешімдері келтірілген.



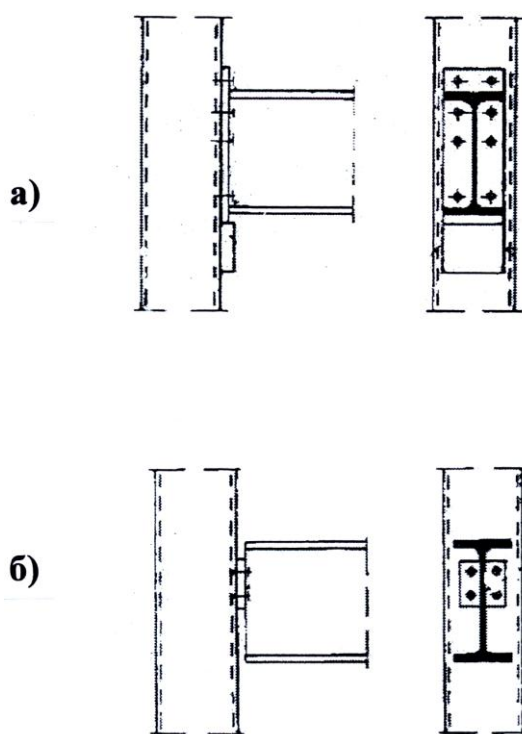
Б.13-сурет – Арқалықтың жоғарыдан тіреле отырып (а) және бүйірінен қабыстырғандағы (б) құбырбетонның жоғарғы белдеуі бар арқалықтың құбырбетонды бағандарға қосылуы [3]



Б.14-сурет – Қоставрлы қималы ригелдердің дөңгелек пішінді қималы құбырбетонды бағандармен қосылуы [4]

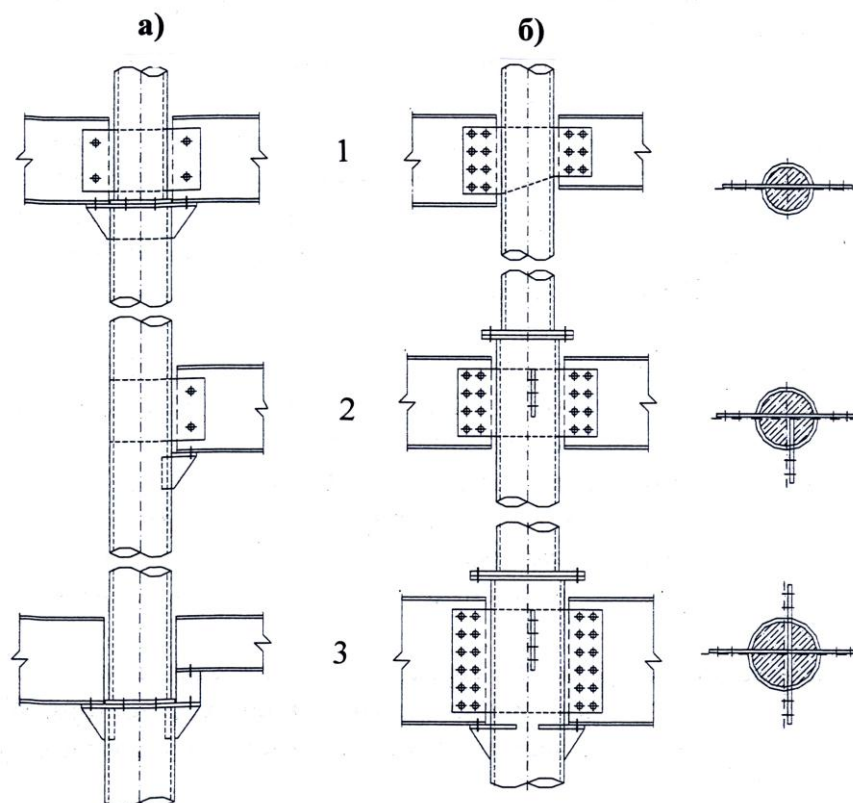


Б.15-сурет - Қоставрлы қималы ригелдердің шаршы пішінді қималы құбырбетонды бағандармен қосылуы [4]

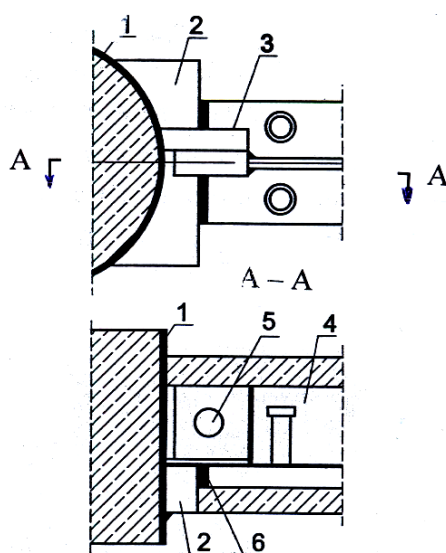


Б.16-сурет – Ригельдердің шаршы пішінді қималы құбырбетонды бағандармен тіреуші ернемек (а) және бұрандалы қосылу (б) арқылы қосылуы [4]

Б.4.2 Құбырбетонды қимасының қатты арматуралануы болған жағдайда ригельдердің бағандармен қосылуын құбыр қабырғаларында ойылған ойықтар арқылы қатты өзекшесіне оларды тіреу арқылы жүзеге асыру қажет. (Б.19 -сурет).

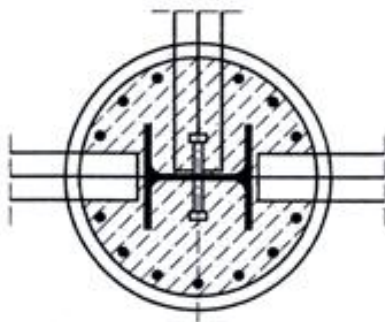


Б.17-сурет - Қоставрлы қималы ригелдердің ригельдер бір бағытта (1) орналасуы және ригельдердің екі бағытта (2,3) орналасуы жағдайында дөңгелек пішінді қималы құбырбетонды бағандарымен қосылуы [4]



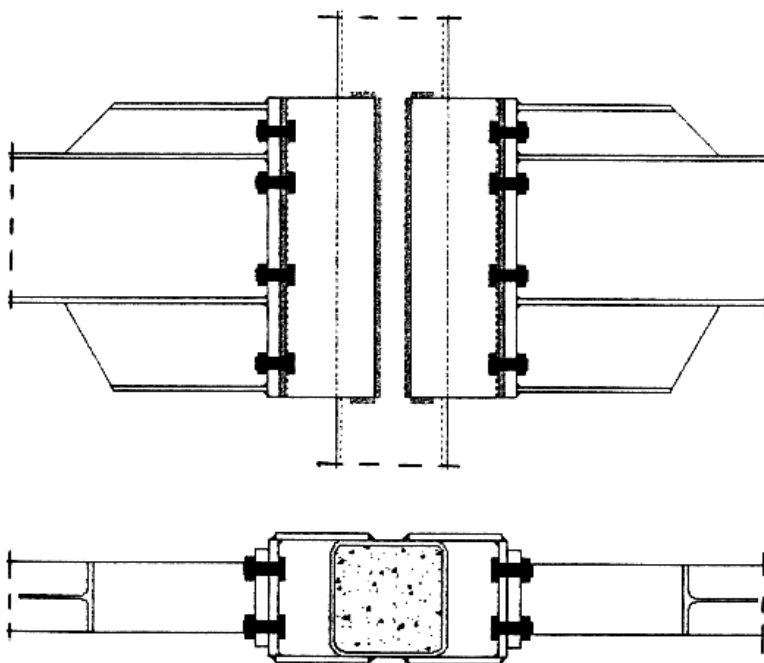
1 – болат құбыр, 2 – консольді үстелше, 3 – тік қабырға, 4 – болат ригель,
5 – монтаждау бұрандасы, 6 – қысқыш төсем.

Б.18-сурет – Қоставрлы қималы ригелдердің дөңгелек пішінді қималы құбырбетонды бағандармен бұрандалы қосылу арқылы қосылуы [4]



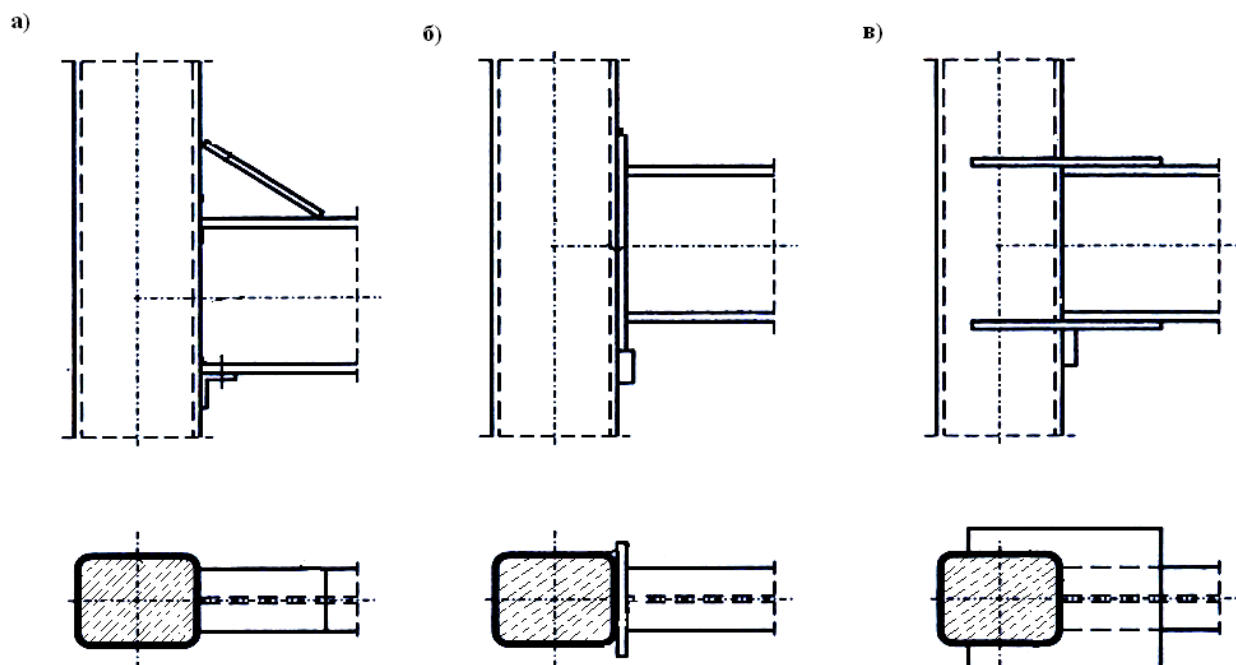
Б.19-сурет – Қоставрлы қималы ригелдердің дөңгелек пішінді қималы құбырбетонды бағандармен құбыр қабырғасындағы ойықтар арқылы қосылуы [4]

Б.4.3 Ригельдердің қорап пішінді қималы бағандармен ернемекті қосылуын бағандар қабырғасына дәнекерленген жапсырма тақташалар көмегімен орындау қажет. (Б.20-сурет).

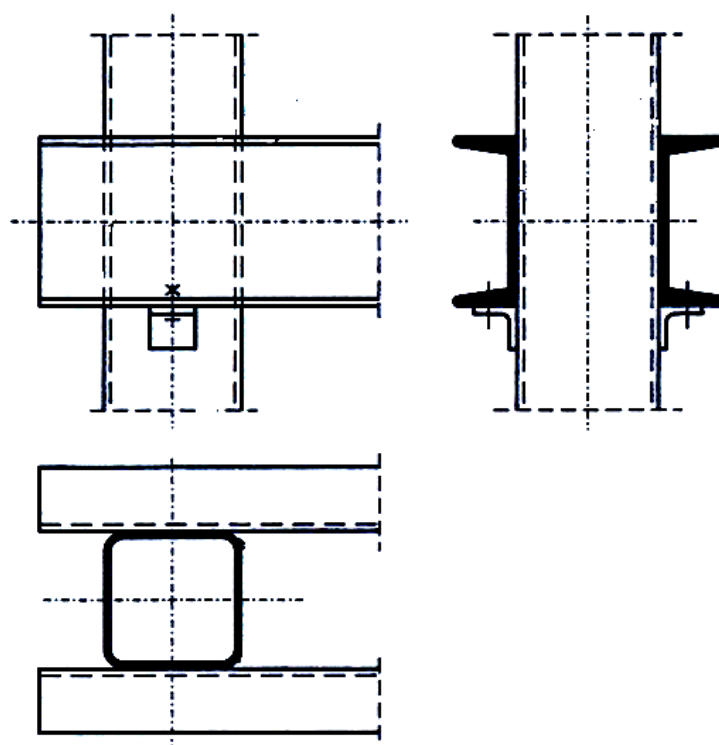


Б.20-сурет – Қоставрлы қималы ригелдердің қорап пішінді қималы құбырбетонды бағандармен бұрандамалы ернемек арқылы қосылуы

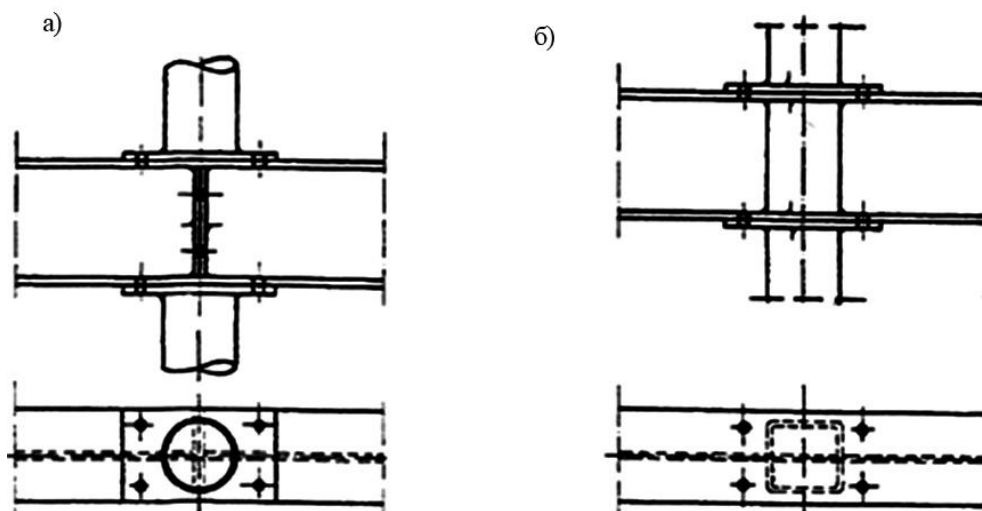
Б.4.4 Өндіруші зауыттың құбырбетонды бағандарын қоставрлы қималы ригельдермен ригелдердің төменгі және жоғарғы белдеуіне сәйкесінше бұранда негіздерін және бастарын бекіту жолымен біріктіруге болады. (Б.21 -сурет).



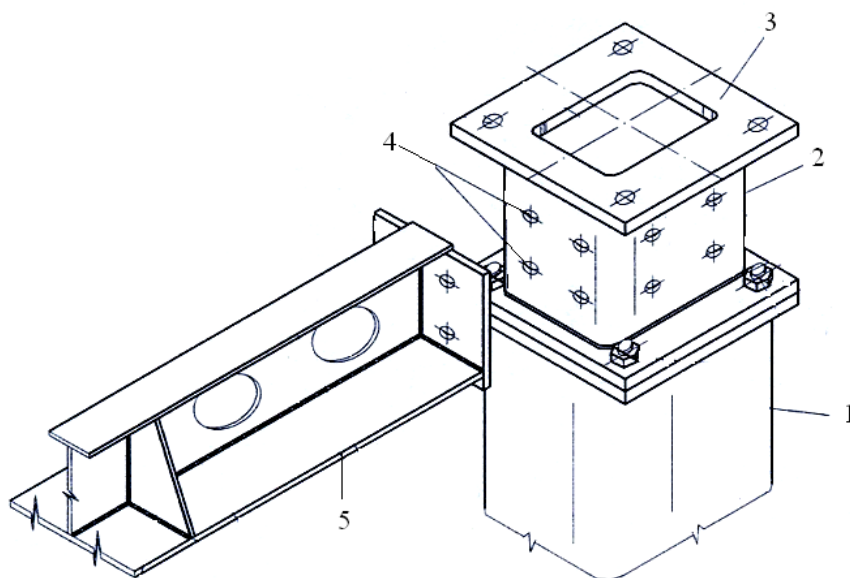
Б.21-сурет – Қоставрлы қималы ригелдердің қорапты пішінді қималы құбырбетонды бағандармен дәнекерлеу қосылулары (а – бұрыштамалар және бөрене төселген тораптар көмегімен, б – бөрене төселген ернемек көмегімен, в – қаптама көмігімен)
 [8]



Б.22-сурет – Қоставрлы қималы ригелдердің қорапты пішінді қималы құбырбетонды бағандармен дәнекерлеу қосылулары [8]

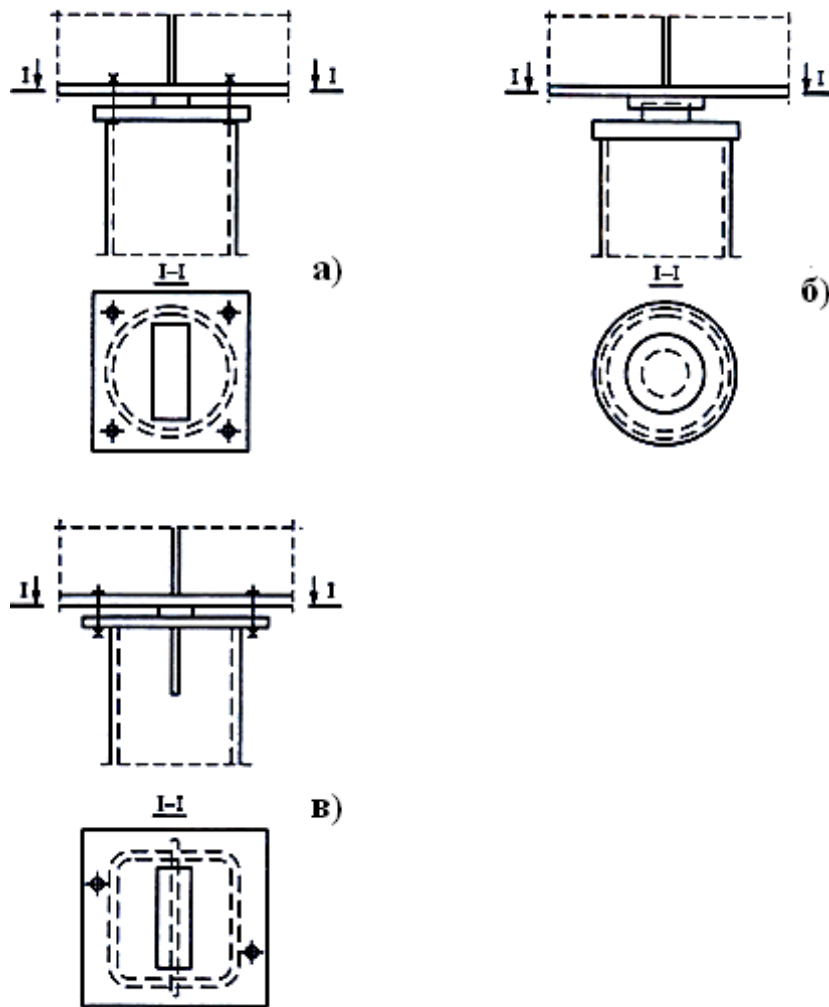


Б.23-сурет- Дөңгелек (а) және шаршы (б) пішінді қималы құбырбетонды бағандармен қоставрлы қималы ригелдердің қосылулары [8]



1 – құбырбетонды баған, 2 – бұрандалы монтаждау қосылуларына арналған ернемегі бар баған басы, 3 – бағанның тоғысқан бұрандалы қосылысына арналған ернемек, 4 – бағандар басы бар ригельдердің бұрандалы монтаждау қосылыстарына арналған саңылау, 5 – болат ригель.

Б.24 -сурет – Ригельдердің құбырбетонды бағандармен монтажды бұрандалы қосылысы

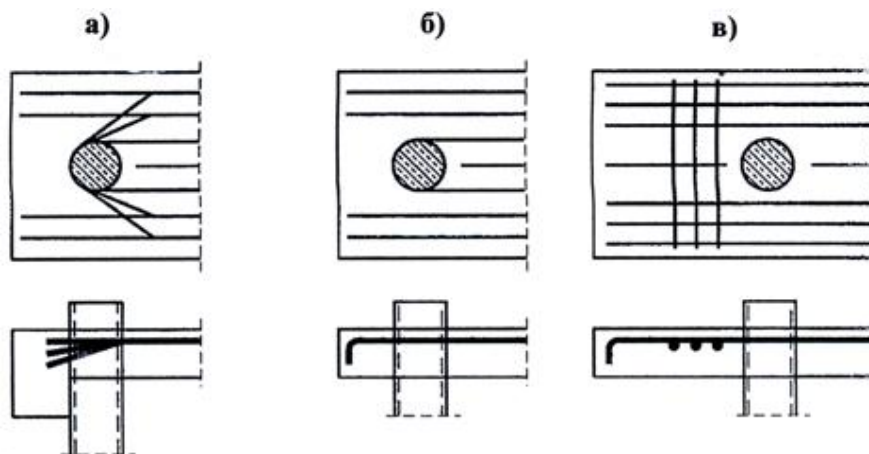


Б.25-сурет –Қоставрлы қималы ригелдердің дөңгелек (а, б) және қорапты (в) пішінді қималы құбырбетонды бағанның басымен қосылулары

Б.5 Бағандардың темірбетон плиталарымен қосылулары

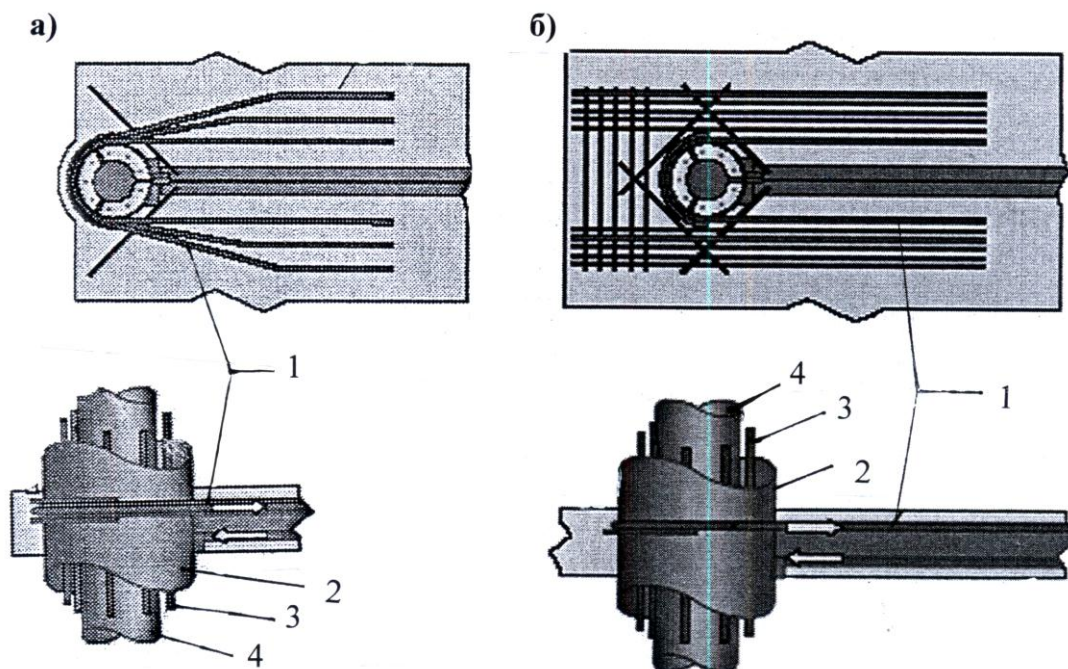
Б.5.1 Қасбеттік бортты қабырға болуы және бетонды консольді белдеудің жоқтығы жағдайында бағандарға темірбетон плитасының қосылуының иілу моменті арматуралы өзектерге жүктелуі тиіс, ал бортты қабырға бағандарға мықтап бекітілуі қажет. (Б.26а-сурет).

Б.5.2 ҚР ҚН EN 1998-1:2004/2011 С. 3.1.2(1) тармағына сәйкес бетонды консольді белдеудің болуы және қасбеттік бортты қабырға жоқтығы жағдайында бағандардарға темірбетон плитасының қосылуының иілу моменті консольді белдеуге анкерленген арматуралы өзектерге жүктелуі тиіс (Б.26-сурет, б, в).



Б.26-сурет – Шеткі құбырбетонды бағандармен қосылған аймақта темірбетон плитаның арматуралануы: а) борттық қабырғада, б) бойлық арматура көмегімен плитаның консольді бөлігінде, в) көлденең арматура көмегімен плитаның консольді бөлігінде [8]

Б.5.3 Темірбетон плитаның құбырбетонды бағанға қосылған конструктивтік шешімі Б.27-суретте келтірілген.

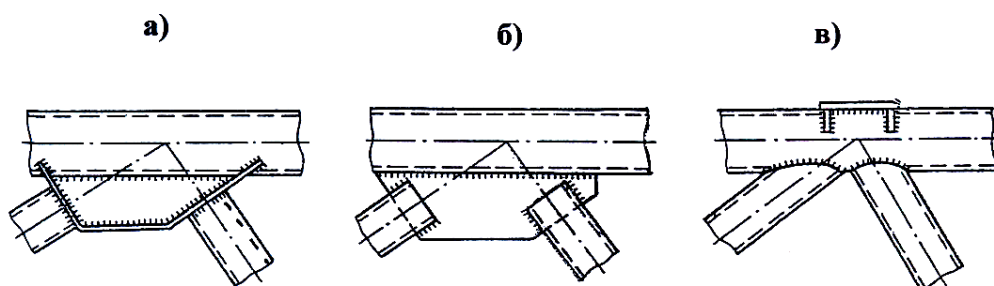


1 – созылған аймақтағы арматуралы өзектер, 2 – бағанның сыртқы болат құбыры, 3 – тік арматура, 4 – құбырбетонды бағанның ішкі құбырлы өзекшесі.

Б.27-сурет -Болаттемірбетон аражабындарының ригельдерінің шеткі құбырбетонды бағандарға қосылған аймағында арматуралануы [4]

Б.6 Фермалардың құбырбетонды өзектермен торапты қосылыстары

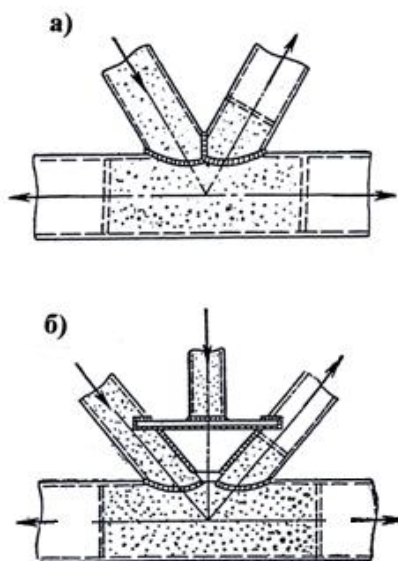
Б.6.1 Фермалардың құбырбетонды өзектермен торапты қосылыстарының конструктивтік шешімдері құбырдан жасалған металл фермалар тораптарына ұқсас түрде орындалады. Өзектердің дәнекерленген қосылыстары тікелей немесе жапсырма тақтаны пайдалана отырып орындала алады (Б.28 -сурет). Арқалықтар тіреуіне немесе жоғарғы белдеудің тақталарына тіреуші үстелшелер дәнекерленеді.



Б.28-сурет – Фермалардың жоғарғы құбырбетонды белдеулеріндегі қиғаш тіректерінің торапты қосылыстары: а-б- жапсырма тақташа көмегімен, в- тікелей [3]

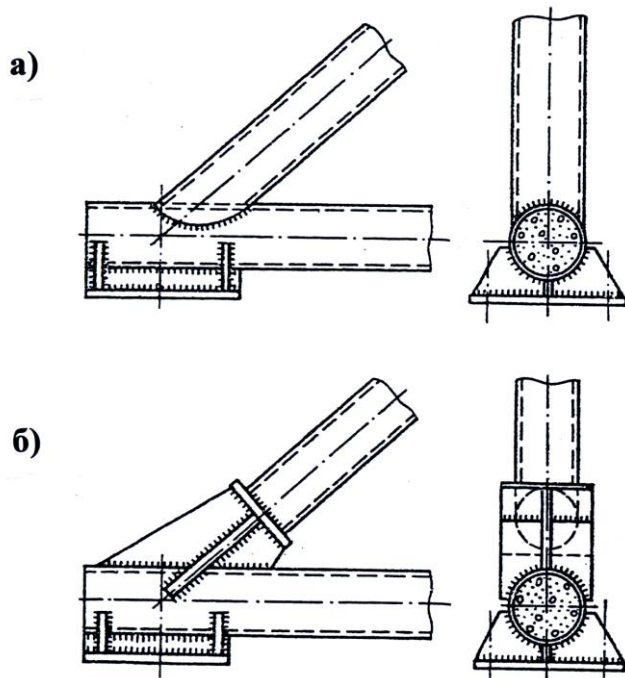
Б.6.2 Құбырбетонды белдеулердің монтажды қосылыстарын дәнекерлі немесе ернемекті тоғысқан күйінде орындау қажет.

Б.6.3 Ферманың созылған элементтерін максатты түрде бетонмен барлық ұзындық бойымен емес, тек торапты қосылыстарында ғана толтыру қажет (Б.29 -сурет). Пайда болған бетонды тығындар құбыр қабына күш беру барысында түйін қаттылығын ұлғайтады. Технологиялық тұрғыдан құбырларды бетонмен жергілікті толтыру қиын болғандықтан, тораптарды фермалар өзектерімен түйістіре дәнекерлеу жолымен қосылатын жеке бөлшектер ретінде дайындауға болады.

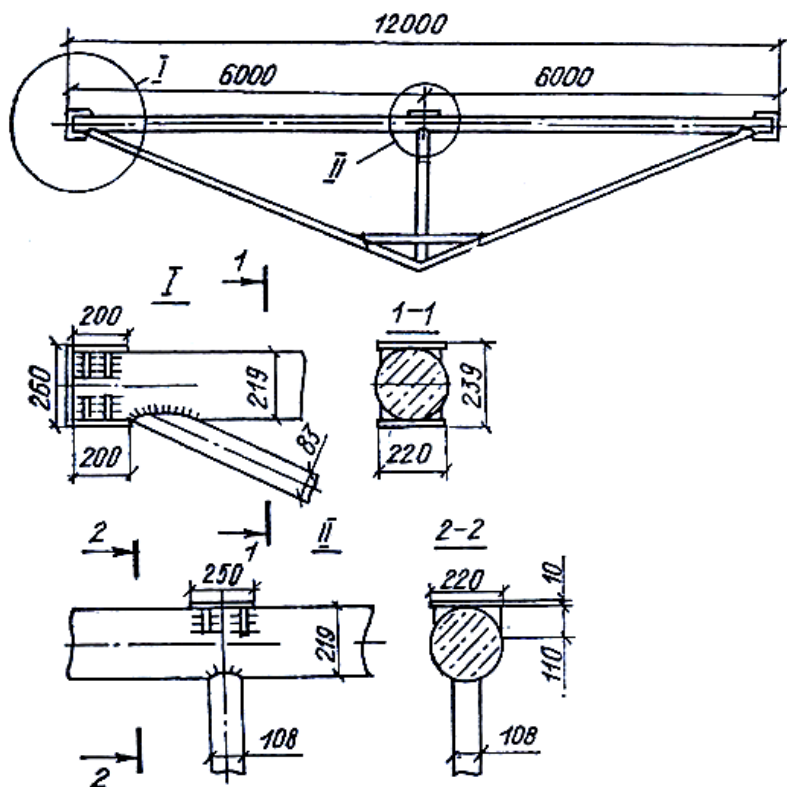


Б.29-сурет –Бетон тығындармен толтырылған құбырлардан жасалған металл фермалардың торапты қосылыстары [2]

Б.6.4 Құбырбетонды фермаларда тіреу реакцияларын не құбырдың төменгі белдеу бүйір жағына дәнекерленген ернемектер арқылы, не тіреуші үстелшелері арқылы беру қажет (Б.30 және Б.31-суреттер).



Б.30-сурет – Құбырбетонды фермалардың тіреуші тораптары: а- төменгі белдеуі бар қиғаш тіректің тікелей қосылу жағдайында, б- жапсырма тақташасы көмегімен қосылғанда[3]

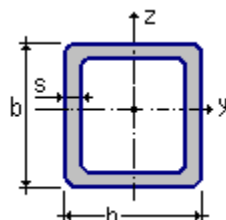


Б.31-сурет – Жоғарғы құбырбетонды белдеуі бар итарқа фермасы [3]

В қосымшасы
(ақпараттық)

ГОСТ бойынша болат құбырдың сұрыптамасы

В.1 ГОСТ 30245-94 бойынша шаршы пішінді қималы құбырлар

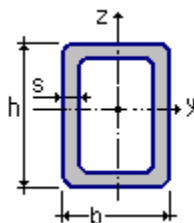


В. 1-кесте – ГОСТ 30245-94 бойынша шаршы пішінді қималы құбырларының негізгі сипаттамалары

	b см	s см	r1 см	A см ²	I_y=I_z см ⁴	W_y=W_z см ³	i_y=i_z см	P Т/м
50×2	5,000	0,200	0,400	3,900	14,400	5,700	1,960	0,003
50×2,5	5,000	0,250	0,500	4,700	17,200	6,800	1,930	0,004
50×3	5,000	0,300	0,600	5,500	19,900	7,900	1,910	0,004
50×4	5,000	0,400	0,800	7,100	24,500	9,800	1,860	0,005
50×5	5,000	0,500	1,000	8,600	28,300	11,300	1,810	0,007
80×2,5	8,000	0,250	0,500	7,700	74,600	18,700	3,120	0,006
80×3	8,000	0,300	0,600	9,200	89,500	22,400	3,120	0,007
80×4	8,000	0,400	0,800	12,200	115,300	28,800	3,070	0,010
80×5	8,000	0,500	1,000	15,000	138,000	34,500	3,030	0,012
80×6	8,000	0,600	1,200	17,800	158,100	39,500	2,980	0,014
100×3	10,000	0,300	0,600	11,600	180,200	36,000	3,940	0,009
100×4	10,000	0,400	0,800	15,300	231,300	46,300	3,890	0,012
100×5	10,000	0,500	1,000	18,900	278,700	55,700	3,840	0,015
100×6	10,000	0,600	1,200	22,600	326,300	65,300	3,800	0,018
100×7	10,000	0,700	1,400	26,200	373,900	74,800	3,750	0,021
120×3	12,000	0,300	0,600	14,000	315,100	52,500	4,760	0,011
120×4	12,000	0,400	0,800	18,500	408,500	68,100	4,710	0,014
120×5	12,000	0,500	1,000	22,900	497,900	83,000	4,660	0,018
120×6	12,000	0,600	1,200	27,400	583,400	97,200	4,610	0,021
140×4	14,000	0,400	0,800	21,600	657,900	94,000	5,520	0,017
140×5	14,000	0,500	1,000	26,900	808,400	115,500	5,480	0,021
140×6	14,000	0,600	1,200	32,100	947,100	135,300	5,430	0,025
140×7	14,000	0,700	1,400	37,200	1077,100	153,900	5,380	0,029
140×8	14,000	0,800	1,600	42,300	1201,700	171,700	5,330	0,033
160×4	16,000	0,400	0,800	24,700	989,700	123,700	6,330	0,019
160×5	16,000	0,500	1,000	30,700	1214,600	151,800	6,290	0,024
160×6	16,000	0,600	1,200	36,800	1435,100	179,400	6,240	0,029

**В. 1-кесте – ГОСТ 30245-94 бойынша шаршы пішінді қималы құбырларының
негізгі сипаттамалары (жалғасы)**

	b см	s см	r1 см	A см ²	I_y=I_z см ⁴	W_y=W_z см ³	i_y=i_z см	P Т/м
160×7	16,000	0,700	1,400	42,800	1640,800	205,100	6,200	0,034
160×8	16,000	0,800	1,600	48,700	1836,900	229,600	6,150	0,038
180×5	18,000	0,500	1,000	34,600	1749,100	194,300	7,110	0,027
180×6	18,000	0,600	1,200	41,400	2063,500	229,300	7,060	0,032
180×7	18,000	0,700	1,400	48,200	2372,100	263,600	7,010	0,038
180×8	18,000	0,800	1,600	54,800	2663,300	295,900	6,970	0,043
180×9	18,000	0,900	1,800	61,500	2976,500	326,200	6,910	0,048
180×10	18,000	1,000	2,000	68,200	3300,700	353,500	6,860	0,054
200×5	20,000	0,500	1,000	38,400	2410,000	241,000	7,930	0,030
200×6	20,000	0,600	1,200	45,600	2832,000	283,000	7,880	0,036
200×7	20,000	0,700	1,400	52,800	3236,000	324,000	7,830	0,041
200×8	20,000	0,800	1,600	59,800	3621,000	362,000	7,780	0,047
200×9	20,000	0,900	1,800	66,700	3987,000	399,000	7,730	0,052
200×10	20,000	1,000	2,000	73,400	4336,000	434,000	7,680	0,058
200×11	20,000	1,100	2,200	80,000	4667,000	467,000	7,640	0,063
200×12	20,000	1,200	2,400	86,500	4980,000	498,000	7,590	0,067
200×13	20,000	1,300	2,600	92,900	4685,000	527,000	7,540	0,073
200×14	20,000	1,400	2,800	99,200	4408,000	554,000	7,490	0,078
250×8	25,000	0,800	1,600	75,800	7315,000	585,000	9,820	0,059
250×9	25,000	0,900	1,800	84,700	8092,000	647,000	9,780	0,067
250×10	25,000	1,000	2,000	93,400	8840,000	707,000	9,730	0,073
250×11	25,000	1,100	2,200	102,000	9559,000	765,000	9,680	0,080
250×12	25,000	1,200	2,400	111,000	10251,000	820,000	9,630	0,087
250×13	25,000	1,300	2,600	119,000	10917,000	872,000	9,580	0,093
250×14	25,000	1,400	2,800	127,000	11550,000	924,000	9,530	0,100
300×8	30,000	0,800	1,600	89,900	12812,000	846,000	11,940	0,071
300×9	30,000	0,900	1,800	101,000	14302,000	949,000	11,900	0,079
300×10	30,000	1,000	2,000	113,000	15712,000	1047,000	11,790	0,089
300×11	30,000	1,100	2,200	124,000	17080,000	1139,000	11,740	0,097
300×12	30,000	1,200	2,400	135,000	18330,000	1222,000	11,650	0,106
300×13	30,000	1,300	2,600	145,000	19580,000	1309,000	11,620	0,114
300×14	30,000	1,400	2,800	155,000	20784,000	1386,000	11,580	0,122

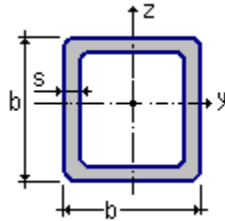
В. 2 ГОСТ 30245-94 бойынша тікбұрышты пішінді қималы құбырлар**В. 2-кесте – ГОСТ 30245-94 бойынша тікбұрышты пішінді қиманың негізгі сипаттамалары**

	h см	b см	s см	r1 см	A см ²	I_y см ⁴	W_y см ³	i_y см	I_z см ⁴	W_z см ³	i_z см
60×40×2	6,000	4,000	0,200	0,400	3,800	18,800	6,200	2,230	10,000	5,000	1,630
60×40×2.5	6,000	4,000	0,250	0,500	4,700	22,400	7,400	2,200	11,800	5,900	1,600
60×40×3	6,000	4,000	0,300	0,600	5,500	26,000	8,600	2,180	13,700	6,800	1,580
60×40×4	6,000	4,000	0,400	0,800	7,100	32,200	10,700	2,130	16,700	8,300	1,540
60×40×5	6,000	4,000	0,500	1,000	8,600	37,100	12,300	2,080	19,100	9,500	1,490
100×60×3	10,000	6,000	0,300	0,600	9,200	123,200	24,600	3,660	55,600	18,500	2,460
100×60×4	10,000	6,000	0,400	0,800	12,200	157,600	31,500	3,590	70,800	23,600	2,410
100×60×5	10,000	6,000	0,500	1,000	15,000	187,800	37,600	3,540	83,800	27,900	2,360
100×60×6	10,000	6,000	0,600	1,200	17,800	216,300	43,300	3,480	96,200	32,100	2,320
120×80×3	12,000	8,000	0,300	0,600	11,600	233,400	38,900	4,480	124,800	31,200	3,270
120×80×4	12,000	8,000	0,400	0,800	15,300	299,000	49,800	4,420	159,700	39,900	3,230
120×80×5	12,000	8,000	0,500	1,000	18,900	361,400	60,200	4,370	192,400	48,100	3,190
120×80×6	12,000	8,000	0,600	1,200	22,600	423,200	70,500	4,330	224,100	56,000	3,150
120×80×7	12,000	8,000	0,700	1,400	26,300	483,200	80,400	4,280	254,600	63,800	3,100
140×60×4	14,000	6,000	0,400	0,800	15,300	362,100	51,700	4,860	95,400	31,800	2,500
140×60×5	14,000	6,000	0,500	1,000	18,900	436,100	62,300	4,800	113,600	37,900	2,450
140×60×6	14,000	6,000	0,600	1,200	22,600	509,700	72,800	4,750	131,300	43,800	2,410
140×100×3	14,000	10,000	0,300	0,600	14,200	404,200	57,700	5,310	241,200	48,200	4,100
140×100×4	14,000	10,000	0,400	0,800	18,500	511,300	73,000	5,260	304,300	60,900	4,050
140×100×5	14,000	10,000	0,500	1,000	22,900	619,700	88,500	5,200	368,000	73,600	4,010
140×100×6	14,000	10,000	0,600	1,200	27,400	729,200	104,200	5,160	432,400	86,500	3,970
140×100×7	14,000	10,000	0,700	1,400	32,000	839,800	120,000	5,110	497,500	99,500	3,920
160×80×3	16,000	8,000	0,300	0,600	13,900	455,000	56,900	5,700	155,200	38,800	3,340
160×80×4	16,000	8,000	0,400	0,800	18,500	606,700	75,800	5,730	206,900	51,700	3,340
160×80×5	16,000	8,000	0,500	1,000	22,900	735,900	92,000	5,670	248,700	62,200	3,290
160×80×6	16,000	8,000	0,600	1,200	27,400	864,700	108,100	5,620	280,700	72,700	3,260
160×120×4	16,000	12,000	0,400	0,800	21,600	799,200	99,900	6,080	514,000	85,700	4,880
160×120×5	16,000	12,000	0,500	1,000	26,900	978,200	122,300	6,030	628,400	104,700	4,830
160×120×6	16,000	12,000	0,600	1,200	32,100	1150,500	143,800	5,990	736,900	122,800	4,790
160×120×7	16,000	12,000	0,700	1,400	37,200	1307,400	163,400	5,930	836,600	139,400	4,740
160×120×8	16,000	12,000	0,800	1,600	42,300	1461,000	182,600	5,880	932,500	155,400	4,690
180×60×5	18,000	6,000	0,500	1,000	22,900	833,800	92,600	6,030	144,700	48,200	2,510
180×60×6	18,000	6,000	0,600	1,200	27,400	978,500	108,700	5,970	166,500	55,500	2,460

**В. 2-кесте – ГОСТ 30245-94 бойынша тікбұрышты пішінді қиманың негізгі
сипаттамалары (жалғасы)**

	h см	b см	s см	r1 см	A см ²	Iy см ⁴	Wy см ³	iy см	Iz см ⁴	Wz см ³	iz см
180×100×5	18,000	10,000	0,500	1,000	26,900	1143,000	127,000	6,520	459,600	91,900	4,130
180×100×6	18,000	10,000	0,600	1,200	32,100	1344,400	149,400	6,470	537,800	107,600	4,090
180×100×7	18,000	10,000	0,700	1,400	37,200	1527,900	169,800	6,410	607,900	121,600	4,040
180×100×8	18,000	10,000	0,800	1,600	42,300	1706,100	189,600	6,350	676,000	135,200	4,000
180×140×4	18,000	14,000	0,400	0,800	24,600	1165,000	128,200	6,910	782,400	111,800	5,700
180×140×5	18,000	14,000	0,500	1,000	30,700	1443,000	160,300	6,850	981,200	140,200	5,650
180×140×6	18,000	14,000	0,600	1,200	36,800	1706,800	189,600	6,810	1158,900	165,600	5,610
180×140×7	18,000	14,000	0,700	1,400	42,800	1952,000	216,900	6,750	1322,900	189,000	5,560
180×140×8	18,000	14,000	0,800	1,600	48,700	2187,300	243,000	6,700	1480,600	211,500	5,510
200×120×4	20,000	12,000	0,400	0,800	27,700	1631,800	163,200	7,680	1160,000	145,000	6,470
200×160×5	20,000	16,000	0,500	1,000	34,600	2039,700	204,000	7,670	1450,000	181,200	6,460
200×160×6	20,000	16,000	0,600	1,200	41,400	2412,400	241,200	7,630	1712,300	214,000	6,430
200×160×7	20,000	16,000	0,700	1,400	48,200	2767,100	276,700	7,580	1962,000	245,200	6,380
200×160×8	20,000	16,000	0,800	1,600	54,800	3104,300	310,400	7,530	2199,000	274,900	6,330
200×160×9	20,000	16,000	0,900	1,800	61,300	3424,000	342,300	7,480	2436,000	303,300	6,280
200×160×10	20,000	16,000	1,000	2,000	67,700	3726,700	372,400	7,430	2211,700	330,400	6,230
300×200×8	30,000	20,000	0,800	1,600	75,800	9512,000	634,000	11,200	5069,000	510,000	8,200
300×200×9	30,000	20,000	0,900	1,800	84,700	10527,000	702,000	11,150	5630,000	563,000	8,150
300×200×10	30,000	20,000	1,000	2,000	93,400	11505,000	767,000	11,100	6143,000	614,000	8,110
300×200×11	30,000	20,000	1,100	2,200	102,000	12446,000	830,000	11,050	6634,000	663,000	8,060
300×200×12	30,000	20,000	1,200	2,400	111,000	13351,000	890,000	11,000	7104,000	710,000	8,010
300×200×13	30,000	20,000	1,300	2,600	119,000	12482,000	945,000	10,950	7553,000	755,000	7,960
300×200×14	30,000	20,000	1,400	2,800	127,000	15054,000	1004,000	10,900	7983,000	798,000	7,920
320×180×8	32,000	18,000	0,800	1,600	75,800	10341,000	646,000	11,700	4248,000	472,000	7,490
320×180×10	32,000	18,000	1,000	2,000	93,400	12506,000	782,000	11,600	5111,000	568,000	7,400
320×180×12	32,000	18,000	1,200	2,400	111,000	14511,000	907,000	11,500	5899,000	655,000	7,310
320×180×14	32,000	18,000	1,400	2,800	127,000	16359,000	1022,000	11,300	6617,000	735,000	7,210
340×160×9	34,000	16,000	0,900	1,800	84,700	12306,000	724,000	12,100	3793,000	474,000	6,690
340×160×10	34,000	16,000	1,000	2,000	93,400	13446,000	791,000	12,000	4130,000	516,000	6,650
340×160×12	34,000	16,000	1,200	2,400	111,000	15596,000	917,000	11,900	4755,000	594,000	6,560
340×160×14	34,000	16,000	1,400	2,800	127,000	17576,000	1034,000	11,800	5319,000	655,000	6,470
340×260×10	34,000	26,000	1,000	2,000	113,000	18892,000	1111,000	12,900	12510,000	962,000	10,500
340×260×12	34,000	26,000	1,200	2,400	135,000	22054,000	1297,000	12,800	14577,000	1121,000	10,400
340×260×14	34,000	26,000	1,400	2,800	155,000	25020,000	1472,000	12,700	16508,000	1269,000	10,300
380×220×10	38,000	22,000	1,000	2,000	113,000	21925,000	1154,000	13,900	9416,000	856,000	9,110
380×220×12	38,000	22,000	1,200	2,400	135,000	25594,000	1347,000	13,800	10948,000	995,000	9,020
380×220×14	38,000	22,000	1,400	2,800	155,000	29037,000	1528,000	13,700	12370,000	1125,000	8,930
400×200×10	40,000	20,000	1,000	2,000	113,000	23345,000	1167,000	14,300	7949,000	795,000	8,370
400×200×12	40,000	20,000	1,200	2,400	135,000	27248,000	1362,000	14,200	9227,000	923,000	8,280
400×200×14	40,000	20,000	1,400	2,800	155,000	30907,000	1545,000	14,100	10409,000	1041,000	8,190

В. 3 ГОСТ 30245-2003 бойынша тұйықталған дәнекерлі шаршы пішінді қималы құбырлар



В.3-кесте –ГОСТ 30245-2003 бойынша тұйықталған дәнекерлі шаршы пішінді қималы құбырлардың негізгі сипаттамалары

	b	s	r ₁	A	I _y =I _z	W _y =W _z	i _y =i _z	P
	мм	мм	мм	см ²	см ⁴	см ³	мм	кг/м
40×2	40,000	2,000	4,000	2,940	6,940	3,470	15,400	2,310
40×2,5	40,000	2,500	5,000	3,590	8,210	4,100	15,100	2,820
40×3	40,000	3,000	6,000	4,210	9,310	4,650	14,900	3,300
40×3,5	40,000	3,500	7,000	4,790	10,260	5,130	14,600	3,760
40×4	40,000	4,000	8,000	5,350	11,050	5,520	14,400	4,200
50×2	50,000	2,000	4,000	3,740	14,140	5,660	19,500	2,930
50×2,5	50,000	2,500	5,000	4,590	16,930	6,770	19,200	3,600
50×3	50,000	3,000	6,000	5,410	19,450	7,780	19,000	4,250
50×3,5	50,000	3,500	7,000	6,190	21,700	8,680	18,700	4,860
50×4	50,000	4,000	8,000	6,950	23,700	9,480	18,500	5,450
50×4,5	50,000	4,500	9,000	7,670	25,450	10,190	18,200	6,020
50×5	50,000	5,000	10,000	8,360	26,980	10,790	18,000	6,560
50×5,5	50,000	5,500	11,000	9,010	28,270	11,310	17,700	7,070
50×6	50,000	6,000	12,000	9,630	29,360	11,740	17,500	7,560
60×2	60,000	2,000	4,000	4,540	25,140	8,380	23,500	3,560
60×2,5	60,000	2,500	5,000	5,590	30,330	10,110	23,300	4,390
60×3	60,000	3,000	6,000	6,610	35,110	11,700	23,100	5,190
60×3,5	60,000	3,500	7,000	7,590	39,500	13,170	22,800	5,960
60×4	60,000	4,000	8,000	8,550	43,500	14,500	22,600	6,710
60×4,5	60,000	4,500	9,000	9,470	47,140	15,710	22,300	7,430
60×5	60,000	5,000	10,000	10,360	50,410	16,800	22,100	8,130
60×5,5	60,000	5,500	11,000	11,210	53,340	17,780	21,800	8,800
60×6	60,000	6,000	12,000	12,030	55,940	18,650	21,600	9,450
70×2	70,000	2,000	4,000	5,340	40,720	11,630	27,600	4,190
70×2,5	70,000	2,500	5,000	6,590	49,390	14,110	27,400	5,170
70×3	70,000	3,000	6,000	7,810	57,500	16,430	27,100	6,130
70×3,5	70,000	3,500	7,000	8,990	65,050	18,590	26,900	7,060
70×4	70,000	4,000	8,000	10,150	72,060	20,590	26,600	7,970
70×4,5	70,000	4,500	9,000	11,270	78,550	22,440	26,400	8,850
70×5	70,000	5,000	10,000	12,360	84,520	24,150	26,200	9,700
70×5,5	70,000	5,500	11,000	13,410	90,010	25,720	25,900	10,530
70×6	70,000	6,000	12,000	14,430	95,010	27,140	25,700	11,330
70×6,5	70,000	6,500	16,500	15,060	95,110	27,170	25,100	11,820
70×7	70,000	7,000	17,500	15,960	98,500	28,140	24,800	12,530
80×3	80,000	3,000	6,000	9,010	87,810	21,950	31,200	7,070
80×3,5	80,000	3,500	7,000	10,390	99,750	24,940	31,000	8,160
80×4	80,000	4,000	8,000	11,750	111,000	27,740	30,700	9,220
80×4,5	80,000	4,500	9,000	13,070	121,500	30,370	30,500	10,260

**В.3-кесте –ГОСТ 30245-2003 бойынша түйықталған дәнекерлі шаршы пішінді
қималы құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)**

	b	s	r ₁	A	I _y =I _z	W _y =W _z	i _y =i _z	P
	мм	мм	мм	см ²	см ⁴	см ³	мм	кг/м
80×5	80,000	5,000	10,000	14,360	131,300	32,830	30,200	11,270
80×5,5	80,000	5,500	11,000	15,610	140,500	35,120	30,000	12,250
80×6	80,000	6,000	12,000	16,830	149,000	37,240	29,700	13,210
80×6,5	80,000	6,500	16,500	17,660	151,000	37,760	29,200	13,860
80×7	80,000	7,000	17,500	18,760	157,400	39,340	29,000	14,720
80×7,5	80,000	7,500	19,000	19,820	163,000	40,760	28,700	15,560
80×8	80,000	8,000	20,000	20,840	168,000	42,010	28,400	16,360
90×3	90,000	3,000	6,000	10,210	127,200	28,280	35,300	8,010
90×3,5	90,000	3,500	7,000	11,790	145,000	32,220	35,100	9,260
90×4	90,000	4,000	8,000	13,350	161,800	35,960	34,800	10,480
90×4,5	90,000	4,500	9,000	14,870	177,800	39,500	34,600	11,670
90×5	90,000	5,000	10,000	16,360	192,800	42,840	34,300	12,840
90×5,5	90,000	5,500	11,000	17,810	206,900	45,990	34,100	13,980
90×6	90,000	6,000	12,000	19,230	220,200	48,940	33,800	15,100
90×6,5	90,000	6,500	16,500	20,260	225,300	50,070	33,400	15,900
90×7	90,000	7,000	17,500	21,560	235,800	52,400	33,100	16,920
90×7,5	90,000	7,500	19,000	22,820	245,400	54,540	32,800	17,910
90×8	90,000	8,000	20,000	24,040	254,200	56,480	32,500	18,870
100×3	100,000	3,000	6,000	11,410	177,000	35,400	39,400	8,960
100×3,5	100,000	3,500	7,000	13,190	202,200	40,440	39,100	10,360
100×4	100,000	4,000	8,000	14,950	225,100	45,020	38,800	11,730
100×4,5	100,000	4,500	9,000	16,670	247,500	49,500	38,500	13,080
100×5	100,000	5,000	10,000	18,360	270,900	54,190	38,400	14,410
100×5,5	100,000	5,500	11,000	20,010	291,600	58,320	38,200	15,710
100×6	100,000	6,000	12,000	21,630	311,200	62,240	37,900	16,980
100×6,5	100,000	6,500	16,500	22,860	320,600	64,120	37,500	17,940
100×7	100,000	7,000	17,500	24,360	336,700	67,330	37,200	19,120
100×7,5	100,000	7,500	19,000	25,820	351,600	70,320	36,900	20,270
100×8	100,000	8,000	20,000	27,240	365,400	73,090	36,600	21,390
120×3	120,000	3,000	6,000	13,810	312,300	52,050	47,600	10,840
120×3,5	120,000	3,500	7,000	15,990	358,100	59,680	47,300	12,560
120×4	120,000	4,000	8,000	18,150	402,200	67,030	47,100	14,250
120×4,5	120,000	4,500	9,000	20,270	444,500	74,090	46,800	15,910
120×5	120,000	5,000	10,000	22,360	485,300	80,880	46,600	17,550
120×5,5	120,000	5,500	11,000	24,410	524,300	87,390	46,300	19,160
120×6	120,000	6,000	12,000	26,430	561,800	93,640	46,100	20,750
120×6,5	120,000	6,500	16,500	28,060	584,600	97,430	45,600	22,030
120×7	120,000	7,000	17,500	29,960	616,800	102,800	45,400	23,520
120×7,5	120,000	7,500	19,000	31,820	647,300	107,900	45,100	24,980
120×8	120,000	8,000	20,000	33,640	676,200	112,700	44,800	26,410
140×4	140,000	4,000	8,000	21,350	651,500	93,070	55,200	16,760
140×4,5	140,000	4,500	9,000	23,870	722,100	103,200	55,000	18,740
140×5	140,000	5,000	10,000	26,360	790,300	112,900	54,800	20,690
140×5,5	140,000	5,500	11,000	28,810	856,300	122,300	54,500	22,620
140×6	140,000	6,000	12,000	31,230	920,000	131,400	54,300	24,520
140×6,5	140,000	6,500	16,500	33,260	963,600	137,700	53,800	26,110
140×7	140,000	7,000	17,500	35,560	1020,000	145,700	53,600	27,910
140×7,5	140,000	7,500	19,000	37,820	1074,000	153,500	53,300	29,690
140×8	140,000	8,000	20,000	40,040	1126,000	160,800	53,000	31,430
150×4	150,000	4,000	8,000	22,950	807,700	107,700	59,300	18,010
150×4,5	150,000	4,500	9,000	25,670	896,100	119,500	59,100	20,150

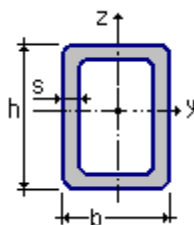
**В.3-кесте –ГОСТ 30245-2003 бойынша тұйықталған дәнекерлі шаршы пішінді
қималы құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)**

	b	s	r ₁	A	I _y =I _z	W _y =W _z	i _y =i _z	P
	мм	мм	мм	см ²	см ⁴	см ³	мм	кг/м
150×5	150,000	5,000	10,000	28,360	981,800	130,900	58,800	22,260
150×5,5	150,000	5,500	11,000	31,010	1065,000	142,000	58,600	24,340
150×6	150,000	6,000	12,000	33,630	1145,000	152,700	58,400	26,400
150×6,5	150,000	6,500	16,500	35,860	1203,000	160,400	57,900	28,150
150×7	150,000	7,000	17,500	38,360	1275,000	170,000	57,700	30,110
150×7,5	150,000	7,500	19,000	40,820	1344,000	179,200	57,400	32,040
150×8	150,000	8,000	20,000	43,240	1411,000	188,100	57,100	33,950
160×4	160,000	4,000	8,000	24,550	987,000	123,400	63,400	19,270
160×4,5	160,000	4,500	9,000	27,470	1096,000	137,000	63,200	21,560
160×5	160,000	5,000	10,000	30,360	1202,000	150,300	62,900	23,830
160×5,5	160,000	5,500	11,000	33,210	1305,000	163,100	62,700	26,070
160×6	160,000	6,000	12,000	36,030	1405,000	175,600	62,400	28,290
160×6,5	160,000	6,500	16,500	38,460	1479,000	184,800	62,000	30,190
160×7	160,000	7,000	17,500	41,160	1569,000	196,100	61,700	32,310
160×7,5	160,000	7,500	19,000	43,820	1656,000	207,000	61,500	34,400
160×8	160,000	8,000	20,000	46,440	1740,000	217,500	61,200	36,460
180×5	180,000	5,000	10,000	34,360	1737,000	192,900	71,100	26,970
180×5,5	180,000	5,500	11,000	37,610	1888,000	209,800	70,900	29,520
180×6	180,000	6,000	12,000	40,830	2036,000	226,200	70,600	32,050
180×6,5	180,000	6,500	16,500	43,660	2150,000	238,900	70,200	34,270
180×7	180,000	7,000	17,500	46,760	2286,000	254,000	69,900	36,700
180×7,5	180,000	7,500	19,000	49,820	2417,000	268,600	69,700	39,110
180×8	180,000	8,000	20,000	52,840	2545,000	282,700	69,400	41,480
180×8,5	180,000	8,500	21,500	55,830	2668,000	296,500	69,100	43,830
180×9	180,000	9,000	23,000	58,780	2787,000	309,700	68,900	46,140
180×9,5	180,000	9,500	24,000	61,690	2903,000	322,600	68,600	48,430
180×10	180,000	10,000	25,000	64,570	3015,000	335,000	68,300	50,680
200×6	200,000	6,000	12,000	45,630	2832,000	283,200	78,800	35,820
200×6,5	200,000	6,500	16,500	48,860	3000,000	300,000	78,400	38,350
200×7	200,000	7,000	17,500	52,360	3193,000	319,300	78,100	41,100
200×7,5	200,000	7,500	19,000	55,820	3382,000	338,200	77,800	43,820
200×8	200,000	8,000	20,000	59,240	3565,000	356,500	77,600	46,510
200×8,5	200,000	8,500	21,500	62,630	3743,000	374,300	77,300	49,160
200×9	200,000	9,000	23,000	65,980	3917,000	391,700	77,000	51,790
200×9,5	200,000	9,500	24,000	69,290	4085,000	408,500	76,800	54,390
200×10	200,000	10,000	25,000	72,570	4249,000	424,900	76,500	56,960
200×10,5	200,000	10,500	31,500	74,860	4309,000	430,900	75,900	58,760
200×11	200,000	11,000	33,000	77,970	4454,000	445,400	75,600	61,200
200×11,5	200,000	11,500	34,500	81,030	4593,000	459,300	75,300	63,610
200×12	200,000	12,000	36,000	84,060	4727,000	472,700	75,000	65,990
250×6	250,000	6,000	12,000	57,630	5671,000	453,700	99,200	45,240
250×6,5	250,000	6,500	16,500	61,860	6036,000	482,900	98,800	48,560
250×7	250,000	7,000	17,500	66,360	6441,000	515,300	98,500	52,090
250×7,5	250,000	7,500	19,000	70,820	6838,000	547,100	98,300	55,590
250×8	250,000	8,000	20,000	75,240	7227,000	578,200	98,000	59,070
250×8,5	250,000	8,500	21,500	79,630	7607,999	608,700	97,700	62,510
250×9	250,000	9,000	23,000	83,980	7980,999	638,500	97,500	65,920
250×9,5	250,000	9,500	24,000	88,290	8345,999	667,700	97,200	69,310
250×10	250,000	10,000	25,000	92,570	8702,999	696,300	97,000	72,660
250×10,5	250,000	10,500	31,500	95,860	8899,999	712,000	96,400	75,250
250×11	250,000	11,000	33,000	99,970	9226,999	738,100	96,100	78,470

В.3-кесте –ГОСТ 30245-2003 бойынша тұйықталған дәнекерлі шаршы пішінді қималы құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

	b	s	r ₁	A	I _y =I _z	W _y =W _z	i _y =i _z	P
	мм	мм	мм	см ²	см ⁴	см ³	мм	кг/м
250×11,5	250,000	11,500	34,500	104,000	9544,999	763,600	95,800	81,670
250×12	250,000	12,000	36,000	108,100	9853,999	788,300	95,500	84,830
300×6	300,000	6,000	12,000	69,630	9962,999	664,200	119,600	54,660
300×6,5	300,000	6,500	16,500	74,860	10636,999	709,100	119,200	58,760
300×7	300,000	7,000	17,500	80,360	11369,999	758,000	118,900	63,080
300×7,5	300,000	7,500	19,000	85,820	12089,999	806,000	118,700	67,370
300×8	300,000	8,000	20,000	91,240	12798,000	853,200	118,400	71,630
300×8,5	300,000	8,500	21,500	96,630	13494,999	899,700	118,200	75,850
300×9	300,000	9,000	23,000	102,000	14179,999	945,300	117,900	80,050
300×9,5	300,000	9,500	24,000	107,300	14852,999	990,200	117,700	84,220
300×10	300,000	10,000	25,000	112,600	15514,998	1034,000	117,400	88,360
300×10,5	300,000	10,500	31,500	116,900	15946,998	1063,000	116,800	91,730
300×11	300,000	11,000	33,000	122,000	16563,998	1104,000	116,500	95,740
300×11,5	300,000	11,500	34,500	127,000	17167,998	1145,000	116,300	99,720
300×12	300,000	12,000	36,000	132,100	17760,998	1184,000	116,000	103,700

В.4 ГОСТ 30245-2003 бойынша иілген тұйықталған дәнекерлі тікбұрышты пішінді қималы құбырлар



В.4-кесте – ГОСТ 30245-2003 бойынша иілген тұйықталған дәнекерлі тікбұрышты пішінді қималы құбырлардың негізгі сипаттамалары

	h	b	s	r ₁	A	I _y	W _y	i _y	I _z	W _z	i _z	P
	мм	мм	мм	мм	см ²	см ⁴	см ³	мм	см ⁴	см ³	мм	кг/м
50×25×2	50,000	25,000	2,000	4,000	2,740	8,380	3,350	17,500	2,800	2,240	10,100	2,150
50×25×2,5	50,000	25,000	2,500	5,000	3,340	9,880	3,950	17,200	3,270	2,610	9,900	2,620
50×25×3	50,000	25,000	3,000	6,000	3,910	11,170	4,470	16,900	3,650	2,920	9,700	3,070
50×25×3,5	50,000	25,000	3,500	7,000	4,440	12,240	4,900	16,600	3,960	3,160	9,400	3,490
50×25×4	50,000	25,000	4,000	8,000	4,950	13,120	5,250	16,300	4,190	3,350	9,200	3,880
50×30×2	50,000	30,000	2,000	4,000	2,940	9,530	3,810	18,000	4,290	2,860	12,100	2,310
50×30×2,5	50,000	30,000	2,500	5,000	3,590	11,290	4,520	17,700	5,040	3,360	11,900	2,820
50×30×3	50,000	30,000	3,000	6,000	4,210	12,820	5,130	17,500	5,680	3,790	11,600	3,300
50×30×3,5	50,000	30,000	3,500	7,000	4,790	14,130	5,650	17,200	6,220	4,150	11,400	3,760
50×30×4	50,000	30,000	4,000	8,000	5,350	15,240	6,090	16,900	6,660	4,440	11,200	4,200
50×30×5	50,000	30,000	5,000	10,000	6,360	16,850	6,740	16,300	7,260	4,840	10,700	4,990
50×40×2	50,000	40,000	2,000	4,000	3,340	11,840	4,730	18,800	8,380	4,190	15,800	2,620
50×40×2,5	50,000	40,000	2,500	5,000	4,090	14,110	5,650	18,600	9,970	4,980	15,600	3,210
50×40×3	50,000	40,000	3,000	6,000	4,810	16,140	6,450	18,300	11,360	5,680	15,400	3,770
50×40×3,5	50,000	40,000	3,500	7,000	5,490	17,920	7,170	18,100	12,590	6,290	15,100	4,310
50×40×4	50,000	40,000	4,000	8,000	6,150	19,470	7,790	17,800	13,640	6,820	14,900	4,830
50×40×4,5	50,000	40,000	4,500	9,000	6,770	20,800	8,320	17,500	14,540	7,270	14,700	5,310
50×40×5	50,000	40,000	5,000	10,000	7,360	21,910	8,770	17,300	15,280	7,640	14,400	5,770

В.4-кесте – ГОСТ 30245-2003 бойынша иілген тұйықталған дәнекерлі тікбұрышты

пішінді қималы құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

	h	b	s	r ₁	A	I _y	W _y	i _y	I _z	W _z	i _z	P
	мм	мм	мм	мм	см ²	см ⁴	см ³	мм	см ⁴	см ³	мм	кг/м
60×30×2	60,000	30,000	2,000	4,000	3,340	15,040	5,010	21,200	5,070	3,380	12,300	2,620
60×30×2,5	60,000	30,000	2,500	5,000	4,090	17,930	5,980	20,900	5,990	3,990	12,100	3,210
60×30×3	60,000	30,000	3,000	6,000	4,810	20,490	6,830	20,600	6,780	4,520	11,900	3,770
60×30×3,5	60,000	30,000	3,500	7,000	5,490	22,740	7,580	20,300	7,450	4,970	11,600	4,310
60×30×4	60,000	30,000	4,000	8,000	6,150	24,690	8,230	20,000	8,010	5,340	11,400	4,830
60×30×4,5	60,000	30,000	4,500	9,000	6,770	26,340	8,780	19,700	8,470	5,640	11,200	5,310
60×30×5	60,000	30,000	5,000	10,000	7,360	27,720	9,240	19,400	8,830	5,880	11,000	5,770
60×30×5,5	60,000	30,000	5,500	11,000	7,910	28,840	9,610	19,100	9,100	6,060	10,700	6,210
60×30×6	60,000	30,000	6,000	12,000	8,430	29,690	9,900	18,800	9,280	6,190	10,500	6,620
60×40×2	60,000	40,000	2,000	4,000	3,740	18,410	6,140	22,200	9,820	4,910	16,200	2,930
60×40×2,5	60,000	40,000	2,500	5,000	4,590	22,060	7,350	21,900	11,720	5,860	16,000	3,600
60×40×3	60,000	40,000	3,000	6,000	5,410	25,370	8,460	21,700	13,420	6,710	15,800	4,250
60×40×3,5	60,000	40,000	3,500	7,000	6,190	28,330	9,440	21,400	14,920	7,460	15,500	4,860
60×40×4	60,000	40,000	4,000	8,000	6,950	30,960	10,320	21,100	16,230	8,120	15,300	5,450
60×40×4,5	60,000	40,000	4,500	9,000	7,670	33,280	11,090	20,800	17,370	8,690	15,100	6,020
60×40×5	60,000	40,000	5,000	10,000	8,360	35,290	11,760	20,500	18,340	9,170	14,800	6,560
60×40×5,5	60,000	40,000	5,500	11,000	9,010	37,000	12,330	20,300	19,160	9,580	14,600	7,070
60×40×6	60,000	40,000	6,000	12,000	9,630	38,440	12,810	20,000	19,820	9,910	14,300	7,560
70×50×2	70,000	50,000	2,000	4,000	4,540	31,470	8,990	26,300	18,750	7,500	20,300	3,560
70×50×2,5	70,000	50,000	2,500	5,000	5,590	38,000	10,860	26,100	22,570	9,030	20,100	4,390
70×50×3	70,000	50,000	3,000	6,000	6,610	44,030	12,580	25,800	26,080	10,430	19,900	5,190
70×50×3,5	70,000	50,000	3,500	7,000	7,590	49,570	14,160	25,500	29,270	11,710	19,600	5,960
70×50×4	70,000	50,000	4,000	8,000	8,550	54,640	15,610	25,300	32,160	12,870	19,400	6,710
70×50×4,5	70,000	50,000	4,500	9,000	9,470	59,240	16,930	25,000	34,770	13,910	19,200	7,430
70×50×5	70,000	50,000	5,000	10,000	10,360	63,400	18,110	24,700	37,100	14,840	18,900	8,130
70×50×5,5	70,000	50,000	5,500	11,000	11,210	67,120	19,180	24,500	39,170	15,670	18,700	8,800
70×50×6	70,000	50,000	6,000	12,000	12,030	70,430	20,120	24,200	40,980	16,390	18,500	9,450
80×40×2	80,000	40,000	2,000	4,000	4,540	37,350	9,340	28,700	12,710	6,360	16,700	3,560
80×40×2,5	80,000	40,000	2,500	5,000	5,590	45,100	11,270	28,400	15,240	7,620	16,500	4,390
80×40×3	80,000	40,000	3,000	6,000	6,610	52,240	13,060	28,100	17,520	8,760	16,300	5,190
80×40×3,5	80,000	40,000	3,500	7,000	7,590	58,790	14,700	27,800	19,580	9,790	16,100	5,960
80×40×4	80,000	40,000	4,000	8,000	8,550	64,770	16,190	27,500	21,420	10,710	15,800	6,710
80×40×4,5	80,000	40,000	4,500	9,000	9,470	70,190	17,550	27,200	23,040	11,520	15,600	7,430
80×40×5	80,000	40,000	5,000	10,000	10,360	75,070	18,770	26,900	24,470	12,230	15,400	8,130
80×40×5,5	80,000	40,000	5,500	11,000	11,210	79,420	19,860	26,600	25,700	12,850	15,100	8,800
80×40×6	80,000	40,000	6,000	12,000	12,030	83,260	20,820	26,300	26,750	13,380	14,900	9,450
80×60×2	80,000	60,000	2,000	4,000	5,340	49,520	12,380	30,500	34,350	11,450	25,400	4,190
80×60×2,5	80,000	60,000	2,500	5,000	6,590	60,110	15,030	30,200	42,420	14,140	25,400	5,170
80×60×3	80,000	60,000	3,000	6,000	7,810	70,020	17,510	29,900	44,860	14,950	24,000	6,130
80×60×3,5	80,000	60,000	3,500	7,000	8,990	79,270	19,820	29,700	50,670	16,890	23,700	7,060
80×60×4	80,000	60,000	4,000	8,000	10,150	87,870	21,970	29,400	56,050	18,680	23,500	7,970
80×60×4,5	80,000	60,000	4,500	9,000	11,270	95,840	23,960	29,200	61,000	20,330	23,300	8,850
80×60×5	80,000	60,000	5,000	10,000	12,360	103,200	25,800	28,900	65,540	21,850	23,000	9,700
80×60×5,5	80,000	60,000	5,500	11,000	13,410	109,900	27,490	28,600	69,680	23,230	22,800	10,530
80×60×6	80,000	60,000	6,000	12,000	14,430	116,100	29,030	28,400	73,430	24,480	22,600	11,330
80×60×6,5	80,000	60,000	6,500	16,500	15,060	115,900	28,980	27,700	73,580	24,530	22,100	11,820
80×60×7	80,000	60,000	7,000	17,500	15,960	120,100	30,010	27,400	76,100	25,370	21,800	12,530
80×70×3	80,000	70,000	3,000	6,000	8,410	78,920	19,730	30,600	64,230	18,350	27,600	6,600
80×70×3,5	80,000	70,000	3,500	7,000	9,690	89,510	22,380	30,400	72,790	20,800	27,400	7,610
80×70×4	80,000	70,000	4,000	8,000	10,950	99,420	24,860	30,100	80,770	23,080	27,200	8,590
80×70×4,5	80,000	70,000	4,500	9,000	12,170	108,700	27,170	29,900	88,200	25,200	26,900	9,550

