

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. ҚАТТЫ  
АРМАТУРАСЫ БАР БОЛАТ ТЕМІРБЕТОН  
КОНСТРУКЦИЯЛАР БӨЛІМІ**

---

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ.  
ЧАСТЬ. СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ  
КОНСТРУКЦИИ С ЖЕСТКОЙ АРМАТУРОЙ**

---

**ҚР НТҚ-04-01-1.3-2012  
(ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011)  
НТП РК-04-01-1.3-2012  
(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 ЕНГІЗІЛДІ:** Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігінің Құрылыс, тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері және жер ресурстарын басқару комитетінің 2014 жылғы 29-желтоқсандағы № 156-НҚ бұйрығымен 2015 жылғы 1-шілдеден бастап
4. **ЕНГІЗІЛДІ:** Алғашқы рет

## 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. **ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ:** Приказом Комитета по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и управления земельными ресурсами Министерства Национальной экономики Республики Казахстан от 29.12.2014 № 156-НҚ с 1 июля 2015 года
4. **ВВЕДЕН:** Впервые

Осы мемлекеттік нормативті Қазақстан Республикасының сәулет, қала құрылысы және құрылыс істері жөніндегі уәкілетті мемлекеттік органының рұқсатынсыз 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 Нормативтік сілтемелер.....	2
3 Терминдер мен анықтамалар .....	3
4 Белгілер мен қысқартулар .....	4
4.1 Латын алфавитінің бас әріптері .....	4
4.2 Латын алфавитінің кіші әріптері .....	6
4.3 Грек алфавитінің кіші әріптері.....	7
5 Жобалау негіздері.....	7
5.1 Тұтас арматуралы болат темірбетон конструкцияларының ерекшеліктері .....	7
5.2 Материалдар .....	8
5.2.1 Бетон.....	8
5.2.2 Қонструктивті болат .....	9
5.2.3 Арматура .....	10
5.2.4 Жалғау элементтері.....	10
5.3 Есептеу әдістері.....	10
6 Болат темірбетон аражабындарыН есептеу.....	12
6.1 Қима кластарын анықтау.....	12
6.2 Иілгіштігін есептеу .....	13
6.3 Көлденең жылжуын есептеу .....	15
7 Бағандарды есептеу.....	24
7.1 Қималардың көтергіштік қабілетін анықтау .....	24
7.2 Орнықтылығын есептеу.....	26
7.3 Болат және бетонның біріккен жұмысын қамтамасыз ету.....	29
А қосымшасы (ақпараттық) Тұтас арматуралы болат темірбетон конструкцияларының қолданылу саласы .....	38
Б қосымшасы (ақпараттық) Тұтас арматуралы болат темірбетон элементтерінің тораптық жалғаулары .....	57
В қосымшасы (ақпараттық) ГОСТ бойынша болат пішіндерінің сұрыптамалары .....	62
Г қосымшасы (ақпараттық) Еуропалық болат пішіндерінің сұрыптамалары.....	69
Библиография .....	112

## **КІРІСПЕ**

Осы нормативтік-техникалық құрал «Қазақ ғылыми-зерттеу және жобалау-эксперименталдық сейсмикаға төзімді құрылыс пен сәулет институты» республикалық мемлекеттік кәсіпорны («ҚазҒЗСТҚСИ» РМК) дайындаған.

Осы нормативтік-техникалық құралда берілген:

– ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 5 және 6-тарауларындағы тұтас арматуралы болат темірбетон конструкцияларын жобалау қағидалары және ережелері;

– ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 2-6 тарауларда берілген ережелер, дамытатын қағидалар мен ережелер;

– Жобалау тәжірибесінде ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 5 және 6-тарауларының ережелерін қолданудағы суретті мысалдар.

ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 ережелерінен басқа осы нормативтік-техникалық құралды әзірлеу кезінде төмендегілер ескерілді:

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

– ҚР ҚН EN 1990:2002+A1:2005/2011 «Құрылыстық жобалау негіздері» сәйкес келетін ережелері;

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

– Тұтас арматуралы болат темірбетон конструкциялары саласында мамандандырылған шетел ұйымдарымен орындалған зерттеулердің және жоба шешімдерінің мақұлданған нәтижелері.

Әзірленген құжат ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 мазмұндалған талаптарды қолдану бойынша тәжірибелік құрал және тұтас арматуралы болат темірбетон конструкцияларын есептеу және конструкциялау бойынша көмекші материал болып табылады.

Осы нормативтік-техникалық құрал инженерлік-техникалық қызметкерлерге, жоба өніміне тапсырыс берушілерге, жоғарғы оқу орындарының мұғалімдеріне және студенттеріне 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. ҚАТТЫ  
АРМАТУРАСЫ БАР БОЛАТ ТЕМІРБЕТОН КОНСТРУКЦИЯЛАР БӨЛІМІ**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ. ЧАСТЬ.  
СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ С ЖЕСТКОЙ АРМАТУРОЙ**

Енгізілген күні – 2015-07-01

**1 ҚОЛДАНУ САЛАСЫ**

1.1 Осы нормативтік-техникалық құрал ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 «Болаттемірбетон конструкцияларын жобалау. 1-1-бөлім. Жалпы ереже және ғимараттарға арналған ережелер» ережелерін тарату үшін жасалған және тұтас арматуралы болат темірбетон конструкцияларын жобалау кезінде қолдануға арналған.

1.2 Осы нормативтік-техникалық «Болат темірбетон конструкцияларын жобалау. Тұтас арматуралы болат темірбетон конструкциялары» құралы ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 келесі тараударында берілген қағидалар мен ережелерден тұрады және дамытады:

- 1-тарау «Жалпы ережелер»;
- 2-тарау «Есептеу бойынша ереже негіздері»;
- 3-тарау «Материалдар»;
- 5-тарау «Конструкцияларды есептеу»;
- 6-тарау «Көтергіштік қабілеті бойынша шекті күйлері».

1.3 ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 берілген қағидалар мен ережелер жалпы және арнайы болып бөлінеді.

ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 1-6-тараударында және осы нормативтік-техникалық құралда тұтас арматуралы болат темірбетон конструкцияларын және олардың конструктивтік элементтері үшін жалпы болып табылатын қағидалар мен ережелер берілген.

Жалпы қағидалар мен ережелерді толықтыратын тұтас арматуралы болат темірбетон конструкцияларын жобалаудың арнайы қағидалар мен ережелері ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 1,2,3,5,6-тараударында бар.

1.4 Осы құжаттың мақсаты тұтас арматуралы болат темірбетон конструкцияларын есептеуді және жобалауды қамтамасыз ету болып табылады.

1.5 Осы нормативтік-техникалық құрал төмендегілер үшін арналған:

- жобалау құжатын тапсырыс берушілердің қолдануы (мысалы, тұтас арматуралы болат темірбетон конструкцияларына қойылатын негізгі талаптарды тұжырымдау үшін);
- тұтас арматуралы болат темірбетон конструкцияларын жобалауды жүзеге асыратын мамандардың қолдануы;
- тұтас арматуралы болат темірбетон конструкцияларын жобалау және құрылыс сапасына бақылауды жүзеге асыратын мамандардың қолдануы;
- сәйкесінше әкімшілік органдарының қолдануы.

1.6 Сәйкес келетін нормативтерді әзірлегенге дейін қойылатын талаптары ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 ескертілмеген тұтас арматуралы болат темірбетон конструкцияларын жобалауды арнайы зерттеу нәтижелеріне негізделген техникалық шарттар негізінде жүзеге асыру керек.

## **2 НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР**

Осы құралды қолдану үшін келесі сілтеме құжаттар қажет. Мерзімі көрсетілген сілтемелер үшін тек сілтеме құжатының көрсетілген басылымын ғана қолданады, мерзімі көрсетілмеген сілтемелер үшін сілтеме құжатының соңғы басылымын (оның барлық өзгертулерін қосқанда) қолданады:

ҚР ҚН EN 1990:2002+A1:2005/2011 Күш түсетін конструкцияларды жобалаудың негіздері

ҚР ҚН EN 1992-1-1:2004/2011 Темірбетон конструкцияларды жобалау. 1-1 бөлімі. Жалпы ережелер және ғимараттарға арналған ережелер.

ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 Болат конструкцияларды жобалау. 1-1 бөлімі. Жалпы ережелер және ғимараттарға арналған ережелер.

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

ҚР ҚН EN 1993-1-9:2005/2011 Болат конструкцияларды жобалау. 1-9 бөлімі. Қажу беріктігі.

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

ҚР СТ EN 10025-2 Ыстықтай жаймаланған конструктивті болаттан жасалған бұйымдар. 2-бөлім. Қоспасыз конструктивті болатты үшін жеткізудің техникалық шарттары.

ҚР СТ EN 10025-4 Ыстықтай жаймаланған конструктивті болаттан жасалған бұйымдар. 4-бөлім. Термонығайтылған иленген дәнекерлі ұсақ түйіршікті конструктивті болатты жеткізудің техникалық шарттары.

Ескертпе – Осы нормативтік-техникалық құралды қолданған кезде жыл сайын шығарылатын ағымдағы жылға күйі бойынша ақпараттық «Қазақстан Республикасының аумағындағы сәулет, қалақұрылысы және құрылысы саласындағы қолданыстағы нормативтік құқықтық және нормативтік-техникалық актілер тізімінің», «Қазақстан Республикасының стандарттау бойынша нормативтік құжаттардың көрсеткіші» және «Мемлекетаралық нормативтік құжаттар көрсеткіші» бойынша сілтеме құжаттардың әрекет етуін мақсатты түрде тексеру. Егер сілтеме құжаты ауыстырылған (өзгертілген) болса, онда осы нормативтерді пайдаланған кезде ауыстырылған (өзгертілген) құжатты басшылыққа алу керек. Егер сілтеме құжаты ауыстырылмай өзгертілген болса, онда сілтеме берілген ереже осы сілтемені қозғамайтын бөлімде қолданылады.

## **3 ТЕРМИНДЕР МЕН АНЫҚТАМАЛАР**

Осы құралда сәйкес келетін анықтамалары бар келесі терминдер қолданылады:

**3.1 Жалғау (connection):** Екі немесе одан көп элемент бекітілетін орын. Есептеу кезінде жалғау сәйкес келетін ішкі күштерді және моменттерді беру процесінде жалғау жұмыстарын ұсыну үшін қажетті негізгі компоненттердің тобы болып табылады.

**3.2 Жалғанған элемент (connected member):** Көтергіш элементіне немесе басқа тірек конструкциясына жалғанған кез келген элемент.

**3.3 Торап (joint):** Екі немесе одан көп конструкция элементтерінің қосылу аясы.

**3.4 Болат темірбетонды элемент (composite member):** Бетоннан және конструктивті немесе суықтай деформацияланған болаттан жасалған компоненттері, бетон мен болат арасындағы өзара бойлық ығысуды және бір компоненттің екіншісінен үзілуін шектейтін біріктірілген жалғаулары бар конструктивті элемент.

**3.5 Тұтас арматуралы болаттемірбетон конструкциялары (composite structures of stiffness reinforced members):** Бетонмен біріккен жұмысы жылжымалы жалғау элементтерінің нәтижесінде қол жеткізілетін бетондалған болат пішіндерден тұратын конструкциялар.

**3.6 Жылжымалы жалғау (shear connection):** Жеткілікті беріктікке және қаттылыққа ие, екі компонентті де бірыңғай конструктивті элемент бөлігі ретінде есептеуге мүмкіндік беретін болаттемірбетон элементінің бетон және болат компоненттерінің арасындағы жалғау.

**3.7 Болаттемірбетонды қаңқа (composite frame):** Бірнеше немесе барлық элементтері болаттемірбетонды, ал қалған элементтерінің көпшілігі болат болып табылатын қаңқа.

**3.8 Конструктивті жүйе (structural system):** Ғимараттың немесе инженерлік имараттың көтергіш элементтері және осы элементтердің бірлесіп жұмыс істейтін тәсілі.

**3.9 Есептеу өлшемі (design criteria):** Әрбір шекті күйлер үшін орындалуы тиіс шарттарды сипаттайтын сандық көрсеткіштер.

**3.10 Беріктік (strength):** Материалдың әсерлерге қарсыласу қабілетін сипаттайтын және әдетте механикалық кернеуін бірліктермен көрсететін материалдың механикалық қасиеті.

**3.11 Сенімділігі (reliability):** Имараттардың немесе оның конструктивті элементінің есептік пайдалану мерзімі ішінде белгіленген талаптарға сәйкес келу қабілеті. Сенімділігі әдеттегідей ықтималдылық шамалармен көрсетіледі.

Ескертпе –Сенімділік түсінігі имараттың қауіпсіздігіне, пайдалану жарамдылығына және беріктігіне ықпал етеді.

**3.12 Бетондағы жарықшақсыз иілу қаттылығы (un-cracked flexural stiffness):** Болаттемірбетонды элементтің көлденең қимасының қаттылығы  $E_a I_1$ , мұндағы  $I_1$  – созылған бетонда жарықшақтар жоқ болады деген болжаммен есептелінген болатқа берілген тиімді қима инерциясының моменті.

**3.13 Бетондағы жарықшақтарымен иілу қаттылығы (cracked flexural stiffness):** Болаттемірбетон элементінің көлденең қимасының қаттылығы  $E_a I_2$ , мұндағы  $I_2$  – созылған бетонды есептемей, бірақ арматураны есептеу арқылы болатқа келтірілген тиімді болаттемірбетонды қиманың инерция моменті.

**3.14 Жалғанған элемент (connected member):** Көтергіш элементіне немесе басқа тірек конструкциясына жалғанған кез келген элемент.

**3.15 Болаттемірбетонды арқалық (composite beam):** Ең бастысы иілуге ұшыраған болаттемірбетонды элемент.

**3.16 15 Болаттемірбетонды бағана (composite column):** Ең бастысы сығылуға немесе иіліп сығылуға ұшыраған болаттемірбетонды элемент.

**3.17 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.

## 4 БЕЛГІЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

Осы құралда келесі белгілер қабылданған:

### 4.1 Латын алфавитінің бас әріптері

- $A$  – созылған бетонды есептемегендегі болаттемірбетонды көлденең қиманың тиімді ауданы;
- $A_a$  – болат элементінің көлденең қимасының ауданы;
- $A_c$  – бетонның көлденең қимасының ауданы;
- $A_{ct}$  – созылған бетон аймағының көлденең қимасының ауданы;
- $A_{fc}$  – сығылған сөренің көлденең қимасының ауданы;
- $A_s$  – арматураның көлденең қимасының ауданы;
- $A_{sf}$  – көлденең арматураның көлденең қимасының ауданы;
- $A_v$  – болат элементін жылжыту ауданы;
- $A_1$  – жапсырма пластинка астындағы жүк ауданы;
- $E_a$  – конструктивті болат серпімділігінің модулі;
- $E_{c,eff}$  – бетон серпімділігінің тиімді модулі;
- $E_{cm}$  – бетон серпімділігінің қима модулі;
- $E_s$  – арматура болатының серпімділік модулінің есептік мәні;
- $(EI)_{eff}$  – шартты иілгіштікті есептеу кезіндегі тиімді иілу қаттылығы;
- $(EI)_{eff,II}$  – тиімділігін есепке алу арқылы екінші тәртіпті есептеу кезінде тиімді иілу қаттылығы;
- $F_{c,wc,c,Rd}$  – баған қабырғаларын монолитті құйғандағы бетонның көлденең сығылуына көтергіш қабілетінің есептік мәні;
- $G_a$  – конструктивті болатты жылжыту модулі;
- $G_c$  – бетонды жылжыту модулі;
- $I$  – болатқа берілген созылған бетонды есепке алмай есептелінген тиімді болаттемірбетонды қиманың инерция моменті;
- $I_a$  – болат элементінің инерция моменті;
- $I_c$  – жарықшағы жоқ бетон қимасының инерция моменті;
- $I_s$  – болат арматура қимасының инерция моменті;



- $I_1$  – созылған бетонда жарықшақтар болмайды деген болжамда есептелінген болатқа берілген тиімді болаттемірбетонды қиманың инерция моменті;
- $I_2$  – созылған бетонды есептемей, бірақ арматураны есептеу арқылы болатқа берілген тиімді болаттемірбетонды қиманың инерция моменті;
- $K_e, K_{e,II}$  – болаттемірбетонды бағаналарды есептеу кезіндегі түзету коэффициенттері;
- $K_{sc}$  – жылжыта жалғау түріне қатысты қаттылығы;
- $K_0$  – болаттемірбетонды бағандарды есептеу кезіндегі калибрлеу коэффициенті;
- $M$  – иілу моменті;
- $M_a$  – созылымды кезеңдегі болаттемірбетонды қиманың иілуге көтергіштік қабілетін есептеудегі болат элементінің үлесі;
- $M_{a,Ed}$  – болат қимаға түсірілген есептік иілу моменті;
- $M_{b,Rd}$  – иілу кезіндегі болаттемірбетонды арқалықтың орнықтылыққа көтергіштік қабілетінің есептік мәні;
- $M_{c,Ed}$  – болаттемірбетонды қимаға түсірілген есептік иілу моментінің бөлігі;
- $M_{cr}$  – болаттемірбетонды арқалықты бұрау арқылы иілудің жазық пішінді орнықтылығын жоғалтқан кездегі серпімді аумалы моменті;
- $M_{Ed}$  – есептік иілгіш моменті;
- $M_{el,Rd}$  – болаттемірбетонды қиманың серпімді кезеңдегі иілгіштік моменті бойынша көтергіштік қабілетінің есептік мәні;
- $M_{max,Rd}$  – иілгіштік моменті бойынша бойлық сығылған күш бар болған кездегі болаттемірбетонды қиманың көтергіштік қабілетінің максималды есептік мәні;
- $M_{pl,a,Rd}$  – иілгіштік моменті бойынша созылымды кезеңдегі болат қиманың көтергіштік қабілетінің есептік мәні;
- $M_{Rd}$  – болаттемірбетонды қиманың немесе иілгіштік моменті бойынша тораптың көтергіштік қабілетінің нормативтік мәні;
- $M_{Rk}$  – болаттемірбетонды қиманың немесе иілгіштік моменті бойынша тораптың көтергіштік қабілетінің сипаттамалық нормативтік мәні;
- $M_{a,Ed}$  – болат қимаға түсірілген есептік иілгіштік моменті;
- $M_{c,Ed}$  – болаттемірбетонды қимаға түсірілген есептік иілгіштік моментінің бөлігі;
- $M_{pl,N,Rd}$  – созылымды кезеңдегі бойлық сығылған күшті есепке алу арқылы иілгіштік момент бойынша қиманың көтергіштік қабілетінің есептік мәні;
- $M_{pl,Rd}$  – толықтай біріккен кездегі созылымды кезеңде иілгіштік момент бойынша болаттемірбетонды қиманың көтергіштік қабілетінің есептік мәні;
- $N$  – бойлық сығылған күш;
- $N_{cr,eff}$  – тиімді иілу қаттылығына сәйкес келетін болаттемірбетонды бағанаға түсірілген серпімді аумалы жүктеме;
- $N_{cr}$  – серпімді кезеңдегі аумалы осьтік күш;
- $N_{c1}$  – түсірілген жүктемеден бойлық күштің есептік мәні;
- $N_{Ed}$  – бойлық сығылған күштің есептік мәні;
- $N_{G,Ed}$  – бойлық сығылған күштің тұрақты бөлігінің есептік мәні;
- $N_{pl,Rd}$  – созылымды кезеңдегі осьтік сығылған күш бойынша болаттемірбетонды қиманың көтергіштік қабілетінің есептік мәні;

- $N_{pl,Rk}$  – созылымды кезеңдегі осьтік сығылған күш бойынша болаттемірбетонды қиманың көтергіштік қабілетінің нормативтік мәні;
- $N_{pm,Rd}$  – бетонның осьтік сығылған күш бойынша көтергіштік қабілетінің есептік мәні;
- $N_s$  – созылымды кезеңдегі осьтік күш бойынша болат арматураның көтергіштік қабілетінің есептік мәні;
- $N_{sd}$  – созылымды кезеңдегі осьтік созылу күші бойынша болат арматураның көтергіштік қабілетінің есептік мәні;
- $V_{a,Ed}$  – болат қимаға әсер ететін жылжыту күшінің есептік мәні;
- $V_{b,Rd}$  – болат қабырғаны жылжыту кезінде орнықтылығына көтергіштік қабілетінің есептік мәні;
- $V_{c,Ed}$  – қабырғаларды монолитті құйғанда бетонға әсер ететін жылжыту күшінің есептік мәні;
- $V_{Ed}$  – болаттемірбетонды қимаға әсер ететін жылжыту күшінің есептік мәні;
- $V_{l,Rd}$  – жылжытуға көтергіштік қабілетінің есептік мәні;
- $V_t$  – тірек реакциясы;
- $V_{wp,c,Rd}$  – баған қабырғаларының учаскесін жылжытуға бетонды монолитті құйғандағы көтергіштік қабілетінің есептік мәні.

#### 4.2 Латын алфавитінің кіші әріптері

- $d$  – дөңгелек құбырдың сыртқы диаметрі; бағанның минималды көлденең өлшемі;
- $e$  – жүктеме түсірудің 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;
- $h_t$  – сыналатын үлгінің жалпы қалыңдығы;
- $k_{wc,c}$  – бойлық сығу кернеуінің көлденең сығу кезінде баған қабырғаларының көтергіштік қабілетіне әсер етуін есепке алатын коэффициент;
- $\nu_{Ed}$  – есептік бойлық жанама кернеу;
- $w_k$  – жарықшақтарды анықтау енінің есептік мәні.

#### 4.3 Грек алфавитінің кіші әріптері

- $\alpha_{cr}$  – серпімді кезеңде тұрақсыз күйге жететін есептік жүктемені ұлғайту коэффициенті;
- $\alpha_M$  – болаттемірбетонды бағанның иілуіне қатысты коэффициент;
- $\alpha_{M,y}, \alpha_{M,z}$  – сәйкесінше у-у және z-z осьтеріне қатысты болаттемірбетонды бағанның иілуіне қатысты коэффициент;
- $\gamma_c$  – бетон үшін қауіпсіздіктің жеке коэффициенті;

$\gamma_{M0}$	– көлденең қималардың көтергіштік қабілетін есептеу кезіндегі конструктивті болат үшін қауіпсіздіктің жеке коэффициенті, ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 (6.1(1)) қараңыз;
$\gamma_{M1}$	– элементтердің көтергіштік қабілетін есептеу кезіндегі орнықтылығының бойынша қауіпсіздіктің жеке коэффициенті, ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 (6.1(1)) қараңыз;
$\gamma_s$	– арматура болаты үшін қауіпсіздіктің жеке коэффициенті;
$\gamma_{VS}$	– жылжытуға болаттемірбетонды плитаның көтергіштік қабілетін анықтау үшін қауіпсіздіктің жеке коэффициенті;
$\delta_{uk}$	– жылжыту деформациясының сипаттамалық мәні;
$\varepsilon$	– $\sqrt{235/f_y}$ мұндағы $f_y$ Н/мм <sup>2</sup> есептегенде;
$\eta$	– жылжыту жалғауларын қолдану деңгейі; коэффициент;
$\eta_a, \eta_{a0}$	– бетонды сығуға әсер етуін есепке алатын коэффициенттер;
$\eta_c, \eta_{c0}, \eta_{cL}$	– бетонды сығуға әсер етуін есепке алатын коэффициенттер;
$\bar{\lambda}$	– шартты икемділік;
$\mu$	– үйкелу коэффициенті; номиналды коэффициент;
$\mu_d$	– сығуды және тегіс иілуді есептеуге қатысты коэффициент;
$\nu_a$	– конструктивті болат үшін Пуассон коэффициенті;
$\zeta$	– жылжыту жалғауларының өзгеруіне қатысты параметр;
$\rho_s$	– параметр; арматуралау коэффициенті;
$\sigma_{com,c,Ed}$	– есептік бойлық күштің әсер етуінен монолитті бетоннан құюдағы осьтік сығылу кернеуі;
$\tau_{Rd}$	– жылжытуға есептік төзімділігі;
$\varphi_t$	– жылжығыштық коэффициенті.

## 5 ЖОБАЛАУ НЕГІЗДЕРІ

### 5.1 Тұтас арматуралы болаттемірбетон конструкцияларының ерекшеліктері

5.1.1 Тұтас арматураның жұмысын екі кезеңде қарастыру керек:

- тұтас арматура қалыптарды ілу, жұмыс мінбелерін орнату, монтаждау механизмдерін орналастыру және т.б. үшін темірбетон конструкцияларының қаңқасының рөлін атқаратын, қарапайым болат конструкциялары ретінде жұмыс істеген кездегі монтаждау кезеңі.

- тұтас арматура темірбетонды қима құрамында бетонмен жобалау беріктігін қабылдағаннан кейін жұмыс істеген кездегі пайдалану кезеңі.

5.1.2 Тұтас арматуралы болаттемірбетон конструкцияларын бетондау әдеттегідей, сондай-ақ арнайы керек-жарақтардың көмегімен тұтас арматураға ілінетін аспалы қалыпта жүргізілуі мүмкін. Бетон қоспасын қосқанда, тұтас арматура монтаждау жүктемелерінен көп майысқан кезде аспалы қалыпқа аражабындардың қалыптан босатылғаннан кейінгі түзулігін қамтамасыз ететін құрылыс биіктігін қалыптау керек.

5.1.3 Тұтас арматураны монтаждау және оны бетондау реттілігі бетонмен біріктіріліп істелген жұмысты есепке алмай металл қаңқа есебінен жүргізілген жобаға сәйкес келісім жасалуы керек.

5.1.4 Жобамен бетондамай-ақ монтаждауға рұқсат етілген қабаттар санының шектерінде қаңқаны бетондау жоғарыда орналасқан қабаттардың конструкцияларын монтаждаумен бірге жүргізілуі мүмкін. Бұл жағдайда бетонның жүктелуге дейінгі төзімділігі талап етілмейді, яғни ғимараттардың жылдам тұрғызылуын алдын ала анықтайды.

5.1.5 Тұтас арматура үшін металды үнемдеу мақсаттарында монтаждау кезеңіндегі жұмысқа сүйене отырып, оның қимасын біршама төмендетіп қабылдау керек. Ауыр жүктелген конструкциялардың габариттерін кішірейту мақсатында тұтас арматураның қималары монтаждау кезеңінде конструкциялардың көтергіштік қабілетін қамтамасыз ету үшін талап етілгенге қарағанда артық болуы мүмкін.

5.1.6 Пайдалану кезеңінде конструкциялардың қажетті көтергіштік қабілетіне талап етілген бетон қималарын іріктеу және қажеттілігіне қарай иілгіш арматураны қосу арқылы қол жеткізіледі.

## **5.2 Материалдар**

### **5.2.1 Бетон**

5.2.1.1 Тұтас арматуралы болаттемірбетон конструкцияларын дайындау үшін беріктігі C20/25 төмен емес және C60/75 жоғары емес класты бетондарды қолдану керек. Бетонның беріктік және басқа механикалық параметрлерінің мәндерін ҚР ҚН EN 1992-1-1:2004/2011 3.1-кестесіне сәйкес қабылдау керек.

5.2.1.2 ҚР ҚН EN 1992-1-1:2004/2011 сәйкес бетон үшін жеке қауіпсіздік коэффициентін тұрақты және өтпелі есептік жағдай үшін 1,5 тең және ерекше есептік жағдай үшін 1,2 тең қабылдау керек.

5.2.1.3 Бетонның жылжымалылық деформацияларын ҚР ҚН EN 1992-1-1:2004/2011 3.1.4-тармағының нұсқауларына сәйкес анықтау керек.

5.2.1.4 Бетонның шөгуінің толықтай салыстырмалы деформациясы бетонның  $\varepsilon_{cd}$  кепкен кездегі салыстырмалы шөгу деформациясынан және бетонның қатайған кездегі  $\varepsilon_{cs}$  салыстырмалы шөгу деформациясынан тұрады. Кәдімгі бетонның еркін шөгуінің толық деформациясының шамаланған мәндерін есептеулерде құрғақ орта жағдайларында  $\varepsilon_{cs} = 325 \times 10^{-6}$  және басқа жағдайлар үшін  $\varepsilon_{cs} = 200 \times 10^{-6}$  қабылдауға болады.

### **5.2.2 Конструктивті болат**

5.2.2.1 Тұтас арматура ретінде қолданылатын өте тиімді пішіндер болат қоставрлар және швеллерлер болып табылады. Олардың ГОСТ және еуропалық стандарттар бойынша сұрыптамасы осы құралдың В және Г-қосымшаларында берілген. Сондай-ақ бұрыштар және таврлар қолданылады.

5.2.2.2 Ыстықтай жаймаланған конструктивті болаттың және тұйықталған пішінді элементтер үшін конструктивті болат қасиеттерінің сипаттамаларын

ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 3.1-кестесіне сәйкес қабылдау керек. Болаттардың басқа маркаларының сипаттамалары ұлттық қосымшада берілуі мүмкін.

5.2.2.3 Конструктивті болат үшін аққыштық шегінің және уақытша кедергісінің  $f_y = R_{eh}$  и  $f_u = R_m$  тең номиналды мәндері ұлттық қосымшада ескертілетін дайындаушы зауыттың не болмаса жеткізушілердің мәліметтері бойынша қабылдануы мүмкін. Бұл жағдайда болат ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 3.2.2-тармағына сәйкес келесі параметрлермен сипатталатын созылымдыққа қойылатын талаптарды қанағаттандыруы керек:

- созылуға  $f_u$  уақытша кедергінің минималды мәнінің  $f_y$  аққыштық шегінің минималды мәніне қатынасын ( $f_u/f_y > 1,1$  не болмаса ұлттық қосымша бойынша қабылданады);

- $f_u$  уақытша кедергіге сәйкес келетін шекті деформацияны  $\varepsilon_u$  ( $\varepsilon_u > 15f_y/E$  не болмаса ұлттық қосымша бойынша қабылданады);

- үлгінің үзілуінен кейінгі салыстырмалы ұзарту  $5,65(A_0)^{0,5}$ , мұндағы  $A_0$  – көлденең қиманың бастапқы ауданы (салыстырмалы ұзартудың ұсынылған мәні 15 % кем емес болуы тиіс не болмаса ұлттық қосымша бойынша қабылданады).

5.2.2.4 ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 3.2.3-тармағына сәйкес болат конструкциялардың есептік қызмет көрсету мерзімінің шектерінде ең төменгі пайдалану температурасы кезінде созылған және сығылған элементтердің морт бүлінуін есептемейтін жеткілікті соққылық тұтқырлығы болуы тиіс. Ең төменгі температураның мәні ұлттық қосымшада берілген.

5.2.2.5 ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 3.2.6-тармағына сәйкес есептеулердегі конструктивті болаттар үшін келесі физикалық сипаттамалар мәндерін қабылдау керек:

- серпімділік модулі  $E = 210000$  МПа;

- жылжыту модулі  $G = 81000$  МПа;

- Пуассон коэффициенті 0,3.

5.2.2.6 ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 сәйкес болаттемірбетон конструкцияларындағы температуралық айырмалар бойынша күштерді, кернеулерді және деформацияларды анықтаған кезде сызықтық термиялық ұлғаю коэффициенті  $10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  тең болып қабылданады.

## 5.2.3 Арматура

5.2.3.1 Арматуралық болат қасиеттерінің сипаттамаларын ҚР ҚН EN 1992-1-1:2004/2011 сәйкес (С-қосымшасы) не болмаса ұлттық қосымша бойынша қабылдау керек.

5.2.3.2 Көтергіштік қабілеті бойынша шекті күйлерін тексеру кезінде арматура үшін  $\gamma_s$  қауіпсіздік коэффициенттері тұрақты және өтпелі есептік жағдайлар үшін  $\gamma_s = 1,15$  және ерекше есептік жағдай үшін  $\gamma_s = 1,0$  қабылданады. Арматураның қалдықты беріктігі ҚР ҚН EN 1993-1-9:2005/2011 сәйкес тексеріледі.

5.2.3.3 Арматураның серпімділік модулінің есептік мәнін ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 сәйкес  $E_s = 210$  ГПа тең конструктивті болат үшін оның мәнін тең деп қабылдауға болады.

### 5.2.4 Жалғау элементтері

Болат элементтердің жалғауларының есептік көтергіштік қабілеті ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 (3.3) талаптарын қанағаттандыруы керек. Бекіту бұйымдарына және дәнекерлеу материалдарына қойылатын талаптар ҚР ҚН EN 1993-1-8:2005/2011 берілген. Бетонның тұтас арматурамен бірге сенімді жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін қалыптастырылған бастиектері бар цилиндр өзектер түріндегі жалғау элементтерін не болмаса А-қосымшасының А.16, А.19, А.17 және А.20-суреттерінде берілген жалғауларды қолдану керек.

### 5.3 Есептеу әдістері

5.3.1 Тұтас арматуралы болаттемірбетон конструкциялары құрылыс және пайдалану кезеңінде байқалатын барлық әсер етулерге және деформацияларға қарсы тұруға сәйкесінше сенімділікке қабілетті болатындай етіп есептелінуі және жобаланатын ғимараттар немесе имараттардың қызмет ету мерзімінің ұзақтығына қол жеткізуі тиіс.

5.3.2 Беріктікті және орнықтылықты есептеуді конструкциялардың жұмыс істеуінің барлық кезеңдері үшін және жүктемелер мен әсер етулердің барлық үйлесімдерінде жүргізу керек. Бұл кезде жүктемелердің тиімсіз үйлесімдері мен әсер етулерін есептеу арқылы конструкцияларды дайындау, тасымалдау, монтаждау және пайдалану кезінде олардың жұмыстарының ең қолайсыз жағдайлары қарастырылуы керек.

5.3.3 Бойлық иілуді есепке алу арқылы тұтас арматуралы болаттемірбетон конструкцияларының беріктігін есептеу барлық тұрақты және уақытша жүктемелер бөлігінің ұзақ әсер етуіне қолайсыз ықпалын есепке алу арқылы жүргізілуі тиіс. Уақытша жүктеменің ұзақ және қысқа мерзімді әсер етуін шектеу ҚР ҚН EN 1990:2002+A1:2005/2011 нормаларында беріледі. Динамикалық жүктеменің ықпалын ҚР ҚН EN 1990:2002+A1:2005/2011 нормаларының ұсыныстарына сәйкес ескеру қажет.

5.3.4 Тұтас арматуралы болаттемірбетон конструкцияларында туындайтын ішкі күштерді біртекті серпімді денеге арналған секілді құрылыс механикасының ережелері бойынша анықтау керек. Бұл кезде тіпті, егер көлденең қималардың көтергіштік қабілеті материалдың сызықтық емес қасиеттерін есепке алу арқылы анықталған болса да, серпімді статикалық есептеуді қабылдау қажет.

5.3.5 [5.4.2.1(1)] Есептеулер кезінде бетондағы жарықшақтардың, жылжу деформациясының және бетон шөгуінің пайда болуы, тұрғызу жүйелігінің және алдын ала кернелудің ықпалын ескеру керек.

5.3.6 [5.4.4(3)] Сызықты серпімді статикалық есептеу нәтижесінде алынған иілгіштік сәттері толық және жартылай біріктірілген болаттемірбетонды арқалықтарда, болат элементтерінде (ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 (5.4.1(4)) және иілетін темірбетонды элементтерде (ҚР ҚН EN 1992-1-1:2004/2011 (5.5)) қайта бөлінуі мүмкін.

5.3.7 Иілгіш тұтас арматуралы болаттемірбетонды элементтерді иілгіштік моменті бойынша және тік жазықтықта жылжуын тексеру керек.

5.3.8 [6.2.1.1] Кез келген класты болаттемірбетонды қималарды иген кездегі көтергіштік қабілетін серпімді кезеңде немесе материалдың сызықтық емес қасиеттерін есепке ала отырып анықтауға болады. Бұл кезде, егер жылжыту жалғауы және сәйкес келетін көлденең арматуралау есептік бойлық жылжыту күштерін таратуды есепке ала отырып жобаланған болса, онда бұл жағдайда болаттемірбетонды көлденең қима тегіс болып қалуына рұқсат етіледі.

5.3.9 ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 (6.7.1(5)) сәйкес тұтас арматуралы болаттемірбетонды сығылған элементтерді есептеу келесі тексерулерді енгізуі керек:

- элементтің көтергіштік қабілетін;
- болат қима элементтерінің жергілікті орнықтылығын;
- болат және бетон элементтері арасындағы жылжуға көтергіш қабілетін;
- жүктемелерді беру орындарындағы беріктігін.

5.3.10 Сығылған болаттемірбетонды элементтер келесі әдістермен есептелінеді:

– бағандар ұзындығы бойынша симметриялы емес немесе ауыспалы көлденең қималары бар элементтер үшін жалпы әдіспен (үлкен тәжірибелік мәндері жоқ);

– ұзындығы бойынша тұрақты көлденең қималары бар және симметриялы екі осі бар ең көп таралған элементтер үшін жеңілдетілген әдіспен.

5.3.11 [6.7.3.] Есептеудің жеңілдетілген әдісін тәжірибеде ең көп қолданылатын болат бөлігі тұтас ыстықтай жаймаланған, суықтай иілген немесе дәнекерлеу пішіндерден орындалатын бағаналар үшін қолдану қажет. Жеңілдетілген әдісті қолдану шарттары келесілер болып табылады:

- иілу жазықтығындағы элементтің шартты иілгіштік шамасы  $\bar{\lambda} \leq 2,0$  болуы тиіс;
- болаттемірбетонды қиманың биіктігінің еніне қатынасы орнықтылығының бұрау пішінін жоғалтуды болдырмау мақсатында  $h/b = 5,0$  аспауы тиіс;
- есептеуде қабылдануы мүмкін бойлық арматуралау бетон қимасының 6 % ауданынан аспауы тиіс;
- толықтай бетондалған (7.2а-сурет) болат қималар үшін есептеуде қабылдануы мүмкін бетонның қорғаныш қабатының ең жоғары қалыңдығының шекті мәндері  $\max c_z = 0,3h$  және  $\max c_y = 0,4b$  құруы тиіс.

–

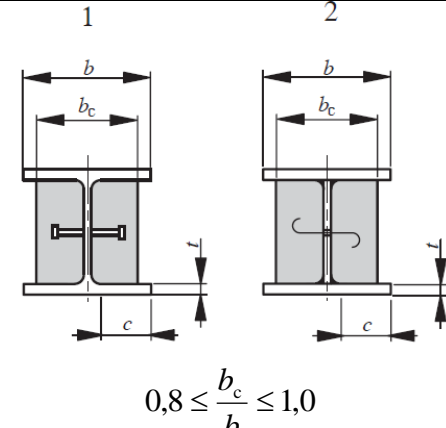
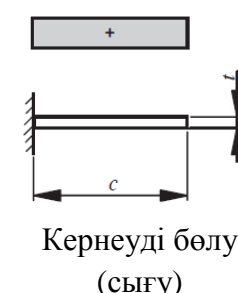
## 6 БОЛАТТЕМІРБЕТОНДЫ АРАЖАБЫНДАРЫН ЕСЕПТЕУ

### 6.1 Қималар класын анықтау

6.1.1 Болаттемірбетонды аражабындарды тұрғызу процесінде болат арқалықтардың көлденең қималары үшін ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 (5.5) көрсетілген жіктеу жүйесін қабылдау керек.

6.1.2 [5.5.3] Болаттемірбетонды қима оның сығылған болат элементтерінің минималды қолайлы класы бойынша жіктелуі тиіс. Бетондалған қабырғасы бар болаттемірбетонды қиманың болат сөрелердің құламаларын 6.1-кестеге сәйкес жіктеу керек. Бұл жағдайда бетон қабырғаның жергілікті орнықтылығын және сөрелердің сығылған бөліктерін жоғалтудың алдын алу үшін болат қимамен арматуралануы және механикалық байланыста болуы тиіс.

**6.1-кесте - ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 5.5.3-тармағына сәйкес бетондалған қабырғамен сығылған болат сөрелердің қималарын жіктеу**

 $0,8 \leq \frac{b_c}{b} \leq 1,0$		 <p>Кернеуді бөлу (сығу)</p>
Класы	Түрі	Шегі
1	1 – қаттау, 2 - дәнекерлеу	$c/t \leq 9\varepsilon$
2		$c/t \leq 14\varepsilon$
3		$c/t \leq 20\varepsilon$

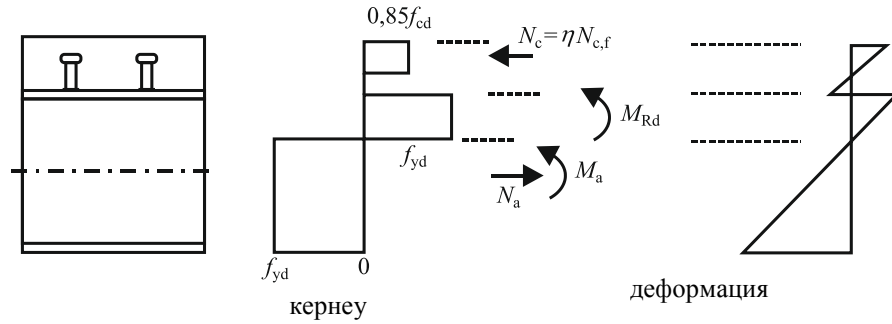
6.1.3 Бетондалмаған қабырғасы бар, бірақ бетон тақталы сөреге бекітілген қоставрлы қималардың сығылған болат сөресі, егер біріктіргіш анкерлі өзектер арасындағы арақашықтық ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 (6.6.5.5) талаптарына сәйкес келетін болса 1-класты сөре ретінде қарастырылуы мүмкін.

## 6.2 Иілгіштігін есептеу

6.2.1 Иілетін элементтердегі тұтас арматураны монтаждау жүктемені қабылдау шарттарынан, соның ішінде толтырылатын бетон қоспаларынан жобалануы керек. Пайдалану жүктемелері кезінде есептеуге кейде иілгіш арматурамен нығайтылатын сәйкесінше бетон қимасы енгізіледі.

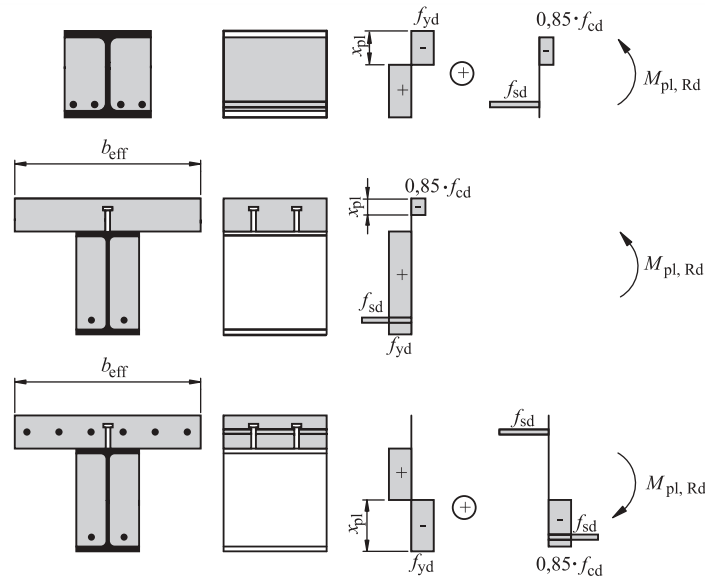
6.2.2 Егер ішінара біріктіру кезінде икемді біріктіруші элементтер қолданылса, онда  $M_{Rd}$  көлденең қиманың көтергіштік қабілетін қабырғаларды бетонмен монолитті құйғандағы сығылған арматураны есептемей-ақ созылымды кезеңде есептеу кезіндегі секілді анықтауға болады. Бұл кезде бетон плитада  $N_{c,f}$  сығылған күштің орнына  $\eta = N_c/N_{c,f}$  шамасына азайтылған  $N_c$  күш мәнін қолдану керек (6.1-сурет).





**6.1-сурет - Дұрыс иілгіштік моментінің әсер ету кезіндегі болаттемірбетонды қимадағы кернеулі-деформацияланған күйі [3]**

6.2.3 Созылымды кезеңдегі иілу кезіндегі қиманың  $x_{pl}$  бейтарап осінің күйін 6.2-суретке сәйкес  $N_c$  күші әсер еткен кезде анықтау керек.

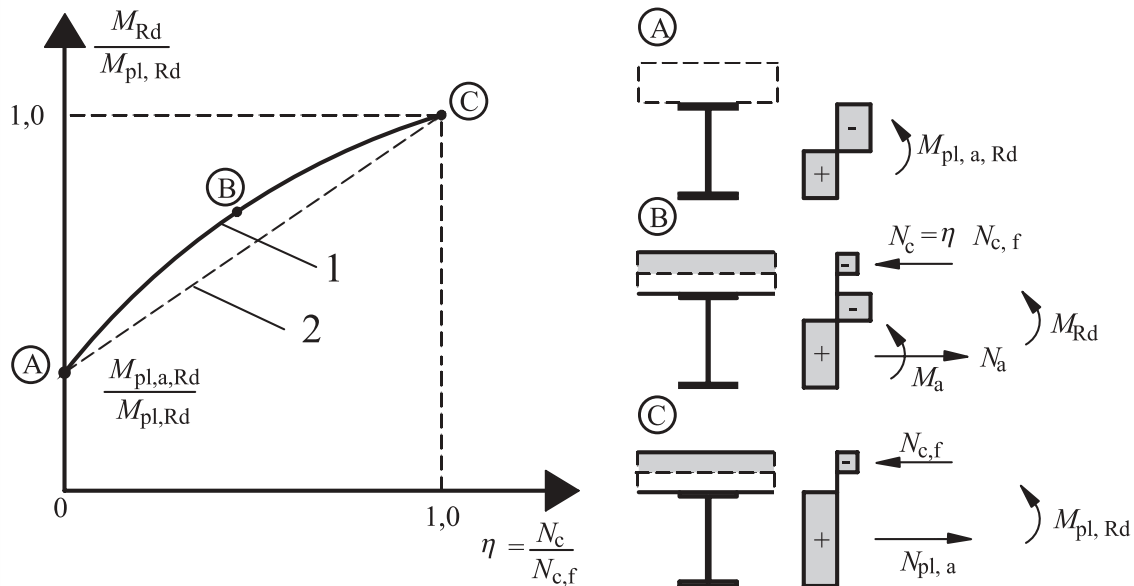


**6.2-сурет – Кернеулерді иілгіштіктен тарату және иілетін тұтас арматуралы болаттемірбетонды элементтерінің қималарындағы созылымды кезеңдегі  $x_{pl}$  бейтарап осінің күйіне мысалдары [ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 6.3.2(2)-тармақ]**

6.2.4  $M_{Rd}$  иілуі кезінде көтергіштік қабілетінің мәнін ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 (6.1) формуласы бойынша есептеу керек:

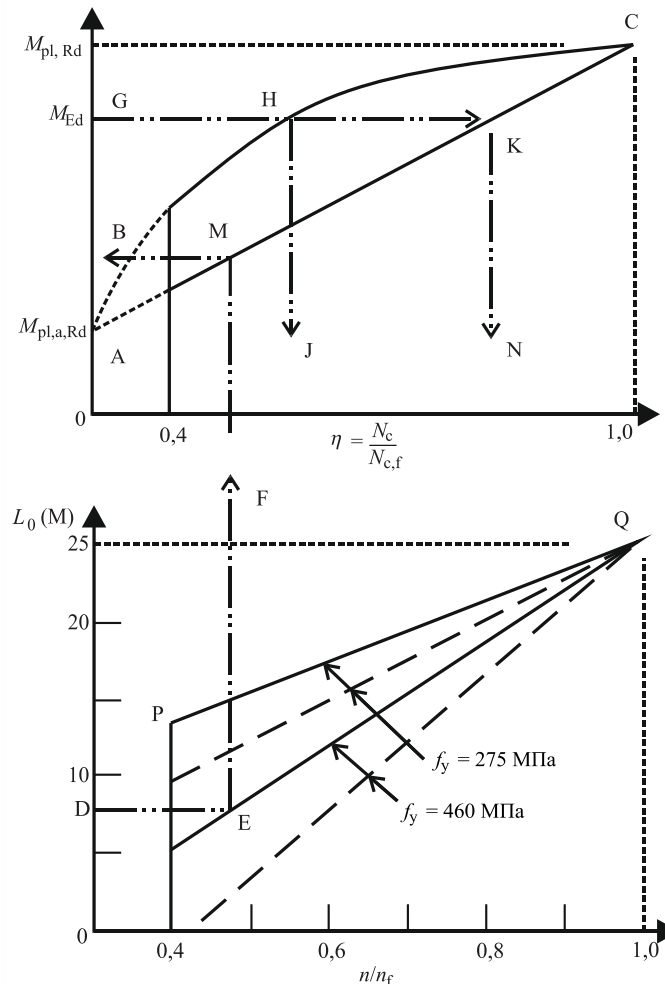
$$M_{Rd} = M_{pl,a,Rd} + (M_{pl,Rd} - M_{pl,a,Rd}) \cdot \frac{N_c}{N_{c,f}}. \quad (6.1)$$

$M_{Rd}$  және  $N_c$  арасындағы тәуелділікті анықтау үшін 6.3-суреттегі графиктерді қолдану керек, мұндағы  $M_{pl,a,Rd}$  және  $M_{pl,Rd}$  дұрыс иілгіш моменттер үшін толық біріккен болат және болаттемірбетонды қималарға сәйкес созылымды кезеңдегі иілу кезіндегі көтергіштік қабілеттіліктің есептік мәндерін ұсынады.



**6.3-сурет – Иілгіштік жылжыту жалғаулар кезіндегі  $M_{Rd}$  және  $N_c$  арасындағы тәуелділік: 1 – созылымды кезеңде, 2 – жеңілдетілген әдіс бойынша [ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 6.2.1.3(5)-тармақ]**

6.2.5 Жылжыта жалғау элементтерін  $n/n_f$  қолдану деңгейін анықтау үшін келесі процедураны қолдануға болады (6.4-сурет). Ең алдымен иілген кездегі болаттемірбетонды арқалықтың көтергіштік қабілетінің нақты шамасы В нүктесінде орнатылады (DEF жолы және FMB ары қарай). Егер иілген кездегі көтергіштік қабілеті қолданыстағы иілгіштік моментінің  $M_{Ed}$  шамасынан асып кетсе, онда анкерлі өзектердің белгіленген мөлшері жеткілікті болып табылады. Олай болмаған жағдайда олардың мөлшерін түзету керек, мысалы, интерполяция әдісімен. Осы мақсатпен GKNарқылы  $n/n_f$  және балама ретінде GNJ арқылы талап етілген мән анықталады. Анкерлі өзектердің максималды мөлшері J және Nнүктелері арасында орналасады.



$n_f$  - ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 6.6.1.1(13) және 6.6.2.2(2)-тармақтарына сәйкес толық біріккен кездегі анкерлі өзектердің мөлшері;

$n$ —иілетін элементтің осы ұзындығы шектеріндегі анкерлі өзектердің нақты мөлшері.

**6.4-сурет –цилиндрлік анкерлі өзектердің оңтайлы мөлшерін анықтау процедурасына болаттемірбетонды арқалықтың аралығы  $L = 8$  м болаттың кедергісі  $f_y = 460$  МПа мысалы (тұтас сызықтар ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 6.6.1.2(3)-тармағына, ал штрих сызықтар - 6.6.1.2(1)-тармағына сәйкес келеді) [3]**

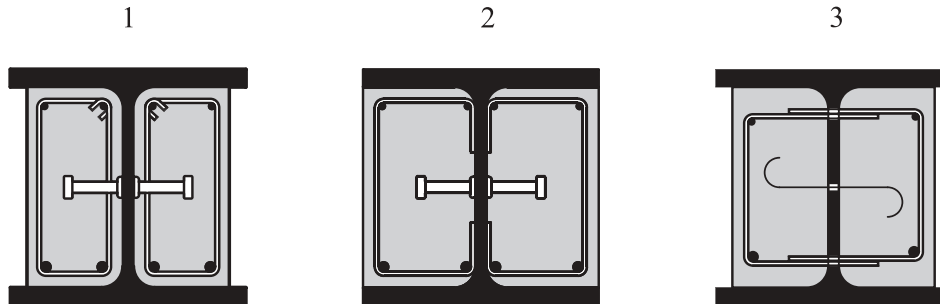
### 6.3 Көлденең жылжуға есептеу

6.3.1 Болаттемірбетонды көлденең қиманың тік жылжуға кедергісін созылымды кезеңде анықтауға болады және егер қиманың арматураланған бетон бөлігінің үлес шамасы белгіленбеген болса, болат пішіндің  $V_{pl,a,Rd}$  кедергісі үшін қабылданады. ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 6.3.3(3)-тармағының нұсқауларына сәйкес көлденең күшті  $V_{Ed}$  болат қимаға және сәйкесінше қабырғаларды темірбетонмен монолитті құюға әсер ететін  $V_{c,Ed}$  және  $V_{a,Ed}$  құрамдас бөліктерге бөлу болат қима және темірбетонмен монолитті құю арасындағы  $M_{pl,Rd}$  иілгіш моменті бойынша көтергіш қабілетін тарату секілді пропорцияда қабылдануы мүмкін:

$$V_{c,Ed} = V_{Ed} (M_{s,Rd}/M_{pl,Rd}), \quad (6.2)$$

мұндағы  $V_{Ed}$  – болаттемірбетонды қимаға әсер ететін көлденең күштің толық шамасы;  
 $M_{pl,Rd}$  – иілу кезіндегі болаттемірбетонды қиманың көтергіштік қабілеті;  
 $M_{s,Rd} = N_{s,z_s} = A_s f_{sd} z_s$  – иілу кезіндегі болат қиманың көтергіштік қабілеті.

6.3.2 [6.3.3(2)] Ішінара бетондалған қоставрлар жағдайында бетонды және болатты біріктіру 6.5-суретте көрсетілген тәсілдердің бірімен жүзеге асырылуы керек.



1 – тұйықталған қамыттар, 2 – тұйықталмаған, қабырғаға дәнекерленген қамыттар,  
 3 – қабырға саңылауына орнатылған қамыттар

**6.5-сурет - Ішінара бетондалған қоставрлардағы біріктірілген қамыттардың орналасуы [ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 6.3.3(2)-тармақ]**

Тұйықталмаған қамыттар қабырғаға теңдей берік дәнекерлеу жапсарларымен дәнекерленіп жабыстырылуы керек. Олай болмаған жағдайда олардың көлденең жылжуға ықпал етуі есептелінбейді.

6.3.3 Егер  $V_{a,Ed}$  есептік көлденең күш  $V_{pl,a,Rd}$  созылымды кезеңде тік жылжу кезінде болат қиманың есептік көтергіштік қабілетінің жартысынан асып кетсе, онда иілу кезіндегі оның көтергіштік қабілеттілікке әсер етуін ескеру қажет.

**1-МЫСАЛ**

*Талап етіледі:*

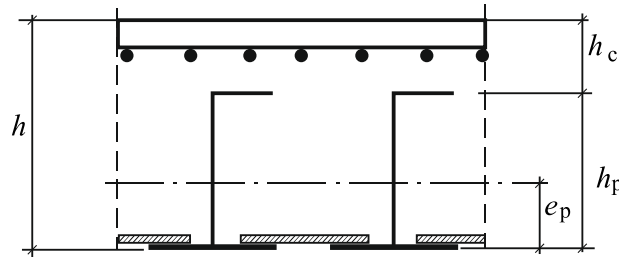
$L = 2,0$  м қадаммен орналасқан, металл арқалықтарға сүйеп қойылатын тұтас арматуралы монолитті кесілмеген болаттемірбетонды аражабын плитасын жобалау керек. Аражабынға уақытша бірқалыпты таралатын пайдалы жүктеме  $12,0 \text{ кН/м}^2$  құрайды.

*Есептің шешімі:*

Болаттемірбетонды плитаны келесі геометриялық сипаттамалары бар қоставрлы симметриялы емес қиманың суықтай иілген пішіндері түрінде тұтас арматурамен жобалаймыз (6.6-сурет):  $A_p = 7,5 \text{ см}^2$ ,  $J_x = 138 \text{ см}^4$ ,  $W_{x1} = 31,5 \text{ см}^3$ ,  $W_{x2} = 37,6 \text{ см}^3$ ,  $h_p = 80 \text{ мм}$ . Аражабын плитасының ені бойынша пішіндер  $s_w = 0,5 \text{ м}$  қадаммен орналасады. Пішін материалдары - ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011  $f_y = 355 \text{ МПа}$ ,  $f_u = 430 \text{ МПа}$ ,  $E_p = 210000 \text{ МПа}$  3.1-кестеге сәйкес S355 маркалы болат. Жоғарғы сөреде және пішіндер қабырғасында эксперимент ретінде орнатылған параметрлері  $m = 184 \text{ Н/мм}^2$ ,  $k = 0,053 \text{ Н/мм}^2$  құрайтын, бетонмен монолитті құю арқылы тұтасуды қамтамасыз ететін штампталған майысқан жерлер мен дөңестер бар (ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 (В.3.5)).

Плитаны бетондау үшін пішіндердің төменгі сөресіне орналастырылған қалып қолданылады. ҚР ҚН EN 1992-1-1:2004/2011 3.1-кестесіне сәйкес C20/25 класты бетонды қабылдаймыз ( $f_{ck} = 20 \text{ МПа}$ ,  $f_{cd} = 13,3 \text{ МПа}$ ,  $E_{cm} = 30000 \text{ МПа}$ ). Пішіндердің жоғарғы сөрелеріндегі темірбетонды плитаның қалыңдығын

$h_c = 50$  мм тең етіп қабылдаймыз. Бетонның шөгуінен жарықшақтардың пайда болуынан және орташа тіреулер үстіндегі теріс иілгіш моментпен туындаған созылмалы кернеулердің әсерлерінен аулақ болу үшін плитаның жоғарғы аймағына қадамы 25 см диаметрі 6 мм өзектерден тұратын арматура торларын орналастырамыз ( $A_s = 2,26 \text{ см}^2/\text{м} > A_{s,\text{min}} = 0,002 \times 5 \times 100 = 1,0 \text{ см}^2/\text{м}$ ).



**6.6-сурет – Ені 1,0 м болаттемірбетон плитасының есептік көлденең қимасы**

Есептік болат пішіндерді  $26 \text{ кН/м}^3$  бетон қоспасының және  $1,0 \text{ кН/м}^2$  монтаждау жүктемесінің меншіктік салмағының әсерімен жұмыс істейтін аражабындарды тұрғызу кезеңінде жүзеге асырамыз. Қиманың 1 м еніне қума жүктемесінің есептелінген сипаттамалық мәндері  $p_k = 2,74 \text{ кН/м}$  және  $q_k = 1,0 \text{ кН/м}$ , ал олардың есептік мәндері  $p_d = 4,1 \text{ кН/м}$  және  $q_d = 1,5 \text{ кН/м}$  құрайды.

Сипаттамалық әсерлерден иілгіштік моменті:

$$M_{\text{оп},k} = 0,1 p_k L^2 = 0,1 \times 2,74 \times 2^2 = 1,1 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Есептік әсерлерден орталық тіректердегі максималды иілгіштік моменті:

$$M_{\text{оп},d} = (0,1 p_d + 0,117 q_d) L^2 = (0,1 \times 4,1 + 0,117 \times 1,5) \times 2^2 = 2,3 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Бойлықтағы есептік әсер етулерден максималды иілгіштік моменті:

$$M_{\text{пп},d} = (0,08 p_d + 0,101 q_d) L^2 = (0,08 \times 4,1 + 0,101 \times 1,5) \times 2^2 = 1,9 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Сипаттамалық әсерлерден иілгіштік моменті:

$$M_{\text{оп},k,\text{max}} = (0,1 p_k + 0,05 q_k) L^2 = (0,1 \times 2,74 + 0,05 \times 1,0) \times 2^2 = 1,3 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Пішіндердің бойлық және тірек қималарының иілу кезіндегі көтергіштік қабілетін ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 (6.2.5) сәйкес анықтаймыз:

$$M_{\text{Rd},1} = W_{x1,b} f_{yb} / \gamma_{\text{mo}} = 2 \times 31,5 \times 10^{-6} \times 355 \times 10^3 = 22,5 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$M_{\text{Rd},2} = W_{x2,b} f_{yb} / \gamma_{\text{mo}} = 2 \times 37,6 \times 10^{-6} \times 355 \times 10^3 = 26,7 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

мұндағы қауіпсіздіктің жеке коэффициенті  $\gamma_{\text{mo}} = 1,0$ .

Иілген кездегі пішіндердің көтергіштік қабілетінің шарттары:

$$M_{\text{пп},d} / M_{\text{Rd},1} = 1,9 / 22,5 = 0,084 < 1,$$

$$M_{\text{оп},d} / M_{\text{Rd},2} = 2,3 / 26,7 = 0,086 < 1.$$

Пішіндердің көтергіштік қабілеті қамтамасыз етілді.

Болат пішіндердің максималды иілуі:

$$w_p = 5(p_k + q_k) L^4 / (384 E_p J_x) - M_{\text{оп},k,\text{max}} L^2 / (16 E_p J_x) =$$

$$= 5 \times (2,74 + 1,0) \times 2^4 / (384 \times 210 \times 10^6 \times 2 \times 138 \times 10^{-8}) -$$

$$- 1,3 \times 2^2 / (16 \times 210 \times 10^6 \times 2 \times 138 \times 10^{-8}) = 0,0008 \text{ м} = 0,8 \text{ мм.}$$

Пайдалану жарамдылығы бойынша шекті күйі:

$$w_p = 0,8 \text{ мм} < L / 180 = 2000 / 180 = 11,1 \text{ мм}$$

қамтамасыз етілді.

Плитаның шекті күйлерін пайдалану кезеңінде тексереміз.

Қиманың 1 м еніне тұрақты жүктеменің есептелінген есептік мәні  $p_d = 2,9 \text{ кН/м}$ , ал пайдалану жүктемесінің есептік мәні  $q_d = 12 \times 1,5 = 18 \text{ кН/м}$  құрайды.

Плитаның  $L$  бойлық ортасындағы есептік әсер етулерден иілгіштік моментін бір өтпелі арқалыққа арналғандай анықтаймыз:

$$M_{Ed} = 0,125 (p_d + q_d) L^2 = 0,125 \times (2,9 + 18) \times 2,0^2 = 10,45 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Есептік әсер етулердің көлденең күші:

$$V_{Ed} = 0,5 (p_d + q_d) L = 0,5 \times (2,9 + 18) \times 2,0 = 20,9 \text{ кН.}$$

Болаттемірбетонды қималардың бейтарап осінің орнын табамыз:

$$x_{pl} = f_{yp,d} A_p / (0,85 f_{cd} b) = 355 \times 2 \times 7,5 / (0,85 \times 13,3 \times 100) = 4,8 \text{ см} < h_c = 5 \text{ см.}$$

Бейтарап ось болат пішіндердің үстінде бетонда орналасқан.

Созу кезіндегі пішіндердің көтергіштік қабілетін анықтаймыз:

$$N_p = f_y A_p = 355 \times 10^3 \times 2 \times 7,5 \times 10^{-4} = 533 \text{ кН.}$$

Қимадағы  $N_p$  күшінің орнын анықтаймыз:

$$z = h - e_p - 0,5 x_{pl} = 13 - 3,6 - 0,5 \times 4,8 = 6,7 \text{ см,}$$

мұндағы  $e_p = 3,6 \text{ см}$  – болат пішіндер қимасының бейтарап осінің орны (6.1-сурет).

Иілу кезіндегі қиманың көтергіштік қабілеті:

$$M_{pl,Rd} = N_p z = 533 \times 6,7 \times 10^{-2} = 35,7 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Иілу кезіндегі қиманың көтергіштік қабілетін қамтамасыз ету шарты:

$$M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 10,45 / 35,7 = 0,29 < 1.$$

Көтергіштік қабілеті қамтамасыз етілді.

ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 (В.3.5) сәйкес  $m-k$  әдісімен анықтаймыз.  $L_s$  мәнін  
 $L_s = L/4 = 2000/4 = 500 \text{ мм}$  тең етіп қабылдаймыз.

$$V_{1,Rd} = b(h - e_p) \{ m A_p / (b L_s) + k \} / \gamma_{vs} =$$

$$= 1000 \times (130 - 36) \times 10^{-3} \times \{ 184 \times 15,3 \times 10^2 / (1000 \times 500) + 0,053 \} / 1,25 = 46,5 \text{ кН,}$$

мұндағы  $b = 1000 \text{ мм}$  – болаттемірбетон плита қимасының есептік ені.

Бойлай жылжыту кезіндегі көтергіштік қабілетін қамтамасыз ету шарты:

$$V_{Ed} / V_{1,Rd} = 20,9 / 46,5 = 0,45 < 1.$$

Болаттемірбетон плитаның көтергіштік қабілеті қамтамасыз етілді.

Бойлай жылжыту кезіндегі плитаның көтергіштік қабілетін ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 (6.2.6) сәйкес бетонды есептемей анықтаймыз:

$$V_{pl,Rd} = A_v(f_y/3^{1/3}) / \gamma_{mo} = 6,4 \times 355 \times 10^{-2} / 3^{1/3} = 157 \text{ кН},$$

$$\text{мұндағы } A_v = 2h_w t_w = 2 \times 8 \times 0,4 = 6,4 \text{ см}^2.$$

Бойлай жылжыту кезіндегі көтергіштік қабілетін қамтамасыз ету шарты:

$$V_{Ed} / V_{pl,Rd} = 20,9 / 157 = 0,133 < 1.$$

Бойлай жылжыту кезіндегі плитаның көтергіштік қабілеті қамтамасыз етілді.

Реологиялық процестердің ықпалын есепке ала отырып, плитаның меншіктік салмағынан және пайдалану жүктемесінен иілген жерін анықтаймыз.  $E_{c,eff} = 0,5E_{cm} = 0,5 \times 30000 = 15000 \text{ МПа}$  екендігін қабылдап және болат және бетонның серпімділік модульдерінің қатынасын  $N = E_p / E_{c,eff} = 210000 / 15000 = 14$  есептей отырып, болаттемірбетонды қимадағы бейтарап осьтің орнын табамыз:

$$e = \{A_p(h - e_p) + (h_c)^2 / 2n\} / (A_b + h_c / n) = (2 \times 7,5 \times (13 - 3,6) + 5^2 \times 100 / 2 \times 14) / (2 \times 7,5 + 100 \times 5 / 14) = 4,58 \text{ см}.$$

Берілген қиманың инерция моментін анықтаймыз:

$$J_1 = J_x + A_p(h - e_p - e)^2 + 100(h_c)^3 / 12N + 100h_c(e - h_c/2)^2 / N = \\ = 2 \times 138 + 2 \times 7,5 \times (13 - 3,6 - 4,58)^2 + 100 \times 5^3 / (12 \times 14) + 100 \times 5 \times (4,58 - 5/2)^2 / 14 = 872 \text{ см}^4.$$

Сипаттамалық әсер етулерден плитаның иілуі:

$$w = 5(p_k + q_k) L^4 / (384E_p J_{x,b}) = \\ = 5 \times (2,64 + 12,0) \times 2^4 / (384 \times 210 \times 10^6 \times 872 \times 10^{-8}) = 0,0016 \text{ м} = 1,6 \text{ мм}.$$

Аражабындарды бетондау процесіндегі деформациялануды есепке алумен плитаның толық иілуі келесіні құрайды:

$$w_{fN} = w_p + w = 0,8 + 1,6 = 2,4 \text{ мм} < L / 250 = 2000 / 250 = 8 \text{ мм}.$$

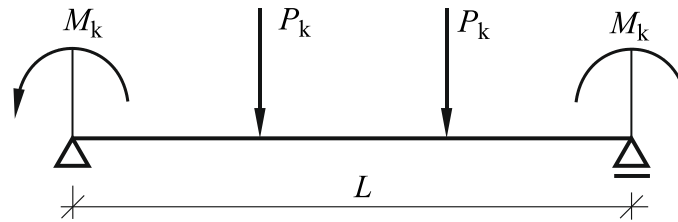
Пайдалану жарамдылығы бойынша болаттемірбетонды плитаның шекті күйі қамтамасыз етілді.

## 2-МЫСАЛ

*Берілгені:*

Аралығы  $L = 6,0 \text{ м}$  және темірбетон плитаның қалыңдығы  $h_c = 95 \text{ мм}$  тұтас арматуралы болаттемірбетон аражабыны. Плита қалыптастырылған бастиектері бар анкерлі өзекті тұтас арматурамен біріктірілген. Тұтас арматура болаттемірбетонды бағаналармен топса арқылы жалғанған қимасының биіктігі  $h_p = 22 \text{ см}$  қоставрлардан жасалған. Болаттемірбетонды қиманың инерция моменті  $I_1 = 14592 \text{ см}^4$  құрайды. Аражабын пайдалану кезеңінде технологиялық жүктеменің әрекетін сынайды  $P_k = 100 \text{ кН}$  (6.7-сурет). Есептеулермен аражабындарды тұрғызу кезеңінде арқалықтардың иілуі  $w_p = 3 \text{ мм}$ , ал пайдалану кезеңінде

аражабындардың иілуі  $w = 25$  мм құрғанын,  $w_{\text{fin}} = w_p + w = 0,3 + 2,5 = 2,8$  см қосындысында  $L / 250 = 600 / 250 = 2,4$  см тең рұқсат етілген мәннен асып кететіндігі анықталды.

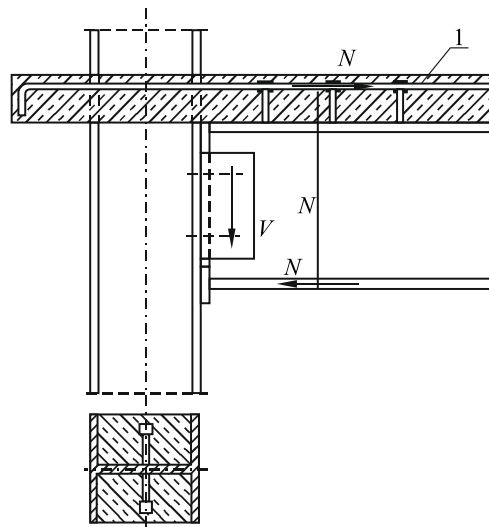


**6.7-сурет – Болаттемірбетонды аражабындардың есептік сызбасы**

*Талап етіледі:*

Жобаланған болаттемірбетонды қималардың геометриялық параметрлерін өзгертусіз пайдалану жарамдылығы бойынша аражабындардың шекті күйін қамтамасыз ету.

Аражабынның бағандарға қосылу орнының қаттылығын арттыру арқылы аражабынның иілуін азайтуы мүмкін (Б.8 – Б.10-суреттерін қараңыз). Осы мақсатпен болаттемірбетонды плитаның тірек аймағында оның тиімді ені бойынша  $f_{sd} = 210$  МПа есептік кедергісімен болаттан жасалған диаметрі 12 мм қосымша 6 арматура өзектерін орналастырамыз (6.8-сурет).