В.4-кесте – ГОСТ 30245-2003 бойынша иілген тұйықталған дәнекерлі тікбұрышты пішінді қималы құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

	h	b	s	r ₁	A	I _y	W _y	i _y	I _z	W _z	i _z	P
	mm	mm	mm	mm	cm ²	cm ⁴	cm ³	mm	cm ⁴	cm ³	mm	кг/м
80×70×5	80,000	70,000	5,000	10,000	13,360	117,300	29,310	29,600	95,090	27,170	26,700	10,480
80×70×5,5	80,000	70,000	5,500	11,000	14,510	125,200	31,300	29,400	101,500	28,980	26,400	11,390
80×70×6	80,000	70,000	6,000	12,000	15,630	132,500	33,140	29,100	107,300	30,660	26,200	12,270
80×70×6,5	80,000	70,000	6,500	16,500	16,360	133,500	33,370	28,600	108,200	30,920	25,700	12,840
80×70×7	80,000	70,000	7,000	17,500	17,360	138,700	34,680	28,300	112,400	32,110	25,400	13,630
90×50×3	90,000	50,000	3,000	6,000	7,810	81,830	18,190	32,400	32,700	13,080	20,500	6,130
90×50×3,5	90,000	50,000	3,500	7,000	8,990	92,630	20,590	32,100	36,840	14,740	20,200	7,060
90×50×4	90,000	50,000	4,000	8,000	10,150	102,700	22,820	31,800	40,630	16,250	20,000	7,970
90×50×4,5	90,000	50,000	4,500	9,000	11,270	112,000	24,880	31,500	44,090	17,630	19,800	8,850
90×50×5	90,000	50,000	5,000	10,000	12,360	120,500	26,790	31,200	47,230	18,890	19,500	9,700
90×50×5,5	90,000	50,000	5,500	11,000	13,410	128,400	28,530	30,900	50,060	20,020	19,300	10,530
90×50×6	90,000	50,000	6,000	12,000	14,430	135,600	30,130	30,600	52,590	21,040	19,100	11,330
90×50×6,5	90,000	50,000	6,500	16,500	15,060	134,700	29,930	29,900	52,620	21,050	18,700	11,820
90×50×7	90,000	50,000	7,000	17,500	15,960	139,400	30,970	29,600	54,270	21,710	18,400	12,530
90×60×3	90,000	60,000	3,000	6,000	8,410	93,190	20,710	33,300	49,730	16,580	24,300	6,600
90×60×3,5	90,000	60,000	3,500	7,000	9,690	105,700	23,500	33,000	56,260	18,750	24,100	7,610
90×60×4	90,000	60,000	4,000	8,000	10,950	117,500	26,100	32,800	62,320	20,770	23,900	8,590
90×60×4,5	90,000	60,000	4,500	9,000	12,170	128,400	28,540	32,500	67,930	22,640	23,600	9,550
90×60×5	90,000	60,000	5,000	10,000	13,360	138,600	30,800	32,200	73,100	24,370	23,400	10,480
90×60×5,5	90,000	60,000	5,500	11,000	14,510	148,000	32,900	31,900	77,840	25,950	23,200	11,390
90×60×6	90,000	60,000	6,000	12,000	15,630	156,700	34,830	31,700	82,180	27,390	22,900	12,270
90×60×7	90,000	60,000	7,000	17,500	17,360	163,500	36,330	30,700	85,930	28,640	22,300	13,630
100×40×3	100,000	40,000	3,000	6,000	7,810	92,330	18,470	34,400	21,630	10,820	16,600	6,130
100×40×3,5	100,000	40,000	3,500	7,000	8,990	104,400	20,890	34,100	24,240	12,120	16,400	7,060
100×40×4	100,000	40,000	4,000	8,000	10,150	115,700	23,130	33,800	26,600	13,300	16,200	7,970
100×40×4,5	100,000	40,000	4,500	9,000	11,270	126,000	25,210	33,400	28,710	14,360	16,000	8,850
100×40×5	100,000	40,000	5,000	10,000	12,360	135,600	27,110	33,100	30,590	15,300	15,700	9,700
100×40×5,5	100,000	40,000	5,500	11,000	13,410	144,300	28,850	32,800	32,250	16,120	15,500	10,530
100×40×6	100,000	40,000	6,000	12,000	14,430	152,200	30,430	32,500	33,690	16,850	15,300	11,330
100×40×6,5	100,000	40,000	6,500	16,500	15,060	150,100	30,030	31,600	33,540	16,770	14,900	11,820
100×40×7	100,000	40,000	7,000	17,500	15,960	155,000	31,010	31,200	34,390	17,190	14,700	12,530
100×50×3	100,000	50,000	3,000	6,000	8,410	106,400	21,290	35,600	36,020	14,410	20,700	6,600
100×50×3,5	100,000	50,000	3,500	7,000	9,690	120,700	24,150	35,300	40,620	16,250	20,500	7,610
100×50×4	100,000	50,000	4,000	8,000	10,950	134,100	26,820	35,000	44,860	17,940	20,200	8,590
100×50×4,5	100,000	50,000	4,500	9,000	12,170	146,600	29,310	34,700	48,740	19,500	20,000	9,550
100×50×5	100,000	50,000	5,000	10,000	13,360	158,100	31,620	34,400	52,290	20,920	19,800	10,480
100×50×5,5	100,000	50,000	5,500	11,000	14,510	168,800	33,760	34,100	55,500	22,200	19,600	11,390
100×50×6	100,000	50,000	6,000	12,000	15,630	178,700	35,730	33,800	58,400	23,360	19,300	12,270
100×50×6,5	100,000	50,000	6,500	16,500	16,360	178,600	35,710	33,000	58,770	23,510	19,000	12,840
100×50×7	100,000	50,000	7,000	17,500	17,360	185,300	37,060	32,700	60,740	24,290	18,700	13,630
100×60×3	100,000	60,000	3,000	6,000	9,010	120,600	24,110	36,600	54,610	18,200	24,600	7,070
100×60×3,5	100,000	60,000	3,500	7,000	10,390	137,000	27,410	36,300	61,850	20,620	24,400	8,160
100×60×4	100,000	60,000	4,000	8,000	11,750	152,500	30,510	36,000	68,590	22,860	24,200	9,220
100×60×4,5	100,000	60,000	4,500	9,000	13,070	167,100	33,420	35,800	74,860	24,950	23,900	10,260
100×60×5	100,000	60,000	5,000	10,000	14,360	180,700	36,140	35,500	80,660	26,890	23,700	11,270
100×60×5,5	100,000	60,000	5,500	11,000	15,610	193,400	38,680	35,200	86,010	28,670	23,500	12,250
100×60×6	100,000	60,000	6,000	12,000	16,830	205,200	41,030	34,900	90,930	30,310	23,200	13,210
100×60×6,5	100,000	60,000	6,500	16,500	17,660	207,000	41,390	34,200	92,180	30,730	22,800	13,860
100×60×7	100,000	60,000	7,000	17,500	18,760	215,600	43,120	33,900	95,770	31,920	22,600	14,720
120×40×3	120,000	40,000	3,000	6,000	9,010	148,000	24,670	40,500	25,740	12,870	16,900	7,070
120×40×3,5	120,000	40,000	3,500	7,000	10,390	168,100	28,010	40,200	28,910	14,450	16,700	8,160

В.4-кесте – ГОСТ 30245-2003 бойынша иілген түйықталған дәнекерлі тікбұрышты пішінді қималы құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

	h	b	s	r ₁	A	I _y	W _y	i _y	I _z	W _z	i _z	P
	MM	MM	MM	MM	CM ²	CM ⁴	CM ³	MM	CM ⁴	CM ³	MM	КГ/М
120×40×4	120,000	40,000	4,000	8,000	11,750	186,900	31,140	39,900	31,790	15,890	16,400	9,220
120×40×4,5	120,000	40,000	4,500	9,000	13,070	204,400	34,070	39,600	34,380	17,190	16,200	10,260
120×40×5	120,000	40,000	5,000	10,000	14,360	220,800	36,790	39,200	36,720	18,360	16,000	11,270
120×40×5,5	120,000	40,000	5,500	11,000	15,610	235,900	39,320	38,900	38,790	19,400	15,800	12,250
120×40×6	120,000	40,000	6,000	12,000	16,830	249,900	41,650	38,500	40,630	20,310	15,500	13,210
120×40×6,5	120,000	40,000	6,500	16,500	17,660	249,600	41,600	37,600	40,840	20,420	15,200	13,860
120×40×7	120,000	40,000	7,000	17,500	18,760	259,200	43,210	37,200	42,010	21,000	15,000	14,720
120×60×3	120,000	60,000	3,000	6,000	10,210	189,100	31,520	43,000	64,350	21,450	25,100	8,010
120×60×3,5	120,000	60,000	3,500	7,000	11,790	215,600	35,930	42,800	73,020	24,340	24,900	9,260
120×60×4	120,000	60,000	4,000	8,000	13,350	240,700	40,120	42,500	81,140	27,050	24,700	10,480
120×60×4,5	120,000	60,000	4,500	9,000	14,870	264,500	44,080	42,200	88,720	29,570	24,400	11,670
120×60×5	120,000	60,000	5,000	10,000	16,360	286,900	47,820	41,900	95,790	31,930	24,200	12,840
120×60×5,5	120,000	60,000	5,500	11,000	17,810	308,000	51,340	41,600	102,300	34,120	24,000	13,980
120×60×6	120,000	60,000	6,000	12,000	19,230	327,900	54,650	41,300	108,400	36,140	23,700	15,100
120×60×6,5	120,000	60,000	6,500	16,500	20,260	333,300	55,560	40,600	110,800	36,930	23,400	15,900
120×60×7	120,000	60,000	7,000	17,500	21,560	348,600	58,100	40,200	115,400	38,480	23,100	16,920
120×80×3	120,000	80,000	3,000	6,000	11,410	230,200	38,360	44,900	123,400	30,850	32,900	8,960
120×80×3,5	120,000	80,000	3,500	7,000	13,190	263,100	43,850	44,700	140,700	35,180	32,700	10,360
120×80×4	120,000	80,000	4,000	8,000	14,950	294,500	49,090	44,400	157,200	39,300	32,400	11,730
120×80×4,5	120,000	80,000	4,500	9,000	16,670	324,500	54,080	44,100	172,800	43,200	32,200	13,080
120×80×5	120,000	80,000	5,000	10,000	18,360	353,000	58,840	43,900	187,600	46,890	32,000	14,410
120×80×5,5	120,000	80,000	5,500	11,000	20,010	380,100	63,360	43,600	201,500	50,380	31,700	15,710
120×80×6	120,000	80,000	6,000	12,000	21,630	405,900	67,640	43,300	214,700	53,670	31,500	16,980
120×80×6,5	120,000	80,000	6,500	16,500	22,860	417,100	69,510	42,700	221,300	55,310	31,100	17,940
120×80×7	120,000	80,000	7,000	17,500	24,360	438,000	73,000	42,400	232,000	57,990	30,900	19,120
140×60×3	140,000	60,000	3,000	6,000	11,410	278,100	39,720	49,400	74,100	24,700	25,500	8,960
140×60×3,5	140,000	60,000	3,500	7,000	13,190	317,700	45,390	49,100	84,190	28,060	25,300	10,360
140×60×4	140,000	60,000	4,000	8,000	14,950	355,500	50,790	48,800	93,680	31,230	25,000	11,730
140×60×4,5	140,000	60,000	4,500	9,000	16,670	391,600	55,940	48,500	102,600	34,190	24,800	13,080
140×60×5	140,000	60,000	5,000	10,000	18,360	425,800	60,830	48,200	110,900	36,970	24,600	14,410
140×60×5,5	140,000	60,000	5,500	11,000	20,010	458,300	65,470	47,900	118,700	39,560	24,400	15,710
140×60×6	140,000	60,000	6,000	12,000	21,630	489,100	69,870	47,500	125,900	41,970	24,100	16,980
140×60×6,5	140,000	60,000	6,500	16,500	22,860	500,200	71,460	46,800	129,400	43,130	23,800	17,940
140×60×7	140,000	60,000	7,000	17,500	24,360	524,800	74,970	46,400	135,100	45,030	23,600	19,120
140×100×4	140,000	100,000	4,000	8,000	18,150	503,500	71,930	52,700	300,000	60,000	40,700	14,250
140×100×4,5	140,000	100,000	4,500	9,000	20,270	556,800	79,540	52,400	331,200	66,250	40,400	15,910
140×100×5	140,000	100,000	5,000	10,000	22,360	608,100	86,870	52,200	361,200	72,240	40,200	17,550
140×100×5,5	140,000	100,000	5,500	11,000	24,410	657,300	93,900	51,900	389,800	77,970	40,000	19,160
140×100×6	140,000	100,000	6,000	12,000	26,430	704,500	100,600	51,600	417,200	83,450	39,700	20,750
140×100×6,5	140,000	100,000	6,500	16,500	28,060	731,900	104,600	51,100	434,300	86,850	39,300	22,030
140×100×7	140,000	100,000	7,000	17,500	29,960	772,400	110,300	50,800	457,800	91,550	39,100	23,520
140×120×4	140,000	120,000	4,000	8,000	19,750	577,500	82,500	54,100	456,000	76,000	48,100	15,500
140×120×4,5	140,000	120,000	4,500	9,000	22,070	639,400	91,350	53,800	504,600	84,100	47,800	17,320
140×120×5	140,000	120,000	5,000	10,000	24,360	699,200	99,880	53,600	551,400	91,900	47,600	19,120
140×120×5,5	140,000	120,000	5,500	11,000	26,610	756,800	108,100	53,300	596,500	99,410	47,300	20,890
140×120×6	140,000	120,000	6,000	12,000	28,830	812,300	116,000	53,100	639,800	106,600	47,100	22,630
140×120×6,5	140,000	120,000	6,500	16,500	30,660	847,800	121,110	52,600	668,300	111,400	46,700	24,070
140×120×7	140,000	120,000	7,000	17,500	32,760	896,300	128,000	52,300	706,200	117,700	46,400	25,710
140×120×7,5	140,000	120,000	7,500	19,000	34,820	942,500	134,600	52,000	742,200	123,700	46,200	27,330
140×120×8	140,000	120,000	8,000	20,000	36,840	986,500	140,900	51,700	776,500	129,400	45,900	28,920
150×100×4	150,000	100,000	4,000	8,000	18,950	594,500	79,270	56,000	318,400	63,680	41,000	14,870

В.4-кесте – ГОСТ 30245-2003 бойынша иілген түйықталған дәнекерлі тікбұрышты пішінді қималы құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

	h	b	s	r _l	A	I _y	W _y	i _y	I _z	W _z	i _z	P
	MM	MM	MM	MM	CM ²	CM ⁴	CM ³	MM	CM ⁴	CM ³	MM	KG/M
150×100×4,5	150,000	100,000	4,500	9,000	21,170	657,900	87,720	55,800	351,800	70,350	40,800	16,620
150×100×5	150,000	100,000	5,000	10,000	23,360	719,000	95,870	55,500	383,700	76,750	40,500	18,330
150×100×5,5	150,000	100,000	5,500	11,000	25,510	777,900	103,700	55,200	414,400	82,880	40,300	20,030
150×100×6	150,000	100,000	6,000	12,000	27,630	834,400	111,300	55,000	443,700	88,750	40,100	21,690
150×100×6,5	150,000	100,000	6,500	16,500	29,360	868,200	115,800	54,400	462,700	92,540	39,700	23,050
150×100×7	150,000	100,000	7,000	17,500	31,360	917,100	122,300	54,100	488,000	97,610	39,500	24,620
160×40×3	160,000	40,000	3,000	6,000	11,410	315,900	39,490	52,600	33,950	16,980	17,300	8,960
160×40×3,5	160,000	40,000	3,500	7,000	13,190	360,500	45,070	52,300	38,230	19,120	17,000	10,360
160×40×4	160,000	40,000	4,000	8,000	14,950	403,000	50,370	51,900	42,150	21,080	16,800	11,730
160×40×4,5	160,000	40,000	4,500	9,000	16,670	443,200	55,400	51,600	45,730	22,860	16,600	13,080
160×40×5	160,000	40,000	5,000	10,000	18,360	481,300	60,160	51,200	48,970	24,480	16,300	14,410
160×40×5,5	160,000	40,000	5,500	11,000	20,010	517,300	64,660	50,800	51,890	25,940	16,100	15,710
160×40×6	160,000	40,000	6,000	12,000	21,630	551,200	68,900	50,500	54,500	27,250	15,900	16,980
160×40×6,5	160,000	40,000	6,500	16,500	22,860	559,700	69,960	49,500	55,430	27,710	15,600	17,940
160×40×7	160,000	40,000	7,000	17,500	24,360	585,800	73,220	49,000	57,260	28,630	15,300	19,120
160×80×4	160,000	80,000	4,000	8,000	18,150	597,600	74,710	57,400	203,400	50,850	33,500	14,250
160×80×4,5	160,000	80,000	4,500	9,000	20,270	660,800	82,600	57,100	224,100	56,020	33,300	15,910
160×80×5	160,000	80,000	5,000	10,000	22,360	721,600	90,200	56,800	243,800	60,950	33,000	17,550
160×80×5,5	160,000	80,000	5,500	11,000	24,410	779,900	97,480	56,500	262,600	65,640	32,800	19,160
160×80×6	160,000	80,000	6,000	12,000	26,430	835,800	104,500	56,200	280,400	70,100	32,600	20,750
160×80×6,5	160,000	80,000	6,500	16,500	28,060	866,000	108,300	55,600	291,500	72,870	32,200	22,030
160×80×7	160,000	80,000	7,000	17,500	29,960	913,500	114,200	55,200	306,600	76,640	32,000	23,520
160×100×4	160,000	100,000	4,000	8,000	19,750	695,000	86,870	59,300	336,900	67,370	41,300	15,500
160×100×4,5	160,000	100,000	4,500	9,000	22,070	769,600	96,210	59,100	372,300	74,460	41,100	17,320
160×100×5	160,000	100,000	5,000	10,000	24,360	841,700	105,200	58,800	406,300	81,260	40,800	19,120
160×100×5,5	160,000	100,000	5,500	11,000	26,610	911,200	113,900	58,500	439,000	87,790	40,600	20,890
160×100×6	160,000	100,000	6,000	12,000	28,830	978,100	122,300	58,200	470,200	94,050	40,400	22,630
160×100×6,5	160,000	100,000	6,500	16,500	30,660	1019,000	127,400	57,700	491,100	98,220	40,000	24,070
160×100×7	160,000	100,000	7,000	17,500	32,760	1077,000	134,700	57,300	518,300	103,700	39,800	25,710
160×100×7,5	160,000	100,000	7,500	19,000	34,820	1133,000	141,600	57,000	544,100	108,800	39,500	27,330
160×100×8	160,000	100,000	8,000	20,000	36,840	1186,000	148,200	56,700	568,600	113,700	39,300	28,920
160×120×4	160,000	120,000	4,000	8,000	21,350	792,300	99,040	60,900	509,800	84,970	48,900	16,760
160×120×4,5	160,000	120,000	4,500	9,000	23,870	878,500	109,800	60,700	564,600	94,100	48,600	18,740
160×120×5	160,000	120,000	5,000	10,000	26,360	961,800	120,200	60,400	617,500	102,900	48,400	20,690
160×120×5,5	160,000	120,000	5,500	11,000	28,810	1042,000	130,300	60,200	668,600	111,400	48,200	22,620
160×120×6	160,000	120,000	6,000	12,000	31,230	1120,000	140,000	59,900	717,800	119,600	47,900	24,520
160×120×6,5	160,000	120,000	6,500	16,500	33,260	1172,000	146,500	59,400	752,000	125,300	47,600	26,110
160×120×7	160,000	120,000	7,000	17,500	35,560	1241,000	155,200	59,100	795,500	132,600	47,300	27,910
160×120×7,5	160,000	120,000	7,500	19,000	37,820	1307,000	163,400	58,800	837,200	139,500	47,000	29,690
160×120×8	160,000	120,000	8,000	20,000	40,040	1371,000	171,300	58,500	876,900	146,100	46,800	31,430
160×140×5	160,000	140,000	5,000	10,000	28,360	1082,000	135,200	61,800	881,400	125,900	55,800	22,260
160×140×5,5	160,000	140,000	5,500	11,000	31,010	1174,000	146,700	61,500	955,800	136,500	55,500	24,340
160×140×6	160,000	140,000	6,000	12,000	33,630	1263,000	157,800	61,300	1028,000	146,800	55,300	26,400
160×140×6,5	160,000	140,000	6,500	16,500	35,860	1325,000	165,700	60,800	1079,000	154,200	54,900	28,150
160×140×7	160,000	140,000	7,000	17,500	38,360	1405,000	175,600	60,500	1144,000	163,400	54,600	30,110
160×140×7,5	160,000	140,000	7,500	19,000	40,820	1482,000	185,200	60,200	1206,000	172,300	54,400	32,040
160×140×8	160,000	140,000	8,000	20,000	43,240	1555,000	194,400	60,000	1265,000	180,800	54,100	33,950
180×60×4	180,000	60,000	4,000	8,000	18,150	678,100	75,300	61,100	118,800	39,600	25,600	14,250
180×60×4,5	180,000	60,000	4,500	9,000	20,270	749,400	83,300	60,800	130,300	43,400	25,400	15,910
180×60×5	180,000	60,000	5,000	10,000	22,360	817,800	90,900	60,500	141,200	47,100	25,100	17,550
180×60×5,5	180,000	60,000	5,500	11,000	24,410	883,300	98,100	60,200	151,400	50,500	24,900	19,160

В.4-кесте – ГОСТ 30245-2003 бойынша иілген түйықталған дәнекерлі тікбұрышты пішінді қималы құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

	h	b	s	r _l	A	I _y	W _y	i _y	I _z	W _z	i _z	P
	MM	MM	MM	MM	CM ²	CM ⁴	CM ³	MM	CM ⁴	CM ³	MM	KT/M
180×60×6	180,000	60,000	6,000	12,000	26,430	946,000	105,100	59,800	160,900	53,600	24,700	20,750
180×60×6,5	180,000	60,000	6,500	16,500	28,060	976,400	108,500	59,000	166,600	55,500	24,400	22,030
180×60×7	180,000	60,000	7,000	17,500	29,960	1029,000	114,300	58,600	174,400	58,100	24,100	23,520
180×60×7,5	180,000	60,000	7,500	19,000	31,820	1078,000	119,800	58,200	181,600	60,500	23,900	24,980
180×60×8	180,000	60,000	8,000	20,000	33,640	1125,000	125,000	57,800	188,200	62,700	23,700	26,410
180×80×4	180,000	80,000	4,000	8,000	19,750	802,000	89,120	63,700	226,500	56,620	33,900	15,500
180×80×4,5	180,000	80,000	4,500	9,000	22,070	888,000	98,670	63,400	249,700	62,440	33,600	17,320
180×80×5	180,000	80,000	5,000	10,000	24,360	970,900	107,900	63,100	271,900	67,990	33,400	19,120
180×80×5,5	180,000	80,000	5,500	11,000	26,610	1051,000	116,800	62,800	293,100	73,280	33,200	20,890
180×80×6	180,000	80,000	6,000	12,000	28,830	1128,000	125,300	62,500	313,300	78,310	33,000	22,630
180×80×6,5	180,000	80,000	6,500	16,500	30,660	1172,000	130,200	61,800	326,600	81,650	32,600	24,070
180×80×7	180,000	80,000	7,000	17,500	32,760	1238,000	137,600	61,500	343,900	85,970	32,400	25,710
180×80×7,5	180,000	80,000	7,500	19,000	34,820	1301,000	144,600	61,100	360,100	90,030	32,200	27,330
180×80×8	180,000	80,000	8,000	20,000	36,840	1361,000	151,300	60,800	375,400	93,850	31,900	28,920
180×100×4	180,000	100,000	4,000	8,000	21,350	926,000	102,900	65,900	373,700	74,740	41,800	16,760
180×100×4,5	180,000	100,000	4,500	9,000	23,870	1027,000	114,100	65,600	413,300	82,670	41,600	18,740
180×100×5	180,000	100,000	5,000	10,000	26,360	1124,000	124,900	65,300	451,400	90,290	41,400	20,690
180×100×5,5	180,000	100,000	5,500	11,000	28,810	1218,000	135,400	65,000	488,100	97,610	41,200	22,620
180×100×6	180,000	100,000	6,000	12,000	31,230	1309,000	145,500	64,700	523,300	104,700	40,900	24,520
180×100×6,5	180,000	100,000	6,500	16,500	33,260	1368,000	152,000	64,100	547,900	109,600	40,600	26,110
180×100×7	180,000	100,000	7,000	17,500	35,560	1448,000	160,900	63,800	578,800	115,800	40,300	27,910
180×100×7,5	180,000	100,000	7,500	19,000	37,820	1525,000	169,400	63,500	608,300	121,700	40,100	29,690
180×100×8	180,000	100,000	8,000	20,000	40,040	1598,000	177,600	63,200	636,300	127,300	39,900	31,430
180×140×4	180,000	140,000	4,000	8,000	24,550	1174,000	130,420	69,100	799,500	114,200	57,100	19,270
180×140×4,5	180,000	140,000	4,500	9,000	27,470	1304,000	144,870	68,900	887,300	126,800	56,800	21,560
180×140×5	180,000	140,000	5,000	10,000	30,360	1430,000	158,920	68,600	972,600	138,900	56,600	23,830
180×140×5,5	180,000	140,000	5,500	11,000	33,210	1553,000	172,580	68,400	1055,000	150,700	56,400	26,070
180×140×6	180,000	140,000	6,000	12,000	36,030	1673,000	185,850	68,100	1135,000	162,200	56,100	28,290
180×140×6,5	180,000	140,000	6,500	16,500	38,460	1759,000	195,450	67,600	1195,000	170,800	55,700	30,190
180×140×7	180,000	140,000	7,000	17,500	41,160	1867,000	207,430	67,300	1268,000	181,100	55,500	32,310
180×140×7,5	180,000	140,000	7,500	19,000	43,820	1971,000	218,990	67,100	1338,000	191,100	55,200	34,400
180×140×8	180,000	140,000	8,000	20,000	46,440	2071,000	230,150	66,800	1405,000	200,800	55,000	36,460
200×40×4	200,000	40,000	4,000	8,000	18,150	738,600	73,860	63,800	52,520	26,260	17,000	14,250
200×40×4,5	200,000	40,000	4,500	9,000	20,270	815,300	81,530	63,400	57,070	28,530	16,800	15,910
200×40×5	200,000	40,000	5,000	10,000	22,360	888,700	88,870	63,000	61,220	30,610	16,500	17,550
200×40×5,5	200,000	40,000	5,500	11,000	24,410	958,800	95,880	62,700	64,980	32,490	16,300	19,160
200×40×6	200,000	40,000	6,000	12,000	26,430	1026,000	102,600	62,300	68,370	34,190	16,100	20,750
200×40×6,5	200,000	40,000	6,500	16,500	28,060	1053,000	105,300	61,300	70,020	35,010	15,800	22,030
200×40×7	200,000	40,000	7,000	17,500	29,960	1107,000	110,700	60,800	72,500	36,250	15,600	23,520
200×80×4	200,000	80,000	4,000	8,000	21,350	1046,000	104,600	70,000	249,600	62,400	34,200	16,760
200×80×4,5	200,000	80,000	4,500	9,000	23,870	1159,000	115,900	69,700	275,400	68,850	34,000	18,740
200×80×5	200,000	80,000	5,000	10,000	26,360	1269,000	126,900	69,400	300,100	75,020	33,700	20,690
200×80×5,5	200,000	80,000	5,500	11,000	28,810	1375,000	137,500	69,100	323,600	80,910	33,500	22,620
200×80×6	200,000	80,000	6,000	12,000	31,230	1477,000	147,700	68,800	346,100	86,530	33,300	24,520
200×80×6,5	200,000	80,000	6,500	16,500	33,260	1539,000	153,900	68,000	361,700	90,430	33,000	26,110
200×80×7	200,000	80,000	7,000	17,500	35,560	1629,000	162,900	67,700	381,200	95,290	32,700	27,910
200×80×7,5	200,000	80,000	7,500	19,000	37,820	1714,000	171,400	67,300	399,600	99,890	32,500	29,690
200×80×8	200,000	80,000	8,000	20,000	40,040	1795,000	179,500	67,000	416,900	104,200	32,300	31,430
200×100×4	200,000	100,000	4,000	8,000	22,950	1200,000	120,000	72,300	410,600	82,120	42,300	18,010
200×100×4,5	200,000	100,000	4,500	9,000	25,670	1331,000	133,100	72,000	454,400	90,870	42,100	20,150
200×100×5	200,000	100,000	5,000	10,000	28,360	1459,000	145,900	71,700	496,600	99,310	41,800	22,260

В.4-кесте – ГОСТ 30245-2003 бойынша иілген түйықталған дәнекерлі тікбұрышты пішінді қималы құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

	h	b	s	r _l	A	I _y	W _y	i _y	I _z	W _z	i _z	P
	mm	mm	mm	mm	cm ²	cm ⁴	cm ³	mm	cm ⁴	cm ³	mm	кг/м
200×100×5,5	200,000	100,000	5,500	11,000	31,010	1583,000	158,300	71,400	537,200	107,400	41,600	24,340
200×100×6	200,000	100,000	6,000	12,000	33,630	1703,000	170,300	71,200	576,300	115,300	41,400	26,400
200×100×6,5	200,000	100,000	6,500	16,500	35,860	1783,000	178,300	70,500	604,700	120,900	41,100	28,150
200×100×7	200,000	100,000	7,000	17,500	38,360	1889,000	188,900	70,200	639,400	127,900	40,800	30,110
200×100×7,5	200,000	100,000	7,500	19,000	40,820	1992,000	199,200	69,900	672,500	134,500	40,600	32,040
200×100×8	200,000	100,000	8,000	20,000	43,240	2090,000	209,000	69,500	704,000	140,800	40,300	33,950
200×120×4	200,000	120,000	4,000	8,000	24,550	1353,000	135,300	74,200	617,500	102,900	50,200	19,270
200×120×4,5	200,000	120,000	4,500	9,000	27,470	1503,000	150,300	74,000	684,700	114,100	49,900	21,560
200×120×5	200,000	120,000	5,000	10,000	30,360	1649,000	164,900	73,700	749,800	125,000	49,700	23,830
200×120×5,5	200,000	120,000	5,500	11,000	33,210	1791,000	179,100	73,400	812,800	135,500	49,500	26,070
200×120×6	200,000	120,000	6,000	12,000	36,030	1929,000	192,900	73,200	873,700	145,600	49,200	28,290
200×120×6,5	200,000	120,000	6,500	16,500	38,460	2026,000	202,600	72,600	919,500	153,200	48,900	30,190
200×120×7	200,000	120,000	7,000	17,500	41,160	2150,000	215,000	72,300	974,300	162,400	48,700	32,310
200×120×7,5	200,000	120,000	7,500	19,000	43,820	2270,000	227,000	72,000	1027,000	171,200	48,400	34,400
200×120×8	200,000	120,000	8,000	20,000	46,440	2385,000	238,500	71,700	1078,000	179,600	48,200	36,460
200×160×5	200,000	160,000	5,000	10,000	34,360	2029,000	202,900	76,900	1442,000	180,300	64,800	26,970
200×160×5,5	200,000	160,000	5,500	11,000	37,610	2207,000	220,700	76,600	1568,000	195,900	64,600	29,520
200×160×6	200,000	160,000	6,000	12,000	40,830	2380,000	238,000	76,400	1690,000	211,200	64,300	32,050
200×160×6,5	200,000	160,000	6,500	16,500	43,660	2513,000	251,300	75,900	1785,000	223,100	63,900	34,270
200×160×7	200,000	160,000	7,000	17,500	46,760	2672,000	267,200	75,600	1897,000	237,100	63,700	36,700
200×160×7,5	200,000	160,000	7,500	19,000	49,820	2826,000	282,600	75,300	2005,000	250,600	63,400	39,110
200×160×8	200,000	160,000	8,000	20,000	52,840	2975,000	297,500	75,000	2110,000	263,700	63,200	41,480
200×160×8,5	200,000	160,000	8,500	21,500	55,830	3120,000	312,000	74,800	2211,000	276,400	62,900	43,830
200×160×9	200,000	160,000	9,000	22,500	58,780	3260,000	326,000	74,500	2309,000	288,700	62,700	46,140
200×160×9,5	200,000	160,000	9,500	24,000	61,690	3395,000	339,500	74,200	2404,000	300,500	62,400	48,430
200×160×10	200,000	160,000	10,000	25,000	64,570	3527,000	352,700	73,900	2496,000	312,000	62,200	50,680
220×100×4	220,000	100,000	4,000	8,000	24,550	1519,000	138,100	78,700	447,400	89,490	42,700	19,270
220×100×4,5	220,000	100,000	4,500	9,000	27,470	1687,000	153,400	78,400	495,400	99,080	42,500	21,560
220×100×5	220,000	100,000	5,000	10,000	30,360	1851,000	168,300	78,100	541,700	108,340	42,200	23,830
220×100×5,5	220,000	100,000	5,500	11,000	33,210	2010,000	182,700	77,800	586,300	117,260	42,000	26,070
220×100×6	220,000	100,000	6,000	12,000	36,030	2164,000	196,700	77,500	629,300	125,860	41,800	28,290
220×100×6,5	220,000	100,000	6,500	16,500	38,460	2270,000	206,300	76,800	661,600	132,310	41,500	30,190
220×100×7	220,000	100,000	7,000	17,500	41,160	2408,000	218,900	76,500	699,900	139,990	41,200	32,310
220×100×7,5	220,000	100,000	7,500	19,000	43,820	2541,000	231,000	76,100	736,600	147,330	41,000	34,400
220×100×8	220,000	100,000	8,000	20,000	46,440	2669,000	242,700	75,800	771,700	154,340	40,800	36,460
220×140×5	220,000	140,000	5,000	10,000	34,360	2313,000	210,300	82,100	1155,000	165,000	58,000	26,970
220×140×5,5	220,000	140,000	5,500	11,000	37,610	2516,000	228,700	81,800	1254,000	179,200	57,700	29,520
220×140×6	220,000	140,000	6,000	12,000	40,830	2714,000	246,700	81,500	1351,000	193,000	57,500	32,050
220×140×6,5	220,000	140,000	6,500	16,500	43,660	2862,000	260,200	81,000	1427,000	203,700	57,200	34,270
220×140×7	220,000	140,000	7,000	17,500	46,760	3043,000	276,600	80,700	1515,000	216,500	56,900	36,700
220×140×7,5	220,000	140,000	7,500	19,000	49,820	3218,000	292,600	80,400	1601,000	228,700	56,700	39,110
220×140×8	220,000	140,000	8,000	20,000	52,840	3388,000	308,000	80,100	1683,000	240,500	56,400	41,480
240×120×5	240,000	120,000	5,000	10,000	34,360	2579,000	215,000	86,600	882,000	147,000	50,700	26,970
240×120×5,5	240,000	120,000	5,500	11,000	37,610	2805,000	233,800	86,400	957,000	159,500	50,400	29,520
240×120×6	240,000	120,000	6,000	12,000	40,830	3026,000	252,100	86,100	1030,000	171,600	50,200	32,050
240×120×6,5	240,000	120,000	6,500	16,500	43,660	3188,000	265,600	85,400	1087,000	181,200	49,900	34,270
240×120×7	240,000	120,000	7,000	17,500	46,760	3388,000	282,400	85,100	1153,000	192,200	49,700	36,700
240×120×7,5	240,000	120,000	7,500	19,000	49,820	3583,000	298,600	84,800	1217,000	202,800	49,400	39,110
240×120×8	240,000	120,000	8,000	20,000	52,840	3771,000	314,300	84,500	1278,000	213,100	49,200	41,480
240×160×6	240,000	160,000	6,000	12,000	45,630	3683,000	306,900	89,800	1974,000	246,800	65,800	35,820
240×160×6,5	240,000	160,000	6,500	16,500	48,860	3896,000	324,700	89,300	2091,000	261,400	65,400	38,350

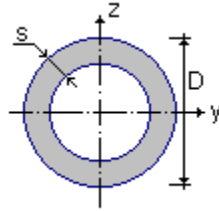
В.4-кесте – ГОСТ 30245-2003 бойынша иілген түйықталған дәнекерлі тікбұрышты пішінді қималы құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

	h	b	s	r ₁	A	I _y	W _y	i _y	I _z	W _z	i _z	P
	mm	mm	mm	mm	cm ²	cm ⁴	cm ³	mm	cm ⁴	cm ³	mm	кг/м
240×160×7	240,000	160,000	7,000	17,500	52,360	4148,000	345,700	89,000	2224,000	278,100	65,200	41,100
240×160×7,5	240,000	160,000	7,500	19,000	55,820	4394,000	366,200	88,700	2354,000	294,200	64,900	43,820
240×160×8	240,000	160,000	8,000	20,000	59,240	4633,000	386,100	88,400	2480,000	309,900	64,700	46,510
240×160×8,5	240,000	160,000	8,500	21,500	62,630	4865,000	405,400	88,100	2602,000	325,200	64,500	49,160
240×160×9	240,000	160,000	9,000	22,500	65,980	5091,000	424,200	87,800	2720,000	340,000	64,200	51,790
240×160×9,5	240,000	160,000	9,500	24,000	69,290	5311,000	442,500	87,500	2835,000	354,300	64,000	54,390
240×160×10	240,000	160,000	10,000	25,000	72,570	5524,000	460,300	87,200	2946,000	368,200	63,700	56,960
240×160×10,5	240,000	160,000	10,500	31,500	74,860	5590,000	465,800	86,400	2990,000	373,800	63,200	58,760
240×160×11	240,000	160,000	11,000	33,000	77,970	5777,000	481,400	86,100	3088,000	386,100	62,900	61,200
240×160×11,5	240,000	160,000	11,500	34,500	81,030	5957,000	496,400	85,700	3183,000	397,800	62,700	63,610
240×160×12	240,000	160,000	12,000	36,000	84,060	6130,000	510,900	85,400	3273,000	409,200	62,400	65,990
250×150×6	250,000	150,000	6,000	12,000	45,630	3885,000	310,800	92,300	1768,000	235,700	62,200	35,820
250×150×6,5	250,000	150,000	6,500	16,500	48,860	4109,000	328,700	91,700	1872,000	249,600	61,900	38,350
250×150×7	250,000	150,000	7,000	17,500	52,360	4375,000	350,000	91,400	1991,000	265,400	61,700	41,100
250×150×7,5	250,000	150,000	7,500	19,000	55,820	4633,000	370,700	91,100	2106,000	280,800	61,400	43,820
250×150×8	250,000	150,000	8,000	20,000	59,240	4885,000	390,800	90,800	2217,000	295,700	61,200	46,510
260×130×6	260,000	130,000	6,000	12,000	44,430	3888,000	299,000	93,500	1326,000	204,000	54,600	34,880
260×130×6,5	260,000	130,000	6,500	16,500	47,560	4106,000	315,800	92,900	1403,000	215,800	54,300	37,330
260×130×7	260,000	130,000	7,000	17,500	50,960	4369,000	336,100	92,600	1490,000	229,200	54,100	40,000
260×130×7,5	260,000	130,000	7,500	19,000	54,320	4625,000	355,800	92,300	1574,000	242,200	53,800	42,640
260×130×8	260,000	130,000	8,000	20,000	57,640	4874,000	374,900	92,000	1656,000	254,800	53,600	45,250
260×130×8,5	260,000	130,000	8,500	21,500	60,930	5116,000	393,500	91,600	1735,000	266,900	53,400	47,830
260×130×9	260,000	130,000	9,000	22,500	64,180	5350,000	411,600	91,300	1811,000	278,600	53,100	50,380
260×130×9,5	260,000	130,000	9,500	24,000	67,390	5578,000	429,100	91,000	1885,000	290,000	52,900	52,900
260×130×10	260,000	130,000	10,000	25,000	70,570	5799,000	446,000	90,600	1956,000	300,900	52,600	55,390
260×130×10,5	260,000	130,000	10,500	31,500	72,760	5848,000	449,800	89,600	1982,000	305,000	52,200	57,120
260×130×11	260,000	130,000	11,000	33,000	75,770	6038,000	464,500	89,300	2044,000	314,500	51,900	59,480
260×130×11,5	260,000	130,000	11,500	34,500	78,730	6220,999	478,600	88,900	2103,000	323,600	51,700	61,810
260×130×12	260,000	130,000	12,000	36,000	81,660	6397,000	492,100	88,500	2160,000	332,300	51,400	64,100
300×100×6	300,000	100,000	6,000	12,000	45,630	4777,000	318,400	102,300	841,400	168,300	42,900	35,820
300×100×6,5	300,000	100,000	6,500	16,500	48,860	5038,000	335,900	101,500	888,900	177,800	42,700	38,350
300×100×7	300,000	100,000	7,000	17,500	52,360	5360,000	357,300	101,200	942,100	188,400	42,400	41,100
300×100×7,5	300,000	100,000	7,500	19,000	55,820	5673,000	378,200	100,800	993,300	198,700	42,200	43,820
300×100×8	300,000	100,000	8,000	20,000	59,240	5976,999	398,500	100,400	1043,000	208,500	42,000	46,510
300×100×8,5	300,000	100,000	8,500	21,500	62,630	6273,000	418,200	100,100	1090,000	218,000	41,700	49,160
300×100×9	300,000	100,000	9,000	22,500	65,980	6559,000	437,300	99,700	1135,000	227,000	41,500	51,790
300×100×9,5	300,000	100,000	9,500	24,000	69,290	6836,000	455,800	99,300	1179,000	235,700	41,200	54,390
300×100×10	300,000	100,000	10,000	25,000	72,570	7105,000	473,700	99,000	1220,000	244,000	41,000	56,960
300×200×6	300,000	200,000	6,000	12,000	57,630	7370,000	491,300	113,100	3961,000	396,100	82,900	45,240
300×200×6,5	300,000	200,000	6,500	16,500	61,860	7837,999	522,500	112,600	4217,000	421,700	82,600	48,560
300×200×7	300,000	200,000	7,000	17,500	66,360	8364,999	557,700	112,300	4497,000	449,700	82,300	52,090
300×200×7,5	300,000	200,000	7,500	19,000	70,820	8881,999	592,100	112,000	4771,000	477,100	82,100	55,590
300×200×8	300,000	200,000	8,000	20,000	75,240	9387,999	625,900	111,700	5039,000	503,900	81,800	59,070
300×200×8,5	300,000	200,000	8,500	21,500	79,630	9883,999	658,900	111,400	5302,000	530,200	81,600	62,510
300×200×9	300,000	200,000	9,000	22,500	83,980	10369,999	691,300	111,100	5558,000	555,800	81,400	65,920
300×200×9,5	300,000	200,000	9,500	24,000	88,290	10844,999	723,000	110,800	5809,000	580,900	81,100	69,310
300×200×10	300,000	200,000	10,000	25,000	92,570	11309,999	754,000	110,500	6053,999	605,400	80,900	72,660
300×200×10,5	300,000	200,000	10,500	31,500	95,860	11546,999	769,800	109,800	6195,000	619,500	80,400	75,250
300×200×11	300,000	200,000	11,000	33,000	99,970	11969,999	798,000	109,400	6418,000	641,800	80,100	78,470
300×200×11,5	300,000	200,000	11,500	34,500	104,000	12382,999	825,500	109,100	6636,000	663,600	79,900	81,670
300×200×12	300,000	200,000	12,000	36,000	108,100	12783,999	852,300	108,800	6847,000	684,700	79,600	84,830

В.4-кесте – ГОСТ 30245-2003 бойынша иілген түйықталған дәнекерлі тікбұрышты пішінді қималы құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

	h	b	s	r _l	A	I _y	W _y	i _y	I _z	W _z	i _z	P
	MM	MM	MM	MM	CM ²	CM ⁴	CM ³	MM	CM ⁴	CM ³	MM	KG/M
320×180×6	320,000	180,000	6,000	12,000	57,630	8011,999	500,800	117,900	3308,000	367,500	75,800	45,240
320×180×6,5	320,000	180,000	6,500	16,500	61,860	8516,999	532,300	117,300	3520,000	391,100	75,400	48,560
320×180×7	320,000	180,000	7,000	17,500	66,360	9088,999	568,100	117,000	3752,000	416,900	75,200	52,090
320×180×7,5	320,000	180,000	7,500	19,000	70,820	9649,999	603,100	116,700	3979,000	442,200	75,000	55,590
320×180×8	320,000	180,000	8,000	20,000	75,240	10199,999	637,500	116,400	4201,000	466,800	74,700	59,070
320×180×8,5	320,000	180,000	8,500	21,500	79,630	10737,999	671,100	116,100	4418,000	490,900	74,500	62,510
320×180×9	320,000	180,000	9,000	22,500	83,980	11264,999	704,000	115,800	4630,000	514,400	74,200	65,920
320×180×9,5	320,000	180,000	9,500	24,000	88,290	11779,999	736,300	115,500	4836,000	537,400	74,000	69,310
320×180×10	320,000	180,000	10,000	25,000	92,570	12284,999	767,800	115,200	5038,000	559,700	73,800	72,660
320×180×10,5	320,000	180,000	10,500	31,500	95,860	12529,998	783,100	114,300	5155,000	572,700	73,300	75,250
320×180×11	320,000	180,000	11,000	33,000	99,970	12988,000	811,700	114,000	5338,000	593,100	73,100	78,470
320×180×11,5	320,000	180,000	11,500	34,500	104,000	13433,999	839,600	113,600	5517,000	613,000	72,800	81,670
320×180×12	320,000	180,000	12,000	36,000	108,100	13866,999	866,700	113,300	5690,000	632,200	72,600	84,830
350×250×6	350,000	250,000	6,000	12,000	69,630	12455,999	711,800	133,700	7457,000	596,600	103,500	54,660
350×250×6,5	350,000	250,000	6,500	16,500	74,860	13292,999	759,600	133,300	7962,999	637,000	103,100	58,760
350×250×7	350,000	250,000	7,000	17,500	80,360	14209,999	812,000	133,000	8507,999	680,600	102,900	63,080
350×250×7,5	350,000	250,000	7,500	19,000	85,820	15111,998	863,500	132,700	9043,999	723,500	102,700	67,370
350×250×8	350,000	250,000	8,000	20,000	91,240	15998,998	914,300	132,400	9569,999	765,600	102,400	71,630
350×250×8,5	350,000	250,000	8,500	21,500	96,630	16871,998	964,100	132,100	10086,999	807,000	102,200	75,850
350×250×9	350,000	250,000	9,000	22,500	102,000	17730,998	1013,000	131,900	10594,999	847,600	101,900	80,050
350×250×9,5	350,000	250,000	9,500	24,000	107,300	18574,998	1061,000	131,600	11093,998	887,500	101,700	84,220
350×250×10	350,000	250,000	10,000	25,000	112,600	19403,998	1109,000	131,300	11582,999	926,700	101,400	88,360
350×250×10,5	350,000	250,000	10,500	31,500	116,900	19922,998	1138,000	130,600	11911,999	952,900	101,000	91,730
350×250×11	350,000	250,000	11,000	33,000	122,000	20693,998	1183,000	130,300	12367,999	989,500	100,700	95,740
350×250×11,5	350,000	250,000	11,500	34,500	127,000	21450,998	1226,000	129,900	12814,999	1025,000	100,400	99,720
350×250×12	350,000	250,000	12,000	36,000	132,100	22190,998	1268,000	129,600	13252,998	1060,000	100,200	103,700
350×300×6	350,000	300,000	6,000	12,000	75,630	14231,999	813,200	137,200	11258,999	750,600	122,000	59,370
350×300×6,5	350,000	300,000	6,500	16,500	81,360	15209,998	869,200	136,700	12036,999	802,500	121,600	63,870
350×300×7	350,000	300,000	7,000	17,500	87,360	16268,998	929,600	136,500	12871,999	858,100	121,400	68,580
350×300×7,5	350,000	300,000	7,500	19,000	93,320	17311,998	989,200	136,200	13693,999	912,900	121,100	73,260
350×300×8	350,000	300,000	8,000	20,000	99,240	18338,998	1048,000	135,900	14503,999	966,900	120,900	77,910
350×300×8,5	350,000	300,000	8,500	21,500	105,100	19350,998	1106,000	135,700	15300,998	1020,000	120,600	82,530
350×300×9	350,000	300,000	9,000	22,500	111,000	20346,998	1163,000	135,400	16085,998	1072,000	120,400	87,120
350×300×9,5	350,000	300,000	9,500	24,000	116,800	21327,998	1219,000	135,100	16857,998	1124,000	120,100	91,680
350×300×10	350,000	300,000	10,000	25,000	122,600	22293,998	1274,000	134,900	17617,998	1175,000	119,900	96,210
350×300×10,5	350,000	300,000	10,500	31,500	127,400	22947,998	1311,000	134,200	18146,998	1210,000	119,400	99,980
350×300×11	350,000	300,000	11,000	33,000	133,000	23854,998	1363,000	133,900	18860,998	1257,000	119,100	104,400
350×300×11,5	350,000	300,000	11,500	34,500	138,500	24744,996	1414,000	133,600	19560,998	1304,000	118,800	108,700
350×300×12	350,000	300,000	12,000	36,000	144,100	25618,996	1464,000	133,400	20248,998	1350,000	118,600	113,100
380×220×6	380,000	220,000	6,000	12,000	69,630	13884,999	730,800	141,200	6011,000	546,400	92,900	54,660
380×220×6,5	380,000	220,000	6,500	16,500	74,860	14809,999	779,500	140,700	6418,000	583,400	92,600	58,760
380×220×7	380,000	220,000	7,000	17,500	80,360	15830,998	833,200	140,400	6854,000	623,100	92,400	63,080
380×220×7,5	380,000	220,000	7,500	19,000	85,820	16835,998	886,100	140,100	7282,000	662,000	92,100	67,370
380×220×8	380,000	220,000	8,000	20,000	91,240	17823,998	938,100	139,800	7702,999	700,300	91,900	71,630
380×220×10	380,000	220,000	10,000	25,000	112,600	22999,998	1150,000	142,900	7858,999	785,900	83,600	88,360
380×220×10,5	380,000	220,000	10,500	31,500	116,900	23576,998	1179,000	142,000	8079,999	808,000	83,200	91,730
400×200×11	400,000	200,000	11,000	33,000	122,000	24484,998	1224,000	141,700	8382,999	838,300	82,900	95,740
400×200×11,5	400,000	200,000	11,500	34,500	127,000	25373,998	1269,000	141,300	8678,999	867,900	82,700	99,720
400×200×12	400,000	200,000	12,000	36,000	132,100	26244,996	1312,000	141,000	8967,999	896,800	82,400	103,700

В. 5 ГОСТ 8732-78 бойынша тігіссіз ыстық деформацияланған болат құбырлар



В. 5-кесте – ГОСТ 8732-78 бойынша тігіссіз ыстық деформацияланған болат құбырлардың негізгі сипаттамалары

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
102×3,5	102,000	3,500	8,500
102×4	102,000	4,000	9,670
102×4,5	102,000	4,500	10,820
102×5	102,000	5,000	11,960
102×5,5	102,000	5,500	13,090
102×6	102,000	6,000	14,210
102×6,5	102,000	6,500	15,310
102×7	102,000	7,000	16,400
102×7,5	102,000	7,500	17,480
102×8	102,000	8,000	18,550
102×8,5	102,000	8,500	19,600
102×9	102,000	9,000	20,640
102×9,5	102,000	9,500	21,670
102×10	102,000	10,000	22,690
102×11	102,000	11,000	24,690
102×12	102,000	12,000	26,630
102×13	102,000	13,000	28,530
102×14	102,000	14,000	30,380
102×15	102,000	15,000	32,180
102×16	102,000	16,000	33,930
102×17	102,000	17,000	35,640
102×18	102,000	18,000	37,290
102×19	102,000	19,000	38,890
102×20	102,000	20,000	40,450
102×22	102,000	22,000	43,400
102×24	102,000	24,000	46,170
108×4	108,000	4,000	10,260
108×4,5	108,000	4,500	11,490
108×5	108,000	5,000	12,700
108×5,5	108,000	5,500	13,900
108×6	108,000	6,000	15,090
108×6,5	108,000	6,500	16,270
108×7	108,000	7,000	17,440
108×7,5	108,000	7,500	18,590

В. 5-кесте – ГОСТ 8732-78 бойынша тігіссіз ыстық деформацияланған болат құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

	D	s	P
	ММ	ММ	КГ/М
108×8	108,000	8,000	19,730
108×8,5	108,000	8,500	20,860
108×9	108,000	9,000	21,970
108×9,5	108,000	9,500	23,080
108×10	108,000	10,000	24,170
108×11	108,000	11,000	26,310
108×12	108,000	12,000	28,410
108×13	108,000	13,000	30,460
108×14	108,000	14,000	32,460
108×15	108,000	15,000	34,400
108×16	108,000	16,000	36,300
108×17	108,000	17,000	38,150
108×18	108,000	18,000	39,950
108×19	108,000	19,000	41,700
108×20	108,000	20,000	43,400
108×22	108,000	22,000	46,660
108×24	108,000	24,000	49,720
108×25	108,000	25,000	51,170
108×26	108,000	26,000	52,580
108×28	108,000	28,000	55,240
114×4	114,000	4,000	10,850
114×4,5	114,000	4,500	12,150
114×5	114,000	5,000	13,440
114×5,5	114,000	5,500	14,720
114×6	114,000	6,000	15,980
114×6,5	114,000	6,500	17,230
114×7	114,000	7,000	18,470
114×7,5	114,000	7,500	19,700
114×8	114,000	8,000	20,910
114×8,5	114,000	8,500	22,120
114×9	114,000	9,000	23,310
114×9,5	114,000	9,500	24,480
114×10	114,000	10,000	25,650
114×11	114,000	11,000	27,940
114×12	114,000	12,000	30,190
114×13	114,000	13,000	32,380
114×14	114,000	14,000	34,530
114×15	114,000	15,000	36,620
114×16	114,000	16,000	38,670
114×17	114,000	17,000	40,670
114×18	114,000	18,000	42,620
114×19	114,000	19,000	44,510

В. 5-кесте – ГОСТ 8732-78 бойынша тігіссіз ыстық деформацияланған болат құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

	D	s	P
	ММ	ММ	КГ/М
114×20	114,000	20,000	46,360
114×22	114,000	22,000	49,920
114×24	114,000	24,000	53,270
114×25	114,000	25,000	54,870
114×26	114,000	26,000	56,430
114×28	114,000	28,000	59,390
121×4	121,000	4,000	11,540
121×4,5	121,000	4,500	12,930
121×5	121,000	5,000	14,300
121×5,5	121,000	5,500	15,670
121×6	121,000	6,000	17,020
121×6,5	121,000	6,500	18,350
121×7	121,000	7,000	19,680
121×7,5	121,000	7,500	20,990
121×8	121,000	8,000	22,290
121×8,5	121,000	8,500	23,580
121×9	121,000	9,000	24,860
121×9,5	121,000	9,500	26,120
121×10	121,000	10,000	27,370
121×11	121,000	11,000	29,840
121×12	121,000	12,000	32,260
121×13	121,000	13,000	34,620
121×14	121,000	14,000	36,940
121×15	121,000	15,000	39,210
121×16	121,000	16,000	41,630
121×17	121,000	17,000	43,600
121×18	121,000	18,000	45,720
121×19	121,000	19,000	47,790
121×20	121,000	20,000	49,820
121×22	121,000	22,000	53,710
121×24	121,000	24,000	57,410
121×25	121,000	25,000	59,190
121×26	121,000	26,000	60,910
121×28	121,000	28,000	64,220
127×4	127,000	4,000	12,130
127×4,5	127,000	4,500	13,600
127×5	127,000	5,000	15,040
127×5,5	127,000	5,500	16,480
127×6	127,000	6,000	17,900
127×6,5	127,000	6,500	19,320
127×7	127,000	7,000	20,720
127×7,5	127,000	7,500	22,100

В. 5-кесте – ГОСТ 8732-78 бойынша тігіссіз ыстық деформацияланған болат құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

	D	s	P
	ММ	ММ	КГ/М
127×8	127,000	8,000	23,480
127×8,5	127,000	8,500	24,840
127×9	127,000	9,000	26,190
127×9,5	127,000	9,500	27,530
127×10	127,000	10,000	28,850
127×11	127,000	11,000	31,470
127×12	127,000	12,000	34,030
127×13	127,000	13,000	36,550
127×14	127,000	14,000	39,010
127×15	127,000	15,000	41,430
127×16	127,000	16,000	43,800
127×17	127,000	17,000	46,120
127×18	127,000	18,000	48,390
127×19	127,000	19,000	50,610
127×20	127,000	20,000	52,780
127×22	127,000	22,000	56,970
127×24	127,000	24,000	60,960
127×25	127,000	25,000	62,890
127×26	127,000	26,000	64,760
127×28	127,000	28,000	68,360
127×30	127,000	30,000	71,770
133×4	133,000	4,000	12,730
133×4,5	133,000	4,500	14,260
133×5	133,000	5,000	15,780
133×5,5	133,000	5,500	17,290
133×6	133,000	6,000	18,790
133×6,5	133,000	6,500	20,280
133×7	133,000	7,000	21,750
133×7,5	133,000	7,500	23,210
133×8	133,000	8,000	24,660
133×8,5	133,000	8,500	26,100
133×9	133,000	9,000	27,520
133×9,5	133,000	9,500	28,930
133×10	133,000	10,000	30,330
133×11	133,000	11,000	33,100
133×12	133,000	12,000	35,810
133×13	133,000	13,000	38,470
133×14	133,000	14,000	41,090
133×15	133,000	15,000	43,650
133×16	133,000	16,000	46,170
133×17	133,000	17,000	48,630
133×18	133,000	18,000	51,050

В. 5-кесте – ГОСТ 8732-78 бойынша тігіссіз ыстық деформацияланған болат құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

	D	s	P
	ММ	ММ	КГ/М
133×19	133,000	19,000	53,420
133×20	133,000	20,000	55,740
133×22	133,000	22,000	60,220
133×24	133,000	24,000	64,510
133×25	133,000	25,000	66,580
133×26	133,000	26,000	68,610
133×28	133,000	28,000	72,510
133×30	133,000	30,000	76,200
133×32	133,000	32,000	79,710
140×4,5	140,000	4,500	15,040
140×5	140,000	5,000	16,650
140×5,5	140,000	5,500	18,240
140×6	140,000	6,000	19,830
140×6,5	140,000	6,500	21,400
140×7	140,000	7,000	22,960
140×7,5	140,000	7,500	24,510
140×8	140,000	8,000	26,040
140×8,5	140,000	8,500	27,570
140×9	140,000	9,000	29,080
140×9,5	140,000	9,500	30,570
140×10	140,000	10,000	32,060
140×11	140,000	11,000	35,000
140×12	140,000	12,000	37,880
140×13	140,000	13,000	40,720
140×14	140,000	14,000	43,500
140×15	140,000	15,000	46,240
140×16	140,000	16,000	48,930
140×17	140,000	17,000	51,570
140×18	140,000	18,000	54,160
140×19	140,000	19,000	56,700
140×20	140,000	20,000	59,190
140×22	140,000	22,000	64,020
140×24	140,000	24,000	68,660
140×25	140,000	25,000	70,900
140×26	140,000	26,000	73,100
140×28	140,000	28,000	77,340
140×30	140,000	30,000	81,380
140×32	140,000	32,000	85,230
140×34	140,000	34,000	88,880
140×35	140,000	35,000	90,630
140×36	140,000	36,000	92,330
146×4,5	146,000	4,500	15,700

В. 5-кесте – ГОСТ 8732-78 бойынша тігіссіз ыстық деформацияланған болат құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

	D	s	P
	MM	MM	кг/м
146×5	146,000	5,000	17,390
146×5,5	146,000	5,500	19,060
146×6	146,000	6,000	20,720
146×6,5	146,000	6,500	22,360
146×7	146,000	7,000	24,000
146×7,5	146,000	7,500	25,620
146×8	146,000	8,000	27,230
146×8,5	146,000	8,500	28,820
146×9	146,000	9,000	30,410
146×9,5	146,000	9,500	31,980
146×10	146,000	10,000	33,540
146×11	146,000	11,000	36,620
146×12	146,000	12,000	39,660
146×13	146,000	13,000	42,640
146×14	146,000	14,000	45,570
146×15	146,000	15,000	48,460
146×16	146,000	16,000	51,300
146×17	146,000	17,000	54,080
146×18	146,000	18,000	56,820
146×19	146,000	19,000	59,510
146×20	146,000	20,000	62,150
146×22	146,000	22,000	67,280
146×24	146,000	24,000	72,210
146×25	146,000	25,000	74,600
146×26	146,000	26,000	76,940
146×28	146,000	28,000	81,480
146×30	146,000	30,000	85,820
146×32	146,000	32,000	89,970
146×34	146,000	34,000	93,910
146×35	146,000	35,000	95,810
146×36	146,000	36,000	97,660
152×4,5	152,000	4,500	16,370
152×5	152,000	5,000	18,130
152×5,5	152,000	5,500	19,870
152×6	152,000	6,000	21,600
152×6,5	152,000	6,500	23,320
152×7	152,000	7,000	25,030
152×7,5	152,000	7,500	26,730
152×8	152,000	8,000	28,410
152×8,5	152,000	8,500	30,080
152×9	152,000	9,000	31,740
152×9,5	152,000	9,500	33,390

В. 5-кесте – ГОСТ 8732-78 бойынша тігіссіз ыстық деформацияланған болат құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

	D	s	P
	ММ	ММ	КГ/М
152×10	152,000	10,000	35,020
152×11	152,000	11,000	38,250
152×12	152,000	12,000	41,430
152×13	152,000	13,000	44,560
152×14	152,000	14,000	47,650
152×15	152,000	15,000	50,680
152×16	152,000	16,000	53,660
152×17	152,000	17,000	56,600
152×18	152,000	18,000	59,480
152×19	152,000	19,000	62,320
152×20	152,000	20,000	65,110
152×22	152,000	22,000	71,530
152×24	152,000	24,000	75,760
152×25	152,000	25,000	78,300
152×26	152,000	26,000	80,790
152×28	152,000	28,000	85,630
152×30	152,000	30,000	90,260
152×32	152,000	32,000	94,700
152×34	152,000	34,000	98,940
152×35	152,000	35,000	100,990
152×36	152,000	36,000	102,990
159×4,5	159,000	4,500	17,150
159×5	159,000	5,000	18,990
159×5,5	159,000	5,500	20,820
159×6	159,000	6,000	22,640
159×6,5	159,000	6,500	24,450
159×7	159,000	7,000	26,240
159×7,5	159,000	7,500	28,020
159×8	159,000	8,000	29,790
159×8,5	159,000	8,500	31,550
159×9	159,000	9,000	33,290
159×9,5	159,000	9,500	35,030
159×10	159,000	10,000	36,750
159×11	159,000	11,000	40,150
159×12	159,000	12,000	43,500
159×13	159,000	13,000	46,810
159×14	159,000	14,000	50,060
159×15	159,000	15,000	53,270
159×16	159,000	16,000	56,430
159×17	159,000	17,000	59,530
159×18	159,000	18,000	62,590
159×19	159,000	19,000	65,600

В. 5-кесте – ГОСТ 8732-78 бойынша тігіссіз ыстық деформацияланған болат құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

	D	s	P
	ММ	ММ	КГ/М
159×20	159,000	20,000	68,560
159×22	159,000	22,000	74,330
159×24	159,000	24,000	79,900
159×25	159,000	25,000	82,620
159×26	159,000	26,000	85,280
159×28	159,000	28,000	90,460
159×30	159,000	30,000	95,440
159×32	159,000	32,000	100,220
159×34	159,000	34,000	104,810
159×35	159,000	35,000	107,030
159×36	159,000	36,000	109,200
168×5	168,000	5,000	20,100
168×5,5	168,000	5,500	22,040
168×6	168,000	6,000	23,970
168×6,5	168,000	6,500	25,890
168×7	168,000	7,000	27,790
168×7,5	168,000	7,500	29,690
168×8	168,000	8,000	31,570
168×8,5	168,000	8,500	33,440
168×9	168,000	9,000	35,290
168×9,5	168,000	9,500	37,130
168×10	168,000	10,000	38,970
168×11	168,000	11,000	42,590
168×12	168,000	12,000	46,170
168×13	168,000	13,000	49,690
168×14	168,000	14,000	53,170
168×15	168,000	15,000	56,600
168×16	168,000	16,000	59,980
168×17	168,000	17,000	63,310
168×18	168,000	18,000	66,590
168×19	168,000	19,000	69,820
168×20	168,000	20,000	73,000
168×22	168,000	22,000	79,210
168×24	168,000	24,000	85,230
168×25	168,000	25,000	88,160
168×26	168,000	26,000	91,050
168×28	168,000	28,000	96,670
168×30	168,000	30,000	102,100
168×32	168,000	32,000	107,330
168×34	168,000	34,000	112,360
168×35	168,000	35,000	114,800
168×36	168,000	36,000	117,190

В. 5-кесте – ГОСТ 8732-78 бойынша тігіссіз ыстық деформацияланған болат құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
168×38	168,000	38,000	121,830
168×40	168,000	40,000	126,270
168×42	168,000	42,000	130,510
168×45	168,000	45,000	136,500
180×5	180,000	5,000	21,580
180×5,5	180,000	5,500	23,670
180×6	180,000	6,000	25,750
180×6,5	180,000	6,500	27,810
180×7	180,000	7,000	29,870
180×7,5	180,000	7,500	31,910
180×8	180,000	8,000	33,930
180×8,5	180,000	8,500	35,950
180×9	180,000	9,000	37,950
180×9,5	180,000	9,500	39,950
180×10	180,000	10,000	41,930
180×11	180,000	11,000	45,850
180×12	180,000	12,000	49,720
180×13	180,000	13,000	53,540
180×14	180,000	14,000	57,310
180×15	180,000	15,000	61,040
180×16	180,000	16,000	64,710
180×17	180,000	17,000	68,340
180×18	180,000	18,000	71,910
180×19	180,000	19,000	75,440
180×20	180,000	20,000	78,920
180×22	180,000	22,000	85,720
180×24	180,000	24,000	92,330
180×25	180,000	25,000	95,560
180×26	180,000	26,000	98,750
180×28	180,000	28,000	104,960
180×30	180,000	30,000	110,980
180×32	180,000	32,000	116,800
180×34	180,000	34,000	122,420
180×35	180,000	35,000	125,160
180×36	180,000	36,000	127,850
180×38	180,000	38,000	133,070
180×40	180,000	40,000	138,100
180×42	180,000	42,000	142,940
180×45	180,000	45,000	149,820
194×5	194,000	5,000	23,310
194×5,5	194,000	5,500	25,570
194×6	194,000	6,000	27,820

В. 5-кесте – ГОСТ 8732-78 бойынша тігіссіз ыстық деформацияланған болат құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

	D	s	P
	ММ	ММ	КГ/М
194×6,5	194,000	6,500	30,060
194×7	194,000	7,000	32,280
194×7,5	194,000	7,500	34,500
194×8	194,000	8,000	36,700
194×8,5	194,000	8,500	38,890
194×9	194,000	9,000	41,060
194×9,5	194,000	9,500	43,230
194×10	194,000	10,000	45,380
194×11	194,000	11,000	49,640
194×12	194,000	12,000	53,860
194×13	194,000	13,000	58,030
194×14	194,000	14,000	62,150
194×15	194,000	15,000	66,220
194×16	194,000	16,000	70,240
194×17	194,000	17,000	74,210
194×18	194,000	18,000	78,130
194×19	194,000	19,000	82,000
194×20	194,000	20,000	85,820
194×22	194,000	22,000	93,320
194×24	194,000	24,000	100,620
194×25	194,000	25,000	104,200
194×26	194,000	26,000	107,720
194×28	194,000	28,000	114,630
194×30	194,000	30,000	121,340
194×32	194,000	32,000	127,850
194×34	194,000	34,000	134,160
194×35	194,000	35,000	137,240
194×36	194,000	36,000	140,280
194×38	194,000	38,000	146,190
194×40	194,000	40,000	151,920
194×42	194,000	42,000	157,440
194×45	194,000	45,000	165,360
203×6	203,000	6,000	29,150
203×6,5	203,000	6,500	31,500
203×7	203,000	7,000	33,840
203×7,5	203,000	7,500	36,160
203×8	203,000	8,000	38,470
203×8,5	203,000	8,500	40,770
203×9	203,000	9,000	43,060
203×9,5	203,000	9,500	45,330
203×10	203,000	10,000	47,600
203×11	203,000	11,000	52,090

В. 5-кесте – ГОСТ 8732-78 бойынша тігіссіз ыстық деформацияланған болат құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
203×12	203,000	12,000	56,520
203×13	203,000	13,000	60,910
203×14	203,000	14,000	65,250
203×15	203,000	15,000	69,550
203×16	203,000	16,000	73,790
203×17	203,000	17,000	77,980
203×18	203,000	18,000	82,120
203×19	203,000	19,000	86,220
203×20	203,000	20,000	90,260
203×22	203,000	22,000	98,200
203×24	203,000	24,000	105,950
203×25	203,000	25,000	109,740
203×26	203,000	26,000	113,490
203×28	203,000	28,000	120,840
203×30	203,000	30,000	127,990
203×32	203,000	32,000	134,950
203×34	203,000	34,000	141,710
203×35	203,000	35,000	145,010
203×36	203,000	36,000	148,270
203×38	203,000	38,000	154,630
203×40	203,000	40,000	160,790
203×42	203,000	42,000	166,760
203×45	203,000	45,000	175,340
203×48	203,000	48,000	183,480
203×50	203,000	50,000	188,660
219×6	219,000	6,000	31,520
219×6,5	219,000	6,500	34,060
219×7	219,000	7,000	36,600
219×7,5	219,000	7,500	39,120
219×8	219,000	8,000	41,630
219×8,5	219,000	8,500	44,130
219×9	219,000	9,000	46,610
219×9,5	219,000	9,500	49,080
219×10	219,000	10,000	51,540
219×11	219,000	11,000	56,430
219×12	219,000	12,000	61,260
219×13	219,000	13,000	66,040
219×14	219,000	14,000	70,780
219×15	219,000	15,000	75,460
219×16	219,000	16,000	80,100
219×17	219,000	17,000	84,690
219×18	219,000	18,000	89,230

В. 5-кесте – ГОСТ 8732-78 бойынша тігіссіз ыстық деформацияланған болат құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

	D	s	P
	ММ	ММ	КГ/М
219×19	219,000	19,000	93,710
219×20	219,000	20,000	98,150
219×22	219,000	22,000	106,880
219×24	219,000	24,000	115,420
219×25	219,000	25,000	119,610
219×26	219,000	26,000	123,750
219×28	219,000	28,000	131,890
219×30	219,000	30,000	139,830
219×32	219,000	32,000	147,570
219×34	219,000	34,000	155,120
219×35	219,000	35,000	158,820
219×36	219,000	36,000	162,470
219×38	219,000	38,000	169,620
219×40	219,000	40,000	176,580
219×42	219,000	42,000	183,330
219×45	219,000	45,000	193,100
219×48	219,000	48,000	202,420
219×50	219,000	50,000	208,390
245×6,5	245,000	6,500	38,230
245×7	245,000	7,000	41,090
245×7,5	245,000	7,500	43,930
245×8	245,000	8,000	46,760
245×8,5	245,000	8,500	49,580
245×9	245,000	9,000	52,380
245×9,5	245,000	9,500	55,170
245×10	245,000	10,000	57,950
245×11	245,000	11,000	63,480
245×12	245,000	12,000	68,950
245×13	245,000	13,000	74,380
245×14	245,000	14,000	79,760
245×15	245,000	15,000	85,080
245×16	245,000	16,000	90,360
245×17	245,000	17,000	95,590
245×18	245,000	18,000	100,770
245×19	245,000	19,000	105,900
245×20	245,000	20,000	110,980
245×22	245,000	22,000	120,990
245×24	245,000	24,000	130,800
245×25	245,000	25,000	135,640
245×26	245,000	26,000	140,420
245×28	245,000	28,000	149,840
245×30	245,000	30,000	159,070

В. 5-кесте – ГОСТ 8732-78 бойынша тігіссіз ыстық деформацияланған болат құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
245×32	245,000	32,000	168,090
245×34	245,000	34,000	176,920
245×35	245,000	35,000	181,260
245×36	245,000	36,000	185,550
245×38	245,000	38,000	193,990
245×40	245,000	40,000	202,220
245×42	245,000	42,000	210,260
245×45	245,000	45,000	221,950
245×48	245,000	48,000	233,200
245×50	245,000	50,000	240,450
273×6,5	273,000	6,500	42,720
273×7	273,000	7,000	45,920
273×7,5	273,000	7,500	49,110
273×8	273,000	8,000	52,280
273×8,5	273,000	8,500	55,450
273×9	273,000	9,000	58,600
273×9,5	273,000	9,500	61,730
273×10	273,000	10,000	64,860
273×11	273,000	11,000	71,070
273×12	273,000	12,000	77,240
273×13	273,000	13,000	83,360
273×14	273,000	14,000	89,420
273×15	273,000	15,000	95,440
273×16	273,000	16,000	101,410
273×17	273,000	17,000	107,330
273×18	273,000	18,000	113,200
273×19	273,000	19,000	119,020
273×20	273,000	20,000	124,790
273×22	273,000	22,000	136,180
273×24	273,000	24,000	147,380
273×25	273,000	25,000	152,900
273×26	273,000	26,000	158,380
273×28	273,000	28,000	169,180
273×30	273,000	30,000	179,780
273×32	273,000	32,000	190,190
273×34	273,000	34,000	200,400
273×35	273,000	35,000	205,430
273×36	273,000	36,000	210,410
273×38	273,000	38,000	220,230
273×40	273,000	40,000	229,850
273×42	273,000	42,000	239,270
273×45	273,000	45,000	253,030

В. 5-кесте – ГОСТ 8732-78 бойынша тігіссіз ыстық деформацияланған болат құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

	D	s	P
	MM	MM	кг/м
273×48	273,000	48,000	266,340
273×50	273,000	50,000	274,980
299×7,5	299,000	7,500	53,920
299×8	299,000	8,000	57,410
299×8,5	299,000	8,500	60,900
299×9	299,000	9,000	64,370
299×9,5	299,000	9,500	67,830
299×10	299,000	10,000	71,270
299×11	299,000	11,000	78,130
299×12	299,000	12,000	84,930
299×13	299,000	13,000	91,690
299×14	299,000	14,000	98,400
299×15	299,000	15,000	105,060
299×16	299,000	16,000	111,670
299×17	299,000	17,000	118,230
299×18	299,000	18,000	124,740
299×19	299,000	19,000	131,200
299×20	299,000	20,000	137,610
299×22	299,000	22,000	150,290
299×24	299,000	24,000	162,770
299×25	299,000	25,000	168,930
299×26	299,000	26,000	175,050
299×28	299,000	28,000	187,130
299×30	299,000	30,000	199,020
299×32	299,000	32,000	210,710
299×34	299,000	34,000	222,200
299×35	299,000	35,000	227,870
299×36	299,000	36,000	233,500
299×38	299,000	38,000	244,590
299×40	299,000	40,000	255,490
299×42	299,000	42,000	266,200
299×45	299,000	45,000	281,880
299×48	299,000	48,000	297,120
299×50	299,000	50,000	307,040
299×56	299,000	56,000	335,590
299×60	299,000	60,000	353,650
299×63	299,000	63,000	366,670
299×65	299,000	65,000	375,100
299×70	299,000	70,000	395,320
299×75	299,000	75,000	414,310
325×7,5	325,000	7,500	58,730
325×8	325,000	8,000	62,540

В. 5-кесте – ГОСТ 8732-78 бойынша тігіссіз ыстық деформацияланған болат құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

	D	s	P
	ММ	ММ	КГ/М
325×8,5	325,000	8,500	66,350
325×9	325,000	9,000	70,140
325×9,5	325,000	9,500	73,920
325×10	325,000	10,000	77,680
325×11	325,000	11,000	85,180
325×12	325,000	12,000	92,630
325×13	325,000	13,000	100,030
325×14	325,000	14,000	107,380
325×15	325,000	15,000	114,680
325×16	325,000	16,000	121,930
325×17	325,000	17,000	129,130
325×18	325,000	18,000	136,280
325×19	325,000	19,000	143,380
325×20	325,000	20,000	150,440
325×22	325,000	22,000	164,390
325×24	325,000	24,000	178,160
325×25	325,000	25,000	184,960
325×26	325,000	26,000	191,720
325×28	325,000	28,000	205,090
325×30	325,000	30,000	218,250
325×32	325,000	32,000	231,230
325×34	325,000	34,000	244,000
325×35	325,000	35,000	250,310
325×36	325,000	36,000	256,580
325×38	325,000	38,000	268,960
325×40	325,000	40,000	281,140
325×42	325,000	42,000	293,130
325×45	325,000	45,000	310,740
325×48	325,000	48,000	327,900
325×50	325,000	50,000	339,100
325×56	325,000	56,000	371,500
325×60	325,000	60,000	392,120
325×63	325,000	63,000	407,060
325×65	325,000	65,000	416,780
325×70	325,000	70,000	440,210
325×75	325,000	75,000	462,400
351×8	351,000	8,000	67,670
351×8,5	351,000	8,500	71,800
351×9	351,000	9,000	75,910
351×9,5	351,000	9,500	80,010
351×10	351,000	10,000	84,100
351×11	351,000	11,000	92,230

В. 5-кесте – ГОСТ 8732-78 бойынша тігіссіз ыстық деформацияланған болат құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

	D	s	P
	MM	MM	кг/м
351×12	351,000	12,000	100,320
351×13	351,000	13,000	108,360
351×14	351,000	14,000	116,350
351×15	351,000	15,000	124,290
351×16	351,000	16,000	132,190
351×17	351,000	17,000	140,030
351×18	351,000	18,000	147,820
351×19	351,000	19,000	155,570
351×20	351,000	20,000	163,260
351×22	351,000	22,000	178,500
351×24	351,000	24,000	193,540
351×25	351,000	25,000	200,990
351×26	351,000	26,000	208,390
351×28	351,000	28,000	223,040
351×30	351,000	30,000	237,490
351×32	351,000	32,000	251,740
351×34	351,000	34,000	265,800
351×35	351,000	35,000	272,760
351×36	351,000	36,000	279,660
351×38	351,000	38,000	293,320
351×40	351,000	40,000	306,790
351×42	351,000	42,000	320,060
351×45	351,000	45,000	339,590
351×48	351,000	48,000	358,680
351×50	351,000	50,000	371,160
351×56	351,000	56,000	407,410
351×60	351,000	60,000	430,590
351×63	351,000	63,000	447,460
351×65	351,000	65,000	458,460
351×70	351,000	70,000	485,090
351×75	351,000	75,000	510,490
377×9	377,000	9,000	81,680
377×9,5	377,000	9,500	86,100
377×10	377,000	10,000	90,510
377×11	377,000	11,000	99,290
377×12	377,000	12,000	108,020
377×13	377,000	13,000	116,700
377×14	377,000	14,000	125,330
377×15	377,000	15,000	133,910
377×16	377,000	16,000	142,450
377×17	377,000	17,000	150,930
377×18	377,000	18,000	159,360

**В. 5-кесте – ГОСТ 8732-78 бойынша тігіссіз ыстық деформацияланған болат
құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)**

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
377×19	377,000	19,000	167,750
377×20	377,000	20,000	176,080
377×22	377,000	22,000	192,610
377×24	377,000	24,000	208,930
377×25	377,000	25,000	217,020
377×26	377,000	26,000	225,060
377×28	377,000	28,000	240,990
377×30	377,000	30,000	256,730
377×32	377,000	32,000	272,260
377×34	377,000	34,000	287,600
377×35	377,000	35,000	295,200
377×36	377,000	36,000	302,740
377×38	377,000	38,000	317,690
377×40	377,000	40,000	332,440
377×42	377,000	42,000	346,990
377×45	377,000	45,000	368,440
377×48	377,000	48,000	389,450
377×50	377,000	50,000	403,220
377×56	377,000	56,000	442,320
377×60	377,000	60,000	469,060
377×63	377,000	63,000	487,850
377×65	377,000	65,000	500,140
377×70	377,000	70,000	529,980
377×75	377,000	75,000	558,580
402×9	402,000	9,000	87,230
402×9,5	402,000	9,500	91,960
402×10	402,000	10,000	96,670
402×11	402,000	11,000	106,070
402×12	402,000	12,000	115,420
402×13	402,000	13,000	124,710
402×14	402,000	14,000	133,960
402×15	402,000	15,000	143,160
402×16	402,000	16,000	152,310
402×17	402,000	17,000	161,410
402×18	402,000	18,000	170,460
402×19	402,000	19,000	179,460
402×20	402,000	20,000	188,410
402×22	402,000	22,000	206,170
402×24	402,000	24,000	223,730
402×25	402,000	25,000	232,430
402×26	402,000	26,000	241,090
402×28	402,000	28,000	258,260

**В. 5-кесте – ГОСТ 8732-78 бойынша тігіссіз ыстық деформацияланған болат
құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)**

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
402×30	402,000	30,000	275,220
402×32	402,000	32,000	291,990
402×34	402,000	34,000	308,560
402×35	402,000	35,000	316,780
402×36	402,000	36,000	324,940
402×38	402,000	38,000	341,120
402×40	402,000	40,000	357,100
402×42	402,000	42,000	372,880
402×45	402,000	45,000	396,190
402×48	402,000	48,000	419,050
402×50	402,000	50,000	434,040
402×56	402,000	56,000	477,840
402×60	402,000	60,000	506,050
402×63	402,000	63,000	526,700
402×65	402,000	65,000	540,210
402×70	402,000	70,000	573,130
402×75	402,000	75,000	604,820
426×9	426,000	9,000	92,560
426×9,5	426,000	9,500	97,580
426×10	426,000	10,000	102,590
426×11	426,000	11,000	112,580
426×12	426,000	12,000	122,520
426×13	426,000	13,000	132,410
426×14	426,000	14,000	142,250
426×15	426,000	15,000	152,040
426×16	426,000	16,000	161,780
426×17	426,000	17,000	171,470
426×18	426,000	18,000	181,110
426×19	426,000	19,000	190,710
426×20	426,000	20,000	200,250
426×22	426,000	22,000	219,190
426×24	426,000	24,000	237,930
426×25	426,000	25,000	247,230
426×26	426,000	26,000	256,480
426×28	426,000	28,000	274,830
426×30	426,000	30,000	292,980
426×32	426,000	32,000	310,930
426×34	426,000	34,000	328,690
426×35	426,000	35,000	337,490
426×36	426,000	36,000	346,250
426×38	426,000	38,000	363,610
426×40	426,000	40,000	380,770

**В. 5-кесте – ГОСТ 8732-78 бойынша тігіссіз ыстық деформацияланған болат
құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)**

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
426×42	426,000	42,000	397,740
426×45	426,000	45,000	422,820
426×48	426,000	48,000	447,460
426×50	426,000	50,000	463,640
426×56	426,000	56,000	510,990
426×60	426,000	60,000	541,570
426×63	426,000	63,000	563,960
426×65	426,000	65,000	578,680
426×70	426,000	70,000	614,560
426×75	426,000	75,000	649,210
450×9	450,000	9,000	97,880
450×9,5	450,000	9,500	103,200
450×10	450,000	10,000	108,510
450×11	450,000	11,000	119,090
450×12	450,000	12,000	129,620
450×13	450,000	13,000	140,100
450×14	450,000	14,000	150,530
450×15	450,000	15,000	160,920
450×16	450,000	16,000	171,250
450×17	450,000	17,000	181,530
450×18	450,000	18,000	191,770
450×19	450,000	19,000	201,950
450×20	450,000	20,000	212,090
450×22	450,000	22,000	232,210
450×24	450,000	24,000	252,140
450×25	450,000	25,000	262,030
450×26	450,000	26,000	271,870
450×28	450,000	28,000	291,400
450×30	450,000	30,000	310,740
450×32	450,000	32,000	329,870
450×34	450,000	34,000	348,810
450×35	450,000	35,000	358,210
450×36	450,000	36,000	367,560
450×38	450,000	38,000	386,100
450×40	450,000	40,000	404,450
450×42	450,000	42,000	422,600
450×45	450,000	45,000	449,460
450×48	450,000	48,000	475,870
450×50	450,000	50,000	493,230
450×56	450,000	56,000	544,130
450×60	450,000	60,000	577,080
450×63	450,000	63,000	601,270

**В. 5-кесте – ГОСТ 8732-78 бойынша тігіссіз ыстық деформацияланған болат
құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)**

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
450×65	450,000	65,000	617,150
450×70	450,000	70,000	656,000
450×75	450,000	75,000	693,600
465×9	465,000	9,000	101,210
465×9,5	465,000	9,500	106,720
465×10	465,000	10,000	112,720
465×11	465,000	11,000	123,160
465×12	465,000	12,000	134,060
465×13	465,000	13,000	144,910
465×14	465,000	14,000	155,710
465×15	465,000	15,000	166,460
465×20	465,000	20,000	219,490
465×22	465,000	22,000	240,350
465×24	465,000	24,000	261,020
465×25	465,000	25,000	271,280
465×26	465,000	26,000	281,490
465×28	465,000	28,000	301,760
465×30	465,000	30,000	321,830
465×32	465,000	32,000	341,710
465×34	465,000	34,000	361,390
465×35	465,000	35,000	371,160
465×36	465,000	36,000	380,870
465×38	465,000	38,000	400,160
465×40	465,000	40,000	419,250
465×42	465,000	42,000	438,140
465×45	465,000	45,000	466,100
465×48	465,000	48,000	493,620
465×50	465,000	50,000	511,730
465×56	465,000	56,000	564,850
465×60	465,000	60,000	599,270
465×63	465,000	63,000	624,580
465×65	465,000	65,000	641,200
465×70	465,000	70,000	681,890
465×75	465,000	75,000	721,350
480×9	480,000	9,000	104,540
480×9,5	480,000	9,500	110,230
480×10	480,000	10,000	115,910
480×11	480,000	11,000	127,230
480×12	480,000	12,000	138,500
480×13	480,000	13,000	149,720
480×14	480,000	14,000	160,890
480×15	480,000	15,000	172,010

**В. 5-кесте – ГОСТ 8732-78 бойынша тігіссіз ыстық деформацияланған болат
құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)**

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
480×25	480,000	25,000	280,520
480×26	480,000	26,000	291,100
480×28	480,000	28,000	312,120
480×30	480,000	30,000	332,930
480×32	480,000	32,000	353,550
480×34	480,000	34,000	373,970
480×35	480,000	35,000	384,100
480×36	480,000	36,000	394,190
480×38	480,000	38,000	414,210
480×40	480,000	40,000	436,040
480×42	480,000	42,000	453,670
480×45	480,000	45,000	482,750
480×48	480,000	48,000	511,380
480×50	480,000	50,000	530,220
480×56	480,000	56,000	585,560
480×60	480,000	60,000	621,470
480×63	480,000	63,000	647,880
480×65	480,000	65,000	665,250
480×70	480,000	70,000	707,780
480×75	480,000	75,000	749,090
500×9	500,000	9,000	108,980
500×9,5	500,000	9,500	114,920
500×10	500,000	10,000	120,840
500×11	500,000	11,000	132,650
500×12	500,000	12,000	144,420
500×13	500,000	13,000	156,130
500×14	500,000	14,000	167,800
500×15	500,000	15,000	179,410
500×25	500,000	25,000	292,860
500×26	500,000	26,000	303,930
500×28	500,000	28,000	325,930
500×30	500,000	30,000	347,730
500×32	500,000	32,000	369,330
500×34	500,000	34,000	390,740
500×35	500,000	35,000	401,370
500×36	500,000	36,000	411,950
500×38	500,000	38,000	432,960
500×40	500,000	40,000	453,770
500×42	500,000	42,000	474,390
500×45	500,000	45,000	504,950
500×48	500,000	48,000	535,060
500×50	500,000	50,000	554,880

**В.5-кесте – ГОСТ 8732-78 бойынша тігіссіз ыстық деформацияланған болат
кұбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)**

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
500×56	500,000	56,000	613,180
500×60	500,000	60,000	651,060
500×63	500,000	63,000	678,960
500×65	500,000	65,000	697,300
500×70	500,000	70,000	742,310
500×75	500,000	75,000	786,090
530×9	530,000	9,000	115,640
530×9,5	530,000	9,500	121,950
530×10	530,000	10,000	128,240
530×11	530,000	11,000	140,790
530×12	530,000	12,000	153,300
530×13	530,000	13,000	165,750
530×14	530,000	14,000	178,160
530×15	530,000	15,000	190,510
530×25	530,000	25,000	311,350
530×26	530,000	26,000	323,160
530×28	530,000	28,000	346,640
530×30	530,000	30,000	369,920
530×32	530,000	32,000	393,000
530×34	530,000	34,000	415,890
530×35	530,000	35,000	427,260
530×36	530,000	36,000	438,580
530×38	530,000	38,000	461,070
530×40	530,000	40,000	483,370
530×42	530,000	42,000	505,460
530×45	530,000	45,000	538,280
530×48	530,000	48,000	570,570
530×50	530,000	50,000	591,880
530×56	530,000	56,000	654,610
530×60	530,000	60,000	695,450
530×63	530,000	63,000	725,570
530×65	530,000	65,000	745,390
530×70	530,000	70,000	794,100
530×75	530,000	75,000	841,570
550×9	550,000	9,000	120,080
550×9,5	550,000	9,500	126,630
550×10	550,000	10,000	133,170
550×11	550,000	11,000	146,220
550×12	550,000	12,000	159,220
550×13	550,000	13,000	172,160
550×14	550,000	14,000	185,060
550×15	550,000	15,000	197,910

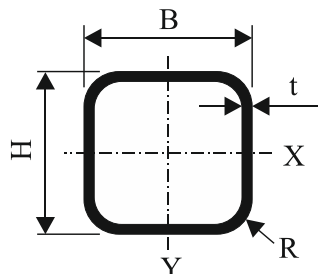
**В.5-кесте – ГОСТ 8732-78 бойынша тігіссіз ыстық деформацияланған болат
құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)**

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
550×25	550,000	25,000	323,680
550×26	550,000	26,000	335,990
550×28	550,000	28,000	360,450
550×30	550,000	30,000	384,720
550×32	550,000	32,000	408,790
550×34	550,000	34,000	432,660
550×35	550,000	35,000	444,520
550×36	550,000	36,000	456,340
550×38	550,000	38,000	479,810
550×40	550,000	40,000	503,090
550×42	550,000	42,000	526,180
550×45	550,000	45,000	560,430
550×48	550,000	48,000	594,240
550×50	550,000	50,000	616,540
550×56	550,000	56,000	682,240
550×60	550,000	60,000	725,050
550×63	550,000	63,000	756,640
550×65	550,000	65,000	772,450
550×70	550,000	70,000	828,630
550×75	550,000	75,000	878,570

Г қосымшасы
(ақпараттық)

Еуропалық болат құбырларының каталогы [14]

Г.1 HS S355J2H және S235JRH шаршы пішінді қималы конструкциялық құбырлары



M = салмағы;

A = көлденең қимасының ауданы;

A_u = сыртқы бетінің ауданы;

I = инерция моменті;

W = қиманың кедергі моменті;

W_p = қима кедергісінің осьтік моменті;

i = айналу радиусы;

I_v = ширату модулі;

W_v = ширату барысында кедергінің осьтік моменті;

Теориялық тығыздығы = 7,85 кг/дм³;

Қиманың көлденең қимасының қасиеттері H , B және T номиналды мөлшерінің көмегімен және R айнарудың сыртқы радиусі негізінде есептелген:

$R = 2,0 \times T$, егер $T \leq 6,0$ мм;

$R = 2,5 \times T$, егер $6,0 \text{ мм} < T \leq 10,0$ мм;

$R = 3,0 \times T$, егер $T > 10,0$ мм.

Г. 1-кесте – Шаршы пішінді қималы құбырдың негізгі сипаттамалары

$H \times B$ мм	T мм	M кг/м	A $\text{мм}^2 \times 10^2$	A_u $\text{м}^2/\text{м}$	$I = I$ $\text{мм}^4 \times 10^4$	$W = W$ $\text{мм}^3 \times 10^3$	$W = W$ $\text{мм}^3 \times 10^3$	$i = i$ $\text{мм} \times 10$	I $\text{мм}^4 \times 10^4$	W $\text{мм}^3 \times 10^3$
25 × 25	2,5	1,64	2,09	0,091	1,69	1,35	1,71	0,9	2,97	2,07
25 × 25	3	1,89	2,41	0,09	1,84	1,47	1,91	0,87	3,33	2,27
30 × 30	2	1,68	2,14	0,113	2,72	1,81	2,21	1,13	4,54	2,75
30 × 30	2,5	2,03	2,59	0,111	3,16	2,1	2,61	1,1	5,4	3,2
30 × 30	3	2,36	3,01	0,11	3,5	2,34	2,96	1,08	6,15	3,58
40 × 40	2	2,31	2,94	0,153	6,94	3,47	4,13	1,54	11,28	5,23
40 × 40	2,5	2,82	3,59	0,151	8,22	4,11	4,97	1,51	13,61	6,21
40 × 40	3	3,3	4,21	0,15	9,32	4,66	5,72	1,49	15,75	7,07
40 × 40	4	4,2	5,35	0,146	11,07	5,54	7,01	1,44	19,44	8,48

Г.1-кесте – Шаршы пішінді қималы құбырдың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

$H \times B$ мм	T мм	M кг/м	A $\text{мм}^2 \times 102$	Au $\text{м}^2/\text{м}$	$I = I$ $\text{мм}^4 \times 10^4$	$W = W$ $\text{мм}^3 \times 10^3$	$W = W$ $\text{мм}^3 \times 10^3$	$i = i$ мм × 10	I $\text{мм}^4 \times 10^4$	W $\text{мм}^3 \times 10^3$
50 × 50	2	2,93	3,74	0,193	14,15	5,66	6,66	1,95	22,63	8,51
50 × 50	2,5	3,6	4,59	0,191	16,94	6,78	8,07	1,92	27,53	10,22
50 × 50	3	4,25	5,41	0,19	19,47	7,79	9,39	1,9	32,13	11,76
50 × 50	4	5,45	6,95	0,186	23,74	9,49	11,73	1,85	40,42	14,43
50 × 50	5	6,56	8,36	0,183	27,04	10,82	13,7	1,8	47,46	16,56
60 × 60	2	3,56	4,54	0,233	25,14	8,38	9,79	2,35	39,79	12,59
60 × 60	2,5	4,39	5,59	0,231	30,34	10,11	11,93	2,33	48,66	15,22
60 × 60	3	5,19	6,61	0,23	35,13	11,71	13,95	2,31	57,09	17,65
60 × 60	4	6,71	8,55	0,226	43,55	14,52	17,64	2,26	72,64	21,97
60 × 60	5	8,13	10,36	0,223	50,49	16,83	20,88	2,21	86,42	25,61
70 × 70	2,5	5,17	6,59	0,271	49,41	14,12	16,54	2,74	78,49	21,22
70 × 70	3	6,13	7,81	0,27	57,53	16,44	19,42	2,71	92,42	24,74
70 × 70	4	7,97	10,15	0,266	72,12	20,61	24,76	2,67	118,52	31,11
70 × 70	5	9,7	12,36	0,263	84,63	24,18	29,56	2,62	142,21	36,65
80 × 80	2,5	5,96	7,59	0,311	75,15	18,79	21,9	3,15	118,52	28,22
80 × 80	3	7,07	9,01	0,31	87,84	21,96	25,78	3,12	139,93	33,02
80 × 80	4	9,22	11,75	0,306	111,04	27,76	33,07	3,07	180,44	41,84
80 × 80	5	11,3	14,36	0,303	131,44	32,86	39,74	3,03	217,83	49,68
80 × 80	6	13,2	16,83	0,299	149,18	37,29	45,79	2,98	252,07	56,59
90 × 90	2,5	6,74	8,59	0,351	108,55	24,12	28	3,56	170,26	36,23
90 × 90	3	8,01	10,21	0,35	127,28	28,29	33,04	3,53	201,42	42,51
90 × 90	4	10,5	13,35	0,346	161,92	35,98	42,58	3,48	260,8	54,17
90 × 90	5	12,8	16,36	0,343	192,93	42,87	51,41	3,43	316,26	64,7
90 × 90	6	15,1	19,23	0,339	220,48	49	59,54	3,39	367,76	74,16
100 × 100	2,5	7,53	9,59	0,391	150,63	30,13	34,86	3,96	235,21	45,23
100 × 100	3	8,96	11,41	0,39	177,05	35,41	41,21	3,94	278,68	53,19
100 × 100	4	11,7	14,95	0,386	226,35	45,27	53,3	3,89	362,01	68,1
100 × 100	5	14,4	18,36	0,383	271,1	54,22	64,59	3,84	440,52	81,72
100 × 100	6	17	21,63	0,379	311,47	62,29	75,1	3,79	514,16	94,12
100 × 100	7,1	19,4	24,65	0,37	340,13	68,03	83,59	3,71	589,17	105,56
100 × 100	8	21,4	27,24	0,366	365,94	73,19	91,05	3,67	644,51	114,23
100 × 100	10	25,6	32,57	0,357	411,08	82,22	105,25	3,55	749,84	130,1
110 × 110	2,5	8,31	10,59	0,431	202,38	36,8	42,47	4,37	314,86	55,23
110 × 110	3	9,9	12,61	0,43	238,34	43,33	50,27	4,35	373,51	65,07
110 × 110	4	13	16,55	0,426	305,94	55,62	65,21	4,3	486,47	83,63
110 × 110	5	16	20,36	0,423	367,95	66,9	79,27	4,25	593,6	100,74
110 × 110	6	18,9	24,03	0,419	424,57	77,19	92,46	4,2	694,85	116,47
120 × 120	3	10,8	13,81	0,47	312,35	52,06	60,24	4,76	487,72	78,15
120 × 120	4	14,3	18,15	0,466	402,28	67,05	78,33	4,71	636,57	100,75

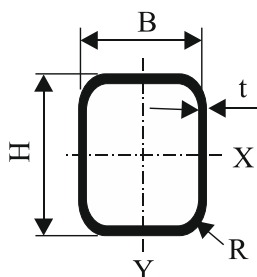
Г.1-кесте – Шаршы пішінді қималы құбырдың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

Н × В мм	Т мм	М кг/м	А мм ² × 10 ²	А _с м ² /м	I = I _с мм ⁴ × 10 ⁴	W = W _с мм ³ × 10 ³	W = W _с мм ³ × 10 ³	i = i _с мм × 10	I _с мм ⁴ × 10 ⁴	W _с мм ³ × 10 ³
120 × 120	5	17,6	22,36	0,463	485,47	80,91	95,45	4,66	778,5	121,75
120 × 120	5,6	19,5	24,82	0,461	532,25	88,71	105,26	4,63	860,31	133,61
120 × 120	6	20,8	26,43	0,459	562,16	93,69	111,61	4,61	913,46	141,22
120 × 120	7,1	23,8	30,33	0,449	623,3	103,88	125,65	4,53	1056,01	160,08
120 × 120	8	26,4	33,64	0,446	676,88	112,81	137,81	4,49	1162,95	174,58
120 × 120	8,8	28,6	36,48	0,442	719,88	119,98	147,89	4,44	1252,41	186,45
120 × 120	10	31,8	40,57	0,437	776,81	129,47	161,82	4,38	1376,41	202,52
140 × 140	4	16,8	21,35	0,546	651,62	93,09	108,15	5,52	1023,32	139,8
140 × 140	5	20,7	26,36	0,543	790,56	112,94	132,3	5,48	1255,76	169,78
140 × 140	5,6	23	29,3	0,541	869,55	124,22	146,25	5,45	1390,71	186,87
140 × 140	6	24,5	31,23	0,539	920,43	131,49	155,33	5,43	1478,77	197,9
140 × 140	7,1	28,3	36,01	0,529	1031,4	147,34	176,27	5,35	1718,74	225,95
140 × 140	8	31,4	40,04	0,526	1126,77	160,97	194,18	5,3	1900,84	247,69
140 × 140	8,8	34,2	43,52	0,522	1205,03	172,15	209,23	5,26	2055,4	265,79
140 × 140	10	38,1	48,57	0,517	1311,67	187,38	230,38	5,2	2273,9	290,85
150 × 150	4	18	22,95	0,586	807,82	107,71	124,87	5,93	1264,76	161,73
150 × 150	5	22,3	28,36	0,583	982,12	130,95	152,98	5,89	1554,13	196,79
150 × 150	6	26,4	33,63	0,579	1145,91	152,79	179,88	5,84	1832,69	229,84
150 × 150	7,1	30,5	38,85	0,569	1289,35	171,91	204,78	5,76	2134,21	263,13
150 × 150	8	34	43,24	0,566	1411,83	188,24	225,96	5,71	2364,08	289,03
150 × 150	8,8	36,9	47,04	0,562	1513,12	201,75	243,86	5,67	2560,17	310,72
150 × 150	10	41,3	52,57	0,557	1652,53	220,34	269,17	5,61	2839,24	340,98
150 × 150	12,5	48,7	62,04	0,536	1817,44	242,33	305,58	5,41	3320,84	389,3
160 × 160	4	19,3	24,55	0,626	987,17	123,4	142,78	6,34	1541,45	185,25
160 × 160	5	23,8	30,36	0,623	1202,36	150,29	175,16	6,29	1896,32	225,79
160 × 160	6	28,3	36,03	0,619	1405,48	175,69	206,24	6,25	2238,9	264,18
160 × 160	7,1	32,7	41,69	0,609	1587,01	198,38	235,41	6,17	2611,42	303,15
160 × 160	8	36,5	46,44	0,606	1741,23	217,65	260,14	6,12	2896,58	333,56
160 × 160	8,8	39,7	50,56	0,602	1869,59	233,7	281,12	6,08	3140,82	359,16
160 × 160	10	44,4	56,57	0,597	2047,67	255,96	310,95	6,02	3490,29	395,1
160 × 160	12	50,9	64,86	0,578	2224,36	278,05	346,05	5,86	3996,72	443,13
160 × 160	12,5	52,6	67,04	0,576	2275,04	284,38	355,66	5,83	4113,99	454,58
180 × 180	5	27	34,36	0,703	1736,87	192,99	224,02	7,11	2724,16	289,81
180 × 180	6	32,1	40,83	0,699	2036,52	226,28	264,35	7,06	3222,65	340,05
180 × 180	7,1	37,2	47,37	0,689	2312,84	256,98	303,07	6,99	3768,11	391,7
180 × 180	8	41,5	52,84	0,686	2545,86	282,87	335,7	6,94	4188,56	432,21
180 × 180	8,8	45,2	57,6	0,682	2741,73	304,64	363,58	6,9	4550,9	466,57
180 × 180	10	50,7	64,57	0,677	3016,8	335,2	403,51	6,84	5073,57	515,31
180 × 180	12,5	60,5	77,04	0,656	3406,43	378,49	467,08	6,65	6049,85	600,06

Г.1-кесте – Шаршы пішінді қималы құбырдың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

$H \times B$ мм	T мм	M кг/м	A $\text{мм}^2 \times 102$	Au $\text{м}^2/\text{м}$	$I = I$ $\text{мм}^4 \times 10^4$	$W = W$ $\text{мм}^3 \times 10^3$	$W = W$ $\text{мм}^3 \times 10^3$	$i = i$ мм × 10	I $\text{мм}^4 \times 10^4$	W $\text{мм}^3 \times 10^3$
200 × 200	5	30,1	38,36	0,783	2410,09	241,01	278,87	7,93	3763,3	361,82
200 × 200	6	35,8	45,63	0,779	2832,75	283,27	329,67	7,88	4458,81	425,51
200 × 200	7,1	41,6	53,05	0,769	3231,6	323,16	379,25	7,81	5222,9	491,61
200 × 200	8	46,5	59,24	0,766	3566,25	356,63	420,86	7,76	5815,18	543,64
200 × 200	8,8	50,8	64,64	0,762	3849,59	384,96	456,59	7,72	6327,89	588,05
200 × 200	10	57	72,57	0,757	4251,06	425,11	508,08	7,65	7071,73	651,48
200 × 200	12,5	68,3	87,04	0,736	4859,42	485,94	593,5	7,47	8501,74	765,47
220 × 220	6	39,6	50,43	0,859	3813,36	346,67	402,18	8,7	5976,18	520,57
220 × 220	7,1	46,1	58,73	0,849	4366,03	396,91	463,95	8,62	7009,86	602,86
220 × 220	8	51,5	65,64	0,846	4828,01	438,91	515,62	8,58	7814,84	667,86
220 × 220	8,8	56,3	71,68	0,842	5221,35	474,67	560,17	8,53	8514,01	723,58
220 × 220	10	63,2	80,57	0,837	5782,46	525,68	624,65	8,47	9532,77	803,62
220 × 220	12,5	76,2	97,04	0,816	6673,98	606,73	734,92	8,29	11 529,63	950,82
250 × 250	6	45,2	57,63	0,979	5672	453,76	524,45	9,92	8842,52	681,15
250 × 250	7,1	52,8	67,25	0,969	6521,74	521,74	606,97	9,85	10 387,69	791,03
250 × 250	8	59,1	75,24	0,966	7229,2	578,34	675,77	9,8	11 597,77	878,18
250 × 250	8,8	64,6	82,24	0,962	7835,39	626,83	735,33	9,76	12 652,72	953,27
250 × 250	10	72,7	92,57	0,957	8706,67	696,53	822	9,7	14197,22	1061,8
250 × 250	12,5	88	112,04	0,936	10161,31	812,91	975,17	9,52	17 282,65	1266,25
260 × 260	6	47,1	60,03	1,019	6404,54	492,66	568,8	10,33	9969,77	739,48
260 × 260	7,1	55	70,09	1,009	7372,75	567,13	658,9	10,26	11 716,64	859,43
260 × 260	8	61,6	78,44	1,006	8178,02	629,08	733,95	10,21	13 086,86	954,68
260 × 260	8,8	67,3	85,76	1,002	8869,18	682,24	799	10,17	14 282,62	1036,86
260 × 260	10	75,8	96,57	0,997	9864,65	758,82	893,78	10,11	16 035,47	1155,85
260 × 260	11	81,9	104,37	0,983	10 475,62	805,82	956,45	10,02	17 497,85	1246,94
260 × 260	12,5	91,9	117,04	0,976	11 547,88	888,3	1062,76	9,93	19 553,31	1381,37
300 × 300	6	54,7	69,63	1,179	9963,67	664,24	764,23	11,96	15 433,82	996,78
300 × 300	7,1	63,9	81,45	1,169	11 516,13	767,65	887,94	11,89	18 161,09	1161,42
300 × 300	8	71,6	91,24	1,166	12 800,69	853,38	990,67	11,84	20 311,84	1292,67
300 × 300	8,8	78,4	99,84	1,162	13 910,50	927,37	1080,07	11,8	22 194,64	1406,43
300 × 300	10	88,4	112,57	1,157	15 519,37	1034,62	1210,91	11,74	24 965,66	1572,02
300 × 300	12,5	108	137,04	1,136	18 348,13	1223,21	1450,6	11,57	30 600,78	1891,8

Г.2 HS S355J2H және S235JRH тікбұрышты пішінді қималы конструкциялық құбырлары [14]



M = салмағы;

A = көлденең қимасының ауданы;

A_u = сыртқы бет жақтың ауданы;

I = инерция моменті;

W = қиманың кедергі моменті;

i = айналу радиусы;

I_v = ширату модулі;

W_v = ширату барысында кедергінің осьтік моменті;

Теориялық тығыздығы = 7,85 кг/дм³;

Қиманың көлденең қимасының қасиеттері H , B және T номиналды мөлшерінің көмегімен және R айналудың сыртқы радиусі негізінде есептелген:

$R = 2,0 \times T$, егер $T \leq 6,0$ мм;

$R = 2,5 \times T$, егер $6,0 \text{ мм} < T \leq 10,0$ мм;

$R = 3,0 \times T$, егер $T > 10,0$ мм.

Г. 2-кесте – Тікбұрышты пішінді қималы құбырдың негізгі сипаттамалары

$H \times B$ мм	T мм	M кг/м	A мм ² $\times 10^2$	A_u мм ² /м	I_x мм ⁴ $\times 10^4$	W_x мм ³ $\times 10^3$	W_{px} мм ³ $\times 10^3$	i_x мм $\times 10$	I_y мм ⁴ $\times 10^4$	W_y мм ³ $\times 10^3$	W_{py} мм ³ $\times 10^3$	i_y мм $\times 10$	$I_y v$ мм ⁴ $\times 10^4$	W_v мм ³ $\times 10^3$
40×20	2	1,68	2,14	0,113	4,05	2,02	2,61	1,38	1,34	1,34	1,6	0,79	3,45	2,36
40×20	2,5	2,03	2,59	0,111	4,69	2,35	3,09	1,35	1,54	1,54	1,88	0,77	4,06	2,72
40×20	3	2,36	3,01	0,11	5,21	2,6	3,5	1,32	1,68	1,68	2,12	0,75	4,57	3
40×30	2	1,99	2,54	0,133	5,49	2,75	3,37	1,47	3,51	2,34	2,77	1,18	7,07	3,79
40×30	2,5	2,42	3,09	0,131	6,45	3,23	4,03	1,45	4,1	2,74	3,3	1,15	8,47	4,46
40×30	3	2,83	3,61	0,13	7,27	3,63	4,61	1,42	4,6	3,07	3,77	1,13	9,72	5,03
50×30	2	2,31	2,94	0,153	9,54	3,81	4,74	1,8	4,29	2,86	3,33	1,21	9,77	4,84
50×30	2,5	2,82	3,59	0,151	11,3	4,52	5,7	1,77	5,05	3,37	3,98	1,19	11,74	5,72
50×30	3	3,3	4,21	0,15	12,83	5,13	6,57	1,75	5,7	3,8	4,58	1,16	13,53	6,49
50×30	4	4,2	5,35	0,146	15,25	6,1	8,05	1,69	6,69	4,46	5,58	1,12	16,53	7,71
60×40	2	2,93	3,74	0,193	18,41	6,14	7,47	2,22	9,83	4,92	5,65	1,62	20,7	8,12
60×40	2,5	3,6	4,59	0,191	22,07	7,36	9,06	2,19	11,74	5,87	6,84	1,6	25,14	9,72
60×40	3	4,25	5,41	0,19	25,38	8,46	10,53	2,17	13,44	6,72	7,94	1,58	29,28	11,17
60×40	4	5,45	6,95	0,186	30,99	10,33	13,16	2,11	16,28	8,14	9,89	1,53	36,67	13,65

Г. 2-кесте – Тікбұрышты пішінді қималы құбырдың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

Н×Вмм	Т мм	М кг/м	А мм ² × 10 ²	Аи м ² /м	I _x мм ⁴ × 10 ⁴	W _x мм ³ × 10 ³	W _{px} мм ³ × 10 ³	i _x мм × 10	I _y мм ⁴ × 10 ⁴	W _y мм ³ × 10 ³	W _{py} мм ³ × 10 ³	i _y мм × 10	I _{y v} мм ⁴ × 10 ⁴	W _v мм ³ × 10 ³
60×40	5	6,56	8,36	0,183	35,33	11,78	15,38	2,06	18,43	9,21	11,52	1,48	42,85	15,6
70×50	2	3,56	4,54	0,233	31,48	8,99	10,8	2,63	18,76	7,5	8,58	2,03	37,45	12,2
70×50	2,5	4,39	5,59	0,231	38,01	10,86	13,16	2,61	22,59	9,04	10,45	2,01	45,75	14,72
70×50	3	5,19	6,61	0,23	44,05	12,59	15,4	2,58	26,1	10,44	12,21	1,99	53,62	17,06
70×50	4	6,71	8,55	0,226	54,67	15,62	19,48	2,53	32,22	12,89	15,41	1,94	68,07	21,19
70×50	5	8,13	10,36	0,223	63,46	18,13	23,06	2,48	37,2	14,88	18,2	1,9	80,77	24,64
80×40	2	3,56	4,54	0,233	37,36	9,34	11,61	2,87	12,72	6,36	7,17	1,67	30,88	11
80×40	2,5	4,39	5,59	0,231	45,11	11,28	14,15	2,84	15,26	7,63	8,72	1,65	37,58	13,24
80×40	3	5,19	6,61	0,23	52,25	13,06	16,54	2,81	17,56	8,78	10,16	1,63	43,88	15,28
80×40	4	6,71	8,55	0,226	64,79	16,2	20,91	2,75	21,49	10,74	12,77	1,59	55,24	18,84
80×40	5	8,13	10,36	0,223	75,11	18,78	24,74	2,69	24,59	12,3	15,02	1,54	64,97	21,74
80×60	2,5	5,17	6,59	0,271	60,13	15,03	18,02	3,02	38,61	12,87	14,81	2,42	75,07	20,73
80×60	3	6,13	7,81	0,27	70,05	17,51	21,16	3	44,89	14,96	17,37	2,4	88,35	24,14
80×60	4	7,97	10,15	0,266	87,92	21,98	26,99	2,94	56,12	18,71	22,12	2,35	113,12	30,32
80×60	5	9,7	12,36	0,263	103,28	25,82	32,24	2,89	65,66	21,89	26,38	2,31	135,53	35,67
90×50	2,5	5,17	6,59	0,271	70,26	15,61	19,25	3,27	28,24	11,29	12,82	2,07	65,3	19,24
90×50	3	6,13	7,81	0,27	81,85	18,19	22,6	3,24	32,74	13,1	15,03	2,05	76,67	22,36
90×50	4	7,97	10,15	0,266	102,71	22,82	28,82	3,18	40,71	16,28	19,09	2	97,7	27,96
90×50	5	9,7	12,36	0,263	120,6	26,8	34,41	3,12	47,37	18,95	22,7	1,96	116,47	32,75
100×40	2,5	5,17	6,59	0,271	79,32	15,86	20,23	3,47	18,78	9,39	10,59	1,69	50,52	16,76
100×40	3	6,13	7,81	0,27	92,34	18,47	23,75	3,44	21,67	10,84	12,38	1,67	59,05	19,39
100×40	4	7,97	10,15	0,266	115,7	23,14	30,26	3,38	26,69	13,35	15,65	1,62	74,53	24,04
100×40	5	9,7	12,36	0,263	135,6	27,12	36,09	3,31	30,76	15,38	18,52	1,58	87,92	27,9
100×50	2,5	5,56	7,09	0,291	91,2	18,24	22,67	3,59	31,06	12,42	14,01	2,09	75,39	21,49
100×50	3	6,6	8,41	0,29	106,46	21,29	26,66	3,56	36,06	14,42	16,44	2,07	88,56	25,01
100×50	4	8,59	10,95	0,286	134,14	26,83	34,1	3,5	44,95	17,98	20,93	2,03	112,99	31,35
100×50	5	10,5	13,36	0,283	158,19	31,64	40,84	3,44	52,45	20,98	24,95	1,98	134,87	36,8
100×50	6	12,3	15,63	0,279	178,75	35,75	46,9	3,38	58,67	23,47	28,52	1,94	154,2	41,43
100×60	2,5	5,96	7,59	0,311	103,09	20,62	25,11	3,69	46,88	15,63	17,68	2,49	103,25	26,23
100×60	3	7,07	9,01	0,31	120,57	24,11	29,57	3,66	54,65	18,22	20,79	2,46	121,67	30,64
100×60	4	9,22	11,75	0,306	152,58	30,52	37,94	3,6	68,68	22,89	26,6	2,42	156,27	38,68
100×60	5	11,3	14,36	0,303	180,77	36,15	45,59	3,55	80,83	26,94	31,88	2,37	187,86	45,75
100×60	6	13,2	16,83	0,299	205,3	41,06	52,54	3,49	91,2	30,4	36,64	2,33	216,44	51,92
100×80	2,5	6,74	8,59	0,351	126,86	25,37	29,98	3,84	90,17	22,54	25,77	3,24	165,84	35,73
100×80	3	8,01	10,21	0,35	148,81	29,76	35,39	3,82	105,64	26,41	30,4	3,22	196,12	41,91
100×80	4	10,5	13,35	0,346	189,47	37,89	45,62	3,77	134,17	33,54	39,15	3,17	253,79	53,38
100×80	5	12,8	16,36	0,343	225,94	45,19	55,09	3,72	159,61	39,9	47,24	3,12	307,55	63,72
100×80	6	15,1	19,23	0,339	258,39	51,68	63,82	3,67	182,1	45,53	54,67	3,08	357,38	72,98
120×40	2,5	5,96	7,59	0,311	126,71	21,12	27,32	4,09	22,3	11,15	12,47	1,71	63,77	20,27
120×40	3	7,07	9,01	0,31	148,04	24,67	32,16	4,05	25,79	12,89	14,6	1,69	74,56	23,51
120×40	4	9,22	11,75	0,306	186,89	31,15	41,21	3,99	31,9	15,95	18,53	1,65	94,23	29,24

Г. 2-кесте – Тікбұрышты пішінді қималы құбырдың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

H×B мм	T мм	M кг/м	A мм ² × 10 ²	Au м ² /м	I _x мм ⁴ × 10 ⁴	W _x м ³ × 10 ³	W _{px} мм ³ × 10 ³	i _x мм × 10	I _y мм ⁴ × 10 ⁴	W _y мм ³ × 10 ³	W _{py} мм ³ × 10 ³	i _y мм × 10	I _{y v} мм ⁴ × 10 ⁴	W _v мм ³ × 10 ³
120×40	5	11,3	14,36	0,303	220,81	36,8	49,45	3,92	36,93	18,46	22,02	1,6	111,35	34,05
120×40	6	13,2	16,83	0,299	249,97	41,66	56,89	3,85	40,97	20,49	25,08	1,56	125,97	38,02
120×50	2,5	6,35	8,09	0,331	143,97	23,99	30,26	4,22	36,7	14,68	16,39	2,13	96,03	26,01
120×50	3	7,54	9,61	0,33	168,58	28,1	35,67	4,19	42,69	17,08	19,26	2,11	112,87	30,32
120×50	4	9,85	12,55	0,326	213,82	35,64	45,85	4,13	53,43	21,37	24,61	2,06	144,22	38,13
120×50	5	12,1	15,36	0,323	253,89	42,32	55,2	4,07	62,62	25,05	29,45	2,02	172,44	44,92
120×50	6	14,2	18,03	0,319	288,99	48,16	63,73	4	70,36	28,14	33,8	1,98	197,55	50,76
120×60	2,5	6,74	8,59	0,351	161,23	26,87	33,2	4,33	55,15	18,38	20,56	2,53	132,57	31,75
120×60	3	8,01	10,21	0,35	189,12	31,52	39,18	4,3	64,4	21,47	24,21	2,51	156,34	37,14
120×60	4	10,5	13,35	0,346	240,74	40,12	50,49	4,25	81,25	27,08	31,08	2,47	201,12	47,05
120×60	5	12,8	16,36	0,343	286,97	47,83	60,95	4,19	95,99	32	37,38	2,42	242,23	55,85
120×60	6	15,1	19,23	0,339	328,01	54,67	70,57	4,13	108,77	36,26	43,12	2,38	279,67	63,6
120×80	2,5	7,53	9,59	0,391	195,75	32,63	39,07	4,52	105,19	26,3	29,65	3,31	215,82	43,23
120×80	3	8,96	11,41	0,39	230,2	38,37	46,2	4,49	123,43	30,86	35,02	3,29	255,47	50,8
120×80	4	11,7	14,95	0,386	294,59	49,1	59,77	4,44	157,29	39,32	45,23	3,24	331,24	64,93
120×80	5	14,4	18,36	0,383	353,14	58,86	72,45	4,39	187,78	46,94	54,74	3,2	402,27	77,77
120×80	6	17	21,63	0,379	406,06	67,68	84,25	4,33	215,03	53,76	63,55	3,15	468,54	89,4
120×80	7,1	19,4	24,65	0,369	442,06	73,68	93,59	4,24	234,41	58,6	70,68	3,08	535,11	99,99
120×80	8	21,4	27,24	0,366	475,83	79,31	101,97	4,18	251,66	62,92	76,93	3,04	584,04	108,01
120×80	8,8	23,1	29,44	0,362	501,79	83,63	108,75	4,13	264,84	66,21	81,97	3	623,54	114,33
120×80	10	25,6	32,57	0,357	534,14	89,02	117,82	4,05	281,14	70,29	88,68	2,94	675,59	122,44
120×100	2,5	8,31	10,59	0,431	230,27	38,38	44,95	4,66	174,4	34,88	39,73	4,06	309,43	54,73
120×100	3	9,9	12,61	0,43	271,27	45,21	53,22	4,64	205,28	41,06	47,03	4,04	367,01	64,47
120×100	4	13	16,55	0,426	348,43	58,07	69,05	4,59	263,24	52,65	60,98	3,99	477,84	82,83
120×100	5	16	20,36	0,423	419,31	69,88	83,95	4,54	316,27	63,25	74,09	3,94	582,86	99,75
120×100	6	18,9	24,03	0,419	484,11	80,68	97,93	4,49	364,56	72,91	86,38	3,89	682,04	115,29
140×60	2,5	7,53	9,59	0,391	236,55	33,79	42,29	4,97	63,43	21,14	23,43	2,57	162,67	37,26
140×60	3	8,96	11,41	0,39	278,08	39,73	49,98	4,94	74,16	24,72	27,63	2,55	191,92	43,64
140×60	4	11,7	14,95	0,386	355,59	50,8	64,63	4,88	93,81	31,27	35,56	2,51	247,13	55,42
140×60	5	14,4	18,36	0,383	425,89	60,84	78,3	4,82	111,16	37,05	42,88	2,46	297,97	65,94
140×60	6	17	21,63	0,379	489,19	69,88	91,01	4,76	126,34	42,11	49,6	2,42	344,46	75,29
140×70	2,5	7,92	10,09	0,411	260,18	37,17	45,72	5,08	89,3	25,51	28,35	2,98	213,11	44
140×70	3	9,43	12,01	0,41	306,24	43,75	54,09	5,05	104,69	29,91	33,49	2,95	251,99	51,66
140×70	4	12,4	15,75	0,406	392,6	56,09	70,07	4,99	133,18	38,05	43,24	2,91	326,02	65,94
140×70	5	15,2	19,36	0,403	471,48	67,35	85,05	4,94	158,71	45,35	52,31	2,86	395,06	78,88
140×70	6	17,9	22,83	0,399	543,1	77,59	99,05	4,88	181,44	51,84	60,71	2,82	459,09	90,54
140×80	3	9,9	12,61	0,43	334,4	47,77	58,2	5,15	141,23	35,31	39,64	3,35	317,07	59,69
140×80	4	13	16,55	0,426	429,6	61,37	75,51	5,1	180,42	45,1	51,31	3,3	411,6	76,48
140×80	5	16	20,36	0,423	517,06	73,87	91,8	5,04	215,94	53,99	62,24	3,26	500,51	91,83
140×80	6	18,9	24,03	0,419	597	85,29	107,09	4,98	247,96	61,99	72,43	3,21	583,8	105,83
150×50	2,5	7,53	9,59	0,391	254,08	33,88	43,52	5,15	45,17	18,07	19,95	2,17	127,74	32,78

Г. 2-кесте – Тікбұрышты пішінді қималы құбырдың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

Н×Вмм	Т мм	М кг/м	А мм ² × 10 ²	Аи м ² /м	I _x мм ⁴ × 10 ⁴	W _x мм ³ × 10 ³	W _{px} мм ³ × 10 ³	i _x мм × 10	I _y мм ⁴ × 10 ⁴	W _y мм ³ × 10 ³	W _{py} мм ³ × 10 ³	i _y мм × 10	I _{y v} мм ⁴ × 10 ⁴	W _v мм ³ × 10 ³
150×50	3	8,96	11,41	0,39	298,55	39,81	51,43	5,12	52,65	21,06	23,49	2,15	150,22	38,28
150×50	4	11,7	14,95	0,386	381,39	50,85	66,47	5,05	66,16	26,47	30,13	2,1	192,14	48,3
150×50	5	14,4	18,36	0,383	456,29	60,84	80,48	4,99	77,87	31,15	36,2	2,06	230,05	57,11
150×50	6	17	21,63	0,379	523,47	69,8	93,48	4,92	87,89	35,16	41,72	2,02	263,99	64,77
150×100	3	11,3	14,41	0,49	460,64	61,42	73,48	5,65	247,64	49,53	55,76	4,15	507,2	81,4
150×100	4	14,9	18,95	0,486	594,6	79,28	95,67	5,6	318,57	63,71	72,5	4,1	661,63	104,94
150×100	5	18,3	23,36	0,483	719,2	95,89	116,73	5,55	384,02	76,8	88,34	4,05	808,68	126,81
150×100	6	21,7	27,63	0,479	834,69	111,29	136,68	5,5	444,19	88,84	103,3	4,01	948,34	147,07
150×100	7,1	24,9	31,75	0,469	926,59	123,55	154,05	5,4	493,46	98,69	116,54	3,94	1095,51	166,74
150×100	8	27,7	35,24	0,466	1008,13	134,42	169,16	5,35	535,65	107,13	127,85	3,9	1205,89	181,85
150×100	8,8	30	38,24	0,462	1073,93	143,19	181,73	5,3	569,53	113,91	137,25	3,86	1298,14	194,22
150×100	10	33,4	42,57	0,457	1161,7	154,89	199,17	5,22	614,41	122,88	150,25	3,8	1425,87	210,96
160×70	4	13,6	17,35	0,446	549,03	68,63	86,62	5,63	150,62	43,04	48,52	2,95	389,66	75,9
160×70	5	16,8	21,36	0,443	661,61	82,7	105,41	5,57	179,88	51,39	58,81	2,9	472,53	90,96
160×70	6	19,8	25,23	0,439	764,83	95,6	123,08	5,51	206,09	58,88	68,39	2,86	549,6	104,6
160×70	8	25,2	32,04	0,426	908,72	113,59	150,7	5,33	243,26	69,5	83,55	2,76	683,68	126,7
160×80	3	10,8	13,81	0,47	463,81	57,98	71,41	5,8	159,03	39,76	44,26	3,39	380,34	68,59
160×80	4	14,3	18,15	0,466	597,71	74,71	92,86	5,74	203,54	50,89	57,39	3,35	494,1	88,03
160×80	5	17,6	22,36	0,463	721,69	90,21	113,16	5,68	244,11	61,03	69,74	3,3	601,34	105,9
160×80	6	20,8	26,43	0,459	836,01	104,5	132,32	5,62	280,89	70,22	81,31	3,26	702,06	122,27
160×80	7,1	23,8	30,33	0,449	922,59	115,32	148,56	5,52	310,11	77,53	91,39	3,2	805,54	137,76
160×80	8	26,4	33,64	0,446	1001,22	125,15	162,86	5,46	334,95	83,74	99,97	3,16	882,33	149,54
160×80	8,8	28,6	36,48	0,442	1063,96	132,99	174,68	5,4	354,52	88,63	107,03	3,12	945,41	159,02
160×80	10	31,8	40,57	0,437	1146,34	143,29	190,95	5,32	379,81	94,95	116,68	3,06	1030,69	171,57
160×90	3	11,3	14,41	0,49	500,79	62,6	76,12	5,9	206,79	45,95	51,31	3,79	465,4	77,82
160×90	4	14,9	18,95	0,486	646,39	80,8	99,1	5,84	265,54	59,01	66,66	3,74	606,16	100,17
160×90	5	18,3	23,36	0,483	781,77	97,72	120,91	5,79	319,52	71	81,16	3,7	739,7	120,86
160×90	6	21,7	27,63	0,479	907,19	113,4	141,56	5,73	368,91	81,98	94,82	3,65	866,01	139,96
160×90	7,1	24,9	31,75	0,469	1005,64	125,7	159,42	5,63	409,2	90,93	106,9	3,59	997,94	158,36
160×90	8	27,7	35,24	0,466	1093,73	136,72	175,02	5,57	443,46	98,55	117,19	3,55	1096,54	172,44
160×90	8,8	30	38,24	0,462	1164,66	145,58	187,98	5,52	470,82	104,63	125,71	3,51	1178,47	183,91
180×100	4	16,8	21,35	0,546	926,04	102,89	125,89	6,59	373,89	74,78	84,02	4,18	853,85	127,06
180×100	5	20,7	26,36	0,543	1124,2	124,91	154,02	6,53	451,77	90,35	102,59	4,14	1044,79	153,88
180×100	5,6	23	29,3	0,541	1236,96	137,44	170,26	6,5	495,69	99,14	113,28	4,11	1155,01	169,1
180×100	6	24,5	31,23	0,539	1309,61	145,51	180,83	6,48	523,83	104,77	120,22	4,1	1226,68	178,88
180×100	7,1	28,3	36,01	0,529	1463,36	162,6	204,86	6,38	585,55	117,11	136,32	4,03	1419,69	203,52
180×100	8	31,4	40,04	0,526	1598,49	177,61	225,62	6,32	637,47	127,49	149,93	3,99	1565,24	222,49
180×100	8,8	34,2	43,52	0,522	1709,13	189,9	243,05	6,27	679,66	135,93	161,33	3,95	1687,64	238,16
180×100	10	38,1	48,57	0,517	1859,47	206,61	267,51	6,19	736,41	147,28	177,25	3,89	1858,62	259,61
180×120	4	18	22,95	0,586	1049,97	116,66	139,97	6,76	563,81	93,97	106,17	4,96	1160,17	154,55
180×120	5	22,3	28,36	0,583	1277,37	141,93	171,52	6,71	683,97	114	129,95	4,91	1423,83	187,84

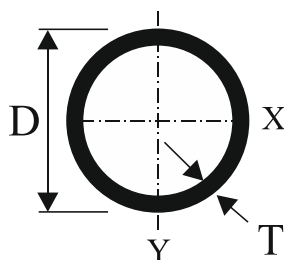
Г. 2-кесте – Тікбұрышты пішінді қималы құбырдың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

Н×В мм	Т мм	М кг/м	А мм ² × 10 ²	А _с м ² /м	I _x мм ⁴ × 10 ⁴	W _x м ³ × 10 ³	W _{px} мм ³ × 10 ³	i _x мм × 10	I _y мм ⁴ × 10 ⁴	W _y мм ³ × 10 ³	W _{py} мм ³ × 10 ³	i _y мм × 10	I _{y v} мм ⁴ × 10 ⁴	W _v мм ³ × 10 ³
180×120	6	26,4	33,63	0,579	1491,34	165,7	201,71	6,66	796,3	132,72	152,65	4,87	1676,88	219,13
180×120	7,1	30,5	38,85	0,569	1675,73	186,19	229,41	6,57	895,15	149,19	173,75	4,8	1949,25	250,49
180×120	8	34	43,24	0,566	1835,33	203,93	253,14	6,51	978,44	163,07	191,57	4,76	2156,35	274,82
180×120	8,8	36,9	47,04	0,562	1967,28	218,59	273,19	6,47	1047	174,5	206,61	4,72	2332,35	295,13
180×120	10	41,3	52,57	0,557	2148,8	238,76	301,51	6,39	1140,81	190,13	227,82	4,66	2581,64	323,34
180×120	12,5	48,7	62,04	0,536	2352,37	261,37	341,46	6,16	1252,33	208,72	258,45	4,49	3001,38	367,47
200×80	4	16,8	21,35	0,546	1046,02	104,6	132,36	7	249,8	62,45	69,55	3,42	663,6	111,14
200×80	5	20,7	26,36	0,543	1269,09	126,91	161,87	6,94	300,44	75,11	84,74	3,38	808,38	134,05
200×80	6	24,5	31,23	0,539	1477,42	147,74	189,99	6,88	346,74	86,69	99,07	3,33	944,77	155,16
200×80	7,1	28,3	36,01	0,529	1645,72	164,57	214,9	6,76	385,82	96,45	112,09	3,27	1086,19	175,56
200×80	8	31,4	40,04	0,526	1795,76	179,58	236,54	6,7	418,23	104,56	123,01	3,23	1191,77	191,11
200×80	8,8	34,2	43,52	0,522	1918	191,8	254,69	6,64	444,2	111,05	132,09	3,19	1279,19	203,77
200×80	10	38,1	48,57	0,517	2083,06	208,31	280,08	6,55	478,48	119,62	144,68	3,14	1398,83	220,79
200×100	4	18	22,95	0,586	1199,71	119,97	148,04	7,23	410,78	82,16	91,7	4,23	985,38	141,81
200×100	5	22,3	28,36	0,583	1459,25	145,93	181,37	7,17	496,94	99,39	112,09	4,19	1206,29	171,94
200×100	6	26,4	33,63	0,579	1703,31	170,33	213,27	7,12	576,91	115,38	131,5	4,14	1417,03	200,1
200×100	7,1	30,5	38,85	0,569	1910,04	191	242,29	7,01	646,95	129,39	149,52	4,08	1641,19	228,04
200×100	8	34	43,24	0,566	2090,84	209,08	267,26	6,95	705,36	141,07	164,65	4,04	1810,72	249,6
200×100	8,8	36,9	47,04	0,562	2239,93	223,99	288,34	6,9	753,08	150,62	177,38	4	1953,68	267,47
200×100	10	41,3	52,57	0,557	2444,4	244,44	318,08	6,82	817,74	163,55	195,25	3,94	2154,13	292,07
200×100	12,5	48,7	62,04	0,536	2658,89	265,89	359,13	6,55	892,15	178,43	220,78	3,79	2473,75	328,83
200×120	5	23,8	30,36	0,623	1649,42	164,94	200,87	7,37	750,14	125,02	141,45	4,97	1652	209,87
200×120	6	28,3	36,03	0,619	1929,2	192,92	236,55	7,32	874,35	145,72	166,33	4,93	1946,73	245,12
200×120	7,1	32,7	41,69	0,609	2174,35	217,44	269,68	7,22	985,77	164,3	189,78	4,86	2264,63	280,65
200×120	8	36,5	46,44	0,606	2385,92	238,59	297,98	7,17	1078,97	179,83	209,49	4,82	2507,04	308,27
200×120	8,8	39,7	50,56	0,602	2561,86	256,19	321,99	7,12	1156,05	192,67	226,18	4,78	2713,55	331,4
200×120	10	44,4	56,57	0,597	2805,73	280,57	356,08	7,04	1262,14	210,36	249,82	4,72	3007,03	363,69
200×120	12,5	52,6	67	0,576	3099	310	406	6,8	1397	233	285	4,57	3514	416
220×120	5	25,4	32,36	0,663	2082,19	189,29	232,23	8,02	816,31	136,05	152,95	5,02	1884,69	231,92
220×120	6	30,2	38,43	0,659	2439,12	221,74	273,78	7,97	952,4	158,73	180,01	4,98	2221,88	271,11
220×120	7,1	35	44,53	0,649	2756,35	250,58	312,79	7,87	1076,39	179,4	205,81	4,92	2586,02	310,83
220×120	8	39	49,64	0,646	3029,4	275,4	346,02	7,81	1179,49	196,58	227,41	4,87	2864,35	341,73
220×120	8,8	42,5	54,08	0,642	3257,58	296,14	374,31	7,76	1265,09	210,85	245,75	4,84	3101,9	367,69
220×120	10	47,5	60,57	0,637	3575,79	325,07	414,65	7,68	1383,47	230,58	271,82	4,78	3440,33	404,05
250×100	5	26,18	33,36	0,683	2553,76	204,3	258,51	8,75	609,85	121,97	135,84	4,28	1620,11	217,08
250×100	6	31,11	39,63	0,679	2992,34	239,39	304,85	8,69	709,63	141,93	159,7	4,23	1904,54	253,15
250×100	8	40,23	51,24	0,666	3714,08	297,13	385,37	8,51	875,06	175,01	201,45	4,13	2438,66	317,41
250×100	10	49,11	62,57	0,657	4384,17	350,73	462	8,37	1021,08	204,22	240,25	4,04	2909,59	373,27
250×150	5	30,1	38,36	0,783	3304,18	264,33	319,76	9,28	1507,95	201,06	225,48	6,27	3284,54	336,9
250×150	6	35,8	45,63	0,779	3885,56	310,84	378,05	9,23	1768,35	235,78	266,28	6,23	3885,8	395,65
250×150	7,1	41,6	53,05	0,769	4426,62	354,13	434,51	9,13	2014,87	268,65	306,24	6,16	4542,75	456,33

Г. 2-кесте – Тікбұрышты пішінді қималы құбырдың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

H×B мм	T мм	M кг/м	A мм ² × 10 ²	Au м ² /м	I _x мм ⁴ × 10 ⁴	W _x м ³ × 10 ³	W _{px} мм ³ × 10 ³	i _x мм × 10	I _y мм ⁴ × 10 ⁴	W _y мм ³ × 10 ³	W _{py} мм ³ × 10 ³	i _y мм × 10	I _{y v} мм ⁴ × 10 ⁴	W _v мм ³ × 10 ³
250×150	8	46,5	59,24	0,766	4885,79	390,86	482,17	9,08	2219,25	295,9	339,56	6,12	5050,45	503,96
250×150	8,8	50,8	64,64	0,762	5274,44	421,96	523,07	9,03	2391,51	318,87	368,11	6,08	5488,32	544,47
250×150	10	57	72,57	0,757	5825,01	466	582	8,96	2634,2	351,23	409,17	6,02	6120,7	602,08
250×150	12,5	68,3	87,04	0,736	6632,67	530,61	678,3	8,73	3002,33	400,31	477,46	5,87	7314,55	704,1
260×140	6	35,8	45,63	0,779	4081,53	313,96	385,92	9,46	1567,27	223,9	251,81	5,86	3646,18	382,52
260×140	7,1	41,6	53,05	0,769	4647,4	357,49	443,43	9,36	1784,54	254,93	289,5	5,8	4258,54	440,82
260×140	8	46,5	59,24	0,766	5128,8	394,52	492,03	9,3	1964,15	280,59	320,9	5,76	4731,08	486,51
260×140	8,8	50,8	64,64	0,762	5536,06	425,85	533,73	9,25	2115,26	302,18	347,78	5,72	5137,89	525,31
260×140	10	57	72,57	0,757	6112,65	470,2	593,78	9,18	2327,67	332,52	386,38	5,66	5724,07	580,38
260×140	12,5	68,3	87,04	0,736	6949,76	534,6	691,51	8,94	2648,36	378,34	450,5	5,52	6820,62	677,15
260×180	6	39,6	50,43	0,859	4855,87	373,53	446,88	9,81	2763,43	307,05	347,87	7,4	5565,69	501,44
260×180	7,1	46,1	58,73	0,849	5555,85	427,37	515,26	9,73	3162,31	351,37	401,28	7,34	6522,55	580,26
260×180	8	51,5	65,64	0,846	6145,21	472,71	572,67	9,68	3493,23	388,14	445,78	7,29	7266,68	642,43
260×180	8,8	56,3	71,68	0,842	6647,1	511,32	622,15	9,63	3774,33	419,37	484,1	7,26	7911,95	695,64
260×180	10	63,2	80,57	0,837	7363,31	566,41	693,78	9,56	4174,13	463,79	539,51	7,2	8850,3	771,94
300×100	5	30,1	38,36	0,783	4065,22	271,01	348,15	10,29	722,77	144,55	159,59	4,34	2043,8	262,23
300×100	6	35,8	45,63	0,779	4776,79	318,45	411,43	10,23	842,35	168,47	187,9	4,3	2403,46	306,21
300×100	7,1	41,6	53,05	0,769	5422,43	361,5	472,02	10,11	953,92	190,78	215,47	4,24	2787,39	350,74
300×100	8	46,5	59,24	0,766	5977,86	398,52	523,47	10,05	1044,77	208,95	238,25	4,2	3080,34	385,24
300×100	8,8	50,8	64,64	0,762	6446,06	429,74	567,55	9,99	1120,18	224,04	257,63	4,16	3329,01	414,15
300×100	10	57	72,57	0,757	7106,03	473,74	630,91	9,9	1224,41	244,88	285,25	4,11	3681	454,51
300×100	12,5	68,3	87,04	0,736	8009,59	533,97	731,85	9,59	1373,92	274,78	330,16	3,97	4291,5	521,17
300×150	6	40,5	51,63	0,879	6073,51	404,9	499,63	10,85	2079,57	277,28	309,48	6,35	4988,47	478,6
300×150	7,1	47,2	60,15	0,87	6946,9	463,13	576,09	10,75	2377,98	317,06	357,01	6,29	5834,16	553,01
300×150	8	52,8	67,24	0,866	7683,57	512,24	640,27	10,69	2622,95	349,73	396,36	6,25	6490,59	611,52
300×150	10	64,8	82,57	0,857	9209,37	613,96	775,91	10,56	3125,03	416,67	479,17	6,15	7878,65	732,81
300×150	12,5	78,1	99,54	0,836	10594,23	706,28	911,53	10,32	3594,78	479,3	563,39	6,01	9451,9	861,8
300×200	6	45,2	57,63	0,979	7370,23	491,35	587,83	11,31	3962,19	396,22	446,07	8,29	8115,23	651,24
300×200	7,1	52,8	67,25	0,969	8468,59	564,57	679,98	11,22	4553,17	455,32	516,21	8,23	9524,48	755,67
300×200	8	59,1	75,24	0,966	9389,27	625,95	757,07	11,17	5041,67	504,17	574,46	8,19	10626,50	838,38
300×200	8,8	64,6	82,24	0,962	10178,28	678,55	823,81	11,12	5459,26	545,93	624,85	8,15	11585,67	909,54
300×200	10	72,7	92,57	0,957	11312,70	754,18	920,91	11,05	6057,73	605,77	698,08	8,09	12987,13	1012,19
300×200	12,5	88	112,04	0,936	13178,86	878,59	1091,22	10,85	7059,94	705,99	827,88	7,94	15767,68	1204,48
400×200	6	54,7	69,63	1,179	14789,35	739,47	905,99	14,57	5091,63	509,16	562,47	8,55	12068,52	877,05
400×200	7,1	63,9	81,45	1,169	17067,90	853,4	1051,71	14,48	5874,74	587,47	653,17	8,49	14169,41	1019,86
400×200	8	71,6	91,24	1,166	18974,42	948,72	1173,29	14,42	6517,08	651,71	728,06	8,45	15820,22	1133,29
400×200	8,8	78,4	99,84	1,162	20619,13	1030,96	1279,03	14,37	7068,92	706,89	793,11	8,41	17259,78	1231,25
400×200	10	88,4	112,57	1,157	23002,65	1150,13	1433,74	14,3	7864,4	786,44	888,08	8,36	19368,49	1373,21
400×200	12,5	108	137,04	1,136	27100,50	1355,02	1713,94	14,06	9260,46	926,05	1062,25	8,22	23594,07	1644,04

Г.3 HS S355J2H және S235JRH дөңгелек пішінді конструкциялық құбырлары
[14]



M = салмағы;

A = көлденең қимасының ауданы;

A_u = сыртқы бет жақтың ауданы;

I = инерция моменті;

W = қиманың кедергі моменті;

W_p = қима кедергісінің осьтік моменті;

i = айналу радиусы;

I_v = ширату модулі;

W_v = ширату барысында кедергінің осьтік моменті;

Көлденең қасиеттері D және T номиналды мөлшерлерін пайдалану барысында анықталады.

Теориялық тығыздығы = 7,85 кг/дм³.

Г.3-кесте – Дөңгелек кескінді құбырлардың негізгі сипаттамалары

D мм	T мм	M кг/м	A мм ² × 10 ²	A м ² /м	I мм ⁴ × 10 ⁴	W мм ³ × 10 ³	W мм ³ × 10 ³	i мм × 10	I мм ⁴ × 10 ⁴	W мм ³ × 10 ³
26,9	2	1,23	1,56	0,085	1,22	0,91	1,24	0,88	2,44	1,81
26,9	2,5	1,5	1,92	0,085	1,44	1,07	1,49	0,87	2,88	2,14
26,9	2,6	1,56	1,98	0,085	1,48	1,1	1,54	0,86	2,96	2,2
33,7	2	1,56	1,99	0,106	2,51	1,49	2,01	1,12	5,02	2,98
33,7	2,5	1,92	2,45	0,106	3	1,78	2,44	1,11	6	3,56
33,7	2,6	1,99	2,54	0,106	3,09	1,84	2,52	1,1	6,19	3,67
33,7	3	2,27	2,89	0,106	3,44	2,04	2,84	1,09	6,88	4,08
33,7	3,2	2,41	3,07	0,106	3,6	2,14	2,99	1,08	7,21	4,28
42,4	2	1,99	2,54	0,133	5,19	2,45	3,27	1,43	10,38	4,9
42,4	2,5	2,46	3,13	0,133	6,26	2,95	3,99	1,41	12,52	5,91
42,4	2,6	2,55	3,25	0,133	6,46	3,05	4,12	1,41	12,93	6,1
42,4	2,9	2,82	3,6	0,133	7,06	3,33	4,53	1,4	14,11	6,66
42,4	3	2,91	3,71	0,133	7,25	3,42	4,67	1,4	14,49	6,84
42,4	3,2	3,09	3,94	0,133	7,62	3,59	4,93	1,39	15,24	7,19
42,4	4	3,79	4,83	0,133	8,99	4,24	5,92	1,36	17,98	8,48
48,3	2	2,28	2,91	0,152	7,81	3,23	4,29	1,64	15,62	6,47

Г.3-кесте – Дөңгелек кескінді құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

D мм	T мм	M кг/м	A $\text{мм}^2 \times 10^2$	A $\text{м}^2/\text{м}$	I $\text{мм}^4 \times 10^4$	W $\text{мм}^3 \times 10^3$	W $\text{мм}^3 \times 10^3$	i $\text{мм} \times 10$	I $\text{мм}^4 \times 10^4$	W $\text{мм}^3 \times 10^3$
48,3	2,5	2,82	3,6	0,152	9,46	3,92	5,25	1,62	18,92	7,83
48,3	2,6	2,93	3,73	0,152	9,78	4,05	5,44	1,62	19,55	8,1
48,3	3	3,35	4,27	0,152	11	4,55	6,17	1,61	22	9,11
48,3	3,2	3,56	4,53	0,152	11,59	4,8	6,52	1,6	23,17	9,59
48,3	4	4,37	5,57	0,152	13,77	5,7	7,87	1,57	27,54	11,4
60,3	2	2,88	3,66	0,189	15,58	5,17	6,8	2,06	31,16	10,34
60,3	2,5	3,56	4,54	0,189	18,99	6,3	8,36	2,05	37,99	12,6
60,3	2,9	4,11	5,23	0,189	21,59	7,16	9,56	2,03	43,18	14,32
60,3	3	4,24	5,4	0,189	22,22	7,37	9,86	2,03	44,45	14,74
60,3	3,2	4,51	5,74	0,189	23,47	7,78	10,44	2,02	46,94	15,57
60,3	4	5,55	7,07	0,189	28,17	9,34	12,7	2	56,35	18,69
60,3	5	6,82	8,69	0,189	33,48	11,1	15,33	1,96	66,95	22,21
76,1	2	3,65	4,66	0,239	31,98	8,4	10,98	2,62	63,96	16,81
76,1	2,5	4,54	5,78	0,239	39,19	10,3	13,55	2,6	78,37	20,6
76,1	2,9	5,24	6,67	0,239	44,74	11,76	15,55	2,59	89,48	23,52
76,1	3	5,41	6,89	0,239	46,1	12,11	16,04	2,59	92,19	24,23
76,1	4	7,11	9,06	0,239	59,06	15,52	20,81	2,55	118,11	31,04
76,1	5	8,77	11,17	0,239	70,92	18,64	25,32	2,52	141,84	37,28
76,1	6,3	10,8	13,81	0,239	84,82	22,29	30,78	2,48	169,64	44,58
88,9	2,5	5,33	6,79	0,279	63,37	14,26	18,67	3,06	126,75	28,51
88,9	3	6,36	8,1	0,279	74,76	16,82	22,15	3,04	149,53	33,64
88,9	3,2	6,76	8,62	0,279	79,21	17,82	23,51	3,03	158,41	35,64
88,9	4	8,38	10,67	0,279	96,34	21,67	28,85	3	192,68	43,35
88,9	5	10,4	13,18	0,279	116,37	26,18	35,24	2,97	232,75	52,36
88,9	6	12,3	15,63	0,279	134,94	30,36	41,31	2,94	269,88	60,72
88,9	6,3	12,8	16,35	0,279	140,24	31,55	43,07	2,93	280,47	63,1
101,6	2,5	6,11	7,78	0,319	95,61	18,82	24,56	3,5	191,22	37,64
101,6	3	7,29	9,29	0,319	113,04	22,25	29,17	3,49	226,07	44,5
101,6	3,6	8,7	11,08	0,319	133,24	26,23	34,59	3,47	266,47	52,46
101,6	4	9,63	12,26	0,319	146,28	28,8	38,12	3,45	292,57	57,59
101,6	5	11,9	15,17	0,319	177,47	34,93	46,7	3,42	354,94	69,87
101,6	6	14,2	18,02	0,319	206,68	40,68	54,91	3,39	413,35	81,37
101,6	6,3	14,8	18,86	0,319	215,07	42,34	57,3	3,38	430,13	84,67
108	2,5	6,5	8,29	0,339	115,35	21,36	27,83	3,73	230,69	42,72
108	3	7,77	9,9	0,339	136,49	25,28	33,08	3,71	272,98	50,55
108	3,6	9,27	11,81	0,339	161,06	29,83	39,25	3,69	322,11	59,65
108	4	10,3	13,07	0,339	176,95	32,77	43,29	3,68	353,91	65,54
108	5	12,7	16,18	0,339	215,06	39,83	53,09	3,65	430,12	79,65
108	6	15,1	19,23	0,339	250,91	46,46	62,5	3,61	501,81	92,93
108	6,3	15,8	20,13	0,339	261,23	48,38	65,24	3,6	522,46	96,75

Г.3-кесте – Дөңгелек кескінді құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

D мм	T мм	M кг/м	A $\text{мм}^2 \times 10^2$	A $\text{м}^2/\text{м}$	I $\text{мм}^4 \times 10^4$	W $\text{мм}^3 \times 10^3$	W $\text{мм}^3 \times 10^3$	i $\text{мм} \times 10$	I $\text{мм}^4 \times 10^4$	W $\text{мм}^3 \times 10^3$
114,3	2,5	6,89	8,78	0,359	137,26	24,02	31,25	3,95	274,52	48,03
114,3	3	8,23	10,49	0,359	162,55	28,44	37,17	3,94	325,1	56,88
114,3	3,6	9,83	12,52	0,359	191,98	33,59	44,13	3,92	383,97	67,19
114,3	4	10,9	13,86	0,359	211,07	36,93	48,69	3,9	422,13	73,86
114,3	5	13,5	17,17	0,359	256,92	44,96	59,77	3,87	513,84	89,91
114,3	6	16	20,41	0,359	300,21	52,53	70,45	3,83	600,42	105,06
114,3	6,3	16,8	21,38	0,359	312,71	54,72	73,57	3,82	625,43	109,44
127	2,5	7,68	9,78	0,399	189,53	29,85	38,76	4,4	379,06	59,7
127	3	9,17	11,69	0,399	224,75	35,39	46,14	4,39	449,5	70,79
127	4	12,1	15,46	0,399	292,61	46,08	60,54	4,35	585,23	92,16
127	5	15	19,16	0,399	357,14	56,24	74,46	4,32	714,28	112,48
127	6	17,9	22,81	0,399	418,44	65,9	87,92	4,28	836,88	131,79
127	6,3	18,8	23,89	0,399	436,22	68,7	91,86	4,27	872,44	137,39
133	2,5	8,05	10,25	0,418	218,27	32,82	42,58	4,61	436,54	65,64
133	3	9,62	12,25	0,418	258,97	38,94	50,71	4,6	517,93	77,88
133	4	12,7	16,21	0,418	337,53	50,76	66,59	4,56	675,05	101,51
133	5	15,8	20,11	0,418	412,4	62,02	81,96	4,53	824,81	124,03
133	6	18,8	23,94	0,418	483,72	72,74	96,85	4,5	967,43	145,48
133	6,3	19,7	25,08	0,418	504,43	75,85	101,22	4,49	1008,86	151,71
139,7	3	10,1	12,88	0,439	301,09	43,11	56,07	4,83	602,18	86,21
139,7	4	13,4	17,05	0,439	392,86	56,24	73,68	4,8	785,72	112,49
139,7	5	16,6	21,16	0,439	480,54	68,8	90,76	4,77	961,08	137,59
139,7	6	19,8	25,2	0,439	564,26	80,78	107,33	4,73	1128,52	161,56
139,7	6,3	20,7	26,4	0,439	588,62	84,27	112,2	4,72	1177,24	168,54
139,7	8	26	33,1	0,439	720,29	103,12	138,93	4,66	1440,58	206,24
139,7	10	32	40,75	0,439	861,89	123,39	168,55	4,6	1723,79	246,78
152,4	3	11,1	14,08	0,479	393,01	51,58	66,07	5,28	786,03	103,15
152,4	4	14,6	18,65	0,479	513,73	67,42	88,11	5,25	1027,46	134,84
152,4	5	18,2	23,15	0,479	629,54	82,62	108,68	5,21	1259,08	165,23
152,4	6	21,7	27,6	0,479	740,56	97,19	128,67	5,18	1481,13	194,37
152,4	6,3	22,7	28,92	0,479	772,96	101,44	134,56	5,17	1545,92	202,88
159	3	11,5	14,7	0,5	447,42	56,28	73,02	5,52	894,84	112,56
159	4	15,3	19,48	0,5	585,33	73,63	96,12	5,48	1170,67	147,25
159	5	19	24,19	0,5	717,88	90,3	118,62	5,45	1435,75	180,6
159	6	22,6	28,84	0,5	845,19	106,31	140,53	5,41	1690,37	212,63
159	6,3	23,7	30,22	0,5	882,38	110,99	146,98	5,4	1764,76	221,98
168,3	3	12,2	15,58	0,529	532,28	63,25	81,98	5,85	1064,57	126,51
168,3	3,2	13	16,6	0,529	565,74	67,23	87,24	5,84	1131,47	134,46
168,3	4	16,2	20,65	0,529	697,09	82,84	108	5,81	1394,18	165,68
168,3	4,5	18,2	23,16	0,529	777,22	92,36	120,77	5,79	1554,43	184,72

Г.3-кесте – Дөңгелек кескінді құбырлардың негізгі сипаттамалары (жалғасы)

D мм	T мм	M кг/м	A $\text{мм}^2 \times 10^2$	A $\text{м}^2/\text{м}$	I $\text{мм}^4 \times 10^4$	W $\text{мм}^3 \times 10^3$	W $\text{мм}^3 \times 10^3$	i мм × 10	I $\text{мм}^4 \times 10^4$	W $\text{мм}^3 \times 10^3$
168,3	5	20,1	25,65	0,529	855,85	101,7	133,38	5,78	1711,69	203,41
168,3	6	24	30,59	0,529	1008,69	119,87	158,12	5,74	2017,39	239,74
168,3	6,3	25,2	32,06	0,529	1053,42	125,18	165,42	5,73	2106,84	250,37
168,3	8	31,6	40,29	0,529	1297,27	154,16	205,74	5,67	2594,54	308,32
168,3	10	39	49,73	0,529	1563,98	185,86	250,92	5,61	3127,97	371,71
193,7	4	18,7	23,84	0,609	1072,79	110,77	143,97	6,71	2145,58	221,54
193,7	5	23,3	29,64	0,609	1320,23	136,32	178,08	6,67	2640,46	272,63
193,7	6	27,8	35,38	0,609	1559,72	161,05	211,46	6,64	3119,45	322,09
193,7	6,3	29,1	37,09	0,609	1630,05	168,31	221,33	6,63	3260,09	336,61
193,7	8	36,6	46,67	0,609	2015,54	208,11	276,05	6,57	4031,07	416,22
193,7	10	45,3	57,71	0,609	2441,59	252,1	337,79	6,5	4883,18	504,2
193,7	12,5	55,9	71,16	0,609	2934,31	302,97	411,07	6,42	5868,62	605,95
219,1	4	21,2	27,03	0,688	1563,84	142,75	185,09	7,61	3127,67	285,5
219,1	4,5	23,8	30,34	0,688	1747,24	159,49	207,27	7,59	3494,48	318,98
219,1	5	26,4	33,63	0,688	1928,04	176	229,24	7,57	3856,08	351,99
219,1	6	31,5	40,17	0,688	2281,95	208,3	272,54	7,54	4563,89	416,6
219,1	6,3	33,1	42,12	0,688	2386,14	217,81	285,37	7,53	4772,28	435,63
219,1	8	41,7	53,06	0,688	2959,63	270,16	356,68	7,47	5919,26	540,33
219,1	10	51,6	65,69	0,688	3598,44	328,47	437,56	7,4	7196,88	656,95
219,1	12,5	63,7	81,13	0,688	4344,58	396,58	534,2	7,32	8689,16	793,17
244,5	6	35,29	44,96	0,768	3198,53	261,64	341,37	8,43	6397,07	523,28
244,5	8	46,66	59,44	0,768	4160,45	340,32	447,63	8,37	8320,89	680,65
244,5	10	57,83	73,67	0,768	5073,15	414,98	550,24	8,3	10 146,29	829,96
244,5	12,5	71,52	91,11	0,768	6147,42	502,86	673,45	8,21	12 294,83	1005,71
273	4	26,5	33,8	0,858	3058,25	224,05	289,47	9,51	6116,5	448,09
273	5	33,1	42,1	0,858	3780,81	276,98	359,16	9,48	7561,63	553,97
273	6	39,5	50,33	0,858	4487,08	328,72	427,81	9,44	8974,17	657,45
273	6,3	41,4	52,79	0,858	4695,82	344,02	448,2	9,43	9391,64	688,03
273	8	52,3	66,6	0,858	5851,71	428,7	561,97	9,37	11 703,43	857,39
273	10	64,9	82,62	0,858	7154,09	524,11	692,02	9,31	14 308,18	1048,22
273	12,5	80,3	102,3	0,858	8697,45	637,18	848,9	9,22	17 394,90	1274,35
323,9	4	31,6	40,2	1,018	5143,16	317,58	409,37	11,31	10 286,33	635,15
323,9	5	39,3	50,09	1,018	6369,42	393,3	508,53	11,28	12 738,85	786,59
323,9	6	47	59,92	1,018	7572,47	467,58	606,43	11,24	15 144,93	935,16
323,9	6,3	49,3	62,86	1,018	7928,9	489,59	635,56	11,23	15 857,79	979,18
323,9	8	62,3	79,39	1,018	99 10,08	611,92	798,51	11,17	19 820,16	1223,84
323,9	10	77,4	98,61	1,018	12 158,34	750,75	985,67	11,1	24 316,68	1501,49
323,9	12,5	96	122,29	1,018	14 846,53	916,74	1212,78	11,02	29 693,05	1833,47

БИБЛИОГРАФИЯ

- 1 Кришан А.Л., Заикин А.Н., Сагадатов А.И. Трубобетонные колонны высотных зданий (Биік ғимараттардағы құбырбетонды бағандар). Магнитогорск: ООО «МиниТип»–2010.
- 2 Кикин А.И., Санжаровски Р. С., Труль В. А. Конструкции из стальных труб, заполненных бетоном (Бетонмен толтырылған, болат құбырлардан әзірленген конструкциялар). М. : Стройиздат, –1974.
- 3 Стороженко Л. И., Плахотный П. И., Черный А.Я. Расчет трубобетонных конструкций (Құбырбетонды конструкцияларды есептеу). Киев: Будивельник, 1991.
- 4 Kucharczuk W., Labocha S. Konstrukcje zespolone stalowo-betonowe budynkow. Arkady. Warszawa, –2007 (Ғимараттың болатбетон конструкциялары. Аркада баспасы. Варшава, –2007).
- 5 Кебенко В. Н. Новое в расчете и проектировании трубобетонных конструкций (Құбырбетонды конструкцияларды жобалау және есептеудегі жаңалықтары). Киев: УМКВО, –1989.
- 6 Hoffman B. Stahl im Hochbau. Band 2, Teil 1. Verbundkonstruktionen im Hochbau. Verlag Stahleisen mbh Dusseldorf, –1987 (Биік құрылыстардағы болат. 2-том, 1-бөлім. Биік құрылыстағы композиттік конструкциялар. Stahleisen Дюссельдорф баспасы, - 1987).
- 7 Афанасьев А.А., Курочкин А.В. Использование трубобетона в жилищном строительстве. Промышленное и гражданское строительство (Тұрғындық құрылыстарға құбырбетонды қолдану. Азаматтық және өндірістік құрылыстар) №3 –2011.
- 8 Brudko J. Projektowanie i obliczanie poloczen i wezlow konstrukcji stalowych (Болат конструкциялары түйіндерін жобалау және есептеу). PWT. Rzeszow 2011.
- 9 Furtak K. Mosty zespolone. PWW Warszaswa –1999 (Композиттік көпірлер. PWW баспасы. Варшава – 1999).
- 10 Stahlbau. Verlag fur Architektur und technische Wissenschaften Gmb H&Co. KG, Berlin. №9/2004 (Болаттан тұрғызылған құрылыс. Сәулет және техникалық ғылым баспасы. Берлин. №9/2004).
- 11 Stahlbau. Verlag fur Architektur und technische Wissenschaften Gmb H&Co. KG, Berlin. №3/2006 (Болаттан тұрғызылған құрылыс. Сәулет және техникалық ғылым баспасы. Берлин. №3/2006).
- 12 www.kssc.or.kr.
- 13 www.spannverbund.de.
- 14 www.ruukki.com.