1 - арматура

**6.8-сурет – Аражабынды бағанамен жалғау**

Арматура қимасының ауданы:

$$A_s = 6,78 \text{ см}^2/\text{м} > A_{s,\text{min}} = 0,002 h_c b = 0,002 \times 9,5 \times 100 = 1,9 \text{ см}^2/\text{м}.$$

Қосымша арматуралаудың есептік көтергіштік қабілетін анықтаймыз:

$$N = f_{sd} A_s = 210000 \times 6,78 \times 10^{-4} = 142,4 \text{ кН}.$$

Плитаның жоғарғы бетінен арматураның арақашықтығын  $a_1 = 2$  см тең етіп қабылдаймыз.

Тең әрекет етуші күштердің иінін анықтаймыз  $N$ .

$$z = h_p + h_c - a_1 = 0,22 + 0,095 - 0,02 = 0,28 \text{ м}.$$

Иілген кездегі торап жалғауының есептік көтергіштік қабілеті:



$$M_{j,d} = N \cdot z = 142,4 \times 0,26 = 39,9 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Көтергіштік қабілеттіліктің сипаттамалық мәні:

$$M_k = M_{j,d} / 1,2 = 39,9 / 1,2 = 33,2 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

6.1-сурет сызбасына сәйкес  $M_k$  тірек моменттерін есепке ала отырып, аражабынның бүгілуін анықтаймыз.

$$w = 23 P_k L^3 / (648 EI_1) - M_k L^2 / (8 EI_1) = 23 \times 100 \times 6^3 / (648 \times 205 \times 10^6 \times 14592 \times 10^{-8}) - 33,2 \times 6^2 / (8 \times 205 \times 10^6 \times 14592 \times 10^{-8}) = 0,025 - 0,0045 = 0,0205 \text{ м} = 2,05 \text{ см}.$$

Аражабынның шекті күйін қамтамасыз ету шартын пайдалану жарамдылығы бойынша тексереміз:

$$w_{\text{нн}} = w_p + w = 0,3 + 2,05 = 2,35 \text{ см} < L / 250 = 600 / 250 = 2,4 \text{ см}.$$

Шарт орындалады.

### 3-МЫСАЛ

*Берілгені:*

Аралығы  $L = 9,0$  м ғимараттың жақтау қаңқасының болаттемірбетонды ригелі, бірқалыпты таратылған пайдалану жүктемесімен  $q_k$  жүктелген. Ригельдің есептік сызбасы еркін тірелген бір аралықты арқалық болып табылады, оның қимасы ГОСТ 8230-89 (осы қосымшаның В.2-кестесі) бойынша № 40 толық бетондалған болат қоставрдан тұрады. Ригельдің көлденең қимасының өлшемдері осы құралдың 7.9-суретіне сәйкес:  $h_c = 50$  см,  $b_c = 25$  см,  $c_z = 50$  мм,  $c_y = 42,5$  мм құрайды. Қоставрдың геометриялық сипаттамалары: қима ауданы  $A_a = 72,6 \text{ см}^2$ , көлденең оське қатысты инерция моменті  $J_y = 19062 \text{ см}^4$ , кедергі моменті  $W_y = 953 \text{ см}^3$ .  $f_y = f_{yd} = 355$  МПа,  $E_a = 210$  ГПа механикалық сипаттамалары бар қоставр-болат материалы S355. Ригель  $f_{ck} = 25$  МПа,  $f_{cd} = 25/1,5 = 16,7$  МПа,  $E_{cm} = 31$  ГПа,  $n_a = E_a/E_{cm} = 210/31 = 6,77$  сипаттамалары бар C25/30 класты бетонмен бетондалған. Қабырғалардың жергілікті орнықтылығын жоғалтпаудың алдын алу үшін бетон осы Құралдың 6.5(в)-суретте көрсетілгендей болат қимамен механикалық түрде байланысқан. Сонымен қатар ригель төрт икемді өзектермен арматураланған, олар оның ( $A_s = 1,57 \text{ см}^2$ ) көлденең қырларынан  $a = 45$  мм арақашықтықта қима бұрыштарында орналасқан. Арматураның механикалық сипаттамалары:  $f_{sk} = 500$  МПа,  $f_{sd} = 500/1,15 = 435$  МПа,  $E_s = 200$  ГПа,  $n_s = E_s/E_{cm} = 200/31 = 6,45$ .

*Талап етіледі:*

Пайдалану жүктемесінің  $q_k$  сипаттамалық мәнін ригельдің иіліс кезіндегі көтергіштік қабілетінің шекті күйінің шарттарынан анықтау.

*Есептің шешімі:*

Құралдың 1-кестесіне сәйкес қима 1-класқа жатады, осыған байланысты иілу кезінде көтергіштік қабілеті созылымды кезеңде анықталуы мүмкін.  $q_k$  пайдалану жүктемесінің сипаттамалық мәнін иіліс кезіндегі беріктік шарттарынан анықтаймыз

$$M_{ed}/M_{pl,Rd} = 0,125(\gamma_q q_k + \gamma_g g_k)L^2/M_{pl,Rd} = 1,$$

осыдан келіп,

$$q_k = M_{pl,Rd}/(0,125 \gamma_q L^2) - \gamma_g g_k,$$

мұндағы  $\gamma_q = 1,5$  – уақытша пайдалану жүктемесі үшін жеке коэффициент,

$\gamma_g = 1,1$  - ригельдің меншікті салмағынан  $g_k$  тұрақты бойлық жүктеме үшін қауіпсіздіктің жеке коэффициенті,

$$g_k = (A_a + A_s)\gamma_a + A_c \gamma_c = (72,6 + 2 \times 1,57) \times 10^{-4} \times 78,5 + 1174 \times 10^{-4} \times 24 = 3,42 \text{ кН/м.}$$

Мұндағы

$\gamma_a = 78,5 \text{ кН/м}^3$ ,  $\gamma_c = 24 \text{ кН/м}^3$  – ҚР ҚН EN 1991-1-1:2005/2011 сәйкес болат және бетонға сәйкес көлемдік салмағы,

$$A_c = b_c h_c - (A_a + 2A_s) = 25 \times 50 - (72,6 + 2 \times 1,57) = 1174 \text{ см}^2.$$

Иілу кезіндегі қиманың көтергіштік қабілетін  $M_{pl,Rd}$  бетонның созылған аймағын есептемей-ақ анықтаймыз.

Бетонға берілген қоставр және арматура қималарының ауданы:

$$A^* = A_a n_a + 2A_s n_s = 72,6 \times 6,77 + 2 \times 1,57 \times 6,45 = 512 \text{ см}^2.$$

Бетонға берілген қиманың жоғарғы қырына қатысты қоставр және арматураның статикалық моменті:

$$S^* = A_a n_a h_c/2 + A_s n_s (h_c - a) + A_s n_s a = 72,6 \times 6,77 \times 50/2 + 1,57 \times 6,45 (50 - 4,5) + 1,57 \times 6,45 \times 4,5 = 12794 \text{ см}^3.$$

Қиманың жоғарғы қырынан бейтарап осьтің орнын анықтаймыз:

$$z = ((2A^*/h_c)^2 + 4 S^*/h_c)^{0,5} - A^*/(0,5h_c) = ((2 \times 512/50)^2 + 4 \times 12794/50)^{0,5} - 512/(0,5 \times 50) = 17,4 \text{ см.}$$

Көлденең оське қатысты берілген қима инерциясының моментін анықтаймыз:

$$J^* = b_c z^3/12 + J_y n_a + A_a n_a (h_c/2 - z)^2 + A_s n_s (h_c - a - z)^2 + A_s n_s (z - a)^2 = \\ = 50 \times 17,4^3/12 + 19062 \times 6,77 + 72,6 \times 6,77 (50/2 - 17,4)^2 + 1,57 \times 6,45 (50 - 4,5 - 17,4)^2 + 1,57 \times 6,45 (17,4 - 4,5)^2 = 189060 \text{ см}^4.$$

Иілу кезіндегі көтергіштік қабілетін анықтаймыз:

$$M_{pl,Rd} = J^* f_{yd} / [n_a (h_c - c_z - z)] = 189060 \times 355 \times 10^{-4} / [6,77 (50 - 5 - 17,4)] = 359,2 \text{ кН·м.}$$

Иілу кезіндегі ригельдің беріктігі жағдайынан пайдалану жүктемесінің шамасы:

$$q_k = M_{pl,Rd} / (0,125 \gamma_q L^2) - \gamma_g g_k = 359,2 / (0,125 \times 1,5 \times 9^2) - 1,1 \times 3,42 = 17,3 \text{ кН/м құрайды.}$$

#### 4-МЫСАЛ

*Берілгені:*

Аралығы  $L = 6,0 \text{ м}$ , бірқалыпты таратылған пайдалану жүктемесімен  $q_k = 25 \text{ кН/м}$  және құрама темірбетон плиталарының салмағымен  $g_{kp} = 14 \text{ кН/м}$  жүктелген құрастырмалы аражабынның бір аралық бос тірелген болаттемірбетонды аралығы. Арқалық осы құралдың 6.5(в)-суретіне сәйкес жартылай бетондалған кең сөрелі болат қоставрдан тұрады. Қоставрдың геометриялық сипаттамалары: қима биіктігі  $h = 26 \text{ см}$ , сөрелер ені  $b = 25,6 \text{ см}$  қима ауданы  $A_a = 114 \text{ см}^2$ , көлденең оське қатысты инерция моменті  $J_y = 14310 \text{ см}^4$ . Қоставр материалы -  $f_y = 355 \text{ МПа}$ ,  $E_a = 210 \text{ ГПа}$  механикалық сипаттамалары бар S355 болат. Арқалық  $f_{ck} = 25 \text{ МПа}$ ,  $E_{cm} = 31 \text{ ГПа}$ ,  $n_o = E_a / E_{cm} = 210/31 = 6,77$  сипаттамалары бар C25/30 класты жартылай бетонмен бетондалған.

*Талап етіледі:*

Арқалықтың шекті күйін пайдалану жарамдылығы бойынша тексеру.

*Есептің шешімі:*

Арқалықтың майысуының шекті мәні:

$$L/250 = 6/250 = 0,024 \text{ м.}$$

Тұрақты және уақытша пайдалану жүктемесінен арқалықтың нақты майысуын келесі формуладан анықтаймыз:

$$w = 5(q_k + g_k)L^4/(384(EJ)_{\text{eff}}).$$

Арқалықтың 1 қума метрінің меншікті салмағы:

$$g_{kw} = A_a \gamma_a + A_c \gamma_c = 114 \times 10^{-4} \times 78,5 + 552 \times 10^{-4} \times 24 = 2,23 \text{ кН/м,}$$

мұндағы  $\gamma_a = 78,5 \text{ кН/м}^3$ ,  $\gamma_c = 24 \text{ кН/м}^3$  – ҚР ҚН EN 1991-1-1:2005/2011 сәйкес болат және бетонға сәйкес көлемді салмағы,

$$A_c = b \cdot h - A_a = 25,6 \times 26 - 114 = 552 \text{ см}^2.$$

Меншіктік салмағын есептегендегі арқалыққа түсетін толық тұрақты жүктеме:

$$g_k = g_{kp} + g_{kw} = 14 + 2,23 = 16,23 \text{ кН/м.}$$

Қиманың иілгіштік қаттылығына ұзақ әсер етулер ықпалын жылжымалылық коэффициентінің  $\varphi_t = 2,0$  көмегімен бетон серпімділігінің модулін түзету арқылы есептейміз.

$$E_c = E_{cm} / (1 + \varphi_t g_k/q) = 31 / (1 + 2,0 \times 16,23/41,23) = 17,3 \text{ ГПа} = 17,3 \times 10^6 \text{ кН/м}^2,$$

мұндағы  $q = q_k + g_k = 25 + 16,23 = 41,23 \text{ кН/м}$  – арқалыққа түсетін жалпы сипаттамалық қума жүктеме.

Бетон инерциясының моменті:

$$J_c = b \cdot h^3 / 12 - J_a = 25,6 \times 26^3 / 12 - 14310 = 23185 \text{ см}^4.$$

Берілген қиманың иілгіштік қаттылығының мәнін ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 (6.40) формуласы бойынша анықтаймыз:

$$(EJ)_{\text{eff}} = E_a J_a + 0,6 E_c J_c = 210 \times 10^6 \times 14310 \times 10^{-8} + 0,6 \times 17,3 \times 10^6 \times 23185 \times 10^{-8} = 32458 \text{ кН} \cdot \text{м}^2.$$

Арқалықтың майысуы:

$$w = 5 (25 + 16,23) 6^4 / (384 \times 32458) = 0,021 \text{ м,}$$

$$w = 0,021 \text{ м} < L/250 = 6/250 = 0,024 \text{ м.}$$

Арқалықтың шекті күйі пайдалану жарамдылығы бойынша қамтамасыз етілді.

## 7 БАҒАНДАРДЫ ЕСЕПТЕУ

### 7.1 Қиманың көтергіштік қабілетін анықтау

7.1.1 [6.7.3.2] Созылымды кезеңде толық немесе жартылай бетондалған болат қиманың сығымдалғандағы көтергіштік қабілетін тұтас арматураның, бетонның және икемді арматураның көтергіштік қабілеттіліктерінің қосындысы ретінде ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011(6.30) формуласы бойынша анықтау керек:

$$N_{pl,Rd} = A_a f_{yd} + 0,85 A_c f_{cd} + A_s f_{sd}, \quad (7.1)$$

мұндағы  $A_a$ ,  $A_c$ ,  $A_s$  – тұтас арматураның, бетонның және икемді арматураның көлденең қималарының ауданы;

$f_{yd}$ ,  $f_{cd}$ ,  $f_{sd}$  – конструктивті болаттың, бетонның және арматураның есептік кедергілері.

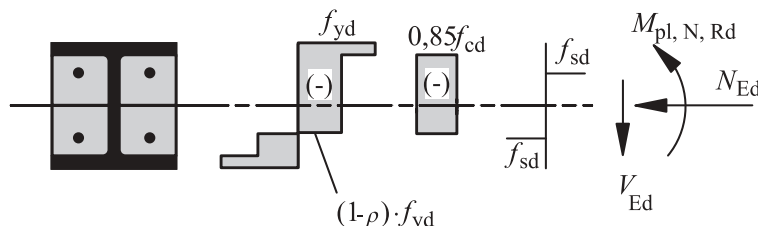
7.1.2 Тұтас арматураның қимасын  $A_a$  монтаждау процесінде бетонсыз бағандау жұмыстарының шарттарын ескере отырып белгілеу керек. Бетондалған бағанның көтергіштік қабілетін ұлғайту қажеттілігіне қарай икемді өзектерден жасалған қосымша көлденең арматуралау қолданылады. Бағандарды қатты және икемді арматурамен арматуралау пайызы 15 % аспауы тиіс. Арматуралаудың артық пайыздары кезінде бетонның арматурадан ерте қабыршақтану мүмкіндігі туындайды.

7.1.3 Сығылып иілуімен ортақ әрекет ету кезінде қиманың көтергіштік қабілетін қимадағы кернеудің тікбұрышты эпюраларын қабылдап және  $V_{Ed}$  есептік жылжыту күшінің ықпалын ескере отырып, анықтау керек (7.1-сурет). Бұл жағдайда созу кезіндегі бетонның беріктігін есептемеуге болады.

7.1.4 Көлденең күш  $V_{a,Ed} > 0,5 V_{pl,a,Rd}$  әсер еткен кезде сығылып иілу кезіндегі оның көтергіштік қабілетіне ықпалын  $A_v$  жылжыту ауданы үшін  $f_{yd}$  болаттың есептік кедергісін  $(1 - \rho)$  шамасына азайту арқылы есептеуге болады, мұндағы  $\rho$  коэффициенті ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 (6.5) формуласымен анықталады (7.1-суретті қараңыз):

$$\rho = (2V_{Ed} / V_{Rd} - 1)2, \quad (7.2)$$

мұндағы  $R_d$  – қиманың жылжуына көтергіштік қабілеті.



**7.1-сурет – Сығылып-иілетін болаттемірбетонды элементтердің қималарындағы созылымды кезеңде кернеуді тарату [ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 6.7.3.2-тармақ]**

7.1.5 [6.7.3.2(4)]  $V_{Ed}$  көлденең күшті екі құраушыға бөлуге болады: болат қимаға әсер ететін  $V_{a,Ed}$ , күшті және темірбетон қимаға әсер ететін  $V_{c,Ed}$  күшті ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011(6.31-6.32) формулалары бойынша анықтауға болады:

$$V_{a,Ed} = V_{Ed} \cdot M_{pl,a,Ed} / M_{pl,Rd} , \quad (7.3)$$

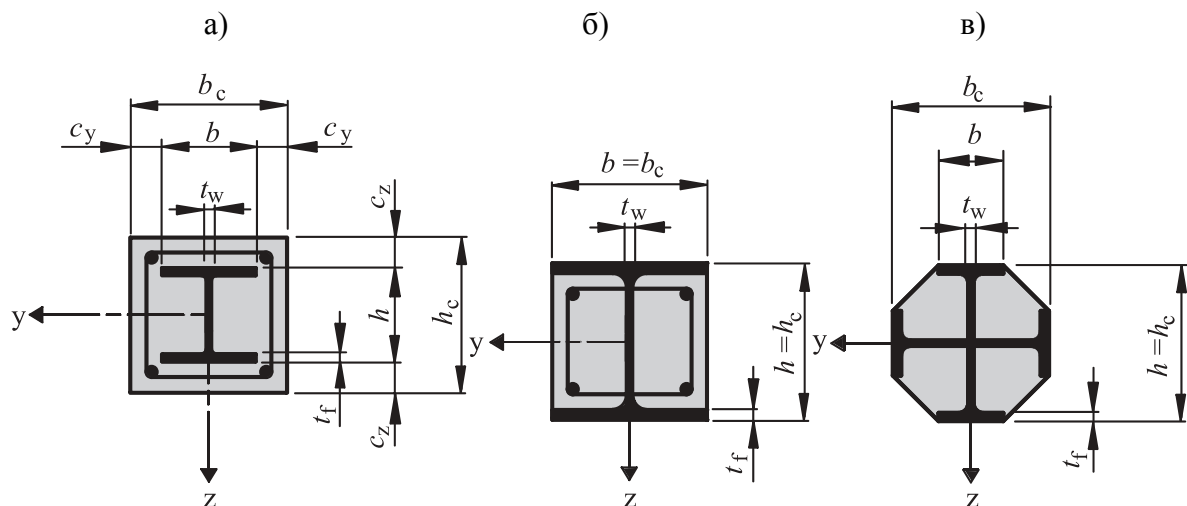
$$V_{c,Ed} = V_{Ed} - V_{a,Ed} , \quad (7.4)$$

мұндағы  $M_{pl,a,Rd}$  – созылымды кезеңдегі иілу кезіндегі болат қиманың көтергіштік қабілеті;

$M_{pl,Rd}$  – созылымды кезеңдегі иілу кезіндегі болаттемірбетон қимасының көтергіштік қабілеті.

7.1.6  $V_{a,Ed}$  көлденең күш ҚР ҚН EN 1992-1-1:2004/2011 6.2.6-тармағына сәйкес анықталатын жылжуға болат қиманың көтергіштік қабілетінен аспауы тиіс. Жылжуға темірбетонды бөлік қимасының көтергіштік қабілетін ҚР ҚН EN 1992-1-1:2004/2011 сәйкес анықтау керек. Оңайлату ретінде  $V_{Ed}$  көлденең күш тек болат қимамен ғана қабылданатындығын қабылдау керек.

7.1.7 Сығылған элементтердің көтергіштік қабілетіне жергілікті орнықтылықтың ықпалын, егер олардың қималары толықтай бетондалған болса, ал бетонның қорғаныш қабатының қалыңдығы кем дегенде 40 мм немесе болат қима сәресінің 1/6 енін құрайтын болса, ескермеуге болады. Жергілікті орнықтылықтың ықпалын сондай-ақ, қима элементтерінің қабырғалар мен сәрелерінің иілгіштігі  $\max(b/t_f) = 44(235/f_y)^{0.5}$  шамаларынан аспайтын қималар үшін ескермеуге болады (7.2-сурет).



7.2-сурет – Тұтас арматуралы болаттемірбетонды бағандардың көлденең қималарының түрлері [ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 6.7.1-тармақ]

## 7.2 Орнықтылықты есептеу

7.2.1 Егер ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 (6.44) формула бойынша шарт орындалатын болса, қиманың симметриялы екі осіне қатысты осьтік сығу кезінде бағандардың орнықтылығын қамтамасыз етілген деп санауға болады:

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

мұндағы  $N_{Ed}$  – есептік сығушы күш;

$N_{pl,Rd} - f_{yd}$  қолдану арқылы 7.1-формула бойынша анықталатын созылымды кезеңдегі болаттемірбетонды қиманың көтергіштік қабілеті;

$\chi - \bar{\lambda}$  шартты иілгіштік функциясы ретінде анықталатын және орнықтылықты жоғалтудың қисығына сәйкес келетін төмендеу коэффициенті (7.1-кесте). Оның мәндерін ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 берілген формулалар бойынша табамыз.

7.2.2 Қарастырылатын иілу жазықтығы үшін  $\bar{\lambda}$  сығылған элементтердің шартты иілгіштігін ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 (6.39) формуласы бойынша анықтау керек:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{N_{pl,Rk}}{N_{cr}}}, \quad (7.6)$$

мұндағы  $N_{pl,Rk}$  – есептеулердің орнына кедергінің сипаттамалық мәндері қолданылатын 7.1-формуламен анықталатын созылымды кезеңдегі сығуға көтергіштік қабілетінің сипаттамалық мәні;

$N_{cr}$  – төмендегі формуладан анықталатын орнықтылықты жоғалтудың сәйкес келетін түрі үшін серпімді шекті бойлық күші:

$$N_{cr} = \pi^2 (EJ)_{eff} / (l_0)^2 \quad (7.7)$$

Мұндағы тиімді иілгіштік қаттылығы ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011(6.40) формула бойынша есептелінеді:

$$(EJ)_{eff} = E_a I_a + E_s I_s + K_e E_{cm} I_c, \quad (7.8)$$

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

$I_a$ ,  $I_c$  және  $I_s$  – қарастырылатын иілу жазықтығы үшін тұтас арматураның, жарықшақтары жоқ бетонның және иілгіш арматураның сәйкесінше инерция моменті.

7.2.3 Серпімді кезеңдегі тиімді иілу қаттылығына ұзақ әсер етулердің ықпалы  $E_{cm}$  бетон серпімділігі модулін ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 (6.41) формуласы бойынша редукциялау арқылы ескеріледі:

$$E_{c,eff} = E_{cm} \cdot \frac{1}{1 + (N_{G,Ed} / N_{Ed}) \cdot \varphi_t}, \quad (7.9)$$

мұндағы  $\varphi_t$  – ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 (3.1.4) сәйкес анықталатын бетонның жылжығыштық коэффициенті;

$N_{Ed}$  – жалпы есептік бойлық күш;

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

7.2.4 Сығылған элементтердің орнықтылығын тексеру кезінде ішкі күштерді екінші тәртіпті статикалық есептеуді қолдану арқылы анықтау керек. Бұл жағдайда есептік тиімді иілу қаттылығын ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 (6.42) формуласы бойынша анықтау керек:

$$(EI)_{eff,II} = K_o \cdot (E_a I_a + E_s I_s + K_{e,II} E_{cm} I_c), \quad (7.10)$$

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

$K_o = 0,9$  – калибрлеу коэффициенті;

$E_{cm}$  – ұзақ әсер етулерді есептеу кезінде 7.9-формуласы бойынша түзетілетін бетонның серпімділік модулі.

7.2.5 Ұзындығы  $L$  сығылған элементтердегі күштерді анықтау кезінде геометриялық және конструктивті толық аяқталмағандардың ықпалын оларды 7.1-кестеге сәйкес балама геометриялық сипаттамаларға ауыстыра отырып есепке алуға болады. Бағана ұзындығы бойынша кемшіліктерді  $M_{Ed}$  бірінші тәртіпті есептеу арқылы анықталатын максималды есептік иілгіштік моментін ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 (6.43) формула бойынша  $k$  коэффициентіне көбейтумен есептелінуі мүмкін:

$$k = \frac{\beta}{1 - N_{Ed} / N_{cr,eff}} \geq 1,0, \quad (7.11)$$

мұндағы  $\beta$  – бағандағы иілгіштік моменттердің эпюра түрлеріне тәуелді және ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 бойынша анықталатын коэффициенті (6.4-кесте);

$N_{cr,eff}$  – тиімді иілу қаттылығына  $(EI)_{eff,II}$  және бағана ұзындығына тең тиімді ұзындыққа сәйкес келетін қарастырылатын оське қатысты аумалы бойлық күш.

**7.1-кесте - ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 (6.7.3.6) сәйкес орнықтылықты жоғалту қисығы және болаттемірбетонды сығылған элементтер үшін кемшіліктер**

Көлденең қима	Шектері	Оське қатысты орнықтылығын жоғалту	Орнықтылықты жоғалту қисығы	Элементтің кемшіліктері
Толық бетондалған қима 		y-y	$b$	$L/200$
		z-z	$c$	$L/150$
Жартылай бетондалған қима 		y-y	$b$	$L/200$
		z-z	$c$	$L/150$
Крестті қостау қимамен бетон қабығына жартылай бітелген пішін 		Кез келген	$b$	$L/200$

7.2.6 Сығылған күш  $N_{Ed}$  және иілгіштік момент  $M_{Ed}$  бірге әрекет еткен кезде болаттемірбетонды бағанның көтергіштік қабілеті ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 (6.45) формуласы бойынша шартты қанағаттандыруы керек:

$$M_{Ed} / (\mu_d \cdot M_{pl,Rd}) \leq \alpha_M \quad (7.12)$$

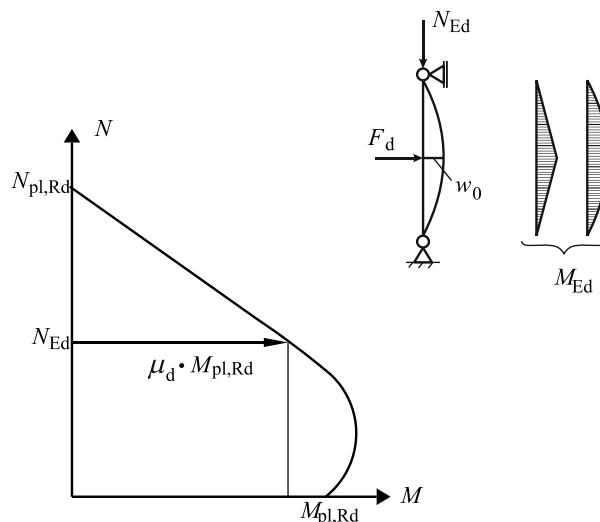
мұндағы  $M_{Ed}$  – геометриялық кемшіліктерді және екінші тәртіпті әсерлерді есепке алу арқылы есептелетін максималды есептік иілгіштік момент;

$M_{pl,Rd}$  – пластикалық кезеңдегі қиманың иілуге көтергіштік қабілеті (7.3-сурет);

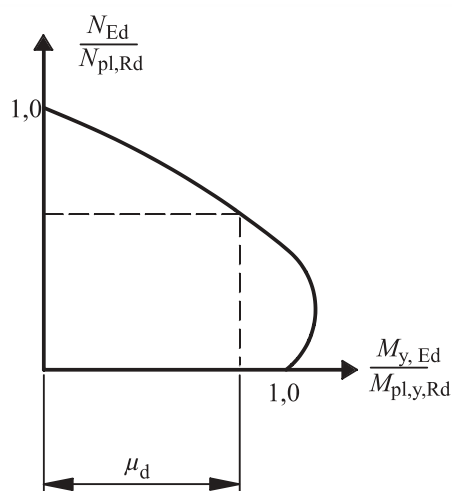
$\alpha_M$  – S235 бастап S355 дейінгі болат маркалары үшін 0,9 тең және S420 бастап S460 дейінгі болат маркалары үшін 0,8 тең етіп қабылданған коэффициент.

7.2.7  $\mu_d$  коэффициенті иілудің қарастырылатын жазықтығындағы  $M_{pl,Rd}$  пластикалық кезеңдегі иілгіштігінің көтергіштік қабілетіне байланысты (7.4-сурет).  $\mu_d > 1,0$  мәні, егер  $M_{Ed}$  иілгіш моменті  $N_{Ed}$  көлденең күштің әсерімен туындаған болса, мысалы, оның орталықтан тыс қосымшасы кезінде қабылданады (7.5-сурет).





7.3-сурет – Сығылып иілу кезіндегі қисықтың өзара әрекеті [18]

7.4-сурет –  $\mu_d$  коэффициентін анықтауға арналған қисық [18]

7.2.8 Қисық иілуді тудыратын екі жазықтықта орталықтан тыс сығылған бағандардың көтергіштік қабілеті ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 (6.7.3.7) нұсқауларына сәйкес анықталуы тиіс.

### 7.3 Болат және бетонның ортақ жұмысын қамтамасыз ету

7.3.1 Бетон мен болат арасында ілініс күшін сенімді беруді, болатты тотанудан қорғау және бетонның жарылуының алдын алуды қамтамасыз ету үшін толықтай бетондалған болат қима сөресіне арналған бетонның қорғаныш қабатының қалыңдығы кем дегенде 40 мм және  $b$  сөресінің ені кем дегенде  $1/6$  құрауы тиіс. Арматураға арналған бетонның қорғаныш қабаты ҚР ҚН EN 1992-1-1:2004/2011 нормаларының талаптарына сәйкес келуі керек.

7.3.2 Бағандарға жүктемелерді түсіру орындарында болат және бетон арасындағы көлденең жылжытушы күштердің берілуін қамтамасыз ету керек. Осы мақсатпен болат және бетон арасындағы ілініс не болмаса арнайы жалғау элементтері қолданылуы мүмкін.

Егер болат элементі және бетон түйіспесіндегі жанама кернеулер келесі мәндерден асып кетпесе, соңғылары талап етілмейді (бетонның қорғаныш қабатының қалыңдығы 40 мм кем емес кезінде және сәйкесінше көлденең және бойлық арматуралау болған кезде):

- $\tau_{Rd} = 0,3$  толық бетондалған қима қабырғалары және сөрелері үшін (7.2а-сурет);
- $\tau_{Rd} = 0,2$  жартылай бетондалған қима сөресі үшін (7.2б,в-сурет);
- $\tau_{Rd} = 0,0$  жартылай бетондалған қима қабырғасы үшін (7.2б,в-сурет).

7.3.3 Сәйкес келетін арматуралаумен бетонның қорғаныш қабатының үлкен қалыңдығы кезінде  $\beta_c \tau_{Rd}$  тең  $\tau_{Rd}$  өте үлкен мәндерді қолдануға болады, мұндағы  $\beta_c$  ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011(6.49) формуласымен анықталады:

$$\beta_c = 1 + 0,02c_z \cdot \left( 1 - \frac{c_{z,\min}}{c_z} \right) \leq 2,5, \quad (7.13)$$

мұндағы  $c_z$  – бетонның қорғаныш қабатының номиналды қалыңдығы (7.2а-сурет);

$c_{z,\min} = 40$  мм – бетонның қорғаныш қабатының минималды қалыңдығы.

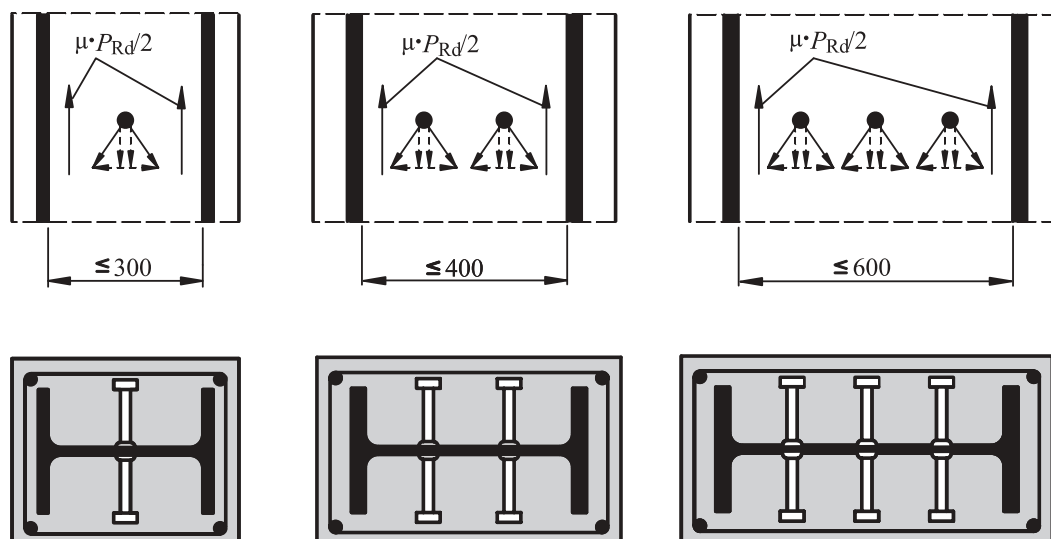
7.3.4 Тұтас арматура мен бетон арасындағы жанама кернеулерді қарастырылатын ұзындық шектерінде болат немесе темірбетон қималарындағы күштерді өзгерту бойынша анықтау керек. Осы тік күшпен жүктелген бағандар үшін жүктемені түсіру ауданының шектерінен тыс бойлық ығысуды ескерудің қажеті жоқ.

7.3.5 Көлденең жүктемелер және/немесе бағана соңына түсірілген иілу моменттері әсер еткен кезде бетонның болат элементтермен түйісуі бойынша жанама кернеулерді жылжығыштығын және бетондағы жарықшақтардың түзілуін есепке ала отырып серпімді кезеңде есептеумен анықтау керек.

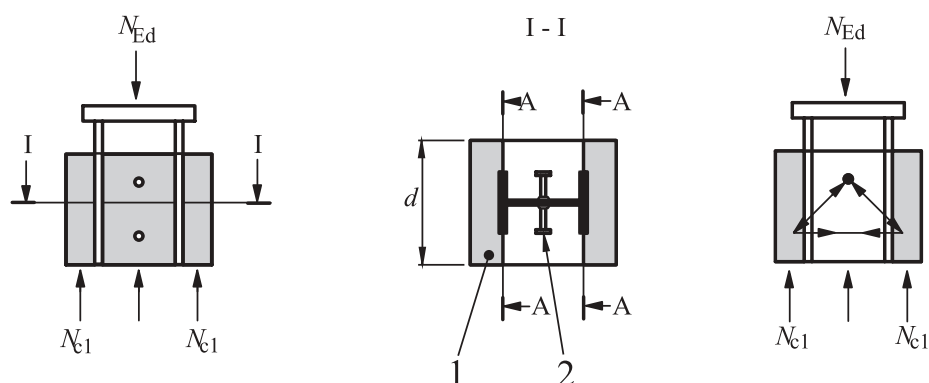
7.3.6 Бетон мен тұтас арматура арасындағы біріктіргіш бөлшектерді ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/201 (6.6.3) нұсқауларына сәйкес есептік жанама кернеулерді таратуға сүйене отырып жобалау керек. Бұл жағдайда бетонмен түйісетін болат қиманың беті майсыздануы, боялмауы және қабыршақтардан немесе тоттардан тазартылуы тиіс.

7.3.7 [6.7.4.2(4)] Егер қалыптастырылған бастиегі бар анкерлі өзектер толық немесе жартылай бетондалған қоставр қабырғасына дәнекерленген болса, онда жылжу қосылыстарындағы көтергіштік қабілетін бетон және қоставр сөрелері арасындағы үйкеліс күшінің әсер етулерін есептеу арқылы ұлғайтуға болады. Бұл ұлғайтуды қоставрдың әрбір сөресі үшін жалғау элементтерінің әрбір көлденең қатарының деңгейінде  $0,5 \mu P_{Rd}$  тең етіп қабылдауға болады (7.5-сурет). Мұнда боялмаған болат қималар үшін үйкеліс коэффициенті  $\mu = 0,5$  қабылданады, ал жеке анкерлік өзектің  $P_{Rd}$  көтергіштік қабілеті ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 (6.6.3) сәйкес анықталады.

7.3.8 [6.7.4.2(9)] Егер толық бетондалған бағандардағы жүктеме болат элементі арқылы берілетін болса (7.6-сурет), онда көлденең арматуралау болат элементі мен бетон арасындағы біріктіргіш бөлшектерде туындайтын бойлық ығысу біріктіргіш бөлшектерінсіз төменде орналасқан бетонға берілетіндей етіп есептелінеді. Бұл жағдайда бойлық арматуралауды жобалау үшін сығылған бетон өзектер бағана осіне  $45^\circ$  бұрышпен қиғашталған өзекті қаңқа моделі қолданылады.



**7.5-сурет - Қоставр қабырғасына дәнекерленген анкерлер бар болған кездегі болаттемірбетон бағандарындағы қосымша үйкеліс күштері**  
[ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 6.7.4.2(4)-тармақ]

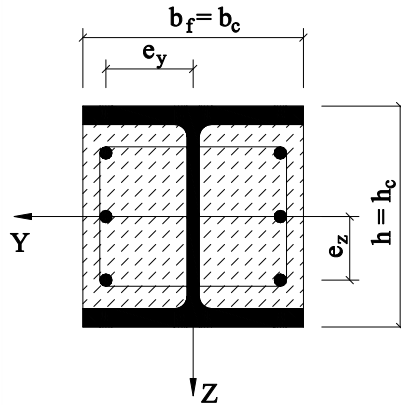


**7.6-сурет – Толық бетондалған бағандардағы жүктемені беру сызбалары: 1 және 2 – сәйкесінше болатпен біріктірілмеген және біріктірілген бетон**  
[ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 6.7.4.2(9)-тармақ]

#### 1-МЫСАЛ

*Талап етіледі:*

Иілгіштік моменттерін бермейтін төбені және тіректерді тораптық жалғаулармен биіктігі  $H=3,0$  м болаттемірбетонды қоставрлы бағанды жобалау. Баған қоставр қима габариттерінің шектерінде жартылай бетондалған (7.7-сурет). Баған бағанның меншіктік салмағын қосқанда тұрақты жүктемеден  $N_G = 1100$  кН есептік осьтік күшін және уақытша жүктемеден  $N_Q = 800$  кН осьтік күштен әсер етуін сынайды.



7.7-сурет – Болаттемірбетонды баған қимасы

Есептің шешімі:

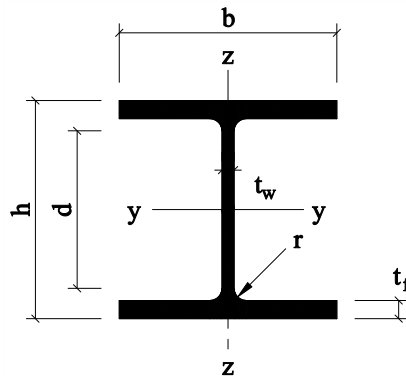
Қиманың келесі параметрлерін қабылдаймыз:

7.8-суреттегі белгілерге сәйкес геометриялық сипаттамалары бар В.3 бойынша 23К1 бағандық қоставр:

$h = 227 \text{ мм}$ ,  $b = 240 \text{ мм}$ ,  $t_f = 12 \text{ мм}$ ,  $t_w = 8 \text{ мм}$ ,  $J_y = 6589 \text{ см}^4$ ,  $W_y = 580 \text{ см}^3$ ,  $i_y = 9,95 \text{ см}$ ,  $J_z = 2421 \text{ см}^4$ ,  $W_z = 202 \text{ см}^3$ ,  $i_z = 6,03 \text{ см}$ .

Қоставрдың материалы келесі механикалық сипаттамалары бар S 235 маркалы болат (EN10025-2 сәйкес)  $f_y = 235 \text{ МПа}$ ,  $f_u = 360 \text{ МПа}$ ,  $E = 210000 \text{ МПа}$ , ҚР ҚН EN 1992-1-1:2004/2011 сәйкес C20/25 класты бетон ( $f_{ck} = 20 \text{ МПа}$ ,  $f_{cd} = 13,3 \text{ МПа}$ ,  $E_{cm} = 30000 \text{ МПа}$ ).

Баған S 275 маркалы болаттан жасалған 6 дана мөлшерінде диаметрі  $d = 16 \text{ мм}$  икемді өзектермен қосымша арматураланған. Өзектер осьтері қима қырынан  $a = 3 \text{ см}$  арақашықтықта орналасқан.



7.8-сурет – Бағандық қоставрдың көлденең қимасы

Болаттемірбетонды қиманың геометриялық параметрлері:

Қоставр қимасының ауданы:

$$A_a = 66,51 \text{ см}^2.$$

Арматура қимасының ауданы:

$$A_a = 12,06 \text{ см}^2.$$

Бетон қимасының ауданы:

$$A_c = h \cdot b - A_a - A_a = 22,7 \times 24 - 66,51 - 12,06 = 466,2 \text{ см}^2.$$

Арматуралау пайызы:

$$\rho = A_s / [b \cdot h - A_a] = 12,06 / [24 \times 22,7 - 66,51] = 0,025 = 2,5 \% < 4 \, \%.$$

Болаттемірбетонды қиманың көтергіштік қабілетін анықтау.

Сығу кезінде қиманың көтергіштік қабілеті келесі формуламен анықталады:

$$N_{pl,Rd} = A_a f_{yd} + 0,85 A_c f_{cd} + A_s f_{sd} = \\ = 66,51 \times 10^{-4} \times 235 \times 10^3 + 0,85 \times 466,2 \times 10^{-4} \times 13,3 \times 10^3 + 12,06 \times 10^{-4} \times 275 \times 10^3 = 2422 \text{ кН}.$$

Болат қимасымен қабылданған күш үлесін сипаттайтын  $\delta$  болаттың әсер ету коэффициенті келесіге тең:

$$0,2 < \delta = A_a f_{yd} / N_{pl,Rd} = 66,51 \times 23,5 / 2422 = 0,645 < 0,9.$$

Орнықтылықтың аз пайдалы қисықтық жоғалтудын (ҚР ҚН ЕН 1993-1-1:2005/2011 6.2-кесте), сондай-ақ  $J_y = 6589 \text{ см}^4 > J_z = 2421 \text{ см}^4$  қатынасын ескере отырып, бағанның көтергіштік қабілетінің кемуінің максималды ықтимал пішімі ОZ осіне қатысты оның орнықтылығын жоғалту болып табылады. Осыған байланысты барлық кейінгі есептеулерді осы оське қатысты қималардың геометриялық сипаттамаларын қолдану арқылы жүргіземіз.

Қоставр инерциясының моменті:

$$J_a = J_z = 2421 \text{ см}^4.$$

Арматура инерциясының моменті:

$$J_s = A_s / (b / 2 - a)^2 = 12,06 / (24 / 2 - 3)^2 = 977 \text{ см}^4.$$

Бетон инерциясының моменті:

$$J_c = hb^3 / 12 - J_a - J_s = 22,7 \times 24^3 / 12 - 2421 - 977 = 22752 \text{ см}^4.$$

Қиманың иілу қаттылығына ұзақ әсерлердің ықпалын  $\varphi_t = 2,0$  жылжығыштық коэффициентінің көмегімен бетон серпімділігінің модулін түзету арқылы есепке аламыз.

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

мұндағы  $N = N_G + N_Q = 1100 + 800 = 1900 \text{ кН}$  – тұрақты және уақытша жүктемелердің әсер етулерінен пайда болатын жалпы есептік осьтік күш.

Берілген қиманың иілу қаттылығының мәнін анықтаймыз.

$$(EJ)_{\text{eff}} = E_a J_a + E_s J_s + 0,6 E_c J_c = 210 \times 10^6 \times 2421 \times 10^{-8} + 210 \times 10^6 \times 977 \times 10^{-8} + 0,6 \times 13,9 \times 10^6 \times 22752 \times 10^{-8} = 7187 \text{ кН} \cdot \text{м}^2.$$

Тапсырма шарттары бойынша бағанның іргетаспен және аражабынмен жалғану тораптары иілгіш моменттерді бермейтіндей етіп жобаланған ( $\mu = 1,0$  кезіндегі топсалы жалғау). Олай болса бағанның есептік ұзындығы:

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

Ауыспалы сығу күшінің шамасын анықтаймыз:

$$N_{cr} = \pi^2 (EJ)_{eff} / (l_0)^2 = 3,14^2 \times 7187 / 3^2 = 7873 \text{ кН.}$$

Бағанның шартты иілгіштігі келесіні құрайды:

$$\lambda^* = (N_{pl,Rk} / N_{cr})^{0,5} = (2422 / 7873)^{0,5} = 0,55.$$

Бағанның көтергіштік қабілетін бағалау әдістемесін таңдау кезінде келесі шарттар ескеріледі:

– бағанның көлденең қимасында екі симметриялы осі бар және барлық ұзындығы бойынша тұрақты болып табылады;

– бағанның шартты иілгіштігі  $\lambda^* = 0,55 < 2$ ;

– қиманы арматуралау пайызы  $\rho = 0,017 < 0,04$ ;

– болат қимамен қабылданатын күш үлесін сипаттайтын  $\delta$  болаттың әсер ету коэффициенті  $0,2 < \delta = 0,645 < 0,9$  шекараларында тұр.

Орындалған шарттар баған орнықтылығын қамтамасыз етуді тексеру үшін жеңілдетілген әдісті қолдануға мүмкіндік береді:

$$N / (\chi N_{pl,Rd}) = 1900 / (2422 \times 0,81) = 0,97 < 1,$$

мұндағы  $\chi = 0,81$  төмендету коэффициенті ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 6.6-суретіне сәйкес «с» қисығы бойынша анықталған.

Бағанның көтергіштік қабілеті қамтамасыз етілді.

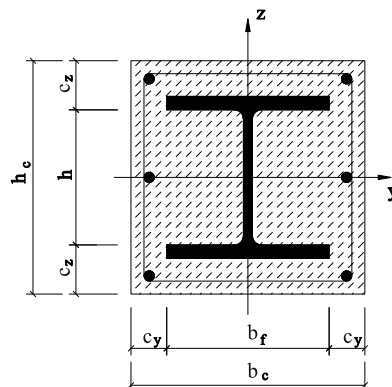
## 2-МЫСАЛ

*Талап етіледі:*

Қаңқалы ғимараттың бірінші қабатының болаттемірбетонды аражабынынан 700 кН күшпен жүктелген, биіктігі  $H = 2,8$  м болаттемірбетонды бағанды жобалау.

*Есептің шешімі:*

Бағанның тұтас арматуралануын келесі геометриялық сипаттамаларымен HE140 болат қоставр түрінде жобалаймыз (7.9-сурет):  $h = 128$  мм,  $b = 140$  мм,  $t_f = 6$  мм,  $t_w = 4,3$  мм,  $A = 23,02$  см<sup>2</sup>,  $J_z = 275$  см<sup>4</sup>,  $W_z = 39,3$  см<sup>3</sup>. Қоставрлар келесі механикалық сипаттамалары бар S235 маркалы болаттан (ҚР СТ EN 10025-2 сәйкес) дайындалған:  $f_{yk} = 235$  МПа,  $f_{yd} = 360$  МПа,  $E = 205$  ГПа. Тұтас арматура толық бетондалған болып табылады. ҚР ҚН EN 1992-1-1:2004/2011 сәйкес C35/45 класты бетон (3.1-кесте) ( $f_{ck} = 35$  МПа,  $f_{cd} = 23,3$  МПа,  $E_{cm} = 34000$  МПа). Иілгіш арматура диаметрі 12 мм алты өзектен тұрады.



**7.9-сурет – Жобаланатын баған қимасының геометриялық параметрлері**

Бетонның қорғаныш қабатының қалыңдығы:

$$c_y = 40 \text{ мм} < 0,4 b = 0,3 \times 140 = 56 \text{ мм},$$

$$c_y = 40 \text{ мм} < 0,3 h = 0,3 \times 128 = 40 \text{ мм}.$$

Қиманың габариттік өлшемдері:

$$h_c = h + 2c_z = 12,8 + 2 \times 4 = 20,8 \text{ см},$$

$$b_c = b + 2c_y = 14 + 2 \times 4 = 22 \text{ см}.$$

Арматураны қиманың бүйір қырларынан  $a = 3,6$  см арақашықтыққа орналастырамыз.  
Арматураның қима ауданы:

$$A_s = 6,79 \text{ см}^2.$$

Бетонның қима ауданы:

$$A_c = h_c \cdot b_c - A - A_s = 20,8 \times 22 - 23,02 - 6,79 = 427,8 \text{ см}^2.$$

Созылымды кезеңдегі қиманың көтергіштік қабілеті:

$$N_{pl,Rd} = A_a f_{yd} + 0,85 A_c f_{cd} + A_s f_{sd} = 23,02 \times 20,5 + 0,85 \times 427,8 \times 2,33 + 6,79 \times 42 = 1604 \text{ кН}.$$

Қиманың көтергіштік қабілетіндегі болаттың үлестік қатынасуы (п.6.7.1  
ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011):

$$0,2 < \frac{A_a f_{yd}}{N_{pl,Rd}} < 0,9,$$

$$0,2 < 0,29 < 0,9.$$

Қиманы арматуралау пайызы:

$$\rho = \frac{A_s}{b_c (h_c - a) - A_a} = \frac{6,79}{22 \times (20,8 - 3,6) - 23,02} = 1,89 \% > 0,3 \% .$$

Жазықтықтағы бағанның минималды иілу қаттылығындағы орнықтылығын тексереміз (ОҮ)  
Z осіне қатысты арматураның инерция моменті:

$$I_{sz} = A_{sz} \left( \frac{b_c}{2} - a \right)^2 = 6,79 \times \left( \frac{22}{2} - 3,6 \right)^2 = 371,8 \text{ см}^4.$$

Z осіне қатысты бетонның инерция моменті:

$$I_c = \frac{h_c b_c^3}{12} - I_{sz} - I_z = \frac{20,8 \times 22^3}{12} - 371,8 - 275 = 17800 \text{ см}^4.$$

Қиманың сипаттамалық қаттылығы:

$$(EI)_{\text{eff}} = E_a I_a + 0,6 E_c I_c + E_s I_{sz} = 20500 \times 275 + 0,6 \times 1133,3 \times 17800 + 20500 \times 371,8 = 25365900 \text{ кН} \cdot \text{см}^2.$$

Ұштары топсамен бекітілген бағанның есептік ұзындығы:

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

Шекті сығу күші:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 (EI)_{eff}}{l_0^2} = \frac{\pi^2 \times 25365900}{280^2} = 3193 \text{ см.}$$

Қиманың көтергіштік қабілетінің сипаттамалық мәні:

$$N_{pl,Rk} = A_a f_{yk} + 0,85 A_c f_{ck} + A_s f_{sd} = 23,02 \times 22,5 + 0,85 \times 427,8 \times 3,5 = 2153 \text{ кН.}$$

Бағанның салыстырмалы иілгіштігі:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{N_{pl,Rk}}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{2153}{3193}} = 0,821.$$

ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 6.5-кестесіне сәйкес редуциялық коэффициенті:

$$\chi(\bar{\lambda}) = \left(1 + \bar{\lambda}^{2n}\right)^{-1} = \left(1 + 0,821^{2 \times 1,2}\right)^{-1} = 0,668.$$

Бағанның көтергіштік қабілетін қамтамасыз ету шарты:

$$\frac{N}{\chi N_{pl,Rd}} = \frac{700}{0,668 \times 1604} = 0,65 < 1.$$

Бағанның көтергіштік қабілеті қамтамасыз етілді.

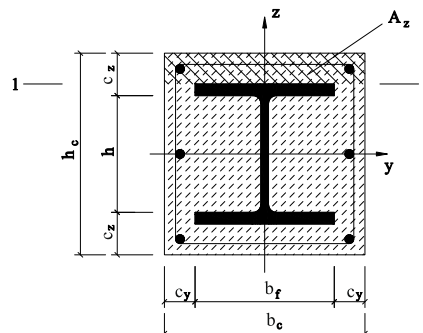
### 3-МЫСАЛ

*Берілгені:*

Көлденең қиманың келесі параметрлері бар болаттемірбетонды баған (7.10-сурет):

$$b_c = h_c = 400 \text{ мм, } c_z = 70 \text{ мм, } I_y = 2959 \text{ мм}^4.$$

Баған OZ осіне параллель әсер ететін  $V_{z,Ed} = 54 \text{ кН}$  көлденең күшпен жүктелген.



**7.10-сурет – Көлденең жылжудың 1-1 жазықтығымен белгіленген бағанның көлденең қимасы**



*Талап етіледі:*

Бетонды қоставр сөрелерімен түйістіру бойынша бойлық жылжыту кезіндегі қиманың көтергіштік қабілетін тексеру (7.10-суреттегі 1-1 қима).

Есептің шешімі

ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 6.6-кестеге сәйкес толық бетондалған көлденең қима үшін бетон мен болат арасындағы жылжытудың есептік кедергісі  $\tau_{Rd} = 0,3$  МПа тең.

Қима бетоны қосымша бойлық және көлденең арматурамен арматураланғандықтан, ал оның қабатының қалыңдығы  $c_z = 70$  мм  $> c_{z,min} = 40$  мм болғандықтан, ҚР ҚН EN 1994-1-1:2004/2011 6.7.4.3(4)-тармағына сәйкес  $\tau_{Rd} = 0,3$  МПа мәнін келесі шамаға ұлғайтуға болады:

$$\beta_c = 1 + 0,02(1 - c_{z,min}/c_z) = 1 + 0,02 \times 70 \times (1 - 40/70) = 1,6 < 2,5.$$

Жылжыту кедергісінің ұлғайтылған мәні:

$$\tau_{Rd} = 0,3 \times 1,6 = 0,48 \text{ МПа құрайды.}$$

Қоставр сөресі мен қима қырының арасындағы көлденең қиманың ауданы:

$$A_z = b_c c_z = 400 \times 70 = 28000 \text{ мм}^4.$$

Белгіленген бетон қимасының Y осінен ауырлық орталығына дейінгі арақашықтығы:

$$z = 0,5 h_c - 0,5 c_z = 0,5 \times 400 - 0,5 \times 70 = 165 \text{ мм.}$$

Бойлық жылжыту кезіндегі қиманың көтергіштік қабілетін анықтаймыз:

$$V_{z,Rd} = \tau_{Rd} I_y b_c / (z A_z) = 0,48 \times 2959 \times 400 / (0,165 \times 28000) = 123 \text{ кН.}$$

Келесі шарт орындалатындықтан жылжыту кезіндегі көтергіштік қабілеті қамтамасыз етілген:

$$V_{z,Ed} = 54 \text{ кН} < V_{z,Rd} = 123 \text{ кН.}$$

**А қосымшасы**  
(ақпараттық)

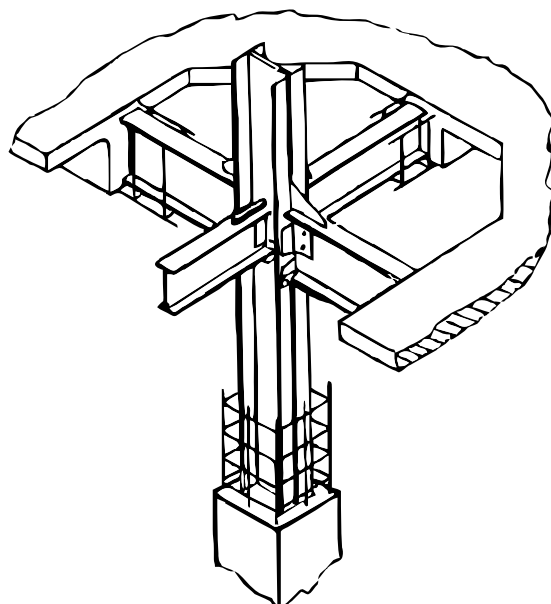
**Тұтас арматуралы болаттемірбетон конструкцияларын қолдану саласы**

**А.1 Ғимараттар қаңқасы**

А.1.1 Тұтас арматуралауды биік үйлерде және ауыр жүктелген қаңқа ғимараттарында қолдану ең тиімді болып табылады. Тұтас арматураның нәтижесінде, әсіресе, көп қабатты ғимараттардың төменгі қабаттары үшін маңызды конструкция габариттері кішірейеді. Сонымен қатар металл конструкциялармен салыстырғанда болат пішіндерді бетондау оларды тоттанудан және өрттен қорғаушы болып табылады.

А.1-суретте Мәскеудегі соғысқа дейінгі уақытта жобаланған және іске асырылмаған Кеңестер сарайының болат қаңқасының көрінісі көрсетілген. Қаңқаны монтаждағаннан кейін ригельдердің төменгі белдеулеріне аражабындар бетондалған және ригельдермен монолитті құйылған құрама қалқандардан тұратын қалыпты ілу жорамалданған.

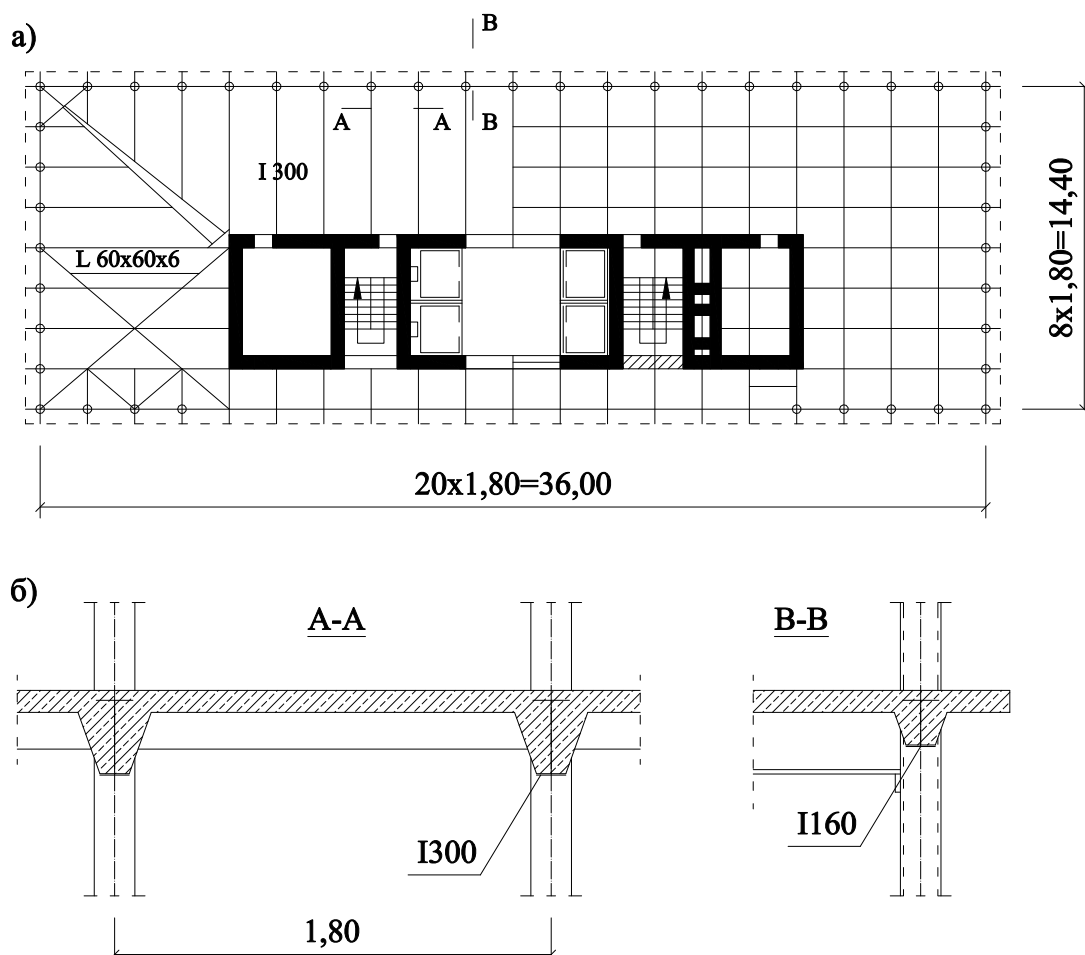
А.2-суретте қаңқасы бетондалған болат бағандардан және арқалықтардан жасалған әкімшілік ғимаратының конструктивті шешімі ұсынылған. Темірбетонды плиталарды тұрғызған кезде оларды ұстап тұратын болат арқалықтар бір уақытта монолитті құйылды. Ғимараттың кеңістік қаттылығы аражабындар және коммуникациялық шахталардың темірбетон қабырғалары түріндегі тік ядра есебінен қамтамасыз етілді.



**А.1-сурет –Мәскеудегі іске асырылмаған Кеңестер сарайының тұтас арматуралы болаттемірбетонды қаңқасының көрінісі [2]**

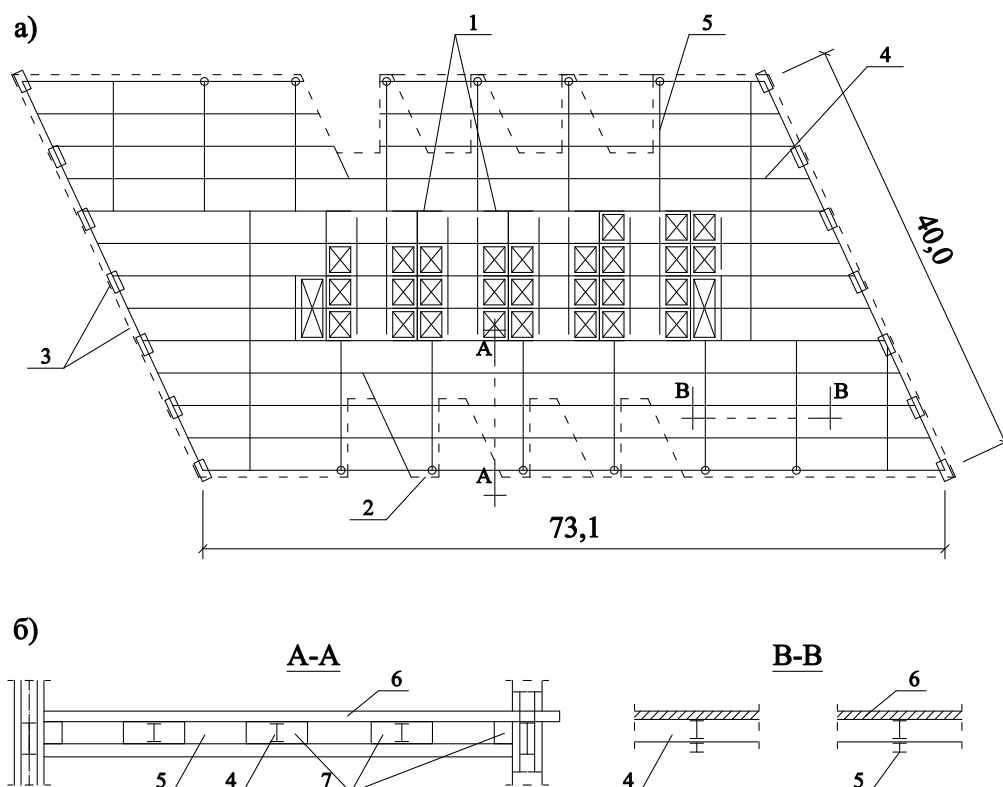
Осыған ұқсас шешім 50 қабатты ғимаратты тұрғызу кезінде қабылданған болатын, оның кеңістіктік қаттылығы болаттемірбетон аражабындары, қаттылықтың тік ядрасы және шеткі қабырғалардағы қаттылық диафрагмалары есебінен қамтамасыз етілді (А.3-сурет). Ғимараттың қабырғаларының және бағандарының қималары А.4-суретте

берілген. Ғимарат кезеңдермен тұрғызылды: болат қаңқаны монтаждағаннан кейін 10 қабат биіктікке аражабындарды бетондау және келесі 10 қабат биіктікке қаңқаны монтаждаумен қатар бағандарды монолитті құю жүргізілді.



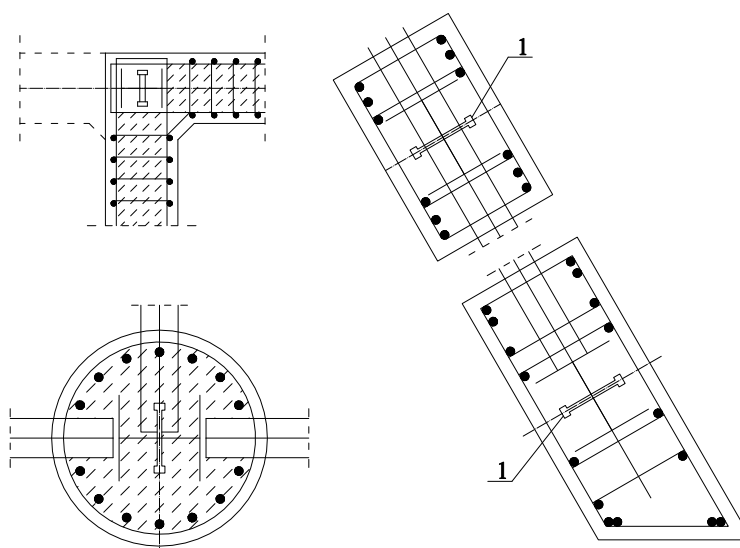
**А.2-сурет – Дюссельдорфтегі 25 қабатты Mannesmann әкімшілік ғимаратының типтік қабатының (а) және тік қимасының жоспары (б) [7]**

А.1.2 Биік ғимараттардың максималды көтергіштік қабілетіне және кеңістіктік қаттылығына сыртқы қабырғаларды орнату кезінде қатты тұйықталған қабық түрінде қол жеткізіледі. Америкалық SOM фирманың зерттеулеріне сәйкес мұндай қабырғалар тұтас арматураланған монолитті темірбетоннан тұрғызылады, олардың функцияларын болат қаңқаның шеткі бағандары атқарады (А.5 және А.6-суреттері).



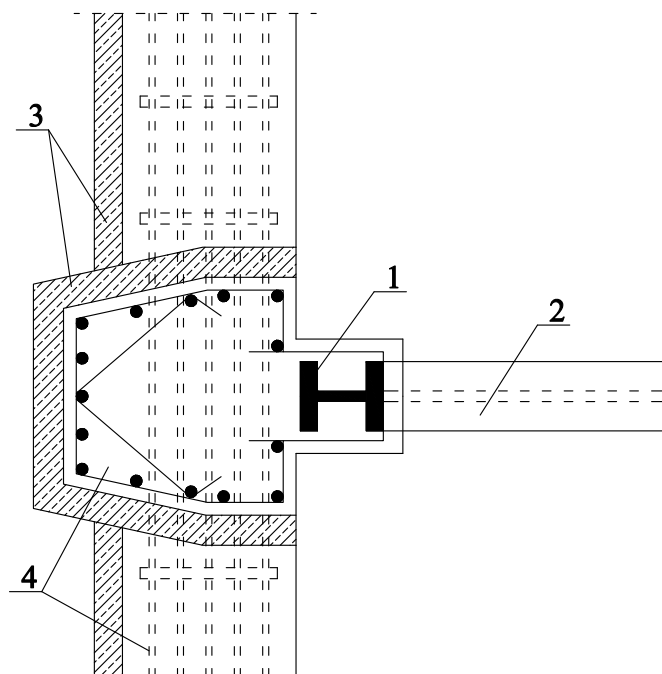
1 – болаттемірбетонды коммуникациялық шахта, 2 – тұтас арматуралы құбырбетонды бағандар, 3 – болаттемірбетонды бағандар, 4,5 – аражабындардың болаттемірбетонды арқалықтары, пішімделген төсемдегі темірбетонды плита, 7 – технологиялық коммуникацияларды өткізуге арналған қоставр аралықтарының қабырғаларындағы ойықтар

**А.3-сурет – Хьюстондегі 50 қабатты FirstCityTower ғимаратының болаттемірбетонды аражабындарының конструктивті шешімі[7]**



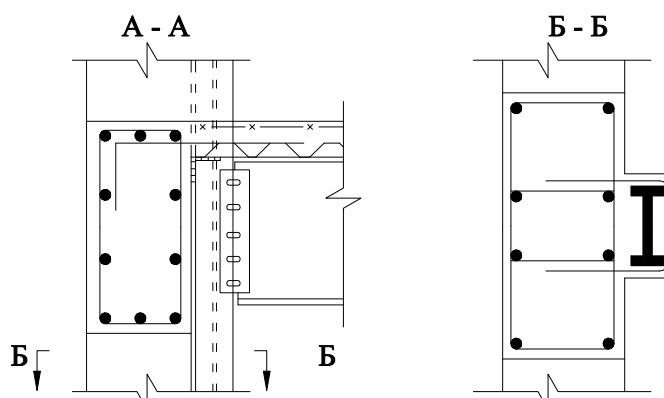
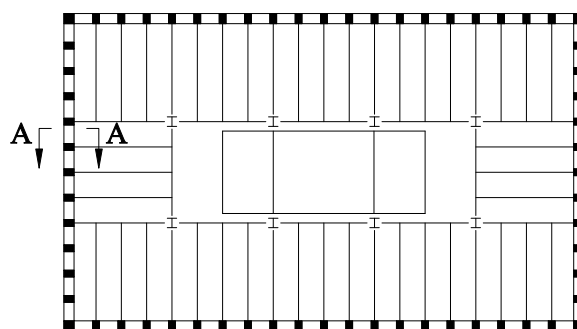
1 – анкерлік өзектер

**А.4-сурет – Хьюстондегі 50 қабатты FirstCityTower ғимараттың коммуникациялық шахталарының (а) және бағандарының (б,в,г) болаттемірбетонды қабырғаларының қимасы [7]**



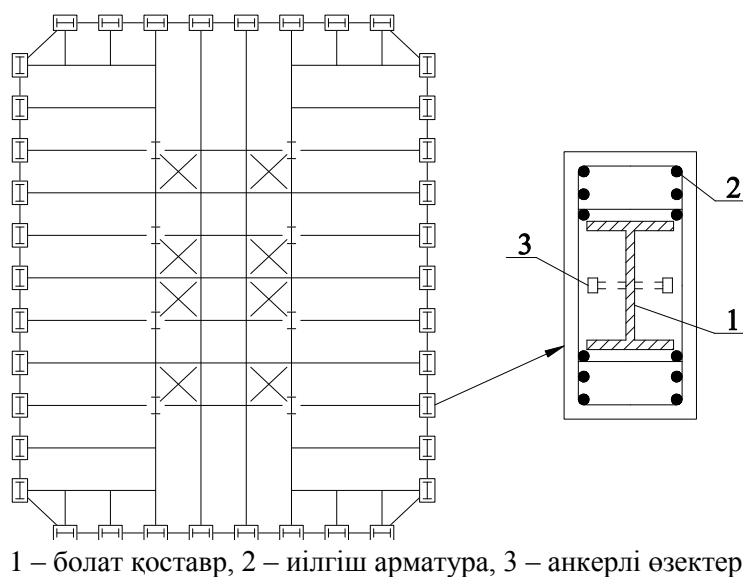
1 – дәнекерленген коставр түріндегі тұтас арматура, 2 – аражабындардың болат ригелі, 3 – қасбетті каптау, 4 – темірбетон бағаны және қабырғалық ригель

**А.5-сурет –Америкалық SOM фирмасымен жобаланған биік ғимараттардың көтергіш қабырға қаңқасының көлденең қимасы[7]**



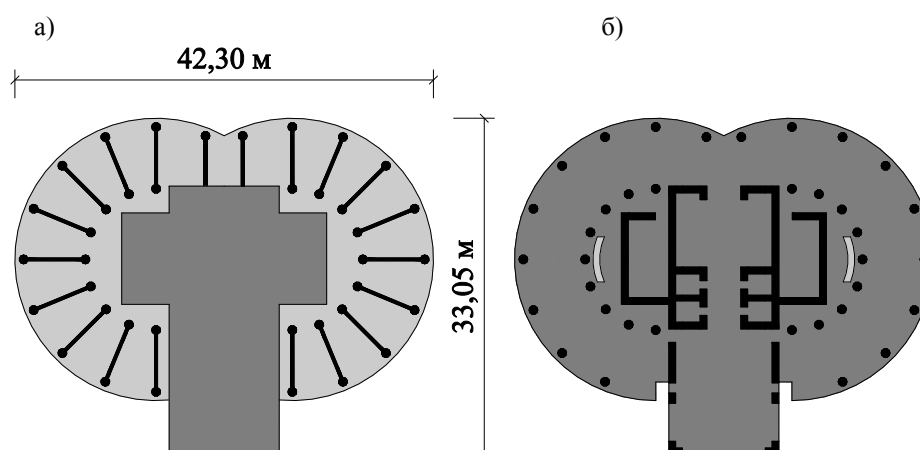
**А.6-сурет – Америкалық SOM фирмасымен жобаланған биік ғимараттардың көтергіш қабырға қаңқасының көлденең қимасы [7]**

А.1.3 Биік қаңқа ғимараттарын жобалаған кезде тұтас арматура болат бағандар және ригельдер түрінде қатты жиектеме қаңқасын түзе отырып, сыртқы темірбетон қабырғаларының қалыңдығы шектерінде орналасқан кездегі шешімдерді қолдануға тырысу керек (А.7-сурет).