ӘОЖ 624.0

МСЖ 91.080.01

Түйінді сөздер: болат темірбетон конструкциялары, құбырбетон, есептеудің негізгі ережелері, бағандардың көтеру қабілеті.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	IV
1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	2
3 Термины и определения	2
4 Обозначения и сокращения	4
5 Общие положения по проектированию	6
5.1 Общая характеристика трубобетона	6
5.2 Материалы	7
5.2.1 Бетон.....	7
5.2.2 Конструкционная сталь	9
5.2.3 Арматура	10
5.2.4 Соединительные элементы.....	11
5.3 Напряженно-деформированное состояние трубобетона	11
5.4 Методы расчета	12
6 Расчет сжатых трубобетонных элементов.....	13
6.1 Расчет на общую устойчивость.....	13
6.2 Проверка местной устойчивости	18
6.3 Локальное приложение нагрузки.....	19
Приложение А (<i>информационное</i>) Область применения трубобетонных конструкций.....	32
Приложение Б (<i>информационное</i>) Конструирование трубобетонных элементов	44
Приложение В (<i>информационное</i>) Сортамент стальных труб по ГОСТ	61
Приложение Г (<i>информационное</i>) Каталог стальных европейских труб	100
Библиография	114

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее нормативно-техническое пособие подготовлено акционерным обществом «Казахский научно-исследовательский и проектный институт строительства и архитектуры» (АО «КазНИИСА»).

В настоящем нормативно-техническом пособии приведены:

- принципы и правила проектирования трубобетонных конструкций, содержащиеся в Разделе 6 СН РК EN 1994-1-1:2004/2011;
- положения, развивающие принципы и правила, приведенные в Разделах 2-6 СН РК EN 1994-1-1:2004/2011;
- примеры, иллюстрирующие применение положений Раздела 6 СН РК EN 1994-1-1:2004/2011 в практике проектирования.

При разработке настоящего нормативно-технического пособия, помимо положений СН РК EN 1994-1-1:2004/2011, учтены:

- положения Национального Приложения к СН РК EN 1994-1-1:2004/2011;
- соответствующие положения СН РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 «Основы строительного проектирования»;
- соответствующие положения СН РК EN 1993-1-1:2005/2011 «Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий»;
- апробированные результаты исследований и проектных решений, выполненных зарубежными организациями, специализирующимися в области трубобетонных конструкций.

Разработанный документ является практическим пособием по применению требований, изложенных в СН РК EN 1994-1-1:2004/2011 и вспомогательным материалом по расчету и конструированию трубобетонных конструкций.

Настоящее нормативно-техническое пособие предназначено для инженерно-технических работников, заказчиков проектной продукции, преподавателей и студентов высших учебных заведений.

Вводится в действие для применения на добровольной основе в качестве нормативного документа Республики Казахстан.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ НОРМАТИВТІК–ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛЫ
НОРМАТИВНО–ТЕХНИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ. ЧАСТЬ.
ТРУБОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

DESIGN OF COMPOSITE STEEL AND CONCRETE STRUCTURES. PART.
STEEL TUBE CONFINED CONCRETE STRUCTURES

Дата введения - 2015-07-01

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящее нормативно-техническое пособие составлено в развитие положений СН РК EN 1994-1-1:2004/2011 «Проектирование сталежелезобетонных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий» и предназначено для применения при проектировании трубобетонных конструкций.

1.2 Настоящее нормативно-техническое пособие «Проектирование сталежелезобетонных конструкций. Часть 1-1. Трубобетонные конструкции» содержит и развивает принципы и правила, приведенные в следующих разделах СН РК EN 1994-1-1:2004/2011:

- Раздел 1 «Общие положения»;
- Раздел 2 «Основы положения по расчету»;
- Раздел 3 «Материалы»;
- Раздел 5 «Расчет конструкций»;
- Раздел 6 «Предельные состояния по несущей способности».

1.3 Принципы и правила, приведенные в СН РК EN 1994-1-1:2004/2011, подразделяются на общие и специальные.

В Разделах 1-6 СН РК EN 1994-1-1:2004/2011 и в настоящем нормативно-техническом пособии приведены принципы и правила, являющиеся общими для трубобетонных конструкций и их конструктивных элементов.

Специальные принципы и правила проектирования трубобетонных конструкций, дополняющие общие принципы и правила, содержатся:

- в Разделах 1,2,3,5,6 СН РК EN 1994-1-1:2004/2011 и в соответствующих пособиях.

1.4 Целью настоящего документа является обеспечение расчета и проектирования трубобетонных конструкций.

1.5 Проектирование трубобетонных конструкций, требования к которым не оговорены в СН РК EN 1994-1-1:2004/2011 до разработки соответствующих нормативов, следует осуществлять на основании специальных технических условий, на разработанных результатах специальных исследований.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Для применения настоящего пособия необходимы следующие ссылочные документы. Для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного документа, для недатированных ссылок применяют последнее издание ссылочного документа (включая все его изменения):

СН РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 Основы строительного проектирования.

СН РК EN 1991-1-1:2002/2011 Воздействия на несущие конструкции. Часть 1-1. Собственный вес, постоянные и временные нагрузки на здания.

СН РК EN 1992-1-1:2004/2011 Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий.

СН РК EN 1993-1-1:2005/2011 Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий.

СН РК EN 1993-1-3:2005/2011 Проектирование стальных конструкций. Дополнительные правила для холодноформованных элементов и профилированных листов.

СН РК EN 1993-1-8:2005/2011 Проектирование стальных конструкций. Часть 1-8. Расчет соединений.

СН РК EN 1994-1-1:2004/2011 Проектирование сталежелезобетонных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий.

СТ РК EN 10025-1 Изделия из горячекатаных конструкционных сталей. Общие условия поставки.

СТ РК EN 10080 Арматура для железобетонных конструкций. Сварная арматура. Общие положения.

СТ РК EN 10149-3 Листовой прокат из горячекатаных высокопрочных сталей для холодного формования. Условия поставки нормализованной катаной стали.

Примечание – При пользовании настоящим нормативно-техническим пособием целесообразно проверить действие ссылочных документов по информационным «Перечню нормативных правовых и нормативно-технических актов в сфере архитектуры, градостроительства и строительства, действующих на территории Республики Казахстан», «Указателю нормативных документов по стандартизации Республики Казахстан и «Указателю межгосударственных нормативных документов», составляемых ежегодно по состоянию на текущий год. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим нормативом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем нормативно-техническом пособии применяются термины по СН РК EN 1990:2002+A1:2005/2011, СН РК EN 1994-1-1:2004/2011 и СН РК EN 1993, а также применяются следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 Расчет конструкций (structural analysis): Процедура или алгоритм определения эффектов воздействий (силы, моменты, напряжения, деформации) в любой точке конструкции.

Примечание – Расчет можно проводить на трех уровнях, используя различные модели: общий расчет, расчет отдельных конструктивных элементов, локальный (местный) расчет.

3.2 Расчетное значение свойства материала или изделия (X_d или R_d) (design value of a material or product property (X_d or R_d)): Значение, получаемое в результате деления характеристического значения показателя свойств материала и изделия X_k или показателя свойств конструктивного элемента R_k на частный коэффициент γ_m или γ_M или, в особых случаях, определяемое непосредственно.

3.3 Модель сооружения (structural model): Идеализированная схема сооружения, применяемая при проектировании в расчетах и расчетных проверках.

3.4 Расчет по предельной несущей способности (capacity design): метод расчета, допускающий развитие в рассматриваемом элементе пластических деформаций при условии обеспечения прочности его соединений и других частей.

3.5 Основной компонент (узла) (basic component (of a joint)): Часть узла, определяющая его конструктивные свойства.

3.6 Соединение (connection): Крепление элементов конструкций между собой.

3.7 Соединенный элемент (connected member): Любой элемент, присоединенный к несущим и ненесущим частям конструкции.

3.8 Узел (joint): Область сопряжения двух или более элементов конструкции.

3.9 Сталежелезобетонный элемент (composite member): Конструктивный элемент с компонентами из бетона и конструкционной или холоднодеформированной стали, объединенных соединением, ограничивающим взаимный продольный сдвиг между бетоном и сталью и отрыв одного компонента от другого.

3.10 Сдвиговое соединение (shear connection): Соединение между бетонным и стальным компонентами сталежелезобетонного элемента, позволяющее рассчитывать оба компонента как части единого конструктивного элемента.

3.11 Сталежелезобетонный каркас (composite frame): Каркас, в котором несколько или все элементы являются сталежелезобетонными, а большинство оставшихся элементов – стальными.

3.12 Конструктивная система (structural system): Взаимное расположение и соединение несущих и конструктивных элементов зданий и сооружений с характерной особенностью совместной работы.

3.13 Критерии расчета (design criteria): Количественные показатели, описывающие условия, которые должны быть выполнены для каждого предельного состояния.

3.14 Прочность (strength): Механическое свойство материала, характеризующее его способность сопротивляться воздействиям и, обычно, выражаемое в единицах механического напряжения.

3.15 Надежность (reliability): Способность сооружения или его конструктивного элемента соответствовать установленным требованиям в течение расчетного срока эксплуатации. Надежность выражается, как правило, в вероятностных величинах.

Примечание – Понятие надежность распространяется на безопасность, эксплуатационную пригодность и долговечность сооружения.

3.16 Изгибная жесткость без трещин в бетоне (un-cracked flexural stiffness):

Жесткость $E_a I_1$ поперечного сечения сталежелезобетонного элемента, где I_1 – момент инерции эффективного сечения, приведенного к стали, вычисленный в предположении, что в растянутом бетоне трещины отсутствуют.

3.17 Изгибная жесткость с трещинами в бетоне (cracked flexural stiffness):

Жесткость $E_a I_2$ поперечного сечения сталежелезобетонного элемента, где I_2 – момент инерции эффективного сталежелезобетонного сечения, приведенного к стали, вычисленный без учета растянутого бетона, но с учетом арматуры.

3.18 Сталежелезобетонная колонна (composite column): Железобетонная колонна с жесткой арматурой.

3.19 Сталежелезобетонная плита (composite slab): Плита перекрытия, в которой стальные профилированные листы используются вначале в качестве несъемной опалубки, затем конструктивно объединяются с бетоном и после его твердения работает как внешняя растянутая арматура.

3.20 Сталежелезобетонный узел (composite joint): Узел сопряжения двух сталежелезобетонных элементов, сталежелезобетонного элемента со стальным или железобетонным элементом.

3.21 Трубобетонные конструкции (structural composite tube): Конструкции, состоящие из стальной оболочки в виде труб круглого либо коробчатого сечений, заполненных бетоном.

4 ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В настоящем пособии приняты следующие обозначения:

A – эффективная площадь сталежелезобетонного поперечного сечения без учета растянутого бетона;

A_a – площадь поперечного сечения стального элемента;

A_c – площадь поперечного сечения бетона;

A_{ct} – площадь поперечного сечения растянутой зоны бетона;

A_{fc} – площадь поперечного сечения сжатой полки (пояса);

A_s – площадь поперечного сечения арматуры;

A_1 – грузовая площадь под фасонкой;

E_a – модуль упругости конструкционной стали;

$E_{c,eff}$ – эффективный модуль упругости бетона;

E_s – расчетное значение модуля упругости арматурной стали;

$(EI)_{eff}$ – эффективная изгибная жесткость при вычислении условной гибкости;

$(EI)_{eff,II}$ – эффективная изгибная жесткость при расчете с учетом эффекта второго порядка;

I – момент инерции эффективного сталежелезобетонного сечения, приведенного к стали вычисленный без учета растянутого бетона;

I_a – момент инерции стального элемента;

I_c – момент инерции сечения бетона без трещин;

I_s – момент инерции сечения стальной арматуры;

I_1 – момент инерции эффективного сталежелезобетонного сечения, приведенного к стали, вычисленный в предположении, что в растянутом бетоне трещины отсутствуют;
 I_2 – момент инерции эффективного сталежелезобетонного сечения, приведенного к стали, без учета растянутого бетона, но с учетом армирования;
 $K_e, K_{e,II}$ – поправочные коэффициенты при расчете сталежелезобетонных колонн;
 K_0 – калибровочный коэффициент при расчете сталежелезобетонных колонн;
 $M_{a,Ed}$ – расчетный изгибающий момент, приложенный к стальному сечению;
 $M_{c,Ed}$ – часть расчетного изгибающего момента, приложенная к сталежелезобетонному сечению;
 $M_{pl,N,Rd}$ – расчетное значение несущей способности сечения по изгибающему моменту в пластической стадии с учетом продольной сжимающей силы;
 $M_{pl,Rd}$ – расчетное значение несущей способности сталежелезобетонного сечения по изгибающему моменту в пластической стадии при полном объединении;
 N – продольное сжимающее усилие;
 $N_{cr,eff}$ – упругая критическая нагрузка на сталежелезобетонную колонну, соответствующая эффективной изгибной жесткости;
 N_{cr} – критическое осевое усилие в упругой стадии;
 N_{c1} – расчетное значение продольного усилия от приложенной нагрузки;
 N_{Ed} – расчетное значение продольного сжимающего усилия;
 $N_{G,Ed}$ – расчетное значение постоянной части продольного сжимающего усилия;
 $N_{pl,Rd}$ – расчетное значение несущей способности сталежелезобетонного сечения по осевой сжимающей силе в пластической стадии;
 $N_{pl,Rk}$ – нормативное значение несущей способности сталежелезобетонного сечения по осевой сжимающей силе в пластической стадии;
 $N_{pm,Rd}$ – расчетное значение несущей способности бетона по осевой сжимающей силе;
 N_s – расчетное значение несущей способности стальной арматуры по осевой силе в пластической стадии;
 N_{sd} – расчетное значение несущей способности стальной арматуры по осевой растягивающей силе в пластической стадии;
 $V_{a,Ed}$ – расчетное значение сдвигающей силы, действующей на стальное сечение;
 $V_{b,Rd}$ – расчетное значение несущей способности стальной стенки на устойчивость при сдвиге;
 V_{Ed} – расчетное значение сдвигающей силы, действующей на сталежелезобетонное сечение;
 $V_{l,Rd}$ – расчетное значение несущей способности на сдвиг;
 d – наружный диаметр круглой трубы; минимальный поперечный размер колонны;
 e – эксцентриситет приложения нагрузки;
 f_{cd} – расчетное значение цилиндрической прочности бетона на сжатие;
 f_{ck} – характеристическое значение цилиндрической прочности бетона на сжатие в возрасте 28 сут;
 f_{sd} – расчетное значение предела текучести арматурной стали;
 f_{sk} – характеристическое значение предела текучести арматурной стали;
 f_u – заданное значение временного сопротивления на растяжение;

f_y – номинальное значение предела текучести конструкционной стали;
 f_{yd} – расчетное значение предела текучести конструкционной стали;
 w_k – расчетное значение ширины раскрытия трещины;
 α_M – коэффициент, касающийся изгиба сталежелезобетонной стойки;
 α_{My}, α_{Mz} – коэффициент, относящийся к изгибу сталежелезобетонной колонны относительно осей у-у и z-z соответственно;
 γ_c – частный коэффициент безопасности для бетона;
 γ_{M0} – частный коэффициент безопасности для конструкционной стали при расчете несущей способности поперечных сечений, см. СН РК EN 1993-1-1:2005/2011 (6.1(1));
 γ_{M1} – частный коэффициент безопасности для конструкционной стали при расчете несущей способности элементов по устойчивости, см. СН РК EN 1993-1-1:2005/2011 (6.1(1));
 γ_s – частный коэффициент безопасности для арматурной стали;
 δ_{uk} – характеристическое значение деформации сдвига;
 ε – $\sqrt{235 / f_y}$ где f_y в МПа;
 η – степень использования сдвигового соединения; коэффициент;
 η_a, η_{a0} – коэффициенты, учитывающие влияние обжатия бетона;
 $\eta_c, \eta_{co}, \eta_{cL}$ – коэффициенты, учитывающие влияние обжатия бетона;
 $\bar{\lambda}$ – условная гибкость;
 ρ_s – коэффициент армирования;
 $\sigma_{com,c,Ed}$ – осевое сжимающее напряжение в бетоне замоноличивания от действия расчетной продольной силой;
 τ_{Rd} – расчетная прочность на сдвиг;
 φ – коэффициент ползучести.

5 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ

5.1 Общая характеристика трубобетона

5.1.1 Металлическая труба в трубобетоне выполняет одновременно функции продольного и поперечного армирования. Из-за ограничения поперечных деформаций бетонного ядра в нем развивается всестороннее сжатие, препятствующее развитию микротрещин и увеличивающее прочность.

5.1.2 Трубобетонные элементы следует выполнять круглого либо квадратного сечения (Рисунок 5.1). Элементы с прямоугольными поперечными сечениями менее рациональны, поскольку из-за высокой деформативности металлических стенок в них невозможно эффективно использовать прочностные свойства объемно сжатого бетонного ядра.

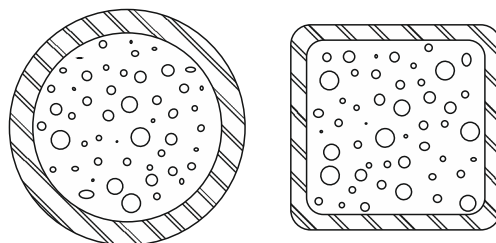


Рисунок 5.1 – Сечения трубобетонных элементов [7]

5.1.3 Трубобетонные элементы обладают повышенной жесткостью на кручение по сравнению с элементами незамкнутого сечения, а также повышенной надежностью, обусловленной пластическим характером работы в предельном состоянии, что исключает опасность внезапного разрушения конструкции.

5.1.4 Трубобетонные элементы характеризуются высокой стойкостью к сейсмическим и ударным воздействиям, повышенной огнестойкостью по сравнению с металлическими конструкциями - например, для сечений диаметром 400 мм - 500 мм она может составлять 2,5 часа без использования огнезащитных покрытий.

5.1.5 Скорость возведения каркаса здания из трубобетона в 3 - 4 раза выше, чем из железобетона, а объемы сварочных работ сокращаются в 2 - 3 раза. Стальная труба во время возведения здания выполняет роль первичного каркаса здания и несъемной опалубки для бетона.

5.1.6 Применение трубобетона позволяет уменьшить расход стали и бетона (по сравнению с металлическими конструкциями экономия стали может достигать 50 %, а масса трубобетонных конструкций по сравнению с железобетонными уменьшается до 80 %), сократить сроки монтажа каркаса здания в 1,5 - 2 раза, снизить себестоимость возведения каркасов зданий и сооружений до 25 % - 30 %.

5.1.7 По сравнению с железобетоном трубобетонные конструкции более индустриальные при изготовлении и монтаже. Они более легки и транспортабельны, лучше противостоят механическим повреждениям, обладают более высокими эстетическими свойствами. Трубобетонные конструкции можно изготавливать как в заводских условиях, так и на строительной площадке.

5.2 Материалы

5.2.1 Бетон

5.2.1.1 Для изготовления трубобетонных конструкций следует использовать бетоны классов прочности не ниже C20/25 и не выше C60/75. Значения прочностных и других механических параметров обычного бетона следует принимать в соответствии с Таблицей 3.1 СН РК EN 1992-1-1:2004/2011.

5.2.1.2 Поскольку заполнение стальной трубы бетонной смесью может осуществляться как методом заливки сверху, так и закачиванием снизу, бетонная смесь должна быть литой с подвижностью 20 см - 25 см в соответствии со стандартом EN 206-1.

5.2.1.3 В соответствии с СН РК EN 1992-1-1:2004/2011 частный коэффициент безопасности для бетона следует принимать равным 1,5 для постоянной и переходной расчетной ситуации и 1,2 для аварийной расчетной ситуации.

5.2.1.4 В сжатых трубобетонных сечениях требования к прочности бетона на растяжение могут не предъявляться.

5.2.1.5 Поскольку в трубобетонных конструкциях круглого сечения бетон работает в условиях многоосного сжатия, то в соответствии с п. 6.7.3.2(б) СН РК EN 1994-1-1:2005/2011 в расчетах может быть учтено его упрочнение. Оболочка металлической трубы при этом кроме сжатия испытывает растяжение в вертикальных сечениях (Рисунок 5.2). Величина эффекта обоймы обратно пропорциональна прочности бетона на сжатие, значению гибкости трубобетонного элемента, относительного эксцентриситета приложения нагрузки и поверхности соприкосновения бетона с трубой [2].

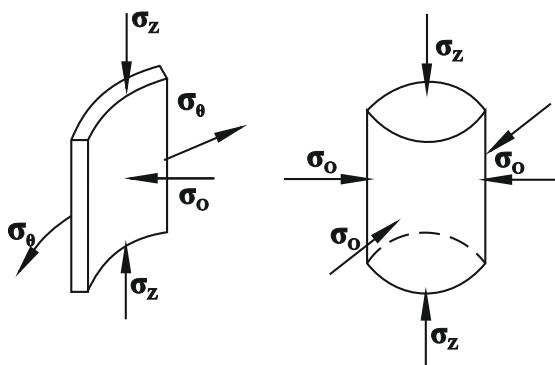


Рисунок 5.2 - Многоосное сжатие бетона в круглой металлической трубе [9]

5.2.1.6 При проверке предельных состояний трубобетонных конструкций по устойчивости необходимо учитывать эффекты от ползучести и усадки бетона. В большинстве случаев эти эффекты рассматриваются от действия постоянных нагрузок. В результате ползучести бетона в процессе длительного периода нагружения происходит перераспределение внутренних усилий между бетонным ядром и стальной трубой: усилия в трубе возрастают, а в бетоне уменьшаются. Несмотря на то, что деформации ползучести в стальной обойме меньше, чем в обычном железобетоне, их значения необходимо определять в соответствии с указаниями норм СН РК EN 1992-1-1:2004/2011.

5.2.1.7 Полная относительная деформация усадки бетона состоит из относительной деформации усадки при высыхании ε_{cd} и относительной деформации усадки ε_{cs} при твердении бетона. Приближенные значения полной деформации свободной усадки обычного бетона в расчетах можно принять $\varepsilon_{cs} = 325 \times 10^{-6}$ в условиях сухой среды и $\varepsilon_{cs} = 200 \times 10^{-6}$ для других условий.

5.2.1.8 Усадка бетона, твердеющего в стальной трубе, существенно меньше усадки бетона, твердеющего на воздухе. При твердении бетона в замкнутой обойме происходит его набухание во всех направлениях, причем в дальнейшем поперечные деформации сохраняются в течение многих лет. На величину усадки влияет диаметр стальной трубы и толщина ее стенки, а также вид цемента.

5.2.1.9 Следствием заметной усадки бетона может быть нарушение сцепления между ним и внутренней поверхностью трубы. Образование полости между бетонным сердечником и трубой приводит к нарушению совместности их работы. Кроме того, внутренняя поверхность трубы может подвергаться неконтролируемой коррозии, что в результате приведет к снижению долговечности и несущей способности трубобетонной конструкции. Это явление особенно характерно для трубобетонных конструкций больших диаметров. Для устранения этого недостатка следует использовать экспансивные (самонапрягающиеся) бетоны, длительное компрессионное уплотнение бетонной смеси и другие методы [1].

5.2.1.10 Твердение бетона в трубе может осуществляться как при естественных условиях, так и при тепловлажностной обработке.

5.2.1.11 К трубобетонным конструкциям по морозостойкости должны предъявляться те же требования, что и к обычным железобетонным конструкциям.

5.2.2 Конструкционная сталь

5.2.2.1 Для изготовления трубобетонных конструкций могут быть использованы следующие виды стальных труб круглого сечения:

- электросварные со спиральным швом диаметром до 1200 мм по ГОСТ 8696-74;
- электросварные прямошовные диаметром до 1600 мм по ГОСТ 10704-91;
- безшовные горячекатаные диаметром до 820 мм по ГОСТ 8732-78.

5.2.2.2 Сортамент наиболее применяемых в отечественном строительстве труб прямоугольного, квадратного и круглого сечений приведен в Приложении В настоящего пособия, а в Приложении Г - труб прямоугольного и круглого сечений, выпускаемых европейскими производителями.

5.2.2.3 Предпочтение следует отдавать электросварным трубам, которые отличаются повышенной точностью толщины стенки, диаметра и овальности. Наиболее экономичными являются спиральные сварные стальные трубы, стоимость которых составляет 40 % - 50 % стоимости таких же бесшовных труб. Трубы для тяжелонагруженных трубобетонных конструкций следует применять из низколегированных сталей, обладающих повышенными механическими характеристиками.

5.2.2.4 Характеристики свойств конструкционной горячекатаной стали и стали для конструктивных элементов замкнутого профиля следует принимать в соответствии с Таблицей 3.1 СН РК EN 1993-1-1:2005/2011. Характеристики других марок сталей могут быть приведены в национальном приложении.

5.2.2.5 Номинальные значения предела текучести и временного сопротивления для конструкционной стали, равные $f_y = R_{eh}$ и $f_u = R_m$, могут также приниматься по данным заводов-изготовителей либо поставщиков, что должно оговариваться в национальном приложении. При этом в соответствии с СН РК EN 1993-1-1:2005/2011 (3.2.2) сталь должна удовлетворять требованиям к пластичности, характеризуемой следующими параметрами:

– отношением минимального значения временного сопротивления на растяжение f_u к минимальному значению предела текучести f_y (рекомендуемые значения принимаются $f_u/f_y > 1,1$ либо по национальному приложению);

– предельной деформацией ε_u , соответствующей временному сопротивлению f_u (рекомендуемое значение $\varepsilon_u > 15f_y/E$ либо принимается по национальному приложению);

– относительное удлинение после разрыва образца длиной 5,65 $(A_0)^{0,5}$, где A_0 - начальная площадь поперечного сечения (рекомендуемое значение относительного удлинения не менее 15 % либо принимается по национальному приложению).

5.2.2.6 В соответствии с СН РК EN 1993-1-10:2005/2011 сталь должна иметь достаточную ударную вязкость, исключаящую хрупкое разрушение растянутых и сжатых элементов при самой низкой температуре эксплуатации в пределах расчетного срока службы конструкции. Значение самой низкой температуры приведено в национальном приложении.

5.2.2.7 В соответствии с СН РК EN 1993-1-1:2005/2011 (3.2.6) для конструкционных сталей в расчетах следует принимать следующие значения физических характеристик:

- модуль упругости $E = 210000$ МПа;
- модуль сдвига $G = 81000$ МПа;
- коэффициент Пуассона, равный 0,3.

5.2.2.8 В соответствии с СН РК EN 1994-1-1:2004/2011 при определении усилий, напряжений и деформаций от температурных перепадов в сталежелезобетонных конструкциях коэффициент линейного термического расширения принимается равным $10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

5.2.3 Арматура

5.2.3.1 Характеристики свойств арматурной стали следует принимать в соответствии с СН РК EN 1992-1-1:2004/2011 (Приложение С) либо по национальным приложениям.

5.2.3.2 При проверке предельных состояний по несущей способности коэффициенты безопасности γ_s для арматуры принимаются $\gamma_s = 1,15$ для постоянной и переходной расчетных ситуаций и $\gamma_s = 1,0$ для аварийной расчетной ситуации. Усталостная прочность арматуры проверяется в соответствии с СТ РК EN 10080.

5.2.3.3 Для трубобетонных конструкций расчетное значение модуля упругости арматуры можно принимать равным его значению для конструкционной стали, который в соответствии с СН РК EN 1993-1-1:2005/2011 равен $E_s = 210000$ МПа.

5.2.4 Соединительные элементы

Для обеспечения надежной совместной работы бетона с трубой следует использовать соединительные элементы (см. Б.1.8).

Расчетная несущая способность соединений должна удовлетворять требованиям, приведенным в СН РК EN 1993-1-8:2005/2011 и в СН РК EN 1993-1-1:2005/2011. Требования к крепежным изделиям и сварочным материалам приводятся в СН РК EN 1993-1-8:2005/2011.

5.3 Напряженно-деформированное состояние трубобетона

5.3.1 В трубобетоне от начала нагружения и до разрушения имеют место несколько стадий напряженно-деформированного состояния. При небольших нагрузках стальная труба деформируется упруго. С возрастанием нагрузки в бетоне появляются пластические деформации, характеризующиеся образованием микротрещин и увеличением давления на стенку трубы от поперечных деформаций. При дальнейшем увеличении нагрузки продольные напряжения в трубе достигают предела текучести, что приводит к потере несущей способности трубобетонного элемента. В локальных зонах бетонного ядра образуется критическое число микротрещин и прочность его сцепления со стальной трубой нарушается, вследствие чего последняя теряет местную устойчивость. Экспериментально установлено, что короткий центрально сжатый трубобетонный элемент с достаточно большой толщиной стенки трубы практически невозможно разрушить: элемент деформируется в «гармошку» при возрастании нагрузки.

5.3.2 Трубобетонные элементы, подвергаемые действию продольной сжимающей силы, независимо от эксцентриситета, считаются сжатыми. При этом случайный эксцентриситет от неучтенных факторов должен суммироваться с эксцентриситетом продольного усилия, определяемого из расчета.

5.3.3 Расчетные длины трубобетонных элементов должны приниматься с учетом способа их закрепления на концах как для металлических конструкций.

5.3.4 В трубобетонных элементах на их несущую способность исключительное влияние оказывают гибкость и эксцентриситет приложения нагрузки. Как показывают исследования, во внецентренно нагруженных трубобетонных элементах высота сжатой зоны с ростом нагрузки не увеличивается. Она главным образом зависит от величины эксцентриситета (Рисунок 5.3).

5.3.5 При больших эксцентриситетах разрушающая нагрузка трубобетонных элементов приближается к несущей способности традиционных внецентренно сжатых железобетонных элементов либо стальных труб [2].

5.3.6 С увеличением гибкости и эксцентриситета приложения сжимающей нагрузки эффективность трубобетонных конструкций снижается. Наибольший эффект достигается при гибкости l/d меньшей 20 и когда нагрузка приложена в пределах ядра сечения. В результате экспериментально-теоретических исследований установлено, что зависимость коэффициента продольного изгиба при гибкости $l/d = 10 - 40$ близка к прямолинейной [2].

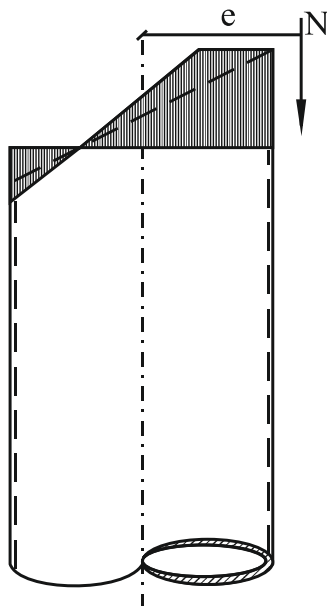


Рисунок 5.3 – Напряженное состояние внецентренно загруженного трубобетонного элемента [1]

5.4 Методы расчета

5.4.1 Трубобетонные конструкции должны быть рассчитаны так, чтобы они были способны с соответствующей надежностью противостоять всем воздействиям, которые предвидятся в период строительства и эксплуатации, и обладать долговечностью на проектируемый срок службы здания или сооружения.

5.4.2 Расчет на прочность и устойчивость необходимо проводить на все сочетания нагрузок и воздействий. При этом с учетом невыгодных сочетаний нагрузок и воздействий должны быть рассмотрены самые неблагоприятные случаи работы конструкции при ее изготовлении, транспортировке, монтаже и эксплуатации.

5.4.3 Усилия, возникающие в трубобетонных конструкциях следует определять по правилам строительной механики, как для однородного упругого тела.

5.4.4 Расчет трубобетонных элементов на прочность с учетом продольного изгиба должен производиться с учетом неблагоприятного влияния длительного воздействия всей постоянной и части временной нагрузок. Разграничение временной нагрузки на длительно действующую и кратковременную приводится в СН РК EN 1990:2002+A1:2005/2011. Влияние динамической нагрузки необходимо учитывать в соответствии с рекомендациями СН РК EN 1991-1-1:2002/2011.

5.4.5 В практике проектирования в соответствии с СН РК EN 1994-1-1:2004/2011 (6.7.2 и 6.7.3) могут применяться следующие методы расчета:

- общий метод для элементов с несимметричными или переменными по длине колонн поперечными сечениями;
- упрощенный метод для наиболее распространенных элементов с постоянными по длине поперечными сечениями и имеющими две оси симметрии.

5.4.6 Условиями применения упрощенного метода являются (п.6.7.3.1 СН РК EN 1994-1-1:2004/2011):

- величина условной гибкости элемента в плоскости изгиба должна быть $\bar{\lambda} \leq 2,0$;
- продольное армирование, которое может быть принято в расчете, не должно превышать 6 % площади сечения бетона (п.6.7.3.1(3) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011);
- трубобетонный элемент должен иметь постоянное по длине сечение с двумя осями симметрии.

5.4.7 В соответствии с СН РК EN 1994-1-1:2004/2011 расчет сталежелезобетонных сжатых элементов любого поперечного сечения должен включать следующие проверки:

- несущей способности элемента;
- местной устойчивости;
- несущей способности на сдвиг между стальными и бетонными элементами;
- прочности в местах передачи нагрузок.

6 РАСЧЕТ СЖАТЫХ ТРУБОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

6.1 Расчет на общую устойчивость

6.1.1 [6.7.3.2] Несущая способность трубобетонного сечения на сжатие в пластической стадии $N_{pl,Rd}$ следует определять как сумму несущих способностей стали, бетона и арматуры по Формуле (6.30) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011:

$$N_{pl,Rd} = A_a \cdot f_{yd} + 0,85 \cdot A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{sd}, \quad (6.1)$$

где A_a , A_c , A_s – площади поперечных сечений конструкционной стали, бетона и арматуры;

f_{yd} , f_{cd} , f_{sd} – расчетные сопротивления конструкционной стали, бетона и арматуры.

Для труб круглого сечения согласно СН РК EN 1994-1-1:2004/2011 (6.7.3.2(6)) при определении $N_{pl,Rd}$ можно учесть упрочнение бетона вследствие его объемного напряженного состояния в трубе.

6.1.2 [6.7.3.3(2)] При расчетах на устойчивость одним из определяющих параметров является условная гибкость колонн $\bar{\lambda}$, которая для рассматриваемой плоскости изгиба следует определять по Формуле (6.39) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{N_{pl,Rk}}{N_{cr}}}, \quad (6.2)$$

где $N_{pl,Rk}$ – характеристическое значение несущей способности на сжатие в пластической стадии, определяемое из Формулы (6.1), в котором вместо расчетных используются характеристические значения сопротивлений;

N_{cr} – упругая критическая продольная сила для соответствующей формы потери устойчивости, определяемая с учетом эффективной изгибной жесткости $(EI)_{eff}$.

6.1.3 [6.7.3.3(3)] Эффективную изгибную жесткость трубобетонного сечения следует определять из Формуле (6.40) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011:

$$(EI)_{\text{eff}} = E_a I_a + E_s I_s + K_e E_{\text{cm}} I_c, \quad (6.3)$$

где $K_e = 0,6$ – поправочный коэффициент;

I_a , I_c и I_s – соответственно моменты инерции стального сечения, бетона без трещин и арматуры для рассматриваемой плоскости изгиба.

6.1.4 [6.7.3.3(4)] Влияние длительных воздействий на эффективную изгибную жесткость в упругой стадии следует учитывать путем редукции модуля упругости бетона E_{cm} по Формуле (6.41) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011:

$$E_{\text{c,eff}} = E_{\text{cm}} \cdot \frac{1}{1 + (N_{\text{G,Ed}} / N_{\text{Ed}}) \cdot \varphi_t}, \quad (6.4)$$

где φ_t – коэффициент ползучести;

N_{Ed} – суммарное расчетное продольное усилие;

$N_{\text{G,Ed}}$ – постоянная часть продольного усилия.

6.1.5 [6.7.3.4(2)] При проверке сжатых трубобетонных элементов на устойчивость внутренние усилия следует определять с использованием статического расчета второго порядка. При этом расчетная эффективная изгибная жесткость вычисляется по Формуле (6.42) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011:

$$(EI)_{\text{eff,II}} = K_o \cdot (E_a I_a + E_s I_s + K_{e,II} E_{\text{cm}} I_c), \quad (6.5)$$

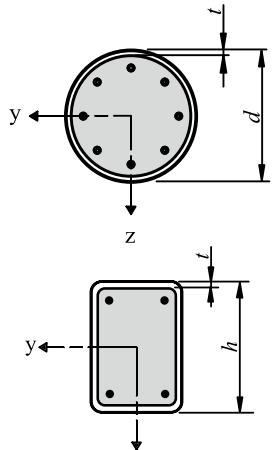
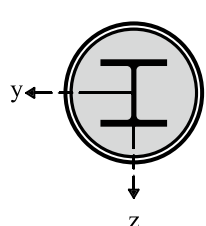
где $K_{e,II} = 0,5$ – поправочный коэффициент;

$K_o = 0,9$ – калибровочный коэффициент;

E_{cm} – модуль упругости бетона, который при учете длительных воздействий корректируется с учетом ползучести бетона в соответствии с Формулой (6.4).

6.1.6 Влияние геометрических и конструктивных несовершенств в расчетах трубобетонных элементов можно учесть, заменяя их эквивалентными геометрическими характеристиками (Таблица 6.1).

Таблица 6.1 - Кривые потери устойчивости и несовершенства для трубобетонных элементов (п.6.7.3.6 СН РК EN 1994-1-1:2004/2011)

Поперечное сечение	Пределы	Потеря устойчивости относительно оси	Кривая потери устойчивости	Несовершенство элемента
Круглое и прямоугольное 	$\rho_s \leq 3 \%$	Любая	a	L/300
	$3 \% < \rho_s \leq 6 \%$	Любая	b	L/200
Круглое с двутавровым сердечником 		y-y	b	L/200
		z-z	b	L/200
ρ_s – коэффициент армирования, равный A_s/A_c ; L – длина колонны.				

6.1.7 [6.7.3.4(5)] Несовершенства по длине трубобетонных элементов могут быть учтены умножением наибольшего расчетного изгибающего момента, определяемого расчетом первого порядка M_{Ed} на коэффициент k по Формуле (6.43) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011:

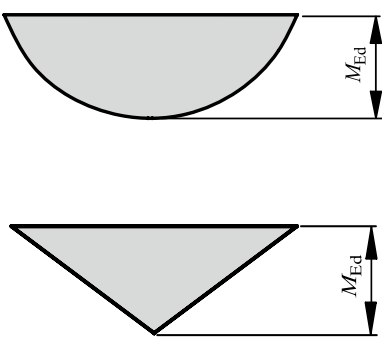
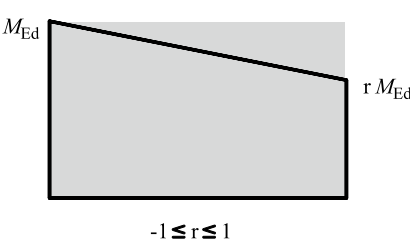
$$k = \frac{\beta}{1 - N_{Ed} / N_{cr,eff}} \geq 1,0, \quad (6.6)$$

где β – коэффициент, приведенный в Таблице 6.2;

$N_{cr,eff}$ – критическая продольная сила относительно рассматриваемой оси, соответствующая эффективной изгибной жесткости $(EI)_{eff,II}$ и эффективной длине равной длине колонны.

Эффекты второго порядка можно не рассматривать, если внутренние усилия, вызванные деформациями, определяемыми расчетами первого порядка, увеличиваются менее чем на 10 %, а упругая критическая нагрузка определяется с использованием изгибной жесткости $(EI)_{eff,II}$ из Формулы 6.5.

Таблица 6.2 – Коэффициенты β для определения моментов с учетом эффектов второго порядка (п.6.7.3.5 СН РК EN 1994-1-1:2004/2011)

Эпюра моментов	Коэффициенты приведения эпюры момента β	Примечание
	Изгибающие моменты первого порядка, обусловленные несовершенствами элемента или поперечной нагрузкой, $\beta = 1,0$	M_{Ed} – максимальный изгибающий момент по длине колонны без учета эффектов второго порядка
	Моменты на концах колонны: $\beta = 0,66 + 0,44r$, но $\beta \geq 0,44$	M_{Ed} и $r M_{Ed}$ – моменты на концах колонны из статического расчета первого или второго порядка

6.1.8 [6.7.3.5(2)] Несущая способность трубобетонного элемента по устойчивости при осевом сжатии относительно обеих осей симметрии сечения считается обеспеченной, если выполняется следующее условие:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi N_{pl,Rd}} \leq 1,0, \quad (6.7)$$

где N_{Ed} – расчетное сжимающее усилие;

$N_{pl,Rd}$ – несущая способность сечения в пластической стадии, определяемая по Формуле (6.1) с использованием f_{yd} ;

χ – понижающий коэффициент, определяемый как функция условной гибкости $\bar{\lambda}$ и соответствующей кривой потери устойчивости (Таблица 6.1). Его значения находятся по формулам, приведенным в СН РК EN 1993-1-1:2005/2011 (6.3.1.2).

6.1.9 [6.7.3.6(1)] При совместном действии сжимающего усилия и изгибающего момента несущая способность сталежелезобетонного элемента должна удовлетворять условию по Формуле (6.45) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,N,Rd}} = \frac{M_{Ed}}{\mu_d M_{pl,Rd}} \leq \alpha_M, \quad (6.8)$$

где M_{Ed} – максимальный расчетный изгибающий момент, вычисляемых с учетом геометрических несовершенств и эффектов второго порядка;

$M_{pl,Rd}$ – несущая способность сечения на изгиб в пластической стадии;

$M_{pl,N,Rd}$ – несущая способность сталежелезобетонного сечения на изгиб в пластической стадии с учетом влияния продольной силы N_{Ed} (равная $\mu_d M_{pl,Rd}$ согласно Рисунку 6.1);

α_M – коэффициент, принимаемый равным 0,9 для сталей марок от S235 до S355 и 0,8 для сталей марок от S420 до S460.

6.1.10 Коэффициент $\mu_d = \mu_{dy}$ или μ_{dz} зависит от несущей способности на изгиб в пластической стадии $M_{pl,Rd}$ в рассматриваемой плоскости изгиба (Рисунок 6.1). Значения $\mu_d > 1,0$ принимаются в случае, если изгибающий момент M_{Ed} вызван действием продольной силы N_{Ed} , например, при ее внецентренном приложении.

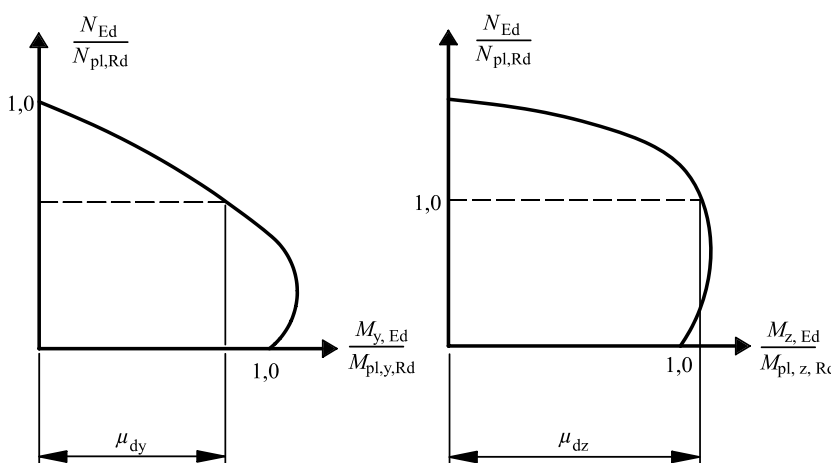


Рисунок 6.1 - Кривые взаимодействия при сжатии и косом изгибе (п.6.7.3.6(2) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011)

6.1.11 [6.7.3.7(2)] При внецентренном сжатии в двух плоскостях, вызывающем косой изгиб, несущая способность колонны должна удовлетворять условиям по Формулам (6.46-6.47) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011:

$$\frac{M_{y,Ed}}{\mu_{dy} M_{pl,y,Rd}} \leq \alpha_{M,y} \frac{M_{z,Ed}}{\mu_{dz} M_{pl,z,Rd}} \leq \alpha_{M,z} \quad (6.9)$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{\mu_{dy} M_{pl,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{\mu_{dz} M_{pl,z,Rd}} \leq 1,0, \quad (6.10)$$

где $M_{pl,y,Rd}$ и $M_{pl,z,Rd}$ – несущая способность сталежелезобетонного сечения на изгиб в пластической стадии соответственно в плоскостях изгиба y и z ;

$M_{y,Ed}$ и $M_{z,Ed}$ – максимальные расчетные изгибающие моменты, определяемые с учетом эффектов второго порядка и несовершенств;

μ_{dy} и μ_{dz} – коэффициенты определяемые по Рисунок 6.1;

$\alpha_M = \alpha_{M,y}$ и $\alpha_M = \alpha_{M,z}$ – коэффициент принимаемый равным 0,9 для сталей марок от S235 до S355 и 0,8 для сталей марок от S420 до S460.

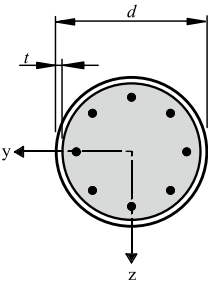
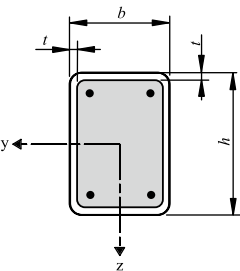
6.1.12 Для сталежелезобетонных сжатых элементов, подверженных действию изгибающих моментов и осевых сил, возникающих в результате независимых друг от друга воздействий, частный коэффициент безопасности γ_F для внутренних усилий, которые приводят к повышению несущей способности, следует уменьшить на 20 %. При этом внутренние усилия следует определять с помощью упруго-пластического расчета. В нелинейном расчете необходимо использовать зависимости между напряжениями и деформациями для сжатого бетона, арматурной и конструкционной стали, соответственно приведенные в СН РК EN 1992-1-1:2004/2011 и СН РК EN 1993-1-1:2005/2011.

6.1.13 Для каркасов со стальными колоннами их устойчивость может быть определена с помощью проверок отдельных элементов, используя их приведенную длину, в соответствии с СН РК EN 1993-1-1:2005/2011.

6.2 Проверка местной устойчивости

6.2.1 Влияние местной устойчивости на несущую способность колонн не учитывается для сечений, в которых гибкость стенок труб не превышает значений, указанных в Таблице 6.3. В противном случае учет местной устойчивости следует осуществлять в соответствии с СН РК EN 1993-1-1:2005/2011 (6.3.1).

Таблица 6.3 - Максимальные значения гибкостей (d/t) и (h/t) при которых не требуется проверка местной устойчивости стальных элементов в сталежелезобетонных колоннах (п.6.7.1(9) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011)

Поперечное сечение	(d/t) и (h/t)
<p>Круглая труба</p> 	$\max(d/t) = 90 \cdot \frac{235}{f_y}$ <p>f_y в МПа</p>
<p>Прямоугольная труба</p> 	$\max(h/t) = 52 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_y}}$ <p>f_y в МПа</p>

6.3 Локальное приложение нагрузки

6.3.1 Возможны три варианта передачи нагрузки на трубобетонную конструкцию (Рисунок 6.2):

- на бетон и стальную оболочку одновременно;
- только на стальную оболочку;
- только на бетон.

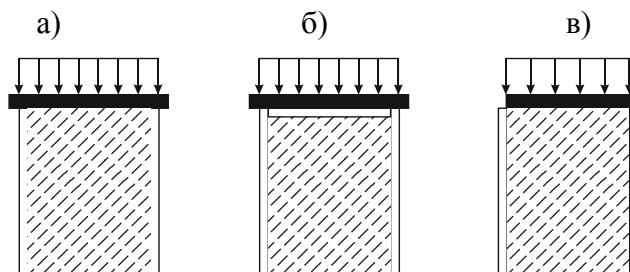


Рисунок 6.2 - Нагружение заполненной бетоном трубы

6.3.2 В местах приложения нагрузок к колоннам необходимо обеспечить передачу продольных сдвигающих усилий между сталью и бетоном. С этой целью может использоваться сцепление между сталью и бетоном либо специальные соединительные элементы. Последние не требуются, если касательные напряжения на контакте стали и бетона не превышают следующих значений:

- $\tau_{Rd} = 0,55$ МПа для заполненных бетоном круглых труб;
- $\tau_{Rd} = 0,40$ МПа для заполненных бетоном прямоугольных труб.

6.3.3 Если нагрузки приложены только к железобетонному сечению, то следует принимать значения усилий, полученные из расчета в упругой стадии с учетом ползучести и усадки. В противном случае, усилия по контакту следует определять в упругой стадии или с привлечением теории пластичности. При этом касательные напряжения, вызванные действием продольной силы, можно определять при допущении, что длина рассматриваемого участка сдвига не превышает двойной высоты сечения колонны и 1/3 ее длины, а касательные напряжения на этом участке распределены равномерно.

6.3.4 [6.7.4.2(6)] В случае, когда бетон заполнения в колоннах трубчатого сечения загружен частично (Рисунок 6.3), то расчетная прочность бетона $\sigma_{c,Rd}$ на местное сжатие определяется по Формуле (6.48) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011:

$$\sigma_{c,Rd} = f_{cd} \cdot \left(1 + \eta_{cL} \cdot \frac{t}{a} \cdot \frac{f_y}{f_{ck}} \right) \cdot \sqrt{\frac{A_c}{A_1}} \leq \frac{A_c \cdot f_{cd}}{A_1} \leq f_{yd}, \quad (6.11)$$

где t – толщина стенки стальной трубы;

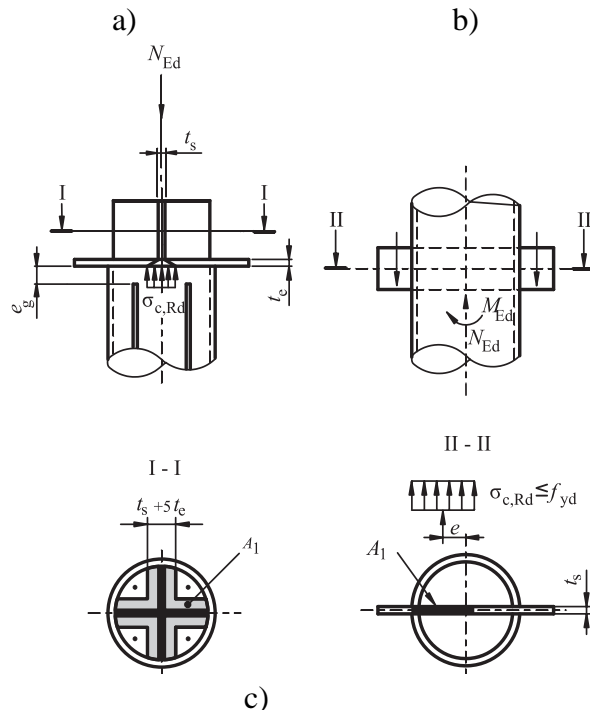
a – диаметр трубы или ширина замкнутого профиля квадратного сечения;

A_c – площадь поперечного сечения бетона;

A_1 – площадь сечения бетона, воспринимаемого нагрузку (площадь под фасонкой в соответствии с Рисунком 6.3);

$\eta_{cL} = 4,9$ для круглых стальных труб и $\eta_{cL} = 3,5$ для квадратных сечений.

При этом отношение A_c/A_1 не должно превышать 20.



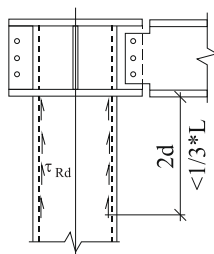


Рисунок 6.3 - Местное нагружение заполненного бетоном трубчатого сечения (L - высота колонны) (п.6.7.4.2(6) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011)

6.3.5 В трубобетонных элементах при расчете сечений в зоне анкеровки продольной арматуры ее учет допускается при условии, что зазор e_g между арматурой и торцевой пластиной не превышает 30 мм и не требуется проверка на усталость. При этом поперечное армирование должно соответствовать требованиям СН РК EN 1992-1-1:2004/2011.

6.3.6 При действии поперечной нагрузки и/или изгибающих моментов, приложенных к концам колонны, необходимо проверять сдвигающие усилия по контакту бетона со стальными элементами. При этом контактные касательные напряжения определяются в упругой стадии по формулам сопротивления материалов как для составных сечений, с учетом долговременных эффектов и трещинообразования в бетоне.

6.3.7 Сварные швы между косынками и стальными полыми сечениями должны проектироваться согласно СН РК EN 1993-1-8:2005/2011 (Раздел 4).

ПРИМЕР 1

Дано:

Запроектировать колонну высотой $H=3,0$ м, выполненную из стальной трубы, заполненной бетоном. Колонна нагружена осевым усилием $N_G = 1100$ кН от постоянной нагрузки и осевым усилием $N_Q = 800$ кН от временной нагрузки. Сечение проектируемой колонны приведено на Рисунке 6.4.

Материал трубы сталь марки S 235 (в соответствии с EN 10025-2) со следующими механическими характеристиками $f_y = 235$ МПа, $f_u = 360$ МПа, $E = 210000$ МПа.

Бетон класса C20/25 в соответствии с СН РК EN 1992-1-1:2004/2011 ($f_{ck} = 20$ МПа, $f_{cd} = 13,3$ МПа, $E_{cm} = 30000$ МПа) армирован стержнями диаметр $d = 10$ мм в количестве 6 штук из стали марки S 275. Оси стержней расположены на расстоянии $a = 3$ см от внутренней поверхности трубы.

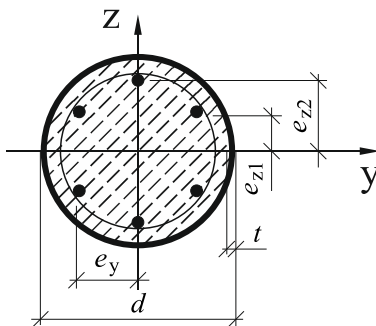


Рисунок 6.4 - Поперечное сечение сталежелезобетонной колонны круглого сечения

Расчет:

Приняты следующие параметры сечения: труба электросварная прямошовная по ГОСТ 10704-91 диаметром $d=240$ мм и толщиной стенки $t=10$ мм.

Геометрические параметры сталежелезобетонного сечения:

Площадь сечения трубы

$$A_a = 72 \text{ см}^2.$$

Площадь сечения арматуры:

$$A_a = 4,71 \text{ см}^2.$$

Определяем геометрические характеристики сечения.

Площадь сечения бетона:

$$A_c = \pi d^2 / 4 - A_a - A_a = 3,14 \times 24^2 / 4 - 72 - 4,71 = 375,5 \text{ см}^2.$$

Момент инерции трубы:

$$J_a = 4785 \text{ см}^4.$$

Момент инерции арматуры:

$$J_s = 4 A_s (e_y)^2 / 6 = 4 \times 4,71 \times 6^2 / 6 = 113 \text{ см}^4.$$

Момент инерции бетона:

$$J_c = \pi (d - 2t)^4 / 64 - J_s = 3,14 \times (24 - 2 \times 1,0)^4 / 64 - 113 = 11380 \text{ см}^4.$$

Процент армирования:

$$\rho = A_s / A_c = 4,71 / 375,5 = 0,0125 = 1,25 \text{ \%}.$$

Определяем несущую способность сталежелезобетонного сечения:

$$\begin{aligned} N_{pl,Rd} &= A_a f_{yd} + 0,85 A_c f_{cd} + A_s f_{sd} = \\ &= 72 \times 10^{-4} \times 235 \times 10^3 + 0,85 \times 375,5 \times 10^{-4} \times 13,3 \times 10^3 + 4,71 \times 10^{-4} \times 275 \times 10^3 = 2246 \text{ кН}. \end{aligned}$$

Влияние длительных воздействий на изгибную жесткость сечения учитываем путем корректировки модуля упругости бетона с помощью коэффициента ползучести $\varphi_t = 2,0$.

$$E_c = E_{cm} / (1 + \varphi_t N_G / N) = 30 / (1 + 2,0 \times 1100 / 1900) = 13,9 \text{ ГПа} = 13,9 \times 10^6 \text{ кН/м}^2,$$

где $N = N_G + N_Q = 1100 + 800 = 1900 \text{ кН}$ - суммарное расчетное осевое усилие.

Определяем приведенное значение изгибной жесткости сечения:

$$\begin{aligned} (EJ)_{\text{eff}} &= E_a J_a + E_s J_s + 0,6 E_c J_c = 210 \times 10^6 \times 2421 \times 10^{-8} + 210 \times 10^6 \times 977 \times 10^{-8} + 0,6 \times \\ &\times 13,9 \times 10^6 \times 11380 \times 10^{-8} = 11234 \text{ кН} \cdot \text{м}^2. \end{aligned}$$

По условиям задачи узлы сопряжения колонны с фундаментом и перекрытием запроектированы так, чтобы они не передавали изгибающие моменты (шарнирное соединение, при котором $\mu = 1,0$). Тогда расчетная длина колонны равна:

$$l_o = \mu \cdot H = 1,0 \times 300 = 300 \text{ см}.$$

Определяем величину критического сжимающего усилия:

$$N_{cr} = \pi^2 (EJ)_{\text{eff}} / (l_o)^2 = 3,142 \times 11234 / 3^2 = 12397 \text{ кН}.$$

Проверяем выполнение следующих конструктивных требований:

- условная гибкость колонны $\lambda = 0,426 < 0,5$;
- процент армирования сечения $\rho = 0,0125 < 0,04$;
- условие обеспечения местной устойчивости трубы:

$$d/t = 240 / 10 = 24 < 90 \times \sqrt{235/235} = 90.$$

Выполненные требования позволяют при определении несущей способности колонны учесть увеличение прочности бетона в связи с ограничением его поперечных деформаций.

$$N_{pl,Rd} = \eta_a A_a f_{yd} + A_c f_{cd} (1 + \eta_c t f_y / d f_c) + A_s f_{sd}.$$

При эксцентриситете сжимающего усилия N равным $e = 0$.

$$\begin{aligned} \eta_a &= 0,25 (3 + 2 \lambda) = 0,25 \times (3 + 2 \times 0,426) = 0,963 < 1, \\ \eta_c &= 4,9 - 18,5 \lambda + 17 \lambda^2 = 4,9 - 18,5 \times 0,426 + 17 \times 0,426^2 = 0,104 > 0, \\ N_{pl,Rd} &= 0,963 \times 72 \times 10^{-4} \times 235 \times 10^3 + 375,5 \times 10^{-4} \times 13,3 \times 10^3 \times (1 + 0,104 \times 1,0 \times \\ &\quad \times 235 \times 10^3 / 24 \times 13,3 \times 10^3) + 4,71 \times 10^{-4} \times 275 \times 10^3 = 2296 \text{ кН}. \end{aligned}$$

Коэффициент влияния стали δ , характеризующий долю усилия, воспринимаемого стальным сечением, равен:

$$0,2 < \delta = A_a f_{yd} / N_{pl,Rd} = 72 \times 23,5 / 2296 = 0,737 < 0,9.$$

Условная гибкость колонны составляет:

$$\lambda = (N_{pl,Rk} / N_{cr})^{0,5} = (2296 / 12397)^{0,5} = 0,43.$$

В соответствии с Рисунком 6.6. СН РК EN 1993-1-1:2005/2011 по кривой «с» находим понижающий коэффициент $\chi = 0,88$.

Проверяем условие обеспечения несущей способности колонны:

$$N / (\chi \cdot N_{pl,Rd}) = 1900 / (2296 \times 0,88) = 0,94 < 1.$$

Несущая способность колонны обеспечена.

ПРИМЕР 2

Дано:

Запроектировать трубобетонную опору сталежелезобетонного перекрытия подземного паркинга высотой $H=2,8$ м, загруженную усилием 700 кН.

Материал трубы сталь марки RB500w (в соответствии с EN 10025-2) со следующими механическими характеристиками $f_{yk} = 235$ МПа, $f_{yd} = 360$ МПа, $E = 205000$ МПа. Бетон класса C35/45 в соответствии с СН РК EN 1992-1-1:2004/2011 ($f_{ck} = 35$ МПа, $f_{cd} = 23,3$ МПа, $E_{cm} = 34000$ МПа) без армирования.

Расчет:

Приняты следующие параметры сечения: труба диаметром $d = 163,8$ мм с толщиной стенки $t = 6$ мм, сечением $A_a = 30,59 \text{ см}^2$ и моментом инерции $J_a = 1008 \text{ см}^4$.

Площадь сечения бетона:

$$A_c = \frac{\pi d^2}{4} - A_a = \frac{\pi \cdot 16,83^2}{4} - 30,59 = 191,9 \text{ см}^2.$$

Момент инерции бетона:

$$I_c = \frac{\pi(d-2t)^4}{64} - A_a = \frac{\pi \cdot (16,83 - 2 \times 0,6)^4}{64} = 2929 \text{ см}^4.$$

Изгибная жесткость сечения:

$$(EI)_{\text{eff}} = E_a I_a + 0,6 \cdot E_c I_c = 20500 \times 1008 + 0,6 \times 1133,3 \times 2929 = 22670300 \text{ кН} \cdot \text{см}^2.$$

Расчетная длина стойки с шарнирными концевыми закреплениями:

$$l_0 = \mu \cdot H = 1,0 \times 280 = 280 \text{ см.}$$

Критическое сжимающее усилие:

$$N_{\text{cr}} = \frac{\pi^2 (EI)_{\text{eff}}}{l_0^2} = \frac{\pi^2 \cdot 22670300}{280^2} = 2854 \text{ кН.}$$

Несущая характеристическая способность сталежелезобетонного сечения:

$$N_{\text{pl,Rk}} = A_a f_{yk} + 0,85 \cdot A_c \cdot f_{ck} = 30,59 \times 22,5 + 191,9 \times 3,5 = 1259 \text{ кН.}$$

Проверяем условие местной устойчивости стенки трубы в соответствии с Таблицей 6.3 СН РК EN 1994-1-1:2004/2011:

$$d/t = 168,3/6 = 28,0 < 90.$$

Относительная гибкость стойки:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{N_{\text{pl,Rk}}}{N_{\text{cr}}}} = \sqrt{\frac{1259}{2854}} = 0,664.$$

Поскольку относительная гибкость $\bar{\lambda} > 0,5$, то увеличение прочности бетона из-за стеснения поперечных деформаций при определении несущей способности не учитывается (п.6.7.3.2(6) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011).

Расчетная несущая способность при осевом сжатии:

$$N_{\text{pl,Rd}} = A_a f_{yd} + 0,85 \cdot A_c \cdot f_{cd} = 30,59 \times 20,5 + 0,85 \times 191,9 \times 2,33 = 1007 \text{ кН.}$$

Величина редуцированного коэффициента:

$$\chi(\bar{\lambda}) = (1 + \bar{\lambda}^{2n})^{-1/n} = (1 + 0,664^{2 \times 1,2})^{-1/2} = 0,915.$$

Условие обеспечения несущей способности колонны:

$$\frac{N}{\chi N_{pl,Rd}} = \frac{700}{0,915 \times 1007} = 0,75.$$

Долевое участие стали в несущей способности сталежелезобетонного сечения в соответствии с п.6.7.1 СН РК EN 1994-1-1:2004/2011:

$$0,2 < A_a f_{yd} / N_{pl,Rd} < 0,9, \\ 0,2 < 0,62 < 0,9.$$

Несущая способность стойки обеспечена.

ПРИМЕР 3

Дано:

Запроектировать трубобетонную колонну квадратного сечения высотой $H=2,8$ м, загруженную усилием 700 кН от сталежелезобетонного перекрытия первого этажа каркасного здания.

Материал: сталь марки RB500w (в соответствии с EN 10025-2) со следующими механическими характеристиками $f_{yk} = 235$ МПа, $f_{yd} = 360$ МПа, $E = 205$ ГПа. Бетон класса C35/45 в соответствии с СН РК EN 1992-1-1:2004/2011 ($f_{ck} = 35$ МПа, $f_{cd} = 23,3$ МПа, $E_{cm} = 34000$ МПа) без армирования.

Расчет:

Приняты следующие параметры сечения (Рисунок 6.5): $B \times H = 150 \times 150$ мм, толщина стенки $t = 5$ мм ($R = 3$ мм), сечение $A_a = 29$ см² и момент инерции $J_a = 1017$ см⁴.

Площадь сечения бетона:

$$A_c = 196 \text{ см}^2.$$

Момент инерции бетона:

$$J_c = 3201 \text{ см}^4.$$

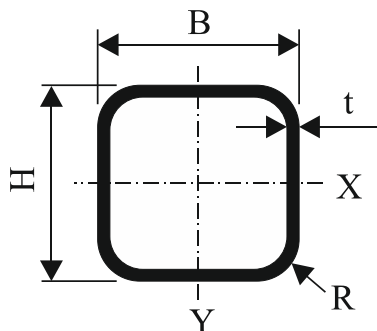


Рисунок 6.5 – Сечение металлической трубы квадратного сечения

Изгибная жесткость сечения:

$$(EI)_{\text{eff}} = E_a I_a + 0,6 E_c I_c = 20500 \times 1017 + 0,6 \times 1133,3 \times 3201 = 23033950 \text{ кН} \cdot \text{см}^2.$$

Расчетная длина колонны с шарнирными креплениями:

$$l_o = \mu \cdot H = 1,0 \times 280 = 280 \text{ см}.$$

Критическое сжимающее усилие:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 (EI)_{eff}}{l_0^2} = \frac{\pi^2 \cdot 23033950}{280^2} = 2900 \text{ кН}.$$

Несущая характеристическая способность сталежелезобетонного сечения:

$$N_{pl,Rk} = A_a f_{yk} + 0,85 \cdot A_c \cdot f_{ck} = 29,0 \times 22,5 + 196,0 \times 3,5 = 1338 \text{ кН}.$$

Проверяем условие местной устойчивости стенки трубы в соответствии с СН РК EN 1994-1-1:2004/2011 (Таблица 6.3):

$$d/t = 150/5 = 30 < 52.$$

Относительная гибкость колонны:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{N_{pl,Rk}}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{1338}{2900}} = 0,679.$$

Поскольку относительная гибкость колонны $\bar{\lambda} > 0,5$, то увеличение прочности бетона из-за стеснения поперечных деформаций при определении несущей способности не учитывается (см. СН РК EN 1994-1-1:2004/2011 (6.7.3.2(6))).

Расчетная несущая способность при осевом сжатии:

$$N_{pl,Rd} = A_a f_{yd} + 0,85 \cdot A_c \cdot f_{cd} = 29,0 \times 20,5 + 0,85 \times 196,0 \times 2,33 = 1051 \text{ кН}$$

Величина редуцированного коэффициента:

$$\chi(\bar{\lambda}) = (1 + \bar{\lambda}^{2n})^{-1/n} = (1 + 0,679^{2 \times 1,2})^{-1/2} = 0,908.$$

Условие обеспечения несущей способности колонны:

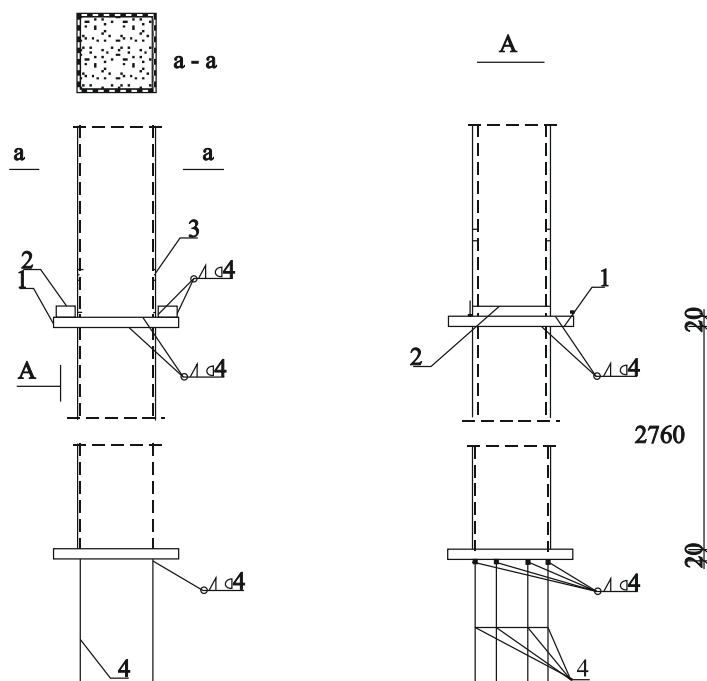
$$\frac{N}{\chi N_{pl,Rd}} = \frac{700}{0,908 \times 1051} = 0,72.$$

Долевое участие стали в несущей способности сталежелезобетонного сечения в соответствии с СН РК EN 1994-1-1:2004/2011 (6.7.1):

$$0,2 < A_a f_{yd} / N_{pl,Rd} < 0,9, \\ 0,2 < 0,62 < 0,9.$$

Несущая способность колонны обеспечена.

Рабочий чертеж запроектированной колонны приведен на Рисунке 6.6.



1 - фланцевая плита с подкладкой (2) для опирания стальных ригелей сталежелезобетонного перекрытия и колонны верхнего этажа, 3 – колонна верхнего этажа, 4 – арматурные стержни диаметром 12 мм и длиной 400 мм для анкерки колонны в железобетонном фундаменте

Рисунок 6.6 – Трубобетонная колонна первого этажа каркасного здания с сталежелезобетонным перекрытием

ПРИМЕР 4

Дано:

Колонна из трубы диаметром $d = 530$ мм и толщиной стенки $t = 8$ мм, заполненная бетоном класса С25/30 с характеристиками $f_{ck} = 25$ МПа, $f_{cd} = 25/1,5 = 16,7$ МПа. Материал трубы сталь S355 с механическими характеристиками $f_y = f_{yd} = 355$ МПа. Площадь сечения трубы $A_a = 131$ см², пластический момент сопротивления $W_{pa} = 1945$ см³.

Требуется:

Определить предельные значения усилий $N_{pl,Rd}$ и $N_{pm,Rd}$ и пластического изгибающего момента $M_{max,Rd}$ для точки D на кривой взаимодействия согласно Рисунка 6.7.

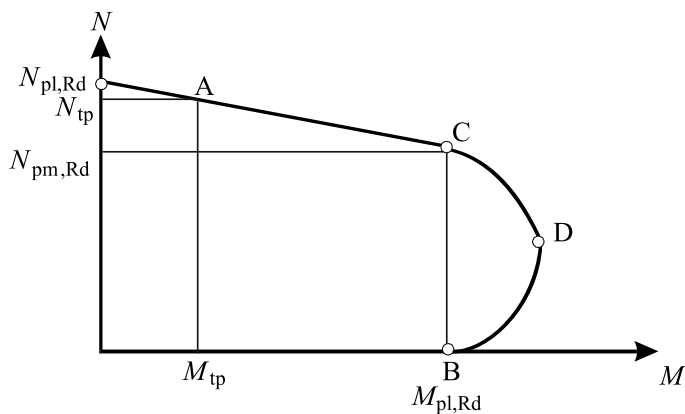


Рисунок 6.7 – Кривая взаимодействия M-N

Решение задачи:

Площадь сечения бетона:

$$A_c = 0,25 \pi (d - 2t)^2 = 0,25 \times 3,14 \times (53 - 2 \times 0,8)^2 = 2074 \text{ см}^2.$$

Несущая способность при центральном сжатии определяется из выражения:

$$N_{pl,Rd} = A_a f_{yd} + 0,85 A_c f_{cd} = 131 \times 355 \times 10^{-1} + 0,85 \times 2074 \times 16,7 \times 10^{-1} = 7594 \text{ кН}.$$

Несущая способность на сжатие $N_{pm,Rd}$ принимается равной несущей способности бетонного сечения:

$$N_{pm,Rd} = A_c f_{cd} = 2074 \times 16,7 \times 10^{-1} = 3464 \text{ кН}.$$

Максимальный момент:

$$M_{max,Rd} = f_{cd} W_{pc} + f_{yd} W_{pa} = (16,7 \times 156166 + 355 \times 1945) \times 10^{-4} = 329,8 \text{ кНм},$$

где пластический момент сопротивления бетонного сечения без учета трещинообразования:

$$W_{pc} = 1,15 W_c = 1,15 (d - 2t)^3 = 1,15 \times (53 - 2 \times 0,8)^3 = 156166 \text{ см}^3.$$

ПРИМЕР 5

Дано:

Колонна эстакады высотой $L = 7,0$ м нагруженная осевым сжимающим усилием $N_{Ed} = 1800$ кН (в том числе постоянной нагрузкой $N_{Gd} = 1200$ кН) и расчетным изгибающим моментом $M_{Ed} = 380$ кНм. Колонна состоит из сваренной из листовой стали трубы квадратного сечения (см. Рисунок А.15 настоящего пособия), заполненной бетоном класса C25/30 с характеристиками $f_{ck} = 25$ МПа, $f_{cd} = 25/1,5 = 16,7$ МПа, $E_{cm} = 31$ ГПа, $n_o = E_a/E_{cm} = 210/31 = 6,77$. Материал трубы - сталь S355 с механическими характеристиками: $f_y = f_{yd} = 355$ МПа, $E_a = 210$ ГПа, коэффициент ползучести $\varphi_t = 2,7$. Арматура в виде четырех гибких стержней диаметром 12 мм используется в качестве конструктивных элементов, противодействующих усадке бетона. Размеры поперечного сечения колонны составляют: $h = 40$ см, $b = 40$ см (Рисунок 6.8). Геометрические характеристики сечения стальной трубы: $A_a = 114 \text{ см}^2$, $I_{ay} = I_{az} = 4850 \text{ см}^4$, $W_{pa,y} = W_{pa,z} = 575 \text{ см}^3$. Геометрические характеристики сечения бетона: $A_c = 1486 \text{ см}^2$, $I_{cy} = I_{cz} = 2085 \times 10^6 \text{ мм}^2$.

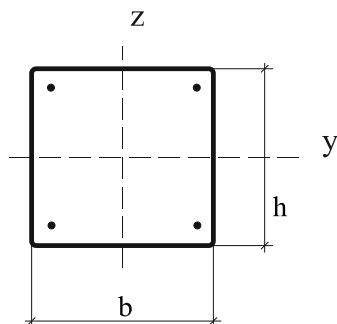


Рисунок 6.8 – Поперечное сечение трубобетонной колонны эстакады

Требуется:

Проверить предельное состояние колонны по несущей способности на сжатие с изгибом.

Решение задачи:

Несущую способность при центральном сжатии определяем согласно п. 6.7.3.2(1) СН РК EN 1994-1-1:2005/2011 из формулы:

$$N_{pl,Rd} = A_a f_{yd} + 0,85 A_c f_{cd} = 11,4 \times 355 + 148,6 \times 14,2 = 4047 + 2109 = 6156 \text{ кН}.$$

Согласно п.[6.7.3.3(1)]:

$$\delta = A_a f_{yd} / N_{pl,Rd} = 4047/6156 = 0,657,$$

что удовлетворяет условию [6.7.1(4)]:

$$0,2 < \delta < 0,9.$$

Определяем характеристическое значение несущей способности на сжатие в пластической стадии с учетом $\gamma_c = 1,5$:

$$N_{pl,Rk} = 4047 + 1,5 \times 2109 = 7210 \text{ кН.}$$

В соответствии с п.[6.7.3.3(4)] по Формуле (6.41) уменьшаем модуль упругости бетона из-за влияния ползучести:

$$E_{c, \text{eff}} = E_{cm} / [1 + (N_{G, Ed} / N_{Ed}) \varphi_t] = 31 / [1 + 2,7(1200/1800)] = 11,1 \text{ кН} \cdot \text{мм}^2.$$

В соответствии с п. [6.7.3.3(3)] по Формуле (6.40) определяем характеристическое значение эффективной изгибной жесткости:

$$(EI)_{\text{eff}} = E_a I_a + K_e E_{c, \text{eff}} I_c = 210 \times 48,5 + 0,6 \times 11,1 \times 2085 = 24\,070 \text{ кН} \cdot \text{мм}^2.$$

Определяем продольное сжимающее критическое усилие:

$$N_{cr,z} = \pi^2 (EI)_{\text{eff}} / L^2 = 24\,070 \pi^2 / 49 = 4848 \text{ кН.}$$

Определяем условную гибкость колонны:

$$\lambda = (N_{pl,Rk} / N_{cr})^{0,5} = (7210/4848)^{0,5} = 1,22.$$

По Рисунку 6.4 СН РК EN 1993-1-1:2005/2011 (кривая c) для $\lambda = 1,22$ находим $\chi = 0,43$.

В соответствии с п. 6.7.3.5(2) СН РК EN 1994-1-1:2005/2011 из Формулы (6.44) находим

$$N_{Ed} < \chi N_{pl,Rd} = 0,43 \times 6156 = 2647 \text{ кН.}$$

Условие прочности при сжатии выполняется:

Определяем несущую способность колонны ис учетом изгибающего момента. Влияние геометрических и конструктивных несовершенств учитываем посредством эквивалентных геометрических несовершенств согласно п.6.7.3.4 СН РК EN 1994-1-1:2005/2011.

Случайный эксцентриситет:

$$e_0 = L/200 = 35 \text{ мм.}$$

Изгибающий момент:

$$N_{Ed} \cdot e_0 = 1800 \times 0,035 = 63 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Определяем эффективную изгибную жесткость для расчетов по деформированной схеме согласно п.6.7.3.4(2) СН РК EN 1994-1-1:2005/2011:

$$(EI)_{\text{eff,II}} = 0,9(E_a I_a + 0,5 E_c I_c) = 0,9 \times 10^6 (210 \times 143,1 + 0,5 \times 11,1 \times 1990) = 3,70 \times 10^{10} \text{ кН} \cdot \text{мм}^2.$$

где,

- для В на Рисунке 6.9 $M_{pl,Rd} = M_{Rd} = 534 \text{ кН}\cdot\text{м}$;

- $a_M = 0,9$ для стали 355 согласно п.6.7.3.6(1) СН РК EN 1994-1-1:2005/2011.

Несущая способность колонны при совместном действии сжатия и изгиба обеспечена.

Приложение А
(информационное)

Область применения трубобетонных конструкций

А.1 Высотные здания

А.1.1 Трубобетонные конструкции, прежде всего, следует применять в высотных каркасных зданиях.

А.1.2 Трубобетонные колонны могут быть самостоятельными несущими конструкциями либо составными конструктивными элементами каркасов зданий. Их поперечные сечения должны иметь две оси симметрии и быть постоянными по длине. В элементах из прямоугольных и круглых труб вместо продольного армирования могут использоваться сердечники из стальных профилей (Рисунок А.1).

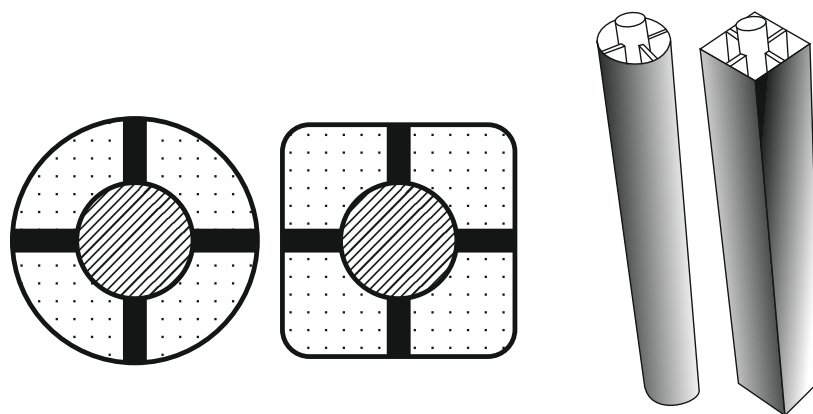


Рисунок А.1 – Трубобетонные колонны со стальными сердечниками [13]

А.1.3 На Рисунке А.2 приведен план 38 – этажного здания газетного издательства в китайском городе Тяньцзинь, построенного с учетом возможности семибального землетрясения. Несущий железобетонный каркас выполнен с разреженной сеткой трубобетонных колонн с максимальным продольным сжимающим усилием 35000 кН. Максимальный диаметр труб на нижних этажах составлял 1020 мм при толщине стенки 14 мм, а на верхних этажах 630 мм при толщине стенки 8 мм. Для заполнения труб использовался бетон марки С60. Поперечные сечения железобетонных колонн из такого же бетона составили бы 140 см × 140 см. Здание было построено в течение одного года.

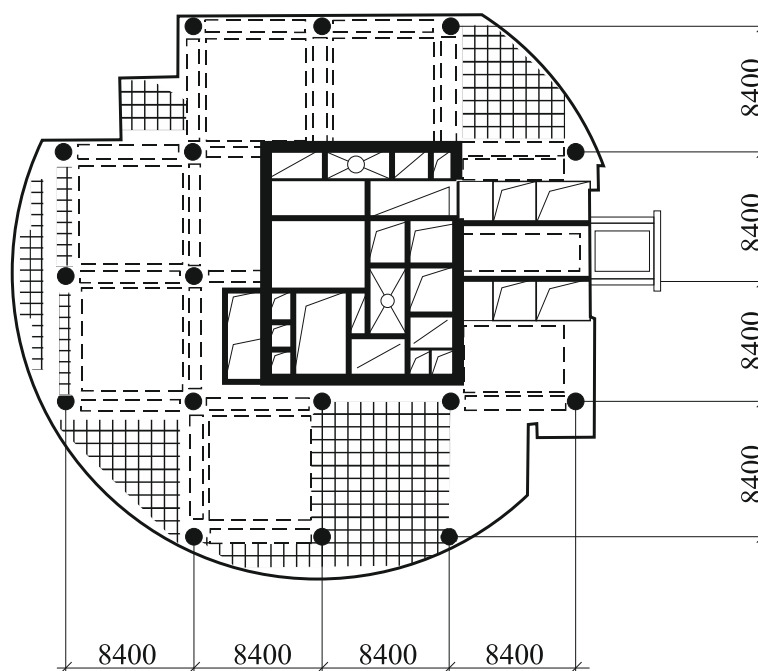


Рисунок А.2 – План 38-этажного здания с трубобетонными колоннами [1]

А.1.4 На Рисунке А.3 показан план 44 -этажного административного здания в Сиэтле (США), колонны которого выполнены трубобетонными с бетоном прочностью на сжатие до 140 МПа. Четыре главные колонны выполнены с постоянным по высоте сечением диаметром 300 см, а 14 колонн, установленных по контуру здания, имеют переменное сечение от 136 см до 41 см на верхних этажах. Междуетажные перекрытия выполнены в виде стальных двутавровых балок с металлическим профилированным настилом и монолитным бетоном на нем. Замоноличивание металлических труб производилось без вибрирования с использованием литой бетонной смеси, которая закачивалась снизу вверх на четыре этажа через отверстия в трубе. Скорость возведения несущего каркаса составляла 2 этажа за 3,5 дня.

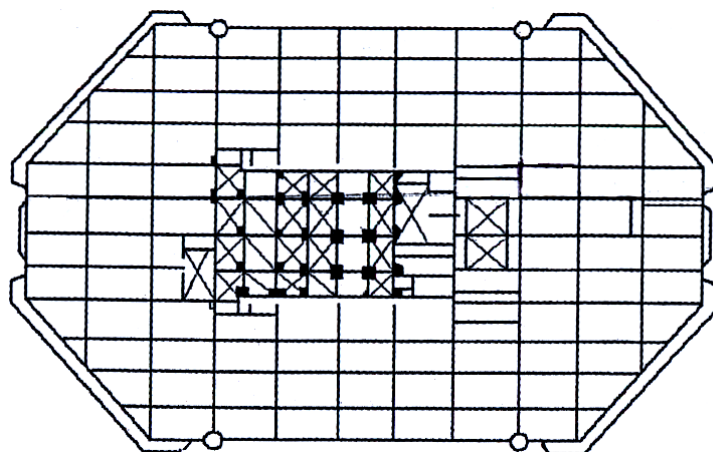


Рисунок А.3 – План 44 -этажного административного здания с трубобетонными колоннами в г. Сиэтле [1]

Подобным образом возводилось высотное здание с трубобетонными колоннами, план которого показан на Рисунке А.4.

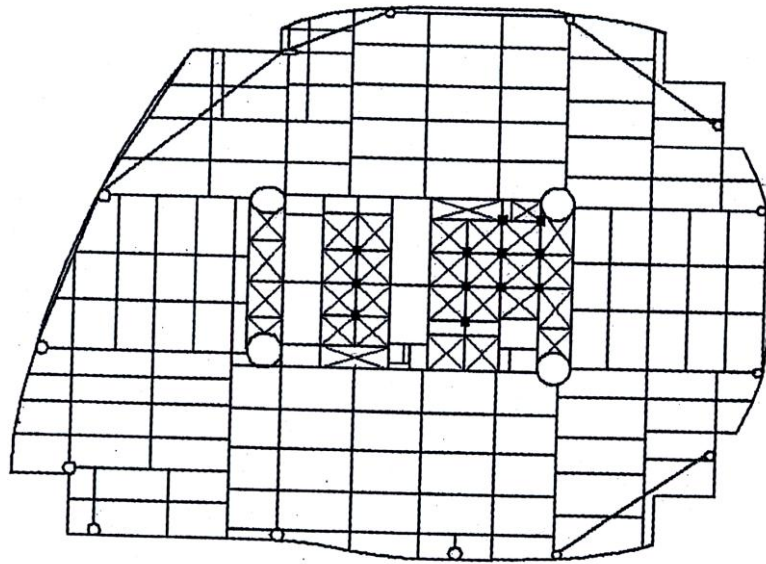
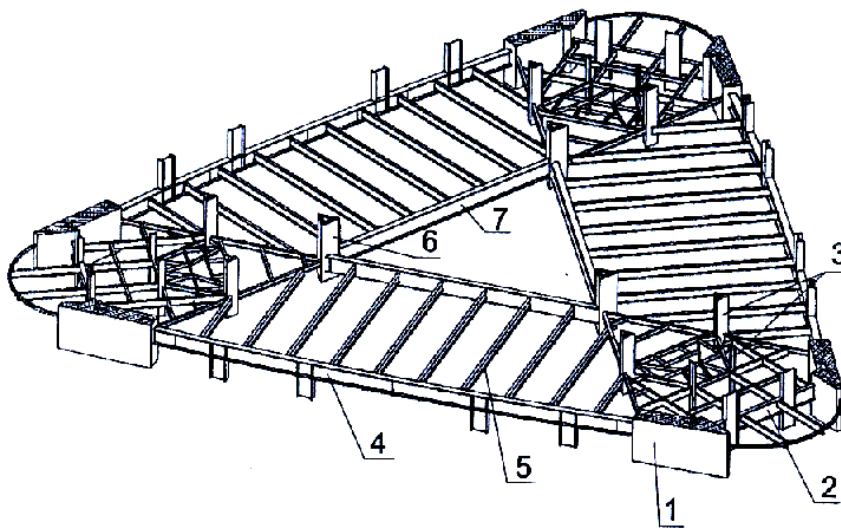


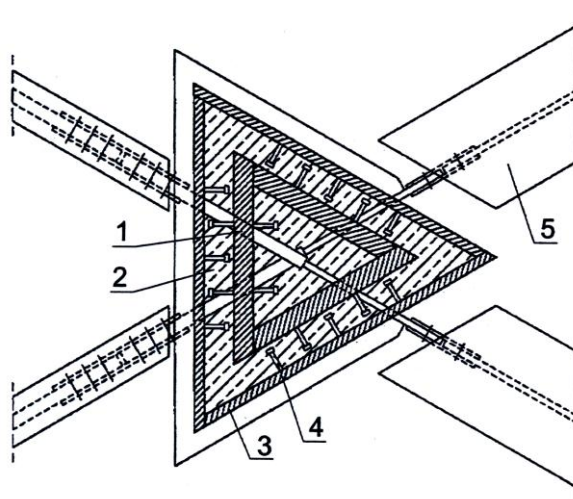
Рисунок А.4 – План 62 – этажного административного здания Gateway Tower с трубобетонными колоннами в г. Чикаго [1]

А.1.5 При строительстве 58 – этажного здания Commerzbank в немецком городе Франкфурт на Майне сечения трубобетонных внутренних и промежуточных колонн приняты треугольными в соответствии с треугольным планом этажей (Рисунки А.5 и А.6).



1 – сталежелезобетонные пилоны наружных стен, 2 – балочная связевая клетка, 3 – промежуточные колонны, 4 – бортовые балки перекрытий, 5 – поперечные балки, 6 – внутренние колонны, 7 – внутренние балки перекрытий.

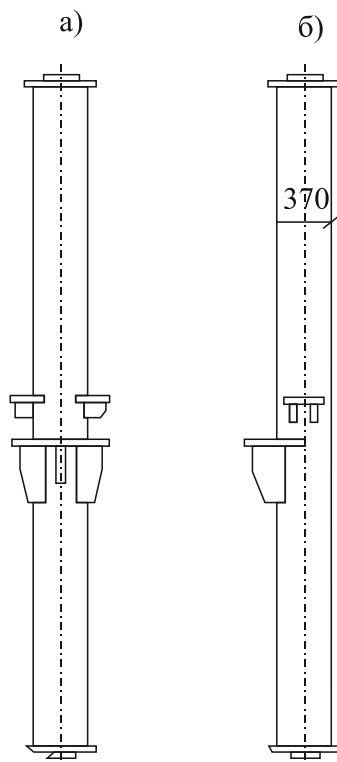
Рисунок А.5 – Конструктивная схема типового этажа 58 – этажного здания Commerzbank в г. Франкфурт на Майне [4]



1 – стальной сердечник из сваренных стальных листов, 2 – бетон, 3 – наружная оболочка из сваренных стальных листов, 4 – анкерные связи, 5 – стропильные балки.

**Рисунок А.6 – Сталебетонные колонны замкнутого треугольного сечения
58 – этажного здания Commerzbank в г. Франкфурт на Майне [4]**

А.1.6 На Рисунке А.7 показаны трубобетонные колонны нижних этажей девятиэтажного крупнопанельного жилого дома, на которых располагались торговые залы. Для опирания ригелей междуэтажных перекрытий к трубам приварены консольные столики.



**Рисунок А.7 – Трубобетонные колонны средних (а) и крайних (б) колонн нижних
этажей жилого дома [3]**

А.2 Производственные здания

А.2.1 В несущих каркасах производственных зданий трубобетонные конструкции следует прежде всего применять для центрально сжатых колонн, когда сечение является равноустойчивым относительно главных осей.

А.2.2 Внецентренно сжатые колонны следует применять в каркасах производственных одноэтажных зданий с крановой нагрузкой (Рисунок А.8). На Рисунке А.9 приведены возможные виды составных стержней из трубобетона для изготовления шатровой и подкрановой ветвей колонн.

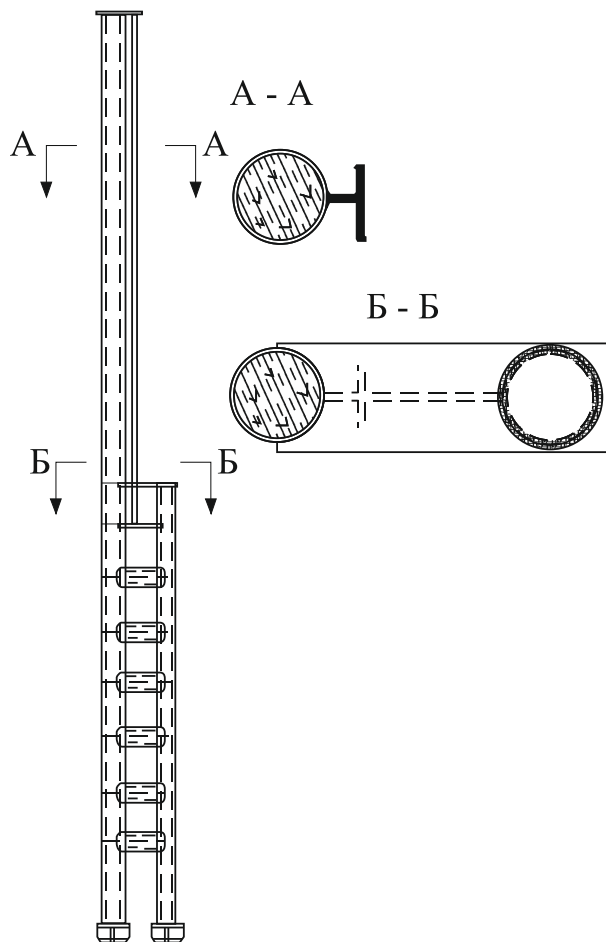


Рисунок А.8 – Трубобетонная колонна одноэтажного промышленного здания [5]

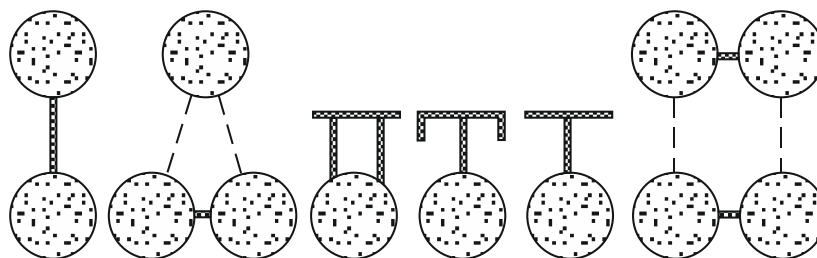


Рисунок А.9 – Примеры составных сечений колонн с трубобетонными ветвями [2]

А.2.3 На Рисунке А.10 показаны несущие колонны средних и наружных рядов корпуса горнообогатительного комбината. Подкрановые и надкрановые ветви колонн запроектированы из трубобетона, а в качестве связевых планок применены незаполненные

бетоном трубы. Базы и оголовки колонн выполнены по аналогии с базами и оголовками колонн из сварных двутавров. При пролете 36 м и крановых нагрузках 1250 кН диаметр труб вертикальных ветвей составлял 420 – 530 мм, а толщина их стенки 8 – 10 мм.

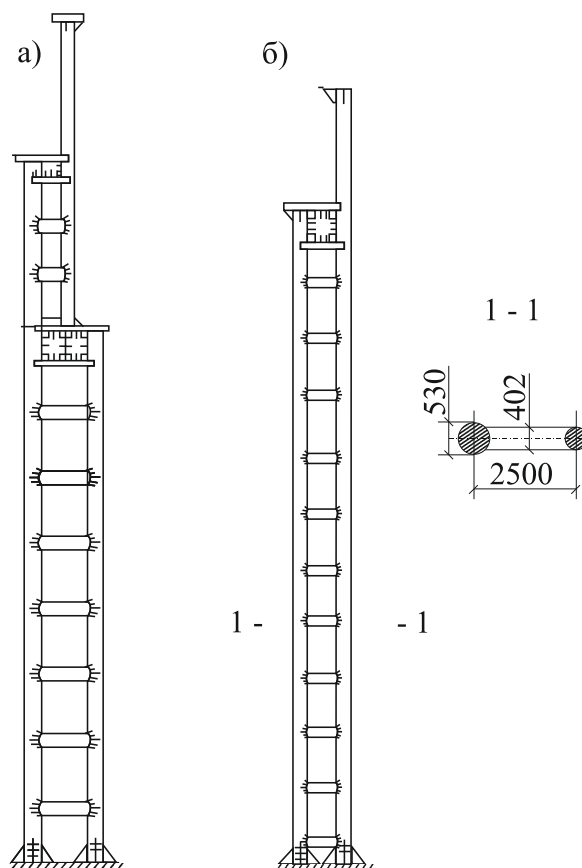
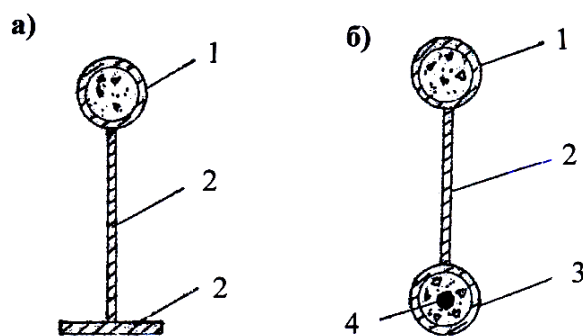


Рисунок А.10 – Трубобетонные колонны среднего (а) и крайнего (б) рядов главного корпуса горнообогатительного комбината [3]

А.2.4 Рациональной областью применения трубобетона являются большепролетные и тяжелонагруженные стропильные и мостовые фермы. В таких фермах из трубобетона чаще всего выполняются верхние сжатые пояса, стойки и восходящие сжатые раскосы. Заполнение бетоном растянутых стержней по всей длине позволяет существенно замедлить коррозионные процессы внутри трубы, увеличить ее общую и местную изгибную жесткость.

А.2.5 Трубобетонные элементы могут выполнять функции сжатых, а иногда и растянутых поясов составных балок, используемых в тяжелонагруженных несущих конструкциях покрытий и перекрытий, балочных клеток, а также подкрановых балок (Рисунок А.11). Стенки таких балок могут быть сплошными, перфорированными либо решетчатыми.



1 – трубобетонный верхний пояс, 2 – листовая сталь, 3 – трубобетонный нижний пояс,
4 – предварительно напрягаемая арматура.

Рисунок А.11 – Составные балки двутаврового сечения с поясами из трубобетона [5]

А.3 Инженерные сооружения

А.3.1 Трубобетонные конструкции следует использовать в несущих элементах опорных блоков морских стационарных платформ при освоении морских нефтегазовых месторождений. По сравнению с традиционными железобетонными конструкциями трубобетонные конструкции обладают повышенной несущей способностью, особенно при изгибе, водонепроницаемостью, ледостойкостью, высокой деформативностью и энергопоглощением при динамических нагрузках (Рисунок А.12).

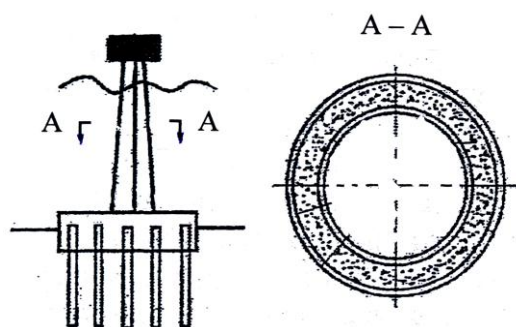


Рисунок А.12 – Трубобетонная опора морской стационарной платформы

А.3.2 Трубобетонные конструкции применяются при возведении опор линий электропередач (Рисунок А.13). Трубобетонные стойки опор, благодаря их высокой изгибной жесткости могут быть значительной свободной длины, благодаря чему уменьшается количество соединительных элементов решетки и узловых соединений. Кроме того, из-за повышенных аэродинамических свойств круглых сечений уменьшается ветровая нагрузка на конструкцию. В связи с меньшим коррозионным износом труб по сравнению с металлическими профилями открытого профиля существенно снижаются эксплуатационные затраты по защите от коррозии и увеличивается долговечность опор.

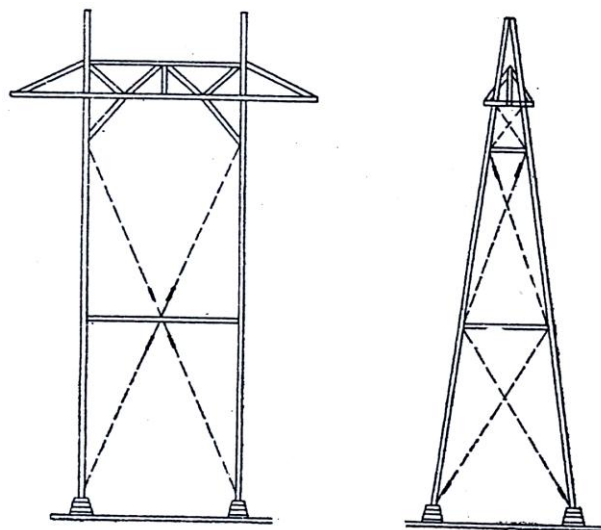


Рисунок А.13 – Опора линии электропередач с трубобетонными стойками [2]

А.3.3 Рациональной областью применения трубобетонных конструкций являются тяжелонагруженные стойки и раскосы предварительно напряженных безраскосных подкрановых эстакад больших пролетов (Рисунок А.14).

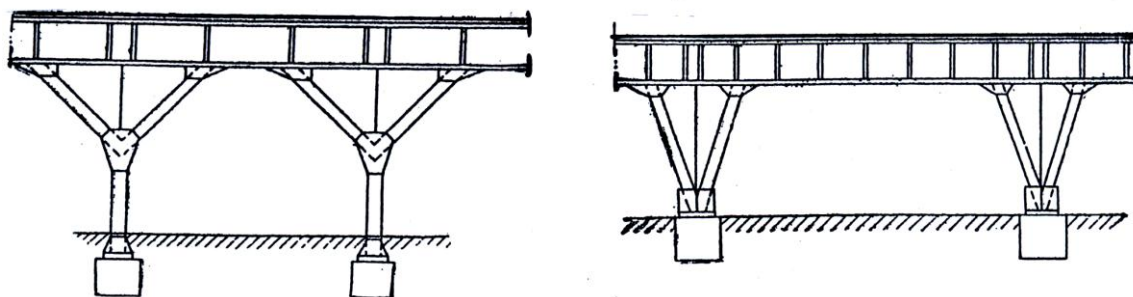
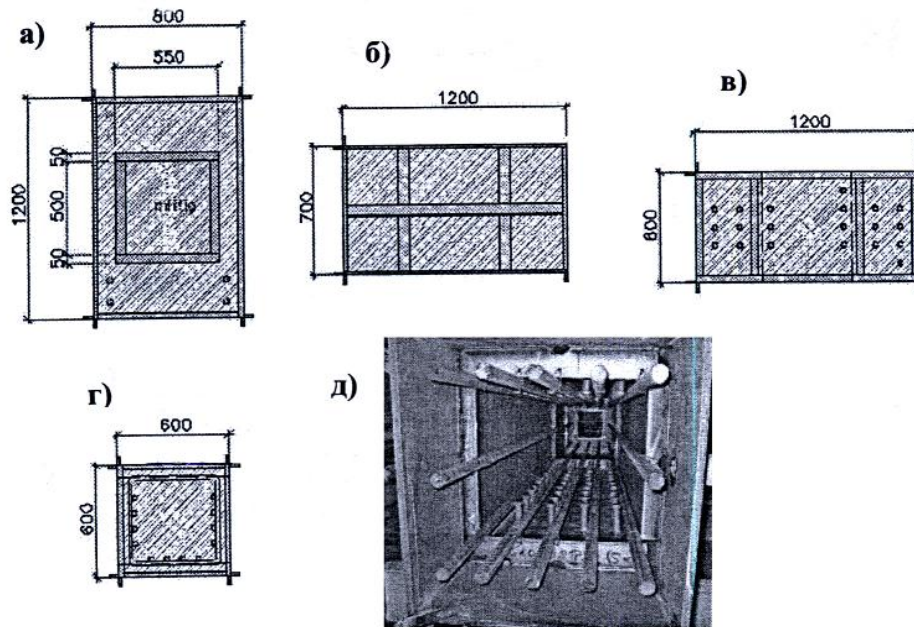


Рисунок А.14 – Подкрановые эстакады с трубобетонными стойками [2]

На Рисунке А.15 показаны сечения трубобетонных элементов эстакады для пешеходов над железнодорожным вокзалом.

А.3.4 Примером эффективного использования трубобетона являются башенные опоры транспортерных галерей (Рисунок А.16). Практика эксплуатации таких опор показывает, что по сравнению с традиционными металлическими и железобетонными конструкциями они более надежны при динамических и ударных воздействиях.



а – сечение пилона, б – нижний пояс эстакады, в – верхний пояс, г – стойка, д – вид стойки с внутренним армированием.

Рисунок А.15 – Трубобетонные элементы эстакады над центральным вокзалом в Берлине [11]

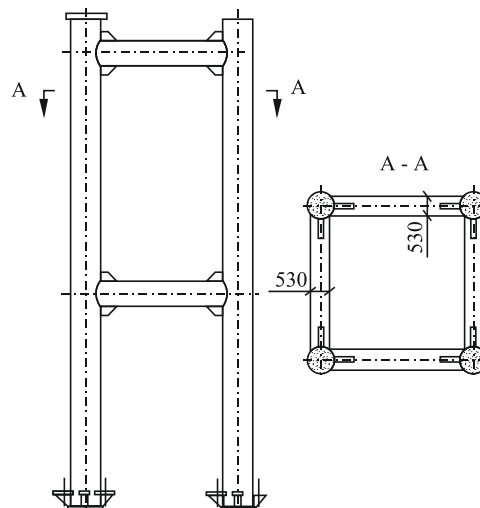


Рисунок А.16 – Опора транспортной галереи [3]

А.3.5 В автодорожных мостах трубобетонные элементы могут использоваться в качестве сжатых элементов решетчатых ферм либо подпружных систем (Рисунок А.17). На Рисунке А.18 приведено конструктивное решение пролетного строения моста с применением трубобетона.

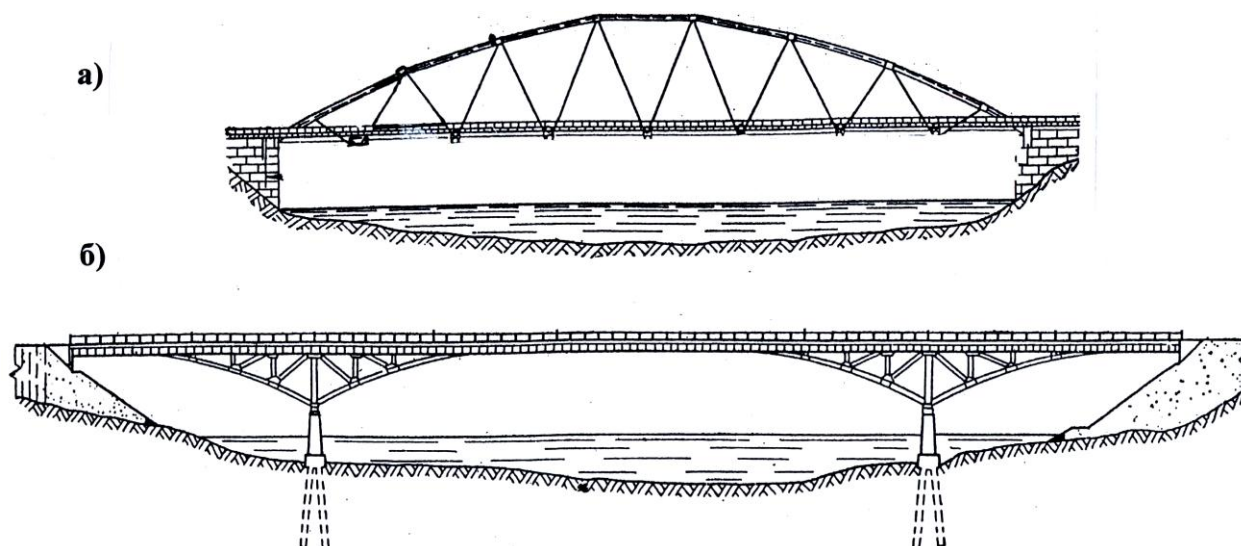
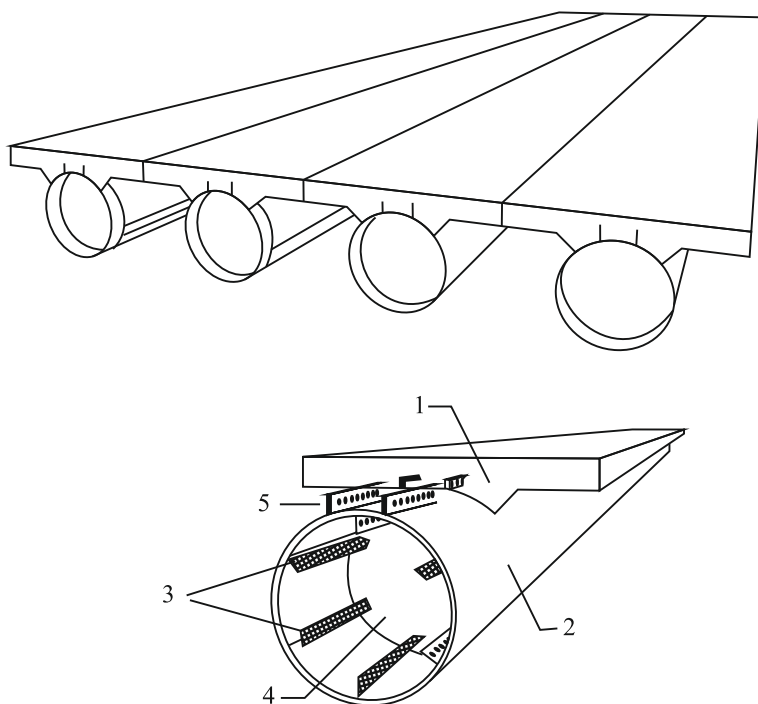


Рисунок А.17 – Автодорожные мосты с трубобетонным верхним поясом (а) и трубобетонными подпругами (б) [2]



1 – железобетонная плита, 2 – стальная труба, 3 – продольная арматура, 4 – бетон,
5 – соединительные элементы в виде стальных перфорированных полос.

Рисунок А.18 – Пролетное строение балочного трубобетонного моста из сборных элементов [12]

Примеры применения трубобетона в качестве сжатых элементов мостов различных форм приведены на Рисунке А.19.

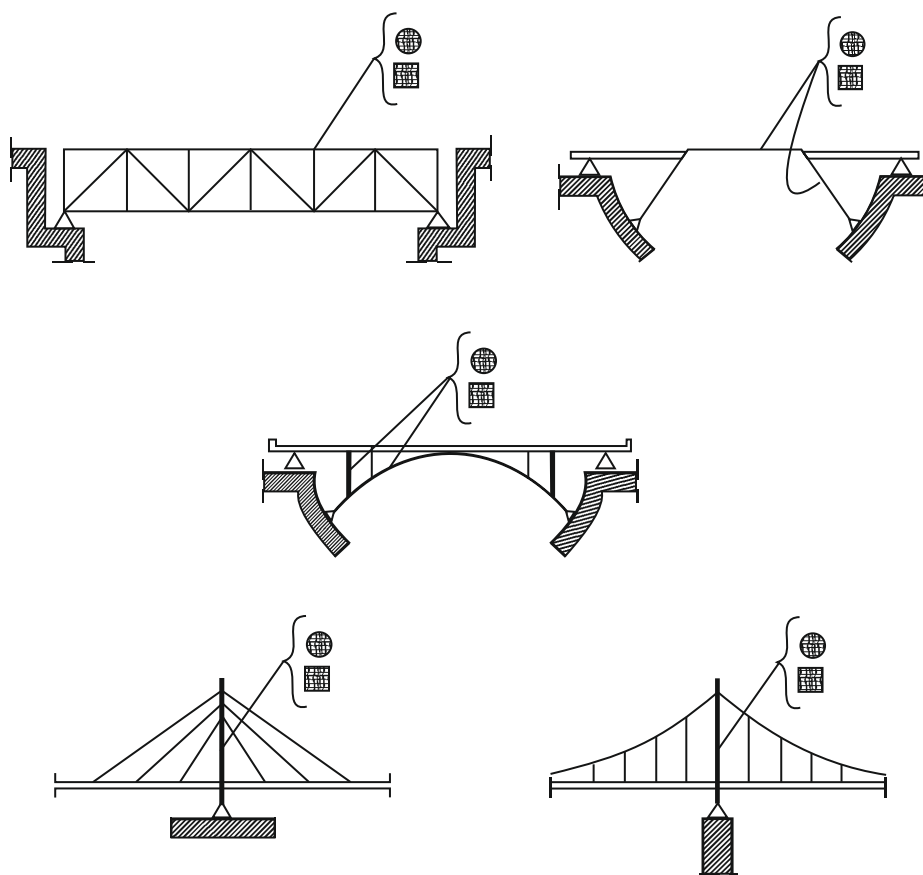


Рисунок А.19 – Использование трубобетонных элементов круглого и квадратного сечений в мостах различной формы [9]

А.3.6 Трубобетонные конструкции следует применять в качестве опор мостов. Такие опоры по сравнению с железобетонными более стойки к попеременным циклам замораживания и оттаивания, механическим повреждениям. Опоры могут изготавливаться с армированием бетонного ядра стержневой арматурой либо металлическими профилями, что позволяет уменьшить габариты поперечного сечения опор (Рисунок А.20).

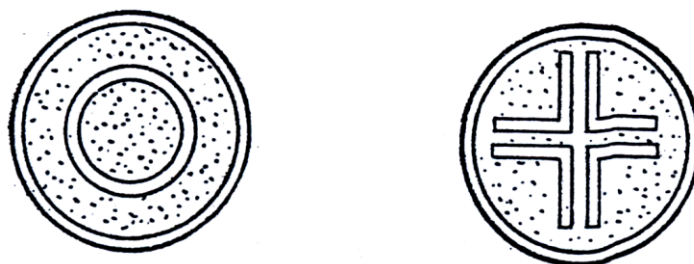
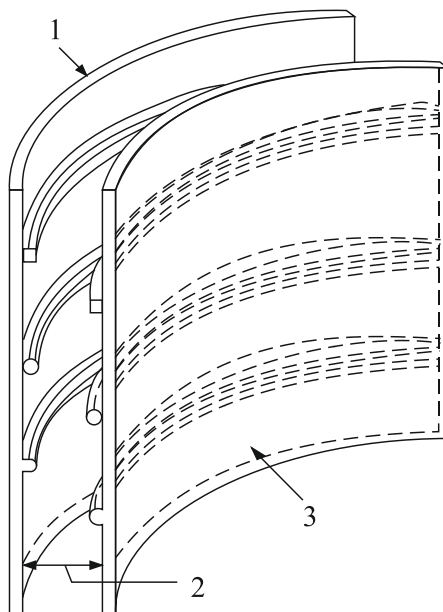


Рисунок А.20 – Пример поперечных сечений трубобетонных мостовых опор, армированных жесткой арматурой [2]

А.3.7 Перспективным направлением применения трубобетона является строительство ветряных электростанций, элеваторов, резервуаров и им подобных сооружений (Рисунки А.21 и А.22).



1 – внешняя труба, 2 - заполнение бетоном, 3 – внутренняя труба.

Рисунок А.21 – Фрагмент стенки трубобетонной стойки ветряной электростанции [10]

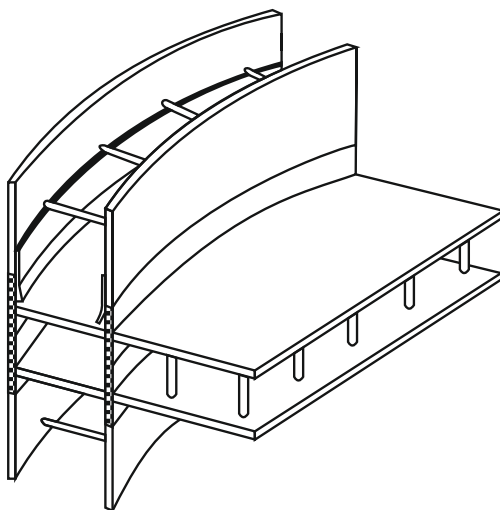


Рисунок А.22 – Фрагмент сопряжения трубобетонной стены элеватора со сталежелезобетонным перекрытием [10]

Приложение Б
(информационное)

Конструирование трубобетонных элементов

Б.1 Конструктивные требования

Б.1.1 Конструктивные решения трубобетонных конструкций следует принимать по аналогии с конструкциями из пустотелых стальных труб. Для обеспечения высококачественных сварных швов и предотвращения при транспортировке прогибов стенок стальных труб, не заполненных бетоном, их минимальная толщина должна быть не менее 3 мм.

Б.1.2 Количество применяемых в одной конструкции размеров диаметров и толщин стенок труб должно быть минимальным. Отдельные элементы конструкции следует укрупнять с учетом грузоподъемности монтажных механизмов, условий изготовления и транспортировки. Следует особое внимание обращать на прочность, жесткость и долговечность узловых соединений, обеспечивающих надежную передачу усилий. Сопряжения пересекающихся трубобетонных элементов следует стремиться выполнять стыковым посредством фигурного выреза, который обваривается по контуру без дополнительных крепежных деталей.

Б.1.3 Для отвода испаряющейся влаги с бетона в случае пожара в стальных профилях необходимо предусматривать отверстия, расположенные на концах колонн и в промежуточных сечениях на расстоянии не менее 5 м. При этом общая площадь отверстий должна быть не менее 6 см².

Б.1.4 В проектируемых конструкциях следует избегать пазух и корыт, которые задерживают влагу и затрудняют проветривание. Все детали трубобетонных конструкций должны быть доступны для наблюдения, очистки и окраски во время эксплуатации.

Б.1.5 В трубобетонных конструкциях следует применять продольное и поперечное армирование в соответствии с СН РК EN 1992-1-1:2004/2011. Площадь продольного армирования должна составлять не менее 0,3 % площади поперечного сечения бетона. В заполненных бетоном замкнутых профилях с размером сечения до 400 мм продольное армирование не требуется, если колонна обладает достаточной огнестойкостью. Расстояние между продольной арматурой и стенкой профилей должно быть не менее 10 мм, что может обеспечиваться отгибами арматуры в верхней и нижней частях колонны (Рисунок Б.1).

Б.1.6 В трубобетонных сечениях продольную арматуру, как правило, следует назначать исходя из требований огнестойкости. При кратковременном действии на трубобетонные конструкции температур до 300 °С обычно не требуется дополнительных конструктивных мероприятий по повышению их несущей способности. Огнестойкость трубобетонных конструкций близка к огнестойкости железобетона.

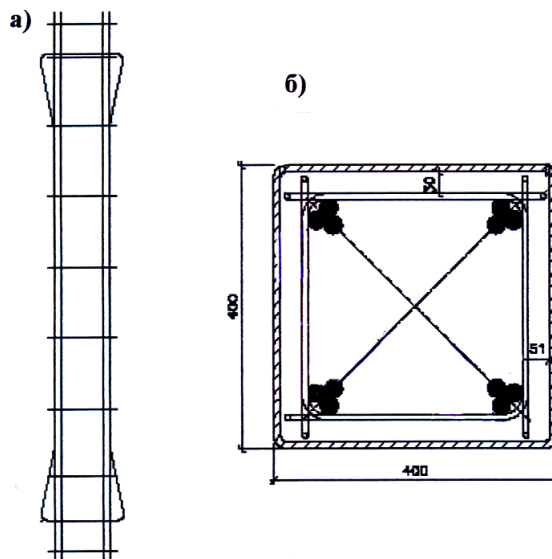


Рисунок Б.1 - Арматурный каркас (а) и поперечное сечение (б) трубобетонной колонны квадратного сечения многоэтажного здания [14]

Б.1.7 Для обеспечения сцепления поверхность стального сечения, контактирующая с бетоном, должна быть обезжирена, не окрашена и очищена от окалины или ржавчины. Для обеспечения надежной совместной работы бетона с трубой на ее внутренней поверхности следует устанавливать стальные анкерные стержни. С этой целью стальная труба может предварительно разрезаться вдоль на две части, а после закрепления анкеров сваривается (Рисунок Б.2). При достаточном количестве анкеров гарантируется совместная работа бетонного ядра и металлической трубы на всех этапах загрузки. Более эффективным является применение специальных анкерных дюбелей, пристреливаемых к металлической оболочке трубы (Рисунки Б.3 и Б.4).

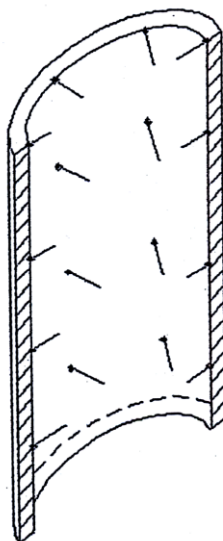
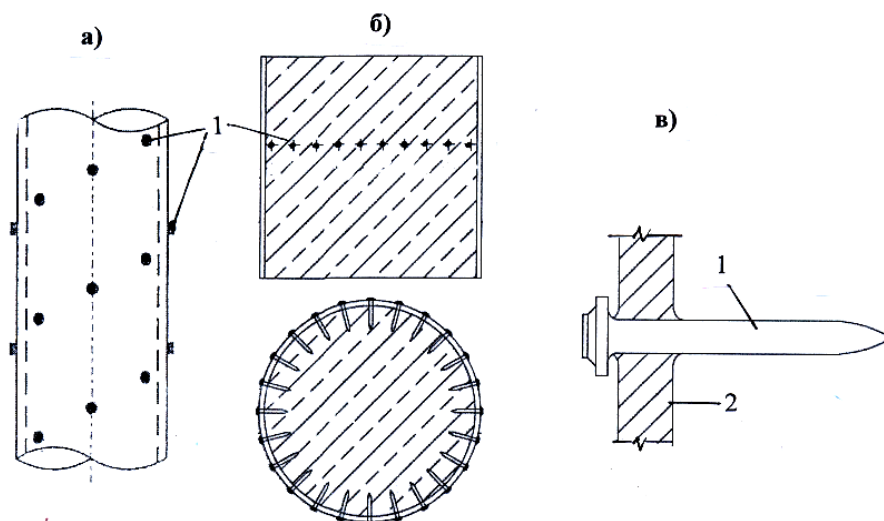


Рисунок Б.2 – Фрагмент стальной трубы с приваренными анкерными стержнями на внутренней поверхности [1]



1 – пристреливаемый дюбель, 2 – стенка трубы.

Рисунок Б.3 - Схемы расположения пристреливаемых анкерных дюбелей [4]

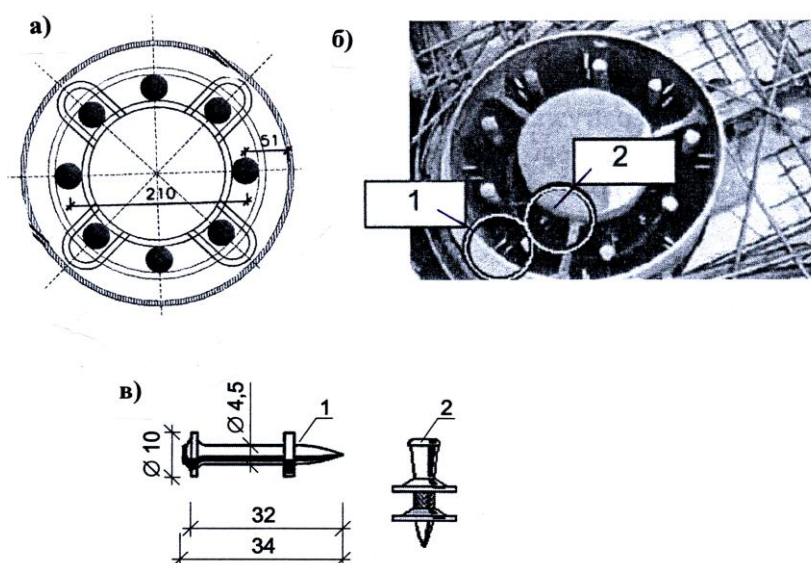


Рисунок Б.4 - Пример размещения пристреливаемых анкерных дюбелей 1 и 2 в трубобетонной колонне, армированной гибкими стержнями и жестким сердечником в виде трубы [4]

Б.2 Стыковые соединения труб

Б.2.1 Сжатые стыки трубобетонных элементов должны обеспечивать равномерную передачу усилий как между трубами, так и между бетоном. Наиболее простым является «сухой» стык, когда в стыкуемых элементах бетон выравнивается заподлицо с торцами труб (Рисунок Б.5а). Сварка труб должна осуществляться после достижения прочности бетона равной 40 - 50 % проектной. Для предотвращения деструкции бетона от действия высоких температур сварку необходимо производить с перерывами.

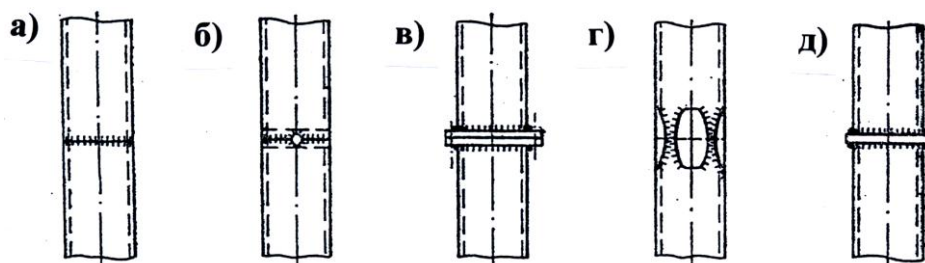
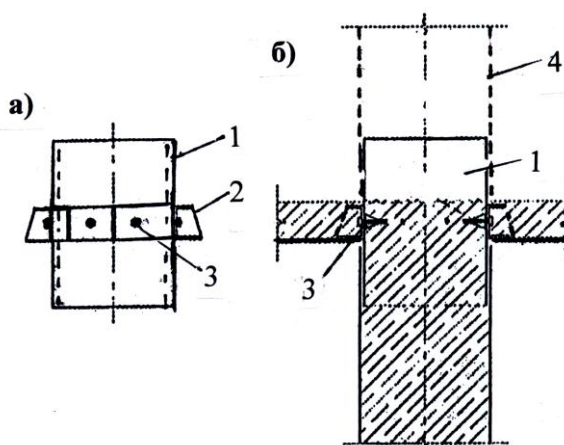


Рисунок Б.5 - Стыки центрально сжатых трубобетонных элементов: а – «сухой», б – заполненный раствором, в – фланцевый, г – «сухой» усиленный накладками, д – «сухой» через металлическую прокладку[3]

Б.2.2 Трубобетонные элементы заводского изготовления могут поставляться с незаполненными бетоном торцами. После сварного объединения элементов в образованную в стыке полость через специально оставленное отверстие под давлением инъецируется раствор (Рисунок Б.5 б). Через другое отверстие меньшего диаметра выходит воздух и излишки раствора. Этот способ менее надежен, поскольку трудно достичь равнопрочности инъецируемого раствора с бетоном заполнения труб. При устройстве соединений по длине могут также применяться косые сварные стыки, накладки или специальные закладные детали (Рисунок Б.5г, д). Для сборно-разборных конструкций следует применять фланцевые соединения на болтах (Рисунок Б.5 в).

Б.2.3 В соответствии с Рисунком Б.6 стыковое соединение труб осуществляется с помощью специальной гильзы, оснащенной стальным хомутом для опирания монолитных железобетонных перекрытий и снабженной анкерами. Такая система позволяет наращивать колонны с одновременным устройством перекрытий. Кроме того, благодаря анкерам обеспечивается совместная работа бетонного ядра и стальной трубы в зоне передачи нагрузки от перекрытия.



1- гильза, 2 – опорный воротник, 3 – анкерные стержни, 4 – наращиваемая труба.

Рисунок Б.6 – Схема опорного узла для наращивания трубобетонных колонн и устройства междуэтажных перекрытий [7]

Б.2.4 При соединении по длине труб различного диаметра следует использовать сварные соединения, показанные на Рисунке Б.7.

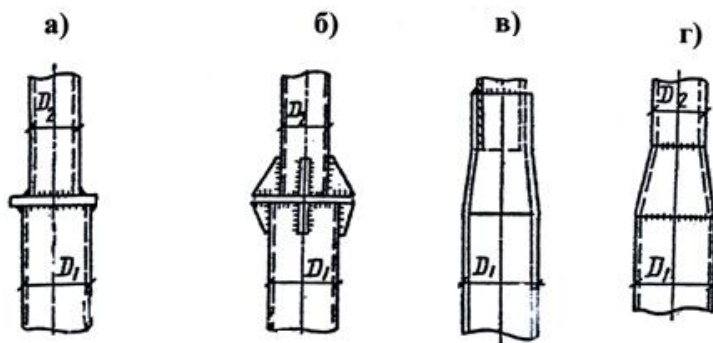


Рисунок Б.7 - Стыки труб различного диаметра: а – с помощью фланца, б – посредством фланца с ребрами, в – с постепенным переходом на меньший диаметр, г – с коническим вкладышем [2]

Б.2.5 Сварные стыки труб необходимо рассчитывать на усилия, полученные путем разложения полного усилия на части, пропорциональные несущим способностям стальной трубы и бетонного ядра. Способ передачи нагрузки на трубобетонную конструкцию от примыкающих к ней конструкций должен минимизировать возникающие в трубе местные напряжения, которые значительно снижают общую несущую способность конструкции.

Б.2.6 При заполнении труб бетоном следует стремиться к его однородности и равнопрочности по всей длине элемента, что может быть достигнуто с использованием литых бетонов.

Б.3 Конструирование оголовков и баз колонн

Б.3.1 Для развития площади опирания ригелей оголовки трубобетонных колонн следует проектировать расширенными. Для крепления балочных конструкций по высоте колонны привариваются консольные столики (Рисунок Б.8).

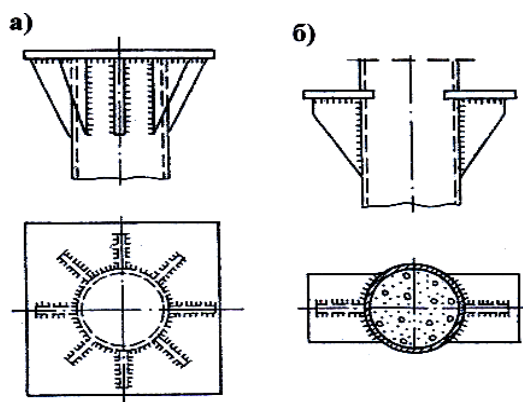


Рисунок Б.8 – Конструкции оголовков центрально сжатых трубобетонных колонн: а – с опорным листом, б – с консолью [3]

Б.3.2 Опорные базы трубобетонных колонн могут проектироваться шарнирными либо жесткими (Рисунок Б.9). В первом случае колонна крепится к фундаменту анкерными болтами посредством опорной плиты. В жестких базах дополнительно

используются косынки либо траверсы. При этом расчет опорных плит и анкерных болтов следует осуществлять как для стальных конструкций.

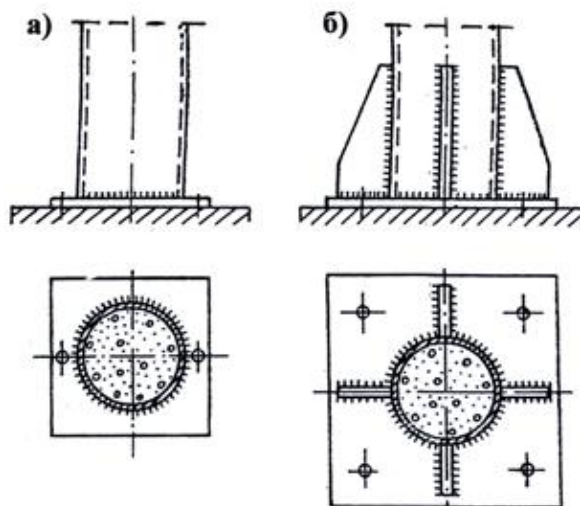


Рисунок Б.9 – Конструкции баз центрально сжатых трубобетонных колонн с шарнирным (а) и жестким (б) опиранием [3]

Б.3.3 Базы внецентренно нагруженных двухветвевых трубобетонных колонн следует проектировать сварными по аналогии с базами аналогичных металлических колонн (Рисунки Б.10 и Б.11).

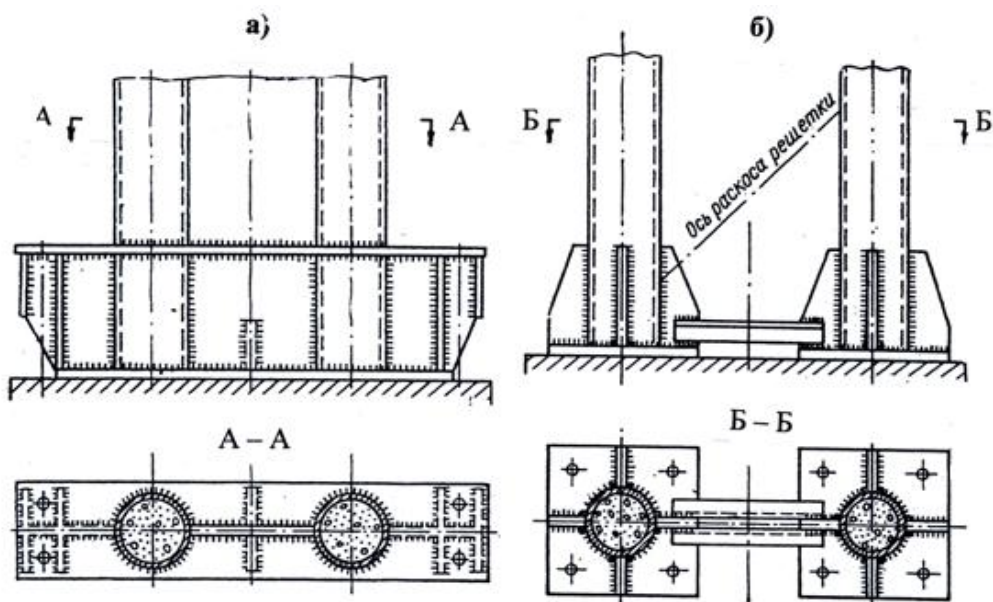


Рисунок Б.10 – Конструкции баз двухветвевых трубобетонных колонн со сплошным (а) и решетчатым (б) объединением ветвей [3]

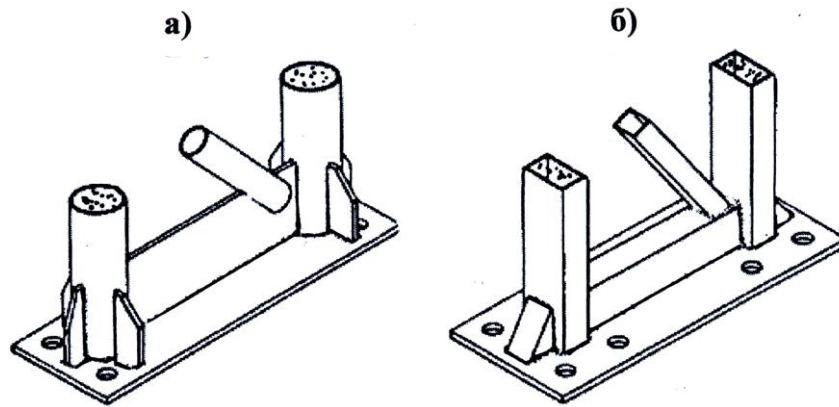


Рисунок Б.11 – Базы колонн с трубчатыми (а) и коробчатыми (б) ветвями

Б.3.4 Соединение надкрановой и подкрановой трубобетонных частей колонн следует выполнять сварными как и в металлических колоннах (Рисунок Б.12).

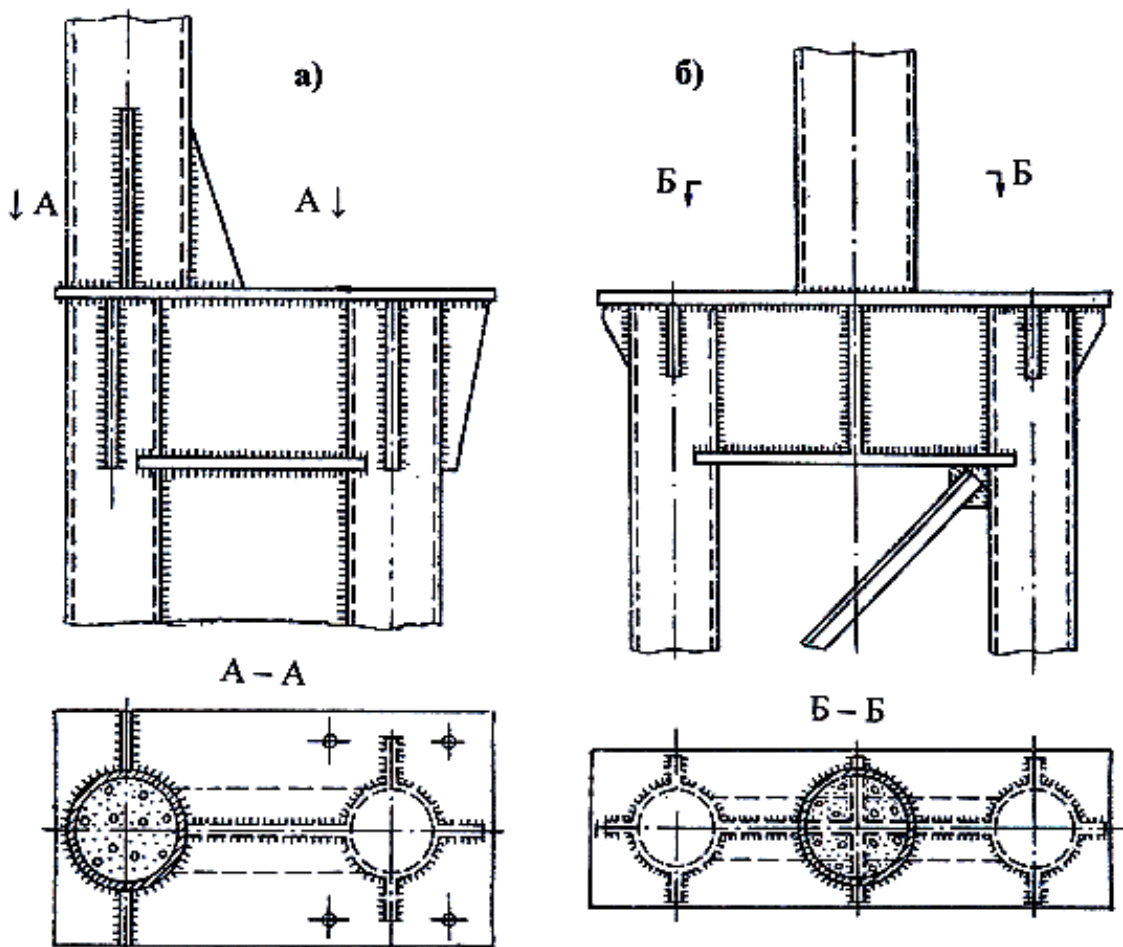


Рисунок Б.12 – Соединения надкрановой и подкрановой частей и базы сплошных (а) и решетчатых (б) двухветвевых колонн [3]

Б.4 Сопряжение колонн с балками и ригелями

Б.4.1 Примеры сопряжений трубобетонных колонн с балками с трубобетонным верхним поясом показаны на Рисунке Б.13. На Рисунках Б.14 – Б.25 приведены различные конструктивные решения сопряжений ригелей с трубобетонными колоннами в каркасных зданиях.

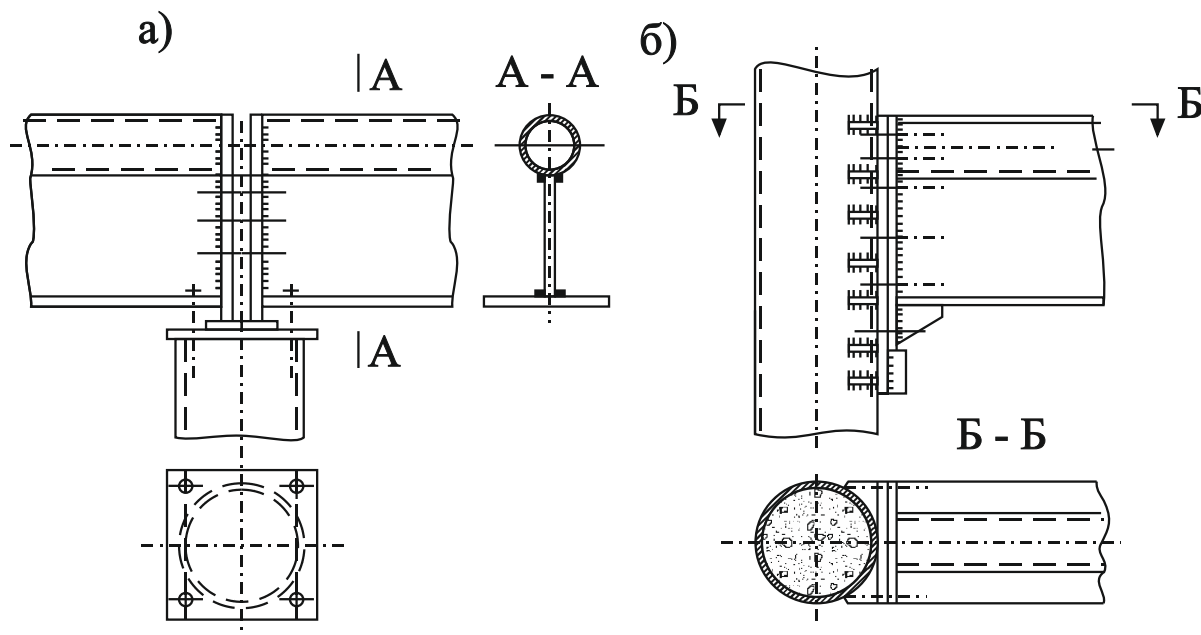


Рисунок Б.13 – Сопряжение балки с трубобетонным верхним поясом с трубобетонной колонной при опирание балки сверху (а) и при примыкании сбоку (б)
[3]

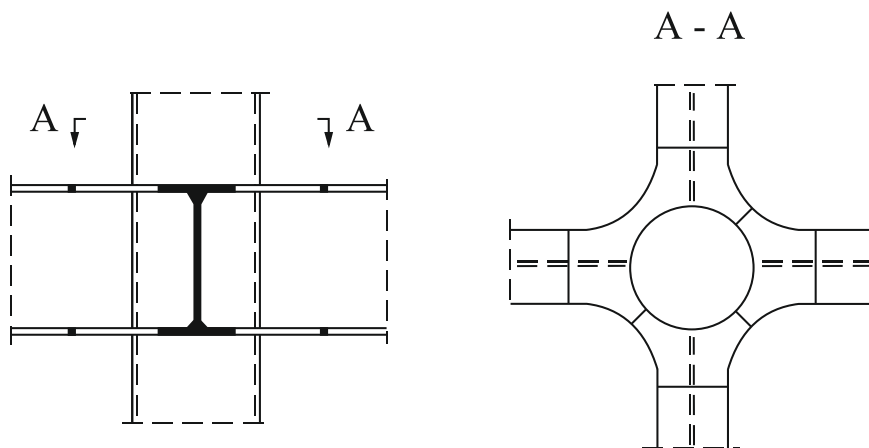


Рисунок Б.14 - Сопряжение ригелей двутаврового сечения с трубобетонной колонной круглого сечения [4]

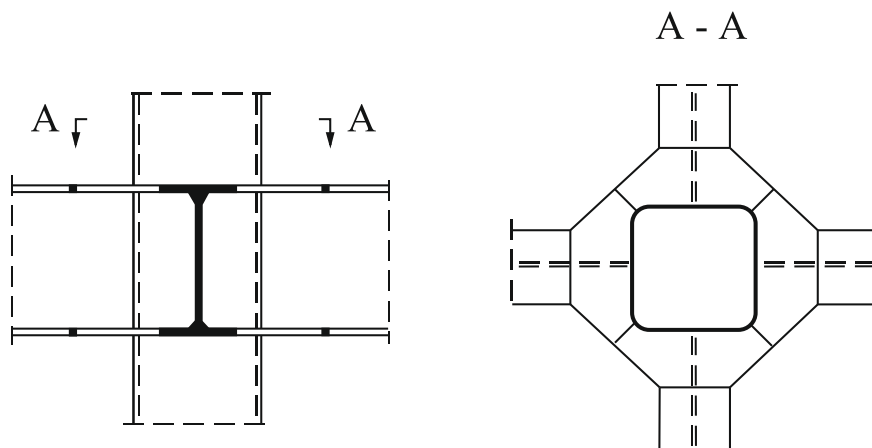


Рисунок Б.15 - Сопряжение ригелей двутаврового сечения с трубобетонной колонной квадратного сечения [4]

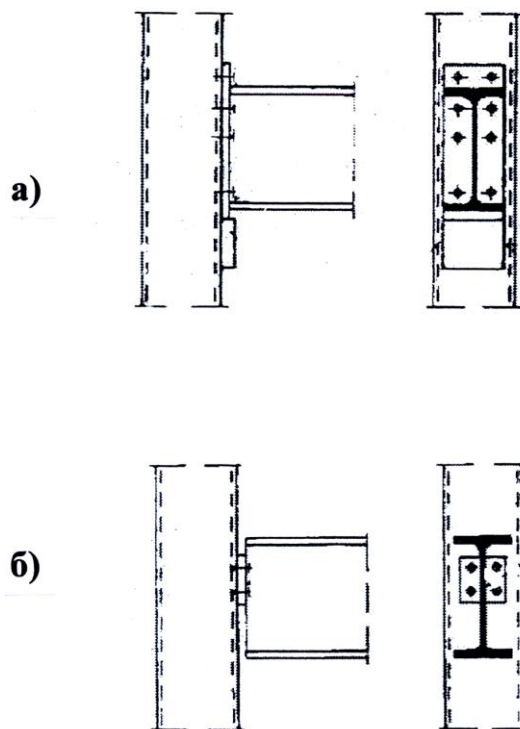


Рисунок Б.16 - Сопряжение ригелей с трубобетонной колонной квадратного сечения посредством опорного фланца (а) и болтового соединения (б) [4]

Б.4.2 При наличии жесткого армирования трубобетонного сечения сопряжение ригелей с колонной следует осуществлять посредством их опирания на жесткий сердечник через вырезанные в стенке трубы проемы (Рисунок Б.19).

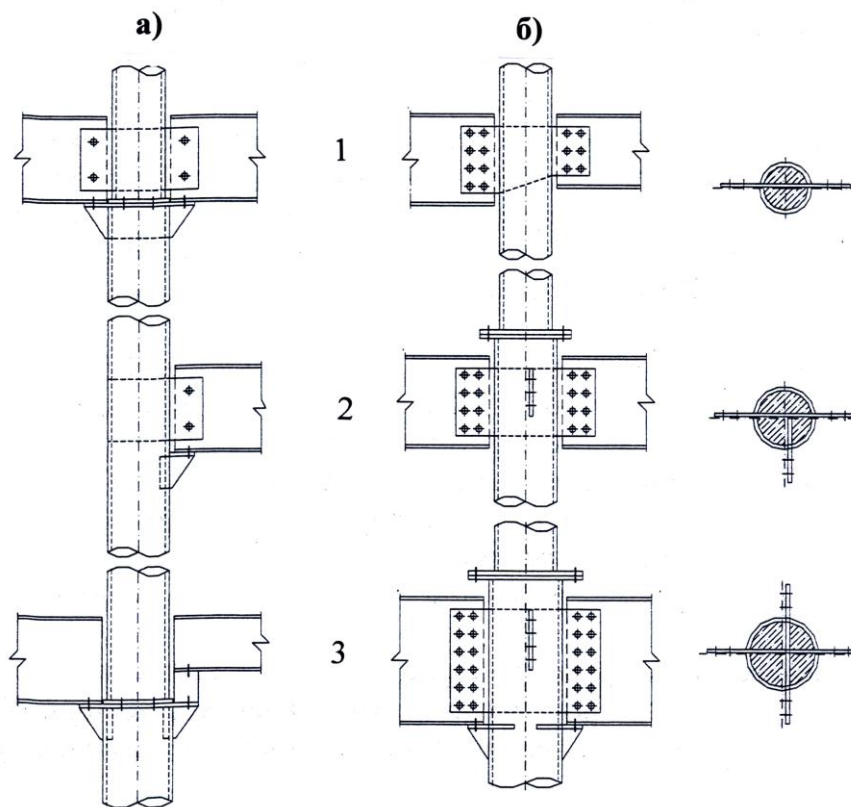
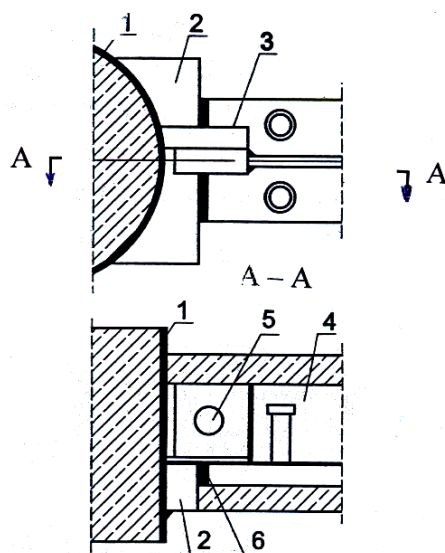


Рисунок Б.17 - Сопряжение ригелей двутаврового сечения с трубобетонной колонной круглого сечения при расположении ригелей в одном направлении (1) и при расположении ригелей в двух направлениях (2,3) [4]



1 – стальная труба, 2 – консольный столик, 3 – вертикальное ребро, 4 – стальной ригель, 5 – монтажный болт, 6 – прижимная прокладка.