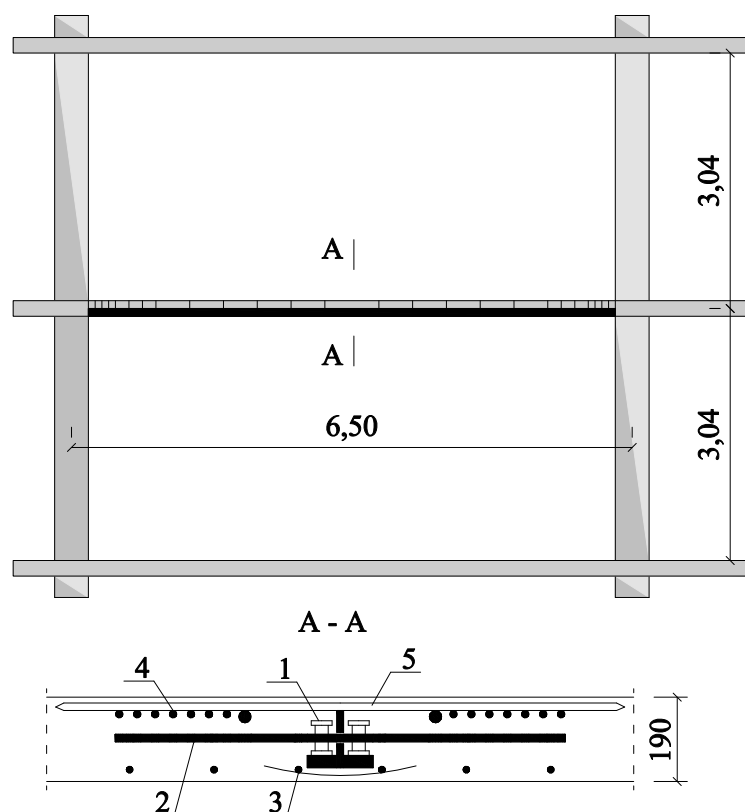
**А.7-сурет –АҚШ-ғы биік ғимараттының сыртқы қабырғаларының тұтас арматуралы темірбетон бағандары[7]**

А.1.4 А.8-суретте құбырбетонды бағандар және тұтас арматуралы болаттемірбетонды аражабындарды қолдану арқылы қимасы таврлық болат арқалықтар түрінде салынған биік ғимарат қаңқасының конструктивтік шешімі ұсынылған.



**А.8-сурет –Венадағы 50 қабатты MilleniumTower ғимаратының болаттемірбетон аражабындары бар жиектемелердің (а) және бағандардың (б) конструктивтік сызбасы [7]**

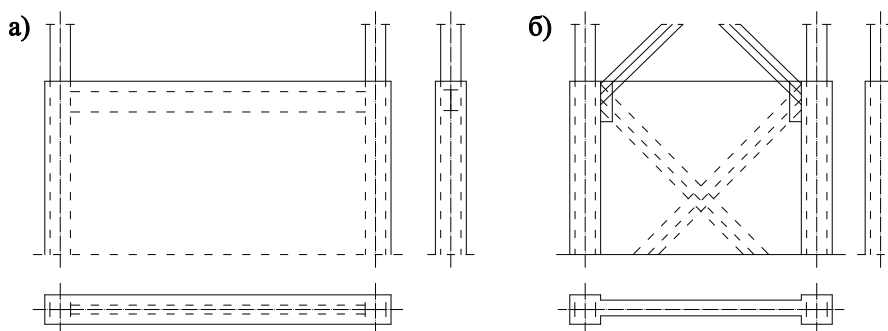
в)



1 – анкерлі өзектер, 2 – көлденең арматура, 3 – арматура торы, 4 – аражабындардың тавр арқалықтарының тіректі арматуралануы, 5 – плитаның тіректі арматуралануы

**А.8-сурет – Венадағы 50 қабатты Millenium Tower ғимаратының болаттемірбетон аражабындары бар жиектемелердің (а) және бағандардың (б) конструктивтік сызбасы [7] (жалғасы)**

А.1.5 Тұтас арматуралауды ғимараттардың болат қаңқаларының қаттылығын тік темірбетонды диафрагмаларда қолдану керек. Мұндай диафрагмалар әдетте өртке қарсы жоғары талаптар көрсетілетін баспалдақ торларының, коммуникациялық шахталардың қабырғаларымен қатар қолданылады (А.9-сурет).

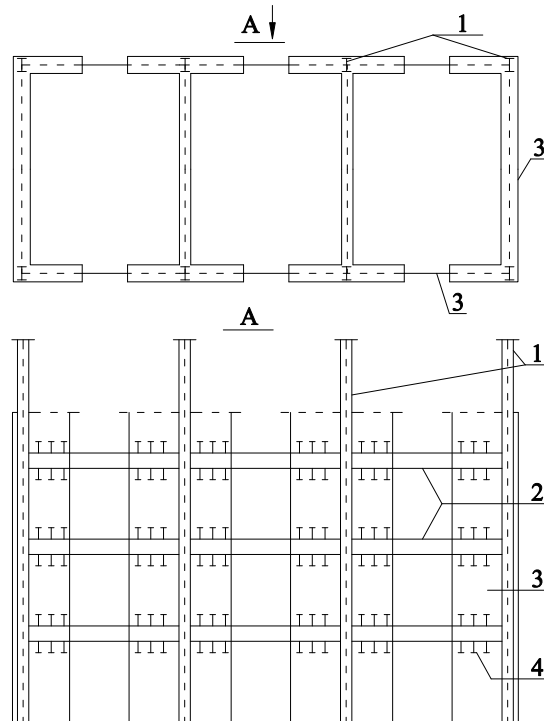


**А.9-сурет – Бағандармен және ригельдермен (а) не болмаса монолитті құйылған торлы байланыстармен (б) біріктірілген тік монолиттік қаттылық диафрагмалары [7]**

А.1.6 А.10-суретте бір мезгілде биік ғимараттың қаттылық ядросы болып табылатын коммуникациялық шахта қабырғаларының конструктивтік шешімі берілген. Есік

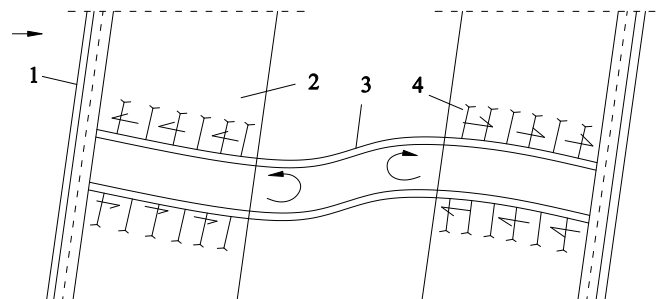
ойықтары арасындағы монолитті темірбетон қабырғаларының учаскелері анкерлік өзектердің көмегімен болат ригельдермен біріктірілген. Осының нәтижесінде көлденең әсер етулерді қабылдаған кезде ригельдер мен темірбетон қабырғаларының ортақ жұмысы қамтамасыз етіледі (А.11-сурет).

А.1.7 Қаттылық диафрагмасы болып табылатын тар темірбетон аралықтары кезінде олардың болат қаңқамен біріктірілуін жартылай (А.12а-сурет) немесе толықтай (А.12в-сурет) бетондалуы мүмкін бағандары бар жапсарларда жүзеге асыру біршама мақсатты.



1 – болат бағандар, 2 – болат ригельдер, 3 – монолиттік темірбетон қабырғалары, 4 – біріктіргіш анкер өзектері

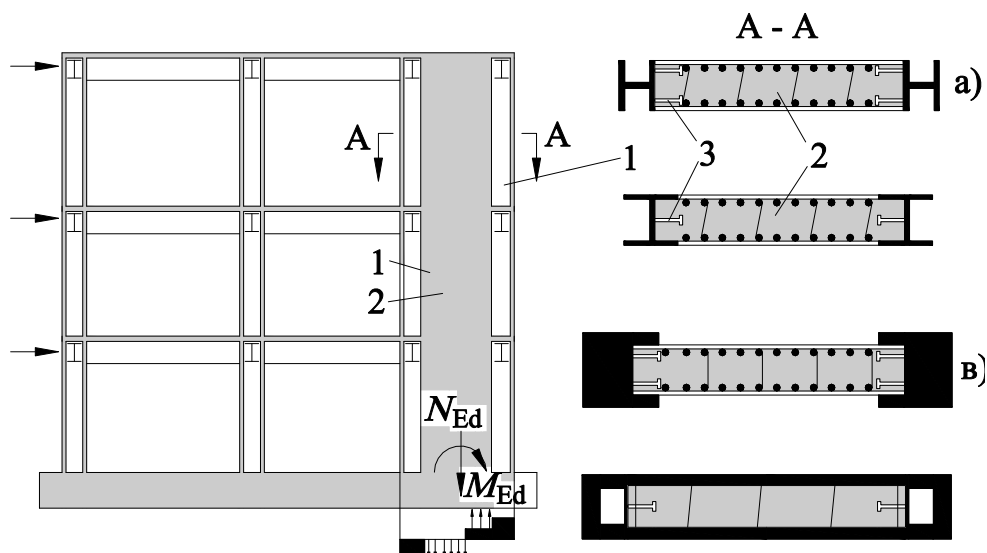
**А.10-сурет – Тік монолиттік қаттылық диафрагмаларының биік ғимараттың коммуникациялық шахтасының металл қаңқасымен біріктірілуі [7]**



1 – болат бағандар, 2 – монолиттік темірбетон қабырғалар, 3 – болат ригель, 4 - біріктіргіш анкер өзектері

**А.11-сурет - Көлденең әсер етулер кезіндегі болат ригельдердің тік монолиттік қаттылық диафрагмаларымен ортақ жұмысының сызбасы [7]**

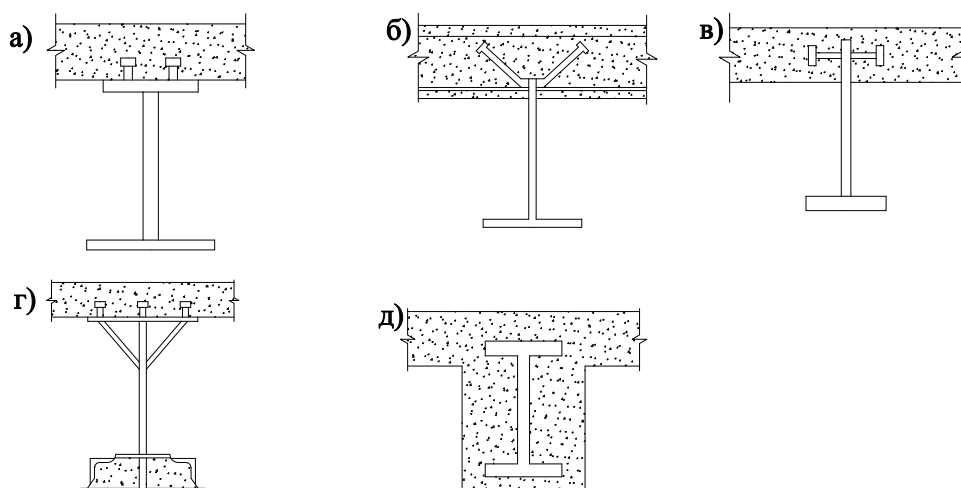




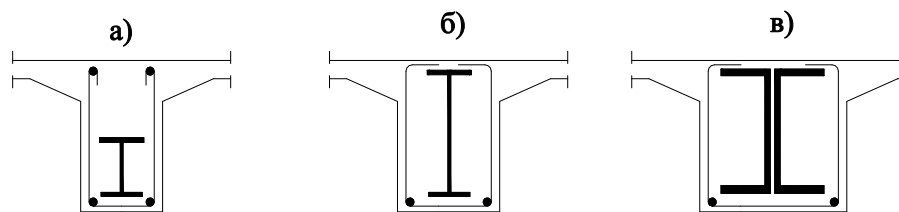
1 – болат бағандар, 2 – монолиттік қаттылық диафрагмасы, 3 – біріктіргіш анкер өзектері  
**А.12-сурет –Тік монолиттік қаттылық диафрагмаларының болат қаңқаның бағандарымен біріктірілуі [11]**

## А.2 Болаттемірбетонды арқалықтар

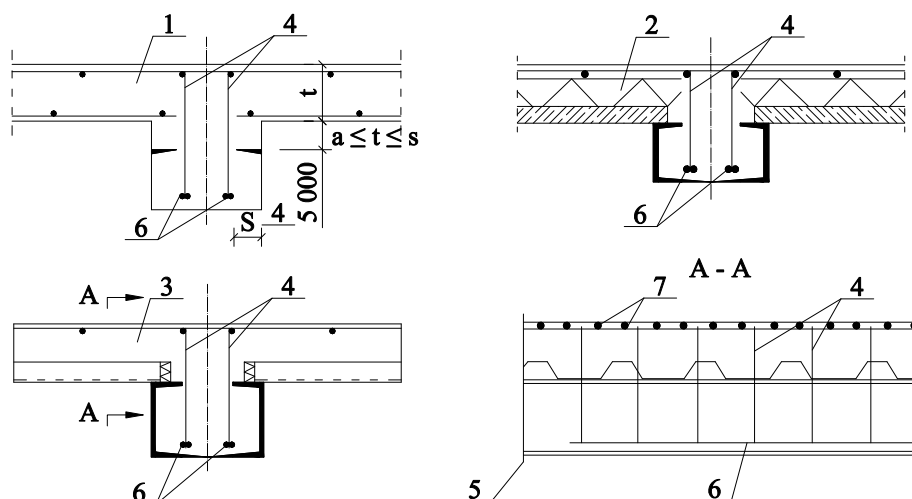
А.2.1 Тұтас арматуралы арқалықтар өзіндік конструктивтік элементтер не болмаса басқа конструкциялармен интеграцияланған көтергіш элементтер, мысалы, темірбетон аражабындары болып табылуы мүмкін. Тұтас арматура ретінде артықшылықты прокаттық қоставрларға және швеллерлерге беру керек (А.13 және А.14-суреттер). Қосарланған швеллерлер жазылған енді қиманың қабырғаларында қолданылады (А.15-сурет).



**А.13-сурет – Темірбетон плитамен біріктірілген металл арқалықтар [5]**



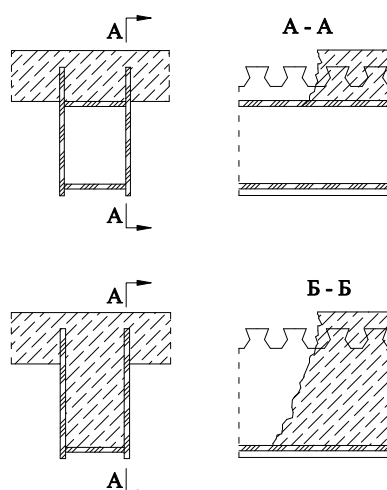
**А.14-сурет – Қоставрларды (а, б) және швеллерлерді (в) қырлы болаттемірбетон аражабындарының тұтас арматурасы ретінде қолдану нұсқалары [2]**



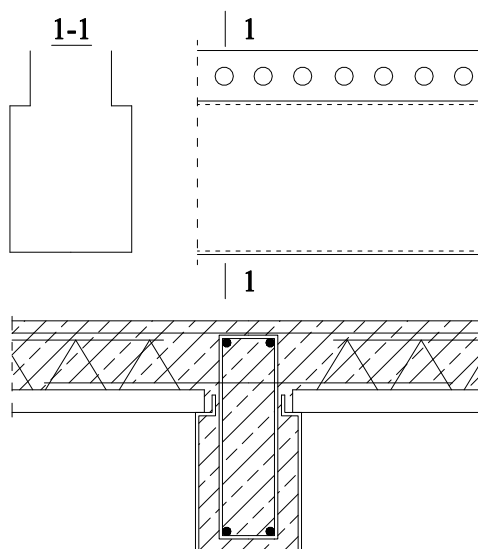
1 – монолиттік темірбетон плита, 2 – болат торлы құрама плиталар, 3 – бетон, 4 – көлденең арматура, 5 – тіректі ернемек, 6 – бойлық арматура

**А.15-сурет – Прокатты швеллерлерді қабырғалардың тұтас арматурасы ретінде қолданумен қабырғалық аражабындар [7]**

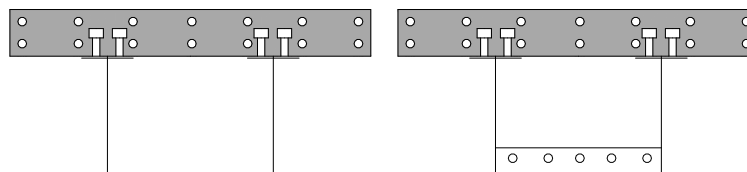
А.2.2 Ауыр салмақты аражабындарда не болмаса көпірлердің аралық құрылысындағы тұтас арматура ретінде артықшылықты дәнекерленген қорапты немесе астау тәрізді қималарға беру керек (А.16 – А.18-сурет).



**А.16-сурет – Қорапты және астау тәрізді дәнекерлеу қималарының тұтас арматуралы болаттемірбетонды арқалықтары [16]**

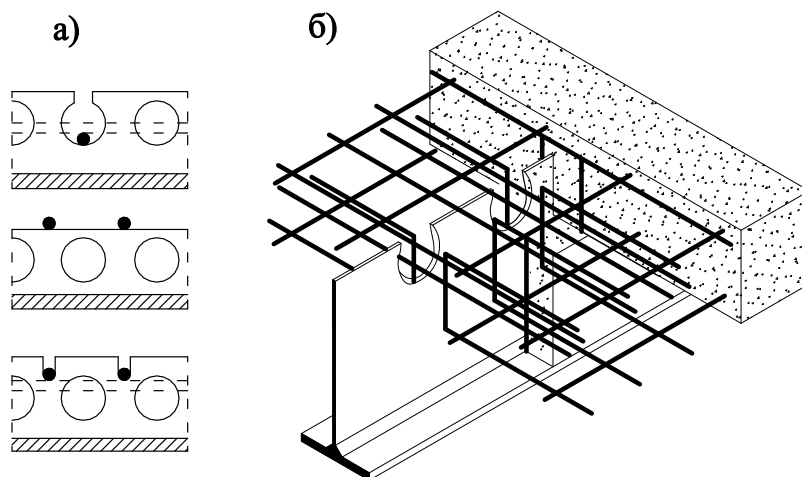


**А.17-сурет – Астау тәрізді қиманың суықтай иілген болат пішіндері түріндегі тұтас арматуралы қабырғалық болаттемірбетонды аражабын [9]**

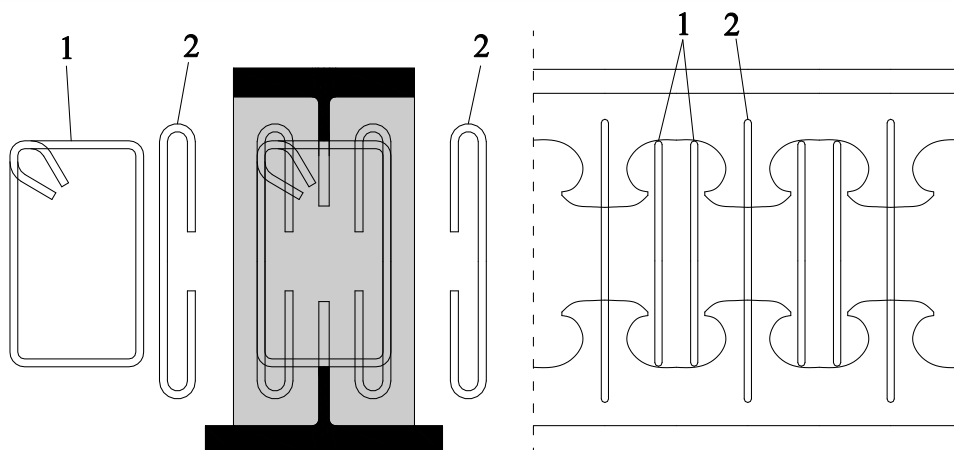


**А.18-сурет – Көпір аралық құрылыстардың астау тәрізді болат арқалықтармен болаттемірбетонды қималары [23]**

А.2.3 Бетон мен болатты біріктіруді қалыптастырылған бастиектері бар анкерлік өзектердің көмегімен орындау керек. Жағдайлар қатарында бетонмен біріктіруді перфорирленген немесе тарақ тәрізді қабырғалардың және иілгіш арматураның көмегімен қолдану дұрыс болуы мүмкін (А.19 және А.20-суреттері).



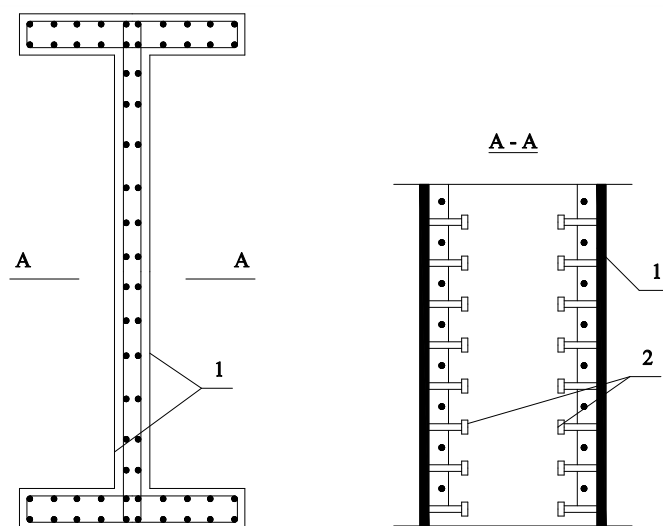
**А.19-сурет – Бетонмен тавр қимасының арқалықтарын перфорирленген қабырғаның (а) және иілгіш арматураның (б) көмегімен біріктіру [18]**



1 – қамыттар, 2 – көлденең арматура

**А.20-сурет – Болаттемірбетонды арқалықтың бетонмен иілгіш арматураның және тарақ тәрізді қабырғалардың көмегімен біріктірілген тавр қималарының белдеулерімен көлденең қимасы [12]**

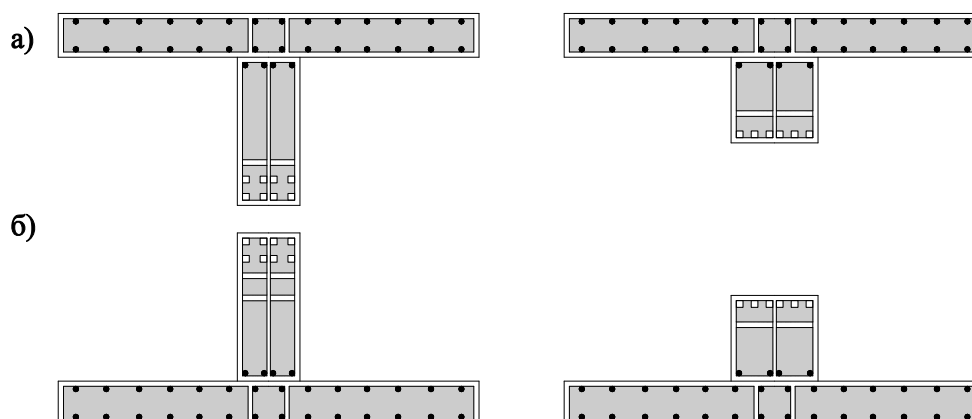
А.2.4 Көлденең қиыққа көтергіштік қабілетін арттыру мақсатында биік қоставр темірбетон арқалықтарындағы қабырға кеңістігінің арасы бетонмен толтырылған тік болат табақтар түрінде орындалуы мүмкін (А.21-сурет).



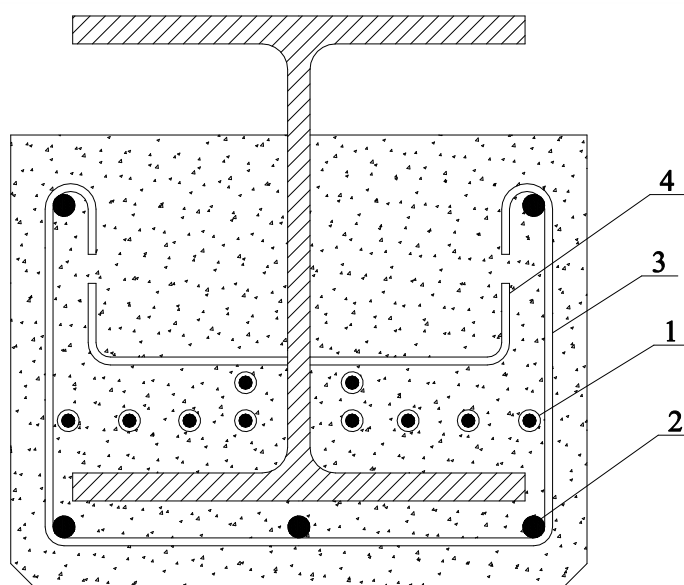
1 – болат табақтар, 2 – анкерлік өзектер

**А.21-сурет – Болаттемірбетонды қабырғасы бар темірбетонды арқалық [7]**

А.2.5 Құрама темірбетонның дамыған өндірістік базасы бар болған кезде артықшылықты құрама немесе құрама-монолиттік болаттемірбетонды арқалық құралымдарына беру керек. Құрама арқалықтарға мысалдар А.22 және А.23-суреттерде берілген.



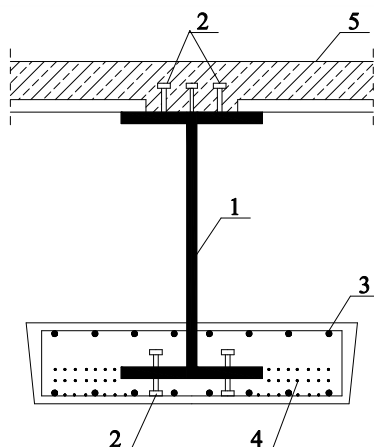
**А.22-сурет – Темірбетонды плиталарды жоғары (а) және төмен (б) орналастыру арқылы зауыттық дайындалған болаттемірбетонды арқалықтардың қимасы [23]**



1 – алдын-ала созылатын арматура, 2 – иілгіш бойлық арматура, 3 – көлденең арматура, 4 – қоставр қабырғасындағы саңылау арқылы өткізілген олардың болатты арматура анкерлері

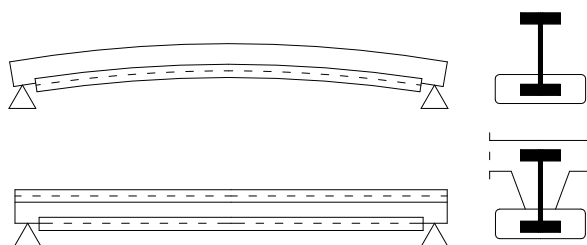
**А.23-сурет – Зауыттық дайындалған алдын-ала кернеуленген құрама болаттемірбетонды арқалық [9]**

А.2.6 А.24-суретте алдын-ала кернеуленген Preflex құрама арқалықтарының конструктивтік шешімі, ал А.25-суретте оларды дайындау кезеңдері берілген. Бастапқыда металл қоставр кері иілуге ұшырайды, ал оның төменгі белдеуі бетондалады. Кері иілу бетон беріктікті толық жинағанға дейін шыдайды, осыдан кейін пайдалану кернеуімен кернеудің қарама-қарсы белгісін сақтай отырып, арқалық жеңілдетіледі. Құрылыс алаңында қалыпты ұстап тұруға арналған көрсетілген арқалықтарды қолдану арқылы темірбетон плиталарды бетондау жүзеге асырылады.



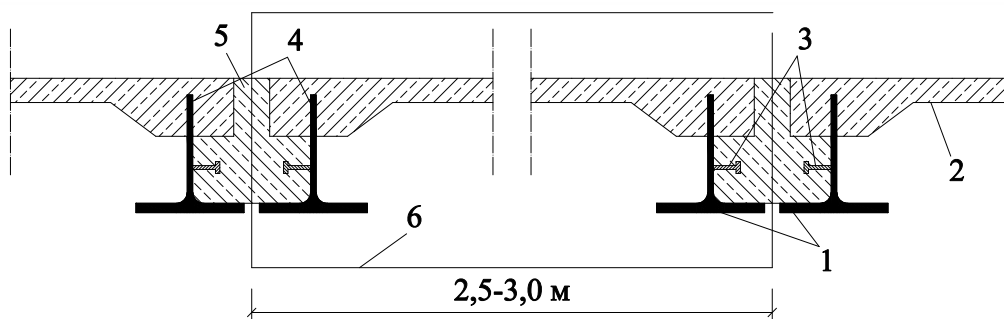
- 1 – болат қоставр, 2 – қалыптастырылған бастиектері бар анкерлік өзектер, 3 – бойлық арматуралау, 4 – болат ішектер түріндегі алдын-ала кернеуленген арматура, 5 – темірбетонды монолиттік аражабын плита

**А.24-сурет – Алдын-ала кернеуленген болаттемірбетон арқалық аражабындарының көлденең қимасы Preflex [7]**



**А.25-сурет –Preflex фирмасының тұтас арматуралы болаттемірбетонды аражабындарын дайындау кезеңдері [9]**

А.2.7 А.26-суретте ені 2,5-тен 3,0 м дейінгі жеке блоктардан монтаждалатын құрама-монолиттік аражабындар қимасы берілген.

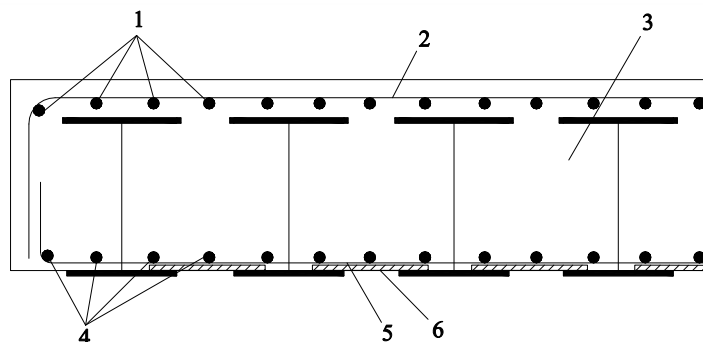


- 1 – болат таврлар, 2 – зауыттық дайындалған темірбетон плита, 3 – қалыптастырылған бастиектері бар анкерлік өзектер, 4 – тавр қабырғасындағы анкерлеуші «тарак», 5 – құйылатын бетон, 6 – құрама монтаждау блогі

**А.26-сурет – Тавр қимасының металл арқалықтары бар құрама-монолиттік аражабын [21]**

### А.3 Болаттемірбетонды аражабындар

А.3.1 Болаттемірбетонды аражабындардағы тұтас арматура созылған аймақтағы секілді сығылған аймақты қосқанда қиманың барлық биіктігі бойынша орналасуы мүмкін. Плитаның жоғарғы қорғаныш қабатының қалыңдығын сол кездегі бетондау қолайлылықтарына байланысты төменгі қорғаныш қабаты жоқ болған кезде талап етілген өрт қауіпсіздігі жағдайынан белгілеу керек, ал өртке қарсы талаптар жанғыш емес материалдардан жасалған тосқауылдармен қамтамасыз етіледі (А.27 – А.29-суреттер).

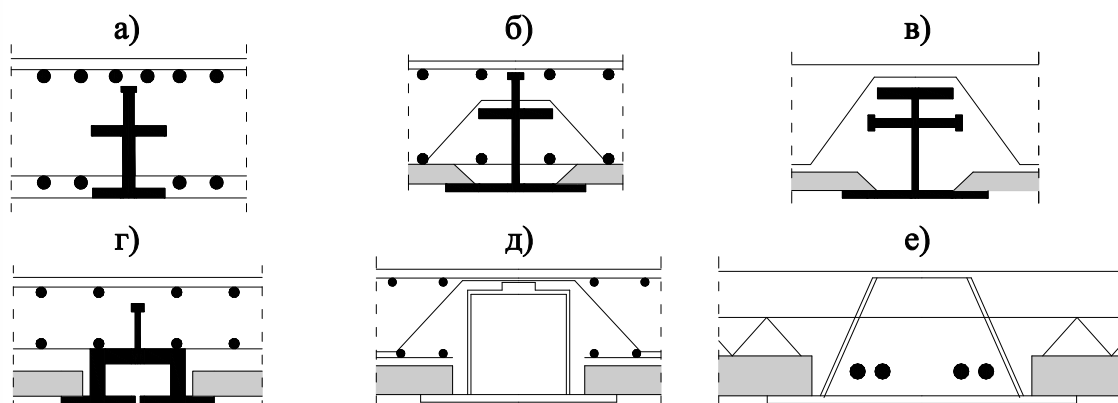


1 – жоғарғы арматура өзектері, 2 – жоғарғы көлденең арматура, 3 – бетон, 4 – төменгі арматура өзектері, 5 – төменгі көлденең арматура, 6 – қалқан қалып

**А.27-сурет – Көпір төсемінің дәнекерлеу қоставр түріндегі тұтас арматуралаумен көлденең қимасы [10]**

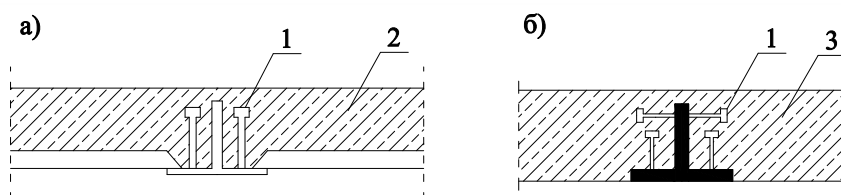


**А.28-сурет – Болаттемірбетонды аражабындарда қолданылатын тұтас арматура қимасы [13]**



**А.29-сурет – А.28-суретте кескінделген тұтас арматуралы болаттемірбетонды плиталардың қимасы [17]**

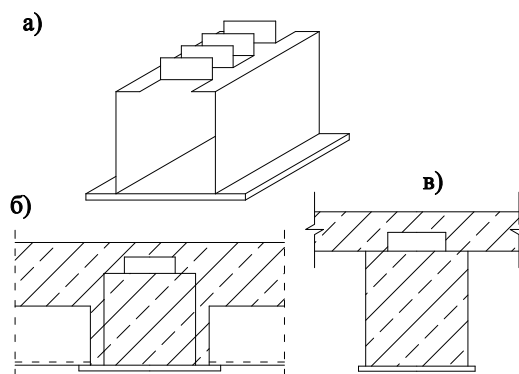
А.3.2 Дайындауда ең қолайлысы сөрелерге бетондау процесінде пішінделген болат төсемдер (А.30а-сурет) не болмаса уақытша қалып (А.30б-сурет) қойылуы мүмкін таврлар түріндегі тұтас арматуралы плиталар болып табылады.



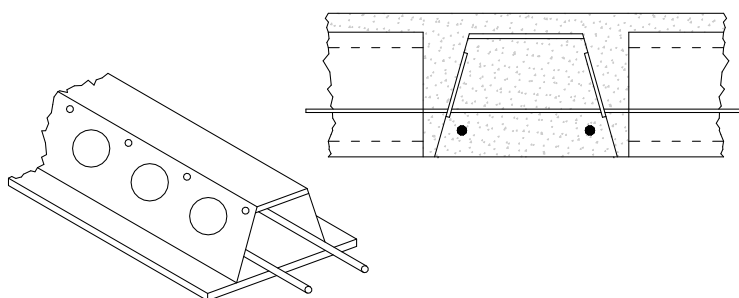
1 – қалыптастырылған бастиектері бар анкерлі өзектер, 2 – пішінделген болат табақтағы темірбетонды плита, 3 – монолиттік темірбетон плита

**А.30-сурет – Темірбетонды аражабын плиталарының болат таврлар түріндегі тұтас арматурамен көлденең қимасы [7]**

А.3.3 Жоғары көтергіштік қабілеті және қаттылығы бар аражабындарда тұтас арматуралау ретінде А.31 және А.32В-суреттерде көрсетілген арнайы болат пішіндерді мақсатты қолдану.



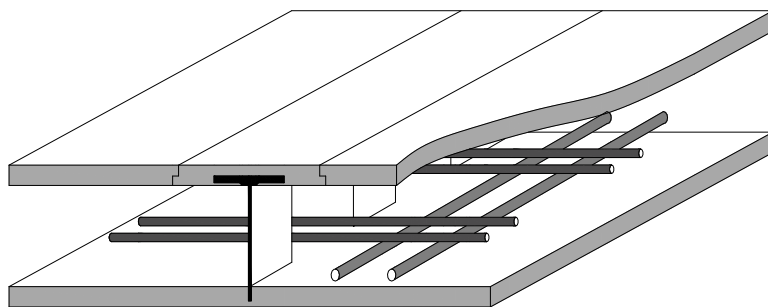
**А.31-сурет – Ашық қорап қимасының дәнекерлеу пішіндері түріндегі тұтас арматуралы болаттемірбетонды аражабын [9]**



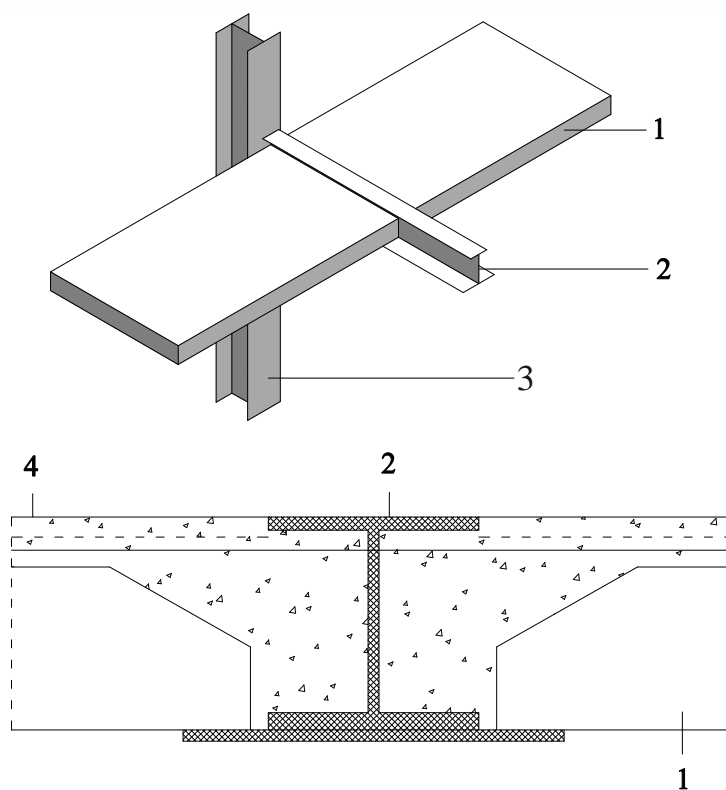
**А.32-сурет – Тұйықталған қорап қимасының дәнекерлеу пішіндері түріндегі тұтас арматуралы болаттемірбетонды аражабын [9]**



А.3.4 Құрама темірбетонның дамыған өндірістік базасы бар болған кезде артықшылықты құрама не болмаса құрама-монолиттік аражабындарға беру керек (А.33 және А.34-суреттер).



**А.33-сурет – Зауыттық дайындалған болатбетонды қоставр түріндегі тұтас арматуралы құрама-монолиттік болаттемірбетон плита [15]**

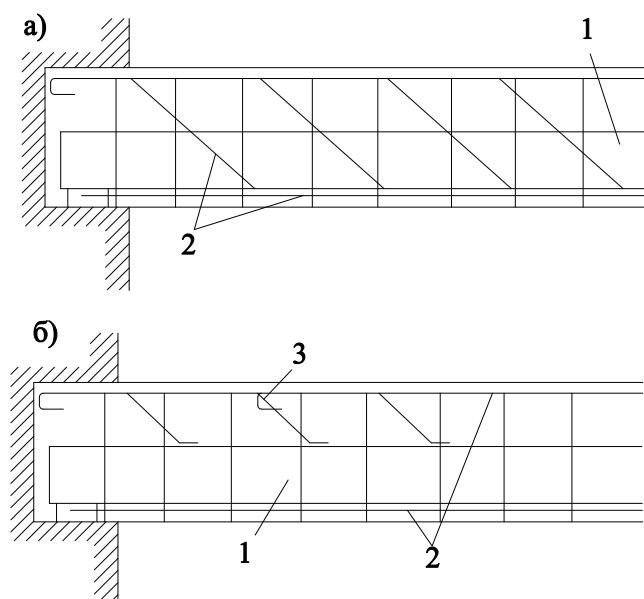


1 – зауыттық дайындалған темірбетон плита, 2 – плиталарды монтаждауға арналған күшейтілген төменгі белдеуі бар болат қоставр, 3 – баған, 4 – монолитті құйылған бетон

**А.34-сурет – Болат қоставр және олармен біріктірілген зауыттық дайындалған темірбетонды плиталар түріндегі тұтас арматуралы құрама-монолиттік аражабын [21]**

А.3.5 Болаттемірбетонды арқалықтардағы тұтас арматураның аз биіктікті қимасымен және бетон плитасының үлкен қалыңдығымен бетонның кесілуі металл пішіндері үстінде

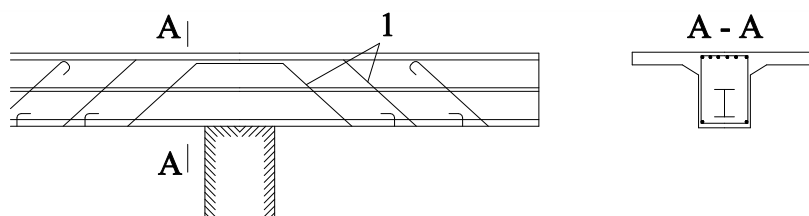
болуы мүмкін. Бұл жағдайда жоғарғы сөреге тұтас арматурамен дәнекерленген көлденең орналасқан өзектермен, не болмаса қосымша жұмысшы иілгіш арматураны бұгумен жүзеге асуы мүмкін бетонды қосымша арматуралау керек (А.35-сурет).



1 – тұтас арматура, 2 – иілгіш арматура, 3 – қисық анкерлік өзектер

**А.35-сурет – Бір аралықты тұтас арматуралы болаттемірбетонды арқалықтардың тірек жанындағы аймақтарды қосымша арматуралау [2]**

А.3.6 Қиманың аз биіктігін кесілмеген тұтас арматуралы болаттемірбетонды арқалықтардағы тіректі иілгіштік моменттермен туындаған созғыш күштерді қабылдау үшін тірек аймақтарын қосымша иілгіш арматуралармен күшейту керек (А.36-сурет).

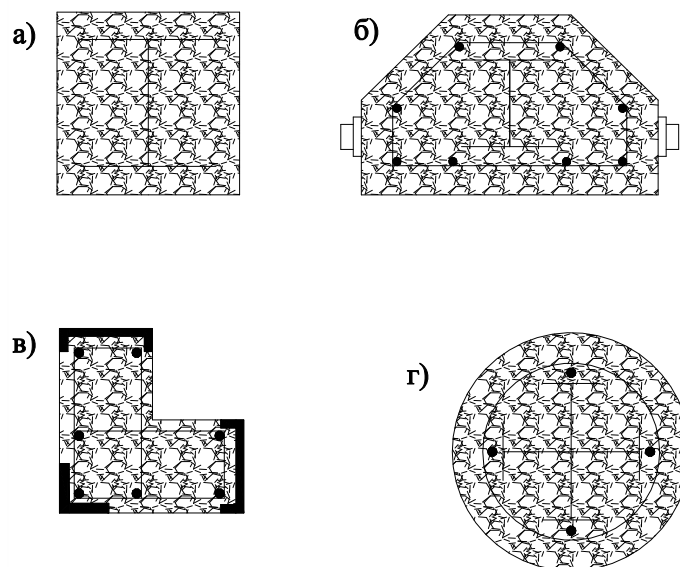


1 – иілгіш майыстырылған арматура

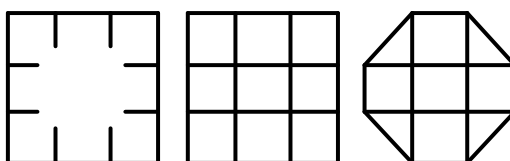
**А.36-сурет – Кесілмеген тұтас арматуралы болаттемірбетонды арқалықтардың тірек жанындағы аймақтарын арматуралау [2]**

#### А.4 Болаттемірбетонды бағандар

А.4.1 Болаттемірбетонды бағандардың көлденең қималарында екі симметриялы осі болуы және ұзындығы бойынша тұрақты болуы тиіс. Тұтас арматура ретінде көбінесе қоставрлар, швеллерлер және бұрыштар жиі қолданылады. Тәжірибеде қиманың басқа пішіндері қолданылуы мүмкін (А.35 және А.36-суреттер).

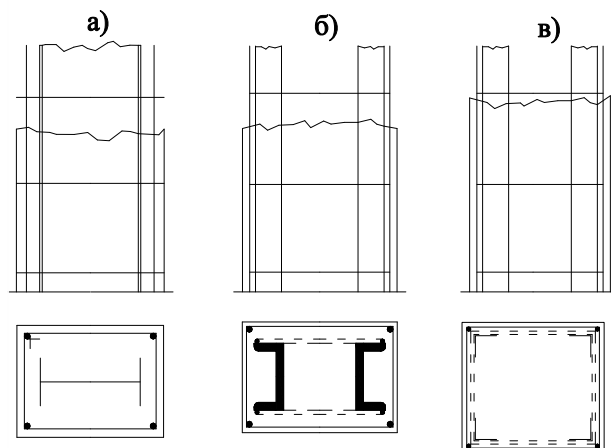


**А.35-сурет – Қоставрлар (а, б), швеллерлер және бұрыштар (в) және крест тәрізді пішіндер (г) түріндегі тұтас арматуралы болаттемірбетон бағандар қималарының түрлері [5]**



**А.36-сурет – Көпір болаттемірбетонды тіректердің тұтас арматура түрлері [20]**

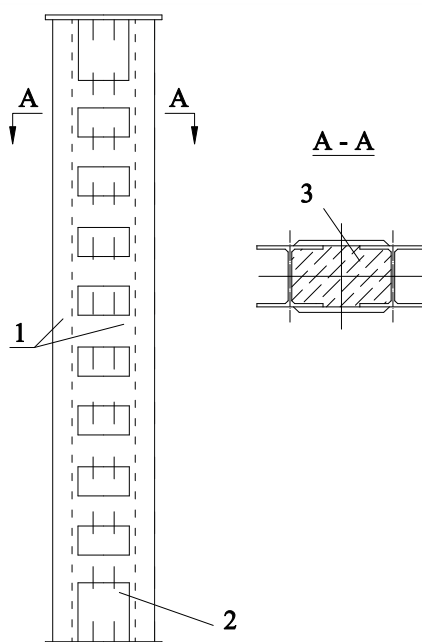
А.4.2 Бетондау қолайлылығы тұрғысынан артықшылықты дара қоставрлардан жасалған тұтас арматураға беру керек (А.37а-сурет). Дегенмен мұндай арматуралау сөрелердің жазықтығында бетондалмаған пішіндің жоғарғы иілгіштігіне байланысты монтаждау кезеңінде аз тиімді. Осыған байланысты ең қолайлысы бір-бірінен максималды арақашықтықта орналасқан және өзара плитайлармен жалғанған екі швеллерден немесе қоставрдан тұратын қима болып табылады (А.37б-сурет). Осының нәтижесінде болатбетонды қиманың иілгіштік қаттылығы біршама көтеріледі, бұл орталықтан тыс сығылған ауыр салмақ түсірілген бағандар үшін ерекше маңызды. Монтаждау процесінде максималды иілгіш қаттылығына бұрыштар түрінде бағанның барлық төрт қыры бойынша тұтас арматураны орналастыратын қима ие болады (А.37в-сурет).



**А.37-сурет – Бір тармақты (а), екі тармақты (б) және төрт тармақты өзектер түріндегі тұтас арматуралы болаттемірбетонды бағандар [2]**

А.4.3 Бірнеше пішіндерден тұратын тұтас арматураны өзара тақтайлармен жалғау керек, бұрыштармен торлап жалғаған кезде бағандарды бетондау қиындатылады. Осы түсініктермен қаттылықтың көлденең диафрагмаларын қолдануға рұқсат етілмейді.

А.4.4 Пайдаланылатын ғимараттарда болат бағандардың отқа төзімділігінің бір уақытта көтерілуі немесе қоршаған ортаның агрессивтік әсерлеріне қарсы келуі кезінде оларды күшейту қажеттілігі жиі туындайды. Бұл жағдайларда тұтас арматура ретінде есептеу қажет болатын бағандарды толық немесе жартылай бетондау тиімді болуы мүмкін (А.38-сурет).



1 – болат қоставрлар, 2 – көлденең тақтайлар, 3 - бетон

**А.38-сурет - Қолданыстағы ғимараттың болат бағанын жартылай бетондау арқылы күшейту [2]**

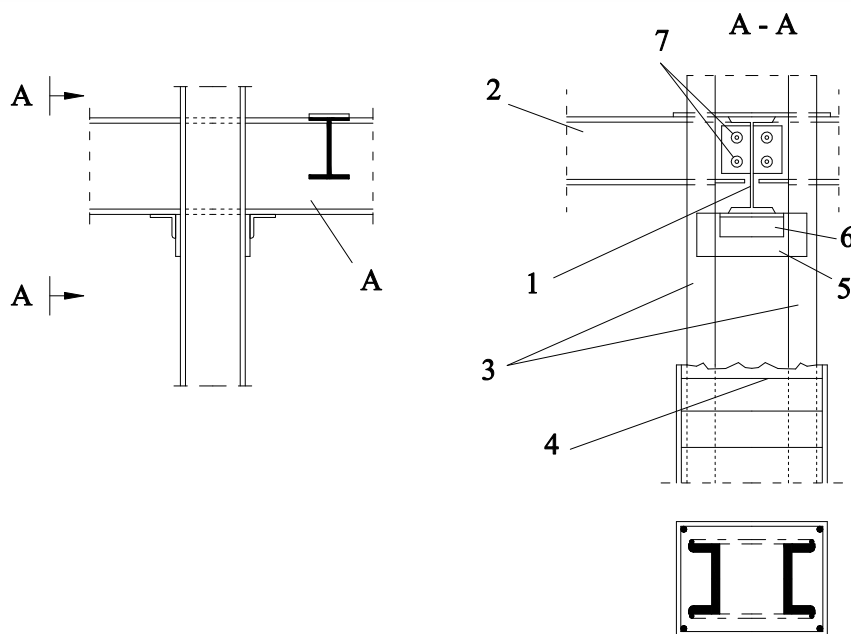
**Б қосымшасы**  
(ақпараттық)

**Тұтас арматуралы болаттемірбетонды элементтерді тораптық жалғау**

Б.1 Тұтас арматуралы бағандарды және ригельдерді тораптық жалғауларды жобалау кезінде металл конструкцияларда қолданылатын шешімдерді қолдану керек. Тұтас арматураны жалғау дәнекерлеумен және бұрандамалармен жүзеге асуы мүмкін.

Б.2 Арқалықтарды бағандармен жалғауды ықшамдылармен, олардың сапалы бетондалу мүмкіндіктерін есепке алу арқылы жобалау керек. Жалғауларда бетондауды қиындататын көлденең шығып тұратын элементтерден аулақ болу керек. Бағанмен тек бір бағыттағы арқалықтар қиылысатын жалғауларға көңіл бөлу керек, ал перпендикуляр бағыттардағы арқалықтар, мысалы, сырғауылдар бағандардан тыс орналасады.

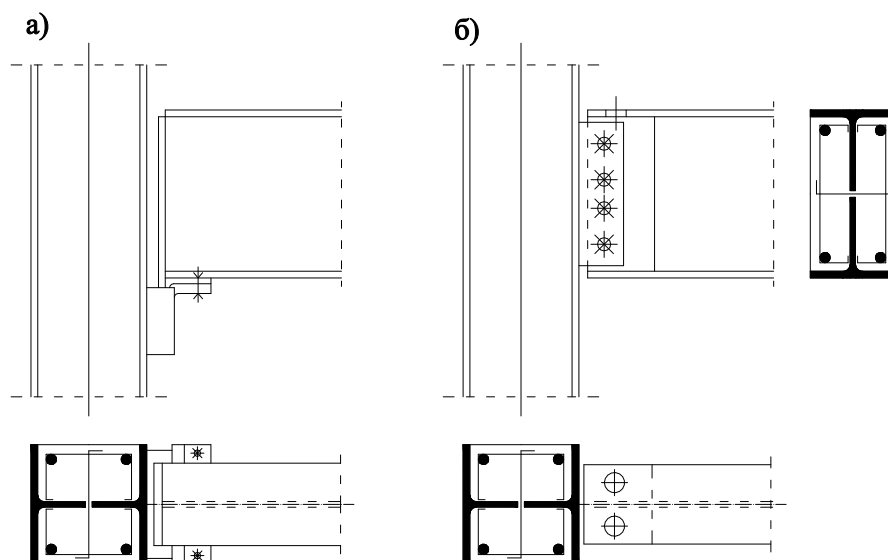
Б.3 Ең қарапайым шешім көлденең тұтас арматураны бағандарды тұтас арматуралау болып табылатын тік тармақтар арасында өткізу болып табылады (Б.1-сурет). Бұл жердегі тораптық жалғаудағы арқалық және бағанның тұтас арматурасы үздіксіз болып қалады. Дегенмен, мұндай жалғау қиманың сәйкес келетін өлшемдері және прокатты пішіндерді орналастыру кезінде мүмкін.



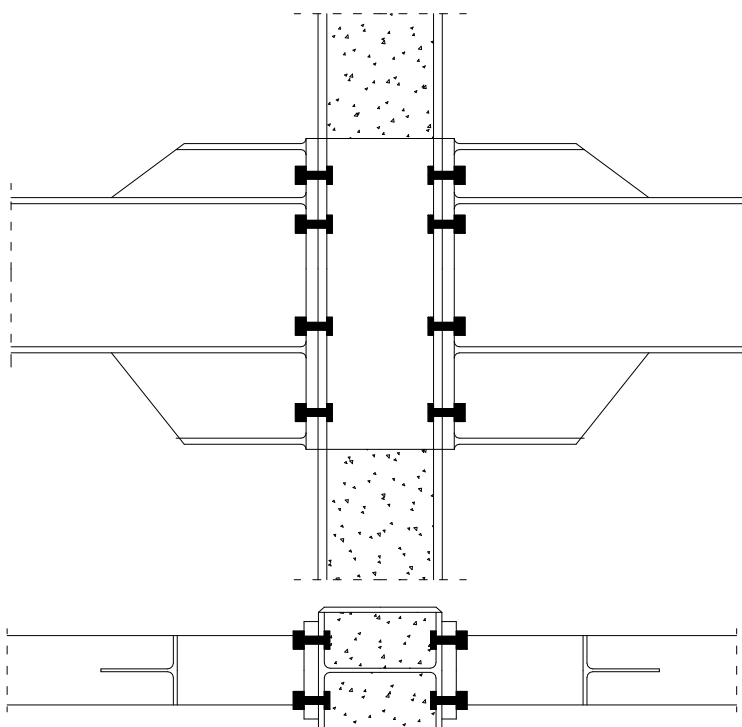
1 – негізгі арқалық, 2 – жүгірпе, 3 – швеллерлерден жасалған тұтас арматура, 4 – көлденең арматура, 5 – көлденең тақтай, 6 – тірек бұрышы, 7 – монтаждау бұрандамалары

**Б.1-сурет – Бағандарды ригельдермен жалғау нұсқасы [2]**

Б.4 Егер арқалықтар мен бағандардың тұтас арматурасы жалғау орнында олардың біреуі үзіліссіз жіберілуі мүмкін болмаса, онда жанасқан жалғауды орындау керек, олардың нұсқалары Б.2 және Б.3-суреттерде көрсетілген.

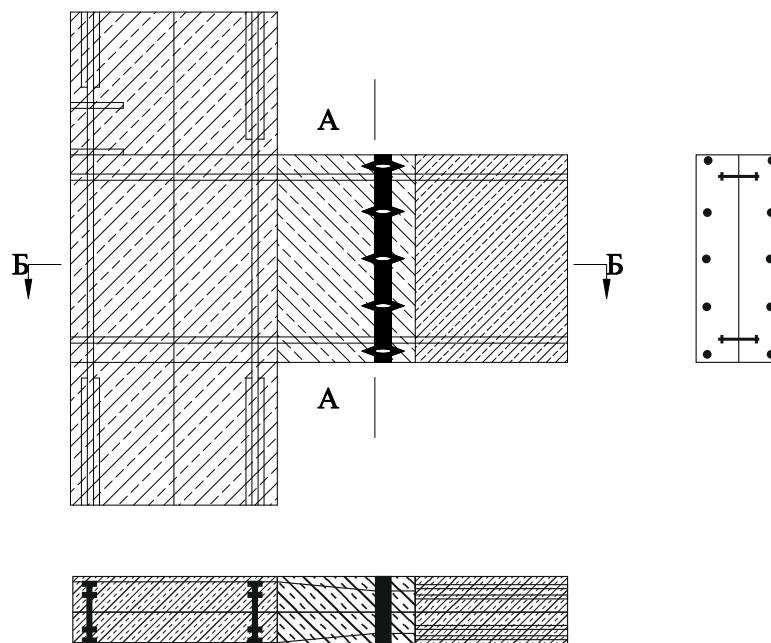


**Б.2-сурет – Тұтас арматуралы болаттемірбетон ригельдерді және бағандарды тірек ернемегінің (а) және бұрандама жалғаулардың (б) көмегімен жалғау [7]**



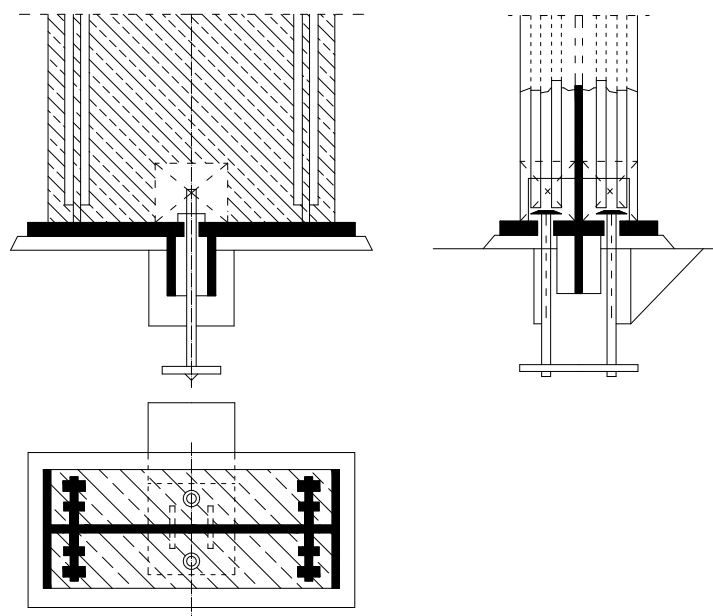
**Б.3-сурет – Ригельдерді болаттемірбетон бағанмен бұрандамалы жалғау [14]**

Б.5 Бетондау және монтаждау қолайлылығы мақсатында бағандар мен ригельдерді бұрандамалы жалғауды бағанның тұтас арматурасына дәнекерленген консольдер арқылы жүзеге асыруға болады (Б.4-сурет).



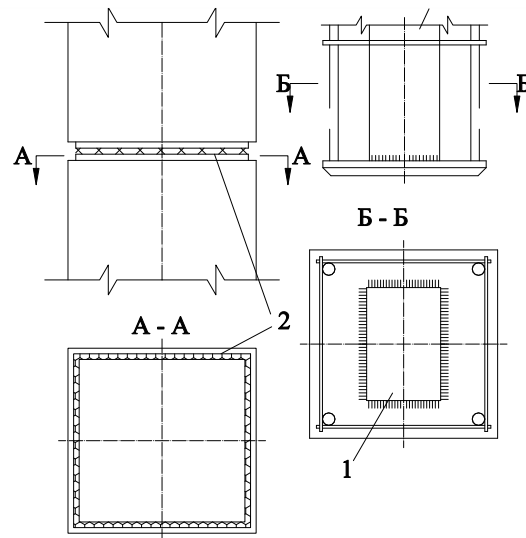
**Б.4-сурет –Бағанды ригельдермен бағанға дәнекерленген консольдер арқылы бұрандамалы жалғау [14]**

Б.6 Бағандарды іргетастармен топсалы жалғауды металл конструкциялармен ұқсас, бағанды монтаждағаннан кейін бағанмен бірге анкерлерді монолитті құя отырып орындау керек (Б.5-сурет).



**Б.5-сурет – Бағандарды іргетаспен анкерлі бұрандалардың көмегімен жалғау [14]**

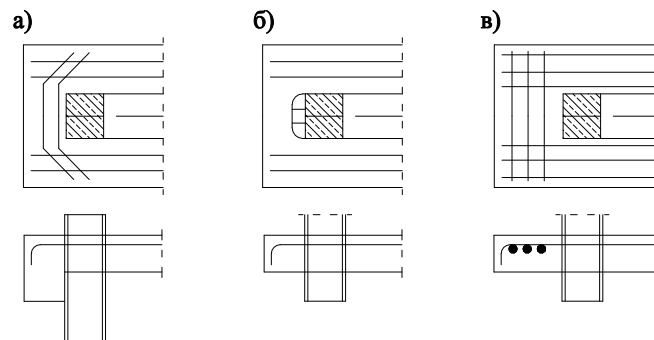
Б.7 Тұтас арматураның биіктігі бойынша бағандарының түйіспелерін арқалықтармен жалғау орындарында емес, тораптар құралымын күрделендірмеу және бетондауды қиындатпау үшін жоғары орналастыруға тырысу керек (Б.6-сурет).



1 – тұтас арматура, 2 – дәнекерленетін монтаждау жапсары

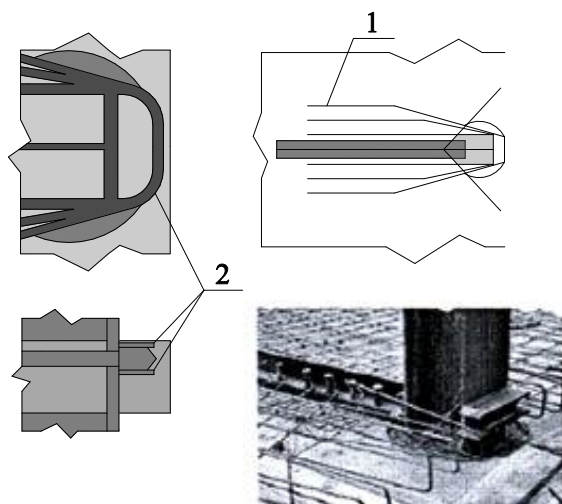
**Б.6-сурет – Бағандардың тұтас арматурамен түйіспесі [1]**

Б.8 Жиектеме қаңқаларындағы болаттемірбетонды аражабындарды шеткі бағандармен жалғау бетонның созылған аймағында тораптық иілгіш моменттердің әсерлерінен жарықшақтардың пайда болуынан аулақ болатындай етіп жобалануы тиіс. Осы мақсатпен аражабын плитасын иілгіш арматурамен қосымша арматуралауды қарастыру керек. Иілгіш арматураны анкерлеуді шеткі қабырғаларға немесе темірбетон плиталарының құламаларына орналастыру керек (Б.7-сурет). Сонымен қатар бағанға арматураны бүгу және бағанға дәнекерленген ершікке бекіту арқылы бекітілетін қосымша арматураны орнату керек (Б.8-сурет). Осындай жағдай үшін созылу күшін арматурадан бағанға беру сызбасы Б.9-суретте көрсетілген.