Рисунок Б.18 - Сопряжение ригелей двутаврового сечения с трубобетонной колонной круглого сечения посредством болтового соединения [4]

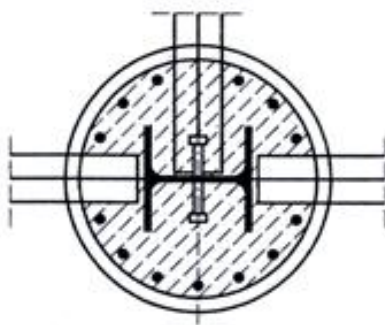


Рисунок Б.19 - Сопряжение ригелей двутаврового сечения с трубобетонной колонной круглого сечения через проемы в стенке трубы [4]

Б.4.3 Фланцевое соединение ригелей с колоннами коробчатого сечения необходимо выполнять с помощью фасонок, приваренных к стенкам колонны (Рисунок Б.20).

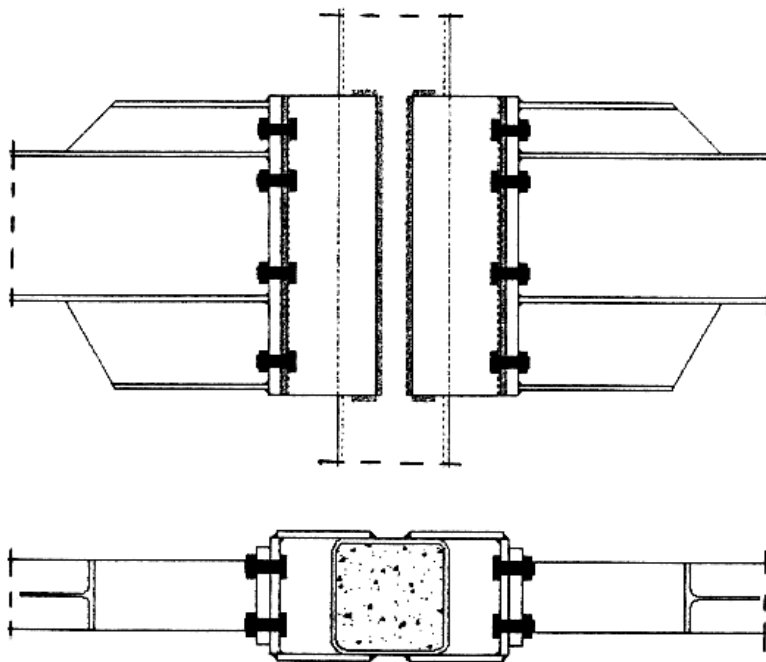


Рисунок Б.20 – Болтовое фланцевое сопряжение двутавровых ригелей с трубобетонной колонной коробчатого сечения

Б.4.4 Трубобетонные колонны заводского изготовления можно соединять с ригелями путем крепления на болтах базы и оголовка соответственно к нижним и верхним поясам двутавровых ригелей (Рисунок Б.21).

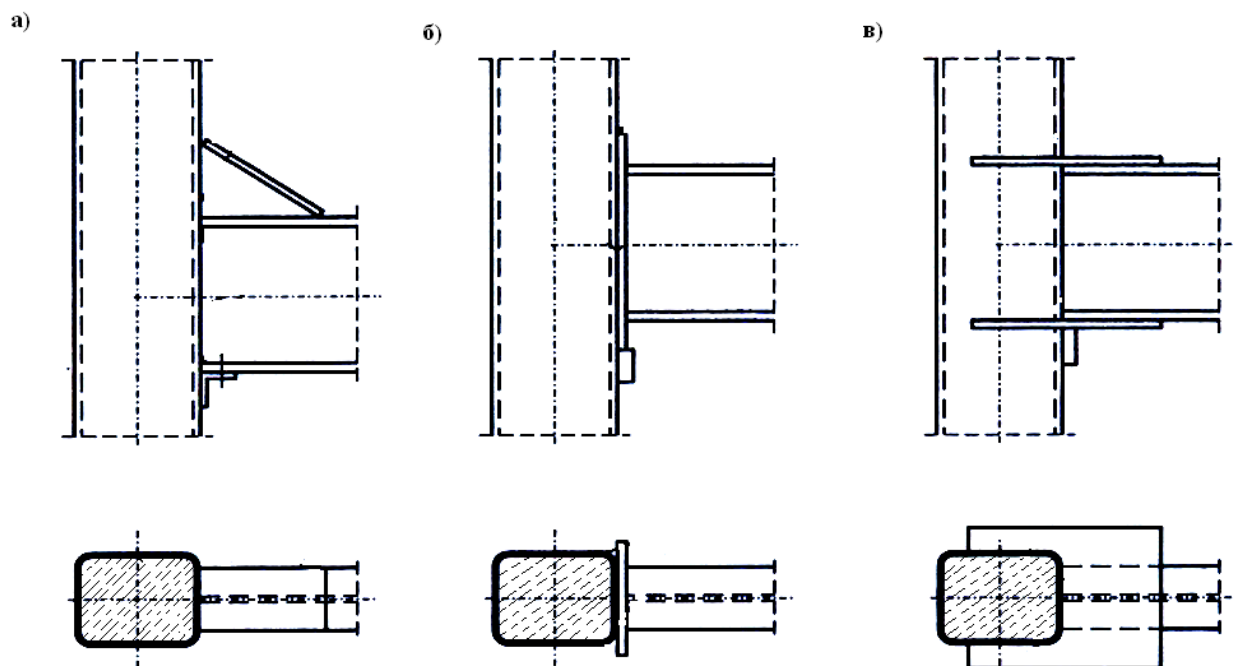


Рисунок Б.21 – Сварные сопряжения двутавровых ригелей с трубобетонной колонной коробчатого сечения (а – с помощью косынки и торцевого стыка, б – с помощью торцевого фланца, в - с помощью накладок) [8]

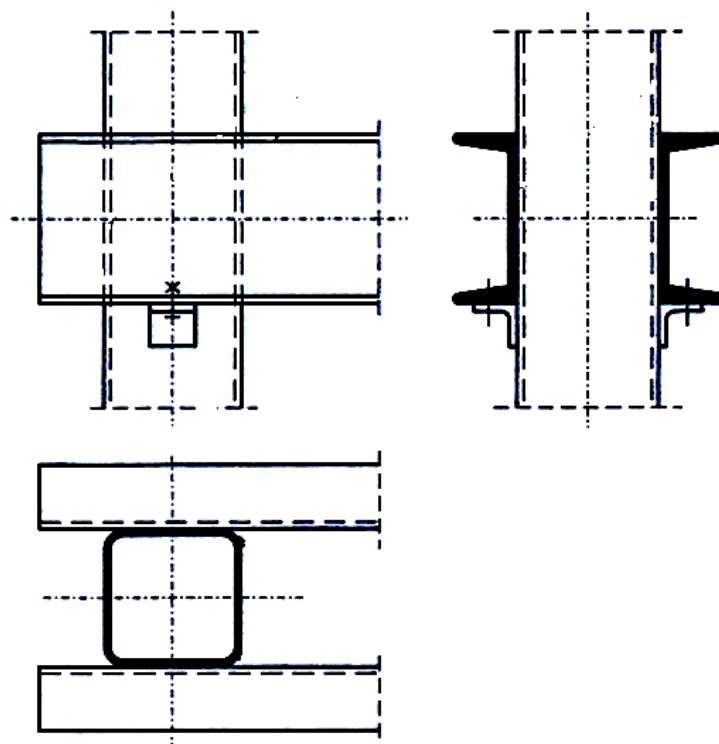


Рисунок Б.22 – Сварное сопряжение двухветвевых ригелей из швеллеров с трубобетонной колонной коробчатого сечения [8]

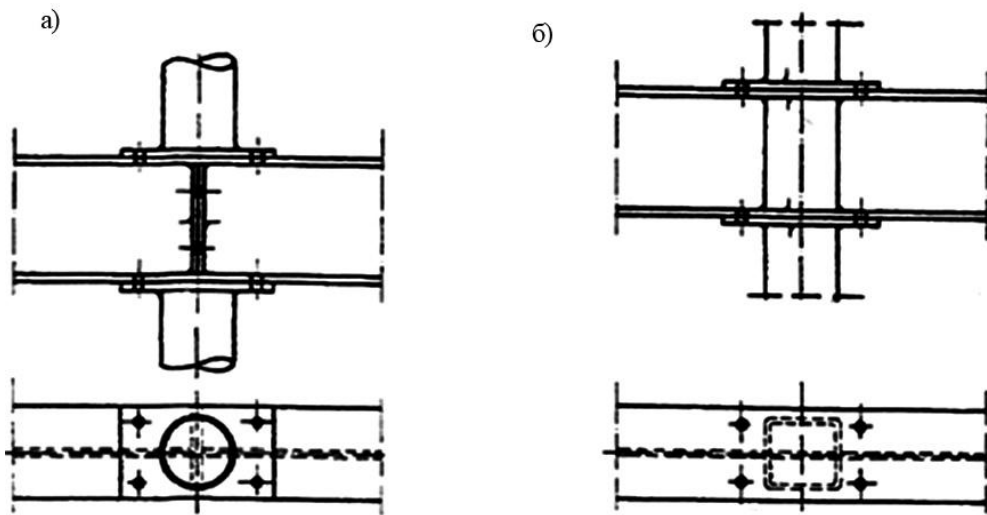
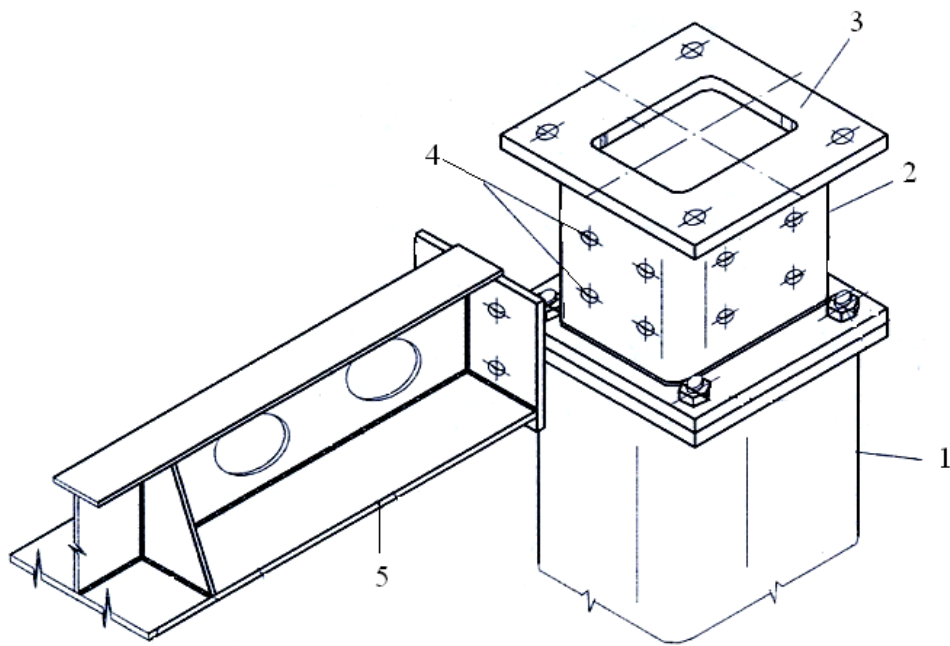


Рисунок Б.23 - Сопряжение ригелей двутаврового сечения с трубобетонными колоннами круглого (а) и квадратного (б) сечения [8]



1 – трубобетонная колонна, 2 – оголовок колонны с фланцами для болтовых монтажных соединений, 3 – фланец для стыкового болтового соединения колонн, 4 – отверстия для болтовых монтажных соединений ригеля с оголовком колонны, 5 – стальной ригель.

Рисунок Б.24 – Монтажное болтовое соединение ригелей с трубобетонной колонной

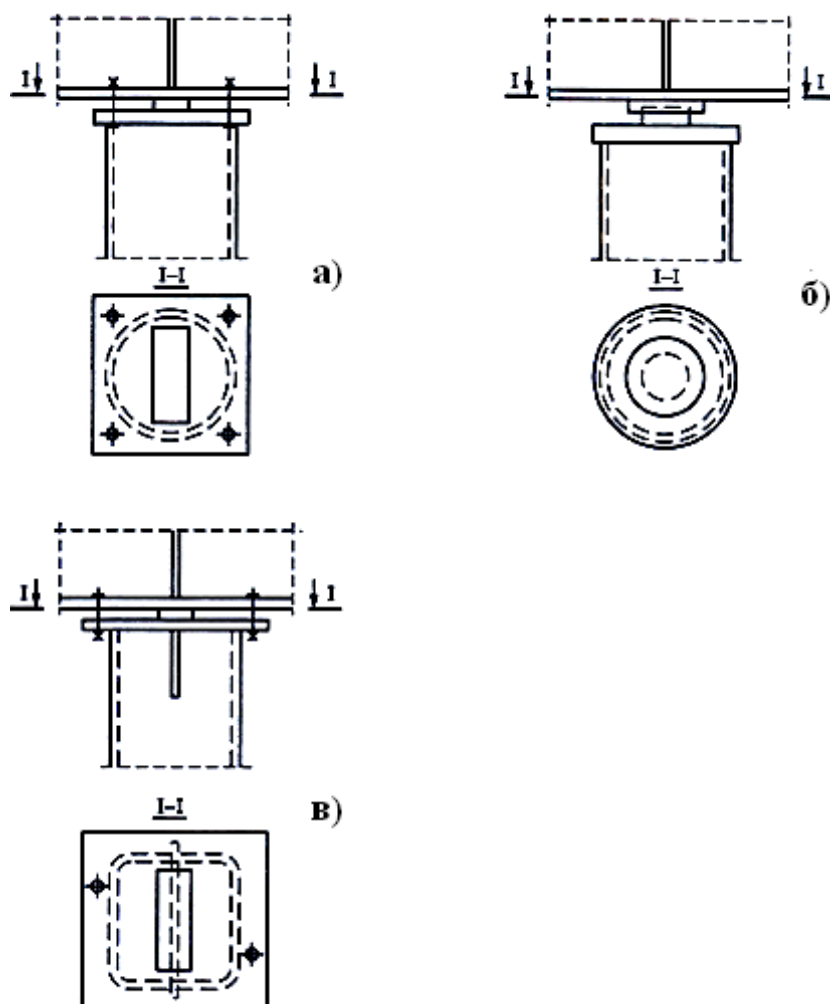


Рисунок Б.25 – Шарнирное сопряжение двутавровых ригелей с оголовком трубобетонной колонны круглого (а, б) и коробчатого (в) сечений

Б.5 Сопряжение колонн с железобетонными плитами

Б.5.1 При наличии фасадного бортового ребра и отсутствии бетонной консольной полосы изгибающий момент в соединении колонны с железобетонной плитой должен восприниматься арматурными стержнями, а бортовое ребро должно быть жестко закреплено к колонне (Рисунок Б.26 а).

Б.5.2 В соответствии с п. С.3.1.2(1) СН РК EN 1998-1:2004/2011 при наличии бетонной консольной полосы и отсутствии фасадного бортового ребра изгибающий момент в соединении колонны с железобетонной плитой должен восприниматься арматурными стержнями, заанкеренными в консольной полосе (Рисунок Б.26 б, в).

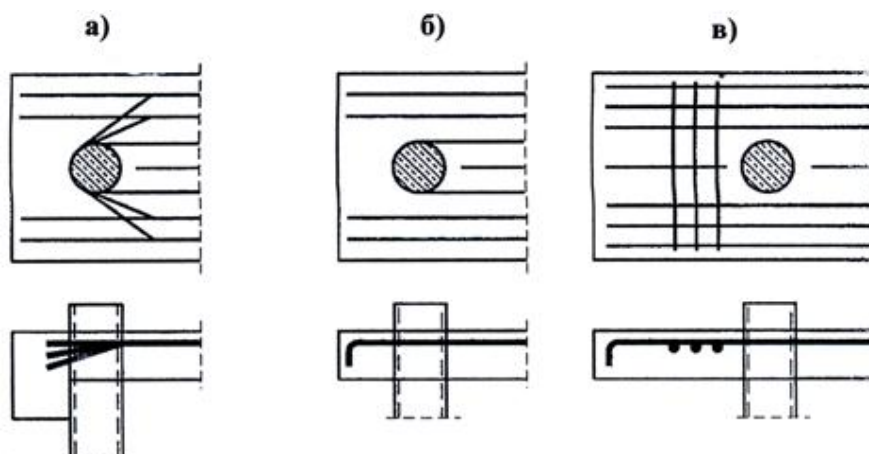
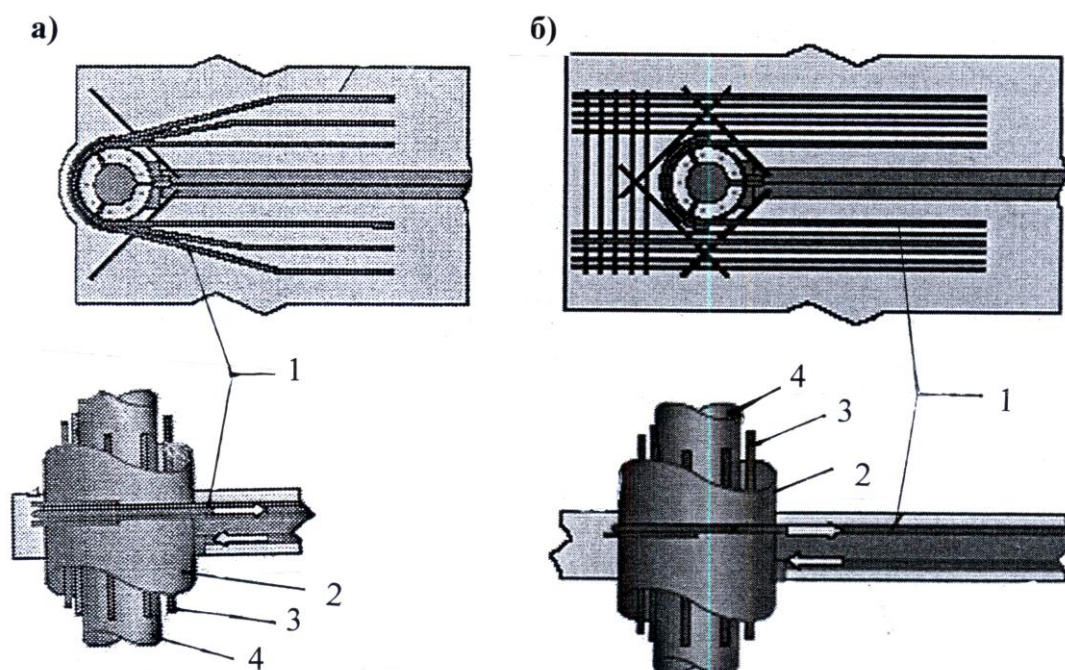


Рисунок Б.26 - Армирование железобетонной плиты в зоне сопряжения с крайними трубобетонными колоннами: а) в бортовом ребре, б) в консольной части плиты с помощью продольной арматуры, в) в консольной части плиты с помощью поперечной арматуры [8]

Б.5.3 Конструктивное решение сопряжения железобетонной плиты с трубобетонной колонной приведено на Рисунке Б.27.



1 – арматурные стержни в растянутой зоне, 2 – наружная стальная труба колонны, 3 – вертикальная арматура, 4 – внутренний трубчатый сердечник трубобетонной колонны.

Рисунок Б.27 - Армирование в зоне сопряжения ригелей сталежелезобетонных перекрытий с крайними трубобетонными колоннами [4]

Б.6 Узловые сопряжения ферм с трубобетонными стержнями

Б.6.1 Конструктивные решения узловых соединений ферм с трубобетонными стержнями выполняются по аналогии узлов металлических ферм из труб. Сварные соединения стержней могут быть непосредственными либо с применением фасонки (Рисунок Б.28). Для опирания прогонов либо плит к верхним поясам привариваются опорные столики.

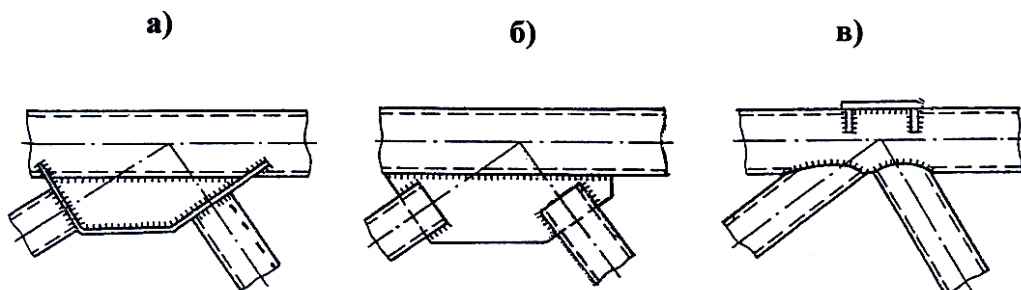


Рисунок Б.28 – Узловые соединения раскосов с верхним трубобетонным поясом ферм: а),б) с помощью фасонки, в) непосредственное [3]

Б.6.2 Монтажные соединения трубобетонных поясов следует выполнять сварными стыковыми либо фланцевыми.

Б.6.3 Растянутые элементы ферм целесообразно заполнять бетоном не по всей длине, а только в узловых соединениях (Рисунок Б.29). Образованные бетонные пробки увеличивают жесткость узла при передаче усилий на оболочку трубы. Поскольку локальное заполнение труб бетоном технологически трудно реализуемо, узлы можно изготавливать как отдельные детали, которые соединяются со стержнями ферм сваркой встык.

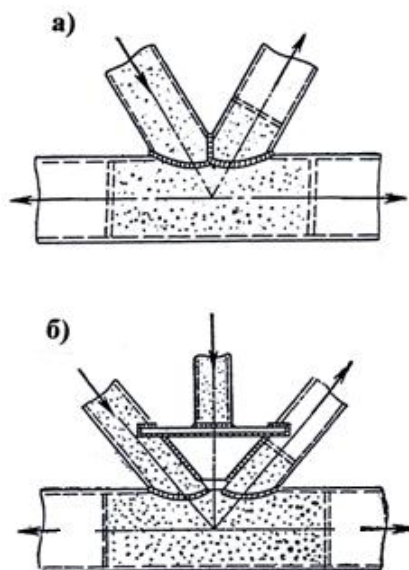


Рисунок Б.29 – Узловые соединения металлических ферм из труб заполненных бетонными пробками [2]

Б.6.4 Опорные реакции в трубобетонных фермах следует передавать через фланцы, приваренные к торцам трубчатого нижнего пояса, либо через опорные столики (Рисунок Б.30 и Б.31).

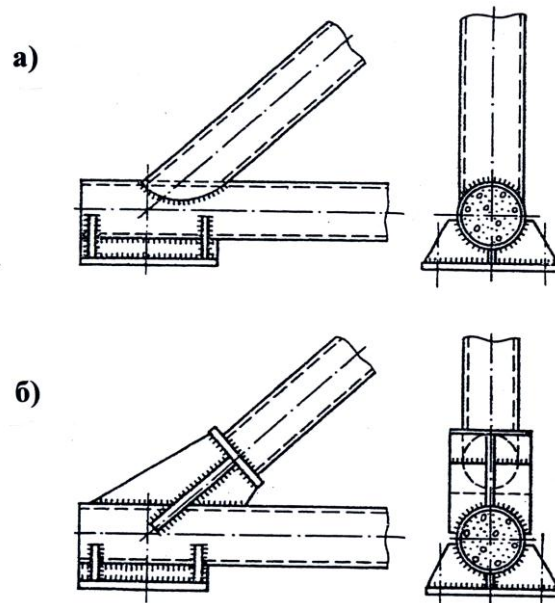


Рисунок Б.30 – Узлы опирания трубобетонных ферм: а) при непосредственном соединении опорного раскоса с нижним поясом, б) при соединении с помощью фасонки [3]

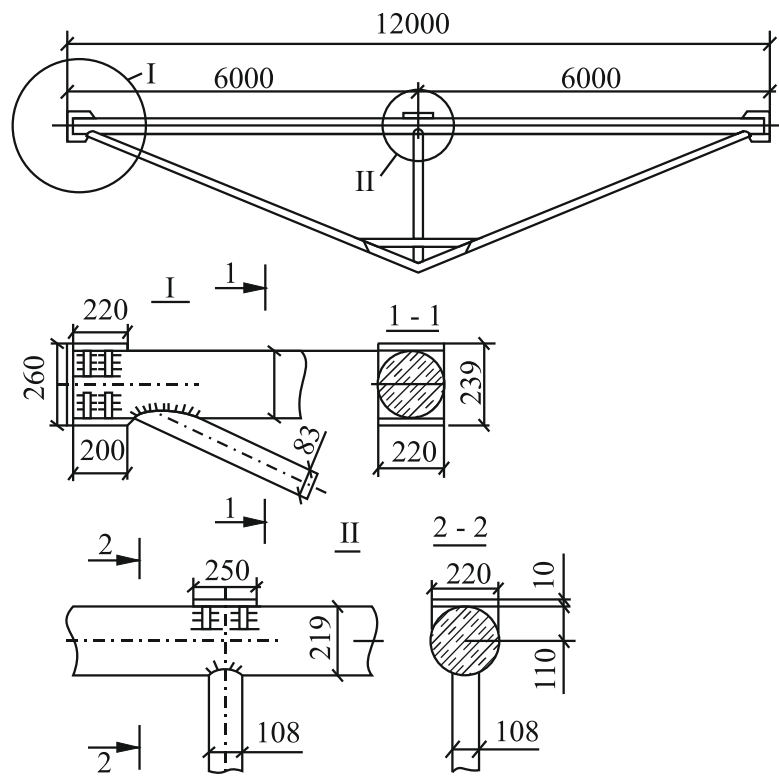
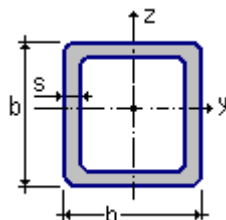


Рисунок Б.31 – Подстропильная ферма с верхним трубобетонным поясом [3]

Приложение В
(информационное)

Сортамент стальных труб по ГОСТ

В.1 Трубы квадратного сечения по ГОСТ 30245-94



**Таблица В.1 – Основные характеристики труб квадратного сечения
по ГОСТ 30245-94**

	b см	s см	r1 см	A см ²	I_y=I_z см ⁴	W_y=W_z см ³	i_y=i_z см	P Т/м
50×2	5,000	0,200	0,400	3,900	14,400	5,700	1,960	0,003
50×2,5	5,000	0,250	0,500	4,700	17,200	6,800	1,930	0,004
50×3	5,000	0,300	0,600	5,500	19,900	7,900	1,910	0,004
50×4	5,000	0,400	0,800	7,100	24,500	9,800	1,860	0,005
50×5	5,000	0,500	1,000	8,600	28,300	11,300	1,810	0,007
80×2,5	8,000	0,250	0,500	7,700	74,600	18,700	3,120	0,006
80×3	8,000	0,300	0,600	9,200	89,500	22,400	3,120	0,007
80×4	8,000	0,400	0,800	12,200	115,300	28,800	3,070	0,010
80×5	8,000	0,500	1,000	15,000	138,000	34,500	3,030	0,012
80×6	8,000	0,600	1,200	17,800	158,100	39,500	2,980	0,014
100×3	10,000	0,300	0,600	11,600	180,200	36,000	3,940	0,009
100×4	10,000	0,400	0,800	15,300	231,300	46,300	3,890	0,012
100×5	10,000	0,500	1,000	18,900	278,700	55,700	3,840	0,015
100×6	10,000	0,600	1,200	22,600	326,300	65,300	3,800	0,018
100×7	10,000	0,700	1,400	26,200	373,900	74,800	3,750	0,021
120×3	12,000	0,300	0,600	14,000	315,100	52,500	4,760	0,011
120×4	12,000	0,400	0,800	18,500	408,500	68,100	4,710	0,014
120×5	12,000	0,500	1,000	22,900	497,900	83,000	4,660	0,018
120×6	12,000	0,600	1,200	27,400	583,400	97,200	4,610	0,021
140×4	14,000	0,400	0,800	21,600	657,900	94,000	5,520	0,017
140×5	14,000	0,500	1,000	26,900	808,400	115,500	5,480	0,021
140×6	14,000	0,600	1,200	32,100	947,100	135,300	5,430	0,025
140×7	14,000	0,700	1,400	37,200	1077,100	153,900	5,380	0,029
140×8	14,000	0,800	1,600	42,300	1201,700	171,700	5,330	0,033
160×4	16,000	0,400	0,800	24,700	989,700	123,700	6,330	0,019
160×5	16,000	0,500	1,000	30,700	1214,600	151,800	6,290	0,024
160×6	16,000	0,600	1,200	36,800	1435,100	179,400	6,240	0,029

**Таблица В.1 – Основные характеристики труб квадратного сечения
по ГОСТ 30245-94 (продолжение)**

	b см	s см	r1 см	A см ²	I_y=I_z см ⁴	W_y=W_z см ³	i_y=i_z см	P Т/м
160×7	16,000	0,700	1,400	42,800	1640,800	205,100	6,200	0,034
160×8	16,000	0,800	1,600	48,700	1836,900	229,600	6,150	0,038
180×5	18,000	0,500	1,000	34,600	1749,100	194,300	7,110	0,027
180×6	18,000	0,600	1,200	41,400	2063,500	229,300	7,060	0,032
180×7	18,000	0,700	1,400	48,200	2372,100	263,600	7,010	0,038
180×8	18,000	0,800	1,600	54,800	2663,300	295,900	6,970	0,043
180×9	18,000	0,900	1,800	61,500	2976,500	326,200	6,910	0,048
180×10	18,000	1,000	2,000	68,200	3300,700	353,500	6,860	0,054
200×5	20,000	0,500	1,000	38,400	2410,000	241,000	7,930	0,030
200×6	20,000	0,600	1,200	45,600	2832,000	283,000	7,880	0,036
200×7	20,000	0,700	1,400	52,800	3236,000	324,000	7,830	0,041
200×8	20,000	0,800	1,600	59,800	3621,000	362,000	7,780	0,047
200×9	20,000	0,900	1,800	66,700	3987,000	399,000	7,730	0,052
200×10	20,000	1,000	2,000	73,400	4336,000	434,000	7,680	0,058
200×11	20,000	1,100	2,200	80,000	4667,000	467,000	7,640	0,063
200×12	20,000	1,200	2,400	86,500	4980,000	498,000	7,590	0,067
200×13	20,000	1,300	2,600	92,900	4685,000	527,000	7,540	0,073
200×14	20,000	1,400	2,800	99,200	4408,000	554,000	7,490	0,078
250×8	25,000	0,800	1,600	75,800	7315,000	585,000	9,820	0,059
250×9	25,000	0,900	1,800	84,700	8092,000	647,000	9,780	0,067
250×10	25,000	1,000	2,000	93,400	8840,000	707,000	9,730	0,073
250×11	25,000	1,100	2,200	102,000	9559,000	765,000	9,680	0,080
250×12	25,000	1,200	2,400	111,000	10251,000	820,000	9,630	0,087
250×13	25,000	1,300	2,600	119,000	10917,000	872,000	9,580	0,093
250×14	25,000	1,400	2,800	127,000	11550,000	924,000	9,530	0,100
300×8	30,000	0,800	1,600	89,900	12812,000	846,000	11,940	0,071
300×9	30,000	0,900	1,800	101,000	14302,000	949,000	11,900	0,079
300×10	30,000	1,000	2,000	113,000	15712,000	1047,000	11,790	0,089
300×11	30,000	1,100	2,200	124,000	17080,000	1139,000	11,740	0,097
300×12	30,000	1,200	2,400	135,000	18330,000	1222,000	11,650	0,106
300×13	30,000	1,300	2,600	145,000	19580,000	1309,000	11,620	0,114
300×14	30,000	1,400	2,800	155,000	20784,000	1386,000	11,580	0,122

В.2 Трубы прямоугольного сечения по ГОСТ 30245-94

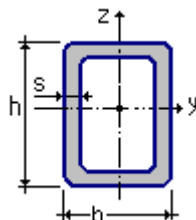


Таблица В.2 – Основные характеристики труб прямоугольного сечения по ГОСТ 30245-94

	h см	b см	s см	r1 см	A см ²	I _y см ⁴	W _y см ³	i _y см	I _z см ⁴	W _z см ³	i _z см
60×40×2	6,000	4,000	0,200	0,400	3,800	18,800	6,200	2,230	10,000	5,000	1,630
60×40×2.5	6,000	4,000	0,250	0,500	4,700	22,400	7,400	2,200	11,800	5,900	1,600
60×40×3	6,000	4,000	0,300	0,600	5,500	26,000	8,600	2,180	13,700	6,800	1,580
60×40×4	6,000	4,000	0,400	0,800	7,100	32,200	10,700	2,130	16,700	8,300	1,540
60×40×5	6,000	4,000	0,500	1,000	8,600	37,100	12,300	2,080	19,100	9,500	1,490
100×60×3	10,000	6,000	0,300	0,600	9,200	123,200	24,600	3,660	55,600	18,500	2,460
100×60×4	10,000	6,000	0,400	0,800	12,200	157,600	31,500	3,590	70,800	23,600	2,410
100×60×5	10,000	6,000	0,500	1,000	15,000	187,800	37,600	3,540	83,800	27,900	2,360
100×60×6	10,000	6,000	0,600	1,200	17,800	216,300	43,300	3,480	96,200	32,100	2,320
120×80×3	12,000	8,000	0,300	0,600	11,600	233,400	38,900	4,480	124,800	31,200	3,270
120×80×4	12,000	8,000	0,400	0,800	15,300	299,000	49,800	4,420	159,700	39,900	3,230
120×80×5	12,000	8,000	0,500	1,000	18,900	361,400	60,200	4,370	192,400	48,100	3,190
120×80×6	12,000	8,000	0,600	1,200	22,600	423,200	70,500	4,330	224,100	56,000	3,150
120×80×7	12,000	8,000	0,700	1,400	26,300	483,200	80,400	4,280	254,600	63,800	3,100
140×60×4	14,000	6,000	0,400	0,800	15,300	362,100	51,700	4,860	95,400	31,800	2,500
140×60×5	14,000	6,000	0,500	1,000	18,900	436,100	62,300	4,800	113,600	37,900	2,450
140×60×6	14,000	6,000	0,600	1,200	22,600	509,700	72,800	4,750	131,300	43,800	2,410
140×100×3	14,000	10,000	0,300	0,600	14,200	404,200	57,700	5,310	241,200	48,200	4,100
140×100×4	14,000	10,000	0,400	0,800	18,500	511,300	73,000	5,260	304,300	60,900	4,050
140×100×5	14,000	10,000	0,500	1,000	22,900	619,700	88,500	5,200	368,000	73,600	4,010
140×100×6	14,000	10,000	0,600	1,200	27,400	729,200	104,200	5,160	432,400	86,500	3,970
140×100×7	14,000	10,000	0,700	1,400	32,000	839,800	120,000	5,110	497,500	99,500	3,920
160×80×3	16,000	8,000	0,300	0,600	13,900	455,000	56,900	5,700	155,200	38,800	3,340
160×80×4	16,000	8,000	0,400	0,800	18,500	606,700	75,800	5,730	206,900	51,700	3,340
160×80×5	16,000	8,000	0,500	1,000	22,900	735,900	92,000	5,670	248,700	62,200	3,290
160×80×6	16,000	8,000	0,600	1,200	27,400	864,700	108,100	5,620	280,700	72,700	3,260
160×120×4	16,000	12,000	0,400	0,800	21,600	799,200	99,900	6,080	514,000	85,700	4,880
160×120×5	16,000	12,000	0,500	1,000	26,900	978,200	122,300	6,030	628,400	104,700	4,830
160×120×6	16,000	12,000	0,600	1,200	32,100	1150,500	143,800	5,990	736,900	122,800	4,790
160×120×7	16,000	12,000	0,700	1,400	37,200	1307,400	163,400	5,930	836,600	139,400	4,740
160×120×8	16,000	12,000	0,800	1,600	42,300	1461,000	182,600	5,880	932,500	155,400	4,690
180×60×5	18,000	6,000	0,500	1,000	22,900	833,800	92,600	6,030	144,700	48,200	2,510
180×60×6	18,000	6,000	0,600	1,200	27,400	978,500	108,700	5,970	166,500	55,500	2,460

**Таблица В.2 – Основные характеристики труб прямоугольного сечения
по ГОСТ 30245-94 (продолжение)**

	h см	b см	s см	r1 см	A см ²	Iy см ⁴	Wy см ³	iy см	Iz см ⁴	Wz см ³	iz см
180×100×5	18,000	10,000	0,500	1,000	26,900	1143,000	127,000	6,520	459,600	91,900	4,130
180×100×6	18,000	10,000	0,600	1,200	32,100	1344,400	149,400	6,470	537,800	107,600	4,090
180×100×7	18,000	10,000	0,700	1,400	37,200	1527,900	169,800	6,410	607,900	121,600	4,040
180×100×8	18,000	10,000	0,800	1,600	42,300	1706,100	189,600	6,350	676,000	135,200	4,000
180×140×4	18,000	14,000	0,400	0,800	24,600	1165,000	128,200	6,910	782,400	111,800	5,700
180×140×5	18,000	14,000	0,500	1,000	30,700	1443,000	160,300	6,850	981,200	140,200	5,650
180×140×6	18,000	14,000	0,600	1,200	36,800	1706,800	189,600	6,810	1158,900	165,600	5,610
180×140×7	18,000	14,000	0,700	1,400	42,800	1952,000	216,900	6,750	1322,900	189,000	5,560
180×140×8	18,000	14,000	0,800	1,600	48,700	2187,300	243,000	6,700	1480,600	211,500	5,510
200×120×4	20,000	12,000	0,400	0,800	27,700	1631,800	163,200	7,680	1160,000	145,000	6,470
200×160×5	20,000	16,000	0,500	1,000	34,600	2039,700	204,000	7,670	1450,000	181,200	6,460
200×160×6	20,000	16,000	0,600	1,200	41,400	2412,400	241,200	7,630	1712,300	214,000	6,430
200×160×7	20,000	16,000	0,700	1,400	48,200	2767,100	276,700	7,580	1962,000	245,200	6,380
200×160×8	20,000	16,000	0,800	1,600	54,800	3104,300	310,400	7,530	2199,000	274,900	6,330
200×160×9	20,000	16,000	0,900	1,800	61,300	3424,000	342,300	7,480	2436,000	303,300	6,280
200×160×10	20,000	16,000	1,000	2,000	67,700	3726,700	372,400	7,430	2211,700	330,400	6,230
300×200×8	30,000	20,000	0,800	1,600	75,800	9512,000	634,000	11,200	5069,000	510,000	8,200
300×200×9	30,000	20,000	0,900	1,800	84,700	10527,000	702,000	11,150	5630,000	563,000	8,150
300×200×10	30,000	20,000	1,000	2,000	93,400	11505,000	767,000	11,100	6143,000	614,000	8,110
300×200×11	30,000	20,000	1,100	2,200	102,000	12446,000	830,000	11,050	6634,000	663,000	8,060
300×200×12	30,000	20,000	1,200	2,400	111,000	13351,000	890,000	11,000	7104,000	710,000	8,010
300×200×13	30,000	20,000	1,300	2,600	119,000	12482,000	945,000	10,950	7553,000	755,000	7,960
300×200×14	30,000	20,000	1,400	2,800	127,000	15054,000	1004,000	10,900	7983,000	798,000	7,920
320×180×8	32,000	18,000	0,800	1,600	75,800	10341,000	646,000	11,700	4248,000	472,000	7,490
320×180×10	32,000	18,000	1,000	2,000	93,400	12506,000	782,000	11,600	5111,000	568,000	7,400
320×180×12	32,000	18,000	1,200	2,400	111,000	14511,000	907,000	11,500	5899,000	655,000	7,310
320×180×14	32,000	18,000	1,400	2,800	127,000	16359,000	1022,000	11,300	6617,000	735,000	7,210
340×160×9	34,000	16,000	0,900	1,800	84,700	12306,000	724,000	12,100	3793,000	474,000	6,690
340×160×10	34,000	16,000	1,000	2,000	93,400	13446,000	791,000	12,000	4130,000	516,000	6,650
340×160×12	34,000	16,000	1,200	2,400	111,000	15596,000	917,000	11,900	4755,000	594,000	6,560
340×160×14	34,000	16,000	1,400	2,800	127,000	17576,000	1034,000	11,800	5319,000	655,000	6,470
340×260×10	34,000	26,000	1,000	2,000	113,000	18892,000	1111,000	12,900	12510,000	962,000	10,500
340×260×12	34,000	26,000	1,200	2,400	135,000	22054,000	1297,000	12,800	14577,000	1121,000	10,400
340×260×14	34,000	26,000	1,400	2,800	155,000	25020,000	1472,000	12,700	16508,000	1269,000	10,300
380×220×10	38,000	22,000	1,000	2,000	113,000	21925,000	1154,000	13,900	9416,000	856,000	9,110
380×220×12	38,000	22,000	1,200	2,400	135,000	25594,000	1347,000	13,800	10948,000	995,000	9,020
380×220×14	38,000	22,000	1,400	2,800	155,000	29037,000	1528,000	13,700	12370,000	1125,000	8,930
400×200×10	40,000	20,000	1,000	2,000	113,000	23345,000	1167,000	14,300	7949,000	795,000	8,370
400×200×12	40,000	20,000	1,200	2,400	135,000	27248,000	1362,000	14,200	9227,000	923,000	8,280
400×200×14	40,000	20,000	1,400	2,800	155,000	30907,000	1545,000	14,100	10409,000	1041,000	8,190

В.3 Трубы замкнутые сварные квадратного профиля по ГОСТ 30245-2003

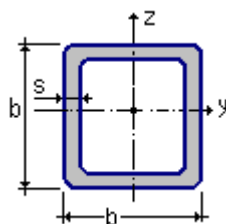


Таблица В.3 – Основные характеристики труб замкнутых сварных квадратного профиля по ГОСТ 30245-2003

	b	s	r ₁	A	I _y =I _z	W _y =W _z	i _y =i _z	P
	мм	мм	мм	см ²	см ⁴	см ³	мм	кг/м
40×2	40,000	2,000	4,000	2,940	6,940	3,470	15,400	2,310
40×2,5	40,000	2,500	5,000	3,590	8,210	4,100	15,100	2,820
40×3	40,000	3,000	6,000	4,210	9,310	4,650	14,900	3,300
40×3,5	40,000	3,500	7,000	4,790	10,260	5,130	14,600	3,760
40×4	40,000	4,000	8,000	5,350	11,050	5,520	14,400	4,200
50×2	50,000	2,000	4,000	3,740	14,140	5,660	19,500	2,930
50×2,5	50,000	2,500	5,000	4,590	16,930	6,770	19,200	3,600
50×3	50,000	3,000	6,000	5,410	19,450	7,780	19,000	4,250
50×3,5	50,000	3,500	7,000	6,190	21,700	8,680	18,700	4,860
50×4	50,000	4,000	8,000	6,950	23,700	9,480	18,500	5,450
50×4,5	50,000	4,500	9,000	7,670	25,450	10,190	18,200	6,020
50×5	50,000	5,000	10,000	8,360	26,980	10,790	18,000	6,560
50×5,5	50,000	5,500	11,000	9,010	28,270	11,310	17,700	7,070
50×6	50,000	6,000	12,000	9,630	29,360	11,740	17,500	7,560
60×2	60,000	2,000	4,000	4,540	25,140	8,380	23,500	3,560
60×2,5	60,000	2,500	5,000	5,590	30,330	10,110	23,300	4,390
60×3	60,000	3,000	6,000	6,610	35,110	11,700	23,100	5,190
60×3,5	60,000	3,500	7,000	7,590	39,500	13,170	22,800	5,960
60×4	60,000	4,000	8,000	8,550	43,500	14,500	22,600	6,710
60×4,5	60,000	4,500	9,000	9,470	47,140	15,710	22,300	7,430
60×5	60,000	5,000	10,000	10,360	50,410	16,800	22,100	8,130
60×5,5	60,000	5,500	11,000	11,210	53,340	17,780	21,800	8,800
60×6	60,000	6,000	12,000	12,030	55,940	18,650	21,600	9,450
70×2	70,000	2,000	4,000	5,340	40,720	11,630	27,600	4,190
70×2,5	70,000	2,500	5,000	6,590	49,390	14,110	27,400	5,170
70×3	70,000	3,000	6,000	7,810	57,500	16,430	27,100	6,130
70×3,5	70,000	3,500	7,000	8,990	65,050	18,590	26,900	7,060
70×4	70,000	4,000	8,000	10,150	72,060	20,590	26,600	7,970
70×4,5	70,000	4,500	9,000	11,270	78,550	22,440	26,400	8,850
70×5	70,000	5,000	10,000	12,360	84,520	24,150	26,200	9,700
70×5,5	70,000	5,500	11,000	13,410	90,010	25,720	25,900	10,530
70×6	70,000	6,000	12,000	14,430	95,010	27,140	25,700	11,330
70×6,5	70,000	6,500	16,500	15,060	95,110	27,170	25,100	11,820
70×7	70,000	7,000	17,500	15,960	98,500	28,140	24,800	12,530
80×3	80,000	3,000	6,000	9,010	87,810	21,950	31,200	7,070
80×3,5	80,000	3,500	7,000	10,390	99,750	24,940	31,000	8,160
80×4	80,000	4,000	8,000	11,750	111,000	27,740	30,700	9,220
80×4,5	80,000	4,500	9,000	13,070	121,500	30,370	30,500	10,260

Таблица В.3 – Основные характеристики труб замкнутых сварных квадратного профиля по ГОСТ 30245-2003 (продолжение)

	b	s	r ₁	A	I _y =I _z	W _y =W _z	i _y =i _z	P
	мм	мм	мм	см ²	см ⁴	см ³	мм	кг/м
80×5	80,000	5,000	10,000	14,360	131,300	32,830	30,200	11,270
80×5,5	80,000	5,500	11,000	15,610	140,500	35,120	30,000	12,250
80×6	80,000	6,000	12,000	16,830	149,000	37,240	29,700	13,210
80×6,5	80,000	6,500	16,500	17,660	151,000	37,760	29,200	13,860
80×7	80,000	7,000	17,500	18,760	157,400	39,340	29,000	14,720
80×7,5	80,000	7,500	19,000	19,820	163,000	40,760	28,700	15,560
80×8	80,000	8,000	20,000	20,840	168,000	42,010	28,400	16,360
90×3	90,000	3,000	6,000	10,210	127,200	28,280	35,300	8,010
90×3,5	90,000	3,500	7,000	11,790	145,000	32,220	35,100	9,260
90×4	90,000	4,000	8,000	13,350	161,800	35,960	34,800	10,480
90×4,5	90,000	4,500	9,000	14,870	177,800	39,500	34,600	11,670
90×5	90,000	5,000	10,000	16,360	192,800	42,840	34,300	12,840
90×5,5	90,000	5,500	11,000	17,810	206,900	45,990	34,100	13,980
90×6	90,000	6,000	12,000	19,230	220,200	48,940	33,800	15,100
90×6,5	90,000	6,500	16,500	20,260	225,300	50,070	33,400	15,900
90×7	90,000	7,000	17,500	21,560	235,800	52,400	33,100	16,920
90×7,5	90,000	7,500	19,000	22,820	245,400	54,540	32,800	17,910
90×8	90,000	8,000	20,000	24,040	254,200	56,480	32,500	18,870
100×3	100,000	3,000	6,000	11,410	177,000	35,400	39,400	8,960
100×3,5	100,000	3,500	7,000	13,190	202,200	40,440	39,100	10,360
100×4	100,000	4,000	8,000	14,950	225,100	45,020	38,800	11,730
100×4,5	100,000	4,500	9,000	16,670	247,500	49,500	38,500	13,080
100×5	100,000	5,000	10,000	18,360	270,900	54,190	38,400	14,410
100×5,5	100,000	5,500	11,000	20,010	291,600	58,320	38,200	15,710
100×6	100,000	6,000	12,000	21,630	311,200	62,240	37,900	16,980
100×6,5	100,000	6,500	16,500	22,860	320,600	64,120	37,500	17,940
100×7	100,000	7,000	17,500	24,360	336,700	67,330	37,200	19,120
100×7,5	100,000	7,500	19,000	25,820	351,600	70,320	36,900	20,270
100×8	100,000	8,000	20,000	27,240	365,400	73,090	36,600	21,390
120×3	120,000	3,000	6,000	13,810	312,300	52,050	47,600	10,840
120×3,5	120,000	3,500	7,000	15,990	358,100	59,680	47,300	12,560
120×4	120,000	4,000	8,000	18,150	402,200	67,030	47,100	14,250
120×4,5	120,000	4,500	9,000	20,270	444,500	74,090	46,800	15,910
120×5	120,000	5,000	10,000	22,360	485,300	80,880	46,600	17,550
120×5,5	120,000	5,500	11,000	24,410	524,300	87,390	46,300	19,160
120×6	120,000	6,000	12,000	26,430	561,800	93,640	46,100	20,750
120×6,5	120,000	6,500	16,500	28,060	584,600	97,430	45,600	22,030
120×7	120,000	7,000	17,500	29,960	616,800	102,800	45,400	23,520
120×7,5	120,000	7,500	19,000	31,820	647,300	107,900	45,100	24,980
120×8	120,000	8,000	20,000	33,640	676,200	112,700	44,800	26,410
140×4	140,000	4,000	8,000	21,350	651,500	93,070	55,200	16,760
140×4,5	140,000	4,500	9,000	23,870	722,100	103,200	55,000	18,740
140×5	140,000	5,000	10,000	26,360	790,300	112,900	54,800	20,690
140×5,5	140,000	5,500	11,000	28,810	856,300	122,300	54,500	22,620
140×6	140,000	6,000	12,000	31,230	920,000	131,400	54,300	24,520
140×6,5	140,000	6,500	16,500	33,260	963,600	137,700	53,800	26,110
140×7	140,000	7,000	17,500	35,560	1020,000	145,700	53,600	27,910
140×7,5	140,000	7,500	19,000	37,820	1074,000	153,500	53,300	29,690
140×8	140,000	8,000	20,000	40,040	1126,000	160,800	53,000	31,430
150×4	150,000	4,000	8,000	22,950	807,700	107,700	59,300	18,010
150×4,5	150,000	4,500	9,000	25,670	896,100	119,500	59,100	20,150

Таблица В.3 – Основные характеристики труб замкнутых сварных квадратного профиля по ГОСТ 30245-2003 (продолжение)

	b	s	r ₁	A	I _y =I _z	W _y =W _z	i _y =i _z	P
	мм	мм	мм	см ²	см ⁴	см ³	мм	кг/м
150×5	150,000	5,000	10,000	28,360	981,800	130,900	58,800	22,260
150×5,5	150,000	5,500	11,000	31,010	1065,000	142,000	58,600	24,340
150×6	150,000	6,000	12,000	33,630	1145,000	152,700	58,400	26,400
150×6,5	150,000	6,500	16,500	35,860	1203,000	160,400	57,900	28,150
150×7	150,000	7,000	17,500	38,360	1275,000	170,000	57,700	30,110
150×7,5	150,000	7,500	19,000	40,820	1344,000	179,200	57,400	32,040
150×8	150,000	8,000	20,000	43,240	1411,000	188,100	57,100	33,950
160×4	160,000	4,000	8,000	24,550	987,000	123,400	63,400	19,270
160×4,5	160,000	4,500	9,000	27,470	1096,000	137,000	63,200	21,560
160×5	160,000	5,000	10,000	30,360	1202,000	150,300	62,900	23,830
160×5,5	160,000	5,500	11,000	33,210	1305,000	163,100	62,700	26,070
160×6	160,000	6,000	12,000	36,030	1405,000	175,600	62,400	28,290
160×6,5	160,000	6,500	16,500	38,460	1479,000	184,800	62,000	30,190
160×7	160,000	7,000	17,500	41,160	1569,000	196,100	61,700	32,310
160×7,5	160,000	7,500	19,000	43,820	1656,000	207,000	61,500	34,400
160×8	160,000	8,000	20,000	46,440	1740,000	217,500	61,200	36,460
180×5	180,000	5,000	10,000	34,360	1737,000	192,900	71,100	26,970
180×5,5	180,000	5,500	11,000	37,610	1888,000	209,800	70,900	29,520
180×6	180,000	6,000	12,000	40,830	2036,000	226,200	70,600	32,050
180×6,5	180,000	6,500	16,500	43,660	2150,000	238,900	70,200	34,270
180×7	180,000	7,000	17,500	46,760	2286,000	254,000	69,900	36,700
180×7,5	180,000	7,500	19,000	49,820	2417,000	268,600	69,700	39,110
180×8	180,000	8,000	20,000	52,840	2545,000	282,700	69,400	41,480
180×8,5	180,000	8,500	21,500	55,830	2668,000	296,500	69,100	43,830
180×9	180,000	9,000	23,000	58,780	2787,000	309,700	68,900	46,140
180×9,5	180,000	9,500	24,000	61,690	2903,000	322,600	68,600	48,430
180×10	180,000	10,000	25,000	64,570	3015,000	335,000	68,300	50,680
200×6	200,000	6,000	12,000	45,630	2832,000	283,200	78,800	35,820
200×6,5	200,000	6,500	16,500	48,860	3000,000	300,000	78,400	38,350
200×7	200,000	7,000	17,500	52,360	3193,000	319,300	78,100	41,100
200×7,5	200,000	7,500	19,000	55,820	3382,000	338,200	77,800	43,820
200×8	200,000	8,000	20,000	59,240	3565,000	356,500	77,600	46,510
200×8,5	200,000	8,500	21,500	62,630	3743,000	374,300	77,300	49,160
200×9	200,000	9,000	23,000	65,980	3917,000	391,700	77,000	51,790
200×9,5	200,000	9,500	24,000	69,290	4085,000	408,500	76,800	54,390
200×10	200,000	10,000	25,000	72,570	4249,000	424,900	76,500	56,960
200×10,5	200,000	10,500	31,500	74,860	4309,000	430,900	75,900	58,760
200×11	200,000	11,000	33,000	77,970	4454,000	445,400	75,600	61,200
200×11,5	200,000	11,500	34,500	81,030	4593,000	459,300	75,300	63,610
200×12	200,000	12,000	36,000	84,060	4727,000	472,700	75,000	65,990
250×6	250,000	6,000	12,000	57,630	5671,000	453,700	99,200	45,240
250×6,5	250,000	6,500	16,500	61,860	6036,000	482,900	98,800	48,560
250×7	250,000	7,000	17,500	66,360	6441,000	515,300	98,500	52,090
250×7,5	250,000	7,500	19,000	70,820	6838,000	547,100	98,300	55,590
250×8	250,000	8,000	20,000	75,240	7227,000	578,200	98,000	59,070
250×8,5	250,000	8,500	21,500	79,630	7607,999	608,700	97,700	62,510
250×9	250,000	9,000	23,000	83,980	7980,999	638,500	97,500	65,920
250×9,5	250,000	9,500	24,000	88,290	8345,999	667,700	97,200	69,310
250×10	250,000	10,000	25,000	92,570	8702,999	696,300	97,000	72,660
250×10,5	250,000	10,500	31,500	95,860	8899,999	712,000	96,400	75,250
250×11	250,000	11,000	33,000	99,970	9226,999	738,100	96,100	78,470

Таблица В.3 – Основные характеристики труб замкнутых сварных квадратного профиля по ГОСТ 30245-2003 (продолжение)

	b	s	r ₁	A	I _y =I _z	W _y =W _z	i _y =i _z	P
	мм	мм	мм	см ²	см ⁴	см ³	мм	кг/м
250×11,5	250,000	11,500	34,500	104,000	9544,999	763,600	95,800	81,670
250×12	250,000	12,000	36,000	108,100	9853,999	788,300	95,500	84,830
300×6	300,000	6,000	12,000	69,630	9962,999	664,200	119,600	54,660
300×6,5	300,000	6,500	16,500	74,860	10636,999	709,100	119,200	58,760
300×7	300,000	7,000	17,500	80,360	11369,999	758,000	118,900	63,080
300×7,5	300,000	7,500	19,000	85,820	12089,999	806,000	118,700	67,370
300×8	300,000	8,000	20,000	91,240	12798,000	853,200	118,400	71,630
300×8,5	300,000	8,500	21,500	96,630	13494,999	899,700	118,200	75,850
300×9	300,000	9,000	23,000	102,000	14179,999	945,300	117,900	80,050
300×9,5	300,000	9,500	24,000	107,300	14852,999	990,200	117,700	84,220
300×10	300,000	10,000	25,000	112,600	15514,998	1034,000	117,400	88,360
300×10,5	300,000	10,500	31,500	116,900	15946,998	1063,000	116,800	91,730
300×11	300,000	11,000	33,000	122,000	16563,998	1104,000	116,500	95,740
300×11,5	300,000	11,500	34,500	127,000	17167,998	1145,000	116,300	99,720
300×12	300,000	12,000	36,000	132,100	17760,998	1184,000	116,000	103,700

В.4 Трубы гнутые замкнутые сварные прямоугольного профиля по ГОСТ 30245-2003

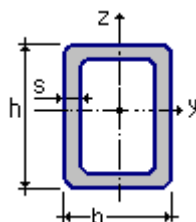


Таблица В.4 – Основные характеристики труб гнутых замкнутых сварных прямоугольного профиля по ГОСТ 30245-2003

	h	b	s	r ₁	A	I _y	W _y	i _y	I _z	W _z	i _z	P
	мм	мм	мм	мм	см ²	см ⁴	см ³	мм	см ⁴	см ³	мм	кг/м
50×25×2	50,000	25,000	2,000	4,000	2,740	8,380	3,350	17,500	2,800	2,240	10,100	2,150
50×25×2,5	50,000	25,000	2,500	5,000	3,340	9,880	3,950	17,200	3,270	2,610	9,900	2,620
50×25×3	50,000	25,000	3,000	6,000	3,910	11,170	4,470	16,900	3,650	2,920	9,700	3,070
50×25×3,5	50,000	25,000	3,500	7,000	4,440	12,240	4,900	16,600	3,960	3,160	9,400	3,490
50×25×4	50,000	25,000	4,000	8,000	4,950	13,120	5,250	16,300	4,190	3,350	9,200	3,880
50×30×2	50,000	30,000	2,000	4,000	2,940	9,530	3,810	18,000	4,290	2,860	12,100	2,310
50×30×2,5	50,000	30,000	2,500	5,000	3,590	11,290	4,520	17,700	5,040	3,360	11,900	2,820
50×30×3	50,000	30,000	3,000	6,000	4,210	12,820	5,130	17,500	5,680	3,790	11,600	3,300
50×30×3,5	50,000	30,000	3,500	7,000	4,790	14,130	5,650	17,200	6,220	4,150	11,400	3,760
50×30×4	50,000	30,000	4,000	8,000	5,350	15,240	6,090	16,900	6,660	4,440	11,200	4,200
50×30×5	50,000	30,000	5,000	10,000	6,360	16,850	6,740	16,300	7,260	4,840	10,700	4,990
50×40×2	50,000	40,000	2,000	4,000	3,340	11,840	4,730	18,800	8,380	4,190	15,800	2,620
50×40×2,5	50,000	40,000	2,500	5,000	4,090	14,110	5,650	18,600	9,970	4,980	15,600	3,210
50×40×3	50,000	40,000	3,000	6,000	4,810	16,140	6,450	18,300	11,360	5,680	15,400	3,770
50×40×3,5	50,000	40,000	3,500	7,000	5,490	17,920	7,170	18,100	12,590	6,290	15,100	4,310
50×40×4	50,000	40,000	4,000	8,000	6,150	19,470	7,790	17,800	13,640	6,820	14,900	4,830
50×40×4,5	50,000	40,000	4,500	9,000	6,770	20,800	8,320	17,500	14,540	7,270	14,700	5,310
50×40×5	50,000	40,000	5,000	10,000	7,360	21,910	8,770	17,300	15,280	7,640	14,400	5,770

**Таблица В.4 – Основные характеристики труб гнутых замкнутых сварных
прямоугольного профиля по ГОСТ 30245-2003 (продолжение)**

	h	b	s	r ₁	A	I _y	W _y	i _y	I _z	W _z	i _z	P
	мм	мм	мм	мм	см ²	см ⁴	см ³	мм	см ⁴	см ³	мм	кг/м
60×30×2	60,000	30,000	2,000	4,000	3,340	15,040	5,010	21,200	5,070	3,380	12,300	2,620
60×30×2,5	60,000	30,000	2,500	5,000	4,090	17,930	5,980	20,900	5,990	3,990	12,100	3,210
60×30×3	60,000	30,000	3,000	6,000	4,810	20,490	6,830	20,600	6,780	4,520	11,900	3,770
60×30×3,5	60,000	30,000	3,500	7,000	5,490	22,740	7,580	20,300	7,450	4,970	11,600	4,310
60×30×4	60,000	30,000	4,000	8,000	6,150	24,690	8,230	20,000	8,010	5,340	11,400	4,830
60×30×4,5	60,000	30,000	4,500	9,000	6,770	26,340	8,780	19,700	8,470	5,640	11,200	5,310
60×30×5	60,000	30,000	5,000	10,000	7,360	27,720	9,240	19,400	8,830	5,880	11,000	5,770
60×30×5,5	60,000	30,000	5,500	11,000	7,910	28,840	9,610	19,100	9,100	6,060	10,700	6,210
60×30×6	60,000	30,000	6,000	12,000	8,430	29,690	9,900	18,800	9,280	6,190	10,500	6,620
60×40×2	60,000	40,000	2,000	4,000	3,740	18,410	6,140	22,200	9,820	4,910	16,200	2,930
60×40×2,5	60,000	40,000	2,500	5,000	4,590	22,060	7,350	21,900	11,720	5,860	16,000	3,600
60×40×3	60,000	40,000	3,000	6,000	5,410	25,370	8,460	21,700	13,420	6,710	15,800	4,250
60×40×3,5	60,000	40,000	3,500	7,000	6,190	28,330	9,440	21,400	14,920	7,460	15,500	4,860
60×40×4	60,000	40,000	4,000	8,000	6,950	30,960	10,320	21,100	16,230	8,120	15,300	5,450
60×40×4,5	60,000	40,000	4,500	9,000	7,670	33,280	11,090	20,800	17,370	8,690	15,100	6,020
60×40×5	60,000	40,000	5,000	10,000	8,360	35,290	11,760	20,500	18,340	9,170	14,800	6,560
60×40×5,5	60,000	40,000	5,500	11,000	9,010	37,000	12,330	20,300	19,160	9,580	14,600	7,070
60×40×6	60,000	40,000	6,000	12,000	9,630	38,440	12,810	20,000	19,820	9,910	14,300	7,560
70×50×2	70,000	50,000	2,000	4,000	4,540	31,470	8,990	26,300	18,750	7,500	20,300	3,560
70×50×2,5	70,000	50,000	2,500	5,000	5,590	38,000	10,860	26,100	22,570	9,030	20,100	4,390
70×50×3	70,000	50,000	3,000	6,000	6,610	44,030	12,580	25,800	26,080	10,430	19,900	5,190
70×50×3,5	70,000	50,000	3,500	7,000	7,590	49,570	14,160	25,500	29,270	11,710	19,600	5,960
70×50×4	70,000	50,000	4,000	8,000	8,550	54,640	15,610	25,300	32,160	12,870	19,400	6,710
70×50×4,5	70,000	50,000	4,500	9,000	9,470	59,240	16,930	25,000	34,770	13,910	19,200	7,430
70×50×5	70,000	50,000	5,000	10,000	10,360	63,400	18,110	24,700	37,100	14,840	18,900	8,130
70×50×5,5	70,000	50,000	5,500	11,000	11,210	67,120	19,180	24,500	39,170	15,670	18,700	8,800
70×50×6	70,000	50,000	6,000	12,000	12,030	70,430	20,120	24,200	40,980	16,390	18,500	9,450
80×40×2	80,000	40,000	2,000	4,000	4,540	37,350	9,340	28,700	12,710	6,360	16,700	3,560
80×40×2,5	80,000	40,000	2,500	5,000	5,590	45,100	11,270	28,400	15,240	7,620	16,500	4,390
80×40×3	80,000	40,000	3,000	6,000	6,610	52,240	13,060	28,100	17,520	8,760	16,300	5,190
80×40×3,5	80,000	40,000	3,500	7,000	7,590	58,790	14,700	27,800	19,580	9,790	16,100	5,960
80×40×4	80,000	40,000	4,000	8,000	8,550	64,770	16,190	27,500	21,420	10,710	15,800	6,710
80×40×4,5	80,000	40,000	4,500	9,000	9,470	70,190	17,550	27,200	23,040	11,520	15,600	7,430
80×40×5	80,000	40,000	5,000	10,000	10,360	75,070	18,770	26,900	24,470	12,230	15,400	8,130
80×40×5,5	80,000	40,000	5,500	11,000	11,210	79,420	19,860	26,600	25,700	12,850	15,100	8,800
80×40×6	80,000	40,000	6,000	12,000	12,030	83,260	20,820	26,300	26,750	13,380	14,900	9,450
80×60×2	80,000	60,000	2,000	4,000	5,340	49,520	12,380	30,500	34,350	11,450	25,400	4,190
80×60×2,5	80,000	60,000	2,500	5,000	6,590	60,110	15,030	30,200	42,420	14,140	25,400	5,170
80×60×3	80,000	60,000	3,000	6,000	7,810	70,020	17,510	29,900	44,860	14,950	24,000	6,130
80×60×3,5	80,000	60,000	3,500	7,000	8,990	79,270	19,820	29,700	50,670	16,890	23,700	7,060
80×60×4	80,000	60,000	4,000	8,000	10,150	87,870	21,970	29,400	56,050	18,680	23,500	7,970
80×60×4,5	80,000	60,000	4,500	9,000	11,270	95,840	23,960	29,200	61,000	20,330	23,300	8,850
80×60×5	80,000	60,000	5,000	10,000	12,360	103,200	25,800	28,900	65,540	21,850	23,000	9,700
80×60×5,5	80,000	60,000	5,500	11,000	13,410	109,900	27,490	28,600	69,680	23,230	22,800	10,530
80×60×6	80,000	60,000	6,000	12,000	14,430	116,100	29,030	28,400	73,430	24,480	22,600	11,330
80×60×6,5	80,000	60,000	6,500	16,500	15,060	115,900	28,980	27,700	73,580	24,530	22,100	11,820
80×60×7	80,000	60,000	7,000	17,500	15,960	120,100	30,010	27,400	76,100	25,370	21,800	12,530
80×70×3	80,000	70,000	3,000	6,000	8,410	78,920	19,730	30,600	64,230	18,350	27,600	6,600
80×70×3,5	80,000	70,000	3,500	7,000	9,690	89,510	22,380	30,400	72,790	20,800	27,400	7,610
80×70×4	80,000	70,000	4,000	8,000	10,950	99,420	24,860	30,100	80,770	23,080	27,200	8,590
80×70×4,5	80,000	70,000	4,500	9,000	12,170	108,700	27,170	29,900	88,200	25,200	26,900	9,550

**Таблица В.4 – Основные характеристики труб гнутых замкнутых сварных
прямоугольного профиля по ГОСТ 30245-2003 (продолжение)**

	h	b	s	r ₁	A	I _y	W _y	i _y	I _z	W _z	i _z	P
	мм	мм	мм	мм	см ²	см ⁴	см ³	мм	см ⁴	см ³	мм	кг/м
80×70×5	80,000	70,000	5,000	10,000	13,360	117,300	29,310	29,600	95,090	27,170	26,700	10,480
80×70×5,5	80,000	70,000	5,500	11,000	14,510	125,200	31,300	29,400	101,500	28,980	26,400	11,390
80×70×6	80,000	70,000	6,000	12,000	15,630	132,500	33,140	29,100	107,300	30,660	26,200	12,270
80×70×6,5	80,000	70,000	6,500	16,500	16,360	133,500	33,370	28,600	108,200	30,920	25,700	12,840
80×70×7	80,000	70,000	7,000	17,500	17,360	138,700	34,680	28,300	112,400	32,110	25,400	13,630
90×50×3	90,000	50,000	3,000	6,000	7,810	81,830	18,190	32,400	32,700	13,080	20,500	6,130
90×50×3,5	90,000	50,000	3,500	7,000	8,990	92,630	20,590	32,100	36,840	14,740	20,200	7,060
90×50×4	90,000	50,000	4,000	8,000	10,150	102,700	22,820	31,800	40,630	16,250	20,000	7,970
90×50×4,5	90,000	50,000	4,500	9,000	11,270	112,000	24,880	31,500	44,090	17,630	19,800	8,850
90×50×5	90,000	50,000	5,000	10,000	12,360	120,500	26,790	31,200	47,230	18,890	19,500	9,700
90×50×5,5	90,000	50,000	5,500	11,000	13,410	128,400	28,530	30,900	50,060	20,020	19,300	10,530
90×50×6	90,000	50,000	6,000	12,000	14,430	135,600	30,130	30,600	52,590	21,040	19,100	11,330
90×50×6,5	90,000	50,000	6,500	16,500	15,060	134,700	29,930	29,900	52,620	21,050	18,700	11,820
90×50×7	90,000	50,000	7,000	17,500	15,960	139,400	30,970	29,600	54,270	21,710	18,400	12,530
90×60×3	90,000	60,000	3,000	6,000	8,410	93,190	20,710	33,300	49,730	16,580	24,300	6,600
90×60×3,5	90,000	60,000	3,500	7,000	9,690	105,700	23,500	33,000	56,260	18,750	24,100	7,610
90×60×4	90,000	60,000	4,000	8,000	10,950	117,500	26,100	32,800	62,320	20,770	23,900	8,590
90×60×4,5	90,000	60,000	4,500	9,000	12,170	128,400	28,540	32,500	67,930	22,640	23,600	9,550
90×60×5	90,000	60,000	5,000	10,000	13,360	138,600	30,800	32,200	73,100	24,370	23,400	10,480
90×60×5,5	90,000	60,000	5,500	11,000	14,510	148,000	32,900	31,900	77,840	25,950	23,200	11,390
90×60×6	90,000	60,000	6,000	12,000	15,630	156,700	34,830	31,700	82,180	27,390	22,900	12,270
90×60×7	90,000	60,000	7,000	17,500	17,360	163,500	36,330	30,700	85,930	28,640	22,300	13,630
100×40×3	100,000	40,000	3,000	6,000	7,810	92,330	18,470	34,400	21,630	10,820	16,600	6,130
100×40×3,5	100,000	40,000	3,500	7,000	8,990	104,400	20,890	34,100	24,240	12,120	16,400	7,060
100×40×4	100,000	40,000	4,000	8,000	10,150	115,700	23,130	33,800	26,600	13,300	16,200	7,970
100×40×4,5	100,000	40,000	4,500	9,000	11,270	126,000	25,210	33,400	28,710	14,360	16,000	8,850
100×40×5	100,000	40,000	5,000	10,000	12,360	135,600	27,110	33,100	30,590	15,300	15,700	9,700
100×40×5,5	100,000	40,000	5,500	11,000	13,410	144,300	28,850	32,800	32,250	16,120	15,500	10,530
100×40×6	100,000	40,000	6,000	12,000	14,430	152,200	30,430	32,500	33,690	16,850	15,300	11,330
100×40×6,5	100,000	40,000	6,500	16,500	15,060	150,100	30,030	31,600	33,540	16,770	14,900	11,820
100×40×7	100,000	40,000	7,000	17,500	15,960	155,000	31,010	31,200	34,390	17,190	14,700	12,530
100×50×3	100,000	50,000	3,000	6,000	8,410	106,400	21,290	35,600	36,020	14,410	20,700	6,600
100×50×3,5	100,000	50,000	3,500	7,000	9,690	120,700	24,150	35,300	40,620	16,250	20,500	7,610
100×50×4	100,000	50,000	4,000	8,000	10,950	134,100	26,820	35,000	44,860	17,940	20,200	8,590
100×50×4,5	100,000	50,000	4,500	9,000	12,170	146,600	29,310	34,700	48,740	19,500	20,000	9,550
100×50×5	100,000	50,000	5,000	10,000	13,360	158,100	31,620	34,400	52,290	20,920	19,800	10,480
100×50×5,5	100,000	50,000	5,500	11,000	14,510	168,800	33,760	34,100	55,500	22,200	19,600	11,390
100×50×6	100,000	50,000	6,000	12,000	15,630	178,700	35,730	33,800	58,400	23,360	19,300	12,270
100×50×6,5	100,000	50,000	6,500	16,500	16,360	178,600	35,710	33,000	58,770	23,510	19,000	12,840
100×50×7	100,000	50,000	7,000	17,500	17,360	185,300	37,060	32,700	60,740	24,290	18,700	13,630
100×60×3	100,000	60,000	3,000	6,000	9,010	120,600	24,110	36,600	54,610	18,200	24,600	7,070
100×60×3,5	100,000	60,000	3,500	7,000	10,390	137,000	27,410	36,300	61,850	20,620	24,400	8,160
100×60×4	100,000	60,000	4,000	8,000	11,750	152,500	30,510	36,000	68,590	22,860	24,200	9,220
100×60×4,5	100,000	60,000	4,500	9,000	13,070	167,100	33,420	35,800	74,860	24,950	23,900	10,260
100×60×5	100,000	60,000	5,000	10,000	14,360	180,700	36,140	35,500	80,660	26,890	23,700	11,270
100×60×5,5	100,000	60,000	5,500	11,000	15,610	193,400	38,680	35,200	86,010	28,670	23,500	12,250
100×60×6	100,000	60,000	6,000	12,000	16,830	205,200	41,030	34,900	90,930	30,310	23,200	13,210
100×60×6,5	100,000	60,000	6,500	16,500	17,660	207,000	41,390	34,200	92,180	30,730	22,800	13,860
100×60×7	100,000	60,000	7,000	17,500	18,760	215,600	43,120	33,900	95,770	31,920	22,600	14,720
120×40×3	120,000	40,000	3,000	6,000	9,010	148,000	24,670	40,500	25,740	12,870	16,900	7,070
120×40×3,5	120,000	40,000	3,500	7,000	10,390	168,100	28,010	40,200	28,910	14,450	16,700	8,160