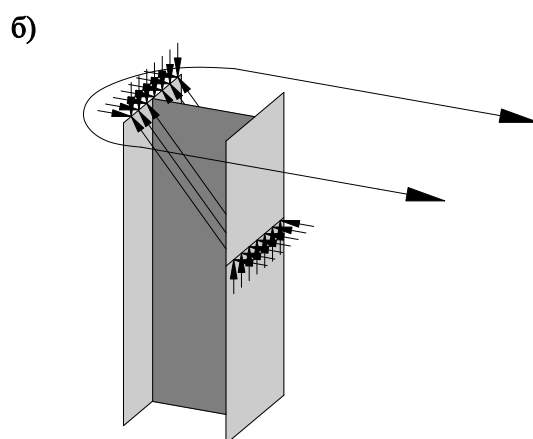
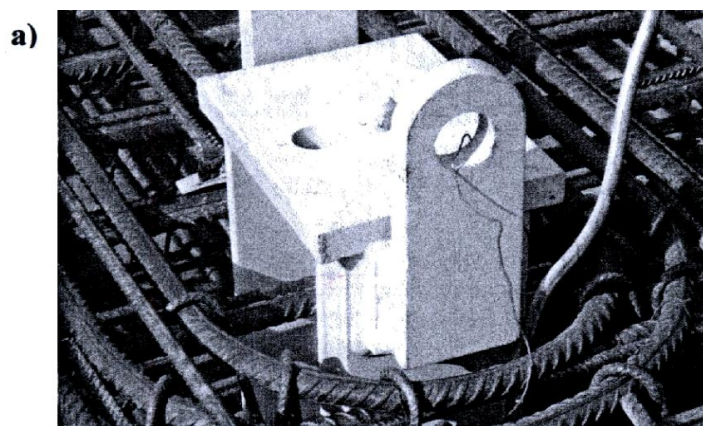


**Б.7-сурет – Темірбетон аражабындарды шеткі қатардағы болаттемірбетон бағандармен жалғау аймағында арматуралау [7]**





1 – бағанды орай жанайтын арматура, 2 – пішінделген болаттан жасалған ершік  
**Б.8-сурет – Темірбетон аражабындарды шеткі қатардағы болаттемірбетон бағандармен жалғау аймағында қосымша арматуралау [7]**

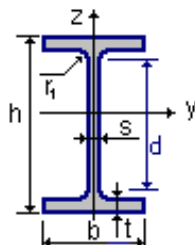


**Б.9-сурет – Бағанға бүгілген арматураны (а) бекіту және созылу күшінің бағанға берілу (б) сызбасы [21]**

**В қосымшасы**  
(ақпараттық)

**Болат пішіндердің ГОСТ бойынша сұрыптамасы**

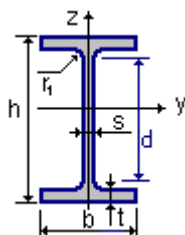
**В.1 ГОСТ 26020-83 бойынша кең сөрелі қоставр**



**В.1-кесте – Кең сөрелі қоставрдың негізгі сипаттамалары**

	h	b	s	t	r1	A	P	Iy	Wy	Sy	iy	Iz	Wz	iz
	см	см	см	см	см	см <sup>2</sup>	Т/м	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см <sup>3</sup>	см	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см
20III1	19,300	15,000	0,600	0,900	1,300	38,950	0,031	2660,000	275,000	153,000	8,260	507,000	67,600	3,610
23III1	22,600	15,500	0,650	1,000	1,400	46,080	0,036	4260,000	377,000	210,000	9,620	622,000	80,200	3,670
26III1	25,100	18,000	0,700	1,000	1,600	54,370	0,043	6225,000	496,000	276,000	10,700	974,000	108,200	4,230
26III2	25,500	18,000	0,750	1,200	1,600	62,730	0,049	7429,000	583,000	325,000	10,880	1168,000	129,800	4,310
30III1	29,100	20,000	0,800	1,100	1,800	68,310	0,054	10400,000	715,000	398,000	12,340	1470,000	147,000	4,640
30III2	29,500	20,000	0,850	1,300	1,800	77,650	0,061	12200,000	827,000	462,000	12,530	1737,000	173,700	4,730
30III3	29,900	20,000	0,900	1,500	1,800	87,000	0,068	14040,000	939,000	526,000	12,700	2004,000	200,400	4,800
35III1	33,800	25,000	0,950	1,250	2,000	95,670	0,075	19790,000	1171,000	651,000	14,380	3260,000	261,000	5,840
35III2	34,100	25,000	1,000	1,400	2,000	104,740	0,082	22070,000	1295,000	721,000	14,520	3650,000	292,000	5,900
35III3	34,500	25,000	1,050	1,600	2,000	116,300	0,091	25140,000	1458,000	813,000	14,700	4170,000	334,000	5,990
40III1	38,800	30,000	0,950	1,400	2,200	122,400	0,096	34360,000	1771,000	976,000	16,760	6306,000	420,000	7,180
40III2	39,200	30,000	1,150	1,600	2,200	141,600	0,111	39700,000	2025,000	1125,000	16,750	7209,000	481,000	7,140
40III3	39,600	30,000	1,250	1,800	2,200	157,200	0,123	44740,000	2260,000	1259,000	16,870	8111,000	541,000	7,180
50III1	48,400	30,000	1,100	1,500	2,600	145,700	0,114	60930,000	2518,000	1403,000	20,450	6762,000	451,000	6,810
50III2	48,900	30,000	1,450	1,750	2,600	176,600	0,139	72530,000	2967,000	1676,000	20,260	7900,000	526,000	6,690
50III3	49,500	30,000	1,550	2,050	2,600	199,200	0,156	84200,000	3402,000	1923,000	20,560	9250,000	617,000	6,810
50III4	50,100	30,000	1,650	2,350	2,600	221,700	0,174	96150,000	3838,000	2173,000	20,820	10600,000	707,000	6,920
60III1	58,000	32,000	1,200	1,700	2,800	181,100	0,142	107300,000	3701,000	2068,000	24,350	9302,000	581,000	7,170
60III2	58,700	32,000	1,600	2,050	2,800	225,300	0,177	131800,000	4490,000	2544,000	24,190	11230,000	702,000	7,060
60III3	59,500	32,000	1,800	2,450	2,800	261,800	0,205	156900,000	5273,000	2997,000	24,480	13420,000	839,000	7,160
60III4	60,300	32,000	2,000	2,850	2,800	298,340	0,234	182500,000	6055,000	3455,000	24,730	15620,000	976,000	7,230
70III1	68,300	32,000	1,350	1,900	3,000	216,400	0,170	172000,000	5036,000	2843,000	28,190	10400,000	650,000	6,930
70III2	69,100	32,000	1,500	2,300	3,000	251,700	0,198	205500,000	5949,000	3360,000	28,580	12590,000	787,000	7,070
70III3	70,000	32,000	1,800	2,750	3,000	299,800	0,235	247100,000	7059,000	4017,000	28,720	15070,000	942,000	7,090
70III4	70,800	32,000	2,050	3,150	3,000	341,600	0,268	284400,000	8033,000	4598,000	28,850	17270,000	1079,000	7,110
70III5	71,800	32,000	2,300	3,650	3,000	389,700	0,306	330600,000	9210,000	5298,000	29,130	20020,000	1251,000	7,170

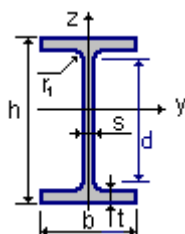
## В.2 ГОСТ 8239-89 бойынша еңіс сөрелі қоставр



В.2-кесте – Еңіс сөрелері бар қоставрдың негізгі сипаттамалары

	h	b	s	t	r1	r2	A	P	Iy	Wy	iy	Sy	Iz	Wz	iz
	см	см	см	см	см	см	см <sup>2</sup>	Т/м	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см	см <sup>3</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см
10	10,000	5,500	0,450	0,720	0,700	0,250	12,000	0,009	198,000	39,700	4,060	23,000	17,900	6,490	1,220
12	12,000	6,400	0,480	0,730	0,750	0,300	14,700	0,012	350,000	58,400	4,880	33,700	27,900	8,720	1,380
14	14,000	7,300	0,490	0,750	0,800	0,300	17,400	0,014	572,000	81,700	5,730	46,800	41,900	11,500	1,550
16	16,000	8,100	0,500	0,780	0,850	0,350	20,200	0,016	873,000	109,000	6,570	62,300	58,600	14,500	1,700
18	18,000	9,000	0,510	0,810	0,900	0,350	23,400	0,018	1290,000	143,000	7,420	81,400	82,600	18,400	1,880
20	20,000	10,000	0,520	0,840	0,950	0,400	26,800	0,021	1840,000	184,000	8,280	104,000	115,000	23,100	2,070
22	22,000	11,000	0,540	0,870	1,000	0,400	30,600	0,024	2550,000	232,000	9,130	131,000	157,000	28,600	2,270
24	24,000	11,500	0,560	0,950	1,050	0,400	34,800	0,027	3460,000	289,000	9,970	163,000	198,000	34,500	2,370
27	27,000	12,500	0,600	0,980	1,100	0,450	40,200	0,032	5010,000	371,000	11,200	210,000	260,000	41,500	2,540
30	30,000	13,500	0,650	1,020	1,200	0,500	46,500	0,037	7080,000	472,000	12,300	268,000	337,000	49,900	2,690
33	33,000	14,000	0,700	1,120	1,300	0,500	53,800	0,042	9840,000	597,000	13,500	339,000	419,000	59,900	2,790
36	36,000	14,500	0,750	1,230	1,400	0,600	61,900	0,049	13380,000	743,000	14,700	423,000	516,000	71,100	2,890
40	40,000	15,500	0,830	1,300	1,500	0,600	72,600	0,057	19062,000	953,000	16,200	545,000	667,000	86,100	3,030
45	45,000	16,000	0,900	1,420	1,600	0,700	84,700	0,067	27696,000	1231,000	18,100	708,000	808,000	101,000	3,090
50	50,000	17,000	1,000	1,520	1,700	0,700	100,000	0,078	39727,000	1589,000	19,900	919,000	1043,000	123,000	3,230
55	55,000	18,000	1,100	1,650	1,800	0,700	118,000	0,093	55962,000	2035,000	21,800	1181,000	1356,000	151,000	3,390
60	60,000	19,000	1,200	1,780	2,000	0,800	138,000	0,108	76806,000	2560,000	23,600	1491,000	1725,000	182,000	3,540

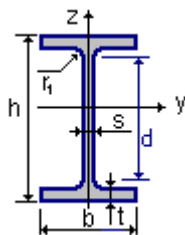
## В.3 ГОСТ 26020-83 бойынша бағанды (К) қоставр



## В.3-кесте – Бағанды қоставрдың негізгі сипаттамалары

	h	b	s	t	r1	A	Iy	Wy	Sy	iy	Iz	Wz	iz	P
	см	см	см	см	см	см <sup>2</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см <sup>3</sup>	см	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см	Т/м
20K1	19,500	20,000	0,650	1,000	1,300	52,820	3820,000	392,000	216,000	8,500	1334,000	133,000	5,030	0,041
20K2	19,800	20,000	0,700	1,150	1,300	59,700	4422,000	447,000	247,000	8,610	1534,000	153,000	5,070	0,047
23K1	22,700	24,000	0,700	1,050	1,400	66,510	6589,000	580,000	318,000	9,950	2421,000	202,000	6,030	0,052
23K2	23,000	24,000	0,800	1,200	1,400	75,770	7601,000	661,000	365,000	10,020	2766,000	231,000	6,040	0,059
26K1	25,500	26,000	0,800	1,200	1,600	83,080	10300,000	809,000	445,000	11,140	3517,000	271,000	6,510	0,065
26K2	25,800	26,000	0,900	1,350	1,600	93,190	11700,000	907,000	501,000	11,210	3957,000	304,000	6,520	0,073
26K3	26,200	26,000	1,000	1,550	1,600	105,900	13560,000	1035,000	576,000	11,320	4544,000	349,000	6,550	0,083
30K1	29,600	30,000	0,900	1,350	1,800	108,000	18110,000	1223,000	672,000	12,950	6079,000	405,000	7,500	0,085
30K2	30,000	30,000	1,000	1,550	1,800	122,700	20930,000	1395,000	771,000	13,060	6980,000	465,000	7,540	0,096
30K3	30,400	30,000	1,150	1,750	1,800	138,720	23910,000	1573,000	874,000	13,120	7881,000	525,000	7,540	0,109
35K1	34,300	35,000	1,000	1,500	2,000	139,700	31610,000	1843,000	1010,000	15,040	10720,000	613,000	8,760	0,110
35K2	34,800	35,000	1,100	1,750	2,000	160,400	37090,000	2132,000	1173,000	15,210	12510,000	715,000	8,830	0,126
35K3	35,300	35,000	1,300	2,000	2,000	184,100	42970,000	2435,000	1351,000	15,280	14300,000	817,000	8,810	0,144
40K1	39,300	40,000	1,100	1,650	2,200	175,800	52400,000	2664,000	1457,000	17,260	17610,000	880,000	10,000	0,138
40K2	40,000	40,000	1,300	2,000	2,200	210,960	64140,000	3207,000	1767,000	17,440	21350,000	1067,000	10,060	0,166
40K3	40,900	40,000	1,600	2,450	2,200	257,800	80040,000	3914,000	2180,000	17,620	26150,000	1307,000	10,070	0,202
40K4	41,900	40,000	1,900	2,950	2,200	308,600	98340,000	4694,000	2642,000	17,850	31500,000	1575,000	10,100	0,242
40K5	43,100	40,000	2,300	3,550	2,200	371,000	121570,000	5642,000	3217,000	18,100	37910,000	1896,000	10,110	0,291

## В.4 ГОСТ 26020-83 бойынша қосымша сериялы (Д) қоставр

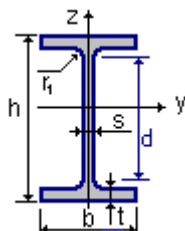


## В.4-кесте – Қосымша сериялы қоставрдың негізгі сипаттамалары

	h	b	s	t	r1	A	P	Iy	Wy	Sy	iy	Iz	Wz	iz
	см	см	см	см	см	см <sup>2</sup>	Т/м	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см <sup>3</sup>	см	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см
24ДБ1	23,900	11,500	0,550	0,930	1,500	35,450	0,028	3535	295,800	166,600	9,990	236,800	41,200	2,580
27ДБ1	26,900	12,500	0,600	0,950	1,500	40,680	0,032	5068	376,800	212,700	11,160	310,500	49,700	2,760
36ДБ1	36,000	14,500	0,720	1,230	1,800	62,600	0,049	13800	766,400	434,100	14,840	627,600	86,600	3,170
35ДБ1	34,900	12,700	0,580	0,850	1,500	42,780	0,034	8540	489,400	279,400	14,130	291,500	45,900	2,610
40ДБ1	39,900	13,900	0,620	0,900	1,500	50,580	0,040	13050	654,200	374,500	16,060	404,400	58,200	2,830
45ДБ1	45,000	15,200	0,740	1,100	1,500	67,050	0,053	21810	969,200	556,800	18,040	646,200	85,000	3,100
45ДБ2	45,000	18,000	0,760	1,330	1,800	82,800	0,065	28840	1280,000	722,000	18,700	1300,000	144,000	3,960
30ДШ1	30,060	20,190	0,940	1,600	1,800	92,600	0,073	15090	1000,000	563,000	12,800	2200,000	218,000	4,870

**В.4-кесте – Қосымша сериялы қаставрдың негізгі сипаттамалары (жалғасы)**

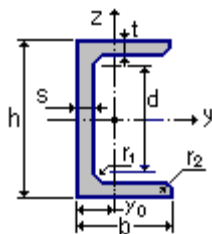
	h	b	s	t	r1	A	P	Iy	Wy	Sy	iy	Iz	Wz	iz
	см	см	см	см	см	см <sup>2</sup>	Т/м	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см <sup>3</sup>	см	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см
40ДШ1	39,760	30,200	1,150	1,870	2,200	159,000	0,124	46330	2330,000	1290,000	17,100	8590,000	569,000	7,360
50ДШ1	49,620	30,380	1,420	2,100	2,600	198,000	0,155	86010	3470,000	1950,000	20,800	9830,000	647,000	7,050

**В.5 ГОСТ 26020-83 бойынша қалыпты (Б) қаставр****В.5-кесте – Қалыпты қаставрдың негізгі сипаттамалары**

	h	b	s	t	r1	A	P	Iy	Wy	Sy	iy	Iz	Wz	iz
	см	см	см	см	см	см <sup>2</sup>	Т/м	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см <sup>3</sup>	см	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см
10Б1	10,000	5,500	0,410	0,570	0,700	10,320	0,008	171,000	34,200	19,700	4,070	15,900	5,800	1,240
12Б1	11,760	6,400	0,380	0,510	0,700	11,030	0,009	257,000	43,800	24,900	4,830	22,400	7,000	1,420
12Б2	12,000	6,400	0,440	0,630	0,700	13,210	0,010	318,000	53,000	30,400	4,900	27,700	8,600	1,450
14Б1	13,740	7,300	0,380	0,560	0,700	13,390	0,010	435,000	63,300	35,800	5,700	36,400	10,000	1,650
14Б2	14,000	7,300	0,470	0,690	0,700	16,430	0,013	541,000	77,300	44,200	5,740	44,900	12,300	1,650
16Б1	15,700	8,200	0,400	0,590	0,900	16,180	0,013	689,000	87,800	49,500	6,530	54,400	13,300	1,830
16Б2	16,000	8,200	0,500	0,740	0,900	20,090	0,016	869,000	108,700	61,900	6,580	68,300	16,600	1,840
18Б1	17,700	9,100	0,430	0,650	0,900	19,580	0,015	1063,000	120,100	67,700	7,370	81,900	18,000	2,040
18Б2	18,000	9,100	0,530	0,800	0,900	23,950	0,019	1317,000	146,300	83,200	7,410	100,800	22,200	2,050
20Б1	20,000	10,000	0,560	0,850	1,200	28,490	0,022	1943,000	194,300	110,300	8,260	142,300	28,500	2,230
23Б1	23,000	11,000	0,560	0,900	1,200	32,910	0,026	2996,000	260,500	147,200	9,540	200,300	36,400	2,470
26Б1	25,800	12,000	0,580	0,850	1,200	35,620	0,028	4024,000	312,000	176,600	10,630	245,600	40,900	2,630
26Б2	26,100	12,000	0,600	1,000	1,200	39,700	0,031	4654,000	356,600	201,500	10,830	288,800	48,100	2,700
30Б1	29,600	14,000	0,580	0,850	1,500	41,920	0,033	6328,000	427,000	240,000	12,290	390,000	55,700	3,050
30Б2	29,900	14,000	0,600	1,000	1,500	46,670	0,037	7293,000	487,800	273,800	12,500	458,600	65,500	3,130
35Б1	34,600	15,500	0,620	0,850	1,800	49,530	0,039	10060,000	581,700	328,600	14,250	529,600	68,300	3,270
35Б2	34,900	15,500	0,650	1,000	1,800	55,170	0,043	11550,000	662,200	373,000	14,470	622,900	80,400	3,360
40Б1	39,200	16,500	0,700	0,950	2,100	61,250	0,048	15750,000	803,600	456,000	16,030	714,900	86,700	3,420
40Б2	39,600	16,500	0,750	1,150	2,100	69,720	0,055	18530,000	935,700	529,700	16,300	865,000	104,800	3,520
45Б1	44,300	18,000	0,780	1,100	2,100	76,230	0,060	24940,000	1125,800	639,500	18,090	1073,700	119,300	3,750
45Б2	44,700	18,000	0,840	1,300	2,100	85,960	0,068	28870,000	1291,900	732,900	18,320	1269,000	141,000	3,840
50Б1	49,200	20,000	0,880	1,200	2,100	92,980	0,073	37160,000	1511,000	860,400	19,990	1606,000	160,600	4,160
50Б2	49,600	20,000	0,920	1,400	2,100	102,800	0,081	42390,000	1709,000	970,200	20,300	1873,000	187,300	4,270
55Б1	54,300	22,000	0,950	1,350	2,400	113,370	0,089	55680,000	2051,000	1165,000	22,160	2404,000	218,600	4,610

**В.5-кесте – Қалыпты қоставрдың негізгі сипаттамалары (жалғасы)**

	h	b	s	t	r1	A	P	Iy	Wy	Sy	iy	Iz	Wz	iz
	см	см	см	см	см	см <sup>2</sup>	Т/м	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см <sup>3</sup>	см	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см
55Б2	54,700	22,000	1,000	1,550	2,400	124,750	0,098	62790,000	2296,000	1302,000	22,430	2760,000	250,900	4,700
60Б1	59,300	23,000	1,050	1,550	2,400	135,260	0,106	78760,000	2656,000	1512,000	24,130	3154,000	274,300	4,830
60Б2	59,700	23,000	1,100	1,750	2,400	147,300	0,116	87640,000	2936,000	1669,000	24,390	3561,000	309,600	4,920
70Б1	69,100	26,000	1,200	1,550	2,400	164,700	0,129	125930,000	3645,000	2095,000	27,650	4556,000	350,500	5,260
70Б2	69,700	26,000	1,250	1,850	2,400	183,600	0,144	145912,000	4187,000	2393,000	28,190	5437,000	418,200	5,440
80Б1	79,100	28,000	1,350	1,700	2,600	203,200	0,160	199500,000	5044,000	2917,000	31,330	6244,000	446,000	5,540
80Б2	79,800	28,000	1,400	2,050	2,600	226,600	0,178	232200,000	5820,000	3343,000	32,010	7527,000	537,600	5,760
90Б1	89,300	30,000	1,500	1,850	3,000	247,100	0,194	304400,000	6817,000	3964,000	35,090	8365,000	557,600	5,820
90Б2	90,000	30,000	1,550	2,200	3,000	272,400	0,214	349200,000	7760,000	4480,000	35,800	9943,000	662,800	6,040
100Б1	99,000	32,000	1,600	2,100	3,000	293,820	0,231	446000,000	9011,000	5234,000	38,960	11520,000	719,900	6,260
100Б2	99,800	32,000	1,700	2,500	3,000	328,900	0,258	516400,000	10350,000	5980,000	39,620	13710,000	856,900	6,460
100Б3	100,600	32,000	1,800	2,900	3,000	364,000	0,286	587700,000	11680,000	6736,000	40,180	15900,000	993,900	6,610
100Б4	101,300	32,000	1,950	3,250	3,000	400,600	0,315	655400,000	12940,000	7470,000	40,450	17830,000	1114,300	6,670

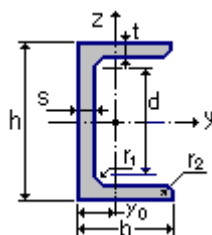
**В.6 ГОСТ 8240-97 бойынша сөрелерінің параллель қырлары бар үнемді швеллерлер****В.6-кесте – Сөрелерінің параллель қырлары бар үнемді швеллерлердің негізгі сипаттамалары**

	h	b	s	t	r1	r2	A	P	Iy	Wy	iy	Sy	Iz	Wz	iz	y0
	см	см	см	см	см	см	см <sup>2</sup>	Т/м	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см	см <sup>3</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см	см
5Э	5,000	3,200	0,420	0,700	0,650	0,250	6,100	0,005	22,900	9,170	1,940	5,620	6,020	3,050	0,993	1,230
6,5Э	6,500	3,600	0,420	0,720	0,650	0,250	7,410	0,006	48,900	15,050	2,570	9,020	9,420	4,130	1,127	1,320
8Э	8,000	4,000	0,420	0,740	0,750	0,250	8,820	0,007	90,000	22,500	3,190	13,310	13,930	5,380	1,257	1,410
10Э	10,000	4,600	0,420	0,760	0,900	0,300	10,790	0,008	175,900	35,170	4,040	20,550	22,680	7,470	1,450	1,560
12Э	12,000	5,200	0,450	0,780	0,950	0,300	13,090	0,010	307,000	51,170	4,840	29,750	35,120	10,030	1,638	1,700
14Э	14,000	5,800	0,460	0,810	1,000	0,300	15,410	0,012	495,700	70,810	5,670	40,960	51,760	13,130	1,833	1,860
16Э	16,000	6,400	0,470	0,840	1,100	0,350	17,850	0,014	755,500	94,430	6,500	54,410	73,170	16,700	2,024	2,020
18Э	18,000	7,000	0,480	0,870	1,150	0,350	20,400	0,016	1097,900	121,990	7,340	70,050	100,510	20,870	2,219	2,180
20Э	20,000	7,600	0,490	0,900	1,200	0,400	23,020	0,018	1537,100	153,710	8,170	88,030	134,070	25,540	2,413	2,350
22Э	22,000	8,200	0,510	0,950	1,300	0,400	26,360	0,021	2134,200	194,020	9,000	111,000	179,050	31,540	2,606	2,520
24Э	24,000	9,000	0,530	1,000	1,300	0,400	30,190	0,024	2927,000	243,920	9,850	139,080	249,030	40,070	2,872	2,780
27Э	27,000	9,500	0,580	1,050	1,300	0,450	34,870	0,027	4200,200	311,120	10,970	178,250	316,240	47,430	3,011	2,830

**В.6-кесте – Сөрелерінің параллель қырлары бар үнемді швеллерлердің негізгі сипаттамалары (жалғасы)**

	h	b	s	t	r1	r2	A	P	Iy	Wy	iy	Sy	Iz	Wz	iz	yo
	см	см	см	см	см	см	см <sup>2</sup>	Т/м	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см	см <sup>3</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см	см
30Э	30,000	10,000	0,630	1,100	1,300	0,500	39,940	0,031	5837,100	389,140	12,090	224,000	395,570	55,580	3,147	2,880
33Э	33,000	10,500	0,690	1,170	1,300	0,500	46,150	0,036	8021,800	488,170	13,180	281,230	497,020	65,780	3,282	2,940
36Э	36,000	11,000	0,740	1,260	1,400	0,600	52,900	0,042	10864,500	603,580	14,330	350,050	618,920	77,760	3,420	3,040
40Э	40,000	11,500	0,790	1,350	1,550	0,600	61,110	0,048	15307,900	765,400	15,830	445,410	770,890	91,800	3,552	3,100

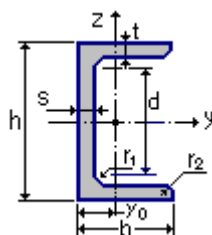
**В.7 ГОСТ 8240-97 бойынша сөрелерінің параллель қырлары бар швеллерлер**



**В.7-кесте – Сөрелерінің параллель қырлары бар швеллерлердің негізгі сипаттамалары**

	h	b	s	t	r1	r2	A	P	Iy	Wy	iy	Sy	Iz	Wz	iz	yo
	см	см	см	см	см	см	см <sup>2</sup>	Т/м	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см	см <sup>3</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см	см
5П	5,000	3,200	0,440	0,700	0,600	0,350	6,160	0,005	22,800	9,100	1,920	5,610	5,950	2,990	0,980	1,210
6,5П	6,500	3,600	0,440	0,720	0,600	0,350	7,510	0,006	48,800	15,000	2,550	9,020	9,350	4,060	1,120	1,290
8П	8,000	4,000	0,450	0,740	0,650	0,350	8,980	0,007	89,900	22,500	3,160	13,300	13,900	3,310	1,240	1,380
10П	10,000	4,600	0,450	0,760	0,700	0,400	10,900	0,009	175,000	34,900	3,990	20,500	22,600	7,370	1,440	1,530
12П	12,000	5,200	0,480	0,780	0,750	0,450	13,300	0,010	305,000	50,800	4,790	29,700	34,900	9,840	1,620	1,660
14П	14,000	5,800	0,490	0,810	0,800	0,450	15,600	0,012	493,000	70,400	5,610	40,900	51,500	12,900	1,810	1,820
16П	16,000	6,400	0,500	0,840	0,850	0,500	18,100	0,014	750,000	93,800	6,440	54,300	72,800	16,400	2,000	1,970
16aП	16,000	6,800	0,500	0,900	0,850	0,500	19,500	0,015	827,000	103,000	6,510	59,500	90,500	19,600	2,150	2,190
18П	18,000	7,000	0,510	0,870	0,900	0,500	20,700	0,016	1090,000	121,000	7,260	70,000	100,000	20,600	2,200	2,140
18aП	18,000	7,400	0,510	0,930	0,900	0,500	22,200	0,017	1200,000	133,000	7,340	76,300	123,000	24,300	2,350	2,360
20П	20,000	7,600	0,520	0,900	0,950	0,550	23,400	0,018	1530,000	153,000	8,080	88,000	134,000	25,200	2,390	2,300
22П	22,000	8,200	0,540	0,950	1,000	0,600	26,700	0,021	2120,000	193,000	8,900	111,000	178,000	31,000	2,580	2,470
24П	24,000	9,000	0,560	1,000	1,050	0,600	30,600	0,024	2910,000	243,000	9,750	139,000	248,000	39,500	2,850	2,720
27П	27,000	9,500	0,600	1,050	1,100	0,650	35,200	0,028	4180,000	310,000	10,900	178,000	314,000	46,700	2,990	2,780
30П	30,000	10,000	0,650	1,100	1,200	0,700	40,500	0,032	5830,000	389,000	12,000	224,000	393,000	54,800	3,120	2,830
33П	33,000	10,500	0,700	1,170	1,300	0,750	46,500	0,037	8010,800	486,000	13,100	281,000	491,000	64,600	3,250	2,900
36П	36,000	11,000	0,750	1,260	1,400	0,850	53,400	0,042	10850,000	603,000	14,300	350,000	611,000	76,300	3,380	2,990
40П	40,000	11,500	0,800	1,350	1,500	0,900	61,500	0,048	15260,000	763,000	15,800	445,000	760,000	89,900	3,510	3,050

## В.8 ГОСТ 8240-97 бойынша еңіс сөрелері бар швеллер



В.8-кесте – Еңіс сөрелері бар швеллердің негізгі сипаттамалары

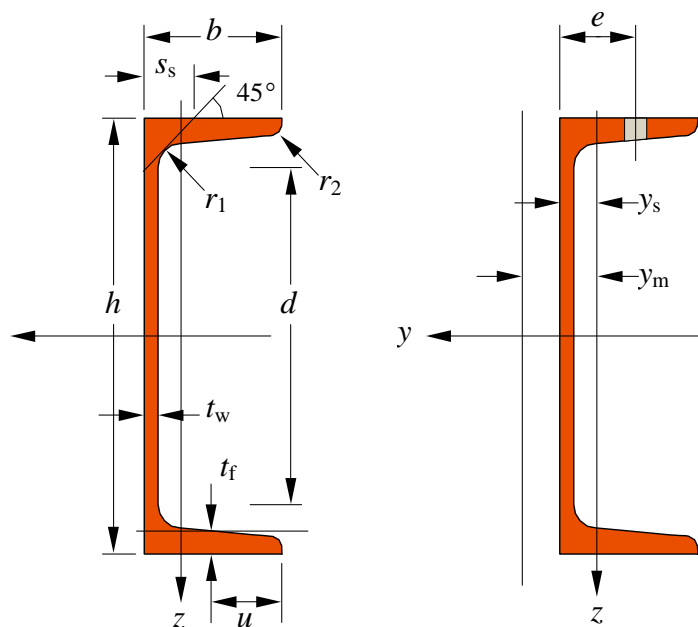
	h	b	s	t	r1	r2	A	P	Iy	Wy	iy	Sy	Iz	Wz	iz	yo
	см	см	см	см	см	см	см <sup>2</sup>	Т/м	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см	см <sup>3</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см	см
5Y	5,000	3,200	0,440	0,700	0,600	0,250	6,160	0,005	22,800	9,100	1,920	5,590	5,610	2,750	0,950	1,160
6,5Y	6,500	3,600	0,440	0,720	0,600	0,250	7,510	0,006	48,600	15,000	2,540	9,000	8,700	3,680	1,080	1,240
8Y	8,000	4,000	0,450	0,740	0,650	0,250	8,980	0,007	89,400	22,400	3,160	23,300	12,800	4,750	1,190	1,310
10Y	10,000	4,600	0,450	0,760	0,700	0,300	10,900	0,009	174,000	34,800	3,990	20,400	20,400	6,460	1,370	1,440
12Y	12,000	5,200	0,480	0,780	0,750	0,300	13,300	0,010	304,000	50,600	4,780	29,600	31,200	8,520	1,530	1,540
14Y	14,000	5,800	0,490	0,810	0,800	0,300	15,600	0,012	491,000	70,200	5,600	40,800	45,400	11,000	1,700	1,670
16Y	16,000	6,400	0,500	0,840	0,850	0,350	18,100	0,014	747,000	93,400	6,420	54,100	63,300	13,800	1,870	1,800
16aY	16,000	6,800	0,500	0,900	0,850	0,350	19,500	0,015	823,000	103,000	6,490	59,400	78,800	16,400	2,010	2,000
18Y	18,000	7,000	0,510	0,870	0,900	0,350	20,700	0,016	1,090,000	121,000	7,240	69,800	86,000	17,000	2,040	1,940
18aY	18,000	7,400	0,510	0,930	0,900	0,350	22,200	0,017	1,190,000	132,000	7,320	76,100	105,000	20,000	2,180	2,130
20Y	20,000	7,600	0,520	0,900	0,950	0,400	23,400	0,018	1,520,000	152,000	8,070	87,800	113,000	20,500	2,200	2,070
22Y	22,000	8,200	0,540	0,950	1,000	0,400	26,700	0,021	2,110,000	192,000	8,890	110,000	151,000	25,100	2,370	2,210
24Y	24,000	9,000	0,560	1,000	1,050	0,400	30,600	0,024	2,900,000	242,000	9,730	139,000	208,000	31,600	2,600	2,420
27Y	27,000	9,500	0,600	1,050	1,100	0,450	35,200	0,028	4,160,000	308,000	10,900	178,000	262,000	37,300	2,730	2,470
30Y	30,000	10,000	0,650	1,100	1,200	0,500	40,500	0,032	5,810,000	387,000	12,000	224,000	327,000	43,600	2,840	2,520
33Y	33,000	10,500	0,700	1,170	1,300	0,500	46,500	0,037	7,980,000	484,000	13,100	281,000	410,000	51,800	2,970	2,590
36Y	36,000	11,000	0,750	1,260	1,400	0,600	53,400	0,042	10,820,000	601,000	14,200	350,000	513,000	61,700	3,100	2,680
40Y	40,000	11,500	0,800	1,350	1,500	0,600	61,500	0,048	15,220,000	761,000	15,700	444,000	642,000	73,400	3,230	2,750



**Г қосымшасы**  
(ақпараттық)

**Еуропалық болат пішіндердің сұрыптамасы**

**Г.1 Сөрелерінің көлбеу қырлары бар швеллер (UPN)**



Өлшемдері: DIN1026-1:2000, NF A 45-202: 1986.

Рұқсат етілген ауытқулар: EN10279:2000.

Беткі күйі: EN10163-3:2004 сәйкес, С класс, 1 төменгі класс.

**Г.1-сурет– UPN**

Г.1-кесте – Еңіс қырлы сөрелері бар швеллердің өлшемдері (UPN)

Белгіленуі		Өлшемдері						A мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	Конструктивті өлшемдері				Беткі ауданы	
	G кг/м	h мм	b мм	t <sub>w</sub> мм	t <sub>f</sub> мм	r <sub>1</sub> мм	r <sub>2</sub> мм		d мм	Ø	p <sub>min</sub> мм	p <sub>max</sub> мм	A <sub>L</sub> м <sup>2</sup> /м	A <sub>G</sub> м <sup>2</sup> /т
UPN50	5,59	50	38	5	7	7	3,5	7,12	21	-	-	-	0,232	42,22
UPN65	7,09	65	42	5,5	7,5	7,5	4	9,03	34	-	-	-	0,273	39,57
UPN80	8,64	80	45	6	8	8	4	11	47	-	-	-	0,312	37,1
UPN100	10,6	100	50	6	8,5	8,5	4,5	13,5	64	-	-	-	0,372	35,1
UPN120	13,4	120	55	7	9	9	4,5	17	82	-	-	-	0,434	32,52
UPN140	16	140	60	7	10	10	5	20,4	98	M 12	33	37	0,489	30,54
UPN160	18,8	160	65	7,5	10,5	10,5	5,5	24	115	M 12	34	42	0,546	28,98
UPN180	22	180	70	8	11	11	5,5	28	133	M 16	38	41	0,611	27,8
UPN200	25,3	200	75	8,5	11,5	11,5	6	32,2	151	M 16	39	46	0,661	26,15
UPN220	29,4	220	80	9	12,5	12,5	6,5	37,4	167	M 16	40	51	0,718	24,46
UPN240	33,2	240	85	9,5	13	13	6,5	42,3	184	M 20	46	50	0,775	23,34
UPN260	37,9	260	90	10	14	14	7	48,3	200	M 22	50	52	0,834	22
UPN280	41,8	280	95	10	15	15	7,5	53,3	216	M 22	52	57	0,89	21,27
UPN300	46,2	300	100	10	16	16	8	58,8	232	M 24	55	59	0,95	20,58
UPN320	59,5	320	100	14	17,5	17,5	8,8	75,8	246	M 22	58	62	0,982	16,5
UPN350	60,6	350	100	14	16	16	8	77,3	282	M 22	56	62	1,05	17,25
UPN380	63,1	380	102	13,5	16	16	8	80,4	313	M 24	59	60	1,11	17,59
UPN400	71,8	400	110	14	18	18	9	91,5	324	M 27	61	62	1,18	16,46

Г.2-кесте –и арналған есептік мәндер

	$h \leq 300$	$h > 300$
$u$	$\frac{b}{2}$	$\frac{b-t_w}{2}$
Ернемек көлбеулігі	8 %	5 %

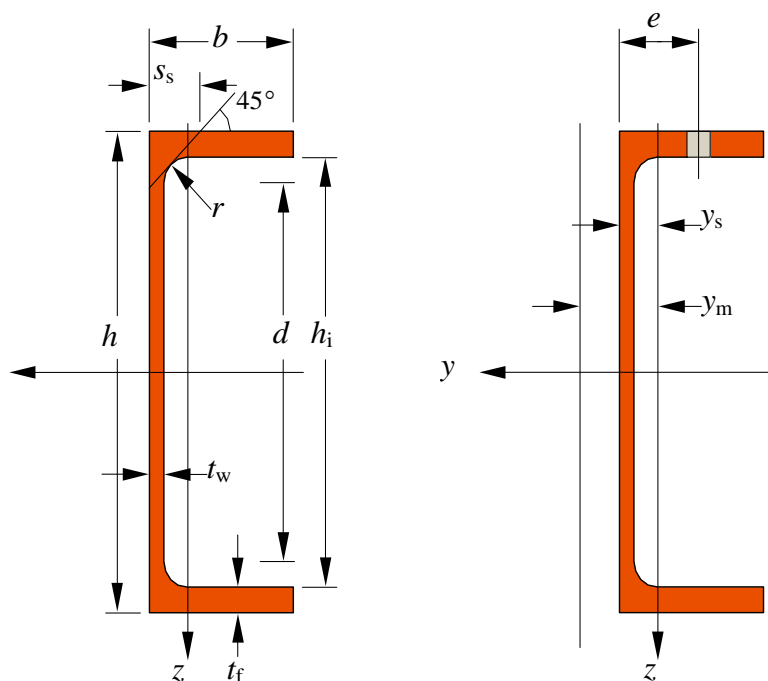
Г.3-кесте – Еңіс қырлы сөрелері бар швеллерді есептеуге арналған анықтама мәліметтері (UPN)

Белгіленуі		Анықтама мәндері														ҚР ҚН EN 1993-1-1: 2005/2011 бойынша жіктеу				EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
		y-y осі						z-z осі														
	G кг/м	I <sub>y</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,y</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,y</sub> ♦ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> мм ×10	A <sub>vz</sub> <sub>2</sub> мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	I <sub>z</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,z</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,z'</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> мм ×10	s <sub>s</sub> мм	I <sub>t</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	y <sub>s</sub> мм ×10	y <sub>m</sub> мм ×10	таза иілуі y-y		таза сығу				
																s235	s355	s235	s355			
UPN50	5,59	26,4	10,6	13,1	1,92	2,77	9,12	3,75	6,78	1,13	16,7	1,12	0,03	1,37	2,47	1	1	1	1	+		
UPN65	7,09	57,5	17,7	21,7	2,52	3,68	14,1	5,07	9,38	1,25	18	1,61	0,08	1,42	2,6	1	1	1	1	+		
UPN80	8,64	106	26,5	32,3	3,1	4,9	19,4	6,36	11,9	1,33	19,4	2,2	0,18	1,45	2,67	1	1	1	1	+		
UPN100	10,6	206	41,2	49	3,91	6,46	29,3	8,49	16,2	1,47	20,3	2,81	0,41	1,55	2,93	1	1	1	1	+		
UPN120	13,4	364	60,7	72,6	4,62	8,8	43,2	11,1	21,2	1,59	22,2	4,15	0,9	1,6	3,03	1	1	1	1	+		
UPN140	16	605	86,4	103	5,45	10,4	62,7	14,8	28,3	1,75	23,9	5,68	1,8	1,75	3,37	1	1	1	1	+		
UPN160	18,8	925	116	138	6,21	12,6	85,3	18,3	35,2	1,89	25,3	7,39	3,26	1,84	3,56	1	1	1	1	+		
UPN180	22	1350	150	179	6,95	15,1	114	22,4	42,9	2,02	26,7	9,55	5,57	1,92	3,75	1	1	1	1	+		
UPN200	25,3	1910	191	228	7,7	17,7	148	27	51,8	2,14	28,1	11,9	9,07	2,01	3,94	1	1	1	1	+		
UPN220	29,4	2690	245	292	8,48	20,6	197	33,6	64,1	2,3	30,3	16	14,6	2,14	4,2	1	1	1	1	+		
UPN240	33,2	3600	300	358	9,22	23,7	248	39,6	75,7	2,42	31,7	19,7	22,1	2,23	4,39	1	1	1	1	+		
UPN260	37,9	4820	371	442	9,99	27,1	317	47,7	91,6	2,56	33,9	25,5	33,3	2,36	4,66	1	1	1	1	+		
UPN280	41,8	6280	448	532	10,9	29,3	399	57,2	109	2,74	35,6	31	48,5	2,53	5,02	1	1	1	1	+		

Г.3-кесте – Еңіс қырлы сөрелері бар швеллерді есептеуге арналған анықтама мәліметтері (UPN) (жалғасы)

Белгіленуі		Анықтама мәндері														ҚР ҚН EN 1993-1-1: 2005/2011 бойынша жіктеу				EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
		y-y осі					z-z осі															
	G кг/м	I <sub>y</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,y</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,y</sub> ♦ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> мм ×10	A <sub>vz</sub> <sub>2</sub> мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	I <sub>z</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,z</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,z'</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> мм ×10	s <sub>s</sub> мм	I <sub>t</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	y <sub>s</sub> мм ×10	y <sub>m</sub> мм ×10	таза иілуі y-y		таза сығу				
																s235	s355	s235	s355			
UPN300	46,2	8030	535	632	11,7	31,8	495	67,8	130	2,9	37,3	37,4	69,1	2,7	5,41	1	1	1	1	+		
UPN320	59,5	10870	679	826	12,1	47,1	597	80,6	152	2,81	43	66,7	96,1	2,6	4,82	1	1	1	1	+		
UPN350	60,6	12840	734	918	12,9	50,8	570	75	143	2,72	40,7	61,2	114	2,4	4,45	1	1	1	1	+		
UPN380	63,1	15760	829	1010	14	53,2	615	78,7	148	2,77	40,3	59,1	146	2,38	4,58	1	1	1	1	+		
UPN400	71,8	20350	1020	1240	14,9	58,6	846	102	190	3,04	44	81,6	221	2,65	5,11	1	1	1	1	+		
<div>♦ W<sub>pl,y</sub> мәні жүктің тура бұрыштармен әсер ету шарты кезінде анықталған. Осылайша, берілген мән, егер екі немесе одан көп швеллер қалыптастырылған қимада екі симметриялы ось ауырлық орталығының жазықтығында қолданылатын иілгіштік момент бар болатындай етіп ширатылмайтындай жалғанған болса ғана қолданылады.</div>																						

**Г.2 Параллель қырлы сөрелері бар швеллер (UPE)**



Өлшемдері: DIN1026-1:2000, NF A 45-202: 1986.

Рұқсат етілген ауытқулар: EN10279:2000.

Беткі күйі: EN10163-3:2004 сәйкес, С класы, 1 төменгі класс.

**Г.2-сурет– UPE**

Г.4-кесте – Параллель қырлы сөрелері бар швеллер өлшемдері (UPE)

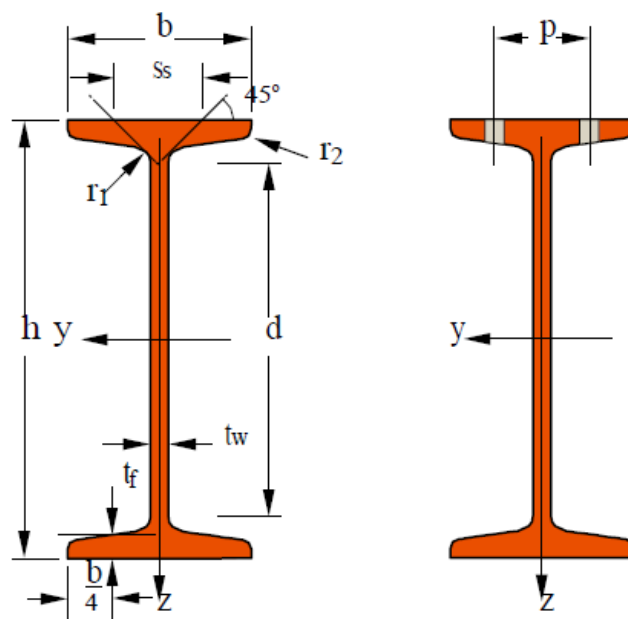
Белгіленуі		Өлшемдері					$A$ $\text{мм}^2 \times 10^2$	Конструктивті өлшемдері					Беткі ауданы	
	$G$ кг/м	$h$ мм	$b$ мм	$t_w$ мм	$t_f$ мм	$r$ мм		$h_i$ мм	$d$ мм	$\emptyset$	$e_{\min}$ мм	$e_{\max}$ мм	$A_L$ $\text{м}^2/\text{м}$	$A_G$ $\text{м}^2/\text{т}$
UPE80	7,9	80	50	4	7	10	10,1	66	46	-	-	-	0,343	43,45
UPE100	9,82	100	55	4,5	7,5	10	12,5	85	65	M 12	35	36	0,402	41
UPE120	12,1	120	60	5	8	12	15,4	104	80	M 12	35	41	0,46	37,98
UPE140	14,5	140	65	5	9	12	18,4	122	98	M 16	35	38	0,52	35,95
UPE160	17	160	70	5,5	9,5	12	21,7	141	117	M 16	36	43	0,579	34,01
UPE180	19,7	180	75	5,5	10,5	12	25,1	159	135	M 16	36	48	0,639	32,4
UPE200	22,8	200	80	6	11	13	29	178	152	M 20	46	47	0,697	30,6
UPE220	26,6	220	85	6,5	12	13	33,9	196	170	M 22	47	49	0,756	28,43
UPE240	30,2	240	90	7	12,5	15	38,5	215	185	M 24	47	51	0,813	26,89
UPE270	35,2	270	95	7,5	13,5	15	44,8	243	213	M 27	48	50	0,892	25,34
UPE300	44,4	300	100	9,5	15	15	56,6	270	240	M 27	50	55	0,968	21,78
UPE330	53,2	330	105	11	16	18	67,8	298	262	M 27	54	60	1,043	19,6
UPE360	61,2	360	110	12	17	18	77,9	326	290	M 27	55	65	1,121	18,32
UPE400	72,2	400	115	13,5	18	18	91,9	364	328	M 27	57	70	1,218	16,87

Г.5-кесте – Параллель қырлы сөрелері бар швеллерді есептеуге арналған анықтама мәліметтер (UPE)

Белгіленуі		Анықтама мәндері														ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 бойынша жіктеу				EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
		y-y осі					z-z осі															
	G кг/м	I <sub>y</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,y</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,y</sub> ♦ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> мм ×10	A <sub>vz2</sub> мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	I <sub>z</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,z</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,z'</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> мм ×10	s <sub>s</sub> мм	I <sub>t</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	y <sub>s</sub> мм ×10	y <sub>m</sub> мм ×10	таза иілуі y-y		таза сығу				
																s235	s355	s235	s355			
UPE80	7,9	107	26,8	31,2	3,26	4,05	25,5	8	14,3	1,59	16,9	1,47	0,22	1,82	3,71	1	1	1	1	+		
UPE100	9,82	207	41,4	48	4,07	5,34	38,3	10,6	19,3	1,75	17,9	2,01	0,53	1,91	3,93	1	1	1	1	+		
UPE120	12,1	364	60,6	70,3	4,86	7,18	55,5	13,8	25,3	1,9	20	2,9	1,12	1,98	4,12	1	1	1	1	+		
UPE140	14,5	600	85,6	98,8	5,71	8,25	78,8	18,2	33,2	2,07	21	4,05	2,2	2,17	4,54	1	1	1	1	+		
UPE160	17	911	114	132	6,48	10	107	22,6	41,5	2,22	22	5,2	3,96	2,27	4,76	1	1	1	1	+		
UPE180	19,7	1350	150	173	7,34	11,2	144	28,6	52,3	2,39	23	6,99	6,81	2,47	5,19	1	1	1	1	+		
UPE200	22,8	1910	191	220	8,11	13,5	187	34,5	63,3	2,54	24,6	8,89	11	2,56	5,41	1	1	1	1	+		
UPE220	26,6	2680	244	281	8,9	15,8	247	42,5	78,2	2,7	26,1	12,1	17,6	2,7	5,7	1	1	1	1	+		
UPE240	30,2	3600	300	347	9,67	18,8	311	50,1	92,2	2,84	28,3	15,1	26,4	2,79	5,91	1	1	1	1	+		
UPE270	35,2	5250	389	451	10,8	22,2	401	60,7	112	2,99	29,8	19,9	43,6	2,89	6,14	1	1	1	2	+		
UPE300	44,4	7820	522	613	11,8	30,3	538	75,6	137	3,08	33,3	31,5	72,7	2,89	6,03	1	1	1	1	+		
UPE330	53,2	11010	667	792	12,7	38,8	681	89,7	156	3,17	37,5	45,2	112	2,9	6	1	1	1	1	+		
UPE360	61,2	14830	824	982	13,8	45,6	844	105	178	3,29	39,5	58,5	166	2,97	6,12	1	1	1	1	+		
UPE400	72,2	20980	1050	1260	15,1	56,2	1045	123	191	3,37	42	79,1	259	2,98	6,06	1	1	1	1	+		

♦ W<sub>pl,y</sub> мәні жүктің тура бұрыштармен әсер ету шарты кезінде анықталған. Осылайша, берілген мән, егер екі немесе одан көп швеллер қалыптастырылған қимада екі симметриялы ось ауырлық орталығының жазықтығында қолданылатын иілгіштік момент бар болатындай етіп, ширатылмайтындай жалғанған болса ғана қолданылады.

## Г.3 Еуропалық қалыпты қоставрлар (IPN)



Ернемек көлбеулігі: 14 %.

Өлшемдері: IPN80 - IPN550 DIN1025-1:1995, NF A 45-209: 1983 IPN600 DIN1025-1: 1963.

Рұқсат етілген ауытқулар: EN10024:1995.

Беткі күйі: EN10163-3:2004 сәйкес, С класы, 1 төменгі класс.

Г.3-сурет – IPN



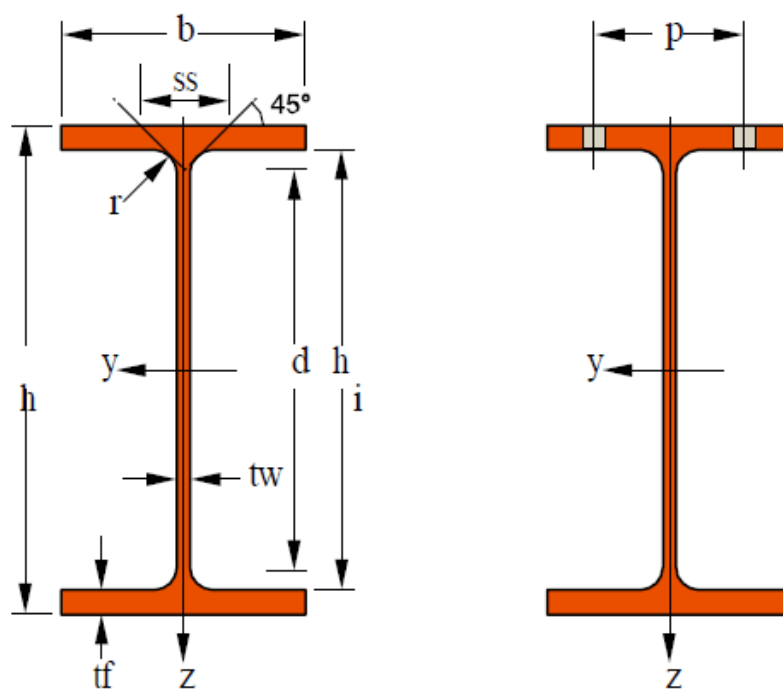
Г.6-кесте – Еуропалық қалыпты қоставрдың өлшемдері

Белгіленуі		Өлшемдері						$A$ $\text{мм}^2 \times 10^2$	Конструктивті өлшемдері				Беткі ауданы	
	$G$ кг/м	$h$ мм	$b$ мм	$t_w$ мм	$t_f$ мм	$r_1$ мм	$r_2$ мм		$d$ мм	$\varnothing$	$p_{\min}$ мм	$p_{\max}$ мм	$A_L$ $\text{м}^2/\text{м}$	$A_G$ $\text{м}^2/\text{т}$
IPN80	5,94	80	42	3,9	5,9	3,9	2,3	7,57	59	-	-	-	0,304	51,09
IPN100	8,34	100	50	4,5	6,8	4,5	2,7	10,6	75,7	-	-	-	0,37	44,47
IPN120	11,1	120	58	5,1	7,7	5,1	3,1	14,2	92,4	-	-	-	0,439	39,38
IPN140	14,3	140	66	5,7	8,6	5,7	3,4	18,2	109,1	-	-	-	0,502	34,94
IPN160	17,9	160	74	6,3	9,5	6,3	3,8	22,8	125,8	-	-	-	0,575	32,13
IPN180	21,9	180	82	6,9	10,4	6,9	4,1	27,9	142,4	-	-	-	0,64	29,22
IPN200	26,2	200	90	7,5	11,3	7,5	4,5	33,4	159,1	-	-	-	0,709	27,04
IPN220	31,1	220	98	8,1	12,2	8,1	4,9	39,5	175,8	M 10	50	56	0,775	24,99
IPN240	36,2	240	106	8,7	13,1	8,7	5,2	46,1	192,5	M 10	54	60	0,844	23,32
IPN260	41,9	260	113	9,4	14,1	9,4	5,6	53,3	208,9	M 12	62	62	0,906	21,65
IPN280	47,9	280	119	10,1	15,2	10,1	6,1	61	225,1	M 12	68	68	0,966	20,17
IPN300	54,2	300	125	10,8	16,2	10,8	6,5	69	241,6	M 12	70	74	1,03	19,02
IPN320	61	320	131	11,5	17,3	11,5	6,9	77,7	257,9	M 12	70	80	1,09	17,87
IPN340	68	340	137	12,2	18,3	12,2	7,3	86,7	274,3	M 12	78	86	1,15	16,9
IPN360	76,1	360	143	13	19,5	13	7,8	97	290,2	M 12	78	92	1,21	15,89
IPN380	84	380	149	13,7	20,5	13,7	8,2	107	306,7	M 16	84	86	1,27	15,12
IPN400	92,4	400	155	14,4	21,6	14,4	8,6	118	322,9	M 16	86	92	1,33	14,36
IPN450	115	450	170	16,2	24,3	16,2	9,7	147	363,6	M 16	92	106	1,48	12,83
IPN500	141	500	185	18	27	18	10,8	179	404,3	M 20	102	110	1,63	11,6
IPN550	166	550	200	19	30	19	11,9	212	445,6	M 22	112	118	1,8	10,8
IPN600	199	600	215	21,6	32,4	21,6	13	254	485,8	M 24	126	128	1,92	9,89

Г.7-кесте – Еуропалық қалыпты қоставрды есептеуге арналған анықтама мәліметтері

Белгіленуі		Анықтама мәндері												ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 бойынша жіктелуі				EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
		y-y осі						z-z осі												
	$G$ кг/м	$I_y$ $\text{мм}^4 \times 10^4$	$W_{el,y}$ $\text{мм}^3 \times 10^3$	$W_{pl,y} \blacklozenge$ $\text{мм}^3 \times 10^3$	$i_y$ мм $\times 10$	$A_{vz}$ $\text{мм}^2 \times 10^2$	$I_z$ $\text{мм}^4 \times 10^4$	$W_{el,z}$ $\text{мм}^3 \times 10^3$	$W_{pl,z} \blacklozenge$ $\text{мм}^3 \times 10^3$	$i_z$ мм $\times 10$	$s_s$ мм	$I_t$ $\text{мм}^4 \times 10^4$	$I_w$ $\text{мм}^6 \times 10^9$	таза иілу у-у		таза сығу				
														s235	s355	s235	s355			
IPN80	5,94	77,8	19,5	22,8	3,2	3,41	6,29	3	5	0,91	21,6	0,87	0,09	1	1	1	1	+		
IPN100	8,34	171	34,2	39,8	4,01	4,85	12,2	4,88	8,1	1,07	25	1,6	0,27	1	1	1	1	+		
IPN120	11,1	328	54,7	63,6	4,81	6,63	21,5	7,41	12,4	1,23	28,4	2,71	0,69	1	1	1	1	+		
IPN140	14,3	573	81,9	95,4	5,61	8,65	35,2	10,7	17,9	1,4	31,8	4,32	1,54	1	1	1	1	+		
IPN160	17,9	935	117	136	6,4	10,83	54,7	14,8	24,9	1,55	35,2	6,57	3,14	1	1	1	1	+		
IPN180	21,9	1450	161	187	7,2	13,35	81,3	19,8	33,2	1,71	38,6	9,58	5,92	1	1	1	1	+		
IPN200	26,2	2140	214	250	8	16,03	117	26	43,5	1,87	42	13,5	10,5	1	1	1	1	+		
IPN220	31,1	3060	278	324	8,8	19,06	162	33,1	55,7	2,02	45,4	18,6	17,8	1	1	1	1	+		
IPN240	36,2	4250	354	412	9,59	22,33	221	41,7	70	2,2	48,9	25	28,7	1	1	1	1	+		
IPN260	41,9	5740	442	514	10,4	26,08	288	51	85,9	2,32	52,6	33,5	44,1	1	1	1	1	+		
IPN280	47,9	7590	542	632	11,1	30,18	364	61,2	103	2,45	56,4	44,2	64,6	1	1	1	1	+		
IPN300	54,2	9800	653	762	11,9	34,58	451	72,2	121	2,56	60,1	56,8	91,8	1	1	1	1	+		
IPN320	61	12510	782	914	12,7	39,26	555	84,7	143	2,67	63,9	72,5	129	1	1	1	1	+		
IPN340	68	15700	923	1080	13,5	44,27	674	98,4	166	2,8	67,6	90,4	176	1	1	1	1	+		
IPN360	76,1	19610	1090	1276	14,2	49,95	818	114	194	2,9	71,8	115	240	1	1	1	1	+		
IPN380	84	24010	1260	1482	15	55,55	975	131	221	3,02	75,4	141	319	1	1	1	1	+		
IPN400	92,4	29210	1460	1714	15,7	61,69	1160	149	253	3,13	79,3	170	420	1	1	1	1	+		
IPN450	115	45850	2040	2400	17,7	77,79	1730	203	345	3,43	88,9	267	791	1	1	1	1	+		
IPN500	141	68740	2750	3240	19,6	95,6	2480	268	456	3,72	98,5	402	1400	1	1	1	1	+		
IPN550	166	99180	3610	4240	21,6	111,3	3490	349	592	4,02	107,3	544	2390	1	1	1	1	+		
IPN600	199	139000	4630	5452	23,4	138	4670	434	752	4,3	117,6	787	3814	1	1	1	1	+		
$\blacklozenge W_{pl}$ иілімділігін есепке ала отырып есептеу үшін пішін талап етілген шекті қима айналым бұрышына сәйкес 1 немес 2 кластарға жатуы тиіс.																				

## Г.4 Еуропалық қоставрлар I (IPE)



Өлшемдері: IPE 80 – 600 EU 19-57 IPE AA 80-550 стандартына сәйкес, IPE A 80-600, IPE O 180-600, IPE 750 дайындаушы зауыттың стандартына сәйкес.

Рұқсат етілген ауытқулар: EN10034:1993.

Беткі күйі: EN10163-3:2004 сәйкес, С класы, 1 төменгі класс.

Г.4-сурет – IPE

Г.8-кесте – Еуропалық қоставр өлшемдері I (IPE)

Белгіленуі		Өлшемдері					$A$ $\text{мм}^2 \times 10^2$	Конструктивті өлшемдері					Беткі ауданы	
	$G$ кг/м	$h$ мм	$b$ мм	$t_w$ мм	$t_f$ мм	$r$ мм		$h_i$ мм	$d$ мм	$\emptyset$	$p_{\min}$ мм	$p_{\max}$ мм	$A_L$ м <sup>2</sup> /м	$A_G$ м <sup>2</sup> /т
IPEAA 80	4,9	78	46	3,2	4,2	5	6,31	69,6	59,6	-	-	-	0,325	65,62
IPEA 80	5	78	46	3,3	4,2	5	6,38	69,6	59,6	-	-	-	0,325	64,9
IPE80	6	80	46	3,8	5,2	5	7,64	69,6	59,6	-	-	-	0,328	54,64
IPEAA 100	6,7	97,6	55	3,6	4,5	7	8,56	88,6	74,6	-	-	-	0,396	58,93
IPEA 100	6,9	98	55	3,6	4,7	7	8,8	88,6	74,6	-	-	-	0,397	57,57
IPE100	8,1	100	55	4,1	5,7	7	10,3	88,6	74,6	-	-	-	0,4	49,33
IPEAA 120	8,4	117	64	3,8	4,8	7	10,7	107,4	93,4	-	-	-	0,47	56,26
IPEA 120	8,7	117,6	64	3,8	5,1	7	11	107,4	93,4	-	-	-	0,472	54,47
IPE120	10,4	120	64	4,4	6,3	7	13,2	107,4	93,4	-	-	-	0,475	45,82
IPEAA 140	10,1	136,6	73	3,8	5,2	7	12,8	126,2	112,2	-	-	-	0,546	54,26
IPEA 140	10,5	137,4	73	3,8	5,6	7	13,4	126,2	112,2	-	-	-	0,547	52,05
IPE140	12,9	140	73	4,7	6,9	7	16,4	126,2	112,2	-	-	-	0,551	42,7
IPEAA 160	12,1	156,4	82	4	5,6	7	15,4	145,2	131,2	-	-	-	0,621	50,4
IPEA 160	12,7	157	82	4	5,9	9	16,2	145,2	127,2	-	-	-	0,619	48,7
IPE160	15,8	160	82	5	7,4	9	20,1	145,2	127,2	-	-	-	0,623	39,47
IPEAA 180	14,9	176,4	91	4,3	6,2	9	19	164	146	M 10	48	48	0,693	46,37
IPEA 180	15,4	177	91	4,3	6,5	9	19,6	164	146	M 10	48	48	0,694	45,15
IPE180	18,8	180	91	5,3	8	9	23,9	164	146	M 10	48	48	0,698	37,13
IPEO 180+	21,3	182	92	6	9	9	27,1	164	146	M 10	50	50	0,705	33,12
IPEAA 200	18	196,4	100	4,5	6,7	12	22,9	183	159	M 10	54	58	0,763	42,51
IPEA 200	18,4	197	100	4,5	7	12	23,5	183	159	M 10	54	58	0,764	41,49
IPE200	22,4	200	100	5,6	8,5	12	28,5	183	159	M 10	54	58	0,768	34,36
IPEO 200+	25,1	202	102	6,2	9,5	12	32	183	159	M 10	56	60	0,779	31,05
IPEAA 220	21,2	216,4	110	4,7	7,4	12	27	201,6	177,6	M 12	60	62	0,843	39,78
IPEA 220	22,2	217	110	5	7,7	12	28,3	201,6	177,6	M 12	60	62	0,843	38,02

Г.8-кесте – Еуропалық қосауыр өлшемдері I (IPE) (жалғасы)

Белгіленуі		Өлшемдері					$A$ $\text{мм}^2 \times 10^2$	Конструктивті өлшемдері					Беткі ауданы	
	$G$ кг/м	$h$ мм	$b$ мм	$t_w$ мм	$t_f$ мм	$r$ мм		$h_i$ мм	$d$ мм	$\emptyset$	$p_{\min}$ мм	$p_{\max}$ мм	$A_L$ м <sup>2</sup> /м	$A_G$ м <sup>2</sup> /т
IPE220	26,2	220	110	5,9	9,2	12	33,4	201,6	177,6	M 12	60	62	0,848	32,36
IPE O 220+	29,4	222	112	6,6	10,2	12	37,4	201,6	177,6	M 10	58	66	0,858	29,24
IPE AA 240	24,9	236,4	120	4,8	8	15	31,7	220,4	190,4	M12	64	68	0,917	36,86
IPE A 240	26,2	237	120	5,2	8,3	15	33,3	220,4	190,4	M12	64	68	0,918	35,1
IPE240	30,7	240	120	6,2	9,8	15	39,1	220,4	190,4	M12	66	68	0,922	30,02
IPE O 240+	34,3	242	122	7	10,8	15	43,7	220,4	190,4	M12	66	70	0,932	27,17
IPE A 270	30,7	267	135	5,5	8,7	15	39,2	249,6	219,6	M16	70	72	1,037	33,75
IPE270	36,1	270	135	6,6	10,2	15	45,9	249,6	219,6	M16	72	72	1,041	28,86
IPE O 270+	42,3	274	136	7,5	12,2	15	53,8	249,6	219,6	M16	72	72	1,051	24,88
IPE A 300	36,5	297	150	6,1	9,2	15	46,5	278,6	248,6	M16	72	86	1,156	31,65
IPE300	42,2	300	150	7,1	10,7	15	53,8	278,6	248,6	M16	72	86	1,16	27,46
IPE O 300+	49,3	304	152	8	12,7	15	62,8	278,6	248,6	M16	74	88	1,174	23,81
IPE A 330	43	327	160	6,5	10	18	54,7	307	271	M16	78	96	1,25	29,09
IPE330	49,1	330	160	7,5	11,5	18	62,6	307	271	M16	78	96	1,254	25,52
IPE O 330+	57	334	162	8,5	13,5	18	72,6	307	271	M16	80	98	1,268	22,24
IPE A 360	50,2	357,6	170	6,6	11,5	18	64	334,6	298,6	M22	86	88	1,351	26,91
IPE360	57,1	360	170	8	12,7	18	72,7	334,6	298,6	M22	88	88	1,353	23,7
IPE O 360+	66	364	172	9,2	14,7	18	84,1	334,6	298,6	M22	90	90	1,367	20,69
IPE A 400	57,4	397	180	7	12	21	73,1	373	331	M22	94	98	1,464	25,51
IPE400	66,3	400	180	8,6	13,5	21	84,5	373	331	M22	96	98	1,467	22,12
IPE O 400+	75,7	404	182	9,7	15,5	21	96,4	373	331	M22	96	100	1,481	19,57
IPE A 450	67,2	447	190	7,6	13,1	21	85,6	420,8	378,8	M 24	100	102	1,603	23,87
IPE450	77,6	450	190	9,4	14,6	21	98,8	420,8	378,8	M 24	100	102	1,605	20,69
IPE O 450+	92,4	456	192	11	17,6	21	118	420,8	378,8	M 24	102	104	1,622	17,56
IPE A 500	79,4	497	200	8,4	14,5	21	101	468	426	M 24	100	112	1,741	21,94

Г.8-кесте – Еуропалық қосастр өлшемдері I (IPE) (жалғасы)

Белгіленуі		Өлшемдері					$A$ $\text{мм}^2 \times 10^2$	Конструктивті өлшемдері					Беткі ауданы	
	$G$ кг/м	$h$ мм	$b$ мм	$t_w$ мм	$t_f$ мм	$r$ мм		$h_i$ мм	$d$ мм	$\emptyset$	$p_{\min}$ мм	$p_{\max}$ мм	$A_L$ $\text{м}^2/\text{м}$	$A_G$ $\text{м}^2/\text{т}$
IPE500	90,7	500	200	10,2	16	21	116	468	426	M 24	102	112	1,744	19,23
IPEO 500+	107	506	202	12	19	21	137	468	426	M 24	104	114	1,76	16,4
IPEA 550	92,1	547	210	9	15,7	24	117	515,6	467,6	M 24	106	122	1,875	20,36
IPE550	106	550	210	11,1	17,2	24	134	515,6	467,6	M 24	110	122	1,877	17,78
IPEO 550+	123	556	212	12,7	20,2	24	156	515,6	467,6	M 24	110	122	1,893	15,45
IPEA 600	108	597	220	9,8	17,5	24	137	562	514	M 27	114	118	2,013	18,72
IPE600	122	600	220	12	19	24	156	562	514	M 27	116	118	2,015	16,45
IPEO 600+	154	610	224	15	24	24	197	562	514	M 27	118	122	2,045	13,24
IPE750 × 137	137	753	263	11,5	17	17	175	719	685	M 27	102	162	2,506	18,28
IPE750 × 147	147	753	265	13,2	17	17	188	719	685	M 27	104	164	2,51	17,06
IPE750 × 173+	173	762	267	14,4	21,6	17	221	718,8	684,8	M 27	104	166	2,534	14,58
IPE750 × 196+	196	770	268	15,6	25,4	17	251	719,2	685,2	M 27	106	166	2,552	12,96

Г.9-кесте – Еуропалық қосастрды есептеуге арналған анықтама мәліметері I (IPE)

Белгіленуі		Анықтама мәндері												ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 бойынша жіктеу						EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
		y-y осі						z-z осі														
	G кг/м	$I_y$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,y}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,y} \blacklozenge$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_y$ мм	$A_{vz}$ мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	$I_z$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,z}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,z} \blacklozenge$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_z$ мм	$s_s$ мм	$I_t$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$I_w$ мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	таза иілу y-y			таза сығу					
		S235		S460		S355																
IPEAA 80	4,9	64,1	16,4	18,9	3,19	3	6,85	2,98	4,7	1,04	17,5	0,4	0,09	1	1	-	1	1	-	+		
IPEA 80	5	64,4	16,5	19	3,18	3,07	6,85	2,98	4,7	1,04	17,6	0,42	0,09	1	1	-	1	1	-			
IPE80	6	80,1	20	23,2	3,24	3,58	8,49	3,69	5,8	1,05	20,1	0,7	0,12	1	1	-	1	1	-	+		

Г.9-кесте – Еуропалық қоставрды есептеуге арналған анықтама мәліметері I (IPE) (жалғасы)

Белгіленуі		Анықтама мәндері												ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 бойынша жіктеу						EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
		y-y осі						z-z осі														
		$G$ кг/м	$I_y$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,y}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,y}♦$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_y$ мм ×10	$A_{vz}$ мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	$I_z$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,z}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,z}♦$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_z$ мм ×10	$s_s$ мм	$I_t$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$I_w$ мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	таза иілу у-у			таза сығу				
														S235		S460		S355				
IPEAA 100	6,7	136	27,9	31,9	3,98	4,4	12,6	4,57	7,2	1,21	20,8	0,73	0,27	1	1	-	1	1	-	+		
IPEA 100	6,9	141	28,8	33	4,01	4,44	13,1	4,77	7,5	1,22	21,2	0,77	0,28	1	1	-	1	1	-	+		
IPE100	8,1	171	34,2	39,4	4,07	5,08	15,9	5,79	9,2	1,24	23,7	1,2	0,35	1	1	-	1	1	-	+		
IPEAA 120	8,4	244	41,7	47,6	4,79	5,36	21,1	6,59	10,4	1,41	21,6	0,95	0,66	1	1	-	1	1	-	+		
IPEA 120	8,7	257	43,8	49,9	4,83	5,41	22,4	7	11	1,42	22,2	1,04	0,71	1	1	-	1	1	-	+		
IPE120	10,4	318	53	60,7	4,9	6,31	27,7	8,65	13,6	1,45	25,2	1,74	0,89	1	1	-	1	1	-	+		
IPEAA 140	10,1	407	59,7	67,6	5,64	6,14	33,8	9,27	14,5	1,63	22,4	1,19	1,46	1	1	-	1	2	-	+		
IPEA 140	10,5	435	63,3	71,6	5,7	6,21	36,4	10	15,5	1,65	23,2	1,36	1,58	1	1	1	1	2	3	+	+	+
IPE140	12,9	541	77,3	88,3	5,74	7,64	44,9	12,3	19,3	1,65	26,7	2,45	1,98	1	1	1	1	1	2	+	+	+
IPEAA 160	12,1	646	82,6	93,3	6,47	7,24	51,6	12,6	19,6	1,83	23,4	1,57	2,93	1	1	-	1	3	-	+		
IPEA 160	12,7	689	87,8	99,1	6,53	7,8	54,4	13,3	20,7	1,83	26,3	1,96	3,09	1	1	1	1	3	4	+	+	+
IPE160	15,8	869	109	124	6,58	9,66	68,3	16,7	26,1	1,84	30,3	3,6	3,96	1	1	1	1	1	2	+	+	+
IPEAA 180	14,9	1020	116	131	7,32	9,13	78,1	17,2	26,7	2,03	27,2	2,48	5,64	1	1	-	2	3	-	+		
IPEA 180	15,4	1063	120	135	7,37	9,2	81,9	18	28	2,05	27,8	2,7	5,93	1	1	1	2	3	4	+	+	+
IPE180	18,8	1317	146	166	7,42	11,3	101	22,2	34,6	2,05	31,8	4,79	7,43	1	1	1	1	2	3	+	+	+
IPEO 180	21,3	1505	165	189	7,45	12,7	117	25,5	39,9	2,08	34,5	6,76	8,74	1	1	1	1	1	2	+	+	+
IPEAA 200	18	1533	156	176	8,19	11,4	112	22,4	35	2,21	32	3,84	10,1	1	1	-	2	4	-	+		
IPEA 200	18,4	1591	162	182	8,23	11,5	117	23,4	36,5	2,23	32,6	4,11	10,5	1	1	1	2	4	4	+	+	+
IPE200	22,4	1943	194	221	8,26	14	142	28,5	44,6	2,24	36,7	6,98	13	1	1	1	1	2	3	+	+	+
IPEO 200	25,1	2211	219	249	8,32	15,5	169	33,1	51,9	2,3	39,3	9,45	15,6	1	1	1	1	1	2	+	+	+
IPEAA 220	21,2	2219	205	230	9,07	12,8	165	29,9	46,5	2,47	33,6	5,02	17,9	1	1	-	2	4	-	+		
IPEA 220	22,2	2317	214	240	9,05	13,6	171	31,2	48,5	2,46	34,5	5,69	18,7	1	1	1	2	4	4	+	+	+
IPE220	26,2	2772	252	285	9,11	15,9	205	37,3	58,1	2,48	38,4	9,07	22,7	1	1	1	1	2	4	+	+	+

Г.9-кесте – Еуропалық қоставрды есептеуге арналған анықтама мәліметері I (IPE) (жалғасы)

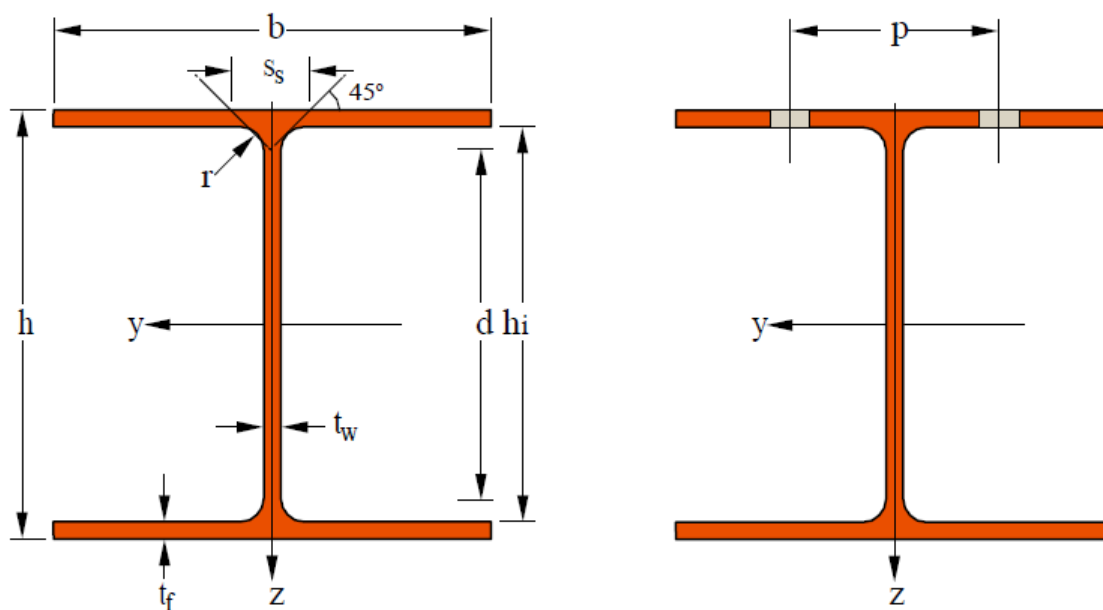
Белгіленуі		Анықтама мәндері												ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 бойынша жіктеу						EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
		y-y осі						z-z осі														
		$G$ кг/м	$I_y$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,y}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,y}♦$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_y$ мм ×10	$A_{vz}$ мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	$I_z$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,z}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,z}♦$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_z$ мм ×10	$s_s$ мм	$I_t$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$I_w$ мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	таза иілу у-у			таза сығу				
														S235		S460		S355				
IPEO 220	29,4	3134	282	321	9,16	17,7	240	42,8	66,9	2,53	41,1	12,3	26,8	1	1	1	1	2	2	+	+	+
IPEAA 240	24,9	3154	267	298	9,97	15,3	231	38,6	60	2,7	38,4	7,33	30,1	1	1	-	3	4	-	+		
IPEA 240	26,2	3290	278	312	9,94	16,3	240	40	62,4	2,68	39,4	8,35	31,3	1	1	1	2	4	4	+	+	+
IPE240	30,7	3892	324	367	9,97	19,1	284	47,3	73,9	2,69	43,4	12,9	37,4	1	1	1	1	2	4	+	+	+
IPEO 240	34,3	4369	361	410	10	21,4	329	53,9	84,4	2,74	46,2	17,2	43,7	1	1	1	1	2	3	+	+	+
IPEA 270	30,7	4917	368	413	11,2	18,8	358	53	82,3	3,02	40,5	10,3	59,5	1	1	1	3	4	4	+	+	+
IPE270	36,1	5790	429	484	11,2	22,1	420	62,2	97	3,02	44,6	15,9	70,6	1	1	1	2	3	4	+	+	+
IPEO 270	42,3	6947	507	575	11,4	25,2	514	75,5	118	3,09	49,5	24,9	87,6	1	1	1	1	2	3	+	+	+
IPEA 300	36,5	7173	483	542	12,4	22,3	519	69,2	107	3,34	42,1	13,4	107	1	1	1	3	4	4	+	+	+
IPE300	42,2	8356	557	628	12,5	25,7	604	80,5	125	3,35	46,1	20,1	126	1	1	1	2	4	4	+	+	+
IPEO 300	49,3	9994	658	744	12,6	29,1	746	98,1	153	3,45	51	31,1	158	1	1	1	1	3	4	+	+	+
IPEA 330	43	10230	626	702	13,7	27	685	85,6	133	3,54	47,6	19,6	172	1	1	1	3	4	4	+	+	+
IPE330	49,1	11770	713	804	13,7	30,8	788	98,5	154	3,55	51,6	28,2	199	1	1	1	2	4	4	+	+	+
IPEO 330	57	13910	833	943	13,8	34,9	960	119	185	3,64	56,6	42,2	246	1	1	1	1	3	4	+	+	+
IPEA 360	50,2	14520	812	907	15,1	29,8	944	111	172	3,84	50,7	26,5	282	1	1	1	4	4	4	+	+	+
IPE360	57,1	16270	904	1019	15	35,1	1043	123	191	3,79	54,5	37,3	314	1	1	1	2	4	4	+	+	+
IPEO 360	66	19050	1047	1186	15,1	40,2	1251	146	227	3,86	59,7	55,8	380	1	1	1	1	3	4	+	+	+
IPEA 400	57,4	20290	1022	1144	16,7	35,8	1171	130	202	4	55,6	34,8	432	1	1	1	4	4	4	+	+	+
IPE400	66,3	23130	1160	1307	16,6	42,7	1318	146	229	3,95	60,2	51,1	490	1	1	1	3	4	4	+	+	+
IPEO 400	75,7	26750	1324	1502	16,7	48	1564	172	269	4,03	65,3	73,1	588	1	1	1	2	3	4	+	+	+
IPEA 450	67,2	29760	1331	1494	18,7	42,3	1502	158	246	4,19	58,4	45,7	705	1	1	1	4	4	4	+	+	+
IPE450	77,6	33740	1500	1702	18,5	50,9	1676	176	276	4,12	63,2	66,9	791	1	1	1	3	4	4	+	+	+
IPEO 450	92,4	40920	1795	2046	18,7	59,4	2085	217	341	4,21	70,8	109	998	1	1	1	2	4	4	+	+	+



Г.9-кесте – Еуропалық қоставрды есептеуге арналған анықтама мәліметері I (IPE) (жалғасы)

Белгіленуі		Анықтама мәндері												ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 бойынша жіктеу						EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
		y-y осі						z-z осі														
		$G$ кг/м	$I_y$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,y}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,y}♦$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_y$ мм ×10	$A_{vz}$ мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	$I_z$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,z}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,z}♦$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_z$ мм ×10	$s_s$ мм	$I_t$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$I_w$ мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	таза иілу у-у			таза сығу				
		S235		S460		S355 5																
IPEA 500	79,4	42930	1728	1946	20,6	50,4	1939	194	302	4,38	62	62,8	1125	1	1	1	4	4	4	+	+	+
IPE500	90,7	48200	1930	2194	20,4	59,9	2142	214	336	4,31	66,8	89,3	1249	1	1	1	3	4	4	+	+	+
IPEO 500	107	57780	2284	2613	20,6	70,2	2622	260	409	4,38	74,6	144	1548	1	1	1	2	4	4	+	+	+
IPEA 550	92,1	59980	2193	2475	22,6	60,3	2432	232	362	4,55	68,5	86,5	1710	1	1	2	4	4	4	+	+	+
IPE550	106	67120	2440	2787	22,4	72,3	2668	254	401	4,45	73,6	123	1884	1	1	1	4	4	4	+	HI	HI
IPEO 550	123	79160	2847	3263	22,5	82,7	3224	304	481	4,55	81,2	188	2302	1	1	1	2	4	4	+	HI	HI
IPEA 600	108	82920	2778	3141	24,6	70,1	3116	283	442	4,77	72,9	119	2607	1	1	2	4	4	4	+	+	+
IPE600	122	92080	3070	3512	24,3	83,8	3387	308	486	4,66	78,1	165	2846	1	1	1	4	4	4	+	HI	HI
IPEO 600	154	118300	3879	4471	24,5	104	4521	404	640	4,79	91,1	318	3860	1	1	1	2	4	4	+	HI	HI
IPE750 × 137	137	159900	4246	4865	30,3	92,9	5166	393	614	5,44	65,4	137	6980	1	2	-	4	4	-	+	+	+
IPE750 × 147	147	166100	4411	5110	29,8	105	5289	399	631	5,31	67,1	162	7141	1	1	2	4	4	4	+	+	+
IPE750 × 173	173	205800	5402	6218	30,5	116	6873	515	810	5,57	77,5	274	9391	1	1	1	4	4	4	+	HI	HI
IPE750 × 196	196	240300	6241	7174	31	127	8175	610	959	5,71	86,3	409	11290	1	1	1	4	4	4	+	HI	HI
♦ $W_{pl}$ иілімділігін есепке ала отырып есептеу үшін пішін талап етілген шекті қима айналым бұрышына сәйкес 1 немес 2 кластарға жатуы тиіс.																						

## Г.5 Кең сөрелі көтергіш қадалар (НР)



Өлшемдері: дайындаушы зауыт стандартына сәйкес.

Рұқсат етілген ауытқулар: EN10034:1993.

Беткі күйі: EN10163-3:2004 сәйкес, С класы, 1 төменгі класс.

Г.5-сурет – НР

Г.10-кесте – Кең сөрелі көтергіш қаданың өлшемдері (НР)

Белгіленуі		Өлшемдері					A мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	Конструктивті өлшемдері					Беткі ауданы	
	G кг/м	h мм	b мм	t <sub>w</sub> мм	t <sub>f</sub> мм	r мм		h <sub>i</sub> мм	d мм	Ø	p <sub>min</sub> мм	p <sub>max</sub> мм	A <sub>L</sub> м <sup>2</sup> /м	A <sub>G</sub> м <sup>2</sup> /т
НР200 × 43	42,5	200	205	9	9	10	54,1	182	162	М 27	100	106	1,185	27,88
НР200 × 53	53,5	204	207	11,3	11,3	10	68,4	181,4	161,4	М 27	104	108	1,196	22,36
НР220 × 57	57,2	210	224,5	11	11	18	72,9	188	152	М 27	102	122	1,265	22,12
НР260 × 75	75	249	265	12	12	24	95,5	225	177	М 27	116	164	1,493	19,9
НР260 × 87	87,3	253	267	14	14	24	111	225	177	М 27	118	166	1,505	17,24
НР305 × 79	78,9	299,3	306,4	11	11,1	15,2	101	277,1	246,7	М 27	102	204	1,776	22,52
НР305 × 88	88	301,7	307,8	12,4	12,3	15,2	112	277,1	246,7	М 27	104	206	1,784	20,28
НР305 × 95	94,9	303,7	308,7	13,3	13,3	15,2	121	277,1	246,7	М 27	106	206	1,79	18,85
НР305 × 110	110	307,9	310,7	15,3	15,4	15,2	140	277,1	246,7	М 27	108	208	1,802	16,39
НР305 × 126	126	312,3	312,9	17,5	17,6	15,2	161	277,1	246,7	М 27	110	210	1,815	14,4
НР305 × 149	149	318,5	316	20,6	20,7	15,2	190	277,1	246,7	М 27	114	214	1,834	12,3
НР305 × 180	180	326,7	319,7	24,8	24,8	15,2	229	277,1	246,7	М 27	118	218	1,857	10,31
НР305 × 186	186	328,3	320,9	25,5	25,6	15,2	237	277,1	246,7	М 27	118	218	1,863	10,02
НР305 × 223	223	337,9	325,7	30,3	30,4	15,2	284	277,1	246,7	М 27	124	220	1,892	8,487
НР320 × 88	88,5	303	304	12	12	27	113	279	225	М 27	122	202	1,752	19,8
НР320 × 103	103	307	306	14	14	27	131	279	225	М 27	124	204	1,764	17,15
НР320 × 117	117	311	308	16	16	27	150	279	225	М 27	126	206	1,776	15,13
НР320 × 147	147	319	312	20	20	27	187	279	225	М 27	130	210	1,8	12,27
НР320 × 184	184	329	317	25	25	27	235	279	225	М 27	136	216	1,83	9,939
НР360 × 109	109	346,4	371	12,8	12,9	15,2	139	320,6	290,2	М 27	102	266	2,125	19,51
НР360 × 133	133	352	373,8	15,6	15,7	15,2	169	320,6	290,2	М 27	104	268	2,142	16,11
НР360 × 152	152	356,4	376	17,8	17,9	15,2	194	320,6	290,2	М 27	106	270	2,155	14,18
НР360 × 174	174	361,4	378,5	20,3	20,4	15,2	222	320,6	290,2	М 27	110	272	2,17	12,48
НР360 × 180	180	362,9	378,8	21,1	21,1	15,2	230	320,7	290,3	М 27	110	272	2,173	12,06

Г.10-кесте – Кең сөрелі көтергіш қаданың өлшемдері (НР) (жалғасы)

Белгіленуі		Өлшемдері					A мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	Конструктивті өлшемдері					Беткі ауданы	
	G кг/м	h мм	b мм	t <sub>w</sub> мм	t <sub>f</sub> мм	r мм		h <sub>i</sub> мм	d мм	Ø	p <sub>min</sub> мм	p <sub>max</sub> мм	A <sub>L</sub> м <sup>2</sup> /м	A <sub>G</sub> м <sup>2</sup> /т
НР400 × 122 <sup>+</sup>	122	348	390	14	14	15	156	320	290	М 27	102	284	2,202	17,99
НР400 × 140 <sup>+</sup>	140	352	392	16	16	15	179	320	290	М 27	104	286	2,214	15,8
НР400 × 158 <sup>+</sup>	158	356	394	18	18	15	201	320	290	М 27	106	288	2,226	14,08
НР400 × 176 <sup>+</sup>	176	360	396	20	20	15	224	320	290	М 27	108	290	2,238	12,71
НР400 × 194 <sup>+</sup>	194	364	398	22	22	15	248	320	290	М 27	110	292	2,25	11,58
НР400 × 213 <sup>+</sup>	213	368	400	24	24	15	271	320	290	М 27	112	294	2,262	10,64
НР400 × 231 <sup>+</sup>	231	372	402	26	26	15	294	320	290	М 27	114	296	2,274	9,848

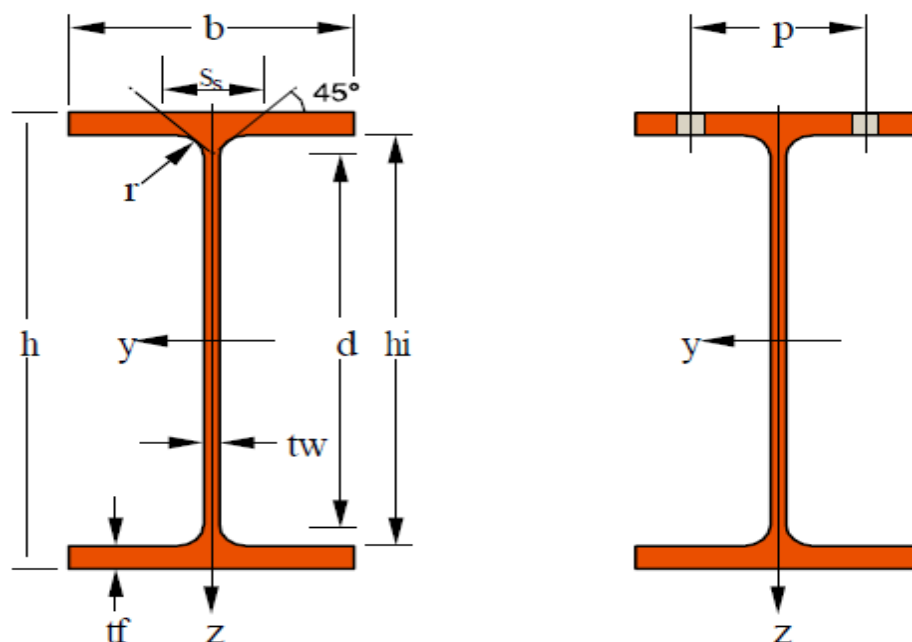
Г.11-кесте – Кең сөрелі көтергіш қаданы есептеуге арналған анықтама мәліметтері (НР)

Белгіленуі		Қима сипаттамалары												ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 бойынша жіктеу						EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
		y-y осі						z-z осі														
	G кг/м	I <sub>y</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,y</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,y</sub> ♦ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> мм ×10	A <sub>vz</sub> <sup>2</sup> мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	I <sub>z</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,z</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,z</sub> ♦ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> мм ×10	s <sub>s</sub> мм	I <sub>t</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	таза иілу y-y			таза сығу					
														§235	§355	§460	§235	§355	§460			
HP200 × 43	42,5	3888	388,8	434,5	8,47	19,85	1294	126,2	193,4	4,89	38,72	17,68	117,9	2	3	4	2	3	4	+	+	
HP200 × 53	53,5	4977	488	551,3	8,55	24,89	1673	161,7	248,6	4,96	45,62	34,2	155,1	1	2	3	1	2	3	+	+	
HP220 × 57	57,2	5729	545,6	613,7	8,87	28,63	2079	185,2	285,5	5,34	54,09	44,18	205,4	1	2	3	1	2	3	+	+	+
HP260 × 75	75	10650	855,1	958,5	10,56	39,14	3733	281,7	435,1	6,25	64,12	79,29	522,6	1	3	3	1	3	3	+	+	+
HP260 × 87	87,3	12590	994,9	1124	10,64	45,12	4455	333,7	516,2	6,33	70,12	115,7	634,2	1	1	3	1	1	3	+	+	+
HP305 × 79	78,9	16440	1099	1218	12,79	37,06	5326	347,7	531,2	7,28	51,01	51,37	1105	3	4	4	3	4	4	+	+	+
HP305 × 88	88	18420	1221	1360	12,82	41,61	5984	388,9	595,2	7,31	54,81	70,05	1252	3	3	4	3	3	4	+	+	+
HP305 × 95	94,9	20040	1320	1474	12,87	44,65	6529	423	648	7,35	57,71	86,69	1375	2	3	3	2	3	3	+	+	+
HP305 × 126	126	27410	1755	1986	13,06	58,91	9002	575,4	885,2	7,49	70,51	194,3	1951	1	2	3	1	2	3	+	HI	HI

Г.11-кесте – Кең сөрелі көтергіш қаданы есептеуге арналған анықтама мәліметтері (НР) (жалғасы)

Белгіленуі		Қима сипаттамалары												ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 бойынша жіктеу								
		у-у осі						z-z осі														
	$G$ кг/м	$I_y$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,y}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,y} \blacklozenge$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_y$ мм ×10	$A_{vz}^2$ мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	$I_z$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,z}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,z} \blacklozenge$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_z$ мм ×10	$s_s$ мм	$I_t$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$I_w$ мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	таза иілу у-у			таза сығу			EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
														S235	S355	S460	S235	S355	S460			
HP305 × 110	110	23560	1531	1720	12,97	51,42	7709	496,2	761,7	7,42	63,91	131,4	1647	1	3	3	1	3	3	+	HI	HI
HP305 × 149	149	33070	2076	2370	13,2	69,62	10910	690,5	1066	7,58	79,81	314,2	2414	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HP305 × 180	180	40970	2508	2897	13,37	84,39	13550	847,4	1313	7,69	92,21	541,7	3077	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HP305 × 186	186	42610	2596	3003	13,41	86,95	14140	881,5	1366	7,73	94,51	593,7	3230	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HP305 × 223	223	52700	3119	3653	13,62	104,4	17580	1079	1680	7,87	108,9	998,4	4138	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HP320 × 88	88,5	18740	1237	1379	12,9	47,66	5634	370,6	572,1	7,07	67,6	99,04	1190	2	3	3	2	3	3	+	+	+
HP320 × 103	103	22050	1437	1611	12,97	54,84	6704	438,2	677,3	7,15	73,6	142,3	1435	1	3	3	1	3	3	+	HI	HI
HP320 × 117	117	25480	1638	1849	13,06	62,1	7815	507,5	785,5	7,23	79,6	198,5	1695	1	2	3	1	2	3	+	HI	HI
HP320 × 147	147	32670	2048	2338	13,22	76,86	10160	651,3	1011	7,37	91,6	357,1	2263	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HP320 × 184	184	42340	2574	2979	13,44	95,76	13330	841,2	1311	7,54	106,6	662	3067	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HP360 × 109	109	30630	1769	1956	14,86	48,59	10990	592,3	902,9	8,9	56,41	90,73	3053	3	4	4	3	4	4	+	+	+
HP360 × 133	133	37980	2158	2406	14,98	59,22	13680	731,9	1119	8,99	64,81	160,7	3864	3	3	4	3	3	4	+	HI	HI
HP360 × 152	152	43970	2468	2767	15,07	67,68	15880	844,5	1293	9,05	71,41	236,4	4543	2	3	3	2	3	3	+	HI	HI
HP360 × 174	174	51010	2823	3186	15,18	77,41	18460	975,6	1497	9,13	78,91	348,5	5360	1	2	3	1	2	3	+	HI	HI
HP360 × 180	180	53040	2923	3306	15,2	80,52	19140	1011	1552	9,13	81,11	387,2	5583	1	2	3	1	2	3	+	HI	HI
HP400 × 122	122	34770	1998	2212	14,93	52,89	13850	710,3	1082	9,42	59,57	118,7	3860	3	4	4	3	4	4	+	+	+
HP400 × 140	140	40270	2288	2547	15,02	60,49	16080	820,2	1252	9,49	65,57	175,3	4534	3	3	4	3	3	4	+	HI	HI
HP400 × 158	158	45940	2581	2888	15,1	68,17	18370	932,4	1425	9,55	71,57	248	5241	2	3	3	2	3	3	+	HI	HI
HP400 × 176	176	51770	2876	3235	15,19	75,93	20720	1047	1603	9,61	77,57	338,9	5982	1	3	3	1	3	3	+	HI	HI
HP400 × 194	194	57760	3174	3588	15,28	83,77	23150	1163	1784	9,67	83,57	450,2	6759	1	2	3	1	2	3	+	HI	HI
HP400 × 213	213	63920	3474	3947	15,37	91,69	25640	1282	1969	9,73	89,57	584,2	7574	1	1	3	1	1	3	+	HI	HI
HP400 × 231	231	70260	3777	4312	15,45	99,69	28200	1403	2158	9,79	95,57	743,1	8425	1	1	2	1	1	2	+	HI	HI

## Г.6 Еуропалық кең сөрелі қоставр (HE)



Өлшемдері: EU 53-62 стандартына сәйкес HEA, HEB және HEM100 – 1000;

ASTM A 6/A 6M – 07 сәйкес HE1000 с GHE>GHEM;

PN-H-93452: 2005 сәйкес HEC;

Дайындаушы зауыт стандартына сәйкес HEAA100-1000.

Рұқсаттар: EN10034:1993 HE100 - 900; HE 000AA-M;

ASTM A 6/A 6M - 07 HE 1000 с GHE>GHE M;

Бетке қойылатын талаптар: EN10163-3:2004 сәйкес, C класы, 1 төменгі класс.

Г.6-сурет – HE

Г.12-кесте – Еуропалық кең сөрелі қоставр өлшемдері (HE)

Белгіленуі		Параметрлері					A мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	Конструктивті өлшемдері					Беткі ауданы	
	G кг/м	h мм	b мм	t <sub>w</sub> мм	t <sub>f</sub> мм	r мм		h <sub>i</sub> мм	d мм	Ø	p <sub>min</sub> мм	p <sub>max</sub> мм	A <sub>L</sub> м <sup>2</sup> /м	A <sub>G</sub> м <sup>2</sup> /т
HE100 AA	12,2	91	100	4,2	5,5	12	15,6	80	56	M 10	54	58	0,553	45,17
HE100 A	16,7	96	100	5	8	12	21,2	80	56	M 10	54	58	0,561	33,68
HE100 B	20,4	100	100	6	10	12	26	80	56	M 10	56	58	0,567	27,76
HE100 C	30,9	110	103	9	15	12	39,3	80	56	M 10	59	61	0,593	19,23
HE100 M	41,8	120	106	12	20	12	53,2	80	56	M 10	62	64	0,619	14,82
HE120 AA	14,6	109	120	4,2	5,5	12	18,6	98	74	M 12	58	68	0,669	45,94
HE120 A	19,9	114	120	5	8	12	25,3	98	74	M 12	58	68	0,677	34,06
HE120 B	26,7	120	120	6,5	11	12	34	98	74	M 12	60	68	0,686	25,71
HE120 C	39,2	130	123	9,5	16	12	49,9	98	74	M 12	63	72	0,712	18,19
HE120 M	52,1	140	126	12,5	21	12	66,4	98	74	M 12	66	74	0,738	14,16
HE140 AA	18,1	128	140	4,3	6	12	23	116	92	M 16	64	76	0,787	43,53
HE140 A	24,7	133	140	5,5	8,5	12	31,4	116	92	M 16	64	76	0,794	32,21
HE140 B	33,7	140	140	7	12	12	43	116	92	M 16	66	76	0,805	23,88
HE140 C	48,2	150	143	10	17	12	61,5	116	92	M 16	69	79	0,831	17,22
HE140 M	63,2	160	146	13	22	12	80,6	116	92	M 16	72	82	0,857	13,56
HE160 AA	23,8	148	160	4,5	7	15	30,4	134	104	M 20	76	84	0,901	37,81
HE160 A	30,4	152	160	6	9	15	38,8	134	104	M 20	78	84	0,906	29,78
HE160 B	42,6	160	160	8	13	15	54,3	134	104	M 20	80	84	0,918	21,56
HE160 C	59,2	170	163	11	18	15	75,4	134	104	M 20	84	88	0,944	15,95
HE160 M	76,2	180	166	14	23	15	97,1	134	104	M 20	86	90	0,97	12,74
HE180 AA	28,7	167	180	5	7,5	15	36,5	152	122	M 24	84	92	1,018	35,51
HE180 A	35,5	171	180	6	9,5	15	45,3	152	122	M 24	86	92	1,024	28,83
HE180 B	51,2	180	180	8,5	14	15	65,3	152	122	M 24	88	92	1,037	20,25

Г.12-кесте – Еуропалық кең сөрелі қоставр өлшемдері (HE) (жалғасы)

Белгіленуі	Параметрлері						A мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	Конструктивті өлшемдері					Беткі ауданы	
	G кг/м	h мм	b мм	t <sub>w</sub> мм	t <sub>f</sub> мм	r мм		h <sub>i</sub> мм	d мм	Ø	p <sub>min</sub> мм	p <sub>max</sub> мм	A <sub>L</sub> м <sup>2</sup> /м	A <sub>G</sub> м <sup>2</sup> /т
HE180 C	69,8	190	183	11,5	19	15	89	152	122	M 27	92	96	1,063	15,22
HE180 M	88,9	200	186	14,5	24	15	113,3	152	122	M 24	94	98	1,089	12,25
HE200 AA	34,6	186	200	5,5	8	18	44,1	170	134	M 27	96	100	1,13	32,62
HE200 A	42,3	190	200	6,5	10	18	53,8	170	134	M 27	98	100	1,136	26,89
HE200 B	61,3	200	200	9	15	18	78,1	170	134	M 27	100	100	1,151	18,78
HE200 C	81,9	210	203	12	20	18	104,4	170	134	M 27	104	104	1,177	14,36
HE200 M	103	220	206	15	25	18	131,3	170	134	M 27	106	106	1,203	11,67
HE220 AA	40,4	205	220	6	8,5	18	51,5	188	152	M 27	98	118	1,247	30,87
HE220 A	50,5	210	220	7	11	18	64,3	188	152	M 27	98	118	1,255	24,85
HE220 B	71,5	220	220	9,5	16	18	91	188	152	M 27	100	118	1,27	17,77
HE220 C	94,1	230	223	12,5	21	18	119,9	188	152	M 27	104	122	1,296	13,77
HE220 M	117	240	226	15,5	26	18	149,4	188	152	M 27	108	124	1,322	11,27
HE240 AA	47,4	224	240	6,5	9	21	60,4	206	164	M 27	104	138	1,359	28,67
HE240 A	60,3	230	240	7,5	12	21	76,8	206	164	M 27	104	138	1,369	22,7
HE240 B	83,2	240	240	10	17	21	106	206	164	M 27	108	138	1,384	16,63
HE240 C	119	255	244	14	24,5	21	152,2	206	164	M 27	112	142	1,422	11,9
HE240 M	157	270	248	18	32	21	199,6	206	164	M 27	116	146	1,46	9,318
HE260 AA	54,1	244	260	6,5	9,5	24	69	225	177	M 27	110	158	1,474	27,22
HE260 A	68,2	250	260	7,5	12,5	24	86,8	225	177	M 27	110	158	1,484	21,77
HE260 B	93	260	260	10	17,5	24	118,4	225	177	M 27	114	158	1,499	16,12
HE260 C	132	275	264	14	25	24	168,4	225	177	M 27	118	162	1,537	11,63
HE260 M	172	290	268	18	32,5	24	219,6	225	177	M 27	122	166	1,575	9,133
HE280 AA	61,2	264	280	7	10	24	78	244	196	M 27	110	178	1,593	26,01



Г.12-кесте – Еуропалық кең сөрелі қоставр өлшемдері (HE) (жалғасы)

Белгіленуі		Параметрлері					A мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	Конструктивті өлшемдері					Беткі ауданы	
	G кг/м	h мм	b мм	t <sub>w</sub> мм	t <sub>f</sub> мм	r мм		h <sub>i</sub> мм	d мм	Ø	p <sub>min</sub> мм	p <sub>max</sub> мм	A <sub>L</sub> м <sup>2</sup> /м	A <sub>G</sub> м <sup>2</sup> /т
HE280 A	76,4	270	280	8	13	24	97,3	244	196	M 27	112	178	1,603	20,99
HE280 B	103	280	280	10,5	18	24	131,4	244	196	M 27	114	178	1,618	15,69
HE280 C	145	295	284	14,5	25,5	24	185,2	244	196	M 27	118	182	1,656	11,39
HE280 M	189	310	288	18,5	33	24	240,2	244	196	M 27	122	186	1,694	8,984
HE300 AA	69,8	283	300	7,5	10,5	27	88,9	262	208	M 27	116	198	1,705	24,42
HE300 A	88,3	290	300	8,5	14	27	112,5	262	208	M 27	118	198	1,717	19,43
HE300 B	117	300	300	11	19	27	149,1	262	208	M 27	120	198	1,732	14,8
HE300 C	177	320	305	16	29	27	225,1	262	208	M 27	126	204	1,782	10,08
HE300 M	238	340	310	21	39	27	303,1	262	208	M 27	132	208	1,832	7,699
HE320 AA	74,2	301	300	8	11	27	94,6	279	225	M 27	118	198	1,74	23,43
HE320 A	97,6	310	300	9	15,5	27	124,4	279	225	M 27	118	198	1,756	17,98
HE320 B	127	320	300	11,5	20,5	27	161,3	279	225	M 27	122	198	1,771	13,98
HE320 C	186	340	305	16	30,5	27	236,9	279	225	M 27	126	204	1,822	9,796
HE320 M	245	359	309	21	40	27	312	279	225	M 27	132	204	1,866	7,616
HE340 AA	78,9	320	300	8,5	11,5	27	100,5	297	243	M 27	118	198	1,777	22,52
HE340 A	105	330	300	9,5	16,5	27	133,5	297	243	M 27	118	198	1,795	17,13
HE340 B	134	340	300	12	21,5	27	170,9	297	243	M 27	122	198	1,81	13,49
HE340 M	248	377	309	21	40	27	315,8	297	243	M 27	132	204	1,902	7,67
HE360 AA	83,7	339	300	9	12	27	106,6	315	261	M 27	118	198	1,814	21,67
HE360 A	112	350	300	10	17,5	27	142,8	315	261	M 27	120	198	1,834	16,36
HE360 B	142	360	300	12,5	22,5	27	180,6	315	261	M 27	122	198	1,849	13,04
HE360 M	250	395	308	21	40	27	318,8	315	261	M 27	132	204	1,934	7,73
HE400 AA	92,4	378	300	9,5	13	27	117,7	352	298	M 27	118	198	1,891	20,46

Г.12-кесте – Еуропалық кең сөрелі қоставр өлшемдері (HE) (жалғасы)

Белгіленуі		Параметрлері					A мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	Конструктивті өлшемдері					Беткі ауданы	
	G кг/м	h мм	b мм	t <sub>w</sub> мм	t <sub>f</sub> мм	r мм		h <sub>i</sub> мм	d мм	Ø	p <sub>min</sub> мм	p <sub>max</sub> мм	A <sub>L</sub> м <sup>2</sup> /м	A <sub>G</sub> м <sup>2</sup> /т
HE400 A	125	390	300	11	19	27	159	352	298	M 27	120	198	1,912	15,32
HE400 B	155	400	300	13,5	24	27	197,8	352	298	M 27	124	198	1,927	12,41
HE400 M	256	432	307	21	40	27	325,8	352	298	M 27	132	202	2,004	7,835
HE450 AA	99,7	425	300	10	13,5	27	127,1	398	344	M 27	120	198	1,984	19,89
HE450 A	140	440	300	11,5	21	27	178	398	344	M 27	122	198	2,011	14,39
HE450 B	171	450	300	14	26	27	218	398	344	M 27	124	198	2,026	11,84
HE450 M	263	478	307	21	40	27	335,4	398	344	M 27	132	202	2,096	7,959
HE500 AA	107	472	300	10,5	14	27	136,9	444	390	M 27	120	198	2,077	19,33
HE500 A	155	490	300	12	23	27	197,5	444	390	M 27	122	198	2,11	13,6
HE500 B	187	500	300	14,5	28	27	238,6	444	390	M 27	124	198	2,125	11,34
HE500 M	270	524	306	21	40	27	344,3	444	390	M 27	132	202	2,184	8,079
HE550 AA	120	522	300	11,5	15	27	152,8	492	438	M 27	122	198	2,175	18,13
HE550 A	166	540	300	12,5	24	27	211,8	492	438	M 27	122	198	2,209	13,29
HE550 B	199	550	300	15	29	27	254,1	492	438	M 27	124	198	2,224	11,15
HE550 M	278	572	306	21	40	27	354,4	492	438	M 27	132	202	2,28	8,195
HE600 AA	129	571	300	12	15,5	27	164,1	540	486	M 27	122	198	2,272	17,64
HE600 A	178	590	300	13	25	27	226,5	540	486	M 27	122	198	2,308	12,98
HE600 B	212	600	300	15,5	30	27	270	540	486	M 27	126	198	2,323	10,96
HE600 M	285	620	305	21	40	27	363,7	540	486	M 27	132	200	2,372	8,308
HE600 × 337	337	632	310	25,5	46	27	429,2	540	486	M 27	138	202	2,407	7,144
HE600 × 399	399	648	315	30	54	27	508,5	540	486	M 27	142	208	2,45	6,137
HE650 AA	138	620	300	12,5	16	27	175,8	588	534	M 27	122	198	2,369	17,17
HE650 A	190	640	300	13,5	26	27	241,6	588	534	M 27	124	198	2,407	12,69

Г.12-кесте – Еуропалық кең сөрелі қоставр өлшемдері (HE) (жалғасы)

Белгіленуі		Параметрлері					A мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	Конструктивті өлшемдері					Беткі ауданы	
	G кг/м	h мм	b мм	t <sub>w</sub> мм	t <sub>f</sub> мм	r мм		h <sub>i</sub> мм	d мм	Ø	p <sub>min</sub> мм	p <sub>max</sub> мм	A <sub>L</sub> м <sup>2</sup> /м	A <sub>G</sub> м <sup>2</sup> /т
HE650 B	225	650	300	16	31	27	286,3	588	534	M 27	126	198	2,422	10,77
HE650 M	293	668	305	21	40	27	373,7	588	534	M 27	132	200	2,468	8,411
HE650 × 343	343	680	309	25	46	27	437,5	588	534	M 27	138	202	2,5	7,278
HE650 × 407	407	696	314	29,5	54	27	518,8	588	534	M 27	142	206	2,543	6,243
HE700 AA	150	670	300	13	17	27	190,9	636	582	M 27	122	198	2,468	16,46
HE700 A	204	690	300	14,5	27	27	260,5	636	582	M 27	124	198	2,505	12,25
HE700 B	241	700	300	17	32	27	306,4	636	582	M 27	126	198	2,52	10,48
HE700 M	301	716	304	21	40	27	383	636	582	M 27	132	200	2,56	8,513
HE700 × 352	352	728	308	25	46	27	448,6	636	582	M 27	138	200	2,592	7,359
HE700 × 418	418	744	313	29,5	54	27	531,9	636	582	M 27	142	206	2,635	6,31
HE800 AA	172	770	300	14	18	30	218,5	734	674	M 27	130	198	2,66	15,51
HE800 A	224	790	300	15	28	30	285,8	734	674	M 27	130	198	2,698	12,03
HE800 B	262	800	300	17,5	33	30	334,2	734	674	M 27	134	198	2,713	10,34
HE800 M	317	814	303	21	40	30	404,3	734	674	M 27	138	198	2,746	8,655
HE800 × 373	373	826	308	25	46	30	474,6	734	674	M 27	144	200	2,782	7,469
HE800 × 444	444	842	313	30	54	30	566	734	674	M 27	148	206	2,824	6,357
HE900 AA	198	870	300	15	20	30	252,2	830	770	M 27	130	198	2,858	14,44
HE900 A	252	890	300	16	30	30	320,5	830	770	M 27	132	198	2,896	11,51
HE900 B	291	900	300	18,5	35	30	371,3	830	770	M 27	134	198	2,911	9,99
HE900 M	333	910	302	21	40	30	423,6	830	770	M 27	138	198	2,934	8,824
HE900 × 391	391	922	307	25	46	30	497,7	830	770	M 27	144	200	2,97	7,604
HE900 × 466	466	938	312	30	54	30	593,7	830	770	M 27	148	204	3,012	6,464
HE1000 AA	222	970	300	16	21	30	282,2	928	868	M 27	132	198	3,056	13,8

Г.12-кесте – Еуропалық кең сөрелі қоставр өлшемдері (HE) (жалғасы)

Белгіленуі		Параметрлері					A мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	Конструктивті өлшемдері					Беткі ауданы	
	G кг/м	h мм	b мм	t <sub>w</sub> мм	t <sub>f</sub> мм	r мм		h <sub>i</sub> мм	d мм	Ø	p <sub>min</sub> мм	p <sub>max</sub> мм	A <sub>L</sub> м <sup>2</sup> /м	A <sub>G</sub> м <sup>2</sup> /т
HE1000 × 249	249	980	300	16,5	26	30	316,8	928	868	М 27	134	194	3,08	12,37
HE1000 A	272	990	300	16,5	31	30	346,8	928	868	М 27	132	198	3,095	11,37
HE1000 B	314	1000	300	19	36	30	400	928	868	М 27	134	198	3,11	9,905
HE1000 M	349	1008	302	21	40	30	444,2	928	868	М 27	138	198	3,13	8,978
HE1000 × 393	393	1016	303	24,4	43,9	30	500,2	928	868	М 27	142	198	3,14	8,01
HE1000 × 415	415	1020	304	26	46	30	528,7	928	868	М 27	144	198	3,15	7,6
HE1000 × 438	438	1026	305	26,9	49	30	556	928	868	М 27	146	198	3,17	7,25
HE1000 × 494	494	1036	309	31	54	30	629,1	928	868	М 27	148	204	3,19	6,47
HE1000 × 584	584	1056	314	36	64	30	743,7	928	868	М 27	154	208	3,24	5,56

Г.13-кесте – Еуропалық кең сөрелі қоставрды есептеуге арналған анықтама мәліметтері (HE)

Белгіленуі		Анықтама мәндері												ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 бойынша жіктеу						EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
		y-y осі						z-z осі														
		$I_y$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,y}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,y} \blacklozenge$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_y$ мм ×10	$A_{vz}$ мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	$I_z$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,z}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,z} \blacklozenge$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_z$ мм ×10	$s_s$ мм	$I_t$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$I_w$ мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	таза иілу y-y			таза сығу					
	$G$ кг/м												S235	S355	S460	S235	S355	S460				
HE100 AA	12,2	236,5	51,98	58,36	3,89	6,15	92,06	18,41	28,44	2,43	29,26	2,51	1,68	1	1	2	1	1	2	+	+	+
HE100 A	16,7	349,2	72,76	83,01	4,06	7,56	133,8	26,76	41,14	2,51	35,06	5,24	2,58	1	1	1	1	1	1	+	+	+
HE100 B	20,4	449,5	89,91	104,2	4,16	9,04	167,3	33,45	51,42	2,53	40,06	9,25	3,38	1	1	1	1	1	1	+	+	+
HE100 C	30,9	758,7	137,9	165,8	4,39	13,39	274,4	53,28	82,08	2,64	53,06	29,3	6,16	1	1	-	1	1	-	+		
HE100 M	41,8	1143	190,4	235,8	4,63	18,04	399,2	75,31	116,3	2,74	66,06	68,21	9,93	1	1	1	1	1	1	+	+	+
HE120 AA	14,6	413,4	75,85	84,12	4,72	6,9	158,8	26,47	40,62	2,93	29,26	2,78	4,24	1	3	3	1	3	3	+	+	+

Г.13-кесте – Еуропалық кең сөрелі қоставрды есептеуге арналған анықтама мәліметтері (HE) (жалғасы)

Белгіленуі		Анықтама мәндері												ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 бойынша жіктеу						EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
		y-y осі						z-z осі														
		$G$ кг/м	$I_y$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,y}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,y} \blacklozenge$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_y$ мм ×10	$A_{vz}$ мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	$I_z$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,z}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,z} \blacklozenge$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_z$ мм ×10	$s_s$ мм	$I_t$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$I_w$ мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	таза иілу у-у			таза сығу				
S235	S355	S460	S235	S355	S460																	
HE120 A	19,9	606,2	106,3	119,5	4,89	8,46	230,9	38,48	58,85	3,02	35,06	5,99	6,47	1	1	1	1	1	1	+	+	+
HE120 B	26,7	864,4	144,1	165,2	5,04	10,96	317,5	52,92	80,97	3,06	42,56	13,84	9,41	1	1	1	1	1	1	+	+	+
HE120 C	39,2	1388	213,6	252,9	5,27	15,91	497,7	80,92	124,2	3,16	55,56	40,96	16,12	1	1	-	1	1	-	+		
HE120 M	52,1	2018	288,2	350,6	5,51	21,15	702,8	111,6	171,6	3,25	68,56	91,66	24,79	1	1	1	1	1	1	+	+	+
HE140 AA	18,1	719,5	112,4	123,8	5,59	7,92	274,8	39,26	59,93	3,45	30,36	3,54	10,21	2	3	3	2	3	3	+	+	+
HE140 A	24,7	1033	155,4	173,5	5,73	10,12	389,3	55,62	84,85	3,52	36,56	8,13	15,06	1	1	2	1	1	2	+	+	+
HE140 B	33,7	1509	215,6	245,4	5,93	13,08	549,7	78,52	119,8	3,58	45,06	20,06	22,48	1	1	1	1	1	1	+	+	+
HE140 C	48,2	2330	310,6	363,8	6,16	18,62	830,3	116,1	177,7	3,68	58,06	55,68	36,64	1	1	-	1	1	-	+		
HE140 M	63,2	3291	411,4	493,8	6,39	24,46	1144	156,8	240,5	3,77	71,06	120	54,33	1	1	1	1	1	1	+	+	+
HE160 AA	23,8	1283	173,4	190,4	6,5	10,38	478,7	59,84	91,36	3,97	36,07	6,33	23,75	1	3	3	1	3	3	+	+	+
HE160 A	30,4	1673	220,1	245,1	6,57	13,21	615,6	76,95	117,6	3,98	41,57	12,19	31,41	1	1	2	1	1	2	+	+	+
HE160 B	42,6	2492	311,5	354	6,78	17,59	889,2	111,2	170	4,05	51,57	31,24	47,94	1	1	1	1	1	1	+	+	+
HE160 C	59,2	3704	435,8	507,6	7,01	24,05	1302	159,8	244,9	4,16	64,57	79,21	75,04	1	1	-	1	1	-	+		
HE160 M	76,2	5098	566,5	674,6	7,25	30,81	1759	211,9	325,5	4,26	77,57	162,4	108,1	1	1	1	1	1	1	+	+	+
HE180 AA	28,7	1967	235,6	258,2	7,34	12,16	730	81,11	123,6	4,47	37,57	8,33	46,36	2	3	3	2	3	3	+	+	+
HE180 A	35,5	2510	293,6	324,9	7,45	14,47	924,6	102,7	156,5	4,52	42,57	14,8	60,21	1	2	3	1	2	3	+	+	+
HE180 B	51,2	3831	425,7	481,4	7,66	20,24	1363	151,4	231	4,57	54,07	42,16	93,75	1	1	1	1	1	1	+	+	+
HE180 C	69,8	5543	583,5	675	7,89	27,3	1944	212,5	324,9	4,68	67,07	102,1	141,9	1	1	-	1	1	-	+		
HE180 M	88,9	7483	748,3	883,4	8,13	34,65	2580	277,4	425,2	4,77	80,07	203,3	199,3	1	1	1	1	1	1	+	+	+
HE200 AA	34,6	2944	316,6	347,1	8,17	15,45	1068	106,8	163,2	4,92	42,59	12,69	84,49	2	3	3	2	3	3	+	+	+
HE200 A	42,3	3692	388,6	429,5	8,28	18,08	1336	133,6	203,8	4,98	47,59	20,98	108	1	2	3	1	2	3	+	+	+
HE200 B	61,3	5696	569,6	642,5	8,54	24,83	2003	200,3	305,8	5,07	60,09	59,28	171,1	1	1	1	1	1	1	+	+	+
HE200 C	81,9	8029	764,7	880,6	8,77	32,78	2794	275,3	421	5,17	73,09	135,1	251,7	1	1	-	1	1	-	+		
HE200 M	103	10640	967,4	1135	9	41,03	3651	354,5	543,2	5,27	86,09	259,4	346,3	1	1	1	1	1	1	+	+	+

Г.13-кесте – Еуропалық кең сөрелі қоставрды есептеуге арналған анықтама мәліметтері (НЕ) (жалғасы)

Белгіленуі		Анықтама мәндері												ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 бойынша жіктеу						EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
		y-y осі						z-z осі														
		$G$ кг/м	$I_y$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,y}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,y} \blacklozenge$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_y$ мм ×10	$A_{vz}$ мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	$I_z$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,z}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,z} \blacklozenge$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_z$ мм ×10	$s_s$ мм	$I_t$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$I_w$ мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	таза иілу у-у			таза сығу				
S235	S355	S460	S235	S355	S460																	
HE220AA	40,4	4170	406,9	445,5	9	17,63	1510	137,3	209,3	5,42	44,09	15,93	145,6	3	3	4	3	3	4	+	+	+
HE220 A	50,5	5410	515,2	568,5	9,17	20,67	1955	177,7	270,6	5,51	50,09	28,46	193,3	1	2	3	1	2	3	+	+	+
HE220 B	71,5	8091	735,5	827	9,43	27,92	2843	258,5	393,9	5,59	62,59	76,57	295,4	1	1	1	1	1	1	+	+	+
HE220 C	94,1	11180	972,2	1114	9,65	36,47	3888	348,7	532,4	5,69	75,59	168,2	423,9	1	1	-	1	1	-	+		
HE220 M	117	14600	1217	1419	9,89	45,31	5012	443,5	678,6	5,79	88,59	315,3	572,7	1	1	-	1	1	-	+	+	+
HE240AA	47,4	5835	521	570,6	9,83	21,54	2077	173,1	264,4	5,87	49,1	22,98	239,6	3	3	4	3	3	4	+	+	+
HE240 A	60,3	7763	675,1	744,6	10,05	25,18	2769	230,7	351,7	6	56,1	41,55	328,5	1	2	3	1	2	3	+	+	+
HE240 B	83,2	11260	938,3	1053	10,31	33,23	3923	326,9	498,4	6,08	68,6	102,7	486,9	1	1	1	1	1	1	+	+	+
HE240 C	119	17330	1359	1564	10,67	46,35	5942	487,1	743,8	6,25	87,6	288,7	787,9	1	1	-	1	1	-	+		
HE240 M	157	24290	1799	2117	11,03	60,07	8153	657,5	1006	6,39	106,6	627,9	1152	1	1	-	1	1	-	+	+	+
HE260AA	54,1	7981	654,1	714,5	10,76	24,75	2788	214,5	327,7	6,36	53,62	30,31	382,6	3	3	4	3	3	4	+	+	+
HE260 A	68,2	10450	836,4	919,8	10,97	28,76	3668	282,1	430,2	6,5	60,62	52,37	516,4	1	3	3	1	3	3	+	HI	HI
HE260 B	93	14920	1148	1283	11,22	37,59	5135	395	602,2	6,58	73,12	123,8	753,7	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE260 C	132	22590	1643	1880	11,58	51,94	7680	581,8	888,3	6,75	92,12	336,4	1198	1	1	-	1	1	-	+		
HE260 M	172	31310	2159	2524	11,94	66,89	10450	779,7	1192	6,9	111,1	719	1728	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE280AA	61,2	10560	799,8	873,1	11,63	27,52	3664	261,7	399,4	6,85	55,12	36,22	590,1	3	3	4	3	3	4	+	+	+
HE280 A	76,4	13670	1013	1112	11,86	31,74	4763	340,2	518,1	7	62,12	62,1	785,4	1	3	3	1	3	3	+	HI	HI
HE280 B	103	19270	1376	1534	12,11	41,09	6595	471	717,6	7,09	74,62	143,7	1130	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE280 C	145	28810	1953	2225	12,47	56,26	9750	686,6	1047	7,26	93,62	382,5	1768	1	1	-	1	1	-	+		
HE280 M	189	39550	2551	2966	12,83	72,03	13160	914,1	1397	7,4	112,6	807,3	2520	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE300AA	69,8	13800	975,6	1065	12,46	32,37	4734	315,6	482,3	7,3	60,13	49,35	877,2	3	3	4	3	3	4	+	+	+
HE300 A	88,3	18260	1260	1383	12,74	37,28	6310	420,6	641,2	7,49	68,13	85,17	1200	1	3	3	1	3	3	+	HI	HI
HE300 B	117	25170	1678	1869	12,99	47,43	8563	570,9	870,1	7,58	80,63	185	1688	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE300 C	177	40950	2559	2927	13,49	68,48	13736	900,7	1374	7,81	105,6	598,3	2903	1	1	-	1	1	-	+		

Г.13-кесте – Еуропалық кең сөрелі қоставрды есептеуге арналған анықтама мәліметтері (HE) (жалғасы)

Белгіленуі		Анықтама мәндері												ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 бойынша жіктеу						EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
		y-y осі						z-z осі														
		$G$ кг/м	$I_y$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,y}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,y} \blacklozenge$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_y$ мм ×10	$A_{vz}$ мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	$I_z$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,z}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,z} \blacklozenge$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_z$ мм ×10	$s_s$ мм	$I_t$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$I_w$ мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	таза иілу y-y			таза сығу				
S235	S355	S460	S235	S355	S460																	
HE300 M	238	59200	3482	4078	13,98	90,53	19400	1252	1913	8	130,6	1408	4386	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE320 AA	74,2	16450	1093	1196	13,19	35,4	4959	330,6	505,7	7,24	61,63	55,87	1041	3	3	4	3	3	4	+	+	+
HE320 A	97,6	22930	1479	1628	13,58	41,13	6985	465,7	709,7	7,49	71,63	108	1512	1	2	3	1	2	3	+	HI	HI
HE320 B	127	30820	1926	2149	13,82	51,77	9239	615,9	939,1	7,57	84,13	225,1	2069	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE320 C	186	48710	2865	3274	14,34	72,25	14446	947	1445	7,81	108,6	679,1	3454	1	1	-	1	1	-	+		
HE320M	245	68130	3796	4435	14,78	94,85	19710	1276	1951	7,95	132,6	1501	5004	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE340 AA	78,9	19550	1222	1341	13,95	38,69	5185	345,6	529,3	7,18	63,13	63,07	1231	3	3	4	3	3	4	+	+	+
HE340 A	105	27690	1678	1850	14,4	44,95	7436	495,7	755,9	7,46	74,13	127,2	1824	1	1	3	1	1	3	+	HI	HI
HE340 B	134	36660	2156	2408	14,65	56,09	9690	646	985,7	7,53	86,63	257,2	2454	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE340M	248	76370	4052	4718	15,55	98,63	19710	1276	1953	7,9	132,6	1506	5584	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE360 AA	83,7	23040	1359	1495	14,7	42,17	5410	360,7	553	7,12	64,63	70,99	1444	2	3	3	2	3	3	+	+	+
HE360 A	112	33090	1891	2088	15,22	48,96	7887	525,8	802,3	7,43	76,63	148,8	2177	1	1	2	1	1	2	+	HI	HI
HE360 B	142	43190	2400	2683	15,46	60,6	10140	676,1	1032	7,49	89,13	292,5	2883	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE360M	250	84870	4297	4989	16,32	102,4	19520	1268	1942	7,83	132,6	1507	6137	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE400 AA	92,4	31250	1654	1824	16,3	47,95	5861	390,8	599,7	7,06	67,13	84,69	1948	2	3	3	2	3	4	+	+	+
HE400 A	125	45070	2311	2562	16,84	57,33	8564	570,9	872,9	7,34	80,63	189	2942	1	1	1	1	2	2	+	HI	HI
HE400 B	155	57680	2884	3232	17,08	69,98	10820	721,3	1104	7,4	93,13	355,7	3817	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE400M	256	104100	4820	5571	17,88	110,2	19340	1260	1934	7,7	132,6	1515	7410	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE450 AA	99,7	41890	1971	2183	18,16	54,7	6088	405,8	624,4	6,92	68,63	95,61	2572	1	3	3	2	4	4	+	+	+
HE450 A	140	63720	2896	3216	18,92	65,78	9465	631	965,5	7,29	85,13	243,8	4148	1	1	1	1	2	3	+	HI	HI
HE450 B	171	79890	3551	3982	19,14	79,66	11720	781,4	1198	7,33	97,63	440,5	5258	1	1	1	1	1	2	+	HI	HI
HE450M	263	131500	5501	6331	19,8	119,8	19340	1260	1939	7,59	132,6	1529	9251	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE500 AA	107	54640	2315	2576	19,98	61,91	6314	420,9	649,3	6,79	70,13	107,7	3304	1	3	3	2	4	4	+	+	+
HE500 A	155	86970	3550	3949	20,98	74,72	10370	691,1	1059	7,24	89,63	309,3	5643	1	1	1	1	3	4	+	HI	HI

Г.13-кесте – Еуропалық кең сөрелі қоставрды есептеуге арналған анықтама мәліметтері (HE) (жалғасы)

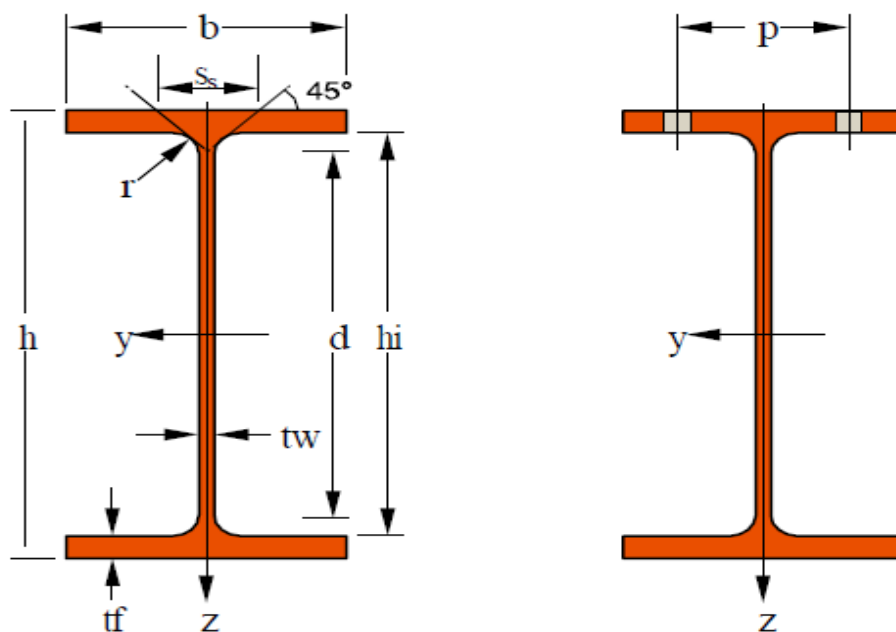
Белгіленуі		Анықтама мәндері												ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 бойынша жіктеу						EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
		y-y осі						z-z осі														
		$G$ кг/м	$I_y$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,y}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,y} \blacklozenge$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_y$ мм ×10	$A_{vz}$ мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	$I_z$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,z}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,z} \blacklozenge$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_z$ мм ×10	$s_s$ мм	$I_t$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$I_w$ мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	таза иілу у-у			таза сығу				
S235	S355	S460	S235	S355	S460																	
HE500 B	187	107200	4287	4815	21,19	89,82	12620	841,6	1292	7,27	102,1	538,4	7018	1	1	1	1	2	2	+	HI	HI
HE500M	270	161900	6180	7094	21,69	129,5	19150	1252	1932	7,46	132,6	1539	11190	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE550 AA	120	72870	2792	3128	21,84	72,66	6767	451,1	698,6	6,65	73,13	133,7	4338	1	2	3	3	4	4	+	+	+
HE550 A	166	111900	4146	4622	22,99	83,72	10820	721,3	1107	7,15	92,13	351,5	7189	1	1	1	2	4	4	+	HI	HI
HE550 B	199	136700	4971	5591	23,2	100,1	13080	871,8	1341	7,17	104,6	600,3	8856	1	1	1	1	2	3	+	HI	HI
HE550M	278	198000	6923	7933	23,64	139,6	19160	1252	1937	7,35	132,6	1554	13520	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE600 AA	129	91900	3218	3623	23,66	81,29	6993	466,2	724,5	6,53	74,63	149,8	5381	1	2	3	3	4	4	+	+	+
HE600 A	178	141200	4787	5350	24,97	93,21	11270	751,4	1156	7,05	94,63	397,8	8978	1	1	1	2	4	4	+	HI	HI
HE600 B	212	171000	5701	6425	25,17	110,8	13530	902	1391	7,08	107,1	667,2	10970	1	1	1	1	3	4	+	HI	HI
HE600M	285	237400	7660	8772	25,55	149,7	18980	1244	1930	7,22	132,6	1564	15910	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE600 × 337	337	283200	8961	10380	25,69	180,5	22940	1480	2310	7,31	149,1	2451	19610	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HE600 × 399	399	344600	10640	12460	26,03	213,6	28280	1796	2814	7,46	169,6	3966	24810	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HE650 AA	138	113900	3676	4160	25,46	90,4	7221	481,4	750,7	6,41	76,13	167,5	6567	1	1	3	4	4	4	+	+	+
HE650 A	190	175200	5474	6136	26,93	103,2	11720	781,6	1205	6,97	97,13	448,3	11030	1	1	1	3	4	4	+	HI	HI
HE650 B	225	210600	6480	7320	27,12	122	13980	932,3	1441	6,99	109,6	739,2	13360	1	1	1	2	3	4	+	HI	HI
HE650M	293	281700	8433	9657	27,45	159,7	18980	1245	1936	7,13	132,6	1579	18650	1	1	1	1	1	2	+	HI	HI
HE650 × 343	343	333700	9815	11350	27,62	189,6	22720	1470	2300	7,21	148,6	2442	22730	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HE650 × 407	407	405400	11650	13620	27,95	224,8	28020	1785	2803	7,35	169,1	3958	28710	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HE700 AA	150	142700	4260	4840	27,34	100,3	7673	511,5	799,7	6,34	78,63	195,2	8155	1	1	2	4	4	4	+	+	+
HE700 A	204	215300	6241	7032	28,75	117	12180	811,9	1257	6,84	100,1	513,9	13350	1	1	1	3	4	4	+	HI	HI
HE700 B	241	256900	7340	8327	28,96	137,1	14440	962,7	1495	6,87	112,6	830,9	16060	1	1	1	2	4	4	+	HI	HI
HE700M	301	329300	9198	10540	29,32	169,8	18800	1240	1929	7,01	132,6	1589	21400	1	1	1	1	2	3	+	HI	HI
HE700 × 352	352	389700	10710	12390	29,47	201,6	22510	1461	2293	7,08	148,6	2461	26050	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HE700 × 418	418	472500	12700	14840	29,8	239	27760	1774	2797	7,22	169,1	3989	32850	1	1	1	1	1	1	+	HI	



Г.13-кесте – Еуропалық кең сөрелі қоставрды есептеуге арналған анықтама мәліметтері (HE) (жалғасы)

Белгіленуі		Анықтама мәндері												ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 бойынша жіктеу						EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
		y-y осі						z-z осі														
	G кг/м	I <sub>y</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,y</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,y</sub> ♦ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> мм ×10	A <sub>vz</sub> <sup>2</sup> мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	I <sub>z</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,z</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,z</sub> ♦ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> мм ×10	s <sub>s</sub> мм	I <sub>t</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> <sup>6</sup> мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	таза иілу y-y			таза сығу					
														S235	S355	S460	S235	S355	S460			
HE800 AA	172	208900	5426	6225	30,92	123,8	8134	542,2	856,6	6,1	85,15	256,8	11450	1	1	1	4	4	4	+	+	+
HE800 A	224	303400	7682	8699	32,58	138,8	12640	842,6	1312	6,65	106,1	596,9	18290	1	1	1	4	4	4	+	HI	HI
HE800 B	262	359100	8977	10230	32,78	161,8	14900	993,6	1553	6,68	118,6	946	21840	1	1	1	3	4	4	+	HI	HI
HE800M	317	442600	10870	12490	33,09	194,3	18630	1230	1930	6,79	136,1	1646	27780	1	1	1	1	3	4	+	HI	HI
HE800 × 373	373	523900	12690	14700	33,23	230,3	22530	1463	2311	6,89	152,1	2554	34070	1	1	1	1	2	2	+	HI	
HE800 × 444	444	634500	15070	17640	33,48	276,5	27800	1776	2827	7,01	173,1	4180	42840	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HE900 AA	198	301100	6923	7999	34,55	147,2	9041	602,8	957,7	5,99	90,15	334,9	16260	1	1	1	4	4	4	+	+	+
HE900 A	252	422100	9485	10810	36,29	163,3	13550	903,2	1414	6,5	111,1	736,8	24960	1	1	1	4	4	4	+	HI	HI
HE900 B	291	494100	10980	12580	36,48	188,8	15820	1050	1658	6,53	123,6	1137	29460	1	1	1	3	4	4	+	HI	HI
HE900 M	333	570400	12540	14440	36,7	214,4	18450	1220	1929	6,6	136,1	1671	34750	1	1	1	2	4	4	+	HI	HI
HE900 × 391	391	674300	14630	16990	36,81	254,3	22320	1454	2312	6,7	152,1	2597	42560	1	1	1	1	2	4	+	HI	
HE900 × 466	466	814900	17380	20380	37,05	305,3	27560	1767	2832	6,81	173,1	4256	53400	1	1	1	1	1	2	+	HI	
HE1000 AA	222	406500	8380	9777	37,95	172,2	9501	633,4	1016	5,8	93,15	403,4	21280	1	1	-	4	4	-	+		
HE1000 ×249	249	481100	9818	11350	38,97	180,7	11750	784	1245	6,09	103,6	584,4	26620	1	1	2	4	4	4	+	HI	HI
HE1000 A	272	553800	11190	12820	39,96	184,6	14000	933,6	1470	6,35	113,6	822,4	32070	1	1	2	4	4	4	+	HI	HI
HE1000 B	314	644700	12890	14860	40,15	212,5	16280	1085	1716	6,38	126,1	1254	37640	1	1	1	4	4	4	+	HI	HI
HE1000 M	349	722300	14330	16570	40,32	235	18460	1222	1940	6,45	136,1	1701	43020	1	1	1	3	4	4	+	HI	HI
HE1000 ×393	393	807700	15900	18540	40,18	271,3	20500	1353	2168	6,4	147,3	2332	48080	1	1	1	2	4	4	+	HI	
HE1000 ×415	415	853100	16728	19571	40,17	288,6	21710	1428	2298	6,41	153,1	2713	51080	1	1	1	2	3	4	+	HI	
HE1000 ×438	438	909200	17720	20750	40,43	299,9	23360	1531	2463	6,48	160	3190	55290	1	1	1	1	3	4	+	HI	
HE1000 ×494	494	1028000	19845	23413	40,42	344,5	26820	1736	2818	6,53	174,1	4433	64010	1	1	1	1	2	3	+	HI	
HE1000 ×584	584	1246100	23600	28039	40,93	403,2	33430	2130	3475	6,7	199,1	7230	81240	1	1	1	1	1	2	+	HI	

Г.7 Еуропалық кеңейтілген кең сөрелі қоставрлар (HL)



Өлшемдері: ASTM A 6/A 6M – 07.

Рұқсаттар: ASTM A 6/A 6M – 07.

Беткі күйі: EN10163-3:2004 сәйкес, С класы, 1 төменгі класс.