**Таблица В.4 – Основные характеристики труб гнутых замкнутых сварных
прямоугольного профиля по ГОСТ 30245-2003 (продолжение)**

	h	b	s	r ₁	A	I _y	W _y	i _y	I _z	W _z	i _z	P
	мм	мм	мм	мм	см ²	см ⁴	см ³	мм	см ⁴	см ³	мм	кг/м
120×40×4	120,000	40,000	4,000	8,000	11,750	186,900	31,140	39,900	31,790	15,890	16,400	9,220
120×40×4,5	120,000	40,000	4,500	9,000	13,070	204,400	34,070	39,600	34,380	17,190	16,200	10,260
120×40×5	120,000	40,000	5,000	10,000	14,360	220,800	36,790	39,200	36,720	18,360	16,000	11,270
120×40×5,5	120,000	40,000	5,500	11,000	15,610	235,900	39,320	38,900	38,790	19,400	15,800	12,250
120×40×6	120,000	40,000	6,000	12,000	16,830	249,900	41,650	38,500	40,630	20,310	15,500	13,210
120×40×6,5	120,000	40,000	6,500	16,500	17,660	249,600	41,600	37,600	40,840	20,420	15,200	13,860
120×40×7	120,000	40,000	7,000	17,500	18,760	259,200	43,210	37,200	42,010	21,000	15,000	14,720
120×60×3	120,000	60,000	3,000	6,000	10,210	189,100	31,520	43,000	64,350	21,450	25,100	8,010
120×60×3,5	120,000	60,000	3,500	7,000	11,790	215,600	35,930	42,800	73,020	24,340	24,900	9,260
120×60×4	120,000	60,000	4,000	8,000	13,350	240,700	40,120	42,500	81,140	27,050	24,700	10,480
120×60×4,5	120,000	60,000	4,500	9,000	14,870	264,500	44,080	42,200	88,720	29,570	24,400	11,670
120×60×5	120,000	60,000	5,000	10,000	16,360	286,900	47,820	41,900	95,790	31,930	24,200	12,840
120×60×5,5	120,000	60,000	5,500	11,000	17,810	308,000	51,340	41,600	102,300	34,120	24,000	13,980
120×60×6	120,000	60,000	6,000	12,000	19,230	327,900	54,650	41,300	108,400	36,140	23,700	15,100
120×60×6,5	120,000	60,000	6,500	16,500	20,260	333,300	55,560	40,600	110,800	36,930	23,400	15,900
120×60×7	120,000	60,000	7,000	17,500	21,560	348,600	58,100	40,200	115,400	38,480	23,100	16,920
120×80×3	120,000	80,000	3,000	6,000	11,410	230,200	38,360	44,900	123,400	30,850	32,900	8,960
120×80×3,5	120,000	80,000	3,500	7,000	13,190	263,100	43,850	44,700	140,700	35,180	32,700	10,360
120×80×4	120,000	80,000	4,000	8,000	14,950	294,500	49,090	44,400	157,200	39,300	32,400	11,730
120×80×4,5	120,000	80,000	4,500	9,000	16,670	324,500	54,080	44,100	172,800	43,200	32,200	13,080
120×80×5	120,000	80,000	5,000	10,000	18,360	353,000	58,840	43,900	187,600	46,890	32,000	14,410
120×80×5,5	120,000	80,000	5,500	11,000	20,010	380,100	63,360	43,600	201,500	50,380	31,700	15,710
120×80×6	120,000	80,000	6,000	12,000	21,630	405,900	67,640	43,300	214,700	53,670	31,500	16,980
120×80×6,5	120,000	80,000	6,500	16,500	22,860	417,100	69,510	42,700	221,300	55,310	31,100	17,940
120×80×7	120,000	80,000	7,000	17,500	24,360	438,000	73,000	42,400	232,000	57,990	30,900	19,120
140×60×3	140,000	60,000	3,000	6,000	11,410	278,100	39,720	49,400	74,100	24,700	25,500	8,960
140×60×3,5	140,000	60,000	3,500	7,000	13,190	317,700	45,390	49,100	84,190	28,060	25,300	10,360
140×60×4	140,000	60,000	4,000	8,000	14,950	355,500	50,790	48,800	93,680	31,230	25,000	11,730
140×60×4,5	140,000	60,000	4,500	9,000	16,670	391,600	55,940	48,500	102,600	34,190	24,800	13,080
140×60×5	140,000	60,000	5,000	10,000	18,360	425,800	60,830	48,200	110,900	36,970	24,600	14,410
140×60×5,5	140,000	60,000	5,500	11,000	20,010	458,300	65,470	47,900	118,700	39,560	24,400	15,710
140×60×6	140,000	60,000	6,000	12,000	21,630	489,100	69,870	47,500	125,900	41,970	24,100	16,980
140×60×6,5	140,000	60,000	6,500	16,500	22,860	500,200	71,460	46,800	129,400	43,130	23,800	17,940
140×60×7	140,000	60,000	7,000	17,500	24,360	524,800	74,970	46,400	135,100	45,030	23,600	19,120
140×100×4	140,000	100,000	4,000	8,000	18,150	503,500	71,930	52,700	300,000	60,000	40,700	14,250
140×100×4,5	140,000	100,000	4,500	9,000	20,270	556,800	79,540	52,400	331,200	66,250	40,400	15,910
140×100×5	140,000	100,000	5,000	10,000	22,360	608,100	86,870	52,200	361,200	72,240	40,200	17,550
140×100×5,5	140,000	100,000	5,500	11,000	24,410	657,300	93,900	51,900	389,800	77,970	40,000	19,160
140×100×6	140,000	100,000	6,000	12,000	26,430	704,500	100,600	51,600	417,200	83,450	39,700	20,750
140×100×6,5	140,000	100,000	6,500	16,500	28,060	731,900	104,600	51,100	434,300	86,850	39,300	22,030
140×100×7	140,000	100,000	7,000	17,500	29,960	772,400	110,300	50,800	457,800	91,550	39,100	23,520
140×120×4	140,000	120,000	4,000	8,000	19,750	577,500	82,500	54,100	456,000	76,000	48,100	15,500
140×120×4,5	140,000	120,000	4,500	9,000	22,070	639,400	91,350	53,800	504,600	84,100	47,800	17,320
140×120×5	140,000	120,000	5,000	10,000	24,360	699,200	99,880	53,600	551,400	91,900	47,600	19,120
140×120×5,5	140,000	120,000	5,500	11,000	26,610	756,800	108,100	53,300	596,500	99,410	47,300	20,890
140×120×6	140,000	120,000	6,000	12,000	28,830	812,300	116,000	53,100	639,800	106,600	47,100	22,630
140×120×6,5	140,000	120,000	6,500	16,500	30,660	847,800	121,110	52,600	668,300	111,400	46,700	24,070
140×120×7	140,000	120,000	7,000	17,500	32,760	896,300	128,000	52,300	706,200	117,700	46,400	25,710
140×120×7,5	140,000	120,000	7,500	19,000	34,820	942,500	134,600	52,000	742,200	123,700	46,200	27,330
140×120×8	140,000	120,000	8,000	20,000	36,840	986,500	140,900	51,700	776,500	129,400	45,900	28,920
150×100×4	150,000	100,000	4,000	8,000	18,950	594,500	79,270	56,000	318,400	63,680	41,000	14,870

**Таблица В.4 – Основные характеристики труб гнутых замкнутых сварных
прямоугольного профиля по ГОСТ 30245-2003 (продолжение)**

	h	b	s	r ₁	A	I _y	W _y	i _y	I _z	W _z	i _z	P
	мм	мм	мм	мм	см ²	см ⁴	см ³	мм	см ⁴	см ³	мм	кг/м
150×100×4,5	150,000	100,000	4,500	9,000	21,170	657,900	87,720	55,800	351,800	70,350	40,800	16,620
150×100×5	150,000	100,000	5,000	10,000	23,360	719,000	95,870	55,500	383,700	76,750	40,500	18,330
150×100×5,5	150,000	100,000	5,500	11,000	25,510	777,900	103,700	55,200	414,400	82,880	40,300	20,030
150×100×6	150,000	100,000	6,000	12,000	27,630	834,400	111,300	55,000	443,700	88,750	40,100	21,690
150×100×6,5	150,000	100,000	6,500	16,500	29,360	868,200	115,800	54,400	462,700	92,540	39,700	23,050
150×100×7	150,000	100,000	7,000	17,500	31,360	917,100	122,300	54,100	488,000	97,610	39,500	24,620
160×40×3	160,000	40,000	3,000	6,000	11,410	315,900	39,490	52,600	33,950	16,980	17,300	8,960
160×40×3,5	160,000	40,000	3,500	7,000	13,190	360,500	45,070	52,300	38,230	19,120	17,000	10,360
160×40×4	160,000	40,000	4,000	8,000	14,950	403,000	50,370	51,900	42,150	21,080	16,800	11,730
160×40×4,5	160,000	40,000	4,500	9,000	16,670	443,200	55,400	51,600	45,730	22,860	16,600	13,080
160×40×5	160,000	40,000	5,000	10,000	18,360	481,300	60,160	51,200	48,970	24,480	16,300	14,410
160×40×5,5	160,000	40,000	5,500	11,000	20,010	517,300	64,660	50,800	51,890	25,940	16,100	15,710
160×40×6	160,000	40,000	6,000	12,000	21,630	551,200	68,900	50,500	54,500	27,250	15,900	16,980
160×40×6,5	160,000	40,000	6,500	16,500	22,860	559,700	69,960	49,500	55,430	27,710	15,600	17,940
160×40×7	160,000	40,000	7,000	17,500	24,360	585,800	73,220	49,000	57,260	28,630	15,300	19,120
160×80×4	160,000	80,000	4,000	8,000	18,150	597,600	74,710	57,400	203,400	50,850	33,500	14,250
160×80×4,5	160,000	80,000	4,500	9,000	20,270	660,800	82,600	57,100	224,100	56,020	33,300	15,910
160×80×5	160,000	80,000	5,000	10,000	22,360	721,600	90,200	56,800	243,800	60,950	33,000	17,550
160×80×5,5	160,000	80,000	5,500	11,000	24,410	779,900	97,480	56,500	262,600	65,640	32,800	19,160
160×80×6	160,000	80,000	6,000	12,000	26,430	835,800	104,500	56,200	280,400	70,100	32,600	20,750
160×80×6,5	160,000	80,000	6,500	16,500	28,060	866,000	108,300	55,600	291,500	72,870	32,200	22,030
160×80×7	160,000	80,000	7,000	17,500	29,960	913,500	114,200	55,200	306,600	76,640	32,000	23,520
160×100×4	160,000	100,000	4,000	8,000	19,750	695,000	86,870	59,300	336,900	67,370	41,300	15,500
160×100×4,5	160,000	100,000	4,500	9,000	22,070	769,600	96,210	59,100	372,300	74,460	41,100	17,320
160×100×5	160,000	100,000	5,000	10,000	24,360	841,700	105,200	58,800	406,300	81,260	40,800	19,120
160×100×5,5	160,000	100,000	5,500	11,000	26,610	911,200	113,900	58,500	439,000	87,790	40,600	20,890
160×100×6	160,000	100,000	6,000	12,000	28,830	978,100	122,300	58,200	470,200	94,050	40,400	22,630
160×100×6,5	160,000	100,000	6,500	16,500	30,660	1019,000	127,400	57,700	491,100	98,220	40,000	24,070
160×100×7	160,000	100,000	7,000	17,500	32,760	1077,000	134,700	57,300	518,300	103,700	39,800	25,710
160×100×7,5	160,000	100,000	7,500	19,000	34,820	1133,000	141,600	57,000	544,100	108,800	39,500	27,330
160×100×8	160,000	100,000	8,000	20,000	36,840	1186,000	148,200	56,700	568,600	113,700	39,300	28,920
160×120×4	160,000	120,000	4,000	8,000	21,350	792,300	99,040	60,900	509,800	84,970	48,900	16,760
160×120×4,5	160,000	120,000	4,500	9,000	23,870	878,500	109,800	60,700	564,600	94,100	48,600	18,740
160×120×5	160,000	120,000	5,000	10,000	26,360	961,800	120,200	60,400	617,500	102,900	48,400	20,690
160×120×5,5	160,000	120,000	5,500	11,000	28,810	1042,000	130,300	60,200	668,600	111,400	48,200	22,620
160×120×6	160,000	120,000	6,000	12,000	31,230	1120,000	140,000	59,900	717,800	119,600	47,900	24,520
160×120×6,5	160,000	120,000	6,500	16,500	33,260	1172,000	146,500	59,400	752,000	125,300	47,600	26,110
160×120×7	160,000	120,000	7,000	17,500	35,560	1241,000	155,200	59,100	795,500	132,600	47,300	27,910
160×120×7,5	160,000	120,000	7,500	19,000	37,820	1307,000	163,400	58,800	837,200	139,500	47,000	29,690
160×120×8	160,000	120,000	8,000	20,000	40,040	1371,000	171,300	58,500	876,900	146,100	46,800	31,430
160×140×5	160,000	140,000	5,000	10,000	28,360	1082,000	135,200	61,800	881,400	125,900	55,800	22,260
160×140×5,5	160,000	140,000	5,500	11,000	31,010	1174,000	146,700	61,500	955,800	136,500	55,500	24,340
160×140×6	160,000	140,000	6,000	12,000	33,630	1263,000	157,800	61,300	1028,000	146,800	55,300	26,400
160×140×6,5	160,000	140,000	6,500	16,500	35,860	1325,000	165,700	60,800	1079,000	154,200	54,900	28,150
160×140×7	160,000	140,000	7,000	17,500	38,360	1405,000	175,600	60,500	1144,000	163,400	54,600	30,110
160×140×7,5	160,000	140,000	7,500	19,000	40,820	1482,000	185,200	60,200	1206,000	172,300	54,400	32,040
160×140×8	160,000	140,000	8,000	20,000	43,240	1555,000	194,400	60,000	1265,000	180,800	54,100	33,950
180×60×4	180,000	60,000	4,000	8,000	18,150	678,100	75,300	61,100	118,800	39,600	25,600	14,250
180×60×4,5	180,000	60,000	4,500	9,000	20,270	749,400	83,300	60,800	130,300	43,400	25,400	15,910
180×60×5	180,000	60,000	5,000	10,000	22,360	817,800	90,900	60,500	141,200	47,100	25,100	17,550
180×60×5,5	180,000	60,000	5,500	11,000	24,410	883,300	98,100	60,200	151,400	50,500	24,900	19,160

**Таблица В.4 – Основные характеристики труб гнутых замкнутых сварных
прямоугольного профиля по ГОСТ 30245-2003 (продолжение)**

	h	b	s	r ₁	A	I _y	W _y	i _y	I _z	W _z	i _z	P
	мм	мм	мм	мм	см ²	см ⁴	см ³	мм	см ⁴	см ³	мм	кг/м
180×60×6	180,000	60,000	6,000	12,000	26,430	946,000	105,100	59,800	160,900	53,600	24,700	20,750
180×60×6,5	180,000	60,000	6,500	16,500	28,060	976,400	108,500	59,000	166,600	55,500	24,400	22,030
180×60×7	180,000	60,000	7,000	17,500	29,960	1029,000	114,300	58,600	174,400	58,100	24,100	23,520
180×60×7,5	180,000	60,000	7,500	19,000	31,820	1078,000	119,800	58,200	181,600	60,500	23,900	24,980
180×60×8	180,000	60,000	8,000	20,000	33,640	1125,000	125,000	57,800	188,200	62,700	23,700	26,410
180×80×4	180,000	80,000	4,000	8,000	19,750	802,000	89,120	63,700	226,500	56,620	33,900	15,500
180×80×4,5	180,000	80,000	4,500	9,000	22,070	888,000	98,670	63,400	249,700	62,440	33,600	17,320
180×80×5	180,000	80,000	5,000	10,000	24,360	970,900	107,900	63,100	271,900	67,990	33,400	19,120
180×80×5,5	180,000	80,000	5,500	11,000	26,610	1051,000	116,800	62,800	293,100	73,280	33,200	20,890
180×80×6	180,000	80,000	6,000	12,000	28,830	1128,000	125,300	62,500	313,300	78,310	33,000	22,630
180×80×6,5	180,000	80,000	6,500	16,500	30,660	1172,000	130,200	61,800	326,600	81,650	32,600	24,070
180×80×7	180,000	80,000	7,000	17,500	32,760	1238,000	137,600	61,500	343,900	85,970	32,400	25,710
180×80×7,5	180,000	80,000	7,500	19,000	34,820	1301,000	144,600	61,100	360,100	90,030	32,200	27,330
180×80×8	180,000	80,000	8,000	20,000	36,840	1361,000	151,300	60,800	375,400	93,850	31,900	28,920
180×100×4	180,000	100,000	4,000	8,000	21,350	926,000	102,900	65,900	373,700	74,740	41,800	16,760
180×100×4,5	180,000	100,000	4,500	9,000	23,870	1027,000	114,100	65,600	413,300	82,670	41,600	18,740
180×100×5	180,000	100,000	5,000	10,000	26,360	1124,000	124,900	65,300	451,400	90,290	41,400	20,690
180×100×5,5	180,000	100,000	5,500	11,000	28,810	1218,000	135,400	65,000	488,100	97,610	41,200	22,620
180×100×6	180,000	100,000	6,000	12,000	31,230	1309,000	145,500	64,700	523,300	104,700	40,900	24,520
180×100×6,5	180,000	100,000	6,500	16,500	33,260	1368,000	152,000	64,100	547,900	109,600	40,600	26,110
180×100×7	180,000	100,000	7,000	17,500	35,560	1448,000	160,900	63,800	578,800	115,800	40,300	27,910
180×100×7,5	180,000	100,000	7,500	19,000	37,820	1525,000	169,400	63,500	608,300	121,700	40,100	29,690
180×100×8	180,000	100,000	8,000	20,000	40,040	1598,000	177,600	63,200	636,300	127,300	39,900	31,430
180×140×4	180,000	140,000	4,000	8,000	24,550	1174,000	130,420	69,100	799,500	114,200	57,100	19,270
180×140×4,5	180,000	140,000	4,500	9,000	27,470	1304,000	144,870	68,900	887,300	126,800	56,800	21,560
180×140×5	180,000	140,000	5,000	10,000	30,360	1430,000	158,920	68,600	972,600	138,900	56,600	23,830
180×140×5,5	180,000	140,000	5,500	11,000	33,210	1553,000	172,580	68,400	1055,000	150,700	56,400	26,070
180×140×6	180,000	140,000	6,000	12,000	36,030	1673,000	185,850	68,100	1135,000	162,200	56,100	28,290
180×140×6,5	180,000	140,000	6,500	16,500	38,460	1759,000	195,450	67,600	1195,000	170,800	55,700	30,190
180×140×7	180,000	140,000	7,000	17,500	41,160	1867,000	207,430	67,300	1268,000	181,100	55,500	32,310
180×140×7,5	180,000	140,000	7,500	19,000	43,820	1971,000	218,990	67,100	1338,000	191,100	55,200	34,400
180×140×8	180,000	140,000	8,000	20,000	46,440	2071,000	230,150	66,800	1405,000	200,800	55,000	36,460
200×40×4	200,000	40,000	4,000	8,000	18,150	738,600	73,860	63,800	52,520	26,260	17,000	14,250
200×40×4,5	200,000	40,000	4,500	9,000	20,270	815,300	81,530	63,400	57,070	28,530	16,800	15,910
200×40×5	200,000	40,000	5,000	10,000	22,360	888,700	88,870	63,000	61,220	30,610	16,500	17,550
200×40×5,5	200,000	40,000	5,500	11,000	24,410	958,800	95,880	62,700	64,980	32,490	16,300	19,160
200×40×6	200,000	40,000	6,000	12,000	26,430	1026,000	102,600	62,300	68,370	34,190	16,100	20,750
200×40×6,5	200,000	40,000	6,500	16,500	28,060	1053,000	105,300	61,300	70,020	35,010	15,800	22,030
200×40×7	200,000	40,000	7,000	17,500	29,960	1107,000	110,700	60,800	72,500	36,250	15,600	23,520
200×80×4	200,000	80,000	4,000	8,000	21,350	1046,000	104,600	70,000	249,600	62,400	34,200	16,760
200×80×4,5	200,000	80,000	4,500	9,000	23,870	1159,000	115,900	69,700	275,400	68,850	34,000	18,740
200×80×5	200,000	80,000	5,000	10,000	26,360	1269,000	126,900	69,400	300,100	75,020	33,700	20,690
200×80×5,5	200,000	80,000	5,500	11,000	28,810	1375,000	137,500	69,100	323,600	80,910	33,500	22,620
200×80×6	200,000	80,000	6,000	12,000	31,230	1477,000	147,700	68,800	346,100	86,530	33,300	24,520
200×80×6,5	200,000	80,000	6,500	16,500	33,260	1539,000	153,900	68,000	361,700	90,430	33,000	26,110
200×80×7	200,000	80,000	7,000	17,500	35,560	1629,000	162,900	67,700	381,200	95,290	32,700	27,910
200×80×7,5	200,000	80,000	7,500	19,000	37,820	1714,000	171,400	67,300	399,600	99,890	32,500	29,690
200×80×8	200,000	80,000	8,000	20,000	40,040	1795,000	179,500	67,000	416,900	104,200	32,300	31,430
200×100×4	200,000	100,000	4,000	8,000	22,950	1200,000	120,000	72,300	410,600	82,120	42,300	18,010
200×100×4,5	200,000	100,000	4,500	9,000	25,670	1331,000	133,100	72,000	454,400	90,870	42,100	20,150
200×100×5	200,000	100,000	5,000	10,000	28,360	1459,000	145,900	71,700	496,600	99,310	41,800	22,260

**Таблица В.4 – Основные характеристики труб гнутых замкнутых сварных
прямоугольного профиля по ГОСТ 30245-2003 (продолжение)**

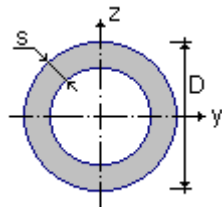
	h	b	s	r ₁	A	I _y	W _y	i _y	I _z	W _z	i _z	P
	мм	мм	мм	мм	см ²	см ⁴	см ³	мм	см ⁴	см ³	мм	кг/м
200×100×5,5	200,000	100,000	5,500	11,000	31,010	1583,000	158,300	71,400	537,200	107,400	41,600	24,340
200×100×6	200,000	100,000	6,000	12,000	33,630	1703,000	170,300	71,200	576,300	115,300	41,400	26,400
200×100×6,5	200,000	100,000	6,500	16,500	35,860	1783,000	178,300	70,500	604,700	120,900	41,100	28,150
200×100×7	200,000	100,000	7,000	17,500	38,360	1889,000	188,900	70,200	639,400	127,900	40,800	30,110
200×100×7,5	200,000	100,000	7,500	19,000	40,820	1992,000	199,200	69,900	672,500	134,500	40,600	32,040
200×100×8	200,000	100,000	8,000	20,000	43,240	2090,000	209,000	69,500	704,000	140,800	40,300	33,950
200×120×4	200,000	120,000	4,000	8,000	24,550	1353,000	135,300	74,200	617,500	102,900	50,200	19,270
200×120×4,5	200,000	120,000	4,500	9,000	27,470	1503,000	150,300	74,000	684,700	114,100	49,900	21,560
200×120×5	200,000	120,000	5,000	10,000	30,360	1649,000	164,900	73,700	749,800	125,000	49,700	23,830
200×120×5,5	200,000	120,000	5,500	11,000	33,210	1791,000	179,100	73,400	812,800	135,500	49,500	26,070
200×120×6	200,000	120,000	6,000	12,000	36,030	1929,000	192,900	73,200	873,700	145,600	49,200	28,290
200×120×6,5	200,000	120,000	6,500	16,500	38,460	2026,000	202,600	72,600	919,500	153,200	48,900	30,190
200×120×7	200,000	120,000	7,000	17,500	41,160	2150,000	215,000	72,300	974,300	162,400	48,700	32,310
200×120×7,5	200,000	120,000	7,500	19,000	43,820	2270,000	227,000	72,000	1027,000	171,200	48,400	34,400
200×120×8	200,000	120,000	8,000	20,000	46,440	2385,000	238,500	71,700	1078,000	179,600	48,200	36,460
200×160×5	200,000	160,000	5,000	10,000	34,360	2029,000	202,900	76,900	1442,000	180,300	64,800	26,970
200×160×5,5	200,000	160,000	5,500	11,000	37,610	2207,000	220,700	76,600	1568,000	195,900	64,600	29,520
200×160×6	200,000	160,000	6,000	12,000	40,830	2380,000	238,000	76,400	1690,000	211,200	64,300	32,050
200×160×6,5	200,000	160,000	6,500	16,500	43,660	2513,000	251,300	75,900	1785,000	223,100	63,900	34,270
200×160×7	200,000	160,000	7,000	17,500	46,760	2672,000	267,200	75,600	1897,000	237,100	63,700	36,700
200×160×7,5	200,000	160,000	7,500	19,000	49,820	2826,000	282,600	75,300	2005,000	250,600	63,400	39,110
200×160×8	200,000	160,000	8,000	20,000	52,840	2975,000	297,500	75,000	2110,000	263,700	63,200	41,480
200×160×8,5	200,000	160,000	8,500	21,500	55,830	3120,000	312,000	74,800	2211,000	276,400	62,900	43,830
200×160×9	200,000	160,000	9,000	22,500	58,780	3260,000	326,000	74,500	2309,000	288,700	62,700	46,140
200×160×9,5	200,000	160,000	9,500	24,000	61,690	3395,000	339,500	74,200	2404,000	300,500	62,400	48,430
200×160×10	200,000	160,000	10,000	25,000	64,570	3527,000	352,700	73,900	2496,000	312,000	62,200	50,680
220×100×4	220,000	100,000	4,000	8,000	24,550	1519,000	138,100	78,700	447,400	89,490	42,700	19,270
220×100×4,5	220,000	100,000	4,500	9,000	27,470	1687,000	153,400	78,400	495,400	99,080	42,500	21,560
220×100×5	220,000	100,000	5,000	10,000	30,360	1851,000	168,300	78,100	541,700	108,340	42,200	23,830
220×100×5,5	220,000	100,000	5,500	11,000	33,210	2010,000	182,700	77,800	586,300	117,260	42,000	26,070
220×100×6	220,000	100,000	6,000	12,000	36,030	2164,000	196,700	77,500	629,300	125,860	41,800	28,290
220×100×6,5	220,000	100,000	6,500	16,500	38,460	2270,000	206,300	76,800	661,600	132,310	41,500	30,190
220×100×7	220,000	100,000	7,000	17,500	41,160	2408,000	218,900	76,500	699,900	139,990	41,200	32,310
220×100×7,5	220,000	100,000	7,500	19,000	43,820	2541,000	231,000	76,100	736,600	147,330	41,000	34,400
220×100×8	220,000	100,000	8,000	20,000	46,440	2669,000	242,700	75,800	771,700	154,340	40,800	36,460
220×140×5	220,000	140,000	5,000	10,000	34,360	2313,000	210,300	82,100	1155,000	165,000	58,000	26,970
220×140×5,5	220,000	140,000	5,500	11,000	37,610	2516,000	228,700	81,800	1254,000	179,200	57,700	29,520
220×140×6	220,000	140,000	6,000	12,000	40,830	2714,000	246,700	81,500	1351,000	193,000	57,500	32,050
220×140×6,5	220,000	140,000	6,500	16,500	43,660	2862,000	260,200	81,000	1427,000	203,700	57,200	34,270
220×140×7	220,000	140,000	7,000	17,500	46,760	3043,000	276,600	80,700	1515,000	216,500	56,900	36,700
220×140×7,5	220,000	140,000	7,500	19,000	49,820	3218,000	292,600	80,400	1601,000	228,700	56,700	39,110
220×140×8	220,000	140,000	8,000	20,000	52,840	3388,000	308,000	80,100	1683,000	240,500	56,400	41,480
240×120×5	240,000	120,000	5,000	10,000	34,360	2579,000	215,000	86,600	882,000	147,000	50,700	26,970
240×120×5,5	240,000	120,000	5,500	11,000	37,610	2805,000	233,800	86,400	957,000	159,500	50,400	29,520
240×120×6	240,000	120,000	6,000	12,000	40,830	3026,000	252,100	86,100	1030,000	171,600	50,200	32,050
240×120×6,5	240,000	120,000	6,500	16,500	43,660	3188,000	265,600	85,400	1087,000	181,200	49,900	34,270
240×120×7	240,000	120,000	7,000	17,500	46,760	3388,000	282,400	85,100	1153,000	192,200	49,700	36,700
240×120×7,5	240,000	120,000	7,500	19,000	49,820	3583,000	298,600	84,800	1217,000	202,800	49,400	39,110
240×120×8	240,000	120,000	8,000	20,000	52,840	3771,000	314,300	84,500	1278,000	213,100	49,200	41,480
240×160×6	240,000	160,000	6,000	12,000	45,630	3683,000	306,900	89,800	1974,000	246,800	65,800	35,820
240×160×6,5	240,000	160,000	6,500	16,500	48,860	3896,000	324,700	89,300	2091,000	261,400	65,400	38,350

**Таблица В.4 – Основные характеристики труб гнутых замкнутых сварных
прямоугольного профиля по ГОСТ 30245-2003 (продолжение)**

	h	b	s	r ₁	A	I _y	W _y	i _y	I _z	W _z	i _z	P
	мм	мм	мм	мм	см ²	см ⁴	см ³	мм	см ⁴	см ³	мм	кг/м
240×160×7	240,000	160,000	7,000	17,500	52,360	4148,000	345,700	89,000	2224,000	278,100	65,200	41,100
240×160×7,5	240,000	160,000	7,500	19,000	55,820	4394,000	366,200	88,700	2354,000	294,200	64,900	43,820
240×160×8	240,000	160,000	8,000	20,000	59,240	4633,000	386,100	88,400	2480,000	309,900	64,700	46,510
240×160×8,5	240,000	160,000	8,500	21,500	62,630	4865,000	405,400	88,100	2602,000	325,200	64,500	49,160
240×160×9	240,000	160,000	9,000	22,500	65,980	5091,000	424,200	87,800	2720,000	340,000	64,200	51,790
240×160×9,5	240,000	160,000	9,500	24,000	69,290	5311,000	442,500	87,500	2835,000	354,300	64,000	54,390
240×160×10	240,000	160,000	10,000	25,000	72,570	5524,000	460,300	87,200	2946,000	368,200	63,700	56,960
240×160×10,5	240,000	160,000	10,500	31,500	74,860	5590,000	465,800	86,400	2990,000	373,800	63,200	58,760
240×160×11	240,000	160,000	11,000	33,000	77,970	5777,000	481,400	86,100	3088,000	386,100	62,900	61,200
240×160×11,5	240,000	160,000	11,500	34,500	81,030	5957,000	496,400	85,700	3183,000	397,800	62,700	63,610
240×160×12	240,000	160,000	12,000	36,000	84,060	6130,000	510,900	85,400	3273,000	409,200	62,400	65,990
250×150×6	250,000	150,000	6,000	12,000	45,630	3885,000	310,800	92,300	1768,000	235,700	62,200	35,820
250×150×6,5	250,000	150,000	6,500	16,500	48,860	4109,000	328,700	91,700	1872,000	249,600	61,900	38,350
250×150×7	250,000	150,000	7,000	17,500	52,360	4375,000	350,000	91,400	1991,000	265,400	61,700	41,100
250×150×7,5	250,000	150,000	7,500	19,000	55,820	4633,000	370,700	91,100	2106,000	280,800	61,400	43,820
250×150×8	250,000	150,000	8,000	20,000	59,240	4885,000	390,800	90,800	2217,000	295,700	61,200	46,510
260×130×6	260,000	130,000	6,000	12,000	44,430	3888,000	299,000	93,500	1326,000	204,000	54,600	34,880
260×130×6,5	260,000	130,000	6,500	16,500	47,560	4106,000	315,800	92,900	1403,000	215,800	54,300	37,330
260×130×7	260,000	130,000	7,000	17,500	50,960	4369,000	336,100	92,600	1490,000	229,200	54,100	40,000
260×130×7,5	260,000	130,000	7,500	19,000	54,320	4625,000	355,800	92,300	1574,000	242,200	53,800	42,640
260×130×8	260,000	130,000	8,000	20,000	57,640	4874,000	374,900	92,000	1656,000	254,800	53,600	45,250
260×130×8,5	260,000	130,000	8,500	21,500	60,930	5116,000	393,500	91,600	1735,000	266,900	53,400	47,830
260×130×9	260,000	130,000	9,000	22,500	64,180	5350,000	411,600	91,300	1811,000	278,600	53,100	50,380
260×130×9,5	260,000	130,000	9,500	24,000	67,390	5578,000	429,100	91,000	1885,000	290,000	52,900	52,900
260×130×10	260,000	130,000	10,000	25,000	70,570	5799,000	446,000	90,600	1956,000	300,900	52,600	55,390
260×130×10,5	260,000	130,000	10,500	31,500	72,760	5848,000	449,800	89,600	1982,000	305,000	52,200	57,120
260×130×11	260,000	130,000	11,000	33,000	75,770	6038,000	464,500	89,300	2044,000	314,500	51,900	59,480
260×130×11,5	260,000	130,000	11,500	34,500	78,730	6220,999	478,600	88,900	2103,000	323,600	51,700	61,810
260×130×12	260,000	130,000	12,000	36,000	81,660	6397,000	492,100	88,500	2160,000	332,300	51,400	64,100
300×100×6	300,000	100,000	6,000	12,000	45,630	4777,000	318,400	102,300	841,400	168,300	42,900	35,820
300×100×6,5	300,000	100,000	6,500	16,500	48,860	5038,000	335,900	101,500	888,900	177,800	42,700	38,350
300×100×7	300,000	100,000	7,000	17,500	52,360	5360,000	357,300	101,200	942,100	188,400	42,400	41,100
300×100×7,5	300,000	100,000	7,500	19,000	55,820	5673,000	378,200	100,800	993,300	198,700	42,200	43,820
300×100×8	300,000	100,000	8,000	20,000	59,240	5976,999	398,500	100,400	1043,000	208,500	42,000	46,510
300×100×8,5	300,000	100,000	8,500	21,500	62,630	6273,000	418,200	100,100	1090,000	218,000	41,700	49,160
300×100×9	300,000	100,000	9,000	22,500	65,980	6559,000	437,300	99,700	1135,000	227,000	41,500	51,790
300×100×9,5	300,000	100,000	9,500	24,000	69,290	6836,000	455,800	99,300	1179,000	235,700	41,200	54,390
300×100×10	300,000	100,000	10,000	25,000	72,570	7105,000	473,700	99,000	1220,000	244,000	41,000	56,960
300×200×6	300,000	200,000	6,000	12,000	57,630	7370,000	491,300	113,100	3961,000	396,100	82,900	45,240
300×200×6,5	300,000	200,000	6,500	16,500	61,860	7837,999	522,500	112,600	4217,000	421,700	82,600	48,560
300×200×7	300,000	200,000	7,000	17,500	66,360	8364,999	557,700	112,300	4497,000	449,700	82,300	52,090
300×200×7,5	300,000	200,000	7,500	19,000	70,820	8881,999	592,100	112,000	4771,000	477,100	82,100	55,590
300×200×8	300,000	200,000	8,000	20,000	75,240	9387,999	625,900	111,700	5039,000	503,900	81,800	59,070
300×200×8,5	300,000	200,000	8,500	21,500	79,630	9883,999	658,900	111,400	5302,000	530,200	81,600	62,510
300×200×9	300,000	200,000	9,000	22,500	83,980	10369,999	691,300	111,100	5558,000	555,800	81,400	65,920
300×200×9,5	300,000	200,000	9,500	24,000	88,290	10844,999	723,000	110,800	5809,000	580,900	81,100	69,310
300×200×10	300,000	200,000	10,000	25,000	92,570	11309,999	754,000	110,500	6053,999	605,400	80,900	72,660
300×200×10,5	300,000	200,000	10,500	31,500	95,860	11546,999	769,800	109,800	6195,000	619,500	80,400	75,250
300×200×11	300,000	200,000	11,000	33,000	99,970	11969,999	798,000	109,400	6418,000	641,800	80,100	78,470
300×200×11,5	300,000	200,000	11,500	34,500	104,000	12382,999	825,500	109,100	6636,000	663,600	79,900	81,670
300×200×12	300,000	200,000	12,000	36,000	108,100	12783,999	852,300	108,800	6847,000	684,700	79,600	84,830

**Таблица В.4 – Основные характеристики труб гнутых замкнутых сварных
прямоугольного профиля по ГОСТ 30245-2003 (продолжение)**

	h	b	s	r ₁	A	I _y	W _y	i _y	I _z	W _z	i _z	P
	мм	мм	мм	мм	см ²	см ⁴	см ³	мм	см ⁴	см ³	мм	кг/м
320×180×6	320,000	180,000	6,000	12,000	57,630	8011,999	500,800	117,900	3308,000	367,500	75,800	45,240
320×180×6,5	320,000	180,000	6,500	16,500	61,860	8516,999	532,300	117,300	3520,000	391,100	75,400	48,560
320×180×7	320,000	180,000	7,000	17,500	66,360	9088,999	568,100	117,000	3752,000	416,900	75,200	52,090
320×180×7,5	320,000	180,000	7,500	19,000	70,820	9649,999	603,100	116,700	3979,000	442,200	75,000	55,590
320×180×8	320,000	180,000	8,000	20,000	75,240	10199,999	637,500	116,400	4201,000	466,800	74,700	59,070
320×180×8,5	320,000	180,000	8,500	21,500	79,630	10737,999	671,100	116,100	4418,000	490,900	74,500	62,510
320×180×9	320,000	180,000	9,000	22,500	83,980	11264,999	704,000	115,800	4630,000	514,400	74,200	65,920
320×180×9,5	320,000	180,000	9,500	24,000	88,290	11779,999	736,300	115,500	4836,000	537,400	74,000	69,310
320×180×10	320,000	180,000	10,000	25,000	92,570	12284,999	767,800	115,200	5038,000	559,700	73,800	72,660
320×180×10,5	320,000	180,000	10,500	31,500	95,860	12529,998	783,100	114,300	5155,000	572,700	73,300	75,250
320×180×11	320,000	180,000	11,000	33,000	99,970	12988,000	811,700	114,000	5338,000	593,100	73,100	78,470
320×180×11,5	320,000	180,000	11,500	34,500	104,000	13433,999	839,600	113,600	5517,000	613,000	72,800	81,670
320×180×12	320,000	180,000	12,000	36,000	108,100	13866,999	866,700	113,300	5690,000	632,200	72,600	84,830
350×250×6	350,000	250,000	6,000	12,000	69,630	12455,999	711,800	133,700	7457,000	596,600	103,500	54,660
350×250×6,5	350,000	250,000	6,500	16,500	74,860	13292,999	759,600	133,300	7962,999	637,000	103,100	58,760
350×250×7	350,000	250,000	7,000	17,500	80,360	14209,999	812,000	133,000	8507,999	680,600	102,900	63,080
350×250×7,5	350,000	250,000	7,500	19,000	85,820	15111,998	863,500	132,700	9043,999	723,500	102,700	67,370
350×250×8	350,000	250,000	8,000	20,000	91,240	15998,998	914,300	132,400	9569,999	765,600	102,400	71,630
350×250×8,5	350,000	250,000	8,500	21,500	96,630	16871,998	964,100	132,100	10086,999	807,000	102,200	75,850
350×250×9	350,000	250,000	9,000	22,500	102,000	17730,998	1013,000	131,900	10594,999	847,600	101,900	80,050
350×250×9,5	350,000	250,000	9,500	24,000	107,300	18574,998	1061,000	131,600	11093,998	887,500	101,700	84,220
350×250×10	350,000	250,000	10,000	25,000	112,600	19403,998	1109,000	131,300	11582,999	926,700	101,400	88,360
350×250×10,5	350,000	250,000	10,500	31,500	116,900	19922,998	1138,000	130,600	11911,999	952,900	101,000	91,730
350×250×11	350,000	250,000	11,000	33,000	122,000	20693,998	1183,000	130,300	12367,999	989,500	100,700	95,740
350×250×11,5	350,000	250,000	11,500	34,500	127,000	21450,998	1226,000	129,900	12814,999	1025,000	100,400	99,720
350×250×12	350,000	250,000	12,000	36,000	132,100	22190,998	1268,000	129,600	13252,998	1060,000	100,200	103,700
350×300×6	350,000	300,000	6,000	12,000	75,630	14231,999	813,200	137,200	11258,999	750,600	122,000	59,370
350×300×6,5	350,000	300,000	6,500	16,500	81,360	15209,998	869,200	136,700	12036,999	802,500	121,600	63,870
350×300×7	350,000	300,000	7,000	17,500	87,360	16268,998	929,600	136,500	12871,999	858,100	121,400	68,580
350×300×7,5	350,000	300,000	7,500	19,000	93,320	17311,998	989,200	136,200	13693,999	912,900	121,100	73,260
350×300×8	350,000	300,000	8,000	20,000	99,240	18338,998	1048,000	135,900	14503,999	966,900	120,900	77,910
350×300×8,5	350,000	300,000	8,500	21,500	105,100	19350,998	1106,000	135,700	15300,998	1020,000	120,600	82,530
350×300×9	350,000	300,000	9,000	22,500	111,000	20346,998	1163,000	135,400	16085,998	1072,000	120,400	87,120
350×300×9,5	350,000	300,000	9,500	24,000	116,800	21327,998	1219,000	135,100	16857,998	1124,000	120,100	91,680
350×300×10	350,000	300,000	10,000	25,000	122,600	22293,998	1274,000	134,900	17617,998	1175,000	119,900	96,210
350×300×10,5	350,000	300,000	10,500	31,500	127,400	22947,998	1311,000	134,200	18146,998	1210,000	119,400	99,980
350×300×11	350,000	300,000	11,000	33,000	133,000	23854,998	1363,000	133,900	18860,998	1257,000	119,100	104,400
350×300×11,5	350,000	300,000	11,500	34,500	138,500	24744,996	1414,000	133,600	19560,998	1304,000	118,800	108,700
350×300×12	350,000	300,000	12,000	36,000	144,100	25618,996	1464,000	133,400	20248,998	1350,000	118,600	113,100
380×220×6	380,000	220,000	6,000	12,000	69,630	13884,999	730,800	141,200	6011,000	546,400	92,900	54,660
380×220×6,5	380,000	220,000	6,500	16,500	74,860	14809,999	779,500	140,700	6418,000	583,400	92,600	58,760
380×220×7	380,000	220,000	7,000	17,500	80,360	15830,998	833,200	140,400	6854,000	623,100	92,400	63,080
380×220×7,5	380,000	220,000	7,500	19,000	85,820	16835,998	886,100	140,100	7282,000	662,000	92,100	67,370
380×220×8	380,000	220,000	8,000	20,000	91,240	17823,998	938,100	139,800	7702,999	700,300	91,900	71,630
380×220×10	380,000	220,000	10,000	25,000	112,600	22999,998	1150,000	142,900	7858,999	785,900	83,600	88,360
380×220×10,5	380,000	220,000	10,500	31,500	116,900	23576,998	1179,000	142,000	8079,999	808,000	83,200	91,730
400×200×11	400,000	200,000	11,000	33,000	122,000	24484,998	1224,000	141,700	8382,999	838,300	82,900	95,740
400×200×11,5	400,000	200,000	11,500	34,500	127,000	25373,998	1269,000	141,300	8678,999	867,900	82,700	99,720
400×200×12	400,000	200,000	12,000	36,000	132,100	26244,996	1312,000	141,000	8967,999	896,800	82,400	103,700

В.5 Трубы стальные бесшовные горячедеформированные по ГОСТ 8732-78

**Таблица В.5 – Основные характеристики труб стальных бесшовных
горячедеформированных по ГОСТ 8732-78**

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
102×3,5	102,000	3,500	8,500
102×4	102,000	4,000	9,670
102×4,5	102,000	4,500	10,820
102×5	102,000	5,000	11,960
102×5,5	102,000	5,500	13,090
102×6	102,000	6,000	14,210
102×6,5	102,000	6,500	15,310
102×7	102,000	7,000	16,400
102×7,5	102,000	7,500	17,480
102×8	102,000	8,000	18,550
102×8,5	102,000	8,500	19,600
102×9	102,000	9,000	20,640
102×9,5	102,000	9,500	21,670
102×10	102,000	10,000	22,690
102×11	102,000	11,000	24,690
102×12	102,000	12,000	26,630
102×13	102,000	13,000	28,530
102×14	102,000	14,000	30,380
102×15	102,000	15,000	32,180
102×16	102,000	16,000	33,930
102×17	102,000	17,000	35,640
102×18	102,000	18,000	37,290
102×19	102,000	19,000	38,890
102×20	102,000	20,000	40,450
102×22	102,000	22,000	43,400
102×24	102,000	24,000	46,170
108×4	108,000	4,000	10,260
108×4,5	108,000	4,500	11,490
108×5	108,000	5,000	12,700
108×5,5	108,000	5,500	13,900
108×6	108,000	6,000	15,090
108×6,5	108,000	6,500	16,270
108×7	108,000	7,000	17,440
108×7,5	108,000	7,500	18,590

**Таблица В.5 – Основные характеристики труб стальных бесшовных
горячедеформированных по ГОСТ 8732-78 (продолжение)**

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
108×8	108,000	8,000	19,730
108×8,5	108,000	8,500	20,860
108×9	108,000	9,000	21,970
108×9,5	108,000	9,500	23,080
108×10	108,000	10,000	24,170
108×11	108,000	11,000	26,310
108×12	108,000	12,000	28,410
108×13	108,000	13,000	30,460
108×14	108,000	14,000	32,460
108×15	108,000	15,000	34,400
108×16	108,000	16,000	36,300
108×17	108,000	17,000	38,150
108×18	108,000	18,000	39,950
108×19	108,000	19,000	41,700
108×20	108,000	20,000	43,400
108×22	108,000	22,000	46,660
108×24	108,000	24,000	49,720
108×25	108,000	25,000	51,170
108×26	108,000	26,000	52,580
108×28	108,000	28,000	55,240
114×4	114,000	4,000	10,850
114×4,5	114,000	4,500	12,150
114×5	114,000	5,000	13,440
114×5,5	114,000	5,500	14,720
114×6	114,000	6,000	15,980
114×6,5	114,000	6,500	17,230
114×7	114,000	7,000	18,470
114×7,5	114,000	7,500	19,700
114×8	114,000	8,000	20,910
114×8,5	114,000	8,500	22,120
114×9	114,000	9,000	23,310
114×9,5	114,000	9,500	24,480
114×10	114,000	10,000	25,650
114×11	114,000	11,000	27,940
114×12	114,000	12,000	30,190
114×13	114,000	13,000	32,380
114×14	114,000	14,000	34,530
114×15	114,000	15,000	36,620
114×16	114,000	16,000	38,670
114×17	114,000	17,000	40,670
114×18	114,000	18,000	42,620
114×19	114,000	19,000	44,510

**Таблица В.5 – Основные характеристики труб стальных бесшовных
горячедеформированных по ГОСТ 8732-78 (продолжение)**

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
114×20	114,000	20,000	46,360
114×22	114,000	22,000	49,920
114×24	114,000	24,000	53,270
114×25	114,000	25,000	54,870
114×26	114,000	26,000	56,430
114×28	114,000	28,000	59,390
121×4	121,000	4,000	11,540
121×4,5	121,000	4,500	12,930
121×5	121,000	5,000	14,300
121×5,5	121,000	5,500	15,670
121×6	121,000	6,000	17,020
121×6,5	121,000	6,500	18,350
121×7	121,000	7,000	19,680
121×7,5	121,000	7,500	20,990
121×8	121,000	8,000	22,290
121×8,5	121,000	8,500	23,580
121×9	121,000	9,000	24,860
121×9,5	121,000	9,500	26,120
121×10	121,000	10,000	27,370
121×11	121,000	11,000	29,840
121×12	121,000	12,000	32,260
121×13	121,000	13,000	34,620
121×14	121,000	14,000	36,940
121×15	121,000	15,000	39,210
121×16	121,000	16,000	41,630
121×17	121,000	17,000	43,600
121×18	121,000	18,000	45,720
121×19	121,000	19,000	47,790
121×20	121,000	20,000	49,820
121×22	121,000	22,000	53,710
121×24	121,000	24,000	57,410
121×25	121,000	25,000	59,190
121×26	121,000	26,000	60,910
121×28	121,000	28,000	64,220
127×4	127,000	4,000	12,130
127×4,5	127,000	4,500	13,600
127×5	127,000	5,000	15,040
127×5,5	127,000	5,500	16,480
127×6	127,000	6,000	17,900
127×6,5	127,000	6,500	19,320
127×7	127,000	7,000	20,720
127×7,5	127,000	7,500	22,100

**Таблица В.5 – Основные характеристики труб стальных бесшовных
горячедеформированных по ГОСТ 8732-78 (продолжение)**

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
127×8	127,000	8,000	23,480
127×8,5	127,000	8,500	24,840
127×9	127,000	9,000	26,190
127×9,5	127,000	9,500	27,530
127×10	127,000	10,000	28,850
127×11	127,000	11,000	31,470
127×12	127,000	12,000	34,030
127×13	127,000	13,000	36,550
127×14	127,000	14,000	39,010
127×15	127,000	15,000	41,430
127×16	127,000	16,000	43,800
127×17	127,000	17,000	46,120
127×18	127,000	18,000	48,390
127×19	127,000	19,000	50,610
127×20	127,000	20,000	52,780
127×22	127,000	22,000	56,970
127×24	127,000	24,000	60,960
127×25	127,000	25,000	62,890
127×26	127,000	26,000	64,760
127×28	127,000	28,000	68,360
127×30	127,000	30,000	71,770
133×4	133,000	4,000	12,730
133×4,5	133,000	4,500	14,260
133×5	133,000	5,000	15,780
133×5,5	133,000	5,500	17,290
133×6	133,000	6,000	18,790
133×6,5	133,000	6,500	20,280
133×7	133,000	7,000	21,750
133×7,5	133,000	7,500	23,210
133×8	133,000	8,000	24,660
133×8,5	133,000	8,500	26,100
133×9	133,000	9,000	27,520
133×9,5	133,000	9,500	28,930
133×10	133,000	10,000	30,330
133×11	133,000	11,000	33,100
133×12	133,000	12,000	35,810
133×13	133,000	13,000	38,470
133×14	133,000	14,000	41,090
133×15	133,000	15,000	43,650
133×16	133,000	16,000	46,170
133×17	133,000	17,000	48,630
133×18	133,000	18,000	51,050

**Таблица В.5 – Основные характеристики труб стальных бесшовных
горячедеформированных по ГОСТ 8732-78 (продолжение)**

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
133×19	133,000	19,000	53,420
133×20	133,000	20,000	55,740
133×22	133,000	22,000	60,220
133×24	133,000	24,000	64,510
133×25	133,000	25,000	66,580
133×26	133,000	26,000	68,610
133×28	133,000	28,000	72,510
133×30	133,000	30,000	76,200
133×32	133,000	32,000	79,710
140×4,5	140,000	4,500	15,040
140×5	140,000	5,000	16,650
140×5,5	140,000	5,500	18,240
140×6	140,000	6,000	19,830
140×6,5	140,000	6,500	21,400
140×7	140,000	7,000	22,960
140×7,5	140,000	7,500	24,510
140×8	140,000	8,000	26,040
140×8,5	140,000	8,500	27,570
140×9	140,000	9,000	29,080
140×9,5	140,000	9,500	30,570
140×10	140,000	10,000	32,060
140×11	140,000	11,000	35,000
140×12	140,000	12,000	37,880
140×13	140,000	13,000	40,720
140×14	140,000	14,000	43,500
140×15	140,000	15,000	46,240
140×16	140,000	16,000	48,930
140×17	140,000	17,000	51,570
140×18	140,000	18,000	54,160
140×19	140,000	19,000	56,700
140×20	140,000	20,000	59,190
140×22	140,000	22,000	64,020
140×24	140,000	24,000	68,660
140×25	140,000	25,000	70,900
140×26	140,000	26,000	73,100
140×28	140,000	28,000	77,340
140×30	140,000	30,000	81,380
140×32	140,000	32,000	85,230
140×34	140,000	34,000	88,880
140×35	140,000	35,000	90,630
140×36	140,000	36,000	92,330
146×4,5	146,000	4,500	15,700

**Таблица В.5 – Основные характеристики труб стальных бесшовных
горячедеформированных по ГОСТ 8732-78 (продолжение)**

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
146×5	146,000	5,000	17,390
146×5,5	146,000	5,500	19,060
146×6	146,000	6,000	20,720
146×6,5	146,000	6,500	22,360
146×7	146,000	7,000	24,000
146×7,5	146,000	7,500	25,620
146×8	146,000	8,000	27,230
146×8,5	146,000	8,500	28,820
146×9	146,000	9,000	30,410
146×9,5	146,000	9,500	31,980
146×10	146,000	10,000	33,540
146×11	146,000	11,000	36,620
146×12	146,000	12,000	39,660
146×13	146,000	13,000	42,640
146×14	146,000	14,000	45,570
146×15	146,000	15,000	48,460
146×16	146,000	16,000	51,300
146×17	146,000	17,000	54,080
146×18	146,000	18,000	56,820
146×19	146,000	19,000	59,510
146×20	146,000	20,000	62,150
146×22	146,000	22,000	67,280
146×24	146,000	24,000	72,210
146×25	146,000	25,000	74,600
146×26	146,000	26,000	76,940
146×28	146,000	28,000	81,480
146×30	146,000	30,000	85,820
146×32	146,000	32,000	89,970
146×34	146,000	34,000	93,910
146×35	146,000	35,000	95,810
146×36	146,000	36,000	97,660
152×4,5	152,000	4,500	16,370
152×5	152,000	5,000	18,130
152×5,5	152,000	5,500	19,870
152×6	152,000	6,000	21,600
152×6,5	152,000	6,500	23,320
152×7	152,000	7,000	25,030
152×7,5	152,000	7,500	26,730
152×8	152,000	8,000	28,410
152×8,5	152,000	8,500	30,080
152×9	152,000	9,000	31,740
152×9,5	152,000	9,500	33,390

**Таблица В.5 – Основные характеристики труб стальных бесшовных
горячедеформированных по ГОСТ 8732-78 (продолжение)**

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
152×10	152,000	10,000	35,020
152×11	152,000	11,000	38,250
152×12	152,000	12,000	41,430
152×13	152,000	13,000	44,560
152×14	152,000	14,000	47,650
152×15	152,000	15,000	50,680
152×16	152,000	16,000	53,660
152×17	152,000	17,000	56,600
152×18	152,000	18,000	59,480
152×19	152,000	19,000	62,320
152×20	152,000	20,000	65,110
152×22	152,000	22,000	71,530
152×24	152,000	24,000	75,760
152×25	152,000	25,000	78,300
152×26	152,000	26,000	80,790
152×28	152,000	28,000	85,630
152×30	152,000	30,000	90,260
152×32	152,000	32,000	94,700
152×34	152,000	34,000	98,940
152×35	152,000	35,000	100,990
152×36	152,000	36,000	102,990
159×4,5	159,000	4,500	17,150
159×5	159,000	5,000	18,990
159×5,5	159,000	5,500	20,820
159×6	159,000	6,000	22,640
159×6,5	159,000	6,500	24,450
159×7	159,000	7,000	26,240
159×7,5	159,000	7,500	28,020
159×8	159,000	8,000	29,790
159×8,5	159,000	8,500	31,550
159×9	159,000	9,000	33,290
159×9,5	159,000	9,500	35,030
159×10	159,000	10,000	36,750
159×11	159,000	11,000	40,150
159×12	159,000	12,000	43,500
159×13	159,000	13,000	46,810
159×14	159,000	14,000	50,060
159×15	159,000	15,000	53,270
159×16	159,000	16,000	56,430
159×17	159,000	17,000	59,530
159×18	159,000	18,000	62,590
159×19	159,000	19,000	65,600

**Таблица В.5 – Основные характеристики труб стальных бесшовных
горячедеформированных по ГОСТ 8732-78 (продолжение)**

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
159×20	159,000	20,000	68,560
159×22	159,000	22,000	74,330
159×24	159,000	24,000	79,900
159×25	159,000	25,000	82,620
159×26	159,000	26,000	85,280
159×28	159,000	28,000	90,460
159×30	159,000	30,000	95,440
159×32	159,000	32,000	100,220
159×34	159,000	34,000	104,810
159×35	159,000	35,000	107,030
159×36	159,000	36,000	109,200
168×5	168,000	5,000	20,100
168×5,5	168,000	5,500	22,040
168×6	168,000	6,000	23,970
168×6,5	168,000	6,500	25,890
168×7	168,000	7,000	27,790
168×7,5	168,000	7,500	29,690
168×8	168,000	8,000	31,570
168×8,5	168,000	8,500	33,440
168×9	168,000	9,000	35,290
168×9,5	168,000	9,500	37,130
168×10	168,000	10,000	38,970
168×11	168,000	11,000	42,590
168×12	168,000	12,000	46,170
168×13	168,000	13,000	49,690
168×14	168,000	14,000	53,170
168×15	168,000	15,000	56,600
168×16	168,000	16,000	59,980
168×17	168,000	17,000	63,310
168×18	168,000	18,000	66,590
168×19	168,000	19,000	69,820
168×20	168,000	20,000	73,000
168×22	168,000	22,000	79,210
168×24	168,000	24,000	85,230
168×25	168,000	25,000	88,160
168×26	168,000	26,000	91,050
168×28	168,000	28,000	96,670
168×30	168,000	30,000	102,100
168×32	168,000	32,000	107,330
168×34	168,000	34,000	112,360
168×35	168,000	35,000	114,800
168×36	168,000	36,000	117,190

**Таблица В.5 – Основные характеристики труб стальных бесшовных
горячедеформированных по ГОСТ 8732-78 (продолжение)**

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
168×38	168,000	38,000	121,830
168×40	168,000	40,000	126,270
168×42	168,000	42,000	130,510
168×45	168,000	45,000	136,500
180×5	180,000	5,000	21,580
180×5,5	180,000	5,500	23,670
180×6	180,000	6,000	25,750
180×6,5	180,000	6,500	27,810
180×7	180,000	7,000	29,870
180×7,5	180,000	7,500	31,910
180×8	180,000	8,000	33,930
180×8,5	180,000	8,500	35,950
180×9	180,000	9,000	37,950
180×9,5	180,000	9,500	39,950
180×10	180,000	10,000	41,930
180×11	180,000	11,000	45,850
180×12	180,000	12,000	49,720
180×13	180,000	13,000	53,540
180×14	180,000	14,000	57,310
180×15	180,000	15,000	61,040
180×16	180,000	16,000	64,710
180×17	180,000	17,000	68,340
180×18	180,000	18,000	71,910
180×19	180,000	19,000	75,440
180×20	180,000	20,000	78,920
180×22	180,000	22,000	85,720
180×24	180,000	24,000	92,330
180×25	180,000	25,000	95,560
180×26	180,000	26,000	98,750
180×28	180,000	28,000	104,960
180×30	180,000	30,000	110,980
180×32	180,000	32,000	116,800
180×34	180,000	34,000	122,420
180×35	180,000	35,000	125,160
180×36	180,000	36,000	127,850
180×38	180,000	38,000	133,070
180×40	180,000	40,000	138,100
180×42	180,000	42,000	142,940
180×45	180,000	45,000	149,820
194×5	194,000	5,000	23,310
194×5,5	194,000	5,500	25,570
194×6	194,000	6,000	27,820

**Таблица В.5 – Основные характеристики труб стальных бесшовных
горячедеформированных по ГОСТ 8732-78 (продолжение)**

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
194×6,5	194,000	6,500	30,060
194×7	194,000	7,000	32,280
194×7,5	194,000	7,500	34,500
194×8	194,000	8,000	36,700
194×8,5	194,000	8,500	38,890
194×9	194,000	9,000	41,060
194×9,5	194,000	9,500	43,230
194×10	194,000	10,000	45,380
194×11	194,000	11,000	49,640
194×12	194,000	12,000	53,860
194×13	194,000	13,000	58,030
194×14	194,000	14,000	62,150
194×15	194,000	15,000	66,220
194×16	194,000	16,000	70,240
194×17	194,000	17,000	74,210
194×18	194,000	18,000	78,130
194×19	194,000	19,000	82,000
194×20	194,000	20,000	85,820
194×22	194,000	22,000	93,320
194×24	194,000	24,000	100,620
194×25	194,000	25,000	104,200
194×26	194,000	26,000	107,720
194×28	194,000	28,000	114,630
194×30	194,000	30,000	121,340
194×32	194,000	32,000	127,850
194×34	194,000	34,000	134,160
194×35	194,000	35,000	137,240
194×36	194,000	36,000	140,280
194×38	194,000	38,000	146,190
194×40	194,000	40,000	151,920
194×42	194,000	42,000	157,440
194×45	194,000	45,000	165,360
203×6	203,000	6,000	29,150
203×6,5	203,000	6,500	31,500
203×7	203,000	7,000	33,840
203×7,5	203,000	7,500	36,160
203×8	203,000	8,000	38,470
203×8,5	203,000	8,500	40,770
203×9	203,000	9,000	43,060
203×9,5	203,000	9,500	45,330
203×10	203,000	10,000	47,600
203×11	203,000	11,000	52,090

**Таблица В.5 – Основные характеристики труб стальных бесшовных
горячедеформированных по ГОСТ 8732-78 (продолжение)**

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
203×12	203,000	12,000	56,520
203×13	203,000	13,000	60,910
203×14	203,000	14,000	65,250
203×15	203,000	15,000	69,550
203×16	203,000	16,000	73,790
203×17	203,000	17,000	77,980
203×18	203,000	18,000	82,120
203×19	203,000	19,000	86,220
203×20	203,000	20,000	90,260
203×22	203,000	22,000	98,200
203×24	203,000	24,000	105,950
203×25	203,000	25,000	109,740
203×26	203,000	26,000	113,490
203×28	203,000	28,000	120,840
203×30	203,000	30,000	127,990
203×32	203,000	32,000	134,950
203×34	203,000	34,000	141,710
203×35	203,000	35,000	145,010
203×36	203,000	36,000	148,270
203×38	203,000	38,000	154,630
203×40	203,000	40,000	160,790
203×42	203,000	42,000	166,760
203×45	203,000	45,000	175,340
203×48	203,000	48,000	183,480
203×50	203,000	50,000	188,660
219×6	219,000	6,000	31,520
219×6,5	219,000	6,500	34,060
219×7	219,000	7,000	36,600
219×7,5	219,000	7,500	39,120
219×8	219,000	8,000	41,630
219×8,5	219,000	8,500	44,130
219×9	219,000	9,000	46,610
219×9,5	219,000	9,500	49,080
219×10	219,000	10,000	51,540
219×11	219,000	11,000	56,430
219×12	219,000	12,000	61,260
219×13	219,000	13,000	66,040
219×14	219,000	14,000	70,780
219×15	219,000	15,000	75,460
219×16	219,000	16,000	80,100
219×17	219,000	17,000	84,690
219×18	219,000	18,000	89,230

**Таблица В.5 – Основные характеристики труб стальных бесшовных
горячедеформированных по ГОСТ 8732-78 (продолжение)**

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
219×19	219,000	19,000	93,710
219×20	219,000	20,000	98,150
219×22	219,000	22,000	106,880
219×24	219,000	24,000	115,420
219×25	219,000	25,000	119,610
219×26	219,000	26,000	123,750
219×28	219,000	28,000	131,890
219×30	219,000	30,000	139,830
219×32	219,000	32,000	147,570
219×34	219,000	34,000	155,120
219×35	219,000	35,000	158,820
219×36	219,000	36,000	162,470
219×38	219,000	38,000	169,620
219×40	219,000	40,000	176,580
219×42	219,000	42,000	183,330
219×45	219,000	45,000	193,100
219×48	219,000	48,000	202,420
219×50	219,000	50,000	208,390
245×6,5	245,000	6,500	38,230
245×7	245,000	7,000	41,090
245×7,5	245,000	7,500	43,930
245×8	245,000	8,000	46,760
245×8,5	245,000	8,500	49,580
245×9	245,000	9,000	52,380
245×9,5	245,000	9,500	55,170
245×10	245,000	10,000	57,950
245×11	245,000	11,000	63,480
245×12	245,000	12,000	68,950
245×13	245,000	13,000	74,380
245×14	245,000	14,000	79,760
245×15	245,000	15,000	85,080
245×16	245,000	16,000	90,360
245×17	245,000	17,000	95,590
245×18	245,000	18,000	100,770
245×19	245,000	19,000	105,900
245×20	245,000	20,000	110,980
245×22	245,000	22,000	120,990
245×24	245,000	24,000	130,800
245×25	245,000	25,000	135,640
245×26	245,000	26,000	140,420
245×28	245,000	28,000	149,840
245×30	245,000	30,000	159,070

**Таблица В.5 – Основные характеристики труб стальных бесшовных
горячедеформированных по ГОСТ 8732-78 (продолжение)**

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
245×32	245,000	32,000	168,090
245×34	245,000	34,000	176,920
245×35	245,000	35,000	181,260
245×36	245,000	36,000	185,550
245×38	245,000	38,000	193,990
245×40	245,000	40,000	202,220
245×42	245,000	42,000	210,260
245×45	245,000	45,000	221,950
245×48	245,000	48,000	233,200
245×50	245,000	50,000	240,450
273×6,5	273,000	6,500	42,720
273×7	273,000	7,000	45,920
273×7,5	273,000	7,500	49,110
273×8	273,000	8,000	52,280
273×8,5	273,000	8,500	55,450
273×9	273,000	9,000	58,600
273×9,5	273,000	9,500	61,730
273×10	273,000	10,000	64,860
273×11	273,000	11,000	71,070
273×12	273,000	12,000	77,240
273×13	273,000	13,000	83,360
273×14	273,000	14,000	89,420
273×15	273,000	15,000	95,440
273×16	273,000	16,000	101,410
273×17	273,000	17,000	107,330
273×18	273,000	18,000	113,200
273×19	273,000	19,000	119,020
273×20	273,000	20,000	124,790
273×22	273,000	22,000	136,180
273×24	273,000	24,000	147,380
273×25	273,000	25,000	152,900
273×26	273,000	26,000	158,380
273×28	273,000	28,000	169,180
273×30	273,000	30,000	179,780
273×32	273,000	32,000	190,190
273×34	273,000	34,000	200,400
273×35	273,000	35,000	205,430
273×36	273,000	36,000	210,410
273×38	273,000	38,000	220,230
273×40	273,000	40,000	229,850
273×42	273,000	42,000	239,270
273×45	273,000	45,000	253,030

**Таблица В.5 – Основные характеристики труб стальных бесшовных
горячедеформированных по ГОСТ 8732-78 (продолжение)**

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
273×48	273,000	48,000	266,340
273×50	273,000	50,000	274,980
299×7,5	299,000	7,500	53,920
299×8	299,000	8,000	57,410
299×8,5	299,000	8,500	60,900
299×9	299,000	9,000	64,370
299×9,5	299,000	9,500	67,830
299×10	299,000	10,000	71,270
299×11	299,000	11,000	78,130
299×12	299,000	12,000	84,930
299×13	299,000	13,000	91,690
299×14	299,000	14,000	98,400
299×15	299,000	15,000	105,060
299×16	299,000	16,000	111,670
299×17	299,000	17,000	118,230
299×18	299,000	18,000	124,740
299×19	299,000	19,000	131,200
299×20	299,000	20,000	137,610
299×22	299,000	22,000	150,290
299×24	299,000	24,000	162,770
299×25	299,000	25,000	168,930
299×26	299,000	26,000	175,050
299×28	299,000	28,000	187,130
299×30	299,000	30,000	199,020
299×32	299,000	32,000	210,710
299×34	299,000	34,000	222,200
299×35	299,000	35,000	227,870
299×36	299,000	36,000	233,500
299×38	299,000	38,000	244,590
299×40	299,000	40,000	255,490
299×42	299,000	42,000	266,200
299×45	299,000	45,000	281,880
299×48	299,000	48,000	297,120
299×50	299,000	50,000	307,040
299×56	299,000	56,000	335,590
299×60	299,000	60,000	353,650
299×63	299,000	63,000	366,670
299×65	299,000	65,000	375,100
299×70	299,000	70,000	395,320
299×75	299,000	75,000	414,310
325×7,5	325,000	7,500	58,730
325×8	325,000	8,000	62,540

**Таблица В.5 – Основные характеристики труб стальных бесшовных
горячедеформированных по ГОСТ 8732-78 (продолжение)**

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
325×8,5	325,000	8,500	66,350
325×9	325,000	9,000	70,140
325×9,5	325,000	9,500	73,920
325×10	325,000	10,000	77,680
325×11	325,000	11,000	85,180
325×12	325,000	12,000	92,630
325×13	325,000	13,000	100,030
325×14	325,000	14,000	107,380
325×15	325,000	15,000	114,680
325×16	325,000	16,000	121,930
325×17	325,000	17,000	129,130
325×18	325,000	18,000	136,280
325×19	325,000	19,000	143,380
325×20	325,000	20,000	150,440
325×22	325,000	22,000	164,390
325×24	325,000	24,000	178,160
325×25	325,000	25,000	184,960
325×26	325,000	26,000	191,720
325×28	325,000	28,000	205,090
325×30	325,000	30,000	218,250
325×32	325,000	32,000	231,230
325×34	325,000	34,000	244,000
325×35	325,000	35,000	250,310
325×36	325,000	36,000	256,580
325×38	325,000	38,000	268,960
325×40	325,000	40,000	281,140
325×42	325,000	42,000	293,130
325×45	325,000	45,000	310,740
325×48	325,000	48,000	327,900
325×50	325,000	50,000	339,100
325×56	325,000	56,000	371,500
325×60	325,000	60,000	392,120
325×63	325,000	63,000	407,060
325×65	325,000	65,000	416,780
325×70	325,000	70,000	440,210
325×75	325,000	75,000	462,400
351×8	351,000	8,000	67,670
351×8,5	351,000	8,500	71,800
351×9	351,000	9,000	75,910
351×9,5	351,000	9,500	80,010
351×10	351,000	10,000	84,100
351×11	351,000	11,000	92,230

**Таблица В.5 – Основные характеристики труб стальных бесшовных
горячедеформированных по ГОСТ 8732-78 (продолжение)**

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
351×12	351,000	12,000	100,320
351×13	351,000	13,000	108,360
351×14	351,000	14,000	116,350
351×15	351,000	15,000	124,290
351×16	351,000	16,000	132,190
351×17	351,000	17,000	140,030
351×18	351,000	18,000	147,820
351×19	351,000	19,000	155,570
351×20	351,000	20,000	163,260
351×22	351,000	22,000	178,500
351×24	351,000	24,000	193,540
351×25	351,000	25,000	200,990
351×26	351,000	26,000	208,390
351×28	351,000	28,000	223,040
351×30	351,000	30,000	237,490
351×32	351,000	32,000	251,740
351×34	351,000	34,000	265,800
351×35	351,000	35,000	272,760
351×36	351,000	36,000	279,660
351×38	351,000	38,000	293,320
351×40	351,000	40,000	306,790
351×42	351,000	42,000	320,060
351×45	351,000	45,000	339,590
351×48	351,000	48,000	358,680
351×50	351,000	50,000	371,160
351×56	351,000	56,000	407,410
351×60	351,000	60,000	430,590
351×63	351,000	63,000	447,460
351×65	351,000	65,000	458,460
351×70	351,000	70,000	485,090
351×75	351,000	75,000	510,490
377×9	377,000	9,000	81,680
377×9,5	377,000	9,500	86,100
377×10	377,000	10,000	90,510
377×11	377,000	11,000	99,290
377×12	377,000	12,000	108,020
377×13	377,000	13,000	116,700
377×14	377,000	14,000	125,330
377×15	377,000	15,000	133,910
377×16	377,000	16,000	142,450
377×17	377,000	17,000	150,930
377×18	377,000	18,000	159,360

**Таблица В.5 – Основные характеристики труб стальных бесшовных
горячедеформированных по ГОСТ 8732-78 (продолжение)**

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
377×19	377,000	19,000	167,750
377×20	377,000	20,000	176,080
377×22	377,000	22,000	192,610
377×24	377,000	24,000	208,930
377×25	377,000	25,000	217,020
377×26	377,000	26,000	225,060
377×28	377,000	28,000	240,990
377×30	377,000	30,000	256,730
377×32	377,000	32,000	272,260
377×34	377,000	34,000	287,600
377×35	377,000	35,000	295,200
377×36	377,000	36,000	302,740
377×38	377,000	38,000	317,690
377×40	377,000	40,000	332,440
377×42	377,000	42,000	346,990
377×45	377,000	45,000	368,440
377×48	377,000	48,000	389,450
377×50	377,000	50,000	403,220
377×56	377,000	56,000	442,320
377×60	377,000	60,000	469,060
377×63	377,000	63,000	487,850
377×65	377,000	65,000	500,140
377×70	377,000	70,000	529,980
377×75	377,000	75,000	558,580
402×9	402,000	9,000	87,230
402×9,5	402,000	9,500	91,960
402×10	402,000	10,000	96,670
402×11	402,000	11,000	106,070
402×12	402,000	12,000	115,420
402×13	402,000	13,000	124,710
402×14	402,000	14,000	133,960
402×15	402,000	15,000	143,160
402×16	402,000	16,000	152,310
402×17	402,000	17,000	161,410
402×18	402,000	18,000	170,460
402×19	402,000	19,000	179,460
402×20	402,000	20,000	188,410
402×22	402,000	22,000	206,170
402×24	402,000	24,000	223,730
402×25	402,000	25,000	232,430
402×26	402,000	26,000	241,090
402×28	402,000	28,000	258,260

**Таблица В.5 – Основные характеристики труб стальных бесшовных
горячедеформированных по ГОСТ 8732-78 (продолжение)**

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
402×30	402,000	30,000	275,220
402×32	402,000	32,000	291,990
402×34	402,000	34,000	308,560
402×35	402,000	35,000	316,780
402×36	402,000	36,000	324,940
402×38	402,000	38,000	341,120
402×40	402,000	40,000	357,100
402×42	402,000	42,000	372,880
402×45	402,000	45,000	396,190
402×48	402,000	48,000	419,050
402×50	402,000	50,000	434,040
402×56	402,000	56,000	477,840
402×60	402,000	60,000	506,050
402×63	402,000	63,000	526,700
402×65	402,000	65,000	540,210
402×70	402,000	70,000	573,130
402×75	402,000	75,000	604,820
426×9	426,000	9,000	92,560
426×9,5	426,000	9,500	97,580
426×10	426,000	10,000	102,590
426×11	426,000	11,000	112,580
426×12	426,000	12,000	122,520
426×13	426,000	13,000	132,410
426×14	426,000	14,000	142,250
426×15	426,000	15,000	152,040
426×16	426,000	16,000	161,780
426×17	426,000	17,000	171,470
426×18	426,000	18,000	181,110
426×19	426,000	19,000	190,710
426×20	426,000	20,000	200,250
426×22	426,000	22,000	219,190
426×24	426,000	24,000	237,930
426×25	426,000	25,000	247,230
426×26	426,000	26,000	256,480
426×28	426,000	28,000	274,830
426×30	426,000	30,000	292,980
426×32	426,000	32,000	310,930
426×34	426,000	34,000	328,690
426×35	426,000	35,000	337,490
426×36	426,000	36,000	346,250
426×38	426,000	38,000	363,610
426×40	426,000	40,000	380,770

**Таблица В.5 – Основные характеристики труб стальных бесшовных
горячедеформированных по ГОСТ 8732-78 (продолжение)**

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
426×42	426,000	42,000	397,740
426×45	426,000	45,000	422,820
426×48	426,000	48,000	447,460
426×50	426,000	50,000	463,640
426×56	426,000	56,000	510,990
426×60	426,000	60,000	541,570
426×63	426,000	63,000	563,960
426×65	426,000	65,000	578,680
426×70	426,000	70,000	614,560
426×75	426,000	75,000	649,210
450×9	450,000	9,000	97,880
450×9,5	450,000	9,500	103,200
450×10	450,000	10,000	108,510
450×11	450,000	11,000	119,090
450×12	450,000	12,000	129,620
450×13	450,000	13,000	140,100
450×14	450,000	14,000	150,530
450×15	450,000	15,000	160,920
450×16	450,000	16,000	171,250
450×17	450,000	17,000	181,530
450×18	450,000	18,000	191,770
450×19	450,000	19,000	201,950
450×20	450,000	20,000	212,090
450×22	450,000	22,000	232,210
450×24	450,000	24,000	252,140
450×25	450,000	25,000	262,030
450×26	450,000	26,000	271,870
450×28	450,000	28,000	291,400
450×30	450,000	30,000	310,740
450×32	450,000	32,000	329,870
450×34	450,000	34,000	348,810
450×35	450,000	35,000	358,210
450×36	450,000	36,000	367,560
450×38	450,000	38,000	386,100
450×40	450,000	40,000	404,450
450×42	450,000	42,000	422,600
450×45	450,000	45,000	449,460
450×48	450,000	48,000	475,870
450×50	450,000	50,000	493,230
450×56	450,000	56,000	544,130
450×60	450,000	60,000	577,080
450×63	450,000	63,000	601,270

**Таблица В.5 – Основные характеристики труб стальных бесшовных
горячедеформированных по ГОСТ 8732-78 (продолжение)**

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
450×65	450,000	65,000	617,150
450×70	450,000	70,000	656,000
450×75	450,000	75,000	693,600
465×9	465,000	9,000	101,210
465×9,5	465,000	9,500	106,720
465×10	465,000	10,000	112,720
465×11	465,000	11,000	123,160
465×12	465,000	12,000	134,060
465×13	465,000	13,000	144,910
465×14	465,000	14,000	155,710
465×15	465,000	15,000	166,460
465×20	465,000	20,000	219,490
465×22	465,000	22,000	240,350
465×24	465,000	24,000	261,020
465×25	465,000	25,000	271,280
465×26	465,000	26,000	281,490
465×28	465,000	28,000	301,760
465×30	465,000	30,000	321,830
465×32	465,000	32,000	341,710
465×34	465,000	34,000	361,390
465×35	465,000	35,000	371,160
465×36	465,000	36,000	380,870
465×38	465,000	38,000	400,160
465×40	465,000	40,000	419,250
465×42	465,000	42,000	438,140
465×45	465,000	45,000	466,100
465×48	465,000	48,000	493,620
465×50	465,000	50,000	511,730
465×56	465,000	56,000	564,850
465×60	465,000	60,000	599,270
465×63	465,000	63,000	624,580
465×65	465,000	65,000	641,200
465×70	465,000	70,000	681,890
465×75	465,000	75,000	721,350
480×9	480,000	9,000	104,540
480×9,5	480,000	9,500	110,230
480×10	480,000	10,000	115,910
480×11	480,000	11,000	127,230
480×12	480,000	12,000	138,500
480×13	480,000	13,000	149,720
480×14	480,000	14,000	160,890
480×15	480,000	15,000	172,010

**Таблица В.5 – Основные характеристики труб стальных бесшовных
горячедеформированных по ГОСТ 8732-78 (продолжение)**

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
480×25	480,000	25,000	280,520
480×26	480,000	26,000	291,100
480×28	480,000	28,000	312,120
480×30	480,000	30,000	332,930
480×32	480,000	32,000	353,550
480×34	480,000	34,000	373,970
480×35	480,000	35,000	384,100
480×36	480,000	36,000	394,190
480×38	480,000	38,000	414,210
480×40	480,000	40,000	436,040
480×42	480,000	42,000	453,670
480×45	480,000	45,000	482,750
480×48	480,000	48,000	511,380
480×50	480,000	50,000	530,220
480×56	480,000	56,000	585,560
480×60	480,000	60,000	621,470
480×63	480,000	63,000	647,880
480×65	480,000	65,000	665,250
480×70	480,000	70,000	707,780
480×75	480,000	75,000	749,090
500×9	500,000	9,000	108,980
500×9,5	500,000	9,500	114,920
500×10	500,000	10,000	120,840
500×11	500,000	11,000	132,650
500×12	500,000	12,000	144,420
500×13	500,000	13,000	156,130
500×14	500,000	14,000	167,800
500×15	500,000	15,000	179,410
500×25	500,000	25,000	292,860
500×26	500,000	26,000	303,930
500×28	500,000	28,000	325,930
500×30	500,000	30,000	347,730
500×32	500,000	32,000	369,330
500×34	500,000	34,000	390,740
500×35	500,000	35,000	401,370
500×36	500,000	36,000	411,950
500×38	500,000	38,000	432,960
500×40	500,000	40,000	453,770
500×42	500,000	42,000	474,390
500×45	500,000	45,000	504,950
500×48	500,000	48,000	535,060
500×50	500,000	50,000	554,880

**Таблица В.5 – Основные характеристики труб стальных бесшовных
горячедеформированных по ГОСТ 8732-78 (продолжение)**

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
500×56	500,000	56,000	613,180
500×60	500,000	60,000	651,060
500×63	500,000	63,000	678,960
500×65	500,000	65,000	697,300
500×70	500,000	70,000	742,310
500×75	500,000	75,000	786,090
530×9	530,000	9,000	115,640
530×9,5	530,000	9,500	121,950
530×10	530,000	10,000	128,240
530×11	530,000	11,000	140,790
530×12	530,000	12,000	153,300
530×13	530,000	13,000	165,750
530×14	530,000	14,000	178,160
530×15	530,000	15,000	190,510
530×25	530,000	25,000	311,350
530×26	530,000	26,000	323,160
530×28	530,000	28,000	346,640
530×30	530,000	30,000	369,920
530×32	530,000	32,000	393,000
530×34	530,000	34,000	415,890
530×35	530,000	35,000	427,260
530×36	530,000	36,000	438,580
530×38	530,000	38,000	461,070
530×40	530,000	40,000	483,370
530×42	530,000	42,000	505,460
530×45	530,000	45,000	538,280
530×48	530,000	48,000	570,570
530×50	530,000	50,000	591,880
530×56	530,000	56,000	654,610
530×60	530,000	60,000	695,450
530×63	530,000	63,000	725,570
530×65	530,000	65,000	745,390
530×70	530,000	70,000	794,100
530×75	530,000	75,000	841,570
550×9	550,000	9,000	120,080
550×9,5	550,000	9,500	126,630
550×10	550,000	10,000	133,170
550×11	550,000	11,000	146,220
550×12	550,000	12,000	159,220
550×13	550,000	13,000	172,160
550×14	550,000	14,000	185,060
550×15	550,000	15,000	197,910

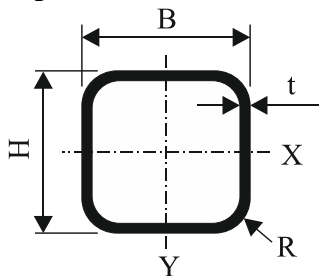
**Таблица В.5 – Основные характеристики труб стальных бесшовных
горячедеформированных по ГОСТ 8732-78 (продолжение)**

	D	s	P
	мм	мм	кг/м
550×25	550,000	25,000	323,680
550×26	550,000	26,000	335,990
550×28	550,000	28,000	360,450
550×30	550,000	30,000	384,720
550×32	550,000	32,000	408,790
550×34	550,000	34,000	432,660
550×35	550,000	35,000	444,520
550×36	550,000	36,000	456,340
550×38	550,000	38,000	479,810
550×40	550,000	40,000	503,090
550×42	550,000	42,000	526,180
550×45	550,000	45,000	560,430
550×48	550,000	48,000	594,240
550×50	550,000	50,000	616,540
550×56	550,000	56,000	682,240
550×60	550,000	60,000	725,050
550×63	550,000	63,000	756,640
550×65	550,000	65,000	772,450
550×70	550,000	70,000	828,630
550×75	550,000	75,000	878,570

Приложение Г
(информационное)

Каталог стальных европейских труб [14]

Г.1 Конструкционные трубы квадратного сечения HS S355J2H и S235JRH



$M = \text{Вес};$

$A = \text{площадь поперечного сечения};$

$A_u = \text{площадь внешней поверхности};$

$I = \text{момент инерции};$

$W = \text{момент сопротивления сечения};$

$W_p = \text{осевой момент сопротивления сечения};$

$i = \text{радиус вращения};$

$I_v = \text{модуль кручения};$

$W_v = \text{осевой момент сопротивления при кручении};$

Теоретическая плотность $= 7,85 \text{ кг/дм}^3$;

Свойства поперечного среза сечения были рассчитаны с помощью номинальных размеров.