Г.7-сурет – HL

Г.14-кесте – Еуропалық кеңейтілген кең сөрелі қоставр өлшемдері (HL)

Белгіленуі		Параметрлері					A мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	Конструктивті өлшемдері					Беткі ауданы	
	G кг/м	h мм	b мм	t <sub>w</sub> мм	t <sub>f</sub> мм	r мм		h <sub>i</sub> мм	d мм	Ø	p <sub>min</sub> мм	p <sub>max</sub> мм	A <sub>L</sub> м <sup>2</sup> /м	A <sub>G</sub> м <sup>2</sup> /т
HL920 × 588	588	975	427	31	55,9	19	748,1	863,2	825,2	М 27	138	322	3,563	6,068
HL920 × 656	656	987	431	34,5	62	19	835,3	863	825	М 27	144	320	3,596	5,485
HL920 × 725	725	999	434	38,1	68,1	19	922,9	862,8	824,8	М 27	148	323	3,625	5,004
HL920 × 787	787	1011	437	40,9	73,9	19	1002	863,2	825,2	М 27	152	326	3,656	4,647
HL920 × 970	970	1043	446	50	89,9	19	1237	863,2	825,2	М 27	160	334	3,737	3,85
HL1000 AA	296	982	400	16,5	27,1	30	377,6	928	868	М 27	134	294	3,479	11,74
HL1000 A	321	990	400	16,5	31	30	408,8	928	868	М 27	134	294	3,495	10,89
HL1000 B	371	1000	400	19	36,1	30	472,8	928	868	М 27	136	294	3,51	9,458
HL1000 M	412	1008	402	21,1	40	30	525,1	928	868	М 27	140	296	3,53	8,564
HL1000 × 443	443	1012	402	23,6	41,9	30	563,7	928,2	868,2	М 27	142	296	3,533	7,985
HL1000 × 483	483	1020	404	25,4	46	30	615,1	928	868	М 27	144	298	3,554	7,36
HL1000 × 539	539	1030	407	28,4	51,1	30	687,2	927,8	867,8	М 27	146	302	3,58	6,636
HL1000 × 554	554	1032	408	29,5	52	30	705,8	928	868	М 27	150	296	3,585	6,471
HL1000 × 591	591	1040	409	31	55,9	30	752,7	928,2	868,2	М 27	148	304	3,602	6,097
HL1000 × 642	642	1048	412	34	60	30	817,6	928	868	М 27	154	300	3,624	5,647
HL1000 × 748	748	1068	417	39	70	30	953,4	928	868	М 27	160	304	3,674	4,909
HL1000 × 883	883	1092	424	45,5	82	30	1125	928	868	М 27	166	312	3,737	4,231
HL1100 A	343	1090	400	18	31	20	436,5	1028	988	М 27	116	294	3,71	10,83
HL1100 B	390	1100	400	20	36	20	497	1028	988	М 27	118	294	3,726	9,549
HL1100 M	433	1108	402	22	40	20	551,2	1028	988	М 27	120	296	3,746	8,657
HL1100 R	499	1118	405	26	45	20	635,2	1028	988	М 27	124	300	3,77	7,56
HL920 × 588	588	975	427	31	55,9	19	748,1	863,2	825,2	М 27	138	322	3,563	6,068
HL920 × 656	656	987	431	34,5	62	19	835,3	863	825	М 27	144	320	3,596	5,485

Г.14-кесте – Еуропалық кеңейтілген кең сөрелі қоставр өлшемдері (HL) (жалғасы)

Белгіленуі		Параметрлері					A мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	Конструктивті өлшемдері					Беткі ауданы	
	G кг/м	h мм	b мм	t <sub>w</sub> мм	t <sub>f</sub> мм	r мм		h <sub>i</sub> мм	d мм	Ø	p <sub>min</sub> мм	p <sub>max</sub> мм	A <sub>L</sub> м <sup>2</sup> /м	A <sub>G</sub> м <sup>2</sup> /т
HL920 × 725	725	999	434	38,1	68,1	19	922,9	862,8	824,8	M 27	148	323	3,625	5,004
HL920 × 787	787	1011	437	40,9	73,9	19	1002	863,2	825,2	M 27	152	326	3,656	4,647
HL920 × 970	970	1043	446	50	89,9	19	1237	863,2	825,2	M 27	160	334	3,737	3,85
HL1000 AA	296	982	400	16,5	27,1	30	377,6	928	868	M 27	134	294	3,479	11,74
HL1000 A	321	990	400	16,5	31	30	408,8	928	868	M 27	134	294	3,495	10,89
HL1000 B	371	1000	400	19	36,1	30	472,8	928	868	M 27	136	294	3,51	9,458
HL1000 M	412	1008	402	21,1	40	30	525,1	928	868	M 27	140	296	3,53	8,564
HL1000 × 443	443	1012	402	23,6	41,9	30	563,7	928,2	868,2	M 27	142	296	3,533	7,985
HL1000 × 483	483	1020	404	25,4	46	30	615,1	928	868	M 27	144	298	3,554	7,36
HL1000 × 539	539	1030	407	28,4	51,1	30	687,2	927,8	867,8	M 27	146	302	3,58	6,636
HL1000 × 554	554	1032	408	29,5	52	30	705,8	928	868	M 27	150	296	3,585	6,471
HL1000 × 591	591	1040	409	31	55,9	30	752,7	928,2	868,2	M 27	148	304	3,602	6,097
HL1000 × 642	642	1048	412	34	60	30	817,6	928	868	M 27	154	300	3,624	5,647
HL1000 × 748	748	1068	417	39	70	30	953,4	928	868	M 27	160	304	3,674	4,909
HL1000 × 883	883	1092	424	45,5	82	30	1125	928	868	M 27	166	312	3,737	4,231
HL1100 A	343	1090	400	18	31	20	436,5	1028	988	M 27	116	294	3,71	10,83
HL1100 B	390	1100	400	20	36	20	497	1028	988	M 27	118	294	3,726	9,549

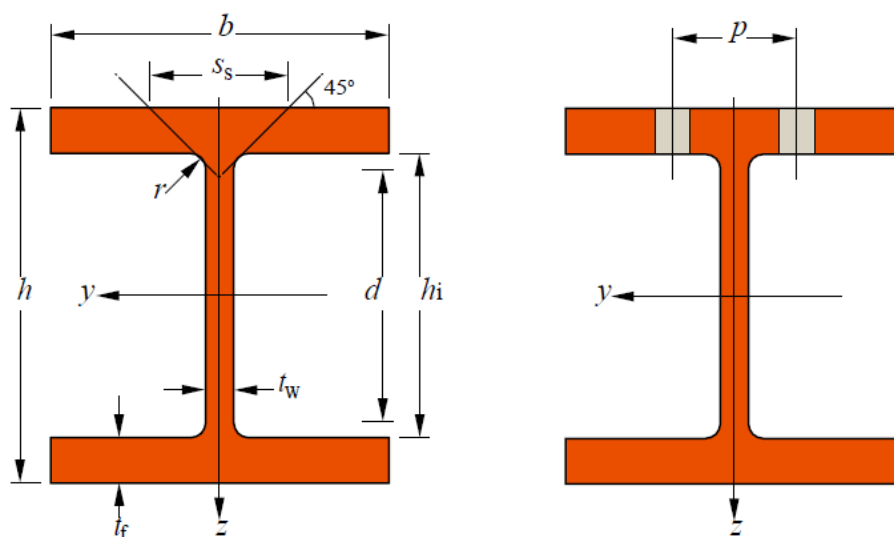
Г.15-кесте – Еуропалық кеңейтілген кең сөрелі қоставрды есептеуге арналған анықтама мәліметтер (HL)

Белгіленуі		Анықтама мәндері												ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 бойынша жіктеу						EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
		y-y осі						z-z осі														
	G кг/ м	I <sub>y</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,y</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,y</sub> ◆ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> мм	A <sub>vz</sub> мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	I <sub>z</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,z</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,z</sub> ◆ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> мм	s <sub>s</sub> мм	I <sub>t</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	таза иілу у-у			таза сығу					
														S235	S355	S460	S235	S355	S460			
HL920 × 342	342	624900	13700	15450	37,85	190,1	39010	1867	2882	9,46	111,4	1193	75410	1	1	1	3	4	4	+	HI	HI
HL920 × 365	365	670500	14640	16520	38	200,4	42120	2011	3106	9,52	117	1446	81730	1	1	1	3	4	4	+	HI	HI
HL920 × 387	387	718300	15600	17630	38,17	210,9	45280	2156	3332	9,58	122,6	1734	88370	1	1	1	2	4	4	+	HI	HI
HL920 × 417	417	787600	16970	19210	38,46	223,9	50070	2373	3668	9,7	130,4	2200	98540	1	1	1	2	4	4	+	HI	HI
HL920 × 446	440	846800	18150	20600	38,56	239,1	53980	2552	3951	9,73	137,5	2685	106700	1	1	1	2	3	4	+	HI	
HL920 × 488	488	935400	19860	22610	38,8	259,3	59010	2797	4336	9,75	148	3514	117900	1	1	1	1	2	4	+	HI	
HL920 × 534	534	1031000	21710	24830	38,94	284,8	65560	3085	4796	9,82	158,7	4542	132100	1	1	1	1	2	3	+	HI	
HL920 × 585	585	1143000	23810	27360	39,16	312	72770	3408	5310	9,88	170,9	5932	148200	1	1	1	1	1	2	+	HI	
HL920 × 653	653	1292000	26590	30730	39,41	348,7	83050	3854	6022	9,99	186,6	8124	171300	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HL920 × 784	784	1593000	31980	37340	39,95	417,6	103300	4728	7424	10,18	216,8	13730	218500	1	1	-	1	1	-	○		
HL920 × 967	967	2033000	39540	46810	40,64	517,1	133900	6003	9486	10,43	257,9	24930	292400	1	1	-	1	1	-	○		
HL920 × 344	344	645000	13920	15700	38,41	188	39010	1867	2880	9,45	105,6	1159	78120	1	1	1	4	4	4	+	HI	HI
HL920 × 368	368	692200	14870	16790	38,56	198,2	42120	2010	3104	9,51	111,2	1408	84670	1	1	1	3	4	4	+	HI	HI
HL920 × 390	390	741700	15850	17920	38,74	208,6	45270	2156	3331	9,57	116,8	1691	91550	1	1	1	3	4	4	+	HI	HI
HL920 × 420	420	813300	17250	19530	39,02	221,5	50070	2373	3667	9,68	124,6	2151	102100	1	1	1	2	4	4	+	HI	HI
HL920 × 449	449	874700	18450	20950	39,13	236,6	53970	2552	3949	9,72	131,7	2627	110600	1	1	1	2	4	4	+	HI	
HL920 × 491	491	966300	20200	23000	39,37	256,6	59000	2796	4335	9,73	142,2	3441	122200	1	1	1	1	3	4	+	HI	
HL920 × 537	537	1066000	22080	25270	39,51	282,1	65550	3085	4795	9,8	152,9	4447	136900	1	1	1	1	2	3	+	HI	
HL920 × 588	588	1181000	24230	27840	39,74	309,3	72760	3408	5310	9,86	165,1	5860	153200	1	1	1	1	1	2	+	HI	
HL920 × 656	656	1335000	27060	31270	39,98	345,8	83040	3853	6022	9,97	180,8	7950	177600	1	1	1	1	1	2	+	HI	
HL920 × 725	725	1492000	29880	34740	40,21	383,6	93200	4295	6734	10,05	196,6	10570	201900	1	1	1	1	1	1	+	HI	

Г.15-кесте – Еуропалық кеңейтілген кең сөрелі қоставрды есептеуге арналған анықтама мәліметтер (HL) (жалғасы)

Белгіленуі		Анықтама мәндері												ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 бойынша жіктеу						EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
		y-y осі						z-z осі														
	G кг/ м	I <sub>y</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,y</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,y</sub> ♦ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> мм ×10	A <sub>vz</sub> <sup>2</sup> мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	I <sub>z</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,z</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,z</sub> ♦ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> мм ×10	s <sub>s</sub> мм	I <sub>t</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	таза иілу у-у			таза сығу					
														S235	S355	S460	S235	S355	S460			
HL920 × 787	787	1646000	32560	38010	40,53	414,5	103300	4728	7425	10,15	211	13430	226800	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HL920 × 970	970	2100000	40270	47660	41,21	513,8	133900	6002	9490	10,4	252,1	24320	304000	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HL1000 AA	296	620300	12630	14260	40,53	181,5	28960	1448	2243	8,76	105,8	762,6	65900	1	1	2	4	4	4	+	HI	HI
HL1000 A	321	696400	14070	15800	41,27	184,6	33120	1656	2555	9	113,6	1021	76030	1	1	2	4	4	4	+	HI	HI
HL1000 B	371	813700	16270	18360	41,49	212,5	38580	1929	2984	9,03	126,3	1575	89440	1	1	1	4	4	4	+	HI	HI
HL1000 M	412	910500	18070	20460	41,64	236	43400	2160	3349	9,09	136,2	2134	101500	1	1	1	3	4	4	+	HI	HI
HL1000 × 443	443	966500	19100	21780	41,41	261,8	45500	2264	3529	8,98	142,5	2545	106700	1	1	1	2	4	4	+	HI	
HL1000 × 483	483	1067000	20930	23920	41,66	282,7	50710	2510	3919	9,08	152,5	3311	119900	1	1	1	2	4	4	+	HI	
HL1000 × 539	539	1203000	23350	26820	41,83	316,4	57630	2832	4436	9,16	165,7	4546	137600	1	1	1	1	2	4	+	HI	
HL1000 × 554	554	1232000	23880	27500	41,79	328	59100	2897	4547	9,15	168,6	4860	141300	1	1	1	1	2	3	+	HI	
HL1000 × 591	591	1331000	25600	29530	42,05	346,3	64010	3130	4916	9,22	177,9	5927	154300	1	1	1	1	2	3	+	HI	
HL1000 × 642	642	1451000	27680	32100	42,12	379,6	70280	3412	5379	9,27	189,1	7440	170700	1	1	1	1	1	2	+	HI	
HL1000 × 748	748	1732000	32430	37880	42,62	438,9	85110	4082	6459	9,45	214,1	11670	210600	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HL1000 × 883	883	2096000	38390	45260	43,16	516,5	105000	4952	7874	9,66	244,6	18750	265700	1	1	-	1	1	-	○		
HL1100 A	343	867400	15920	18060	44,58	206,5	33120	1656	2568	8,71	103,4	1037	92710	1	1	2	4	4	4	+	HI	HI
HL1100 B	390	1005000	18280	20780	44,98	230,6	38480	1924	2988	8,8	115,4	1564	108700	1	1	1	4	4	4	+	HI	HI
HL1100 M	433	1126000	20320	23160	45,19	254,4	43410	2160	3362	8,87	125,4	2130	123500	1	1	1	4	4	4	+	HI	HI
HL1100 R	499	1294000	23150	26600	45,14	300,4	49980	2468	3870	8,87	139,4	3135	143400	1	1	1	2	4	4	+	HI	
HL920 × 342	342	624900	13700	15450	37,85	190,1	39010	1867	2882	9,46	111,4	1193	75410	1	1	1	3	4	4	+	HI	HI

## Г.8 Бағандық қоставрлар (HD)



Өлшемдері: ASTM A 6/A 6M - 07 сәйкес HD360/400  $d$ ;  
Дайындаушы зауыт стандартына сәйкес HD260, HD320.

Рұқсат етілген ауытқулар: EN10034:1993 HD260/320.

ASTM A 6/A 6M - 07 HD 360/400.

Беткі күйі: EN10163-3:2004 сәйкес, C класы, 1 төменгі клас.

## Г.8-сурет – HD

Г.16-кесте – Бағандық қоставр өлшемдері (HD)

Белгіленуі		Өлшемдері					A мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	Конструктивті өлшемдері					Беткі ауданы	
	G кг/м	h мм	b мм	t <sub>w</sub> мм	t <sub>f</sub> мм	r мм		h <sub>i</sub> мм	d мм	Ø	p <sub>min</sub> мм	p <sub>max</sub> мм	A <sub>L</sub> м <sup>2</sup> /м	A <sub>G</sub> м <sup>2</sup> /т
HD260 × 54,1	54,1	244	260	6,5	9,5	24	69	225	177	M 27	110	158	1,474	27,22
HD260 × 68,2	68,2	250	260	7,5	12,5	24	86,8	225	177	M 27	110	158	1,484	21,77
HD260 × 93,0	93	260	260	10	17,5	24	118,4	225	177	M 27	114	158	1,499	16,12
HD260 × 114	114	268	262	12,5	21,5	24	145,7	225	177	M 27	116	160	1,518	13,27
HD260 × 142	142	278	265	15,5	26,5	24	180,3	225	177	M 27	120	164	1,544	10,91
HD260 × 172	172	290	268	18	32,5	24	219,6	225	177	M 27	122	166	1,575	9,133
HD320 × 74,2	74,2	301	300	8	11	27	94,6	279	225	M 27	118	198	1,74	23,43
HD320 × 97,6	97,6	310	300	9	15,5	27	124,4	279	225	M 27	118	198	1,756	17,98
HD320 × 127	127	320	300	11,5	20,5	27	161,3	279	225	M 27	122	198	1,771	13,98
HD320 × 158	158	330	303	14,5	25,5	27	201,2	279	225	M 27	124	202	1,797	11,37
HD320 × 198	198	343	306	18	32	27	252,3	279	225	M 27	128	204	1,828	9,227
HD320 × 245	245	359	309	21	40	27	312	279	225	M 27	132	204	1,866	7,616
HD320 × 300	300	375	313	27	48	27	382,1	279	225	M 27	138	208	1,902	6,34
HD360 × 134	134	356	369	11,2	18	15	170,6	320	290	M 27	100	264	2,14	15,98
HD360 × 147	147	360	370	12,3	19,8	15	187,9	320,4	290,4	M 27	100	264	2,15	14,58
HD360 × 162	162	364	371	13,3	21,8	15	206,3	320,4	290,4	M 27	102	266	2,16	13,34
HD360 × 179	179	368	373	15	23,9	15	228,3	320,2	290,2	M 27	104	268	2,172	12,12
HD360 × 196	196	372	374	16,4	26,2	15	250,3	319,6	289,6	M 27	104	268	2,181	11,1
HD400 × 187+	187	368	391	15	24	15	237,6	320	290	M 27	104	286	2,244	12,03
HD400 × 216/+	216	375	394	17,3	27,7	15	275,5	319,6	289,6	M 27	106	288	2,266	10,48
HD400 × 237/+	237	380	395	18,9	30,2	15	300,9	319,6	289,6	M 27	108	290	2,276	9,637
HD400 × 262/+	262	387	398	21,1	33,3	15	334,6	320,4	290,4	M 27	110	292	2,298	8,749
HD400 × 287/+	287	393	399	22,6	36,6	15	366,3	319,8	289,8	M 27	112	294	2,311	8,038
HD400 × 314/+	314	399	401	24,9	39,6	15	399,2	319,8	289,8	M 27	114	296	2,326	7,425
HD400 × 347/+	347	407	404	27,2	43,7	15	442	319,6	289,6	M 27	116	298	2,35	6,773



Г.16-кесте – Бағандық қоставр өлшемдері (HD) (жалғасы)

Белгіленуі		Өлшемдері					A мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	Конструктивті өлшемдері					Беткі ауданы	
	G кг/м	h мм	b мм	t <sub>w</sub> мм	t <sub>f</sub> мм	r мм		h <sub>i</sub> мм	d мм	Ø	p <sub>min</sub> мм	p <sub>max</sub> мм	A <sub>L</sub> м <sup>2</sup> /м	A <sub>G</sub> м <sup>2</sup> /т
HD400 × 382/+	382	416	406	29,8	48	15	487,1	320	290	М 27	118	300	2,371	6,2
HD400 × 421/+	421	425	409	32,8	52,6	15	537,1	319,8	289,8	М 27	122	304	2,395	5,68
HD400 × 463/+	463	435	412	35,8	57,4	15	589,5	320,2	290,2	М 27	124	306	2,421	5,231
HD400 × 509/+	509	446	416	39,1	62,7	15	649	320,6	290,6	М 27	128	310	2,452	4,813
HD400 × 551/+	551	455	418	42	67,6	15	701,4	319,8	289,8	М 27	132	312	2,472	4,49
HD400 × 592/+	592	465	421	45	72,3	15	754,9	320,4	290,4	М 27	134	316	2,498	4,216
HD400 × 634/+	634	474	424	47,6	77,1	15	808	319,8	289,8	М 27	140	312	2,523	3,978
HD400 × 677/+	677	483	428	51,2	81,5	15	863,4	320	290	М 27	144	316	2,55	3,762
HD400 × 744/+	744	498	432	55,6	88,9	15	948,1	320,2	290,2	М 27	148	320	2,587	3,476
HD400 × 818/+	818	514	437	60,5	97	15	1043	320	290	М 27	154	326	2,629	3,21
HD400 × 900/+	900	531	442	65,9	106	15	1149	319	289	М 27	158	330	2,672	2,962
HD400 × 990/+	990	550	448	71,9	115	15	1262	320	290	М 27	164	336	2,722	2,747
HD400 × 1086/+	1086	569	454	78	125	15	1386	319	289	М 27	170	342	2,772	2,548

Г.17-кесте – Бағандық қоставрды есептеуге арналған анықтама мәліметтері (HD)

Белгіленуі		Анықтама мәндері												ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 бойынша жіктеу						EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
		y-y осі					z-z осі															
	G кг/м	I <sub>y</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,y</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>ply</sub> ♦ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> мм ×10	A <sub>vz</sub> мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	I <sub>z</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,z</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,z</sub> ♦ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> мм ×10	S <sub>s</sub> мм	I <sub>t</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	таза иілу у-у			таза сығу					
														S235	S355	S460	S235	S355	S460			
HD260 × 54,1	54,1	7981	654,1	714,5	10,76	24,75	2788	214,5	327,7	6,36	53,62	30,31	382,6	3	3	4	3	3	4	+	+	+
HD260 × 68,2	68,2	10450	836,4	919,8	10,97	28,76	3668	282,1	430,2	6,5	60,62	52,37	516,4	1	3	3	1	3	3	+	HI	HI

Г.17-кесте – Бағандық қоставрды есептеуге арналған анықтама мәліметтері (HD) (HD) (жалғасы)

Белгіленуі		Анықтама мәндері												ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 бойынша жіктеу						EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
		у-у осі					z-z осі															
		$G$ кг/м	$I_y$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,y}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,y}♦$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_y$ мм ×10	$A_{vz}$ мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	$I_z$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,z}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,z}♦$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_z$ мм ×10	$s_s$ мм	$I_t$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$I_w$ мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	таза иілу у-у			таза сығу				
S235	S355	S460	S235	S355	S460																	
HD260 × 93,0	93	14920	1148	1283	11,22	37,59	5135	395	602,2	6,58	73,12	123,8	753,7	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HD260 × 114	114	18910	1411	1600	11,39	46,08	6456	492,8	752,5	6,66	83,62	222,4	979	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HD260 × 142	142	24330	1750	2015	11,62	56,65	8236	621,6	950,5	6,76	96,62	406,8	1300	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HD260 × 172	172	31310	2159	2524	11,94	66,89	10450	779,7	1192	6,9	111,1	719	1728	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HD320 × 74,2	74,2	16450	1093	1196	13,19	35,4	4959	330,6	505,7	7,24	61,63	55,87	1041	3	3	4	3	3	4	+	+	+
HD320 × 97,6	97,6	22930	1479	1628	13,58	41,13	6985	465,7	709,7	7,49	71,63	108	1512	1	2	3	1	2	3	+	HI	HI
HD320 × 127	127	30820	1926	2149	13,82	51,77	9239	615,9	939,1	7,57	84,13	225,1	2069	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HD320 × 158	158	39640	2403	2718	14,04	64,18	11840	781,7	1194	7,67	97,13	420,5	2741	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HD320 × 198	198	51900	3026	3479	14,34	79,52	15310	1001	1530	7,79	113,6	805,3	3695	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HD320 × 245	245	68130	3796	4435	14,78	94,85	19710	1276	1951	7,95	132,6	1501	5004	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HD320 × 300	300	86900	4635	5522	15,08	120,47	24600	1572	2414	8,02	154,6	2650	6558	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HD360 × 134	134	41510	2332	2562	15,6	45,19	15080	817,3	1237	9,4	64,77	168,8	4305	2	3	3	2	3	3	+	HI	HI
HD360 × 147	147	46290	2572	2838	15,7	49,72	16720	903,9	1369	9,43	69,47	223,7	4836	1	3	3	1	3	3	+	HI	HI
HD360 × 162	162	51540	2832	3139	15,81	53,98	18560	1001	1516	9,49	74,47	295,5	5432	1	2	3	1	2	3	+	HI	HI
HD360 × 179	179	57440	3122	3482	15,86	60,72	20680	1109	1683	9,52	80,37	393,8	6119	1	1	2	1	1	2	+	HI	HI
HD360 × 196	196	63630	3421	3837	15,94	66,5	22860	1222	1856	9,56	86,37	517,1	6829	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HD400 × 187	187	60180	3271	3642	15,91	60,73	23920	1224	1855	10,03	80,57	414,6	7074	1	1	3	1	1	3	+	HI	HI
HD400 × 216	216	71140	3794	4262	16,07	70,32	28250	1434	2176	10,13	90,27	637,3	8515	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HD400 × 237	237	78780	4146	4686	16,18	77,1	31040	1572	2387	10,16	96,87	825,5	9489	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HD400 × 262	262	89410	4620	5260	16,35	86,55	35020	1760	2676	10,23	105,3	1116	10940	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HD400 × 287	287	99710	5074	5813	16,5	93,46	38780	1944	2957	10,29	113,4	1464	12300	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HD400 × 314	314	110200	5525	6374	16,62	103,3	42600	2125	3236	10,33	121,7	1870	13740	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HD400 × 347	347	124900	6140	7139	16,81	113,9	48090	2380	3629	10,43	132,2	2510	15850	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HD400 × 382	382	141300	6794	7965	17,03	126	53620	2641	4031	10,49	143,4	3326	18130	1	1	1	1	1	1	+	HI	

Г.17-кесте – Бағандық қоставрды есептеуге арналған анықтама мәліметтері (HD) (HD) (жалғасы)

Белгіленуі		Анықтама мәндері												ҚР ҚН EN 1993-1-1:2005/2011 бойынша жіктеу						EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
		y-y осі					z-z осі															
		$G$ кг/м	$I_y$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,y}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,y} \blacklozenge$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_y$ мм ×10	$A_{vz}$ мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	$I_z$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,z}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,z} \blacklozenge$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_z$ мм ×10	$s_s$ мм	$I_t$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$I_w$ мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	таза иілу y-y			таза сығу				
S235	S355	S460	S235	S355	S460																	
HD400 × 421	421	159600	7510	8880	17,24	139,9	60080	2938	4489	10,58	155,6	4398	20800	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HD400 × 463	463	180200	8283	9878	17,48	154,3	67040	3254	4978	10,66	168,2	5735	23850	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HD400 × 509	509	204500	9172	11030	17,75	170,6	75400	3625	5552	10,78	182,1	7513	27630	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HD400 × 551	551	226100	9939	12050	17,95	184,9	82490	3947	6051	10,85	194,8	9410	30870	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HD400 × 592	592	250200	10760	13140	18,2	200,3	90170	4284	6574	10,93	207,2	11560	34670	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HD400 × 634	634	274200	11570	14220	18,42	214	98250	4634	7117	11,03	219,4	14020	38570	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HD400 × 677	677	299500	12400	15350	18,62	231,9	106900	4994	7680	11,13	231,8	16790	42920	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HD400 × 744	744	342100	13740	17170	19	256,1	119900	5552	8549	11,25	251	21840	49980	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HD400 × 818	818	392200	15260	19260	19,39	283,3	135500	6203	9561	11,4	272,1	28510	58650	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HD400 × 900	900	450200	16960	21620	19,79	313,8	153300	6938	10710	11,55	295,5	37350	68890	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HD400 × 990	990	518900	18870	24280	20,27	349,2	173400	7739	11960	11,72	319,5	48210	81530	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HD400 × 1086	1086	595700	20940	27210	20,73	385,8	196200	8645	13380	11,9	345,6	62290	96080	1	1	1	1	1	1	+	HI	

## БИБЛИОГРАФИЯ

1. Руководство по проектированию железобетонных конструкций с жесткой арматурой (Тұтас арматурамен темірбетон конструкцияларын жобалау бойынша басшылық). М., Стройиздат, 1978.
2. Васильев А.П. Железобетонные конструкции с жесткой арматурой (Тұтас арматуралы темірбетон конструкциялары). М., 1951.
3. Jonso NR.P. Composite Struktures of Steel and Comcrete. USA, 2004 (Болаттан және бетоннан жасалған композиттік конструкциялар. АҚШ, 2004).
4. HoffmaNB. Stahl im Hochbau. Band 2, Teil 1. Verbund Konstruktion Nim Hochbau. Verlag StahleiseNmbh Dusseldorf, 1987 (Биік құрылыстағы болат. 2-том, 1-бөлім. Биік құрылыстағы кешенді конструкциялар. StahleiseN Дюссельдорф баспасы, 1987).
5. Gajana NM. Sabnis. Handbook of Composite ConstructioNEngineering. New York 2003 (Композиттік инженерлік конструкциялар жөніндегі анықтамалық. Жаңа Йорк 2003).
6. Furtak K. Mosty zespolone. PWN. Warszawa 1999 (Кешенді көпірлер. PWN баспасы. Варшава 1999).
7. Kucharczuk W., Laboda S. Konstrukcje zespolone stalowo-betonowe budynkow. Arkady. Warszawa 2007 (Ғимараттың кешенді болатбетон конструкциялары. Аркада баспасы. Варшава 2007).
8. Marios C. Phocas. Tragwerke fur deNHochhausbau. Erhst & Sohn. BerliN (Биік тұрғын үй құрылыстарына арналған көтергіш аркалықтар. Erhst & SohN баспасы. Берлин).
9. Starosolski W. Konstrukcje zelbetowe wedlug Eurokodu 2 i norm związanych. PWN. Warszawa 2011 (Еврокода 2 жарығындағы темірбетон конструкциялары және олармен байланысты стандарттар. PWN баспасы. Варшава 2011).
10. Karlikowski J., Madaj A., Wolowicki W. Mostowe konstrukcje zespolone stalowo-betonowe. WKL. Warszawa 2007 (Кешенді темірбетонды көпір конструкциялары. WKL баспасы. Варшава 2007).
11. Stahlbau. Verlag fur Architektur und technische Wissenscäfte NGmbH & Co.KG, Berlin. №8/2006 (Болаттан тұрғызылған құрылыс. Сәулет және техникалық ғылым баспасы. Берлин. №8/2006).
12. Stahlbau. Verlag fur Architektur und technische Wissenscäfte NGmbH & Co.KG, Berlin. №3/2011 (Болаттан тұрғызылған құрылыс. Сәулет және техникалық ғылым баспасы. Берлин. №3/2011).
13. Stahlbau. Verlag fur Architektur und technische Wissenscäfte NGmbH & Co.KG, Berlin. №8/2005 (Болаттан тұрғызылған құрылыс. Сәулет және техникалық ғылым баспасы. Берлин. №8/2005).
14. Stahlbau. Verlag fur Architektur und technische Wissenscäfte NGmbH & Co.KG, Berlin. №5/2004 (Болаттан тұрғызылған құрылыс. Сәулет және техникалық ғылым баспасы. Берлин. №5/2004).
15. Stahlbau. Verlag fur Architektur und technische Wissenscäfte NGmbH & Co.KG, Berlin. №10/2011 (Болаттан тұрғызылған құрылыс. Сәулет және техникалық ғылым баспасы. Берлин. №10/2011).

16. Stahlbau. Verlag fur Architektur und technische Wissenscäfte NGmbH & Co.KG, Berlin. №10/2007 (Болаттан тұрғызылған құрылыс. Сәулет және техникалық ғылым баспасы. Берлин. №10/2007).
17. Stahlbau. Verlag fur Architektur und technische Wissenscäfte NGmbH & Co.KG, Berlin. №12/2011 (Болаттан тұрғызылған құрылыс. Сәулет және техникалық ғылым баспасы. Берлин. №12/2011).
18. Stahlbau. Verlag fur Architektur und technische Wissenscäfte NGmbH & Co.KG, Berlin. №6/2004 (Болаттан тұрғызылған құрылыс. Сәулет және техникалық ғылым баспасы. Берлин. №4/2004).
19. Stahlbau. Verlag fur Architektur und technische WissenscäfteNGmbH & Co.KG, Berlin. №5/2001 (Болаттан тұрғызылған құрылыс. Сәулет және техникалық ғылым баспасы. Берлин. №5/2001).
20. Stahlbau. Verlag fur Architektur und technische Wissenscäfte NGmbH & Co.KG, Berlin. №2/2008 (Болаттан тұрғызылған құрылыс. Сәулет және техникалық ғылым баспасы. Берлин. №2/2008).
- 21 Stahlbau. Verlag fur Architektur und technische Wissenscäfte NGmbH & Co.KG, Berlin. №10/2010 (Болаттан тұрғызылған құрылыс. Сәулет және техникалық ғылым баспасы. Берлин. №10/2010).
22. Bauingenieur №2/2011 (Инженер-құрылысшы. №2/2011 Берлин).
23. www.verbundtr-ger.
24. ГОСТ 26020-83 Сөрелердің параллель қырларымен ыстықтай жаймаланған болат қоставрлар. Сұрыптама.
27. ГОСТ 8239 -89 Ыстықтай жаймаланған болат қоставрлар. Сұрыптама.
28. ГОСТ 8240-97 Ыстықтай жаймаланған болат швеллер. Сұрыптама.
29. DIN1026-1:2000 Hot rolled steel channels - Part 1: Taper flange steel channels - Dimensions, masses and sectional properties (Ыстықтай жаймаланған болат швеллер. 1-бөлім. Конусты ернемектері бар болат швеллерлер. Өлшемдері, салмағы және статикалық шамасы).
30. EN10279:2000 Hot rolled steel channels - Tolerances on shape, dimensions and mass (Ыстықтай жаймаланған болат швеллер. Пішініне, өлшеміне және салмағына рұқсат).
31. EN10163-3:2004 Delivery Requirements For Surface Condition of Hot-rolled Steel Plates, Wide Flats And Sections - Part 3: Sections (Ыстықтай жаймаланған болат табақтардың, кең жолақтардың және илемдік пішіндердің беттерінің күйіне қатысты жеткізу шарты. 3-бөлім. Илемдік пішіндер).
32. EN10225:2001 Weldable structural steels for fixed offshore structures. Technical delivery conditions (Континенттік шельфтің стационарлық ғимараттарына арналған қонструктивті дәнекерленетін болаттар. Техникалық жеткізу шарттары).
33. DIN1025-1 Hot rolled I-sections - Part 1: Narrow flange I-sections, I-serie - Dimensions, masses, sectional properties (Ыстықтай жаймаланған болаттан жасалған қоставрлы пішіндер. 1-бөлім. I топтаманың енсіз ернемекті пішіндері. Өлшемдері, салмағы, статикалық шамалар).

34. EN10024:1995 Hot rolled taper flange I sections. Tolerances on shape and dimensions (Қисық сөрелері бар ыстықтай жаймаланған қоставрлы пішіндер. Пішініне және өлшемдеріне рұқсат).

35. EN10034:1993 Structural steel I and H sections. Tolerances on shape and dimensions (Конструктивті болаттан жасалған қарапайым және кең сөрелі қоставр қимасының пішіндері. Пішініне және өлшемдеріне рұқсат).

36. ASTM A 6/A 6M – 07 Standard specification for general requirements for rolled structural steel bars, plates, shapes, and sheet piling (Иленген болат өзектерге, пластиналарға, пішіндерге және шпунтты қабырғаларға қойылатын жалпы талаптарға арналған техникалық шарттар).

**ӘОЖ 624.0**

**МСЖ 91.080.01**

---

**Түйінді сөздер:** болаттемірбетон қострукциялары, қатты арматура, есептеудің негізгі ережелері, бағаналар, аражабындардың көтеру қабілеті

---

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	IV
1 Область применения ..	1
2 Нормативные ссылки .....	2
3 Термины и определения .....	3
4 Обозначения и сокращения .....	4
4.1 Прописные буквы латинского алфавита.....	3
4.2 Строчные буквы латинского алфавита .....	6
4.3 Строчные буквы греческого алфавита .....	7
5 Основы проектирования .....	8
5.1 Особенности сталежелезобетонных конструкций с жесткой арматурой .....	8
5.2 Материалы .....	8
5.2.1 Бетон.....	8
5.2.2 Конструкционная сталь .....	9
5.2.3 Арматура .....	10
5.2.4 Соединительные элементы.....	10
5.3 Методы расчета .....	10
6 Расчет сталежелезобетонных перекрытий.....	12
6.1 Определение класса сечений.....	12
6.2 Расчет на изгиб .....	13
6.3 Расчет на поперечный сдвиг .....	16
7 Расчет колонн .....	24
7.1 Определение несущей способности сечения.....	24
7.2 Расчет на устойчивость.....	25
7.3 Обеспечение совместной работы стали и бетона.....	30
Приложение А (информационное) Область применения сталежелезобетонных конструкций с жесткой арматурой .....	39
Приложение Б (информационное) Узловые сопряжения сталежелезобетонных элементов с жесткой арматурой.....	58
Приложение В (информационное) Сортамент стальных профилей по ГОСТ .....	63
Приложение Г (информационное) Сортамент стальных европейских профилей .....	70
Библиография .....	114



## ВВЕДЕНИЕ

Настоящее нормативно-техническое пособие подготовлено республиканским государственным предприятием «Казахский научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт сейсмостойкого строительства и архитектуры» (РГП «КазНИИССА»).

В настоящем нормативно-техническом пособии приведены:

- принципы и правила проектирования сталежелезобетонных конструкций с жесткой арматурой, содержащиеся в Разделах 5 и 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 Разделов 5 и 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 сталежелезобетонных конструкций с жесткой арматурой.

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 сталежелезобетонных конструкций с жесткой арматурой.

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.**  
**СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ С ЖЕСТКОЙ АРМАТУРОЙ**

**DESIGN OF COMPOSITE STEEL AND CONCRETE STRUCTURES. PART.**  
**COMPOSITE STEEL AND CONCRETE STRUCTURES WITH RIGID**  
**REINFORCEMENT**

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 сталежелезобетонных конструкций с жесткой арматурой.

1.2 Настоящее нормативно-техническое пособие «Проектирование сталежелезобетонных конструкций. Часть: Сталежелезобетонных конструкций с жесткой арматурой» 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 сталежелезобетонных конструкций с жесткой арматурой и их конструктивных элементов.

Специальные принципы и правила проектирования сталежелезобетонных конструкций с жесткой арматурой, дополняющие общие принципы и правила, содержатся в Разделах 1,2,3,5,6 СН РК EN 1994-1-1:2004/2011.

1.4 Целью настоящего документа является обеспечение расчета и проектирования сталежелезобетонных конструкций с жесткой арматурой.

1.5 Настоящее нормативно-техническое пособие предназначено для использования:

- заказчиками проектной документации (например, для формулирования основных требований к сталежелезобетонным конструкциям с жесткой арматурой);
- специалистами, осуществляющими проектирование сталежелезобетонных конструкций с жесткой арматурой;

– специалистами, осуществляющими контроль качества проектирования и строительства сталежелезобетонных конструкций с жесткой арматурой;  
– соответствующими административными органами.

1.6 Проектирование сталежелезобетонных конструкций с жесткой арматурой, требования к которым не оговорены в СН РК EN 1994-1-1:2004/2011, до разработки соответствующих нормативов следует осуществлять на основании технических условий, разработанных на 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 проектирования несущих конструкций.

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 1993-1-8:2005/2011 Проектирование стальных конструкций. Часть 1-8. Расчет соединений».

СН РК EN 1993-1-9:2005/2011 Проектирование стальных конструкций. Часть 1-9. Усталостная прочность.

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

СТ РК EN 10025-2 Изделия из горячекатаных конструкционных сталей. Часть 2. Технические условия поставки для нелегированной конструкционной стали.

СТ РК EN 10025-4 Изделия из горячекатаных конструкционных сталей. Часть 4. Технические условия поставки термоупрочненных прокатных свариваемых мелкозернистых конструкционных сталей.

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 пособии применяются следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1 Соединение (connection):** Место, в котором крепятся два или более элемента. При расчете соединением является группа основных компонентов, необходимых для представления работы соединения в процессе передачи соответствующих внутренних усилий и моментов.

**3.2 Соединенный элемент (connected member):** Любой элемент, присоединенный к несущему элементу или к другой опорной конструкции.

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

**3.4 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.

**3.5 Сталежелезобетонные конструкции с жесткой арматурой (composite structures of stiffness reinforced members):** Конструкции состоящие из обетонированных стальных профилей, совместная работа которых с бетоном достигается благодаря сдвиговым соединительным элементом.

**3.6 Сдвиговое соединение (shear connection):** Соединение между бетонным и стальным компонентами сталежелезобетонного элемента, имеющее достаточную прочность и жесткость, позволяющую рассчитывать оба компонента как части единого конструктивного элемента.

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

**3.8 Конструктивная система (structural system):** Несущие элементы здания или инженерного сооружения, объединенные определенным способом для совместной работы.

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

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

**3.11 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.

**3.12 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.

**3.13 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.

**3.14 Соединенный элемент (connected member):** Любой элемент, присоединенный к несущему элементу или к другой опорной конструкции.

**3.15 Сталежелезобетонная балка (composite beam):** сталежелезобетонный элемент, подверженный, главным образом, изгибу.

**3.16 Сталежелезобетонная колонна (composite column):** Сталежелезобетонный элемент, подверженный, главным образом, сжатию или сжатию с изгибом.

**3.17 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.

## 4 ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В настоящем пособии приняты следующие обозначения:

### 4.1 Прописные буквы латинского алфавита

$A$  – 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;

$A_s$  – площадь поперечного сечения арматуры;

$A_{sf}$  – площадь поперечного сечения поперечной арматуры;

$A_v$  – площадь сдвига стального элемента;

$A_1$  – грузовая площадь под фасонкой;

$E_a$  – модуль упругости конструкционной стали;

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

$E_{cm}$  – секущий 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;

$F_{c,wc,c,Rd}$  – расчетное значение несущей способности на поперечное сжатие бетона замоноличивания стенки колонны;

$G_a$  – модуль сдвига конструкционной стали;

$G_c$  – модуль сдвига бетона;

$I$  – 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;  
 $K_{sc}$  – жесткость, зависящая от типа сдвигового соединения;  
 $K_0$  – калибровочный коэффициент при расчете сталежелезобетонных колонн;  
 $M$  – изгибающий момент;  
 $M_a$  – вклад стального элемента в расчетную несущую способность сталежелезобетонного сечения на изгиб в пластической стадии;  
 $M_{a,Ed}$  – расчетный изгибающий момент, приложенный к стальному сечению;  
 $M_{b,Rd}$  – расчетное значение несущей способности сталежелезобетонной балки на устойчивость при изгибе;  
 $M_{c,Ed}$  – часть расчетного изгибающего момента, приложенная к сталежелезобетонному сечению;  
 $M_{cr}$  – упругий критический момент при потере устойчивости плоской формы изгиба с закручиванием сталежелезобетонной балки;  
 $M_{Ed}$  – расчетный изгибающий момент;  
 $M_{el,Rd}$  – расчетное значение несущей способности сталежелезобетонного сечения по изгибающему моменту в упругой стадии;  
 $M_{max,Rd}$  – максимальное расчетное значение несущей способности по изгибающему моменту при наличии продольной сжимающей силы;  
 $M_{pl,a,Rd}$  – расчетное значение несущей способности стального сечения по изгибающему моменту в пластической стадии;  
 $M_{Rd}$  – нормативное значение несущей способности сталежелезобетонного сечения или узла по изгибающему моменту;  
 $M_{Rk}$  – нормативное характеристическое значение несущей способности сталежелезобетонного сечения или узла по изгибающему моменту;  
 $M_{a,Ed}$  – 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;  
 $V_{c,Ed}$  – расчетное значение сдвигающей силы, действующей на бетон замоноличивания стенки;  
 $V_{Ed}$  – расчетное значение сдвигающей силы, действующей на сталежелезобетонное сечение;  
 $V_{l,Rd}$  – расчетное значение несущей способности на сдвиг;  
 $V_t$  – опорная реакция;  
 $V_{wp,c,Rd}$  – расчетное значение несущей способности бетона замоноличивания участка стенки колонны на сдвиг.

#### **4.2 Строчные буквы латинского алфавита**

$d$  – 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;  
 $h_t$  – общая толщина испытываемого образца;  
 $k_{wc,c}$  – коэффициент, учитывающий влияние продольного сжимающего напряжения на несущую способность стенки колонны при поперечном сжатии;  
 $v_{Ed}$  – расчетное продольное касательное напряжение;  
 $w_k$  – расчетное значение ширины раскрытия трещины.

### 4.3 Строчные буквы греческого алфавита

$\alpha_{cr}$  – коэффициент увеличения расчетной нагрузки, при которой будет достигнуто неустойчивое состояние в упругой стадии;

$\alpha_M$  – коэффициент, относящийся к изгибу сталежелезобетонной колонны;

$\alpha_{M,y}, \alpha_{M,z}$  – коэффициент, относящийся к изгибу сталежелезобетонной колонны относительно осей y-y и z-z соответственно;

$\gamma_c$  – частный коэффициент безопасности для бетона;

$\gamma_{M0}$  – частный коэффициент безопасности для конструкционной стали при расчете несущей способности поперечных сечений, см. СН РК EN 1993-1-1:2005/2011 (6.1(1));

$\gamma_{M1}$  – частный коэффициент безопасности при расчетной несущей способности элементов по устойчивости, см. СН РК EN 1993-1-1:2005/2011 (6.1(1));

$\gamma_s$  – частный коэффициент безопасности для арматурной стали;

$\gamma_{vs}$  – частный коэффициент безопасности для определения несущей способности сталежелезобетонной плиты на сдвиг;

$\delta_{uk}$  – характеристическое значение деформации сдвига;

$\varepsilon$  –  $\sqrt{235/f_y}$  где  $f_y$  в Н/мм<sup>2</sup>;

$\eta$  – степень использования сдвигового соединения; коэффициент;

$\eta_a, \eta_{a0}$  – коэффициенты, учитывающие влияние обжатия бетона;

$\eta_c, \eta_{c0}, \eta_{cL}$  – коэффициенты, учитывающие влияние обжатия бетона;

$\bar{\lambda}$  – условная гибкость;

$\mu$  – коэффициент трения; номинальный коэффициент;

$\mu_d$  – коэффициент, относящийся к расчету на сжатие и плоский изгиб;

$\nu_a$  – коэффициент Пуассона для конструкционной стали;

$\xi$  – параметр, относящийся к деформации сдвигового соединения;

$\rho_s$  – параметр; коэффициент армирования;

$\sigma_{com,c,Ed}$  – осевое сжимающее напряжение в бетоне замоноличивания от действия расчетной продольной силой;

$\tau_{Rd}$  – расчетная прочность на сдвиг;

$\varphi_t$  – коэффициент ползучести.



## 5 ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

### 5.1 Особенности сталежелезобетонных конструкций с жесткой арматурой

5.1.1 Работу жесткой арматуры следует рассматривать в двух стадиях:

- стадия монтажа, когда жесткая арматура работает как обычные стальные конструкции, играющие роль каркаса железобетонных конструкций для подвески опалубки, устройства рабочих подмостей, расположения монтажных механизмов и т.д.
- стадия эксплуатации, когда жесткая арматура работает в составе железобетонного сечения после набора проектной прочности бетоном.

5.1.2 Бетонирование сталежелезобетонных конструкций с жесткой арматурой может производиться как в обычной, так и подвесной опалубке, которая подвешивается к жесткой арматуре с помощью специальных приспособлений. При больших прогибах жесткой арматуры от монтажных нагрузок, включая бетонную смесь, подвесной опалубке следует придавать строительный подъем, обеспечивающий прямолинейность перекрытий после распалубки.

5.1.3 Последовательность монтажа жесткой арматуры и ее обетонирования должна быть согласована с проектом, согласно которому произведен расчет металлического каркаса без учета совместной работы с бетоном.

5.1.4 В пределах числа этажей, допущенных проектом к монтажу без обетонирования, обетонирование каркаса может производиться одновременно с монтажом конструкций вышележащих этажей. При этом выдержка бетона до нагружения не требуется, что предопределяет скоростное возведение зданий.

5.1.5 В целях экономии металла для жесткой арматуры ее сечения следует принимать минимальными, исходя из работы в стадии монтажа. С целью уменьшения габаритов тяжело нагруженных конструкций сечения жесткой арматуры могут быть большими, чем это требуется для обеспечения несущей способности конструкции в стадии монтажа.

5.1.6 В стадии эксплуатации необходимая несущая способность конструкции достигается путем подбора требуемого бетонного сечения и добавлением, в случае необходимости, гибкой арматуры.

### 5.2 Материалы

#### 5.2.1 Бетон

5.2.1.1 Для изготовления сталежелезобетонных конструкций с жесткой арматурой следует использовать бетоны классов прочности не ниже С20/25 и не выше С60/75. Значения прочностных и других механических параметров бетона следует принимать в соответствии с Таблицей 3.1 СН РК EN 1992-1-1:2004/2011.

5.2.1.2 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.

5.2.1.3 Деформации ползучести бетона необходимо определять в соответствии с указаниями п.3.1.4 СН РК EN 1992-1-1:2004/2011.

5.2.1.4 Полная относительная деформация усадки бетона состоит из относительной деформации усадки при высыхании  $\varepsilon_{cd}$  и относительной деформации усадки  $\varepsilon_{cs}$  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.

## 5.2.2 Конструкционная сталь

5.2.2.1 Наиболее рациональными профилями, применяемыми в качестве жесткой арматуры, являются стальные двутавры и швеллеры. Их сортамент по ГОСТ и европейским стандартам приведен в Приложениях В и Г настоящего пособия. Могут также применяться уголки и тавры.

5.2.2.2 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.

5.2.2.3 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 п. 3.2.2 СН РК EN 1993-1-1:2005/2011 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  $\varepsilon_u$ , соответствующей временному сопротивлению  $f_u$  (рекомендуемое значение  $\varepsilon_u > 15f_y/E$  либо принимается по национальному приложению);
- относительное удлинение после разрыва образца 5,65  $(A_0)^{0,5}$ , где  $A_0$  – начальная площадь поперечного сечения (рекомендуемое значение относительного удлинения должно быть не менее 15 % либо принимается по национальному приложению).

5.2.2.4 В соответствии с п. 3.2.3 СН РК EN 1993-1-1:2005/2011 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.

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

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

5.2.2.6 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 равный  $10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ .

### 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  $\gamma_s$  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 СН РК EN 1993-1-9:2005/2011.

5.2.3.3 Расчетное значение модуля упругости арматуры можно принимать равным его значению для конструкционной стали, которое в соответствии с СН РК EN 1993-1-1:2005/2011 равно  $E_s = 210 \text{ ГПа}$ .

### 5.2.4 Соединительные элементы

Расчетная несущая способность соединений стальных элементов должна удовлетворять требованиям СН РК EN 1993-1-1:2005/2011 (3.3). Требования к крепежным изделиям и сварочным материалам приводятся в СН РК EN 1993-1-8:2005/2011. Для обеспечения надежной совместной работы бетона с жесткой арматурой следует использовать соединительные элементы в виде цилиндрических стержней с высаженными головками либо соединения, приведенные на Рисунках А.16, А.19, А.17 и А.20 Приложения А.

### 5.3 Методы расчета

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

5.3.2 Расчет на прочность и устойчивость необходимо проводить для всех стадий работы конструкции и 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.

5.3.3 Расчет сталежелезобетонных конструкций с жесткой арматурой 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 нормах СН РК EN 1990:2002+A1:2005/2011. Влияние динамической нагрузки необходимо

учитывать в соответствии с рекомендациями норм СН РК EN 1990:2002+A1:2005/2011.

5.3.4 Внутренние усилия, возникающие в сталежелезобетонных конструкциях с жесткой арматурой, следует определять по правилам строительной механики как для однородного упругого тела. При этом следует применять упругий статический расчет, даже если несущая способность поперечных сечений определена с учетом нелинейных свойств материала.

5.3.5 [5.4.2.1(1)] При расчетах следует учитывать влияние образования трещин в бетоне, деформации ползучести и усадки бетона, последовательности возведения и предварительного напряжения.

5.3.6 [5.4.4(3)] Изгибающие моменты, полученные в результате линейно-упругого статического расчета, могут быть перераспределены в сталежелезобетонных балках с полным или частичным объединением, в стальных элементах (Пункт 5.4.1(4) СН РК EN 1993-1-1:2005/2011) и в изгибаемых железобетонных элементах (Пункт 5.5 СН РК EN 1992-1-1:2004/2011).

5.3.7 Изгибаемые сталежелезобетонные элементы с жесткой арматурой следует проверять по изгибающему моменту и на сдвиг в вертикальной плоскости.

5.3.8 [6.2.1.1] Несущую способность при изгибе сталежелезобетонных сечений любого класса можно определять в упругой стадии или с учетом нелинейных свойств материала. При этом допускается, что сталежелезобетонное поперечное сечение остается плоским в том случае, если сдвиговое соединение и поперечное армирование запроектированы с учетом соответствующего распределения расчетного продольного сдвигающего усилия.

5.3.9 В соответствии с Пунктом 6.7.1(5) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011 расчет сталежелезобетонных сжатых элементов с жесткой арматурой должен включать следующие проверки:

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

5.3.10 Сжатые сталежелезобетонные элементы рассчитываются следующими методами:

- общий метод для элементов с несимметричными или переменными по длине колонн поперечными сечениями (не имеет большого практического значения);
- упрощенный метод для наиболее распространенных элементов с постоянными по длине поперечными сечениями и имеющими две оси симметрии.

5.3.11 [6.7.3.] Упрощенный метод расчета следует использовать для наиболее применяемых в практике колонн, стальная часть которых выполняется из сплошных горячекатаных, холодногнутых или сварных профилей. Условиями применения упрощенного метода являются:

- величина условной гибкости элемента в плоскости изгиба должна быть  $\bar{\lambda} \leq 2,0$ ;
- отношение высоты к ширине сталежелезобетонного сечения не должно превышать  $h/b = 5,0$  с целью исключения потери крутильной формы устойчивости;
- продольное армирование, которое может быть принято в расчете, не должно

превышать 6 % площади сечения бетона;

– для стальных сечений с полным обетонированием (Рисунок 7.2а) граничные значения максимальной толщины защитного слоя бетона, которые могут быть приняты в расчете, должны составлять  $\max c_z = 0,3h$  и  $\max c_y = 0,4b$ .

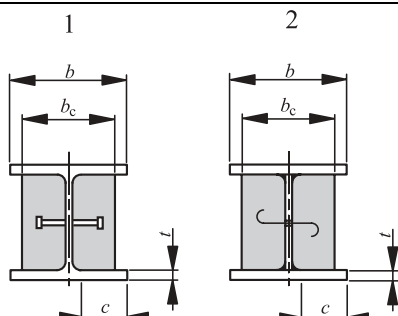
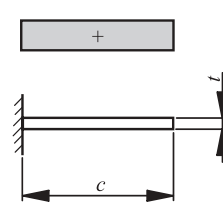
## 6 РАСЧЕТ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ

### 6.1 Определение класса сечений

6.1.1 Для поперечных сечений стальных балок в процессе возведения сталежелезобетонных перекрытий следует применять систему классификации, указанную в СН РК EN 1993-1-1:2005/2011 (5.5).

6.1.2 [5.5.3] Сталежелезобетонное сечение должно классифицироваться по наименее благоприятному классу его стальных сжатых элементов. Свесы стальных полок сталежелезобетонного сечения с обетонированной стенкой следует классифицировать в соответствии с Таблицей 6.1. При этом бетон должен быть армирован и механически связан со стальным сечением, чтобы предотвратить потерю местной устойчивости стенки и сжатых частей полки.

**Таблица 6.1 - Классификация стальных сжатых полок сечений с обетонированной стенкой в соответствии с п.5.5.3 СН РК EN 1994-1-1:2004/2011**

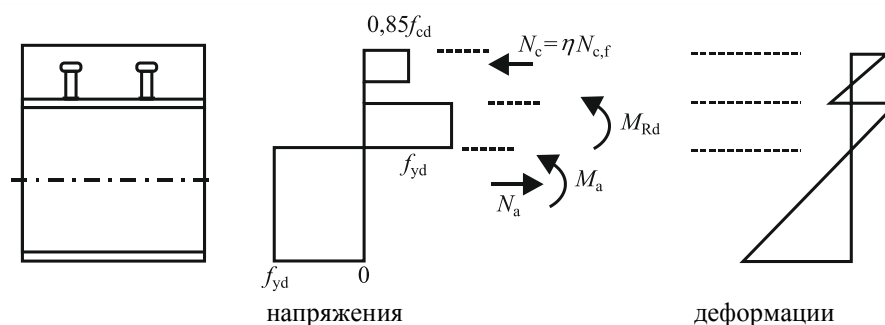
 $0,8 \leq \frac{b_c}{b} \leq 1,0$		 <p>Распределение напряжений (сжатие)</p>
Класс	Тип	Предел
1	1 – прокатное, 2 - сварное	$c/t \leq 9\varepsilon$
2		$c/t \leq 14\varepsilon$
3		$c/t \leq 20\varepsilon$

6.1.3 Стальная сжатая полка двутавровых сечений с необетонированной стенкой, но с прикрепленной к полке бетонной плитой, может рассматриваться как полка класса 1, если расстояние между объединительными анкерными стержнями соответствует требованиям СН РК EN 1994-1-1:2004/2011 (6.6.5.5).

## 6.2 Расчет на изгиб

6.2.1 В изгибаемых элементах жесткую арматуру следует проектировать из условий восприятия монтажной нагрузки, в том числе и от заполняемой бетонной смеси. При эксплуатационных нагрузках в расчет включается соответствующее бетонное сечение, иногда усиливаемое гибкой арматурой.

6.2.2 Если при частичном объединении применяются податливые объединительные элементы, то несущую способность поперечного сечения  $M_{Rd}$  можно определить как при расчете в пластической стадии без учета сжатой арматуры в бетоне замоноличивания стенки. При этом в бетонной плите взамен сжимающей силы  $N_{c,f}$  следует использовать уменьшенное на величину  $\eta = N_c/N_{c,f}$  значение силы  $N_c$  (Рисунок 6.1).



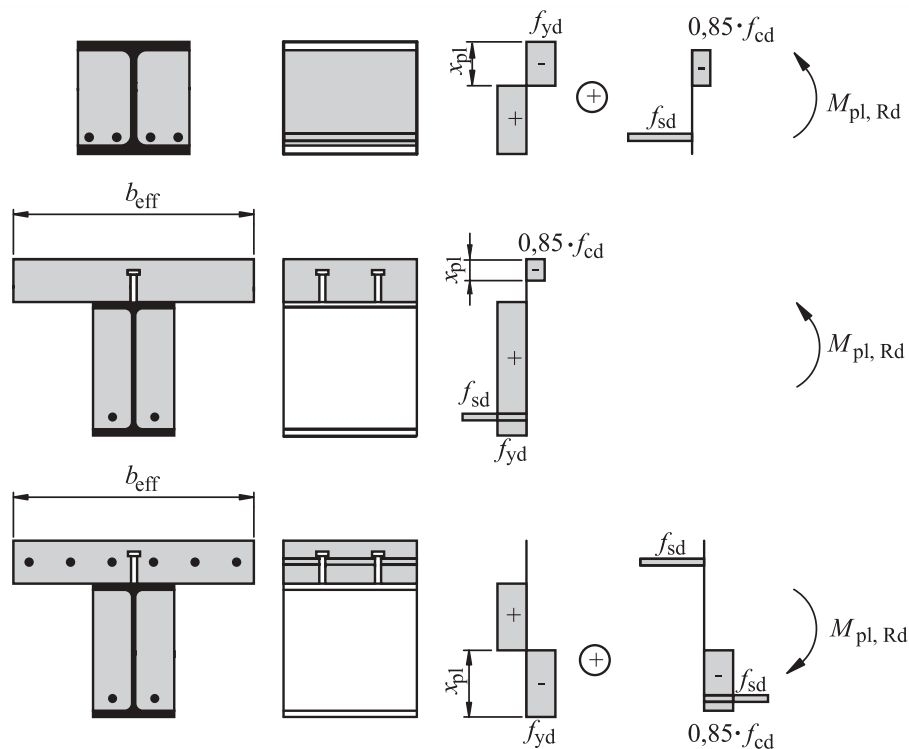
**Рисунок 6.1 - Напряженно-деформированное состояние в сталежелезобетонном сечении при действии положительного изгибающего момента [3]**

6.2.3 Положение нейтральной оси  $x_{pl}$  сечения при изгибе в пластической стадии следует определять при действии силы  $N_c$  в соответствии с Рисунком 6.2.

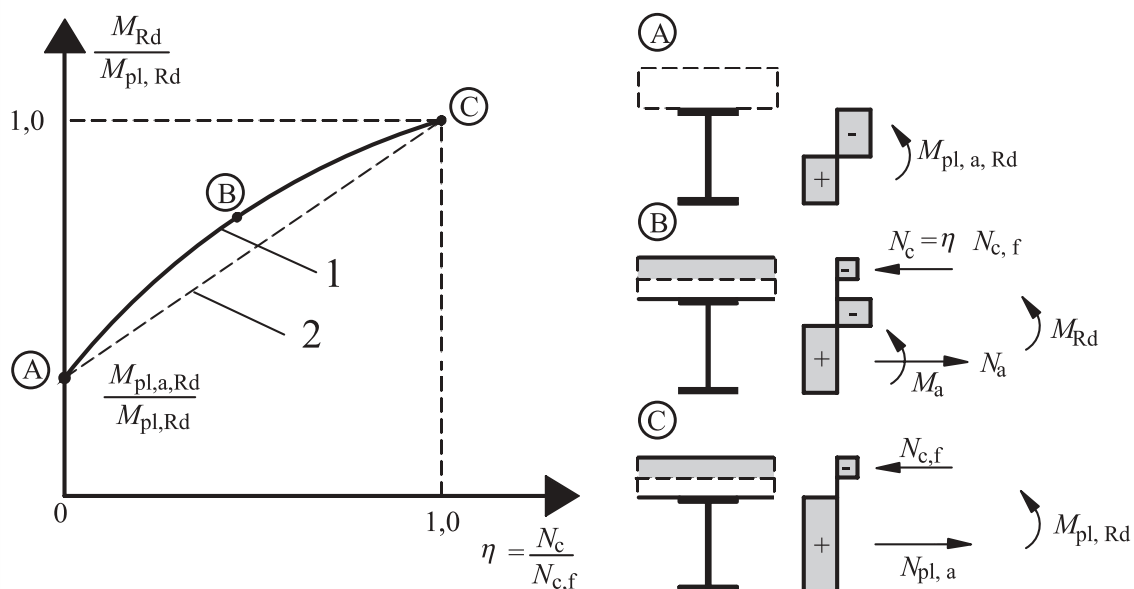
6.2.4 Значение несущей способности при изгибе  $M_{Rd}$  следует вычислять по Формуле (6.1) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011:

$$M_{Rd} = M_{pl,a,Rd} + (M_{pl,Rd} - M_{pl,a,Rd}) \cdot \frac{N_c}{N_{c,f}}. \quad (6.1)$$

Для определения зависимости между  $M_{Rd}$  и  $N_c$  следует пользоваться графиками на Рисунке 6.3, где  $M_{pl,a,Rd}$  и  $M_{pl,Rd}$  представляют собой расчетные значения несущей способности при изгибе в пластической стадии соответственно стального и сталежелезобетонного сечения с полным объединением для положительных изгибающих моментов.

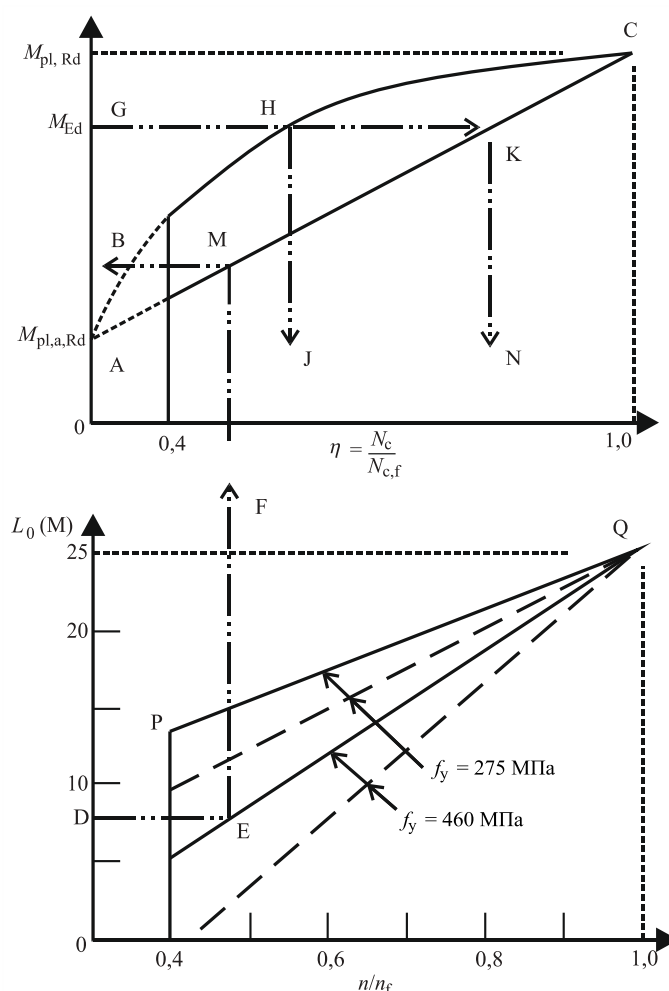


**Рисунок 6.2 - Примеры распределения напряжений от изгиба и положение нейтральной оси  $x_{pl}$  в пластической стадии в сечениях изгибаемых сталежелезобетонных элементов с жесткой арматурой [п.6.3.2(2) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011]**



**Рисунок 6.3 – Зависимость между  $M_{Rd}$  и  $N_c$  при податливых сдвиговых соединениях: 1 - в пластической стадии, 2 - по упрощенному методу [п.6.2.1.3(5) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011]**

6.2.5 Для определения степени использования  $n/n_f$  сдвиговых соединительных элементов можно воспользоваться следующей процедурой (Рисунок 6.4). Вначале устанавливается действительная величина несущей способности сталежелезобетонной балки при изгибе в точке В (путь DEF и далее FMB). Если несущая способность при изгибе превышает величину действующего изгибающего момента  $M_{Ed}$ , то установленное количество анкерных стержней является достаточным. В противном случае необходимо скорректировать их количество, например, методом интерполяции. С этой целью путем GKN определяется требуемое значение  $n/n_f$  и как альтернатива путем GHJ. Максимальное количество анкерных стержней располагается между точками J и N.



$n_f$  - количество анкерных стержней при полном объединении в соответствии с п.6.6.1.1(13) и п.6.6.2.2(2) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011;

$n$  - фактическое количество анкерных стержней в пределах той же длины изгибаемого элемента.

**Рисунок 6.4 – К процедуре определения оптимального количества цилиндрических анкерных стержней на примере сталежелезобетонной балки пролетом  $L = 8$  м с сопротивлением стали  $f_y = 460$  МПа (сплошные линии соответствуют п.6.6.1.2(3), а штриховые - п.6.6.1.2(1) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011) [3]**



### 6.3 Расчет на поперечный сдвиг

6.3.1 Сопротивление сталежелезобетонного поперечного сечения вертикальному сдвигу может определяться в пластической стадии и приниматься за сопротивление стального профиля  $V_{pl,a,Rd}$ , если не установлена величина вклада армированной бетонной части сечения. В соответствии с указаниями п.6.3.3(3) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011 разделение поперечной силы  $V_{Ed}$  на составляющие  $V_{c,Ed}$  и  $V_{a,Ed}$ , действующие на стальное сечение и железобетон замоноличивания стенки соответственно, может быть принят в такой же пропорции, что и распределение несущей способности по изгибающему моменту  $M_{pl,Rd}$  между стальным сечением и железобетоном замоноличивания:

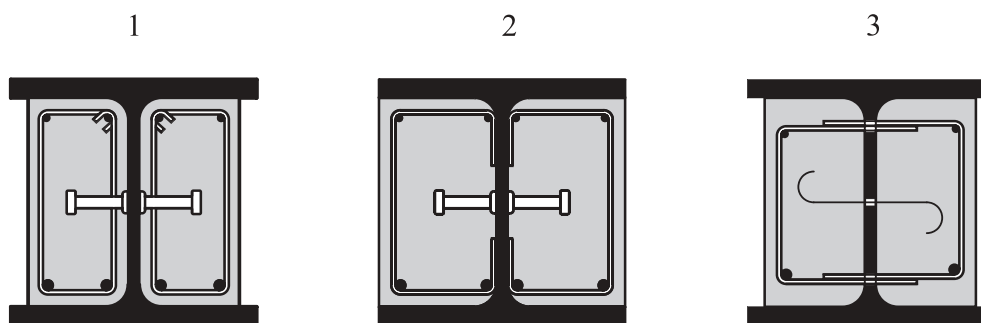
$$V_{c,Ed} = V_{Ed} (M_{s,Rd}/M_{pl,Rd}) \quad (6.2)$$

где  $V_{Ed}$  – полная величина поперечной силы, действующей на сталежелезобетонное сечение;

$M_{pl,Rd}$  – несущая способность сталежелезобетонного сечения при изгибе;

$M_{s,Rd} = N_{s,zs} = A_s f_{sd} z_s$  – несущая способность стального сечения при изгибе.

6.3.2 [6.3.3(2)] В случае частично обетонированных двутавров объединение бетона и стали должно осуществляться одним из способов, показанных на Рисунке 6.5.



1 - замкнутые хомуты, 2 - незамкнутые хомуты, приваренные к стенке, 3 - хомуты, установленные в отверстие стенки

**Рисунок 6.5 - Расположение объединительных хомутов в частично обетонированных двутаврах [п.6.3.3(2) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011]**

Незамкнутые хомуты должны быть приварены к стенке равнопрочными сварными швами. В противном случае их влияние на поперечный сдвиг не учитывается.

6.3.3 Если расчетная поперечная сила  $V_{a,Ed}$  превышает половину расчетной несущей способности стального сечения при вертикальном сдвиге в пластической стадии  $V_{pl,a,Rd}$ , то необходимо учитывать ее влияние на несущую способность при изгибе.

#### ПРИМЕР 1

*Требуется:*

Запроектировать монолитную неразрезную сталежелезобетонную плиту перекрытия с жесткой арматурой, которая опирается на металлические балки, расположенные с шагом  $L = 2,0$  м. Временная равномерно распределенная полезная нагрузка на перекрытие составляет  $12,0$  кН/м<sup>2</sup>.

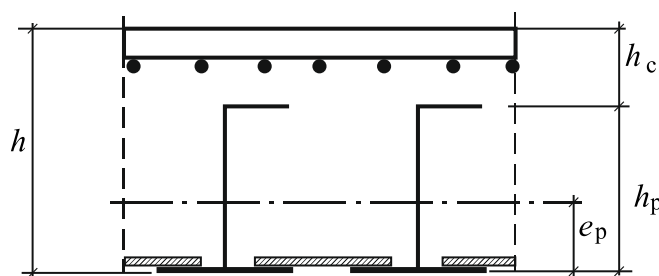
*Решение задачи:*

Сталежелезобетонную плиту проектируем с жесткой арматурой в виде холодногнутых профилей двутаврового несимметричного сечения со следующими геометрическими характеристиками (Рисунок 6.6):  $A_p = 7,5 \text{ см}^2$ ,  $J_x = 138 \text{ см}^4$ ,  $W_{x1} = 31,5 \text{ см}^3$ ,  $W_{x2} = 37,6 \text{ см}^3$ ,  $h_p = 80 \text{ мм}$ . По ширине плиты перекрытия профили располагаются с шагом  $s_w = 0,5 \text{ м}$ . Материал профилей - сталь марки S355, для которой в соответствии с Таблицей

3.1

СН РК EN 1993-1-1:2005/2011  $f_y = 355 \text{ МПа}$ ,  $f_u = 430 \text{ МПа}$ ,  $E_p = 210000 \text{ МПа}$ . Верхняя полка и стенка профилей имеют выштампованные вмятины и выпуклости, обеспечивающие сцепление с бетоном замоноличивания, экспериментально установленные параметры которого составляют  $m = 184 \text{ Н/мм}^2$ ,  $k = 0,053 \text{ Н/мм}^2$  (СН РК EN 1994-1-1:2004/2011 (В.3.5)).

Для бетонирования плиты используется опалубка, уложенная на нижние полки профилей. В соответствии с Таблицей 3.1 СН РК EN 1992-1-1:2004/2011 принимаем бетон класса С20/25 ( $f_{ck} = 20 \text{ МПа}$ ,  $f_{cd} = 13,3 \text{ МПа}$ ,  $E_{cm} = 30000 \text{ МПа}$ ). Толщину железобетонной плиты над верхними полками профилей принимаем равной  $h_c = 50 \text{ мм}$ . Во избежание образования трещин в бетоне от его усадки и действия растягивающих напряжений, вызванных отрицательным изгибающим моментом над средними опорами, в верхней зоне плиты располагаем арматурные сетки из стержней диаметром 6 мм с шагом 25 см ( $A_s = 2,26 \text{ см}^2/\text{м} > A_{s,min} = 0,002 \times 5 \times 100 = 1,0 \text{ см}^2/\text{м}$ ).



**Рисунок 6.6 – Расчетное поперечное сечение сталежелезобетонной плиты шириной 1,0 м**

Осуществляем расчет стальных профилей в стадии возведения перекрытия, которое работает под действием собственного веса, бетонной смеси  $26 \text{ кН/м}^3$  и монтажной нагрузки  $1,0 \text{ кН/м}^2$ . Вычисленные характеристические значения погонной нагрузки на 1 м ширины сечения составляют  $p_k = 2,74 \text{ кН/м}$  и  $q_k = 1,0 \text{ кН/м}$ , а их расчетные значения  $p_d = 4,1 \text{ кН/м}$  и  $q_d = 1,5 \text{ кН/м}$ .

Изгибающий момент от характеристических воздействий:

$$M_{оп,k} = 0,1 p_k L^2 = 0,1 \times 2,74 \times 2^2 = 1,1 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Максимальный изгибающий момент на средних опорах от расчетных воздействий:

$$M_{оп,d} = (0,1 p_d + 0,117 q_d) L^2 = (0,1 \times 4,1 + 0,117 \times 1,5) \times 2^2 = 2,3 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Максимальный изгибающий момент в пролете от расчетных воздействий:

$$M_{пр,d} = (0,08 p_d + 0,101 q_d) L^2 = (0,08 \times 4,1 + 0,101 \times 1,5) \times 2^2 = 1,9 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Изгибающий момент от характеристических воздействий:

$$M_{оп,k,max} = (0,1 p_k + 0,05 q_k) L^2 = (0,1 \times 2,74 + 0,05 \times 1,0) \times 2^2 = 1,3 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Несущую способность при изгибе пролетных и опорных сечений профилей определяем в соответствии с СН РК EN 1993-1-1:2005/2011 (6.2.5):

$$M_{Rd,1} = W_{x1,b} f_{yb} / \gamma_{mo} = 2 \times 31,5 \times 10^{-6} \times 355 \times 10^3 = 22,5 \text{ кН}\cdot\text{м},$$

$$M_{Rd,2} = W_{x2,b} f_{yb} / \gamma_{mo} = 2 \times 37,6 \times 10^{-6} \times 355 \times 10^3 = 26,7 \text{ кН}\cdot\text{м},$$

где частный коэффициент безопасности  $\gamma_{mo} = 1,0$ .

Условия несущей способности профилей при изгибе:

$$M_{np,d} / M_{Rd,1} = 1,9 / 22,5 = 0,084 < 1,$$

$$M_{on,d} / M_{Rd,2} = 2,3 / 26,7 = 0,086 < 1.$$

Несущая способность профилей обеспечена.

Максимальный прогиб стальных профилей:

$$w_p = 5(p_k + q_k) L^4 / (384 E_p J_x) - M_{on,k,max} L^2 / (16 E_p J_x) =$$

$$= 5 \times (2,74 + 1,0) \times 2^4 / (384 \times 210 \times 10^6 \times 2 \times 138 \times 10^{-8}) -$$

$$- 1,3 \times 2^2 / (16 \times 210 \times 10^6 \times 2 \times 138 \times 10^{-8}) = 0,0008 \text{ м} = 0,8 \text{ мм}.$$

Предельное состояние по эксплуатационной пригодности:

$$w_p = 0,8 \text{ мм} < L / 180 = 2000 / 180 = 11,1 \text{ мм}$$

обеспечено.