H, B и T , а также внешнего радиуса закругления R :

$R = 2,0 \times T$, если $T \leq 6,0 \text{ мм}$;

$R = 2,5 \times T$, если $6,0 \text{ мм} < T \leq 10,0 \text{ мм}$;

$R = 3,0 \times T$, если $T > 10,0 \text{ мм}$.

Таблица Г.1 – Основные характеристики труб квадратного сечения

$H \times B$ мм	T мм	M кг/м	A $\text{мм}^2 \times 10^2$	A_u $\text{м}^2/\text{м}$	$I = I$ $\text{мм}^4 \times 10^4$	$W = W$ $\text{мм}^3 \times 10^3$	$W = W$ $\text{мм}^3 \times 10^3$	$i = i$ $\text{мм} \times 10$	I $\text{мм}^4 \times 10^4$	W $\text{мм}^3 \times 10^3$
25 × 25	2,5	1,64	2,09	0,091	1,69	1,35	1,71	0,9	2,97	2,07
25 × 25	3	1,89	2,41	0,09	1,84	1,47	1,91	0,87	3,33	2,27
30 × 30	2	1,68	2,14	0,113	2,72	1,81	2,21	1,13	4,54	2,75
30 × 30	2,5	2,03	2,59	0,111	3,16	2,1	2,61	1,1	5,4	3,2
30 × 30	3	2,36	3,01	0,11	3,5	2,34	2,96	1,08	6,15	3,58
40 × 40	2	2,31	2,94	0,153	6,94	3,47	4,13	1,54	11,28	5,23
40 × 40	2,5	2,82	3,59	0,151	8,22	4,11	4,97	1,51	13,61	6,21
40 × 40	3	3,3	4,21	0,15	9,32	4,66	5,72	1,49	15,75	7,07
40 × 40	4	4,2	5,35	0,146	11,07	5,54	7,01	1,44	19,44	8,48

Таблица Г.1 – Основные характеристики труб квадратного сечения (продолжение)

Н × В мм	Т мм	М кг/м	A мм ² × 10 ²	Au м ² /м	I = I мм ⁴ × 10 ⁴	W = W мм ³ × 10 ³	W = W мм ³ × 10 ³	i = i мм × 10	I мм ⁴ × 10 ⁴	W мм ³ × 10 ³
50 × 50	2	2,93	3,74	0,193	14,15	5,66	6,66	1,95	22,63	8,51
50 × 50	2,5	3,6	4,59	0,191	16,94	6,78	8,07	1,92	27,53	10,22
50 × 50	3	4,25	5,41	0,19	19,47	7,79	9,39	1,9	32,13	11,76
50 × 50	4	5,45	6,95	0,186	23,74	9,49	11,73	1,85	40,42	14,43
50 × 50	5	6,56	8,36	0,183	27,04	10,82	13,7	1,8	47,46	16,56
60 × 60	2	3,56	4,54	0,233	25,14	8,38	9,79	2,35	39,79	12,59
60 × 60	2,5	4,39	5,59	0,231	30,34	10,11	11,93	2,33	48,66	15,22
60 × 60	3	5,19	6,61	0,23	35,13	11,71	13,95	2,31	57,09	17,65
60 × 60	4	6,71	8,55	0,226	43,55	14,52	17,64	2,26	72,64	21,97
60 × 60	5	8,13	10,36	0,223	50,49	16,83	20,88	2,21	86,42	25,61
70 × 70	2,5	5,17	6,59	0,271	49,41	14,12	16,54	2,74	78,49	21,22
70 × 70	3	6,13	7,81	0,27	57,53	16,44	19,42	2,71	92,42	24,74
70 × 70	4	7,97	10,15	0,266	72,12	20,61	24,76	2,67	118,52	31,11
70 × 70	5	9,7	12,36	0,263	84,63	24,18	29,56	2,62	142,21	36,65
80 × 80	2,5	5,96	7,59	0,311	75,15	18,79	21,9	3,15	118,52	28,22
80 × 80	3	7,07	9,01	0,31	87,84	21,96	25,78	3,12	139,93	33,02
80 × 80	4	9,22	11,75	0,306	111,04	27,76	33,07	3,07	180,44	41,84
80 × 80	5	11,3	14,36	0,303	131,44	32,86	39,74	3,03	217,83	49,68
80 × 80	6	13,2	16,83	0,299	149,18	37,29	45,79	2,98	252,07	56,59
90 × 90	2,5	6,74	8,59	0,351	108,55	24,12	28	3,56	170,26	36,23
90 × 90	3	8,01	10,21	0,35	127,28	28,29	33,04	3,53	201,42	42,51
90 × 90	4	10,5	13,35	0,346	161,92	35,98	42,58	3,48	260,8	54,17
90 × 90	5	12,8	16,36	0,343	192,93	42,87	51,41	3,43	316,26	64,7
90 × 90	6	15,1	19,23	0,339	220,48	49	59,54	3,39	367,76	74,16
100 × 100	2,5	7,53	9,59	0,391	150,63	30,13	34,86	3,96	235,21	45,23
100 × 100	3	8,96	11,41	0,39	177,05	35,41	41,21	3,94	278,68	53,19
100 × 100	4	11,7	14,95	0,386	226,35	45,27	53,3	3,89	362,01	68,1
100 × 100	5	14,4	18,36	0,383	271,1	54,22	64,59	3,84	440,52	81,72
100 × 100	6	17	21,63	0,379	311,47	62,29	75,1	3,79	514,16	94,12
100 × 100	7,1	19,4	24,65	0,37	340,13	68,03	83,59	3,71	589,17	105,56
100 × 100	8	21,4	27,24	0,366	365,94	73,19	91,05	3,67	644,51	114,23
100 × 100	10	25,6	32,57	0,357	411,08	82,22	105,25	3,55	749,84	130,1
110 × 110	2,5	8,31	10,59	0,431	202,38	36,8	42,47	4,37	314,86	55,23
110 × 110	3	9,9	12,61	0,43	238,34	43,33	50,27	4,35	373,51	65,07
110 × 110	4	13	16,55	0,426	305,94	55,62	65,21	4,3	486,47	83,63
110 × 110	5	16	20,36	0,423	367,95	66,9	79,27	4,25	593,6	100,74
110 × 110	6	18,9	24,03	0,419	424,57	77,19	92,46	4,2	694,85	116,47
120 × 120	3	10,8	13,81	0,47	312,35	52,06	60,24	4,76	487,72	78,15
120 × 120	4	14,3	18,15	0,466	402,28	67,05	78,33	4,71	636,57	100,75

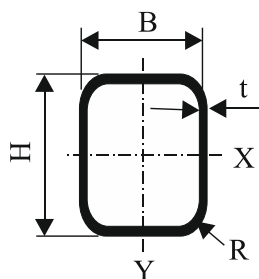
Таблица Г.1 – Основные характеристики труб квадратного сечения (продолжение)

Н × В мм	Т мм	М кг/м	A мм ² × 10 ²	Au м ² /м	I = I мм ⁴ × 10 ⁴	W = W мм ³ × 10 ³	W = W мм ³ × 10 ³	i = i мм × 10	I мм ⁴ × 10 ⁴	W мм ³ × 10 ³
120 × 120	5	17,6	22,36	0,463	485,47	80,91	95,45	4,66	778,5	121,75
120 × 120	5,6	19,5	24,82	0,461	532,25	88,71	105,26	4,63	860,31	133,61
120 × 120	6	20,8	26,43	0,459	562,16	93,69	111,61	4,61	913,46	141,22
120 × 120	7,1	23,8	30,33	0,449	623,3	103,88	125,65	4,53	1056,01	160,08
120 × 120	8	26,4	33,64	0,446	676,88	112,81	137,81	4,49	1162,95	174,58
120 × 120	8,8	28,6	36,48	0,442	719,88	119,98	147,89	4,44	1252,41	186,45
120 × 120	10	31,8	40,57	0,437	776,81	129,47	161,82	4,38	1376,41	202,52
140 × 140	4	16,8	21,35	0,546	651,62	93,09	108,15	5,52	1023,32	139,8
140 × 140	5	20,7	26,36	0,543	790,56	112,94	132,3	5,48	1255,76	169,78
140 × 140	5,6	23	29,3	0,541	869,55	124,22	146,25	5,45	1390,71	186,87
140 × 140	6	24,5	31,23	0,539	920,43	131,49	155,33	5,43	1478,77	197,9
140 × 140	7,1	28,3	36,01	0,529	1031,4	147,34	176,27	5,35	1718,74	225,95
140 × 140	8	31,4	40,04	0,526	1126,77	160,97	194,18	5,3	1900,84	247,69
140 × 140	8,8	34,2	43,52	0,522	1205,03	172,15	209,23	5,26	2055,4	265,79
140 × 140	10	38,1	48,57	0,517	1311,67	187,38	230,38	5,2	2273,9	290,85
150 × 150	4	18	22,95	0,586	807,82	107,71	124,87	5,93	1264,76	161,73
150 × 150	5	22,3	28,36	0,583	982,12	130,95	152,98	5,89	1554,13	196,79
150 × 150	6	26,4	33,63	0,579	1145,91	152,79	179,88	5,84	1832,69	229,84
150 × 150	7,1	30,5	38,85	0,569	1289,35	171,91	204,78	5,76	2134,21	263,13
150 × 150	8	34	43,24	0,566	1411,83	188,24	225,96	5,71	2364,08	289,03
150 × 150	8,8	36,9	47,04	0,562	1513,12	201,75	243,86	5,67	2560,17	310,72
150 × 150	10	41,3	52,57	0,557	1652,53	220,34	269,17	5,61	2839,24	340,98
150 × 150	12,5	48,7	62,04	0,536	1817,44	242,33	305,58	5,41	3320,84	389,3
160 × 160	4	19,3	24,55	0,626	987,17	123,4	142,78	6,34	1541,45	185,25
160 × 160	5	23,8	30,36	0,623	1202,36	150,29	175,16	6,29	1896,32	225,79
160 × 160	6	28,3	36,03	0,619	1405,48	175,69	206,24	6,25	2238,9	264,18
160 × 160	7,1	32,7	41,69	0,609	1587,01	198,38	235,41	6,17	2611,42	303,15
160 × 160	8	36,5	46,44	0,606	1741,23	217,65	260,14	6,12	2896,58	333,56
160 × 160	8,8	39,7	50,56	0,602	1869,59	233,7	281,12	6,08	3140,82	359,16
160 × 160	10	44,4	56,57	0,597	2047,67	255,96	310,95	6,02	3490,29	395,1
160 × 160	12	50,9	64,86	0,578	2224,36	278,05	346,05	5,86	3996,72	443,13
160 × 160	12,5	52,6	67,04	0,576	2275,04	284,38	355,66	5,83	4113,99	454,58
180 × 180	5	27	34,36	0,703	1736,87	192,99	224,02	7,11	2724,16	289,81
180 × 180	6	32,1	40,83	0,699	2036,52	226,28	264,35	7,06	3222,65	340,05
180 × 180	7,1	37,2	47,37	0,689	2312,84	256,98	303,07	6,99	3768,11	391,7
180 × 180	8	41,5	52,84	0,686	2545,86	282,87	335,7	6,94	4188,56	432,21
180 × 180	8,8	45,2	57,6	0,682	2741,73	304,64	363,58	6,9	4550,9	466,57
180 × 180	10	50,7	64,57	0,677	3016,8	335,2	403,51	6,84	5073,57	515,31
180 × 180	12,5	60,5	77,04	0,656	3406,43	378,49	467,08	6,65	6049,85	600,06

Таблица Г.1 – Основные характеристики труб квадратного сечения (продолжение)

H × B мм	T мм	M кг/м	A мм ² × 10 ²	Au м ² /м	I = I мм ⁴ × 10 ⁴	W = W мм ³ × 10 ³	W = W мм ³ × 10 ³	i = i мм × 10	I мм ⁴ × 10 ⁴	W мм ³ × 10 ³
200 × 200	5	30,1	38,36	0,783	2410,09	241,01	278,87	7,93	3763,3	361,82
200 × 200	6	35,8	45,63	0,779	2832,75	283,27	329,67	7,88	4458,81	425,51
200 × 200	7,1	41,6	53,05	0,769	3231,6	323,16	379,25	7,81	5222,9	491,61
200 × 200	8	46,5	59,24	0,766	3566,25	356,63	420,86	7,76	5815,18	543,64
200 × 200	8,8	50,8	64,64	0,762	3849,59	384,96	456,59	7,72	6327,89	588,05
200 × 200	10	57	72,57	0,757	4251,06	425,11	508,08	7,65	7071,73	651,48
200 × 200	12,5	68,3	87,04	0,736	4859,42	485,94	593,5	7,47	8501,74	765,47
220 × 220	6	39,6	50,43	0,859	3813,36	346,67	402,18	8,7	5976,18	520,57
220 × 220	7,1	46,1	58,73	0,849	4366,03	396,91	463,95	8,62	7009,86	602,86
220 × 220	8	51,5	65,64	0,846	4828,01	438,91	515,62	8,58	7814,84	667,86
220 × 220	8,8	56,3	71,68	0,842	5221,35	474,67	560,17	8,53	8514,01	723,58
220 × 220	10	63,2	80,57	0,837	5782,46	525,68	624,65	8,47	9532,77	803,62
220 × 220	12,5	76,2	97,04	0,816	6673,98	606,73	734,92	8,29	11 529,63	950,82
250 × 250	6	45,2	57,63	0,979	5672	453,76	524,45	9,92	8842,52	681,15
250 × 250	7,1	52,8	67,25	0,969	6521,74	521,74	606,97	9,85	10 387,69	791,03
250 × 250	8	59,1	75,24	0,966	7229,2	578,34	675,77	9,8	11 597,77	878,18
250 × 250	8,8	64,6	82,24	0,962	7835,39	626,83	735,33	9,76	12 652,72	953,27
250 × 250	10	72,7	92,57	0,957	8706,67	696,53	822	9,7	14197,22	1061,8
250 × 250	12,5	88	112,04	0,936	10161,31	812,91	975,17	9,52	17 282,65	1266,25
260 × 260	6	47,1	60,03	1,019	6404,54	492,66	568,8	10,33	9969,77	739,48
260 × 260	7,1	55	70,09	1,009	7372,75	567,13	658,9	10,26	11 716,64	859,43
260 × 260	8	61,6	78,44	1,006	8178,02	629,08	733,95	10,21	13 086,86	954,68
260 × 260	8,8	67,3	85,76	1,002	8869,18	682,24	799	10,17	14 282,62	1036,86
260 × 260	10	75,8	96,57	0,997	9864,65	758,82	893,78	10,11	16 035,47	1155,85
260 × 260	11	81,9	104,37	0,983	10 475,62	805,82	956,45	10,02	17 497,85	1246,94
260 × 260	12,5	91,9	117,04	0,976	11 547,88	888,3	1062,76	9,93	19 553,31	1381,37
300 × 300	6	54,7	69,63	1,179	9963,67	664,24	764,23	11,96	15 433,82	996,78
300 × 300	7,1	63,9	81,45	1,169	11 516,13	767,65	887,94	11,89	18 161,09	1161,42
300 × 300	8	71,6	91,24	1,166	12 800,69	853,38	990,67	11,84	20 311,84	1292,67
300 × 300	8,8	78,4	99,84	1,162	13 910,50	927,37	1080,07	11,8	22 194,64	1406,43
300 × 300	10	88,4	112,57	1,157	15 519,37	1034,62	1210,91	11,74	24 965,66	1572,02
300 × 300	12,5	108	137,04	1,136	18 348,13	1223,21	1450,6	11,57	30 600,78	1891,8

Г.2 Конструкционные трубы прямоугольного сечения HS S355J2H и S235JRH [14]



$M = \text{Вес};$

$A = \text{площадь поперечного сечения};$

$A_u = \text{площадь внешней поверхности};$

$I = \text{момент инерции};$

$W = \text{момент сопротивления сечения};$

$i = \text{радиус вращения};$

$I_v = \text{модуль кручения};$

$W_v = \text{модуль сопротивления сечения при кручении};$

Теоретическая плотность = 7,85 кг/дм³;

Свойства поперечного среза сечения были рассчитаны с помощью номинальных размеров.

H, B и T , а также радиуса внешнего угла R :

$R = 2,0 \times T$, если $T \leq 6,0$ мм;

$R = 2,5 \times T$, если $6,0 \text{ мм} < T \leq 10,0$ мм;

$R = 3,0 \times T$, если $T > 10,0$ мм.

Таблица Г.2 – Основные характеристики труб прямоугольного сечения

$H \times B$ мм	T мм	M кг/м	A мм ² $\times 10^2$	A_u м ² /м	I_x мм ⁴ $\times 10^4$	W_x м ³ $\times 10^3$	W_{px} мм ³ $\times 10^3$	i_x мм $\times 10$	I_y мм ⁴ $\times 10^4$	W_y мм ³ $\times 10^3$	W_{py} мм ³ $\times 10^3$	i_y мм $\times 10$	$I_{y v}$ мм ⁴ $\times 10^4$	W_v мм ³ $\times 10^3$
40×20	2	1,68	2,14	0,113	4,05	2,02	2,61	1,38	1,34	1,34	1,6	0,79	3,45	2,36
40×20	2,5	2,03	2,59	0,111	4,69	2,35	3,09	1,35	1,54	1,54	1,88	0,77	4,06	2,72
40×20	3	2,36	3,01	0,11	5,21	2,6	3,5	1,32	1,68	1,68	2,12	0,75	4,57	3
40×30	2	1,99	2,54	0,133	5,49	2,75	3,37	1,47	3,51	2,34	2,77	1,18	7,07	3,79
40×30	2,5	2,42	3,09	0,131	6,45	3,23	4,03	1,45	4,1	2,74	3,3	1,15	8,47	4,46
40×30	3	2,83	3,61	0,13	7,27	3,63	4,61	1,42	4,6	3,07	3,77	1,13	9,72	5,03
50×30	2	2,31	2,94	0,153	9,54	3,81	4,74	1,8	4,29	2,86	3,33	1,21	9,77	4,84
50×30	2,5	2,82	3,59	0,151	11,3	4,52	5,7	1,77	5,05	3,37	3,98	1,19	11,74	5,72
50×30	3	3,3	4,21	0,15	12,83	5,13	6,57	1,75	5,7	3,8	4,58	1,16	13,53	6,49
50×30	4	4,2	5,35	0,146	15,25	6,1	8,05	1,69	6,69	4,46	5,58	1,12	16,53	7,71
60×40	2	2,93	3,74	0,193	18,41	6,14	7,47	2,22	9,83	4,92	5,65	1,62	20,7	8,12
60×40	2,5	3,6	4,59	0,191	22,07	7,36	9,06	2,19	11,74	5,87	6,84	1,6	25,14	9,72
60×40	3	4,25	5,41	0,19	25,38	8,46	10,53	2,17	13,44	6,72	7,94	1,58	29,28	11,17
60×40	4	5,45	6,95	0,186	30,99	10,33	13,16	2,11	16,28	8,14	9,89	1,53	36,67	13,65

Таблица Г.2 – Основные характеристики труб прямоугольного сечения (продолжение)

Н×В мм	Т мм	М кг/м	А мм ² × 10 ²	А _н м ² /м	I _x мм ⁴ × 10 ⁴	W _x м ³ × 10 ³	W _{px} мм ³ × 10 ³	i _x мм × 10	I _y мм ⁴ × 10 ⁴	W _y мм ³ × 10 ³	W _{py} мм ³ × 10 ³	i _y мм × 10	I _y в мм ⁴ × 10 ⁴	W _v мм ³ × 10 ³
60×40	5	6,56	8,36	0,183	35,33	11,78	15,38	2,06	18,43	9,21	11,52	1,48	42,85	15,6
70×50	2	3,56	4,54	0,233	31,48	8,99	10,8	2,63	18,76	7,5	8,58	2,03	37,45	12,2
70×50	2,5	4,39	5,59	0,231	38,01	10,86	13,16	2,61	22,59	9,04	10,45	2,01	45,75	14,72
70×50	3	5,19	6,61	0,23	44,05	12,59	15,4	2,58	26,1	10,44	12,21	1,99	53,62	17,06
70×50	4	6,71	8,55	0,226	54,67	15,62	19,48	2,53	32,22	12,89	15,41	1,94	68,07	21,19
70×50	5	8,13	10,36	0,223	63,46	18,13	23,06	2,48	37,2	14,88	18,2	1,9	80,77	24,64
80×40	2	3,56	4,54	0,233	37,36	9,34	11,61	2,87	12,72	6,36	7,17	1,67	30,88	11
80×40	2,5	4,39	5,59	0,231	45,11	11,28	14,15	2,84	15,26	7,63	8,72	1,65	37,58	13,24
80×40	3	5,19	6,61	0,23	52,25	13,06	16,54	2,81	17,56	8,78	10,16	1,63	43,88	15,28
80×40	4	6,71	8,55	0,226	64,79	16,2	20,91	2,75	21,49	10,74	12,77	1,59	55,24	18,84
80×40	5	8,13	10,36	0,223	75,11	18,78	24,74	2,69	24,59	12,3	15,02	1,54	64,97	21,74
80×60	2,5	5,17	6,59	0,271	60,13	15,03	18,02	3,02	38,61	12,87	14,81	2,42	75,07	20,73
80×60	3	6,13	7,81	0,27	70,05	17,51	21,16	3	44,89	14,96	17,37	2,4	88,35	24,14
80×60	4	7,97	10,15	0,266	87,92	21,98	26,99	2,94	56,12	18,71	22,12	2,35	113,12	30,32
80×60	5	9,7	12,36	0,263	103,28	25,82	32,24	2,89	65,66	21,89	26,38	2,31	135,53	35,67
90×50	2,5	5,17	6,59	0,271	70,26	15,61	19,25	3,27	28,24	11,29	12,82	2,07	65,3	19,24
90×50	3	6,13	7,81	0,27	81,85	18,19	22,6	3,24	32,74	13,1	15,03	2,05	76,67	22,36
90×50	4	7,97	10,15	0,266	102,71	22,82	28,82	3,18	40,71	16,28	19,09	2	97,7	27,96
90×50	5	9,7	12,36	0,263	120,6	26,8	34,41	3,12	47,37	18,95	22,7	1,96	116,47	32,75
100×40	2,5	5,17	6,59	0,271	79,32	15,86	20,23	3,47	18,78	9,39	10,59	1,69	50,52	16,76
100×40	3	6,13	7,81	0,27	92,34	18,47	23,75	3,44	21,67	10,84	12,38	1,67	59,05	19,39
100×40	4	7,97	10,15	0,266	115,7	23,14	30,26	3,38	26,69	13,35	15,65	1,62	74,53	24,04
100×40	5	9,7	12,36	0,263	135,6	27,12	36,09	3,31	30,76	15,38	18,52	1,58	87,92	27,9
100×50	2,5	5,56	7,09	0,291	91,2	18,24	22,67	3,59	31,06	12,42	14,01	2,09	75,39	21,49
100×50	3	6,6	8,41	0,29	106,46	21,29	26,66	3,56	36,06	14,42	16,44	2,07	88,56	25,01
100×50	4	8,59	10,95	0,286	134,14	26,83	34,1	3,5	44,95	17,98	20,93	2,03	112,99	31,35
100×50	5	10,5	13,36	0,283	158,19	31,64	40,84	3,44	52,45	20,98	24,95	1,98	134,87	36,8
100×50	6	12,3	15,63	0,279	178,75	35,75	46,9	3,38	58,67	23,47	28,52	1,94	154,2	41,43
100×60	2,5	5,96	7,59	0,311	103,09	20,62	25,11	3,69	46,88	15,63	17,68	2,49	103,25	26,23
100×60	3	7,07	9,01	0,31	120,57	24,11	29,57	3,66	54,65	18,22	20,79	2,46	121,67	30,64
100×60	4	9,22	11,75	0,306	152,58	30,52	37,94	3,6	68,68	22,89	26,6	2,42	156,27	38,68
100×60	5	11,3	14,36	0,303	180,77	36,15	45,59	3,55	80,83	26,94	31,88	2,37	187,86	45,75
100×60	6	13,2	16,83	0,299	205,3	41,06	52,54	3,49	91,2	30,4	36,64	2,33	216,44	51,92
100×80	2,5	6,74	8,59	0,351	126,86	25,37	29,98	3,84	90,17	22,54	25,77	3,24	165,84	35,73
100×80	3	8,01	10,21	0,35	148,81	29,76	35,39	3,82	105,64	26,41	30,4	3,22	196,12	41,91
100×80	4	10,5	13,35	0,346	189,47	37,89	45,62	3,77	134,17	33,54	39,15	3,17	253,79	53,38
100×80	5	12,8	16,36	0,343	225,94	45,19	55,09	3,72	159,61	39,9	47,24	3,12	307,55	63,72
100×80	6	15,1	19,23	0,339	258,39	51,68	63,82	3,67	182,1	45,53	54,67	3,08	357,38	72,98
120×40	2,5	5,96	7,59	0,311	126,71	21,12	27,32	4,09	22,3	11,15	12,47	1,71	63,77	20,27
120×40	3	7,07	9,01	0,31	148,04	24,67	32,16	4,05	25,79	12,89	14,6	1,69	74,56	23,51
120×40	4	9,22	11,75	0,306	186,89	31,15	41,21	3,99	31,9	15,95	18,53	1,65	94,23	29,24

Таблица Г.2 – Основные характеристики труб прямоугольного сечения (продолжение)

H×B мм	T мм	M кг/м	A мм ² × 10 ²	Au м ² /м	I _x мм ⁴ × 10 ⁴	W _x мм ³ × 10 ³	W _{px} мм ³ × 10 ³	i _x мм × 10	I _y мм ⁴ × 10 ⁴	W _y мм ³ × 10 ³	W _{py} мм ³ × 10 ³	i _y мм × 10	I _y v мм ⁴ × 10 ⁴	W _v мм ³ × 10 ³
120×40	5	11,3	14,36	0,303	220,81	36,8	49,45	3,92	36,93	18,46	22,02	1,6	111,35	34,05
120×40	6	13,2	16,83	0,299	249,97	41,66	56,89	3,85	40,97	20,49	25,08	1,56	125,97	38,02
120×50	2,5	6,35	8,09	0,331	143,97	23,99	30,26	4,22	36,7	14,68	16,39	2,13	96,03	26,01
120×50	3	7,54	9,61	0,33	168,58	28,1	35,67	4,19	42,69	17,08	19,26	2,11	112,87	30,32
120×50	4	9,85	12,55	0,326	213,82	35,64	45,85	4,13	53,43	21,37	24,61	2,06	144,22	38,13
120×50	5	12,1	15,36	0,323	253,89	42,32	55,2	4,07	62,62	25,05	29,45	2,02	172,44	44,92
120×50	6	14,2	18,03	0,319	288,99	48,16	63,73	4	70,36	28,14	33,8	1,98	197,55	50,76
120×60	2,5	6,74	8,59	0,351	161,23	26,87	33,2	4,33	55,15	18,38	20,56	2,53	132,57	31,75
120×60	3	8,01	10,21	0,35	189,12	31,52	39,18	4,3	64,4	21,47	24,21	2,51	156,34	37,14
120×60	4	10,5	13,35	0,346	240,74	40,12	50,49	4,25	81,25	27,08	31,08	2,47	201,12	47,05
120×60	5	12,8	16,36	0,343	286,97	47,83	60,95	4,19	95,99	32	37,38	2,42	242,23	55,85
120×60	6	15,1	19,23	0,339	328,01	54,67	70,57	4,13	108,77	36,26	43,12	2,38	279,67	63,6
120×80	2,5	7,53	9,59	0,391	195,75	32,63	39,07	4,52	105,19	26,3	29,65	3,31	215,82	43,23
120×80	3	8,96	11,41	0,39	230,2	38,37	46,2	4,49	123,43	30,86	35,02	3,29	255,47	50,8
120×80	4	11,7	14,95	0,386	294,59	49,1	59,77	4,44	157,29	39,32	45,23	3,24	331,24	64,93
120×80	5	14,4	18,36	0,383	353,14	58,86	72,45	4,39	187,78	46,94	54,74	3,2	402,27	77,77
120×80	6	17	21,63	0,379	406,06	67,68	84,25	4,33	215,03	53,76	63,55	3,15	468,54	89,4
120×80	7,1	19,4	24,65	0,369	442,06	73,68	93,59	4,24	234,41	58,6	70,68	3,08	535,11	99,99
120×80	8	21,4	27,24	0,366	475,83	79,31	101,97	4,18	251,66	62,92	76,93	3,04	584,04	108,01
120×80	8,8	23,1	29,44	0,362	501,79	83,63	108,75	4,13	264,84	66,21	81,97	3	623,54	114,33
120×80	10	25,6	32,57	0,357	534,14	89,02	117,82	4,05	281,14	70,29	88,68	2,94	675,59	122,44
120×100	2,5	8,31	10,59	0,431	230,27	38,38	44,95	4,66	174,4	34,88	39,73	4,06	309,43	54,73
120×100	3	9,9	12,61	0,43	271,27	45,21	53,22	4,64	205,28	41,06	47,03	4,04	367,01	64,47
120×100	4	13	16,55	0,426	348,43	58,07	69,05	4,59	263,24	52,65	60,98	3,99	477,84	82,83
120×100	5	16	20,36	0,423	419,31	69,88	83,95	4,54	316,27	63,25	74,09	3,94	582,86	99,75
120×100	6	18,9	24,03	0,419	484,11	80,68	97,93	4,49	364,56	72,91	86,38	3,89	682,04	115,29
140×60	2,5	7,53	9,59	0,391	236,55	33,79	42,29	4,97	63,43	21,14	23,43	2,57	162,67	37,26
140×60	3	8,96	11,41	0,39	278,08	39,73	49,98	4,94	74,16	24,72	27,63	2,55	191,92	43,64
140×60	4	11,7	14,95	0,386	355,59	50,8	64,63	4,88	93,81	31,27	35,56	2,51	247,13	55,42
140×60	5	14,4	18,36	0,383	425,89	60,84	78,3	4,82	111,16	37,05	42,88	2,46	297,97	65,94
140×60	6	17	21,63	0,379	489,19	69,88	91,01	4,76	126,34	42,11	49,6	2,42	344,46	75,29
140×70	2,5	7,92	10,09	0,411	260,18	37,17	45,72	5,08	89,3	25,51	28,35	2,98	213,11	44
140×70	3	9,43	12,01	0,41	306,24	43,75	54,09	5,05	104,69	29,91	33,49	2,95	251,99	51,66
140×70	4	12,4	15,75	0,406	392,6	56,09	70,07	4,99	133,18	38,05	43,24	2,91	326,02	65,94
140×70	5	15,2	19,36	0,403	471,48	67,35	85,05	4,94	158,71	45,35	52,31	2,86	395,06	78,88
140×70	6	17,9	22,83	0,399	543,1	77,59	99,05	4,88	181,44	51,84	60,71	2,82	459,09	90,54
140×80	3	9,9	12,61	0,43	334,4	47,77	58,2	5,15	141,23	35,31	39,64	3,35	317,07	59,69
140×80	4	13	16,55	0,426	429,6	61,37	75,51	5,1	180,42	45,1	51,31	3,3	411,6	76,48
140×80	5	16	20,36	0,423	517,06	73,87	91,8	5,04	215,94	53,99	62,24	3,26	500,51	91,83
140×80	6	18,9	24,03	0,419	597	85,29	107,09	4,98	247,96	61,99	72,43	3,21	583,8	105,83
150×50	2,5	7,53	9,59	0,391	254,08	33,88	43,52	5,15	45,17	18,07	19,95	2,17	127,74	32,78

Таблица Г.2 – Основные характеристики труб прямоугольного сечения (продолжение)

H×B мм	T мм	M кг/м	A мм ² × 10 ²	Au м ² /м	I _x мм ⁴ × 10 ⁴	W _x мм ³ × 10 ³	W _{px} мм ³ × 10 ³	i _x мм × 10	I _y мм ⁴ × 10 ⁴	W _y мм ³ × 10 ³	W _{py} мм ³ × 10 ³	i _y мм × 10	I _y v мм ⁴ × 10 ⁴	W _v мм ³ × 10 ³
150×50	3	8,96	11,41	0,39	298,55	39,81	51,43	5,12	52,65	21,06	23,49	2,15	150,22	38,28
150×50	4	11,7	14,95	0,386	381,39	50,85	66,47	5,05	66,16	26,47	30,13	2,1	192,14	48,3
150×50	5	14,4	18,36	0,383	456,29	60,84	80,48	4,99	77,87	31,15	36,2	2,06	230,05	57,11
150×50	6	17	21,63	0,379	523,47	69,8	93,48	4,92	87,89	35,16	41,72	2,02	263,99	64,77
150×100	3	11,3	14,41	0,49	460,64	61,42	73,48	5,65	247,64	49,53	55,76	4,15	507,2	81,4
150×100	4	14,9	18,95	0,486	594,6	79,28	95,67	5,6	318,57	63,71	72,5	4,1	661,63	104,94
150×100	5	18,3	23,36	0,483	719,2	95,89	116,73	5,55	384,02	76,8	88,34	4,05	808,68	126,81
150×100	6	21,7	27,63	0,479	834,69	111,29	136,68	5,5	444,19	88,84	103,3	4,01	948,34	147,07
150×100	7,1	24,9	31,75	0,469	926,59	123,55	154,05	5,4	493,46	98,69	116,54	3,94	1095,51	166,74
150×100	8	27,7	35,24	0,466	1008,13	134,42	169,16	5,35	535,65	107,13	127,85	3,9	1205,89	181,85
150×100	8,8	30	38,24	0,462	1073,93	143,19	181,73	5,3	569,53	113,91	137,25	3,86	1298,14	194,22
150×100	10	33,4	42,57	0,457	1161,7	154,89	199,17	5,22	614,41	122,88	150,25	3,8	1425,87	210,96
160×70	4	13,6	17,35	0,446	549,03	68,63	86,62	5,63	150,62	43,04	48,52	2,95	389,66	75,9
160×70	5	16,8	21,36	0,443	661,61	82,7	105,41	5,57	179,88	51,39	58,81	2,9	472,53	90,96
160×70	6	19,8	25,23	0,439	764,83	95,6	123,08	5,51	206,09	58,88	68,39	2,86	549,6	104,6
160×70	8	25,2	32,04	0,426	908,72	113,59	150,7	5,33	243,26	69,5	83,55	2,76	683,68	126,7
160×80	3	10,8	13,81	0,47	463,81	57,98	71,41	5,8	159,03	39,76	44,26	3,39	380,34	68,59
160×80	4	14,3	18,15	0,466	597,71	74,71	92,86	5,74	203,54	50,89	57,39	3,35	494,1	88,03
160×80	5	17,6	22,36	0,463	721,69	90,21	113,16	5,68	244,11	61,03	69,74	3,3	601,34	105,9
160×80	6	20,8	26,43	0,459	836,01	104,5	132,32	5,62	280,89	70,22	81,31	3,26	702,06	122,27
160×80	7,1	23,8	30,33	0,449	922,59	115,32	148,56	5,52	310,11	77,53	91,39	3,2	805,54	137,76
160×80	8	26,4	33,64	0,446	1001,22	125,15	162,86	5,46	334,95	83,74	99,97	3,16	882,33	149,54
160×80	8,8	28,6	36,48	0,442	1063,96	132,99	174,68	5,4	354,52	88,63	107,03	3,12	945,41	159,02
160×80	10	31,8	40,57	0,437	1146,34	143,29	190,95	5,32	379,81	94,95	116,68	3,06	1030,69	171,57
160×90	3	11,3	14,41	0,49	500,79	62,6	76,12	5,9	206,79	45,95	51,31	3,79	465,4	77,82
160×90	4	14,9	18,95	0,486	646,39	80,8	99,1	5,84	265,54	59,01	66,66	3,74	606,16	100,17
160×90	5	18,3	23,36	0,483	781,77	97,72	120,91	5,79	319,52	71	81,16	3,7	739,7	120,86
160×90	6	21,7	27,63	0,479	907,19	113,4	141,56	5,73	368,91	81,98	94,82	3,65	866,01	139,96
160×90	7,1	24,9	31,75	0,469	1005,64	125,7	159,42	5,63	409,2	90,93	106,9	3,59	997,94	158,36
160×90	8	27,7	35,24	0,466	1093,73	136,72	175,02	5,57	443,46	98,55	117,19	3,55	1096,54	172,44
160×90	8,8	30	38,24	0,462	1164,66	145,58	187,98	5,52	470,82	104,63	125,71	3,51	1178,47	183,91
180×100	4	16,8	21,35	0,546	926,04	102,89	125,89	6,59	373,89	74,78	84,02	4,18	853,85	127,06
180×100	5	20,7	26,36	0,543	1124,2	124,91	154,02	6,53	451,77	90,35	102,59	4,14	1044,79	153,88
180×100	5,6	23	29,3	0,541	1236,96	137,44	170,26	6,5	495,69	99,14	113,28	4,11	1155,01	169,1
180×100	6	24,5	31,23	0,539	1309,61	145,51	180,83	6,48	523,83	104,77	120,22	4,1	1226,68	178,88
180×100	7,1	28,3	36,01	0,529	1463,36	162,6	204,86	6,38	585,55	117,11	136,32	4,03	1419,69	203,52
180×100	8	31,4	40,04	0,526	1598,49	177,61	225,62	6,32	637,47	127,49	149,93	3,99	1565,24	222,49
180×100	8,8	34,2	43,52	0,522	1709,13	189,9	243,05	6,27	679,66	135,93	161,33	3,95	1687,64	238,16
180×100	10	38,1	48,57	0,517	1859,47	206,61	267,51	6,19	736,41	147,28	177,25	3,89	1858,62	259,61
180×120	4	18	22,95	0,586	1049,97	116,66	139,97	6,76	563,81	93,97	106,17	4,96	1160,17	154,55
180×120	5	22,3	28,36	0,583	1277,37	141,93	171,52	6,71	683,97	114	129,95	4,91	1423,83	187,84

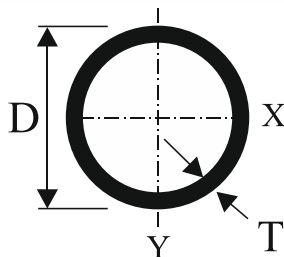
Таблица Г.2 – Основные характеристики труб прямоугольного сечения (продолжение)

H×B мм	T мм	M кг/м	A мм ² × 10 ²	Au м ² /м	I _x мм ⁴ × 10 ⁴	W _x мм ³ × 10 ³	W _{px} мм ³ × 10 ³	i _x мм × 10	I _y мм ⁴ × 10 ⁴	W _y мм ³ × 10 ³	W _{py} мм ³ × 10 ³	i _y мм × 10	I _y v мм ⁴ × 10 ⁴	W _v мм ³ × 10 ³
180×120	6	26,4	33,63	0,579	1491,34	165,7	201,71	6,66	796,3	132,72	152,65	4,87	1676,88	219,13
180×120	7,1	30,5	38,85	0,569	1675,73	186,19	229,41	6,57	895,15	149,19	173,75	4,8	1949,25	250,49
180×120	8	34	43,24	0,566	1835,33	203,93	253,14	6,51	978,44	163,07	191,57	4,76	2156,35	274,82
180×120	8,8	36,9	47,04	0,562	1967,28	218,59	273,19	6,47	1047	174,5	206,61	4,72	2332,35	295,13
180×120	10	41,3	52,57	0,557	2148,8	238,76	301,51	6,39	1140,81	190,13	227,82	4,66	2581,64	323,34
180×120	12,5	48,7	62,04	0,536	2352,37	261,37	341,46	6,16	1252,33	208,72	258,45	4,49	3001,38	367,47
200×80	4	16,8	21,35	0,546	1046,02	104,6	132,36	7	249,8	62,45	69,55	3,42	663,6	111,14
200×80	5	20,7	26,36	0,543	1269,09	126,91	161,87	6,94	300,44	75,11	84,74	3,38	808,38	134,05
200×80	6	24,5	31,23	0,539	1477,42	147,74	189,99	6,88	346,74	86,69	99,07	3,33	944,77	155,16
200×80	7,1	28,3	36,01	0,529	1645,72	164,57	214,9	6,76	385,82	96,45	112,09	3,27	1086,19	175,56
200×80	8	31,4	40,04	0,526	1795,76	179,58	236,54	6,7	418,23	104,56	123,01	3,23	1191,77	191,11
200×80	8,8	34,2	43,52	0,522	1918	191,8	254,69	6,64	444,2	111,05	132,09	3,19	1279,19	203,77
200×80	10	38,1	48,57	0,517	2083,06	208,31	280,08	6,55	478,48	119,62	144,68	3,14	1398,83	220,79
200×100	4	18	22,95	0,586	1199,71	119,97	148,04	7,23	410,78	82,16	91,7	4,23	985,38	141,81
200×100	5	22,3	28,36	0,583	1459,25	145,93	181,37	7,17	496,94	99,39	112,09	4,19	1206,29	171,94
200×100	6	26,4	33,63	0,579	1703,31	170,33	213,27	7,12	576,91	115,38	131,5	4,14	1417,03	200,1
200×100	7,1	30,5	38,85	0,569	1910,04	191	242,29	7,01	646,95	129,39	149,52	4,08	1641,19	228,04
200×100	8	34	43,24	0,566	2090,84	209,08	267,26	6,95	705,36	141,07	164,65	4,04	1810,72	249,6
200×100	8,8	36,9	47,04	0,562	2239,93	223,99	288,34	6,9	753,08	150,62	177,38	4	1953,68	267,47
200×100	10	41,3	52,57	0,557	2444,4	244,44	318,08	6,82	817,74	163,55	195,25	3,94	2154,13	292,07
200×100	12,5	48,7	62,04	0,536	2658,89	265,89	359,13	6,55	892,15	178,43	220,78	3,79	2473,75	328,83
200×120	5	23,8	30,36	0,623	1649,42	164,94	200,87	7,37	750,14	125,02	141,45	4,97	1652	209,87
200×120	6	28,3	36,03	0,619	1929,2	192,92	236,55	7,32	874,35	145,72	166,33	4,93	1946,73	245,12
200×120	7,1	32,7	41,69	0,609	2174,35	217,44	269,68	7,22	985,77	164,3	189,78	4,86	2264,63	280,65
200×120	8	36,5	46,44	0,606	2385,92	238,59	297,98	7,17	1078,97	179,83	209,49	4,82	2507,04	308,27
200×120	8,8	39,7	50,56	0,602	2561,86	256,19	321,99	7,12	1156,05	192,67	226,18	4,78	2713,55	331,4
200×120	10	44,4	56,57	0,597	2805,73	280,57	356,08	7,04	1262,14	210,36	249,82	4,72	3007,03	363,69
200×120	12,5	52,6	67	0,576	3099	310	406	6,8	1397	233	285	4,57	3514	416
220×120	5	25,4	32,36	0,663	2082,19	189,29	232,23	8,02	816,31	136,05	152,95	5,02	1884,69	231,92
220×120	6	30,2	38,43	0,659	2439,12	221,74	273,78	7,97	952,4	158,73	180,01	4,98	2221,88	271,11
220×120	7,1	35	44,53	0,649	2756,35	250,58	312,79	7,87	1076,39	179,4	205,81	4,92	2586,02	310,83
220×120	8	39	49,64	0,646	3029,4	275,4	346,02	7,81	1179,49	196,58	227,41	4,87	2864,35	341,73
220×120	8,8	42,5	54,08	0,642	3257,58	296,14	374,31	7,76	1265,09	210,85	245,75	4,84	3101,9	367,69
220×120	10	47,5	60,57	0,637	3575,79	325,07	414,65	7,68	1383,47	230,58	271,82	4,78	3440,33	404,05
250×100	5	26,18	33,36	0,683	2553,76	204,3	258,51	8,75	609,85	121,97	135,84	4,28	1620,11	217,08
250×100	6	31,11	39,63	0,679	2992,34	239,39	304,85	8,69	709,63	141,93	159,7	4,23	1904,54	253,15
250×100	8	40,23	51,24	0,666	3714,08	297,13	385,37	8,51	875,06	175,01	201,45	4,13	2438,66	317,41
250×100	10	49,11	62,57	0,657	4384,17	350,73	462	8,37	1021,08	204,22	240,25	4,04	2909,59	373,27
250×150	5	30,1	38,36	0,783	3304,18	264,33	319,76	9,28	1507,95	201,06	225,48	6,27	3284,54	336,9
250×150	6	35,8	45,63	0,779	3885,56	310,84	378,05	9,23	1768,35	235,78	266,28	6,23	3885,8	395,65
250×150	7,1	41,6	53,05	0,769	4426,62	354,13	434,51	9,13	2014,87	268,65	306,24	6,16	4542,75	456,33

Таблица Г.2 – Основные характеристики труб прямоугольного сечения (продолжение)

H × B мм	T мм	M кг/м	A мм ² × 10 ²	Au м ² /м	I _x мм ⁴ × 10 ⁴	W _x мм ³ × 10 ³	W _{px} мм ³ × 10 ³	i _x мм × 10	I _y мм ⁴ × 10 ⁴	W _y мм ³ × 10 ³	W _{py} мм ³ × 10 ³	i _y мм × 10	I _y в мм ⁴ × 10 ⁴	W _v мм ³ × 10 ³
250 × 150	8	46,5	59,24	0,766	4885,79	390,86	482,17	9,08	2219,25	295,9	339,56	6,12	5050,45	503,96
250 × 150	8,8	50,8	64,64	0,762	5274,44	421,96	523,07	9,03	2391,51	318,87	368,11	6,08	5488,32	544,47
250 × 150	10	57	72,57	0,757	5825,01	466	582	8,96	2634,2	351,23	409,17	6,02	6120,7	602,08
250 × 150	12,5	68,3	87,04	0,736	6632,67	530,61	678,3	8,73	3002,33	400,31	477,46	5,87	7314,55	704,1
260 × 140	6	35,8	45,63	0,779	4081,53	313,96	385,92	9,46	1567,27	223,9	251,81	5,86	3646,18	382,52
260 × 140	7,1	41,6	53,05	0,769	4647,4	357,49	443,43	9,36	1784,54	254,93	289,5	5,8	4258,54	440,82
260 × 140	8	46,5	59,24	0,766	5128,8	394,52	492,03	9,3	1964,15	280,59	320,9	5,76	4731,08	486,51
260 × 140	8,8	50,8	64,64	0,762	5536,06	425,85	533,73	9,25	2115,26	302,18	347,78	5,72	5137,89	525,31
260 × 140	10	57	72,57	0,757	6112,65	470,2	593,78	9,18	2327,67	332,52	386,38	5,66	5724,07	580,38
260 × 140	12,5	68,3	87,04	0,736	6949,76	534,6	691,51	8,94	2648,36	378,34	450,5	5,52	6820,62	677,15
260 × 180	6	39,6	50,43	0,859	4855,87	373,53	446,88	9,81	2763,43	307,05	347,87	7,4	5565,69	501,44
260 × 180	7,1	46,1	58,73	0,849	5555,85	427,37	515,26	9,73	3162,31	351,37	401,28	7,34	6522,55	580,26
260 × 180	8	51,5	65,64	0,846	6145,21	472,71	572,67	9,68	3493,23	388,14	445,78	7,29	7266,68	642,43
260 × 180	8,8	56,3	71,68	0,842	6647,1	511,32	622,15	9,63	3774,33	419,37	484,1	7,26	7911,95	695,64
260 × 180	10	63,2	80,57	0,837	7363,31	566,41	693,78	9,56	4174,13	463,79	539,51	7,2	8850,3	771,94
300 × 100	5	30,1	38,36	0,783	4065,22	271,01	348,15	10,29	722,77	144,55	159,59	4,34	2043,8	262,23
300 × 100	6	35,8	45,63	0,779	4776,79	318,45	411,43	10,23	842,35	168,47	187,9	4,3	2403,46	306,21
300 × 100	7,1	41,6	53,05	0,769	5422,43	361,5	472,02	10,11	953,92	190,78	215,47	4,24	2787,39	350,74
300 × 100	8	46,5	59,24	0,766	5977,86	398,52	523,47	10,05	1044,77	208,95	238,25	4,2	3080,34	385,24
300 × 100	8,8	50,8	64,64	0,762	6446,06	429,74	567,55	9,99	1120,18	224,04	257,63	4,16	3329,01	414,15
300 × 100	10	57	72,57	0,757	7106,03	473,74	630,91	9,9	1224,41	244,88	285,25	4,11	3681	454,51
300 × 100	12,5	68,3	87,04	0,736	8009,59	533,97	731,85	9,59	1373,92	274,78	330,16	3,97	4291,5	521,17
300 × 150	6	40,5	51,63	0,879	6073,51	404,9	499,63	10,85	2079,57	277,28	309,48	6,35	4988,47	478,6
300 × 150	7,1	47,2	60,15	0,87	6946,9	463,13	576,09	10,75	2377,98	317,06	357,01	6,29	5834,16	553,01
300 × 150	8	52,8	67,24	0,866	7683,57	512,24	640,27	10,69	2622,95	349,73	396,36	6,25	6490,59	611,52
300 × 150	10	64,8	82,57	0,857	9209,37	613,96	775,91	10,56	3125,03	416,67	479,17	6,15	7878,65	732,81
300 × 150	12,5	78,1	99,54	0,836	10594,23	706,28	911,53	10,32	3594,78	479,3	563,39	6,01	9451,9	861,8
300 × 200	6	45,2	57,63	0,979	7370,23	491,35	587,83	11,31	3962,19	396,22	446,07	8,29	8115,23	651,24
300 × 200	7,1	52,8	67,25	0,969	8468,59	564,57	679,98	11,22	4553,17	455,32	516,21	8,23	9524,48	755,67
300 × 200	8	59,1	75,24	0,966	9389,27	625,95	757,07	11,17	5041,67	504,17	574,46	8,19	10626,50	838,38
300 × 200	8,8	64,6	82,24	0,962	10178,28	678,55	823,81	11,12	5459,26	545,93	624,85	8,15	11585,67	909,54
300 × 200	10	72,7	92,57	0,957	11312,70	754,18	920,91	11,05	6057,73	605,77	698,08	8,09	12987,13	1012,19
300 × 200	12,5	88	112,04	0,936	13178,86	878,59	1091,22	10,85	7059,94	705,99	827,88	7,94	15767,68	1204,48
400 × 200	6	54,7	69,63	1,179	14789,35	739,47	905,99	14,57	5091,63	509,16	562,47	8,55	12068,52	877,05
400 × 200	7,1	63,9	81,45	1,169	17067,90	853,4	1051,71	14,48	5874,74	587,47	653,17	8,49	14169,41	1019,86
400 × 200	8	71,6	91,24	1,166	18974,42	948,72	1173,29	14,42	6517,08	651,71	728,06	8,45	15820,22	1133,29
400 × 200	8,8	78,4	99,84	1,162	20619,13	1030,96	1279,03	14,37	7068,92	706,89	793,11	8,41	17259,78	1231,25
400 × 200	10	88,4	112,57	1,157	23002,65	1150,13	1433,74	14,3	7864,4	786,44	888,08	8,36	19368,49	1373,21
400 × 200	12,5	108	137,04	1,136	27100,50	1355,02	1713,94	14,06	9260,46	926,05	1062,25	8,22	23594,07	1644,04

Г.3 Круглые конструкционные трубы HS S355J2H и S235JRH [14]



M = Вес;

A = площадь поперечного сечения;

A_u = площадь внешней поверхности;

I = момент инерции;

W = момент сопротивления сечения;

W_p = пластический момент сопротивления;

i = радиус вращения;

I_v = модуль кручения;

W_v = осевой момент сопротивления при кручении;

Поперечные свойства определяются при использовании номинальных размеров D и T .

Теоретическая плотность = $7,85 \text{ кг/дм}^3$.

Таблица Г.3 – Основные характеристики круглых труб

D мм	T мм	M кг/м	A $\text{мм}^2 \times 10^2$	A $\text{м}^2/\text{м}$	I $\text{мм}^4 \times 10^4$	W $\text{мм}^3 \times 10^3$	W $\text{мм}^3 \times 10^3$	i мм × 10	I $\text{мм}^4 \times 10^4$	W $\text{мм}^3 \times 10^3$
26,9	2	1,23	1,56	0,085	1,22	0,91	1,24	0,88	2,44	1,81
26,9	2,5	1,5	1,92	0,085	1,44	1,07	1,49	0,87	2,88	2,14
26,9	2,6	1,56	1,98	0,085	1,48	1,1	1,54	0,86	2,96	2,2
33,7	2	1,56	1,99	0,106	2,51	1,49	2,01	1,12	5,02	2,98
33,7	2,5	1,92	2,45	0,106	3	1,78	2,44	1,11	6	3,56
33,7	2,6	1,99	2,54	0,106	3,09	1,84	2,52	1,1	6,19	3,67
33,7	3	2,27	2,89	0,106	3,44	2,04	2,84	1,09	6,88	4,08
33,7	3,2	2,41	3,07	0,106	3,6	2,14	2,99	1,08	7,21	4,28
42,4	2	1,99	2,54	0,133	5,19	2,45	3,27	1,43	10,38	4,9
42,4	2,5	2,46	3,13	0,133	6,26	2,95	3,99	1,41	12,52	5,91
42,4	2,6	2,55	3,25	0,133	6,46	3,05	4,12	1,41	12,93	6,1
42,4	2,9	2,82	3,6	0,133	7,06	3,33	4,53	1,4	14,11	6,66
42,4	3	2,91	3,71	0,133	7,25	3,42	4,67	1,4	14,49	6,84
42,4	3,2	3,09	3,94	0,133	7,62	3,59	4,93	1,39	15,24	7,19
42,4	4	3,79	4,83	0,133	8,99	4,24	5,92	1,36	17,98	8,48
48,3	2	2,28	2,91	0,152	7,81	3,23	4,29	1,64	15,62	6,47
48,3	2,5	2,82	3,6	0,152	9,46	3,92	5,25	1,62	18,92	7,83
48,3	2,6	2,93	3,73	0,152	9,78	4,05	5,44	1,62	19,55	8,1
48,3	3	3,35	4,27	0,152	11	4,55	6,17	1,61	22	9,11

Таблица Г.3 – Основные характеристики круглых труб (продолжение)

D мм	T мм	M кг/м	A $\text{мм}^2 \times 10^2$	A $\text{м}^2/\text{м}$	I $\text{мм}^4 \times 10^4$	W $\text{мм}^3 \times 10^3$	W $\text{мм}^3 \times 10^3$	i $\text{мм} \times 10$	I $\text{мм}^4 \times 10^4$	W $\text{мм}^3 \times 10^3$
48,3	3,2	3,56	4,53	0,152	11,59	4,8	6,52	1,6	23,17	9,59
48,3	4	4,37	5,57	0,152	13,77	5,7	7,87	1,57	27,54	11,4
60,3	2	2,88	3,66	0,189	15,58	5,17	6,8	2,06	31,16	10,34
60,3	2,5	3,56	4,54	0,189	18,99	6,3	8,36	2,05	37,99	12,6
60,3	2,9	4,11	5,23	0,189	21,59	7,16	9,56	2,03	43,18	14,32
60,3	3	4,24	5,4	0,189	22,22	7,37	9,86	2,03	44,45	14,74
60,3	3,2	4,51	5,74	0,189	23,47	7,78	10,44	2,02	46,94	15,57
60,3	4	5,55	7,07	0,189	28,17	9,34	12,7	2	56,35	18,69
60,3	5	6,82	8,69	0,189	33,48	11,1	15,33	1,96	66,95	22,21
76,1	2	3,65	4,66	0,239	31,98	8,4	10,98	2,62	63,96	16,81
76,1	2,5	4,54	5,78	0,239	39,19	10,3	13,55	2,6	78,37	20,6
76,1	2,9	5,24	6,67	0,239	44,74	11,76	15,55	2,59	89,48	23,52
76,1	3	5,41	6,89	0,239	46,1	12,11	16,04	2,59	92,19	24,23
76,1	4	7,11	9,06	0,239	59,06	15,52	20,81	2,55	118,11	31,04
76,1	5	8,77	11,17	0,239	70,92	18,64	25,32	2,52	141,84	37,28
76,1	6,3	10,8	13,81	0,239	84,82	22,29	30,78	2,48	169,64	44,58
88,9	2,5	5,33	6,79	0,279	63,37	14,26	18,67	3,06	126,75	28,51
88,9	3	6,36	8,1	0,279	74,76	16,82	22,15	3,04	149,53	33,64
88,9	3,2	6,76	8,62	0,279	79,21	17,82	23,51	3,03	158,41	35,64
88,9	4	8,38	10,67	0,279	96,34	21,67	28,85	3	192,68	43,35
88,9	5	10,4	13,18	0,279	116,37	26,18	35,24	2,97	232,75	52,36
88,9	6	12,3	15,63	0,279	134,94	30,36	41,31	2,94	269,88	60,72
88,9	6,3	12,8	16,35	0,279	140,24	31,55	43,07	2,93	280,47	63,1
101,6	2,5	6,11	7,78	0,319	95,61	18,82	24,56	3,5	191,22	37,64
101,6	3	7,29	9,29	0,319	113,04	22,25	29,17	3,49	226,07	44,5
101,6	3,6	8,7	11,08	0,319	133,24	26,23	34,59	3,47	266,47	52,46
101,6	4	9,63	12,26	0,319	146,28	28,8	38,12	3,45	292,57	57,59
101,6	5	11,9	15,17	0,319	177,47	34,93	46,7	3,42	354,94	69,87
101,6	6	14,2	18,02	0,319	206,68	40,68	54,91	3,39	413,35	81,37
101,6	6,3	14,8	18,86	0,319	215,07	42,34	57,3	3,38	430,13	84,67
108	2,5	6,5	8,29	0,339	115,35	21,36	27,83	3,73	230,69	42,72
108	3	7,77	9,9	0,339	136,49	25,28	33,08	3,71	272,98	50,55
108	3,6	9,27	11,81	0,339	161,06	29,83	39,25	3,69	322,11	59,65
108	4	10,3	13,07	0,339	176,95	32,77	43,29	3,68	353,91	65,54
108	5	12,7	16,18	0,339	215,06	39,83	53,09	3,65	430,12	79,65
108	6	15,1	19,23	0,339	250,91	46,46	62,5	3,61	501,81	92,93
108	6,3	15,8	20,13	0,339	261,23	48,38	65,24	3,6	522,46	96,75
114,3	2,5	6,89	8,78	0,359	137,26	24,02	31,25	3,95	274,52	48,03
114,3	3	8,23	10,49	0,359	162,55	28,44	37,17	3,94	325,1	56,88
114,3	3,6	9,83	12,52	0,359	191,98	33,59	44,13	3,92	383,97	67,19

Таблица Г.3 – Основные характеристики круглых труб (продолжение)

D мм	T мм	M кг/м	A $\text{мм}^2 \times 10^2$	A $\text{м}^2/\text{м}$	I $\text{мм}^4 \times 10^4$	W $\text{мм}^3 \times 10^3$	W $\text{мм}^3 \times 10^3$	i $\text{мм} \times 10$	I $\text{мм}^4 \times 10^4$	W $\text{мм}^3 \times 10^3$
114,3	4	10,9	13,86	0,359	211,07	36,93	48,69	3,9	422,13	73,86
114,3	5	13,5	17,17	0,359	256,92	44,96	59,77	3,87	513,84	89,91
114,3	6	16	20,41	0,359	300,21	52,53	70,45	3,83	600,42	105,06
114,3	6,3	16,8	21,38	0,359	312,71	54,72	73,57	3,82	625,43	109,44
127	2,5	7,68	9,78	0,399	189,53	29,85	38,76	4,4	379,06	59,7
127	3	9,17	11,69	0,399	224,75	35,39	46,14	4,39	449,5	70,79
127	4	12,1	15,46	0,399	292,61	46,08	60,54	4,35	585,23	92,16
127	5	15	19,16	0,399	357,14	56,24	74,46	4,32	714,28	112,48
127	6	17,9	22,81	0,399	418,44	65,9	87,92	4,28	836,88	131,79
127	6,3	18,8	23,89	0,399	436,22	68,7	91,86	4,27	872,44	137,39
133	2,5	8,05	10,25	0,418	218,27	32,82	42,58	4,61	436,54	65,64
133	3	9,62	12,25	0,418	258,97	38,94	50,71	4,6	517,93	77,88
133	4	12,7	16,21	0,418	337,53	50,76	66,59	4,56	675,05	101,51
133	5	15,8	20,11	0,418	412,4	62,02	81,96	4,53	824,81	124,03
133	6	18,8	23,94	0,418	483,72	72,74	96,85	4,5	967,43	145,48
133	6,3	19,7	25,08	0,418	504,43	75,85	101,22	4,49	1008,86	151,71
139,7	3	10,1	12,88	0,439	301,09	43,11	56,07	4,83	602,18	86,21
139,7	4	13,4	17,05	0,439	392,86	56,24	73,68	4,8	785,72	112,49
139,7	5	16,6	21,16	0,439	480,54	68,8	90,76	4,77	961,08	137,59
139,7	6	19,8	25,2	0,439	564,26	80,78	107,33	4,73	1128,52	161,56
139,7	6,3	20,7	26,4	0,439	588,62	84,27	112,2	4,72	1177,24	168,54
139,7	8	26	33,1	0,439	720,29	103,12	138,93	4,66	1440,58	206,24
139,7	10	32	40,75	0,439	861,89	123,39	168,55	4,6	1723,79	246,78
152,4	3	11,1	14,08	0,479	393,01	51,58	66,07	5,28	786,03	103,15
152,4	4	14,6	18,65	0,479	513,73	67,42	88,11	5,25	1027,46	134,84
152,4	5	18,2	23,15	0,479	629,54	82,62	108,68	5,21	1259,08	165,23
152,4	6	21,7	27,6	0,479	740,56	97,19	128,67	5,18	1481,13	194,37
152,4	6,3	22,7	28,92	0,479	772,96	101,44	134,56	5,17	1545,92	202,88
159	3	11,5	14,7	0,5	447,42	56,28	73,02	5,52	894,84	112,56
159	4	15,3	19,48	0,5	585,33	73,63	96,12	5,48	1170,67	147,25
159	5	19	24,19	0,5	717,88	90,3	118,62	5,45	1435,75	180,6
159	6	22,6	28,84	0,5	845,19	106,31	140,53	5,41	1690,37	212,63
159	6,3	23,7	30,22	0,5	882,38	110,99	146,98	5,4	1764,76	221,98
168,3	3	12,2	15,58	0,529	532,28	63,25	81,98	5,85	1064,57	126,51
168,3	3,2	13	16,6	0,529	565,74	67,23	87,24	5,84	1131,47	134,46
168,3	4	16,2	20,65	0,529	697,09	82,84	108	5,81	1394,18	165,68
168,3	4,5	18,2	23,16	0,529	777,22	92,36	120,77	5,79	1554,43	184,72
168,3	5	20,1	25,65	0,529	855,85	101,7	133,38	5,78	1711,69	203,41
168,3	6	24	30,59	0,529	1008,69	119,87	158,12	5,74	2017,39	239,74
168,3	6,3	25,2	32,06	0,529	1053,42	125,18	165,42	5,73	2106,84	250,37

Таблица Г.3 – Основные характеристики круглых труб (продолжение)

D мм	T мм	M кг/м	A $\text{мм}^2 \times 10^2$	A $\text{м}^2/\text{м}$	I $\text{мм}^4 \times 10^4$	W $\text{мм}^3 \times 10^3$	W $\text{мм}^3 \times 10^3$	i мм × 10	I $\text{мм}^4 \times 10^4$	W $\text{мм}^3 \times 10^3$
168,3	8	31,6	40,29	0,529	1297,27	154,16	205,74	5,67	2594,54	308,32
168,3	10	39	49,73	0,529	1563,98	185,86	250,92	5,61	3127,97	371,71
193,7	4	18,7	23,84	0,609	1072,79	110,77	143,97	6,71	2145,58	221,54
193,7	5	23,3	29,64	0,609	1320,23	136,32	178,08	6,67	2640,46	272,63
193,7	6	27,8	35,38	0,609	1559,72	161,05	211,46	6,64	3119,45	322,09
193,7	6,3	29,1	37,09	0,609	1630,05	168,31	221,33	6,63	3260,09	336,61
193,7	8	36,6	46,67	0,609	2015,54	208,11	276,05	6,57	4031,07	416,22
193,7	10	45,3	57,71	0,609	2441,59	252,1	337,79	6,5	4883,18	504,2
193,7	12,5	55,9	71,16	0,609	2934,31	302,97	411,07	6,42	5868,62	605,95
219,1	4	21,2	27,03	0,688	1563,84	142,75	185,09	7,61	3127,67	285,5
219,1	4,5	23,8	30,34	0,688	1747,24	159,49	207,27	7,59	3494,48	318,98
219,1	5	26,4	33,63	0,688	1928,04	176	229,24	7,57	3856,08	351,99
219,1	6	31,5	40,17	0,688	2281,95	208,3	272,54	7,54	4563,89	416,6
219,1	6,3	33,1	42,12	0,688	2386,14	217,81	285,37	7,53	4772,28	435,63
219,1	8	41,7	53,06	0,688	2959,63	270,16	356,68	7,47	5919,26	540,33
219,1	10	51,6	65,69	0,688	3598,44	328,47	437,56	7,4	7196,88	656,95
219,1	12,5	63,7	81,13	0,688	4344,58	396,58	534,2	7,32	8689,16	793,17
244,5	6	35,29	44,96	0,768	3198,53	261,64	341,37	8,43	6397,07	523,28
244,5	8	46,66	59,44	0,768	4160,45	340,32	447,63	8,37	8320,89	680,65
244,5	10	57,83	73,67	0,768	5073,15	414,98	550,24	8,3	10 146,29	829,96
244,5	12,5	71,52	91,11	0,768	6147,42	502,86	673,45	8,21	12 294,83	1005,71
273	4	26,5	33,8	0,858	3058,25	224,05	289,47	9,51	6116,5	448,09
273	5	33,1	42,1	0,858	3780,81	276,98	359,16	9,48	7561,63	553,97
273	6	39,5	50,33	0,858	4487,08	328,72	427,81	9,44	8974,17	657,45
273	6,3	41,4	52,79	0,858	4695,82	344,02	448,2	9,43	9391,64	688,03
273	8	52,3	66,6	0,858	5851,71	428,7	561,97	9,37	11 703,43	857,39
273	10	64,9	82,62	0,858	7154,09	524,11	692,02	9,31	14 308,18	1048,22
273	12,5	80,3	102,3	0,858	8697,45	637,18	848,9	9,22	17 394,90	1274,35
323,9	4	31,6	40,2	1,018	5143,16	317,58	409,37	11,31	10 286,33	635,15
323,9	5	39,3	50,09	1,018	6369,42	393,3	508,53	11,28	12 738,85	786,59
323,9	6	47	59,92	1,018	7572,47	467,58	606,43	11,24	15 144,93	935,16
323,9	6,3	49,3	62,86	1,018	7928,9	489,59	635,56	11,23	15 857,79	979,18
323,9	8	62,3	79,39	1,018	99 10,08	611,92	798,51	11,17	19 820,16	1223,84
323,9	10	77,4	98,61	1,018	12 158,34	750,75	985,67	11,1	24 316,68	1501,49
323,9	12,5	96	122,29	1,018	14 846,53	916,74	1212,78	11,02	29 693,05	1833,47

БИБЛИОГРАФИЯ

1 Кришан А.Л., Заикин А.Н., Сагадатов А.И. Трубобетонные колонны высотных зданий. Магнитогорск: ООО «МиниТип» –2010.

2 Кикин А.И., Санжаровски Р.С., Труль В.А. Конструкции из стальных труб, заполненных бетоном. М.: Стройиздат, –1974.

3 Стороженко Л.И., Плахотный П.И., Черный А.Я. Расчет трубобетонных конструкций. Киев: Будивельник, 1991.

4 Kucharczuk W., Labocha S. Konstrukcje zespolone stalowo-betonowe budynkow. Arkady. Warszawa, –2007 (Сталебетонные конструкции зданий. Издательство Аркады. Варшава, –2007).

5 Кебенко В.Н. Новое в расчете и проектировании трубобетонных конструкций. Киев: УМКВО, –1989.

6 Hoffman B. Stahl im Hochbau. Band 2, Teil 1. Verbundkonstruktionen im Hochbau. Verlag Stahleisen mbh Dusseldorf, –1987 (Сталь в высотном строительстве. Том 2, Часть 1. Композитные конструкции в высотном строительстве. Издательство Stahleisen Дюссельдорф, - 1987).

7 Афанасьев А.А., Курочкин А.В. Использование трубобетона в жилищном строительстве. Промышленное и гражданское строительство №3 –2011.

8 Brudko J. Projektowanie i obliczanie poloczen i wezlow konstrukcji stalowych (Проектирование и расчет узлов стальных конструкций) . PWT. Rzeszow 2011.

9 Furtak K. Mosty zespolone. PWW Warszawa –1999 (Композитные мосты. Издательство PWW. Варшава – 1999).

10 Stahlbau. Verlag fur Architektur und technische Wissenschaften Gmb H&Co. KG, Berlin. №9/2004 (Строительство из стали. Издательство архитектуры и технической науки. Берлин. №9/2004).

11 Stahlbau. Verlag fur Architektur und technische Wissenschaften Gmb H&Co. KG, Berlin. №3/2006 (Строительство из стали. Издательство архитектуры и технической науки. Берлин. №3/2006).

12 www.kssc.or.kr.

13 www.spannverbund.de.

14 www.ruukki.com.

УДК 624.0

МКС 91.080.01

Ключевые слова: сталежелезобетонные конструкции, трубобетон, основные положения по расчету, несущая способность колонн.

НТП РК 04-01-1.4-2012

Ресми басылым

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҰЛТТЫҚ ЭКОНОМИКА МИНИСТРЛІГІНІҢ
ҚҰРЫЛЫС, ТҰРҒЫН ҮЙ-КОММУНАЛДЫҚ ШАРУАШЫЛЫҚ ІСТЕРІ ЖӘНЕ
ЖЕР РЕСУРСТАРЫН БАСҚАРУ КОМИТЕТІ**

**Қазақстан Республикасының
НОРМАТИВТІК–ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛЫ**

ҚР НТҚ 04-01-1.4-2012

**БОЛАТ ТЕМІРБЕТОН КОНСТРУКЦИЯЛАРДЫ ЖОБАЛАУ. ҚҰБЫР-БЕТОН
КОНСТРУКЦИЯЛАР БӨЛІМІ**

Басылымға жауаптылар: «ҚазҚСҒЗИ» АҚ

050046, Алматы қаласы, Солодовников көшесі, 21
Тел./факс: +7 (727) 392-76-16 – қабылдау бөлмесі

Издание официальное

**КОМИТЕТ ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА, ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО
ХОЗЯЙСТВА И УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ МИНИСТЕРСТВА
НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**НОРМАТИВНО–ТЕХНИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
Республики Казахстан**

НТП РК 04-01-1.4-2012

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ. ЧАСТЬ.
ТРУБОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ**

Ответственные за выпуск: АО «КазНИИСА»

050046, г. Алматы, ул. Солодовникова,
21 Тел./факс: +7 (727) 392-76-16 – приемная