Проверяем предельные состояния плиты на стадии эксплуатации.

Вычисленное расчетное значение постоянной нагрузки на 1 м ширины сечения составляет  $p_d = 2,9 \text{ кН/м}$ , а расчетное значение эксплуатационной нагрузки  $q_d = 12 \times 1,5 = 18 \text{ кН/м}$ .

Определяем изгибающий момент от расчетных воздействий в середине пролета  $L$  плиты как для однопролетной балки:

$$M_{Ed} = 0,125 (p_d + q_d) L^2 = 0,125 \times (2,9 + 18) \times 2,0^2 = 10,45 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

Поперечная сила от расчетных воздействий:

$$V_{Ed} = 0,5 (p_d + q_d) L = 0,5 \times (2,9 + 18) \times 2,0 = 20,9 \text{ кН}.$$

Находим положение нейтральной оси сталежелезобетонного сечения:

$$x_{pl} = f_{yp,d} A_p / (0,85 f_{cd} b) = 355 \times 2 \times 7,5 / (0,85 \times 13,3 \times 100) = 4,8 \text{ см} < h_c = 5 \text{ см}.$$

Нейтральная ось расположена в бетоне над стальными профилями.

Определяем несущую способность профилей при растяжении:

$$N_p = f_y A_p = 355 \times 10^3 \times 2 \times 7,5 \times 10^{-4} = 533 \text{ кН}.$$

Определяем положение усилия  $N_p$  в сечении:

$$z = h - e_p - 0,5 x_{pl} = 13 - 3,6 - 0,5 \times 4,8 = 6,7 \text{ см},$$

где  $e_p = 3,6 \text{ см}$  – положение нейтральной оси сечения стальных профилей (Рисунок 6.1).

Несущая способность сечения при изгибе:

$$M_{pl,Rd} = N_p z = 533 \times 6,7 \times 10^{-2} = 35,7 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

Условие обеспечения несущей способности при изгибе:

$$M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 10,45 / 35,7 = 0,29 < 1.$$

Несущая способность обеспечена.

Несущую способность плиты при продольном сдвиге  $V_{1,Rd}$  определяем  $m-k$  методом в соответствии с СН РК EN 1994-1-1:2004/2011 (В.3.5). Значение  $L_s$  принимаем равным  $L_s = L/4 = 2000/4 = 500$  мм.

$$V_{1,Rd} = b(h - e_p) \{ m A_p / (b L_s) + k \} / \gamma_{vs} = \\ = 1000 \times (130 - 36) \times 10^{-3} \times \{ 184 \times 15,3 \times 10^2 / (1000 \times 500) + 0,053 \} / 1,25 = 46,5 \text{ кН},$$

где  $b = 1000$  мм – расчетная ширина сечения сталежелезобетонной плиты.

Условие обеспечения несущей способности при продольном сдвиге:

$$V_{Ed} / V_{1,Rd} = 20,9 / 46,5 = 0,45 < 1.$$

Несущая способность сталежелезобетонной плиты обеспечена.

Несущую способность плиты при поперечном сдвиге определяем без учета бетона согласно СН РК EN 1994-1-1:2004/2011 (6.2.6):

$$V_{pl,Rd} = A_v (f_y / 3)^{1/3} / \gamma_{mo} = 6,4 \times 355 \times 10^{-2} / 3^{1/3} = 157 \text{ кН},$$

где  $A_v = 2h_w t_w = 2 \times 8 \times 0,4 = 6,4 \text{ см}^2$ .

Условие обеспечения несущей способности при поперечном сдвиге:

$$V_{Ed} / V_{pl,Rd} = 20,9 / 157 = 0,133 < 1.$$

Несущая способность плиты при поперечном сдвиге обеспечена.

Определяем прогиб от собственного веса плиты и эксплуатационной нагрузки с учетом влияния реологических процессов. Принимая  $E_{c,eff} = 0,5 \cdot E_{cm} = 0,5 \times 30000 = 15000$  МПа и вычисляя соотношение модулей упругости стали и бетона  $n = E_p / E_{c,eff} = 210000 / 15000 = 14$ , находим положение нейтральной оси в сталежелезобетонном сечении:

$$e = \{ A_p (h - e_p) + (h_c)^2 / 2n \} / (A_b + h_c / n) = (2 \times 7,5 \times (13 - 3,6) + 5^2 \times 100 / 2 \times 14) / (2 \times 7,5 + 100 \times 5 / 14) = 4,58 \text{ см}.$$

Определяем момент инерции приведенного сечения:

$$J_1 = J_x + A_p (h - e_p - e)^2 + 100 (h_c)^3 / 12n + 100 h_c (e - h_c / 2)^2 / n = \\ = 2 \times 138 + 2 \times 7,5 \times (13 - 3,6 - 4,58)^2 + 100 \times 5^3 / (12 \times 14) + 100 \times 5 \times (4,58 - 5/2)^2 / 14 = 872 \text{ см}^4.$$

Прогиб плиты от характеристических воздействий:

$$w = 5(p_k + q_k) L^4 / (384 E_p J_{x,b}) = \\ = 5 \times (2,64 + 12,0) \times 2^4 / (384 \times 210 \times 10^6 \times 872 \times 10^{-8}) = 0,0016 \text{ м} = 1,6 \text{ мм}.$$

Полный прогиб плиты с учетом деформаций в процессе бетонирования перекрытия составляет:

$$w_{fin} = w_p + w = 0,8 + 1,6 = 2,4 \text{ мм} < L / 250 = 2000 / 250 = 8 \text{ мм}.$$

Предельное состояние сталежелезобетонной плиты по эксплуатационной пригодности обеспечено.

#### ПРИМЕР 2

Дано:

Сталежелезобетонное перекрытие с жесткой арматурой пролетом  $L = 6,0$  м и толщиной железобетонной плиты  $h_c = 95$  мм. Плита объединена с жесткой арматурой анкерными стержнями с высаженными головками. Жесткая арматура выполнена из двутавров высотой сечения  $h_p = 22$  см, шарнирно соединенных с сталежелезобетонными колоннами. Момент инерции сталежелезобетонного сечения составляет  $I_1 = 14592 \text{ см}^4$ . Перекрытие в стадии эксплуатации испытывает действие технологической нагрузки  $P_k = 100 \text{ кН}$  (Рисунок 6.7). Расчетами установлено, что прогиб балок в стадии возведения перекрытия составлял  $w_p = 3$  мм, а прогиб перекрытия в стадии эксплуатации  $w = 25$  мм, что в сумме  $w_{\text{fin}} = w_p + w = 0,3 + 2,5 = 2,8$  см превышает допускаемое значение равное  $L / 250 = 600 / 250 = 2,4$  см.

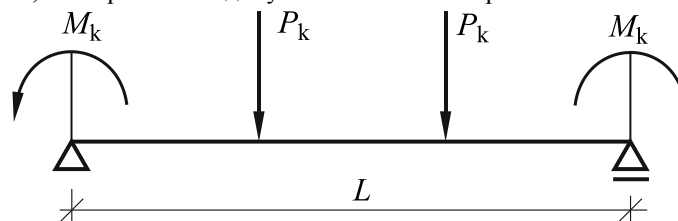
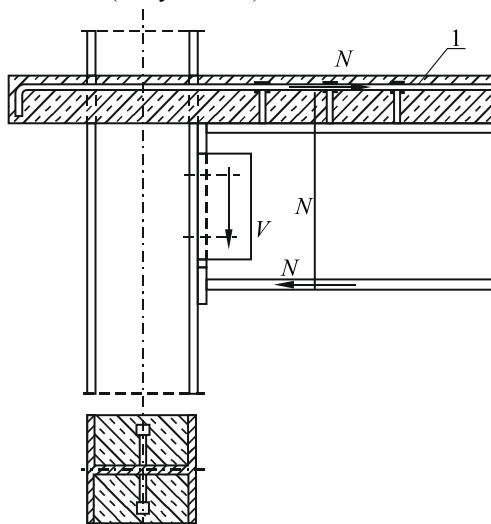


Рисунок 6.7 – Расчетная схема сталежелезобетонного перекрытия

Требуется: Обеспечить предельное состояние перекрытия по эксплуатационной пригодности без изменения геометрических параметров запроектированного сталежелезобетонного сечения.

Уменьшение прогиба перекрытия возможно путем повышения жесткости сопряжения перекрытия с колоннами (см. Рисунки Б.8 – Б.10). С этой целью в приопорной зоне сталежелезобетонной плиты по ее эффективной ширине размещаем дополнительно 6 арматурных стержней диаметром 12 мм из стали с расчетным сопротивлением  $f_{sd} = 210 \text{ МПа}$  (Рисунок 6.8).



1 - арматура

Рисунок 6.8 – Соединение перекрытия с колонной

Площадь сечения арматуры:

$$A_s = 6,78 \text{ см}^2/\text{м} > A_{s,\text{min}} = 0,002 h_c b = 0,002 \times 9,5 \times 100 = 1,9 \text{ см}^2/\text{м}.$$

Определяем расчетную несущую способность дополнительного армирования:

$$N = f_{sd} A_s = 210000 \times 6,78 \times 10^{-4} = 142,4 \text{ кН}.$$

Расстояние арматуры от верхней поверхности плиты принимаем равным  $a_1 = 2$  см.

Определяем плечо равнодействующих сил  $N$ .

$$z = h_p + h_c - a_1 = 0,22 + 0,095 - 0,02 = 0,28 \text{ м.}$$

Расчетная несущая способность узлового соединения при изгибе:

$$M_{j,d} = N \cdot z = 142,4 \times 0,26 = 39,9 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

Характеристическое значение несущей способности:

$$M_k = M_{j,d} / 1,2 = 39,9 / 1,2 = 33,2 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

Определяем прогиб перекрытия с учетом опорных моментов  $M_k$  в соответствии со схемой Рисунка 6.1.

$$w = 23 P_k L^3 / (648 EI_1) - M_k L^2 / (8 EI_1) = 23 \times 100 \times 6^3 / (648 \times 205 \times 10^6 \times 14592 \times 10^{-8}) - 33,2 \times 6^2 / (8 \times 205 \times 10^6 \times 14592 \times 10^{-8}) = 0,025 - 0,0045 = 0,0205 \text{ м} = 2,05 \text{ см.}$$

Проверяем условие обеспечения предельного состояния перекрытия по эксплуатационной пригодности:

$$w_{fin} = w_p + w = 0,3 + 2,05 = 2,35 \text{ см} < L / 250 = 600 / 250 = 2,4 \text{ см.}$$

Условие выполняется.

### ПРИМЕР 3

*Дано:*

Сталежелезобетонный ригель рамного каркаса здания пролетом  $L = 9,0$  м, загруженный равномерно распределенной эксплуатационной нагрузкой  $q_k$ . Расчетной схемой ригеля является свободно опертая однопролетная балка, сечение которой состоит из полностью обетонированного стального двутавра № 40 по ГОСТ 8230-89 (Таблица В.2 настоящего Приложения). Размеры поперечного сечения ригеля в соответствии с Рисунком 7.9 настоящего пособия составляют:  $h_c = 50$  см,  $b_c = 25$  см,  $c_z = 50$  мм,  $c_y = 42,5$  мм. Геометрические характеристик двутавра: площадь сечения  $A_a = 72,6$  см<sup>2</sup>, момент инерции относительно горизонтальной оси  $J_y = 19062$  см<sup>4</sup>, момент сопротивления  $W_y = 953$  см<sup>3</sup>. Материал двутавра - сталь S355 с механическими характеристиками  $f_y = f_{yd} = 355$  МПа,  $E_a = 210$  ГПа. Ригель обетонирован бетоном класса C25/30 с характеристиками  $f_{ck} = 25$  МПа,  $f_{cd} = 25/1,5 = 16,7$  МПа,  $E_{cm} = 31$  ГПа,  $n_a = E_a/E_{cm} = 210/31 = 6,77$ . Для предотвращения потери местной устойчивости стенки бетон механически связан со стальным сечением как на Рисунке 6.5 (в) настоящего пособия. Кроме того ригель армирован четырьмя гибкими стержнями диаметром 10 мм, расположенными в углах сечения на расстоянии  $a = 45$  мм от его горизонтальных граней ( $A_s = 1,57$  см<sup>2</sup>). Механические характеристики арматуры:  $f_{sk} = 500$  МПа,  $f_{sd} = 500/1,15 = 435$  МПа,  $E_s = 200$  ГПа,  $n_s = E_s/E_{cm} = 200/31 = 6,45$ .

*Требуется:*

Определить характеристическое значение эксплуатационной нагрузки  $q_k$  из условия предельного состояния несущей способности ригеля при изгибе.

*Решение задачи:*

В соответствии с Таблицей 6.1 пособия сечение относится к классу 1, в связи с чем несущая

## НТП РК 04-01.1.3-2012

способность при изгибе может определяться в пластической стадии. Характеристическое значение эксплуатационной нагрузки  $q_k$  определяем из условия прочности при изгибе:

$$M_{ed}/M_{pl,Rd} = 0,125(\gamma_q q_k + \gamma_g g_k)L^2/M_{pl,Rd} = 1,$$

откуда,

$$q_k = M_{pl,Rd}/(0,125 \gamma_q L^2) - \gamma_g g_k,$$

где  $\gamma_q = 1,5$  – частный коэффициент безопасности для временной эксплуатационной нагрузки,

$\gamma_g = 1,1$  – частный коэффициент безопасности для постоянной погонной нагрузки от собственного веса ригеля  $g_k$ ,

$$g_k = (A_a + A_s)\gamma_a + A_c \gamma_c = (72,6 + 2 \times 1,57) \times 10^{-4} \times 78,5 + 1174 \times 10^{-4} \times 24 = 3,42 \text{ кН/м}.$$

Здесь

$\gamma_a = 78,5 \text{ кН/м}^3$ ,  $\gamma_c = 24 \text{ кН/м}^3$  – объемный вес соответственно стали и бетона согласно СН РК EN 1991-1-1:2005/2011,

$$A_c = b_c h_c - (A_a + 2A_s) = 25 \times 50 + (72,6 + 2 \times 1,57) = 1174 \text{ см}^2.$$

Несущую способность сечения при изгибе  $M_{pl,Rd}$  определяем без учета растянутой зоны бетона.

Приведенная к бетону площадь сечения двутавра и арматуры:

$$A^* = A_a n_a + 2A_s n_s = 72,6 \times 6,77 + 2 \times 1,57 \times 6,45 = 512 \text{ см}^2.$$

Приведенный к бетону статический момент двутавра и арматуры относительно верхней грани сечения:

$$S^* = A_a n_a h_c/2 + A_s n_s (h_c - a) + A_s n_s a = 72,6 \times 6,77 \times 50/2 + 1,57 \times 6,45 (50 - 4,5) + 1,57 \times 6,45 \times 4,5 = 12794 \text{ см}^3.$$

Определяем положение нейтральной оси от верхней грани сечения:

$$z = ((2A^*/h_c)^2 + 4 S^*/h_c)^{0,5} - A^*/(0,5h_c) = ((2 \times 512/50)^2 + 4 \times 12794/50)^{0,5} - 512/(0,5 \times 50) = 17,4 \text{ см}.$$

Определяем приведенный момент инерции сечения относительно горизонтальной оси:

$$J^* = b_c z^3/12 + J_y n_a + A_a n_a (h_c/2 - z)^2 + A_s n_s (h_c - a - z)^2 + A_s n_s (z - a)^2 = \\ = 50 \times 17,4^3/12 + 19062 \times 6,77 + 72,6 \times 6,77 (50/2 - 17,4)^2 + 1,57 \times 6,45 (50 - 4,5 - 17,4)^2 + 1,57 \times 6,45 (17,4 - 4,5)^2 = 189060 \text{ см}^4.$$

Определяем несущую способность сечения при изгибе:

$$M_{pl,Rd} = J^* f_{yd} / [n_a (h_c - c_z - z)] = 189060 \times 355 \times 10^{-4} / [6,77 (50 - 5 - 17,4)] = 359,2 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Величина эксплуатационной нагрузки из условия прочности ригеля при изгибе составляет:

$$q_k = M_{pl,Rd}/(0,125 \gamma_q L^2) - \gamma_g g_k = 359,2/(0,125 \times 1,5 \times 9^2) - 1,1 \times 3,42 = 17,3 \text{ кН/м}.$$

### ПРИМЕР 4

Дано:

Однопролетная свободно опертая сталежелезобетонная балка сборного перекрытия пролетом  $L = 6,0 \text{ м}$ , загруженная равномерно распределенной эксплуатационной нагрузкой  $q_k = 25 \text{ кН/м}$  и весом сборных железобетонных плит  $g_{kp} = 14 \text{ кН/м}$ . Балка состоит из частично обетонированного стального

широкополочного двутавра в соответствии с Рисунком 6,5(в) настоящего пособия. Геометрические характеристик двутавра: высота сечения  $h = 26$  см, ширина полков  $b = 25,6$  см, площадь сечения  $A_a = 114$  см<sup>2</sup>, момент инерции относительно горизонтальной оси  $J_y = 14310$  см<sup>4</sup>. Материал двутавра - сталь S355 с механическими характеристиками  $f_y = 355$  МПа,  $E_a = 210$  ГПа. Балка обетонирована частично бетоном класса C25/30 с характеристиками  $f_{ck} = 25$  МПа,  $E_{cm} = 31$  ГПа,  $n_o = E_a / E_{cm} = 210/31 = 6,77$ .

*Требуется:*

Проверить предельное состояние балки по эксплуатационной пригодности.

*Решение задачи:*

Предельное значение прогиба балки:

$$L/250 = 6 / 250 = 0,024 \text{ м.}$$

Действительный прогиб балки от постоянной и временной эксплуатационных нагрузок определяем из выражения:

$$w = 5(q_k + g_k)L^4 / (384(EJ)_{\text{eff}}).$$

Собственный вес 1 погонного метра балки:

$$g_{kw} = A_a \gamma_a + A_c \gamma_c = 114 \times 10^{-4} \times 78,5 + 552 \times 10^{-4} \times 24 = 2,23 \text{ кН/м,}$$

где  $\gamma_a = 78,5$  кН/м<sup>3</sup>,  $\gamma_c = 24$  кН/м<sup>3</sup> – объемный вес соответственно стали и бетона согласно СН РК EN 1991-1-1:2005/2011,

$$A_c = b \cdot h - A_a = 25,6 \times 26 - 114 = 552 \text{ см}^2.$$

Полная постоянная нагрузка на балку с учетом собственного веса:

$$g_k = g_{kp} + g_{kw} = 14 + 2,23 = 16,23 \text{ кН/м.}$$

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

$$E_c = E_{cm} / (1 + \varphi_t g_k / q) = 31 / (1 + 2,0 \times 16,23 / 41,23) = 17,3 \text{ ГПа} = 17,3 \times 10^6 \text{ кН/м}^2,$$

где  $q = q_k + g_k = 25 + 16,23 = 41,23$  кН/м – суммарная погонная характеристическая нагрузка на балку.

Момент инерции бетона:

$$J_c = b \cdot h^3 / 12 - J_a = 25,6 \times 26^3 / 12 - 14310 = 23185 \text{ см}^4.$$

Определяем приведенное значение изгибной жесткости сечения по Формуле (6.40) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011:

$$(EJ)_{\text{eff}} = E_a J_a + 0,6 E_c J_c = 210 \times 10^6 \times 14310 \times 10^{-8} + 0,6 \times 17,3 \times 10^6 \times 23185 \times 10^{-8} = 32458 \text{ кН} \cdot \text{м}^2.$$

Прогиб балки:

$$w = 5 (25 + 16,23) 6^4 / (384 \times 32458) = 0,021 \text{ м,}$$

$$w = 0,021 \text{ м} < L/250 = 6 / 250 = 0,024 \text{ м.}$$

Предельное состояние балки по эксплуатационной пригодности обеспечено.



## 7 РАСЧЕТ КОЛОНН

### 7.1 Определение несущей способности сечения

7.1.1 [6.7.3.2] Несущую способность  $N_{pl,Rd}$  полностью или частично обетонированного стального сечения на сжатие в пластической стадии следует определять как сумму несущих способностей жесткой арматуры, бетона и гибкой арматуры по Формуле (6.30) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011:

$$N_{pl,Rd} = A_a f_{yd} + 0,85 A_c f_{cd} + A_s f_{sd}, \quad (7.1)$$

где  $A_a$ ,  $A_c$ ,  $A_s$  – площади поперечных сечений жесткой арматуры, бетона и гибкой арматуры;

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

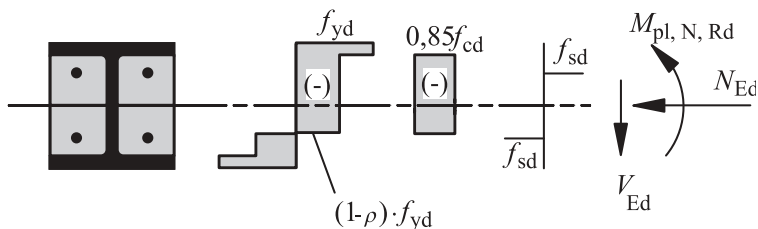
7.1.2 Сечение жесткой арматуры  $A_a$  следует назначать исходя из условий работы колонны без бетона в процессе монтажа. При необходимости увеличения несущей способности обетонированной колонны применяется дополнительное продольное армирование из гибких стержней. Процент армирования колонн жесткой и гибкой арматурой не должен превышать 15 %. При больших процентах армирования возникает возможность раннего отслоения бетона от арматуры.

7.1.3 Несущую способность сечения при совместном действии сжатия с изгибом следует определять, принимая прямоугольные эпюры напряжений в сечении и учитывая влияние расчетного сдвигающего усилия  $V_{Ed}$  (Рисунок 7.1). При этом прочность бетона при растяжении можно не учитывать.

7.1.4 При действии поперечной силы  $V_{a,Ed} > 0,5 V_{pl,a,Rd}$  ее влияние на несущую способность при сжатии с изгибом можно учесть путем уменьшения расчетного сопротивления стали  $f_{yd}$  для площади сдвига  $A_v$  на величину  $(1 - \rho)$ , где коэффициент  $\rho$  определяется из Формулы (6.5) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011 (см. Рисунок 7.1):

$$\rho = (2V_{Ed} / V_{Rd} - 1)2, \quad (7.2)$$

где  $R_d$  – несущая способность сечения на сдвиг.



**Рисунок 7.1 - Распределение напряжений при в пластической стадии в сечениях сжато-изгибаемых сталежелезобетонных элементов [п.6.7.3.2 СН РК EN 1994-1-1:2004/2011]**

7.1.5 [6.7.3.2(4)] Поперечную силу  $V_{Ed}$  можно разделить на две составляющие: силу

$V_{a,Ed}$ , действующую на стальное сечение, и силу  $V_{c,Ed}$ , действующую на железобетонное сечение по Формулам (6.31-6.32) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011:

$$V_{a,Ed} = V_{Ed} \cdot M_{pl,a,Ed} / M_{pl,Rd} , \quad (7.3)$$

$$V_{c,Ed} = V_{Ed} - V_{a,Ed} , \quad (7.4)$$

где  $M_{pl,a,Rd}$  – несущая способность стального сечения при изгибе в пластической стадии;

$M_{pl,Rd}$  – несущая способность сталежелезобетонного сечения при изгибе в пластической стадии.

7.1.6 Поперечная сила  $V_{a,Ed}$  не должна превышать несущей способности стального сечения на сдвиг, определяемой в соответствии с п.6.2.6 СН РК EN 1992-1-1:2004/2011. Несущую способность железобетонной части сечения на сдвиг следует определять в соответствии с СН РК EN 1992-1-1:2004/2011. В качестве упрощения можно принять, что поперечная сила  $V_{Ed}$  воспринимается только стальным сечением.

7.1.7 Влияние местной устойчивости на несущую способность сжатых элементов можно не учитывать, если их сечения полностью обетонированы, а толщина защитного слоя бетона составляет не менее 40 мм или 1/6 ширины полки стального сечения. Влияние местной устойчивости можно также не учитывать для сечений, в которых гибкость стенок и полок элементов сечения не превышает величины  $\max(b/t_f) = 44(235/f_y)^{0,5}$  (Рисунок 7.2).

## 7.2 Расчет на устойчивость

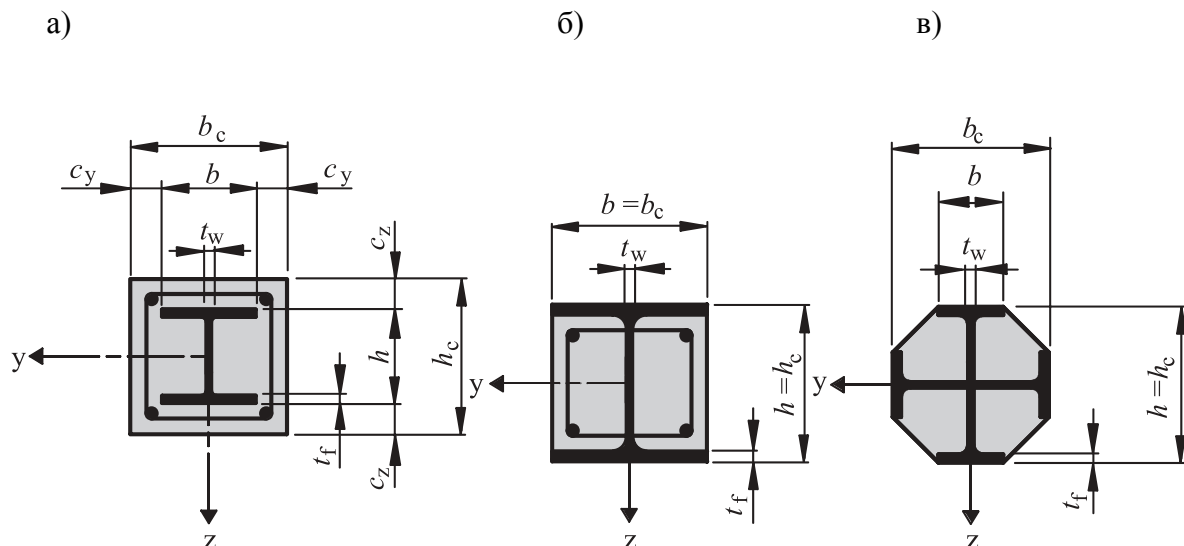
7.2.1 Устойчивость колонны при осевом сжатии относительно обеих осей симметрии сечения следует считать обеспеченной, если выполняется условие по Формуле (6.44) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011:

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

где  $N_{Ed}$  – расчетное сжимающее усилие;

$N_{pl,Rd}$  – несущая способность сталежелезобетонного сечения в пластической стадии, определяемая по Формуле 7.1 с использованием  $f_{yd}$ ;

$\chi$  – понижающий коэффициент, определяемый как функция условной гибкости  $\bar{\lambda}$  и соответствующей кривой потери устойчивости (Таблица 7.1). Его значения находят по формулам, приведенным в СН РК EN 1993-1-1:2005/2011.



**Рисунок 7.2 - Виды поперечные сечений сталежелезобетонных колонн с жесткой арматурой [п.6.7.1 СН РК EN 1994-1-1:2004/2011]**

7.2.2 Условную гибкость сжатых элементов  $\bar{\lambda}$  для рассматриваемой плоскости изгиба следует определять по Формуле (6.39) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{N_{pl,Rk}}{N_{cr}}}, \quad (7.6)$$

где  $N_{pl,Rk}$  – характеристическое значение несущей способности на сжатие в пластической стадии, определяемое из Формулы 7.1, в котором вместо расчетных используются характеристические значения сопротивлений;

$N_{cr}$  – упругая критическая продольная сила для соответствующей формы потери устойчивости, определяемая из формулы:

$$N_{cr} = \pi^2 (EJ)_{eff} / (l_0)^2 \quad (7.7)$$

Здесь эффективная изгибная жесткость вычисляется по Формуле (6.40) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011:

$$(EJ)_{eff} = E_a I_a + E_s I_s + K_e E_{cm} I_c, \quad (7.8)$$

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

$I_a$ ,  $I_c$  и  $I_s$  – соответственно моменты инерции жесткой арматуры, бетона без трещин и гибкой арматуры для рассматриваемой плоскости изгиба.

7.2.3 Влияние длительных воздействий на эффективную изгибную жесткость в упругой стадии учитывается путем редукции модуля упругости бетона  $E_{cm}$  по Формуле (6.41) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011:

$$E_{c,eff} = E_{cm} \cdot \frac{1}{1 + (N_{G,Ed} / N_{Ed}) \cdot \varphi_t}, \quad (7.9)$$

где  $\varphi_t$  – коэффициент ползучести бетона, определяемый в соответствии с СН РК EN 1994-1-1:2004/2011 (3.1.4);

$N_{Ed}$  – суммарное расчетное продольное усилие;

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

7.2.4 При проверке сжатых элементов на устойчивость внутренние усилия следует определять с использованием статического расчета второго порядка. При этом расчетную эффективную изгибную жесткость необходимо определять по Формуле (6.42) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011:

$$(EI)_{eff,II} = K_o \cdot (E_a I_a + E_s I_s + K_{e,II} E_{cm} I_c), \quad (7.10)$$

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 по Формуле 7.9.

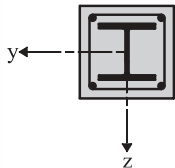
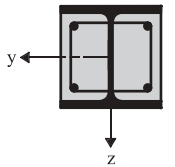
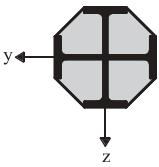
7.2.5 Влияние геометрических и конструктивных несовершенств при определении усилий в сжатых элементах длиной  $L$  можно учесть, заменяя их на эквивалентные геометрические характеристики согласно Таблице 7.1. Несовершенства по длине колонны могут быть учтены умножением наибольшего расчетного изгибающего момента, определяемого расчетом первого порядка  $M_{Ed}$  на коэффициент  $k$  по Формуле (6.43) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011:

$$k = \frac{\beta}{1 - N_{Ed} / N_{cr,eff}} \geq 1,0, \quad (7.11)$$

где  $\beta$  – коэффициент, зависящий от формы эпюры изгибающих моментов в колонне и определяемый по СН РК EN 1994-1-1:2004/2011 (Таблица 6.4);

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

**Таблица 7.1 - Кривые потери устойчивости и несовершенства для  
сталежелезобетонных сжатых элементов в соответствии с  
СН РК EN 1994-1-1:2004/2011 (6.7.3.6)**

Поперечное сечение	Пределы	Потеря устойчивости относительно оси	Кривая потери устойчивости	Несовершенство элемента
Полностью обетонированное сечение 		y-y	<i>b</i>	L/200
		z-z	<i>c</i>	L/150
Частично обетонированное сечение 		y-y	<i>b</i>	L/200
		z-z	<i>c</i>	L/150
Профиль, частично заделанный в бетонную оболочку с крестовым двутавровым сечением 		Любая	<i>b</i>	L/200

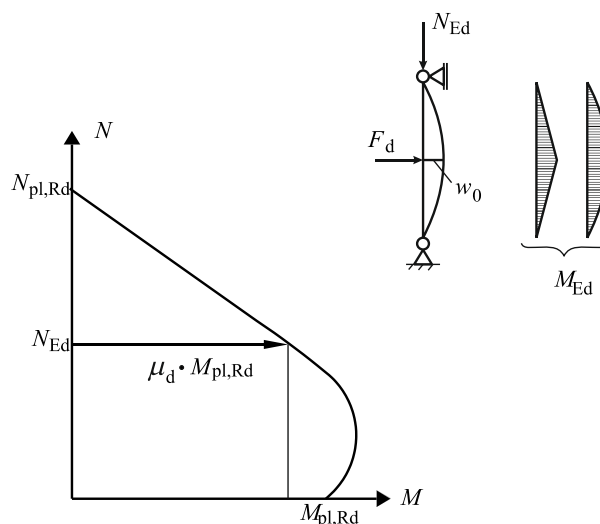
7.2.6 При совместном действии сжимающего усилия  $N_{Ed}$  и изгибающего момента  $M_{Ed}$  несущая способность сталежелезобетонной колонны должна удовлетворять условию по Формуле (6.45) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011:

$$M_{Ed} / (\mu_d \cdot M_{pl,Rd}) \leq \alpha_M, \quad (7.12)$$

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

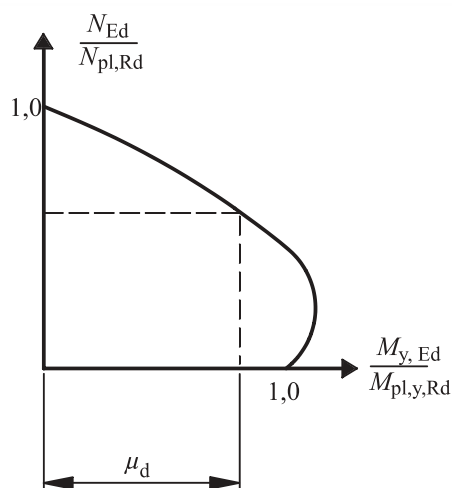
$M_{pl,Rd}$  – несущая способность сечения на изгиб в пластической стадии (Рисунок 7.3);

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



**Рисунок 7.3 – Кривая взаимодействия при сжатии с изгибом [18]**

7.2.7 Коэффициент  $\mu_d$  зависит от несущей способности на изгиб в пластической стадии  $M_{pl,Rd}$  в рассматриваемой плоскости изгиба (Рисунок 7.4). 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 7.5).



**Рисунок 7.4 – Кривая для определения коэффициента  $\mu_d$  [18]**

7.2.8 При внецентренно сжатых в двух плоскостях, вызывающих кривой изгиб, несущая способность колонны должна определяться согласно указаниям СН РК EN 1994-1-1:2004/2011 (6.7.3.7).

### 7.3 Обеспечение совместной работы стали и бетона

7.3.1 Для обеспечения надежной передачи сил сцепления между бетоном и сталью, защиты стали от коррозии и предотвращения растрескивания бетона толщина защитного слоя бетона для полки полностью обетонированного стального сечения должна составлять не менее 40 мм и не менее  $1/6$  ширины  $b$  полки. Защитный слой бетона для арматуры

должен соответствовать требованиям норм СН РК EN 1992-1-1:2004/2011.

7.3.2 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 стального элемента и бетона не превышают следующих значений (при толщине защитного слоя бетона не менее 40 мм и при наличии поперечного и продольного армирования в соответствии):

- $\tau_{Rd} = 0,3$  для стенки и полки полностью обетонированного сечения (Рисунок 7.2а);
- $\tau_{Rd} = 0,2$  для полки частично обетонированного сечения (Рисунок 7.2б,в);
- $\tau_{Rd} = 0,0$  для стенки частично обетонированного сечения (Рисунок 7.2б,в).

7.3.3 При большей толщине защитного слоя бетона с соответствующим армированием можно использовать более высокие значения  $\tau_{Rd}$ , равные  $\beta_c \tau_{Rd}$  где  $\beta_c$  определяется из Формулы (6.49) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011:

$$\beta_c = 1 + 0,02c_z \cdot \left( 1 - \frac{c_{z,min}}{c_z} \right) \leq 2,5, \quad (7.13)$$

где  $c_z$  – номинальная толщина защитного слоя бетона (Рисунок 7.2а);

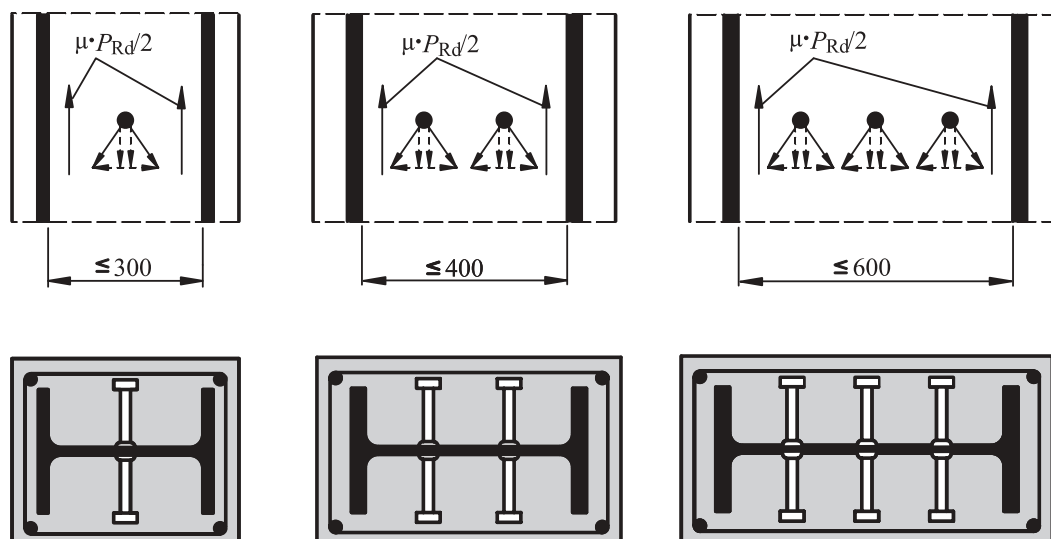
$c_{z,min} = 40$  мм – минимальная толщина защитного слоя бетона.

7.3.4 Касательные напряжения между жесткой арматурой и бетоном следует определять по изменению усилий в стальном или железобетонном сечениях в пределах рассматриваемой длины. Для колонн, нагруженных осевой силой, продольный сдвиг за пределами площади приложения нагрузки учитывать не следует.

7.3.5 При действии поперечной нагрузки и/или изгибающих моментов, приложенных к концам колонны, касательные напряжения по контакту бетона со стальными элементами следует определять расчетом в упругой стадии с учетом ползучести и трещинообразования в бетоне.

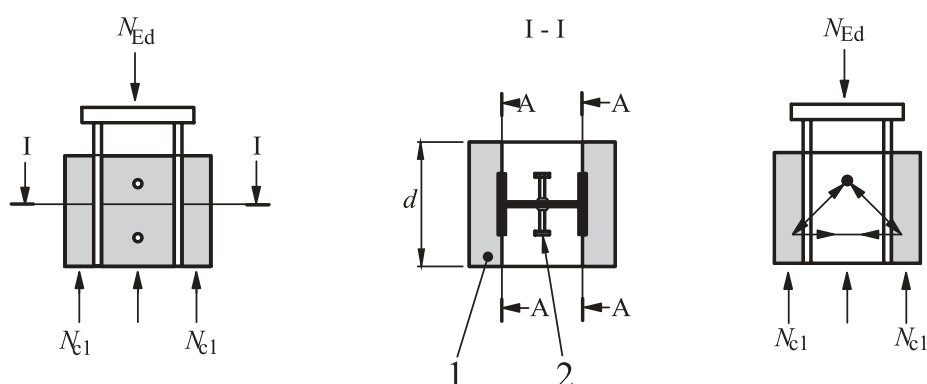
7.3.6 Объединительные детали между бетоном и жесткой арматурой следует проектировать исходя из распределения расчетных касательных напряжений в соответствии с указаниями СН РК EN 1994-1-1:2004/2011 (6.6.3). При этом поверхность стального сечения, контактирующая с бетоном, должна быть обезжирена, не окрашена и очищена от окалина или ржавчины.

7.3.7 [6.7.4.2(4)] Если анкерные стержни с высаженными головками приварены к стенке полностью или частично обетонированного двутавра, то несущую способность соединения на сдвиг можно увеличить с учетом действия сил трения между бетоном и полками двутавра. Это увеличение можно принять равным  $0,5\mu P_{Rd}$  для каждой полки двутавра на уровне каждого горизонтального ряда соединительных элементов (Рисунок 7.5). Здесь коэффициент трения для неокрашенных стальных сечений принимается  $\mu = 0,5$ , а несущая способность  $P_{Rd}$  отдельного анкерного стержня определяется в соответствии с СН РК EN 1994-1-1:2004/2011 (6.6.3).



**Рисунок 7.5 - Дополнительные силы трения в сталежелезобетонных колоннах при наличии анкеров, приваренных к стенке двутавра [п.6.7.4.2(4) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011]**

7.3.8 [6.7.4.2(9)] Если в полностью обетонированных колоннах нагрузка передается через стальной элемент (Рисунок 7.6), то поперечное армирование рассчитывается так, чтобы оно передавало продольный сдвиг, возникающий в объединительных деталях между стальным элементом и бетоном, на нижерасположенный бетон без объединительных деталей. При этом для проектирования поперечного армирования используется стержневая каркасная модель, в которой сжатые бетонные стержни наклонены к оси колонны под углом  $45^\circ$ .



**Рисунок 7.6 – Схемы передачи нагрузки в полностью обетонированных колоннах:  
1 и 2 – соответственно не объединенный и объединенный со сталью бетон  
[п.6.7.4.2(9) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011]**

ПРИМЕР 1

Требуется:

Запроектировать сталежелезобетонную двутавровую колонну высотой  $H=3,0$  м с узловыми соединениями оголовка и пяты, не передающими изгибающих моментов. Колонна частично обетонирована



в пределах габаритов сечения двутавра (Рисунок 7.7). Колонна испытывает действие расчетного осевого усилия  $N_G = 1100$  кН от постоянной нагрузки, включая собственную массу колонны, и осевого усилия  $N_Q = 800$  кН от временной нагрузки.

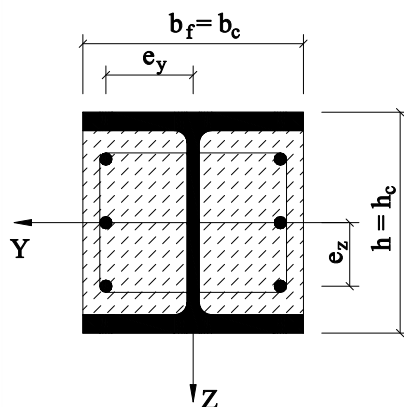


Рисунок 7.7 – Сечение сталежелезобетонной колонны

Решение задачи:

Принимаем следующие параметры сечения:

Двутавр колонный 23К1 по В.3 с геометрическими характеристиками в соответствии с обозначениями на Рисунке 7.8:

$h = 227$  мм,  $b = 240$  мм,  $t_f = 12$  мм,  $t_w = 8$  мм,  $J_y = 6589$  см<sup>4</sup>,  $W_y = 580$  см<sup>3</sup>,  $i_y = 9,95$  см,  $J_z = 2421$  см<sup>4</sup>,  $W_z = 202$  см<sup>3</sup>,  $i_z = 6,03$  см.

Материал двутавра 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).

Колонна дополнительно армирована гибкими стержнями диаметр  $d = 16$  мм в количестве 6 штук из стали марки S 275. Оси стержней расположены на расстоянии  $a = 3$  см от граней сечения.

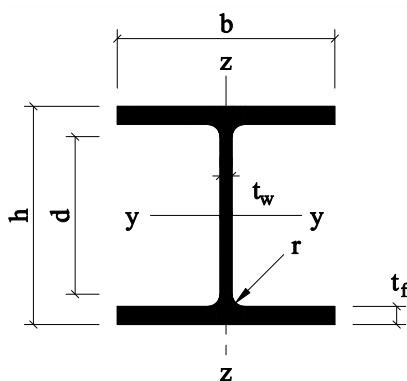


Рисунок 7.8 - Поперечное сечение колонного двутавра

Геометрические параметры сталежелезобетонного сечения:

Площадь сечения двутавра:

$$A_a = 66,51 \text{ см}^2.$$

Площадь сечения арматуры:

$$A_a = 12,06 \text{ см}^2.$$

Площадь сечения бетона:

$$A_c = h \cdot b - A_a - A_a = 22,7 \times 24 - 66,51 - 12,06 = 466,2 \text{ см}^2.$$

Процент армирования:

$$\rho = A_s / [b \cdot h - A_a] = 12,06 / [24 \times 22,7 - 66,51] = 0,025 = 2,5 \% < 4 \ \%.$$

Определение несущей способности сталежелезобетонного сечения

Несущая способность сечения при сжатии определяется из формулы:

$$N_{pl,Rd} = A_a f_{yd} + 0,85 A_c f_{cd} + A_s f_{sd} = \\ = 66,51 \times 10^{-4} \times 235 \times 10^3 + 0,85 \times 466,2 \times 10^{-4} \times 13,3 \times 10^3 + 12,06 \times 10^{-4} \times 275 \times 10^3 = 2422 \text{ кН}.$$

Коэффициент влияния стали  $\delta$ , характеризующий долю усилия, воспринимаемого стальным сечением, равен:

$$0,2 < \delta = A_a f_{yd} / N_{pl,Rd} = 66,51 \times 23,5 / 2422 = 0,645 < 0,9$$

Учитывая менее выгодную кривую потери устойчивости (Таблица 6.2 СН РК EN 1993-1-1:2005/2011), а также соотношение  $J_y = 6589 \text{ см}^4 > J_z = 2421 \text{ см}^4$ , наиболее вероятной формой истощения несущей способности колонны является потеря ее устойчивости относительно оси OZ. В связи с этим все дальнейшие расчеты производим с использованием геометрических характеристик сечения относительно этой оси.

Момент инерции двутавра:

$$J_a = J_z = 2421 \text{ см}^4.$$

Момент инерции арматуры:

$$J_s = A_s / (b / 2 - a)^2 = 12,06 / (24 / 2 - 3)^2 = 977 \text{ см}^4.$$

Момент инерции бетона:

$$J_c = hb^3 / 12 - J_a - J_s = 22,7 \times 24^3 / 12 - 2421 - 977 = 22752 \text{ см}^4.$$

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 от действия постоянной и временной нагрузок.

Определяем приведенное значение изгибной жесткости сечения:

$$(EJ)_{\text{eff}} = E_a J_a + E_s J_s + 0,6 E_c J_c = 210 \times 10^6 \times 2421 \times 10^{-8} + 210 \times 10^6 \times 977 \times 10^{-8} + 0,6 \times 13,9 \times 10^6 \times 22752 \times 10^{-8} = 7187 \text{ кН} \cdot \text{м}^2.$$

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:

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

Определяем величину критического сжимающего усилия:

$$N_{cr} = \pi^2 (EJ)_{\text{eff}} / (l_o)^2 = 3,14^2 \times 7187 / 3^2 = 7873 \text{ кН.}$$

Условная гибкость клонны составляет:

$$\lambda^* = (N_{pl,Rk} / N_{cr})^{0,5} = (2422 / 7873)^{0,5} = 0,55.$$

При выборе методики оценки несущей способности колонны учитываются следующие условия:

- поперечное сечение колонны имеет две оси симметрии и является постоянным по всей длине;
- условная гибкость колонны  $\lambda^* = 0,55 < 2$ ;
- процент армирования сечения  $\rho = 0,017 < 0,04$ ;
- коэффициент влияния стали  $\delta$ , характеризующий долю усилия, воспринимаемого стальным сечением, находится в границах  $0,2 < \delta = 0,645 < 0,9$ .

Выполненные условия позволяют применить для проверки обеспечения устойчивости колонны упрощенный метод:

$$N / (\chi N_{pl,Rd}) = 1900 / (2422 \times 0,81) = 0,97 < 1,$$

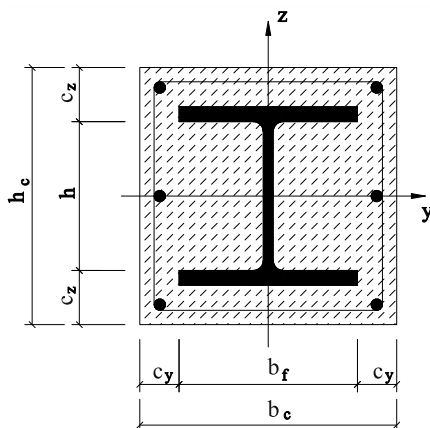
где понижающий коэффициент  $\chi = 0,81$  определен по кривой «с» в соответствии с Рисунком 6.6 СН РК EN 1993-1-1:2005/2011.

Несущая способность колонны обеспечена.

#### ПРИМЕР 2

*Требуется:* Запроектировать сталежелезобетонную колонну высотой  $H = 2,8$  м, загруженную усилием 700 кН от сталежелезобетонного перекрытия первого этажа каркасного здания.

*Решение задачи:* Жесткое армирование колонны проектируем в виде стальных двутавров HE140 со следующими геометрическими характеристиками (Рисунок 7.9):  $h = 128$  мм,  $b = 140$  мм,  $t_f = 6$  мм,  $t_w = 4,3$  мм,  $A = 23,02 \text{ см}^2$ ,  $J_z = 275 \text{ см}^4$ ,  $W_z = 39,3 \text{ см}^3$ . Двутавры изготовлены из стали марки S235 (в соответствии с СТ РК EN 10025-2) со следующими механическими характеристиками:  $f_{yk} = 235$  МПа,  $f_{yd} = 360$  МПа,  $E = 205$  ГПа. Жесткая арматура является полностью обетонированной. Бетон класса C35/45 в соответствии с СН РК EN 1992-1-1:2004/2011 (Таблица 3.1) ( $f_{ck} = 35$  МПа,  $f_{cd} = 23,3$  МПа,  $E_{cm} = 34000$  МПа). Гибкая арматура состоит из шести стержней диаметром 12 мм.



**Рисунок 7.9 – Геометрические параметры сечения проектируемой колонны**

Толщина защитного слоя бетона:

$$c_y = 40 \text{ мм} < 0,4 b = 0,3 \times 140 = 56 \text{ мм},$$

$$c_y = 40 \text{ мм} < 0,3 h = 0,3 \times 128 = 40 \text{ мм}.$$

Габаритные размеры сечения:

$$h_c = h + 2c_z = 12,8 + 2 \times 4 = 20,8 \text{ см},$$

$$b_c = b + 2c_y = 14 + 2 \times 4 = 22 \text{ см}.$$

Располагаем арматуру на расстоянии  $a = 3,6$  см от боковых граней сечения.

Площадь сечения арматуры:

$$A_s = 6,79 \text{ см}^2.$$

Площадь сечения бетона:

$$A_c = h_c \cdot b_c - A - A_s = 20,8 \times 22 - 23,02 - 6,79 = 427,8 \text{ см}^2.$$

Несущая способность сечения в пластической стадии:

$$N_{pl,Rd} = A_a f_{yd} + 0,85 A_c f_{cd} + A_s f_{sd} = 23,02 \times 20,5 + 0,85 \times 427,8 \times 2,33 + 6,79 \times 42 = 1604 \text{ кН}.$$

Долевое участие стали несущей способности сечения (п.6.7.1 СН РК EN 1994-1-1:2004/2011):

$$0,2 < \frac{A_a f_{yd}}{N_{pl,Rd}} < 0,9,$$

$$0,2 < 0,29 < 0,9.$$

Процент армирования сечения:

$$\rho = \frac{A_s}{b_c (h_c - a) - A_a} = \frac{6,79}{22 \times (20,8 - 3,6) - 23,02} = 1,89 \% > 0,3 \% .$$

Проверяем устойчивость колонны в плоскости ее наименьшей изгибной жесткости (ОУ)

Момент инерции арматуры относительно оси z:

$$I_{sz} = A_{sz} \left( \frac{b_c}{2} - a \right)^2 = 6,79 \times \left( \frac{22}{2} - 3,6 \right)^2 = 371,8 \text{ см}^4$$

Момент инерции бетона относительно оси z:

$$I_c = \frac{h_c b_c^3}{12} - I_{sz} - I_z = \frac{20,8 \times 22^3}{12} - 371,8 - 275 = 17800 \text{ см}^4$$

Характеристическая жесткость сечения:

$$(EI)_{\text{eff}} = E_a I_a + 0,6 E_c I_c + E_s I_{sz} = 20500 \times 275 + 0,6 \times 1133,3 \times 17800 + 20500 \times 371,8 = 25365900 \text{ кН} \cdot \text{см}^2.$$

Расчетная длина колонны с шарнирно закрепленными концами:

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

Критическое сжимающее усилие:

$$N_{\text{cr}} = \frac{\pi^2 (EI)_{\text{eff}}}{l_0^2} = \frac{\pi^2 \times 25365900}{280^2} = 3193 \text{ см.}$$

Характеристическое значение несущей способности сечения:

$$N_{\text{pl,Rk}} = A_s f_{yk} + 0,85 A_c f_{ck} + A_s f_{sd} = 23,02 \times 22,5 + 0,85 \times 427,8 \times 3,5 = 2153 \text{ кН.}$$

Относительная гибкость колонны:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{N_{\text{pl,Rk}}}{N_{\text{cr}}}} = \sqrt{\frac{2153}{3193}} = 0,821.$$

Редукционный коэффициент согласно Таблицы 6.5 СН РК EN 1994-1-1:2004/2011:

$$\chi(\bar{\lambda}) = \left(1 + \bar{\lambda}^{2n}\right)^{-\frac{1}{n}} = \left(1 + 0,821^{2 \times 1,2}\right)^{-\frac{1}{1,2}} = 0,668.$$

Условие обеспечения несущей способности колонны:

$$\frac{N}{\chi N_{\text{pl,Rd}}} = \frac{700}{0,668 \times 1604} = 0,65 < 1.$$

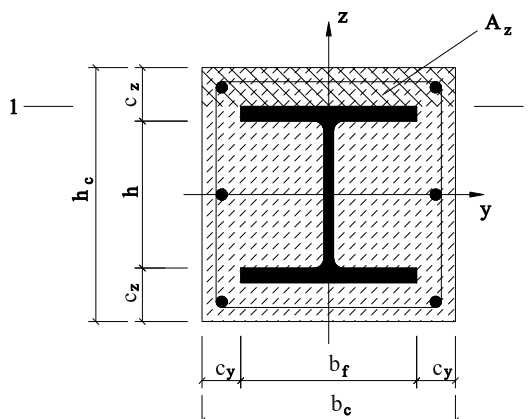
Несущая способность колонны обеспечена.

### ПРИМЕР 3

Дано: Сталежелезобетонная колонна со следующими параметрами поперечного сечения (Рисунок 7.10):

$$b_c = h_c = 400 \text{ мм, } c_z = 70 \text{ мм, } I_y = 2959 \text{ мм}^4.$$

Колонна загружена поперечной силой  $V_{z,\text{Ed}} = 54 \text{ кН}$ , действующей параллельно оси OZ.



**Рисунок 7.10 – Поперечное сечение колонны с выделенной плоскостью 1-1 продольного сдвига**

*Требуется:* Проверить несущую способность сечения при продольном сдвиге по контакту бетона с полками двутавра (сечение 1-1 на Рисунке 7.10).

*Решение задачи:* В соответствии с Таблицей 6.6 СН РК EN 1994-1-1:2004/2011 для полностью обетонированного поперечного сечения расчетное сопротивление сдвигу между бетоном и сталью равно  $\tau_{Rd} = 0,3$  МПа.

Поскольку бетон сечения дополнительно армирован продольной и поперечной арматурой, а толщина его защитного слоя  $c_z = 70$  мм  $> c_{z,min} = 40$  мм, то в соответствии с п.6.7.4.3(4) СН РК EN 1994-1-1:2004/2011 значение  $\tau_{Rd} = 0,3$  МПа можно увеличить на величину:

$$\beta_c = 1 + 0,02(1 - c_{z,min}/c_z) = 1 + 0,02 \times 70 \times (1 - 40/70) = 1,6 < 2,5.$$

Увеличенное значение сопротивления сдвигу составляет:

$$\tau_{Rd} = 0,3 \times 1,6 = 0,48 \text{ МПа.}$$

Площадь поперечного сечения между полкой двутавра и гранью сечения:

$$A_z = b_c c_z = 400 \times 70 = 28000 \text{ мм}^2.$$

Расстояние от оси Y до центра тяжести выделенного бетонного сечения:

$$z = 0,5 h_c - 0,5 c_z = 0,5 \times 400 - 0,5 \times 70 = 165 \text{ мм.}$$

Определяем несущую способность сечения при продольном сдвиге:

$$V_{z,Rd} = \tau_{Rd} I_y b_c / (z A_z) = 0,48 \times 2959 \times 400 / (0,165 \times 28000) = 123 \text{ кН.}$$

Несущая способность при сдвиге обеспечена поскольку выполняется условие:

$$V_{z,Ed} = 54 \text{ кН} < V_{z,Rd} = 123 \text{ кН.}$$

**Приложение А**  
*(информационное)*

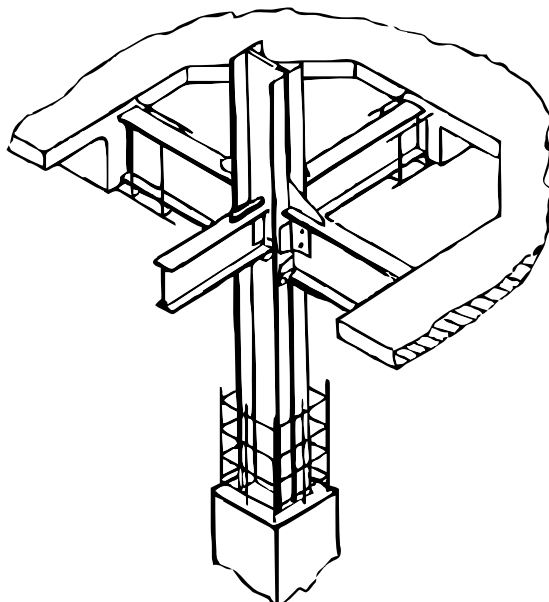
**Область применения сталежелезобетонных конструкций с жесткой арматурой**

**А.1 Каркасы зданий**

А.1.1 Наиболее эффективным является применение жесткого армирования в высотных домах и в тяжелонагруженных каркасных зданиях. Благодаря жесткой арматуре уменьшаются габариты конструкции, что особенно существенно для нижних этажей многоэтажных зданий. Кроме того, по сравнению с металлическими конструкциями обетонирование стальных профилей является их защитой от коррозии и пожара.

На Рисунке А.1 показан фрагмент стального каркаса, запроектированного в довоенное время и не реализованного Дворца Советов в Москве. После монтажа каркаса к нижним поясам ригелей предполагалось подвешивать опалубку из сборных щитов, на которой бетонировались перекрытия и омоноличивались ригеля.

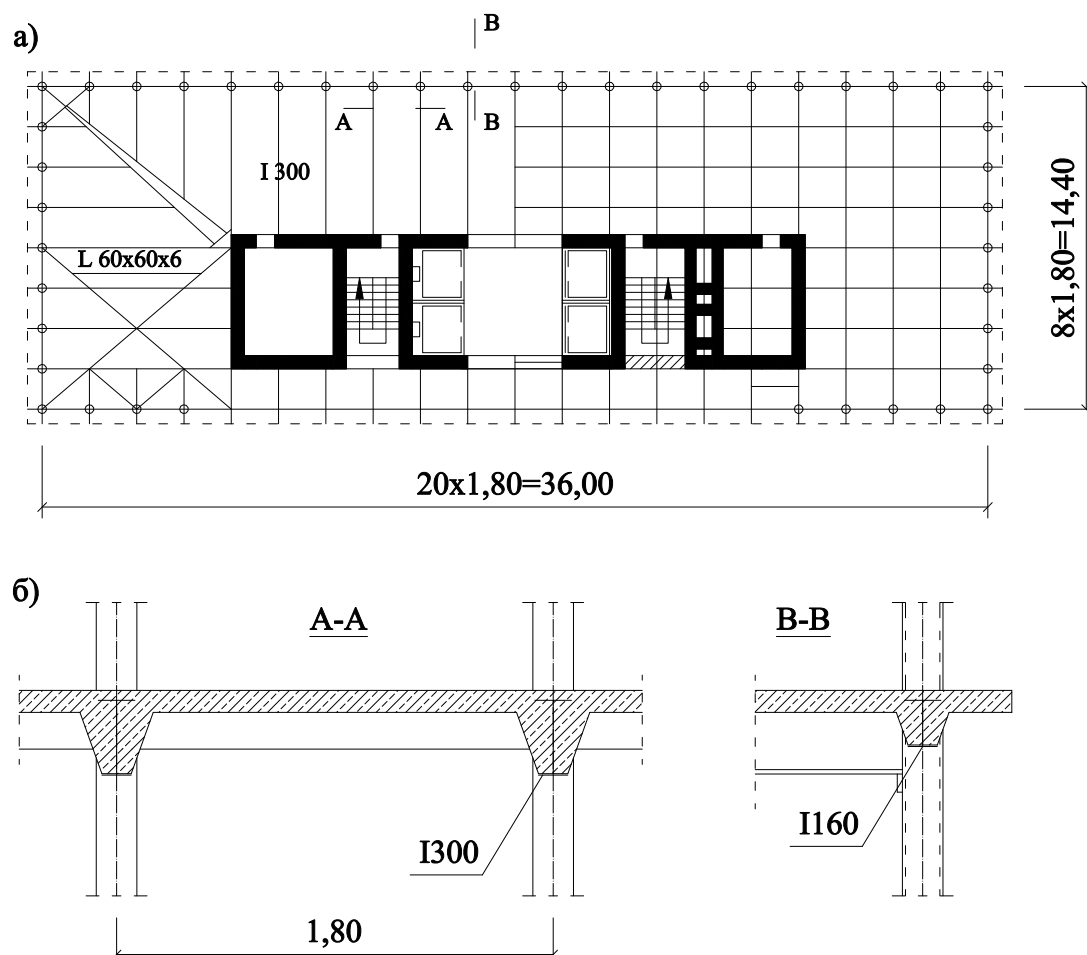
На Рисунке А.2 представлено конструктивное решение административного здания, каркас которого выполнен из обетонированных стальных колонн и балок. При возведении железобетонных плит одновременно омоноличивались поддерживающие их стальные балки. Пространственная жесткость здания обеспечивалась за счет перекрытий и вертикального ядра в виде железобетонных стен коммуникационных шахт.



**Рисунок А.1 – Фрагмент сталежелезобетонного каркаса с жесткой арматурой не реализованного Дворца Советов в Москве [2]**

Аналогичное решение было принято при возведении 50 – этажного здания, пространственная жесткость которого обеспечивалась за счет сталежелезобетонного перекрытия, вертикального ядра жесткости и диафрагм жесткости в торцевых стенах (Рисунок А.3). Сечения стен и колонн здания приведены на Рисунке А.4. Здание

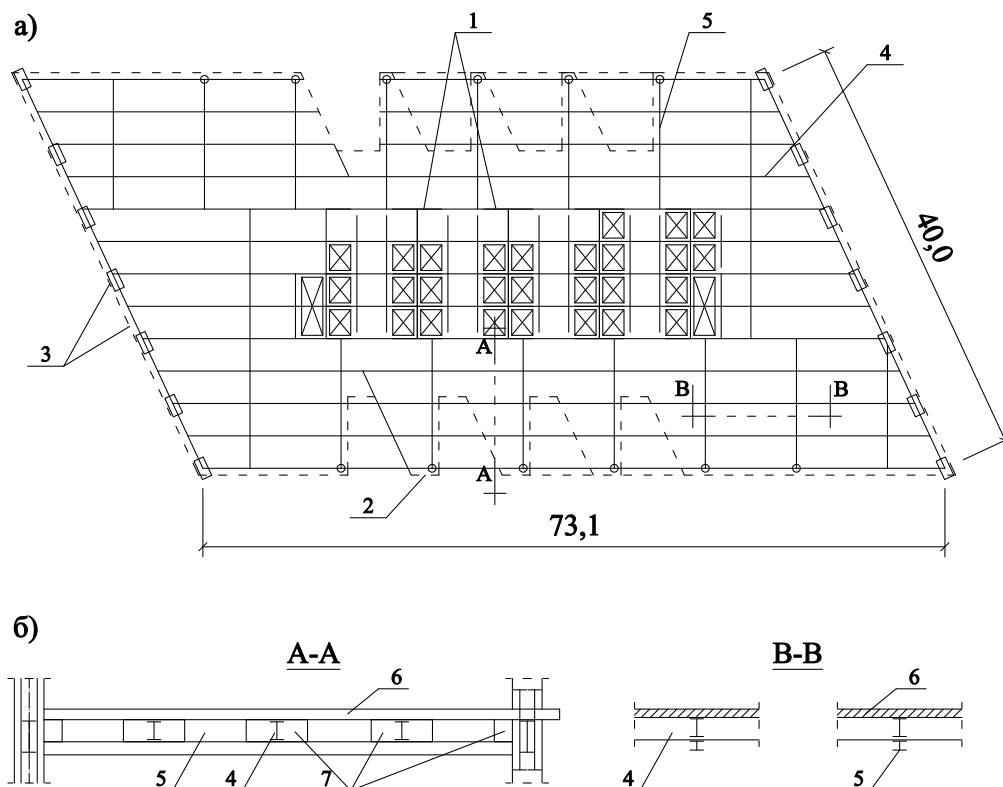
возводилось этапами: после монтажа стального каркаса на высоту 10 этажа производилось бетонирование перекрытий и омоноличивание колонн с одновременным монтажом каркаса на высоту следующих 10 этажей.



**Рисунок А.2 – План типового этажа (а) и вертикальные разрезы (б) 25 – этажного административного здания Mannesmann в Дюссельдорфе [7]**

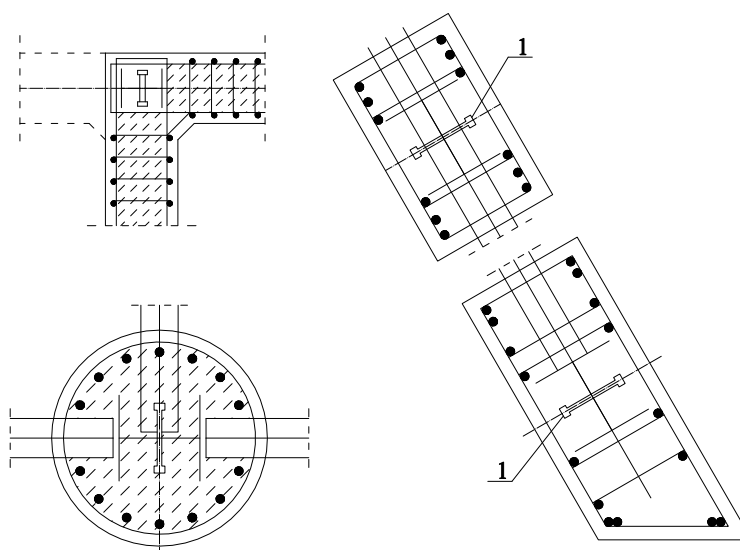
А.1.2 Наибольшая несущая способность и пространственная жесткость высотных зданий достигается при устройстве наружных стен в виде жесткой замкнутой оболочки. В соответствии с разработками американской фирмы SOM такие стены возводятся из монолитного железобетона с жестким армированием, функции которого выполняют крайние колонны стального каркаса (Рисунки А.5 и А.6).





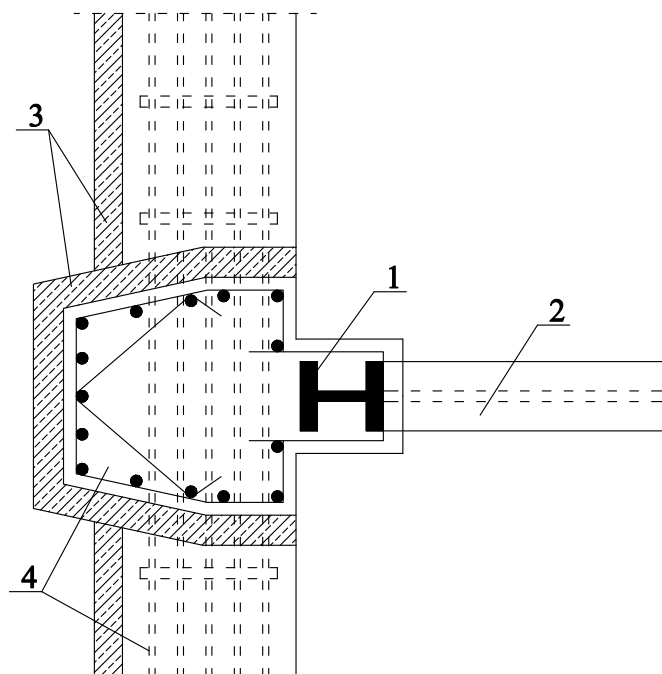
1 – сталежелезобетонная коммуникационная шахта, 2 – трубобетонные колонны с жесткой арматурой, 3 – сталежелезобетонные колонны, 4,5 – сталежелезобетонные балки перекрытий, железобетонная плита на профилированном настиле, 7 – проемы в стенках двутавровых балок для пропуска технологических коммуникаций

**Рисунок А.3 – Конструктивное решение сталежелезобетонного перекрытия 50 – этажного здания FirstCityTower в Хьюстоне [7]**



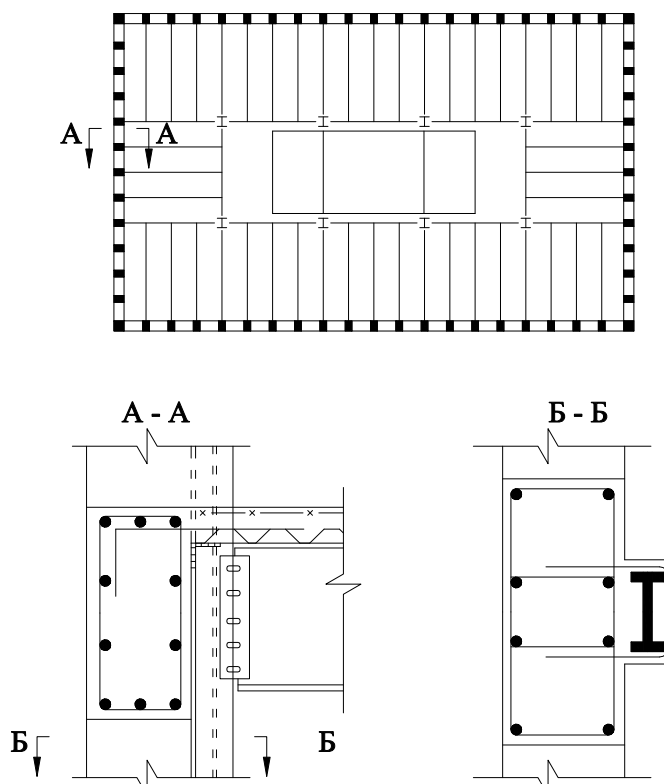
1 – анкерные стержни

**Рисунок А.4 – Сечения сталежелезобетонных стен коммуникационной шахты (а) и колонн (б,в,г) 50 – этажного здания FirstCityTower в Хьюстоне [7]**



1 – жесткая арматура в виде сварного двутавра, 2 – стальной ригель перекрытия, 3 – облицовка фасада, 4 – железобетонная колонна и стеновой ригель

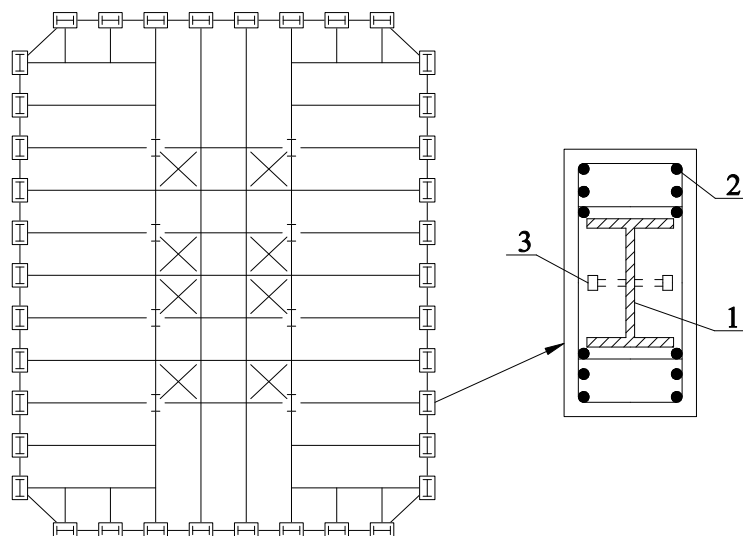
**Рисунок А.5 – Поперечное сечение несущего стенового каркаса высотных зданий запроектированных американской фирмой SOM [7]**



**Рисунок А.6 – Поперечное сечение несущего стенового каркаса высотных зданий запроектированных американской фирмой SOM [7]**

А.1.3 При проектировании высотных каркасных зданий следует стремиться к

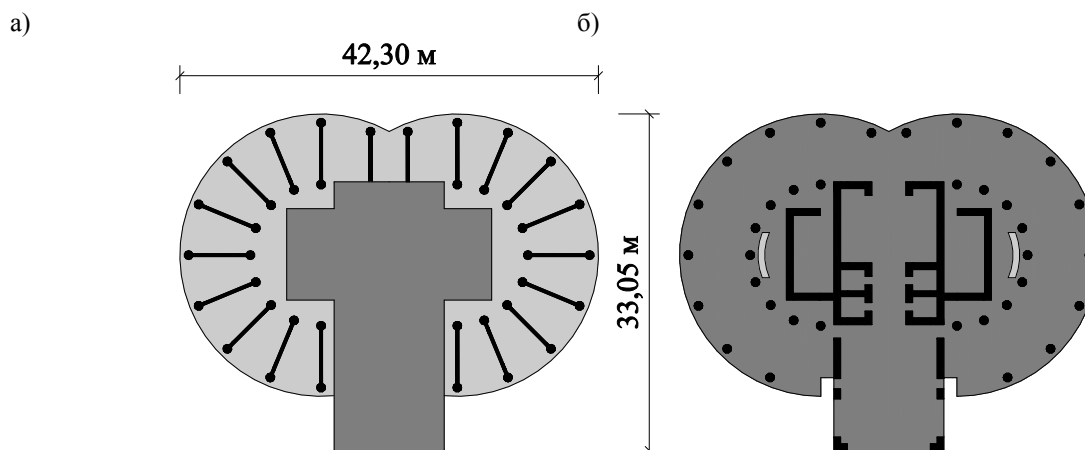
использованию решений, когда жесткая арматура в виде стальных колонн и ригелей располагается в пределах толщины наружных железобетонных стен, образуя жесткий рамный каркас (Рисунок А.7).



1 – стальной двутавр, 2 – гибкая арматура, 3 – анкерные стержни

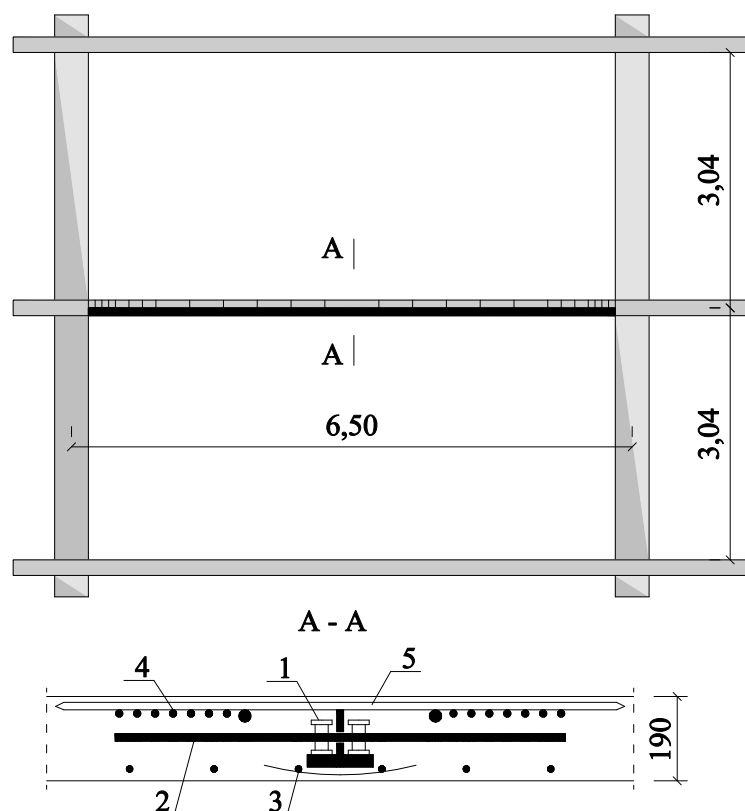
**Рисунок А.7 – Железобетонные колонны наружных стен с жесткой арматурой высотного здания в США [7]**

А.1.4 На Рисунке А.8 представлено конструктивное решение каркаса высотного здания, построенного с использованием трубобетонных колонн и сталежелезобетонных перекрытий с жесткой арматурой в виде стальных балок таврового сечения.



**Рисунок А.8 – Конструктивная схема рам (а) и колонн (б) с сталежелезобетонными перекрытиями (в) 50 – этажного здания MilleniumTower в Вене [7]**

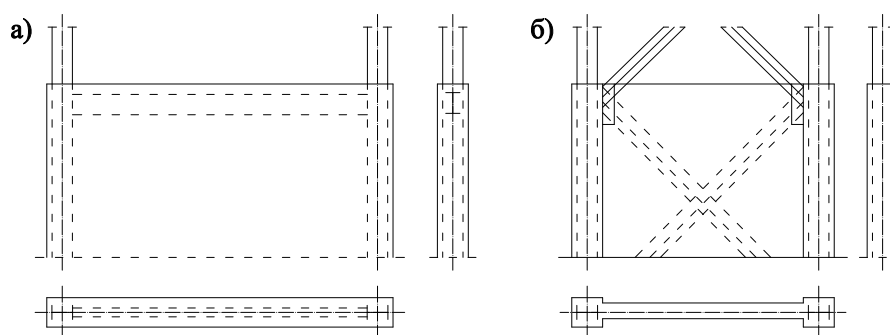
в)



1 – анкерные стержни, 2 – поперечная арматура, 3 – арматурная сетка, 4 – опорное армирование тавровых балок перекрытий, 5 – опорное армирование плиты

**Рисунок А.8 – Конструктивная схема рам (а) и колонн (б) с сталежелезобетонными перекрытиями (в) 50 – этажного здания MilleniumTower в Вене [7] (продолжение)**

А.1.5 Жесткое армирование следует применять в вертикальных железобетонных диафрагмах жесткости стальных каркасов зданий. Такие диафрагмы обычно совмещаются со стенами лестничных клеток, коммуникационных шахт, к которым предъявляются повышенные противопожарные требования (Рисунок А.9).

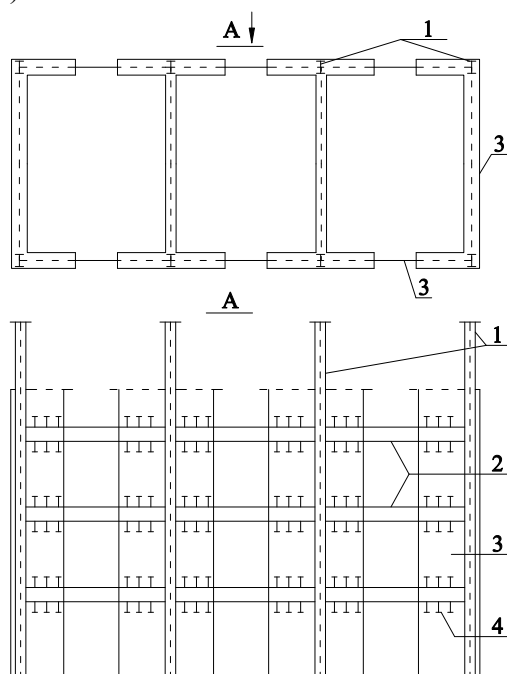


**Рисунок А.9 – Вертикальные монолитные диафрагмы жесткости, объединенные с колоннами и ригелями (а) либо омоноличенными решетчатыми связями (б) [7]**

А.1.6 На Рисунке А.10 приведено конструктивное решение стен коммуникационной шахты, являющейся одновременно ядром жесткости высотного здания. Участки

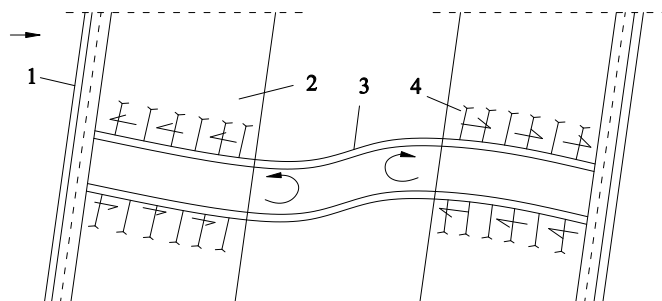
монолитных железобетонных стен между дверными проемами объединены со стальными ригелями при помощи анкерных стержней. Благодаря этому обеспечивается совместная работа ригелей и железобетонных стен при восприятии горизонтальных воздействий (Рисунок А.11).

А.1.7 При узких железобетонных простенках, являющихся диафрагмами жесткости, их объединение со стальным каркасом более целесообразно осуществлять на стыках с колоннами, которые могут быть обетонированы частично (Рисунок А.12а) либо полностью (Рисунок А.12в).



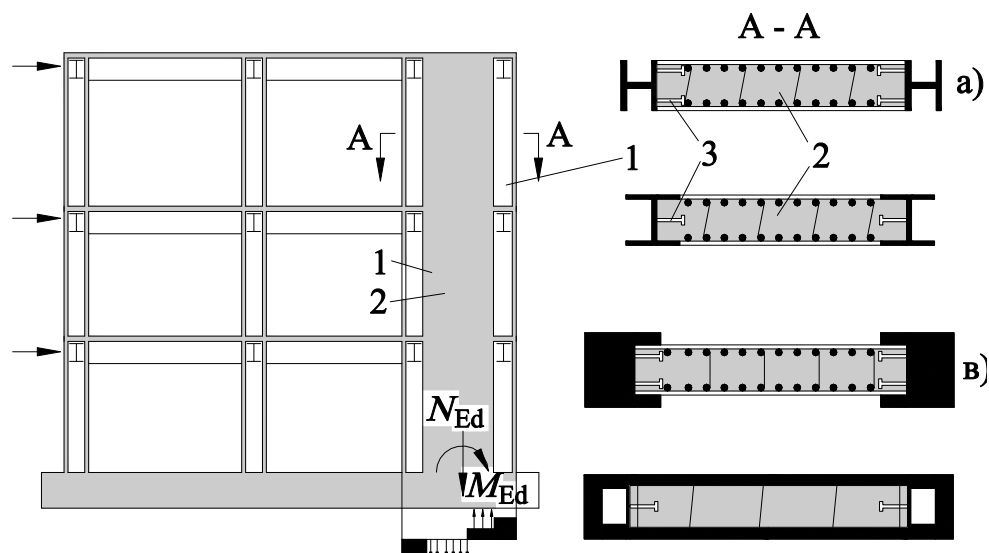
1 – стальные колонны, 2 – стальные ригеля, 3 – монолитные железобетонные стены,  
4 – объединительные анкерные стержни

**Рисунок А.10 – Объединение вертикальных монолитных диафрагм жесткости с металлическим каркасом коммуникационной шахты высотного здания [7]**



1 – стальные колонны, 2 – монолитные железобетонные стены, 3 – стальной ригель,  
4 - объединительные анкерные стержни

**Рисунок А.11 - Схема совместной работы стальных ригелей с вертикальными монолитными диафрагмами жесткости высотного здания при горизонтальных воздействиях [7]**

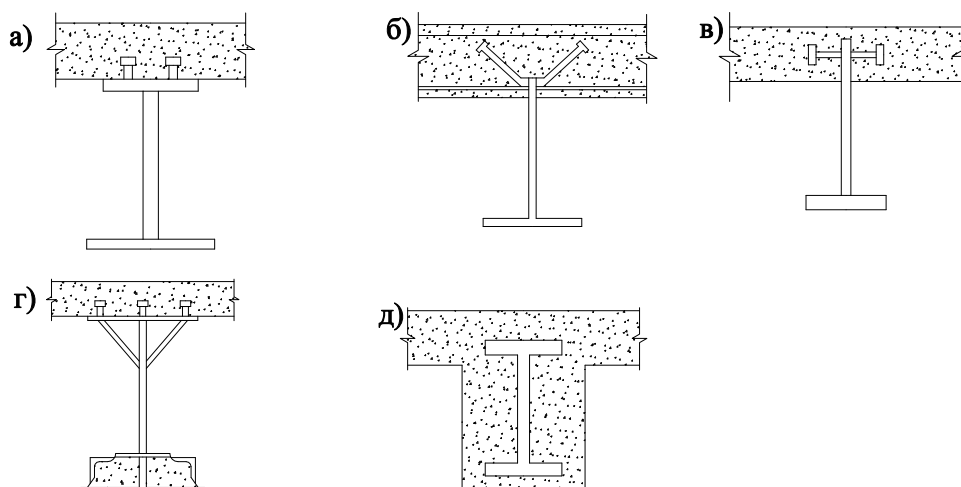


1 – стальные колонны, 2 – монолитная диафрагма жесткости, 3 – объединительные анкерные стержни

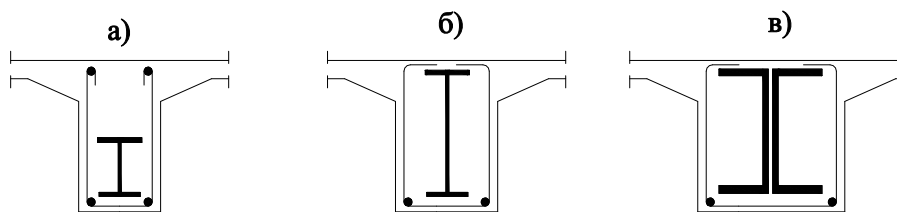
**Рисунок А.12 – Объединение вертикальных монолитных диафрагм жесткости с колоннами стального каркаса [11]**

## А.2 Сталежелезобетонные балки

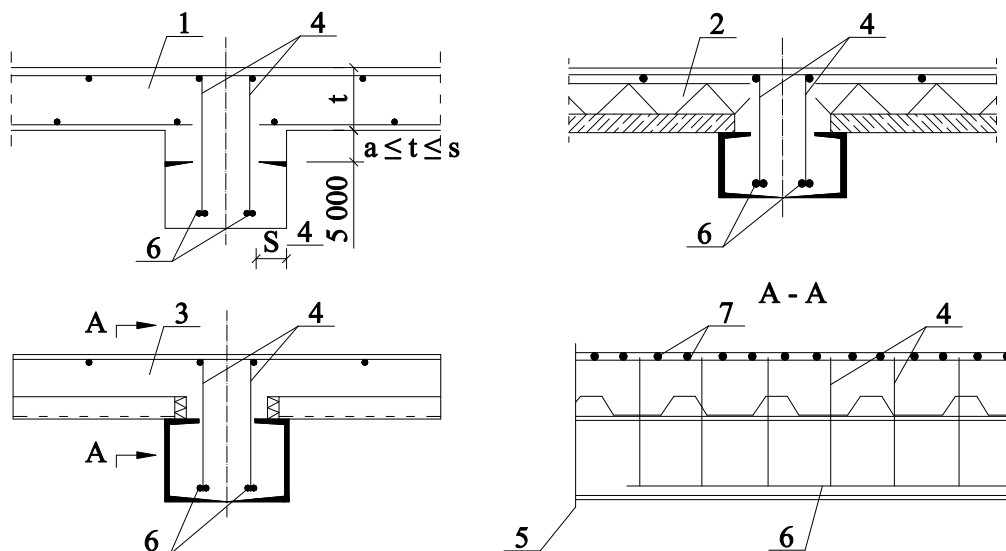
А.2.1 Балки с жесткой арматурой могут являться самостоятельными конструктивными элементами либо несущими элементами, интегрированными с другими конструкциями, например, железобетонными перекрытиями. В качестве жесткой арматуры предпочтение следует отдавать прокатным двутаврам и швеллерам (Рисунки А.13 и А.14). Спаренные швеллера применяются в ребрах с развитой шириной сечения (Рисунок А.15).



**Рисунок А.13 – Металлические балки, объединенные с железобетонной плитой [5]**



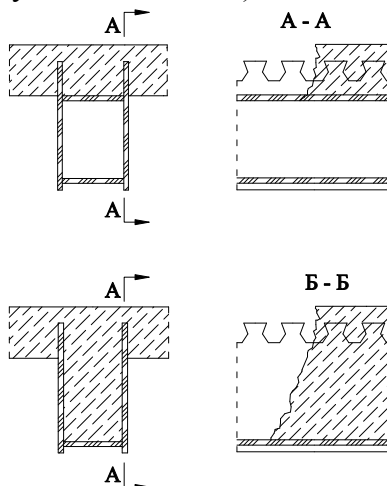
**Рисунок А.14 – Варианты использования двутавров (а, б) и швеллеров (в) в качестве жесткой арматуры ребристых сталежелезобетонных перекрытий [2]**



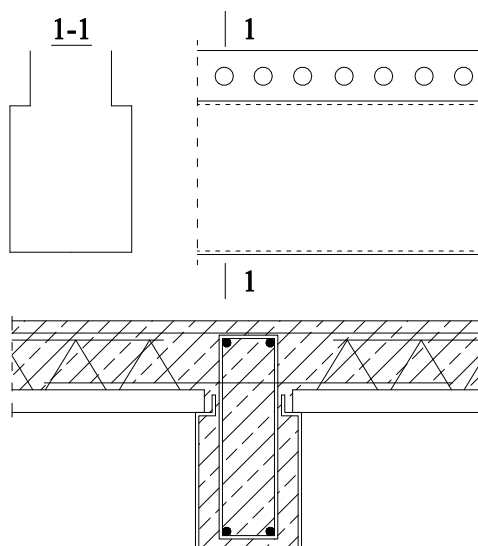
1 – монолитная железобетонная плита, 2 – сборные плиты со стальной решеткой, 3 – бетон, 4 – поперечная арматура, 5 – опорный фланец, 6 – продольная арматура

**Рисунок А.15 – Ребристые перекрытия с применением прокатных швеллеров в качестве жесткой арматуры ребер [7]**

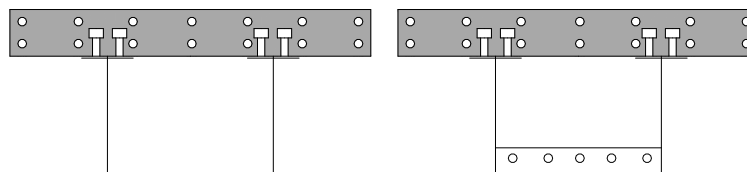
А.2.2 В тяжелонагруженных перекрытиях либо в пролетных строениях мостов в качестве жесткой арматуры предпочтение следует отдавать сварным коробчатым либо корытообразным сечениям (Рисунок А.16 – А.18).



**Рисунок А.16 – Сталежелезобетонные балки с жесткой арматурой коробчатого и корытообразного сварных сечений [16]**

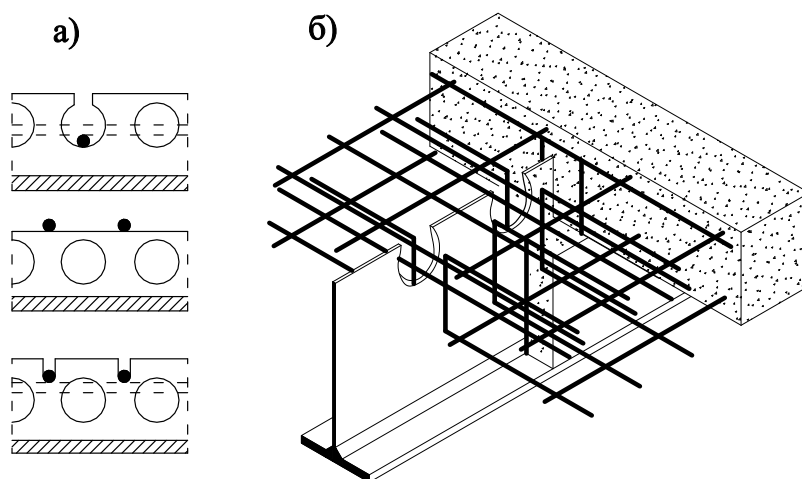


**Рисунок А.17 – Ребристое сталежелезобетонное перекрытие с жесткой арматурой в виде холодногнутых стальных профилей корытообразного сечения [9]**



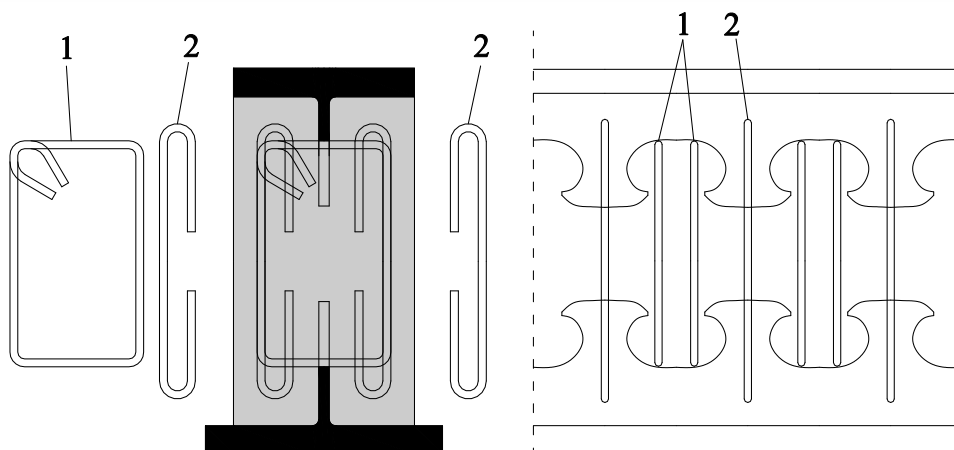
**Рисунок А.18 – Сталежелезобетонные сечения мостовых пролетных строений с корытообразными стальными балками [23]**

А.2.3 Объединение бетона и стали следует выполнять с помощью анкерных стержней с высаженными головками. В ряде случаев более предпочтительным может быть использование объединения с бетоном с помощью перфорированных либо гребнеобразных стенок и гибкой арматуры (Рисунки А.19 и А.20).



**Рисунок А.19 – Объединение с бетоном балок таврового сечения при помощи перфорированной стенки (а) и гибкой арматуры (б) [18]**

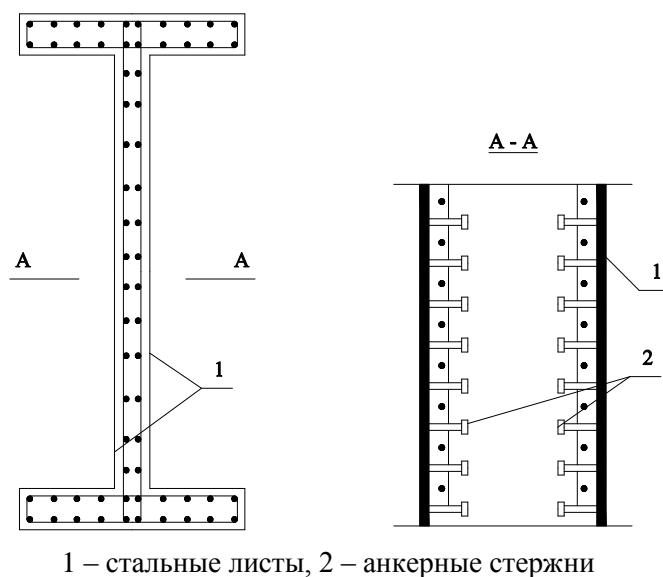




1 – хомуты, 2 – поперечная арматура

**Рисунок А.20 – Поперечное сечение сталежелезобетонной балки с поясами таврового сечения, объединенными с бетоном с помощью гибкой арматуры и гребнеобразных стенок [12]**

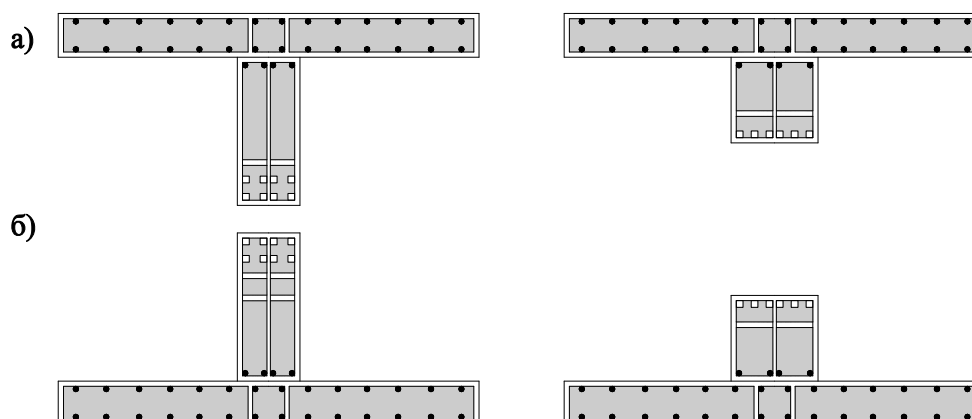
А.2.4 В высоких двутавровых железобетонных балках с целью повышения несущей способности на поперечный срез стенка может быть выполнена в виде вертикальных стальных листов, пространство между которыми заполнено бетоном (Рисунок А.21).



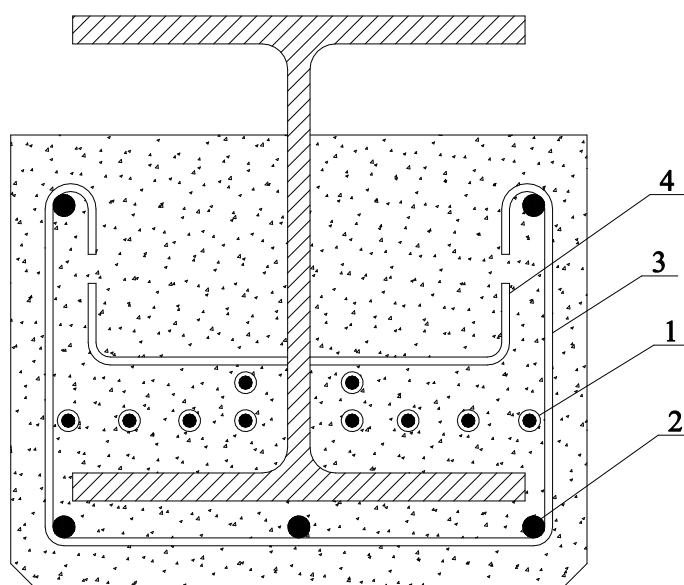
1 – стальные листы, 2 – анкерные стержни

**Рисунок А.21 – Железобетонная балка с сталежелезобетонной стенкой [7]**

А.2.5 При наличии развитой производственной базы сборного железобетона предпочтение следует отдавать сборным либо сборно-монолитным сталежелезобетонным балочным конструкциям. Примеры сборных балок приведены на Рисунках А.22 и А.23.



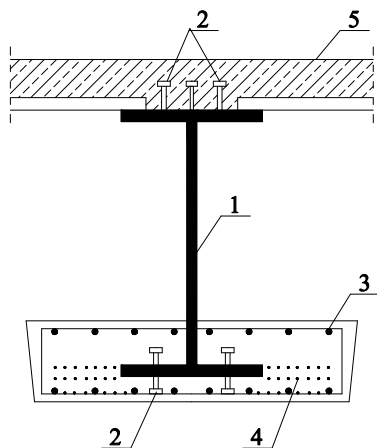
**Рисунок А.22 – Сечения сталежелезобетонных балок заводского изготовления с верхним (а) и нижним (б) расположением железобетонных плит [23]**



1 – предварительно напрягаемая арматура, 2 – гибкая продольная арматура, 3 – поперечная арматура, 4 – анкера их арматурной стали пропущенные через отверстия в стенке двутавра

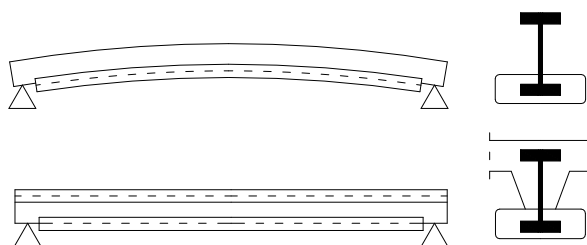
**Рисунок А.23 – Сборная предварительно напряженная сталежелезобетонная балка заводского изготовления [9]**

А.2.6 На Рисунке А.24 представлено конструктивное решение сборных предварительно напряженных балок Preflex, а на Рисунке А.25 этапы их изготовления. Вначале металлический двутавр подвергается обратному выгибу, а его нижний пояс обетонируется. Обратный выгиб удерживается до полного набора прочности бетоном, после чего балка разгружается, сохраняя напряжения противоположного знака эксплуатационным напряжениям. На строительной площадке осуществляется бетонирование железобетонной плиты с использованием указанных балок для поддержания опалубки.



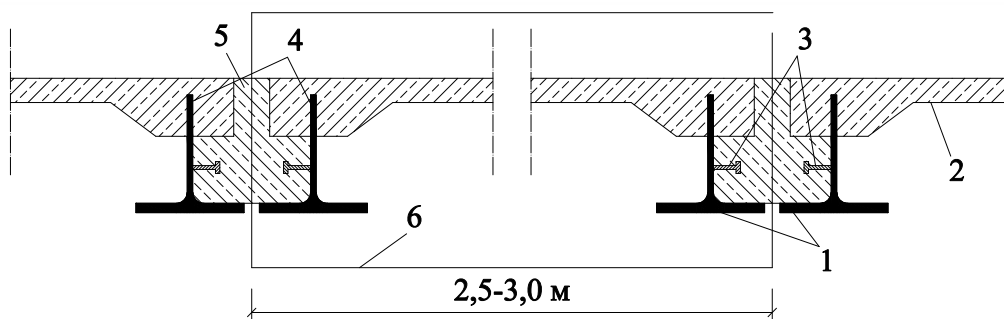
- 1 – стальной двутавр, 2 – анкерные стержни с высаженными головками, 3 – продольное армирование, 4 – предварительно напрягаемая арматура в виде стальных струн, 5 – железобетонная монолитная плита перекрытия

**Рисунок А.24 – Поперечное сечение предварительно напряженной сталежелезобетонной балки перекрытия Preflex [7]**



**Рисунок А.25 – Этапы изготовления сталежелезобетонного перекрытия с жесткой арматурой фирмы Preflex [9]**

А.2.7 На Рисунке А.26 представлено сечение сборно-монолитного перекрытия, монтируемого из отдельных блоков шириной от 2,5 до 3,0 м.

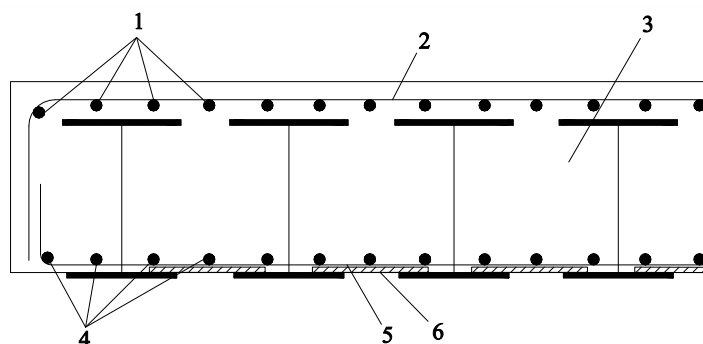


- 1 – стальные тавры, 2 – железобетонная плита заводского изготовления, 3 – анкерные стержни с высаженными головками, 4 – анкерующий «гребень» в стенке тавра, 5 – бетон замоноличивания, 6 – сборный монтажный блок

**Рисунок А.26 – Сборно-монолитное перекрытие с металлическими балками таврового сечения [21]**

### А.3 Сталежелезобетонные перекрытия

А.3.1 Жесткая арматура в сталежелезобетонных перекрытиях может располагаться как в растянутой зоне, так и по всей высоте сечения, включая сжатую зону. Толщину верхнего защитного слоя плиты следует назначать из условий требуемой пожарной безопасности, в то время как нижний защитный слой отсутствует из удобства бетонирования, а противопожарные требования обеспечиваются преградами из негорючих материалов (Рисунки А.27 – А.29).

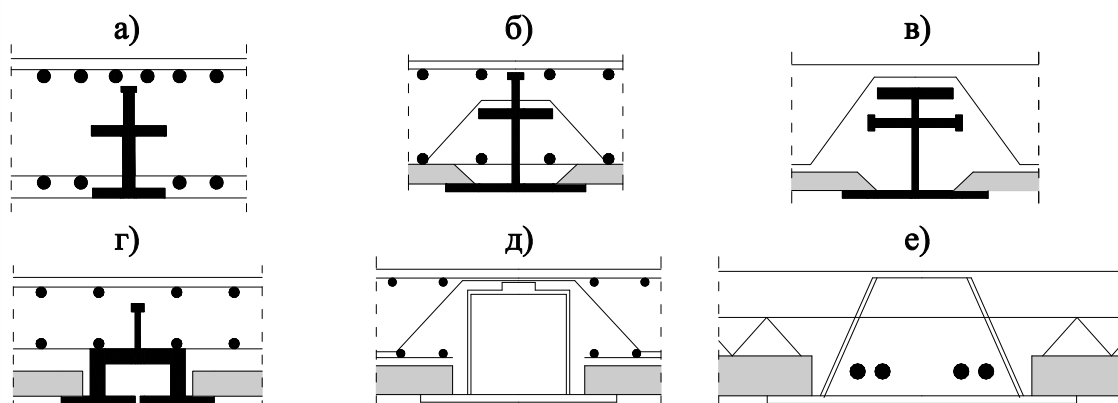


1 – верхние арматурные стержни, 2 – верхняя поперечная арматура, 3 – бетон, 4 – нижние арматурные стержни, 5 – нижняя поперечная арматура, 6 – щитовая опалубка

**Рисунок А.27 – Поперечное сечение мостового настила с жестким армированием в виде сварных двутавров [10]**



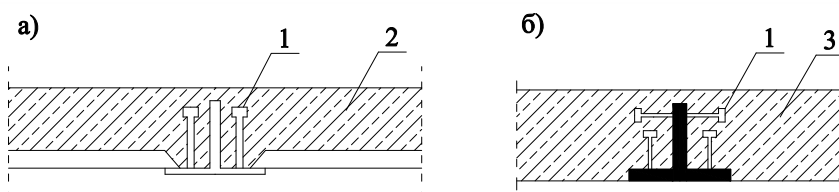
**Рисунок А.28 – Сечения жесткой арматуры, используемой в сталежелезобетонных перекрытиях [13]**



**Рисунок А.29 – Сечения сталежелезобетонных плит с жесткой арматурой, изображенной на рисунке А.28 [17]**

А.3.2 Наиболее удобными в изготовлении являются плиты с жесткой арматурой в

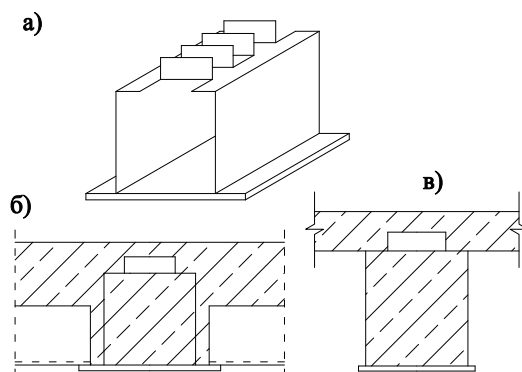
виде тавров, на полки которых в процессе бетонирования может располагаться стальной профилированный настил (Рисунок А.30а) либо временная опалубка (Рисунок А.30б).



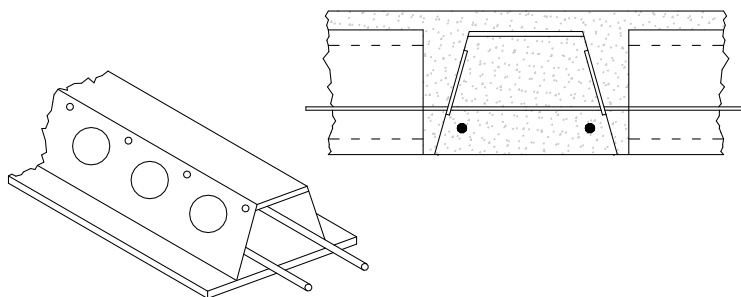
1 – анкерные стержни с высаженными головками, 2 – железобетонная плита на профилированном стальном листе, 3 – монолитная железобетонная плита

**Рисунок А.30 – Поперечные сечения железобетонных плит перекрытий с жесткой арматурой в виде стальных тавров [7]**

А.3.3 В перекрытиях с повышенной несущей способностью и жесткостью в качестве жесткого армирования целесообразно применять специальные стальные профили, показанные на Рисунках А.31 и А.32.



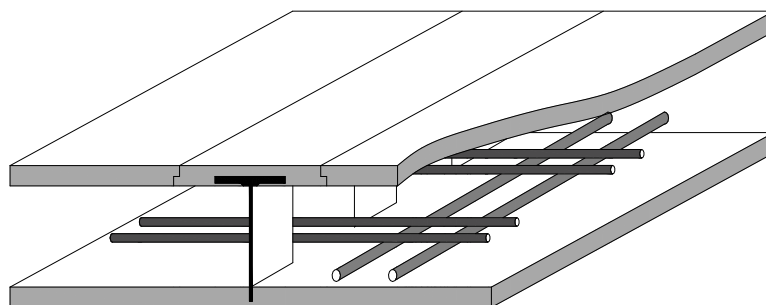
**Рисунок А.31 – Сталежелезобетонное перекрытие с жесткой арматурой в виде сварных профилей открытого коробчатого сечения [9]**



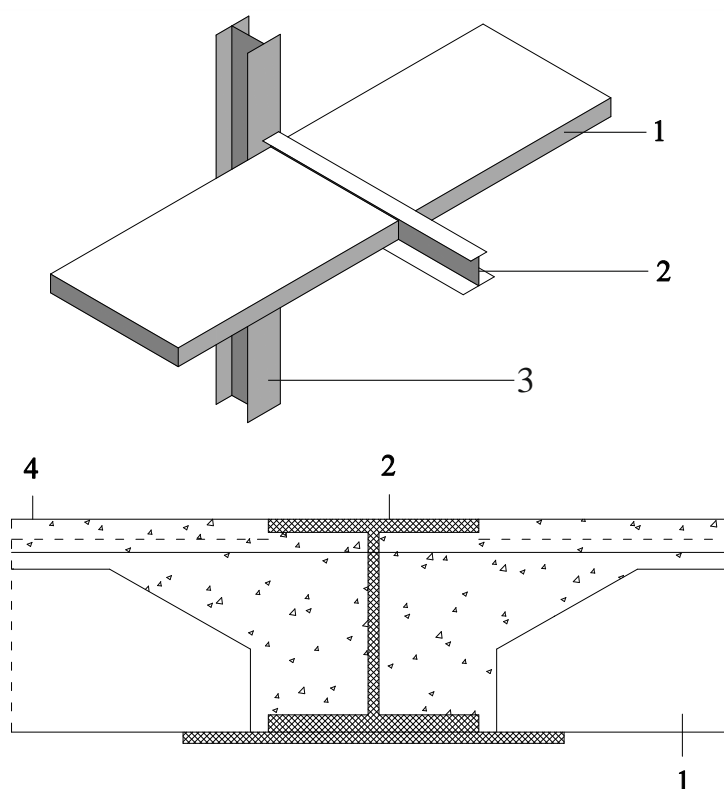
**Рисунок А.32 – Сталежелезобетонное перекрытие с жесткой арматурой в виде сварных профилей замкнутого коробчатого сечения [9]**

А.3.4 При наличии развитой производственной базы сборного железобетона предпочтение следует отдавать сборным либо сборно-монолитным перекрытиям

(Рисунки А.33 и А.34).



**Рисунок А.33 – Сборно-монолитная сталежелезобетонная плита с жесткой арматурой в виде сталебетонного двутавра заводского изготовления [15]**

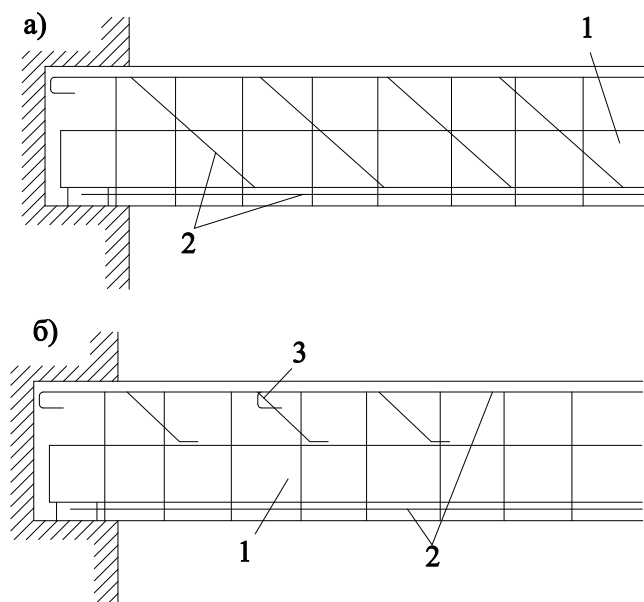


1 - железобетонная плита заводского изготовления, 2 – стальной двутавр с усиленным нижним поясом для монтажа плит, 3 – колонна, 4 – бетон замоноличивания

**Рисунок А.34 – Сборно-монолитное перекрытие с жесткой арматурой в виде стального двутавра и объединенных с ним железобетонных плит заводского изготовления [21]**

А.3.5 В сталежелезобетонных балках с малой высотой сечения жесткой арматуры и с большой толщиной бетонной плиты срез бетона может произойти над металлическими профилями. В этом случае необходимо дополнительное армирование бетона, которое может осуществляться наклонно расположенными стержнями, приваренными к верхней

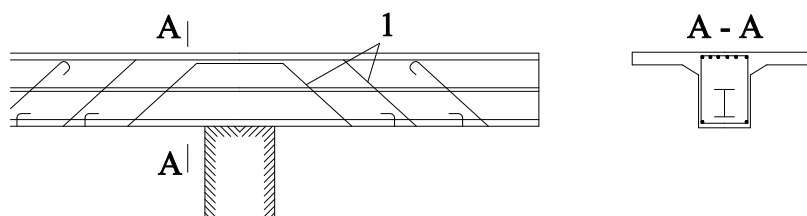
полке жесткой арматуры, либо отгибом дополнительной рабочей гибкой арматуры (Рисунок А.3.5).



1 – жесткая арматура, 2 – гибкая арматура, 3 – косые анкерные стержни

**Рисунок А.35 – Дополнительное армирование приопорных зон однопролетных сталежелезобетонных балок с жесткой арматурой [2]**

А.3.6 В неразрезных сталежелезобетонных балках с жесткой арматурой малой высоты сечения для восприятия растягивающих усилий, вызванных опорными изгибающими моментами, необходимо усиление опорных зон дополнительной гибкой арматурой (Рисунок А.36).



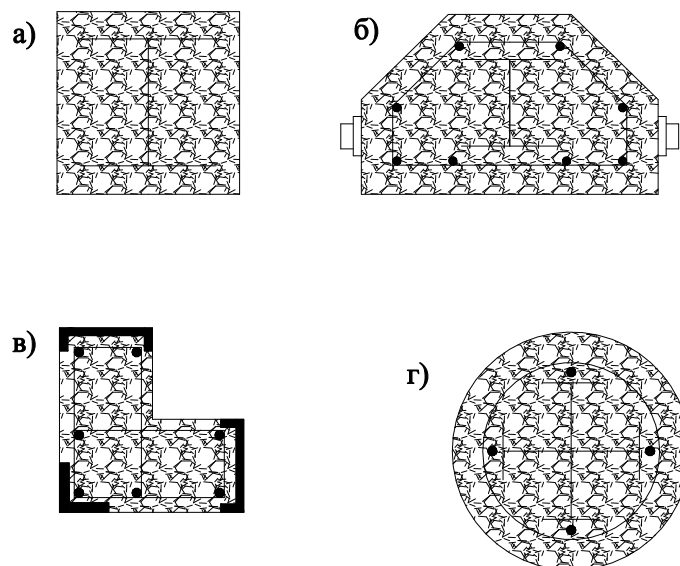
1 – гибкая отогнутая арматура

**Рисунок А.36 – Армирование приопорных зон неразрезных сталежелезобетонных балок с жесткой арматурой [2]**

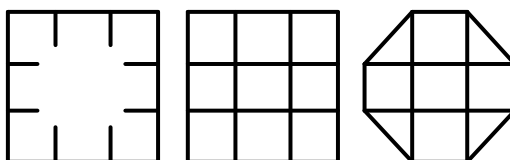
#### А.4 Сталежелезобетонные колонны

А.4.1 Поперечные сечения сталежелезобетонных колонн должны иметь две оси симметрии и быть постоянными по длине. В качестве жесткой арматуры чаще всего используются двутавры, швеллера и уголки. В практике могут применяться иные формы

сечений (Рисунки А.35 и А.36).



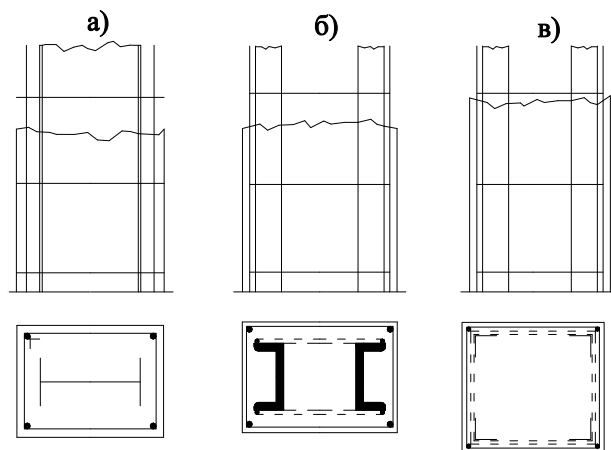
**Рисунок А.35 – Виды сечений сталежелезобетонных колонн с жесткой арматурой в виде двутавров (а, б), швеллеров и уголков (в) и крестообразных профилей (г) [5]**



**Рисунок А.36 – Виды жесткой арматуры мостовых сталежелезобетонных опор [20]**

А.4.2 С точки зрения удобства бетонирования предпочтение следует отдавать жесткой арматуре из одиночных двутавров (Рисунок А.37а). Такое армирование однако менее эффективно в стадии монтажа из-за высокой гибкости не обетонированного профиля в плоскости полок. В связи с этим более предпочтительным является сечение из двух швеллеров или двутавров, расположенных на максимальном расстоянии друг от друга и соединенных между собой планками (Рисунок А.37б). Благодаря этому существенно повышается изгибная жесткость сталебетонного сечения, что особенно важно для внецентренно сжатых тяжело нагруженных колонн. Наибольшей изгибной жесткостью в процессе монтажа обладает сечение с размещением жесткой арматуры в виде уголков по всем четырем граням колонны (Рисунок А.37в).

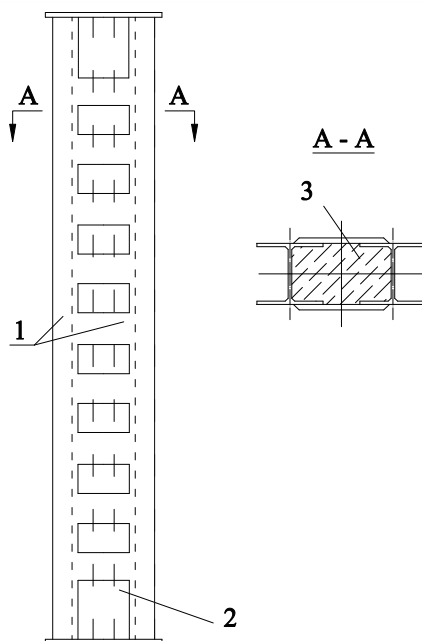




**Рисунок А.37 – Сталежелезобетонные колонны с жесткой арматурой в виде одноветвевого (а), двухветвевого (б) и четырехветвевых сердечников [2]**

А.4.3 Жесткую арматуру из нескольких профилей следует соединять между собой планками, так как при решетчатом соединении из уголков затрудняется бетонирование колонны. Из этих же соображений не допускается применение горизонтальных диафрагм жесткости.

А.4.4 В эксплуатируемых зданиях часто возникает необходимость в усилении стальных колонн при одновременном повышении их огнестойкости либо сопротивления агрессивным воздействиям окружающей среды. Эффективным в этих случаях может быть полное либо частичное обетонирование колонны, которую следует рассчитывать как жесткую арматуру (Рисунок А.38).



1 – стальные двутавры, 2 – поперечные планки, 3 – бетон

**Рисунок А.38 - Усиление стальной колонны существующего здания путем ее частичного обетонирования [2]**

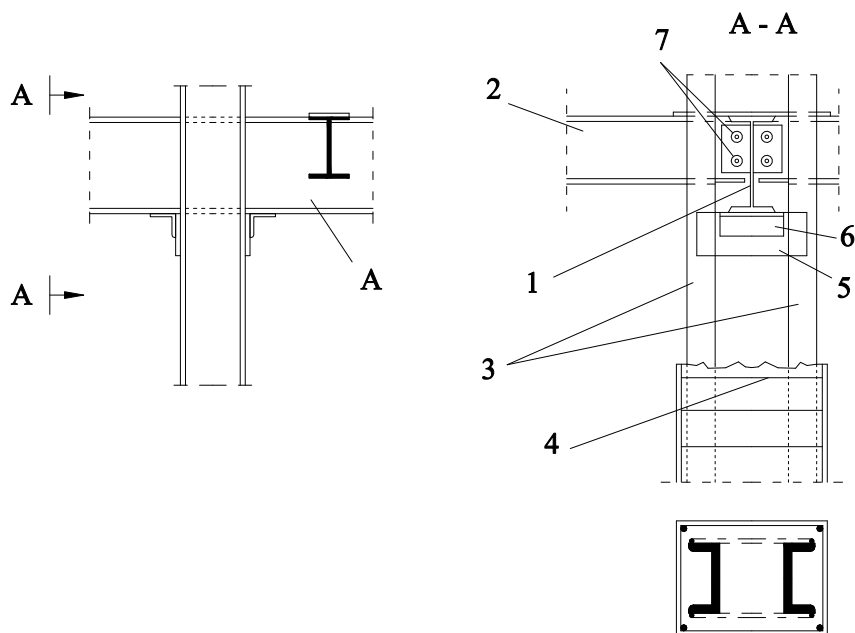
## Приложение Б (информационное)

### Узловые сопряжения сталежелезобетонных элементов с жесткой арматурой

Б.1 При проектировании узловых сопряжений колонн и ригелей с жесткой арматурой следует использовать решения, применяемые в металлических конструкциях. Сопряжения жесткой арматуры может осуществляться на сварке или болтах.

Б.2 Сопряжения балок с колоннами следует проектировать компактными, с учетом возможности их качественного обетонирования. Необходимо избегать в сопряжениях выступающих горизонтальных элементов, затрудняющих бетонирование. Предпочтение следует отдавать сопряжениям, в которых с колонной пересекаются балки только одного направления, а балки перпендикулярных направлений, например, прогоны, располагаются вне колонн.

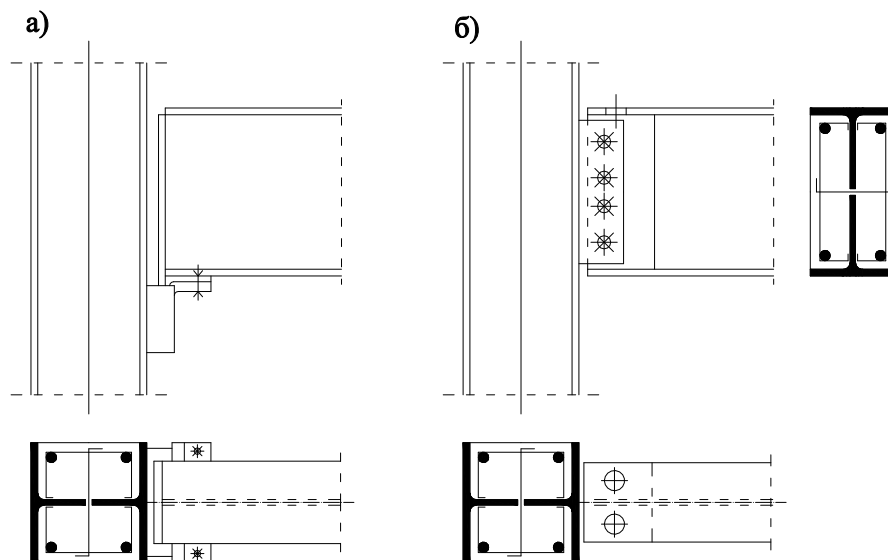
Б.3 Наиболее простым решением является пропуск горизонтальной жесткой арматуры между вертикальными ветвями, являющимися жестким армированием колонн (Рисунок Б.1). Здесь жесткая арматура балки и колонны в узловом сопряжении остается непрерывной. Такое сопряжение, однако, возможно при соответствующих размерах сечения и расположении прокатных профилей.



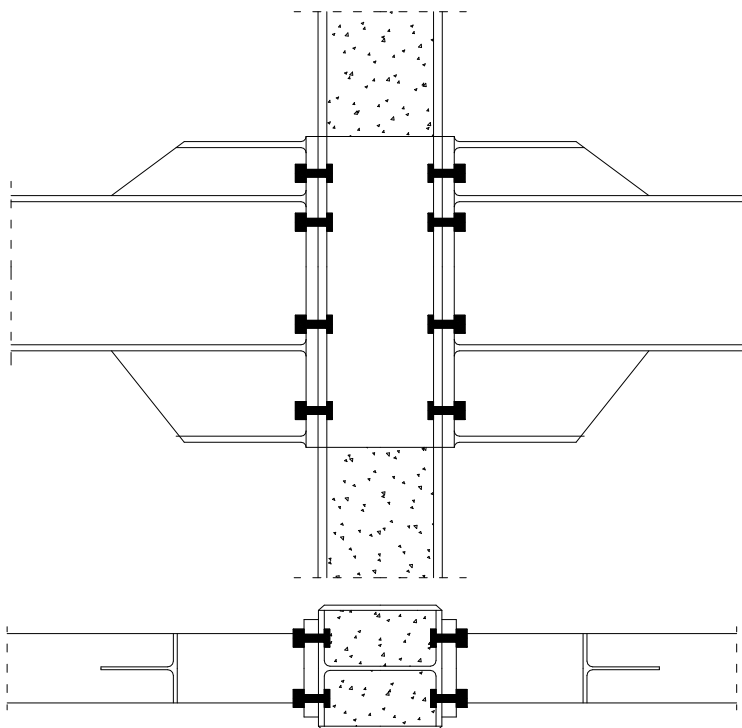
1 – главная балка, 2 – прогон, 3 – жесткая арматура из швеллеров, 4 – поперечная арматура,  
5 – поперечная планка, 6 – опорный уголок, 7 – монтажные болты

**Рисунок Б.1 – Вариант сопряжения колонн с ригелями [2]**

Б.4 Если жесткая арматура балок и колонн не может быть пропущена в месте сопряжения без перерыва одной из них, то следует выполнять примыкающее сопряжение, варианты которого показаны на Рисунках Б.2 и Б.3.

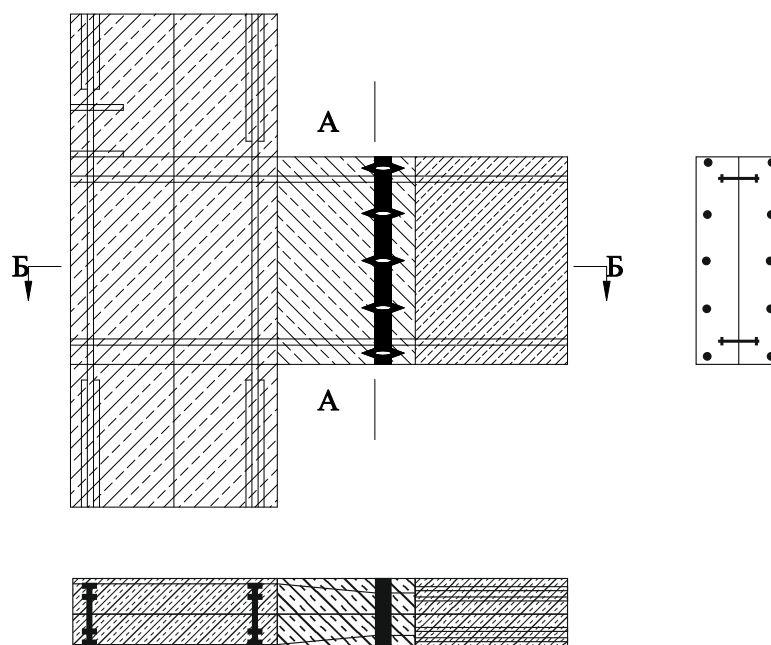


**Рисунок Б.2 – Сопряжение сталежелезобетонных ригелей и колонн с жесткой арматурой с помощью опорного фланца (а) и болтового соединения (б) [7]**



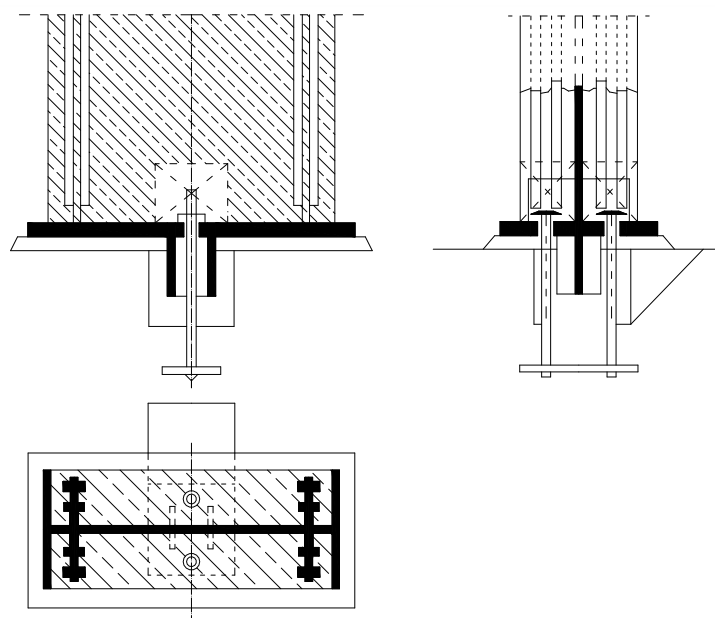
**Рисунок Б.3 – Болтовое сопряжение ригелей со сталежелезобетонной колонной [14]**

Б.5 С целью удобства бетонирования и монтажа болтовое сопряжение колонн и ригелей можно осуществлять посредством консолей, приваренных к жесткой арматуре колонны (Рисунок Б.4).



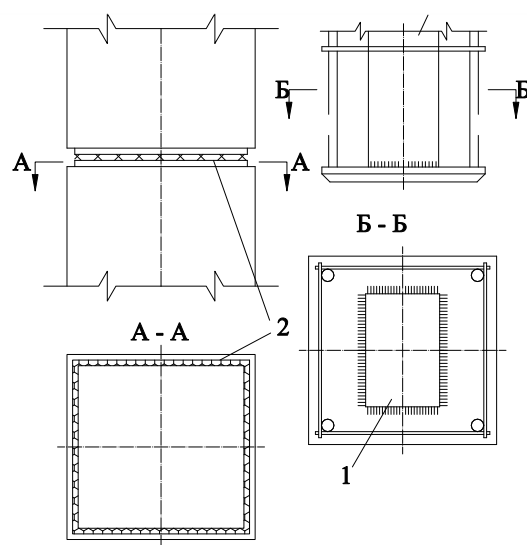
**Рисунок Б.4 – Болтовое сопряжение колонны с ригелей посредством приваренных к колонне консолей [14]**

Б.6 Шарнирное сопряжение колонн с фундаментами следует выполнять по аналогии с металлическими конструкциями, омоноличивая анкера вместе колонной после ее монтажа (Рисунок Б.5).



**Рисунок Б.5 –Сопряжение колонны с фундаментом с помощью анкерных болтов [14]**

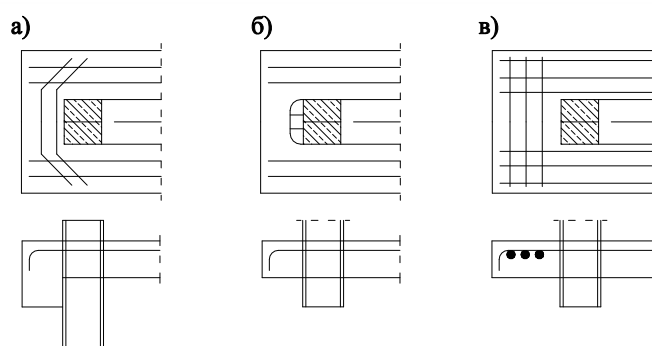
Б.7 Стыки жесткой арматуры колонн по высоте следует стремиться располагать не в местах сопряжения с балками, а выше, чтобы не усложнять конструкции узлов и не затруднять бетонирование (Рисунок Б.6).



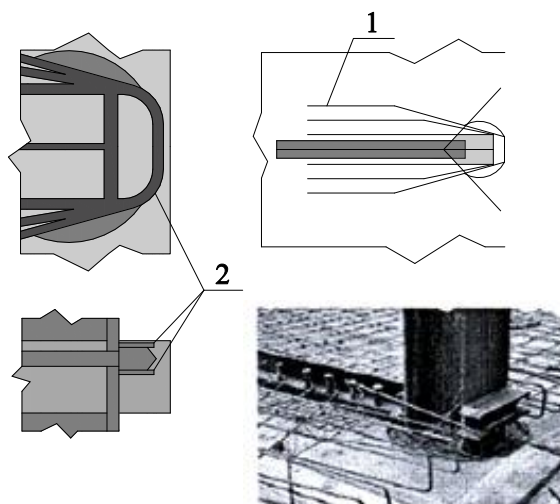
1 – жесткая арматура, 2 – сварной монтажный шов

**Рисунок Б.6 – Стык колонн с жесткой арматурой [1]**

Б.8 В рамных каркасах сопряжения сталежелезобетонных перекрытий с крайними колоннами должно проектироваться так, чтобы избежать образования трещин в растянутой зоне бетона от действия узловых изгибающих моментов. С этой целью следует предусмотреть дополнительное армирование плиты перекрытия гибкой арматурой. Анкеровку гибкой арматуры следует размещать в торцевых ребрах либо свесах железобетонных плит (Рисунок Б.7). Кроме этого следует устанавливать дополнительную арматуру, которая закрепляется к колонне путем ее огибания и фиксации в седле, приваренном к колонне (Рисунок Б.8). Схема передачи растягивающего усилия с арматуры на колонну для такого случая показана на Рисунке Б.9.

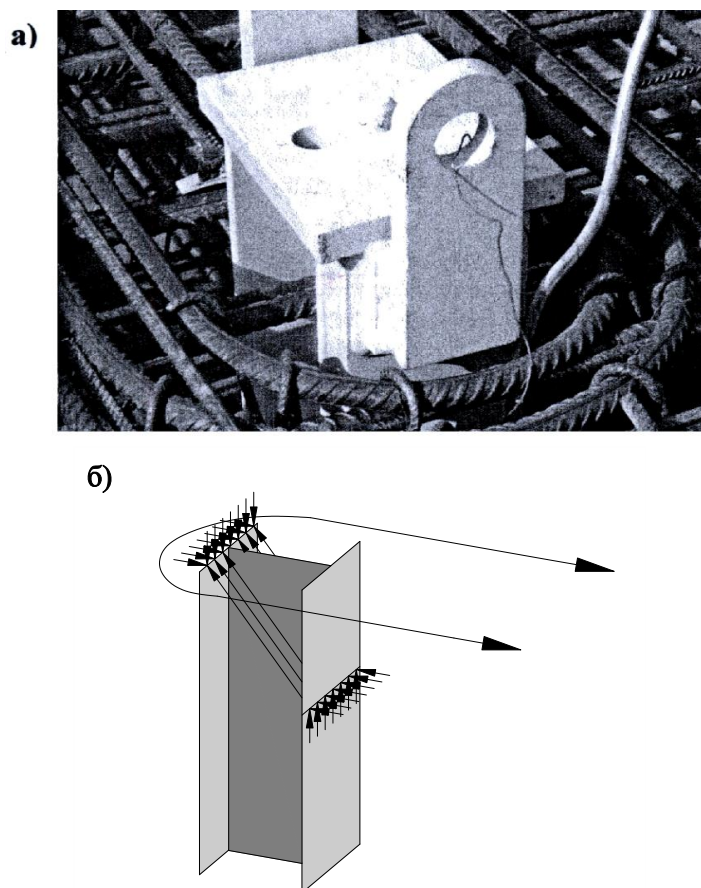


**Рисунок Б.7 – Армирование железобетонного перекрытия в зоне сопряжения с сталежелезобетонными колоннами крайнего ряда [7]**



1 – огибающая колонну арматура, 2 – седло из профилированной стали

**Рисунок Б.8 –Дополнительное армирование железобетонного перекрытия в зоне сопряжения со сталежелезобетонными колоннами крайнего ряда [7]**

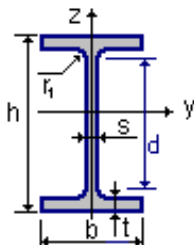


**Рисунок Б.9 – Закрепление к колонне огибающей арматуры (а) и схема передачи растягивающего усилия на колонну (б) [21]**

**Приложение В**  
(информационное)

**Сортамент стальных профилей по ГОСТ**

**В.1 Двутавр широкополочный по ГОСТ 26020-83**



**Таблица В.1 – Основные характеристики двутавра широкополочного**

	h	b	s	t	r1	A	P	I <sub>y</sub>	W <sub>y</sub>	S <sub>y</sub>	i <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	W <sub>z</sub>	i <sub>z</sub>
	см	см	см	см	см	см <sup>2</sup>	Т/м	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см <sup>3</sup>	см	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см
20Ш1	19,300	15,000	0,600	0,900	1,300	38,950	0,031	2660,000	275,000	153,000	8,260	507,000	67,600	3,610
23Ш1	22,600	15,500	0,650	1,000	1,400	46,080	0,036	4260,000	377,000	210,000	9,620	622,000	80,200	3,670
26Ш1	25,100	18,000	0,700	1,000	1,600	54,370	0,043	6225,000	496,000	276,000	10,700	974,000	108,200	4,230
26Ш2	25,500	18,000	0,750	1,200	1,600	62,730	0,049	7429,000	583,000	325,000	10,880	1168,000	129,800	4,310
30Ш1	29,100	20,000	0,800	1,100	1,800	68,310	0,054	10400,000	715,000	398,000	12,340	1470,000	147,000	4,640
30Ш2	29,500	20,000	0,850	1,300	1,800	77,650	0,061	12200,000	827,000	462,000	12,530	1737,000	173,700	4,730
30Ш3	29,900	20,000	0,900	1,500	1,800	87,000	0,068	14040,000	939,000	526,000	12,700	2004,000	200,400	4,800
35Ш1	33,800	25,000	0,950	1,250	2,000	95,670	0,075	19790,000	1171,000	651,000	14,380	3260,000	261,000	5,840
35Ш2	34,100	25,000	1,000	1,400	2,000	104,740	0,082	22070,000	1295,000	721,000	14,520	3650,000	292,000	5,900
35Ш3	34,500	25,000	1,050	1,600	2,000	116,300	0,091	25140,000	1458,000	813,000	14,700	4170,000	334,000	5,990
40Ш1	38,800	30,000	0,950	1,400	2,200	122,400	0,096	34360,000	1771,000	976,000	16,760	6306,000	420,000	7,180
40Ш2	39,200	30,000	1,150	1,600	2,200	141,600	0,111	39700,000	2025,000	1125,000	16,750	7209,000	481,000	7,140
40Ш3	39,600	30,000	1,250	1,800	2,200	157,200	0,123	44740,000	2260,000	1259,000	16,870	8111,000	541,000	7,180
50Ш1	48,400	30,000	1,100	1,500	2,600	145,700	0,114	60930,000	2518,000	1403,000	20,450	6762,000	451,000	6,810
50Ш2	48,900	30,000	1,450	1,750	2,600	176,600	0,139	72530,000	2967,000	1676,000	20,260	7900,000	526,000	6,690
50Ш3	49,500	30,000	1,550	2,050	2,600	199,200	0,156	84200,000	3402,000	1923,000	20,560	9250,000	617,000	6,810
50Ш4	50,100	30,000	1,650	2,350	2,600	221,700	0,174	96150,000	3838,000	2173,000	20,820	10600,000	707,000	6,920
60Ш1	58,000	32,000	1,200	1,700	2,800	181,100	0,142	107300,000	3701,000	2068,000	24,350	9302,000	581,000	7,170
60Ш2	58,700	32,000	1,600	2,050	2,800	225,300	0,177	131800,000	4490,000	2544,000	24,190	11230,000	702,000	7,060
60Ш3	59,500	32,000	1,800	2,450	2,800	261,800	0,205	156900,000	5273,000	2997,000	24,480	13420,000	839,000	7,160
60Ш4	60,300	32,000	2,000	2,850	2,800	298,340	0,234	182500,000	6055,000	3455,000	24,730	15620,000	976,000	7,230
70Ш1	68,300	32,000	1,350	1,900	3,000	216,400	0,170	172000,000	5036,000	2843,000	28,190	10400,000	650,000	6,930
70Ш2	69,100	32,000	1,500	2,300	3,000	251,700	0,198	205500,000	5949,000	3360,000	28,580	12590,000	787,000	7,070
70Ш3	70,000	32,000	1,800	2,750	3,000	299,800	0,235	247100,000	7059,000	4017,000	28,720	15070,000	942,000	7,090
70Ш4	70,800	32,000	2,050	3,150	3,000	341,600	0,268	284400,000	8033,000	4598,000	28,850	17270,000	1079,000	7,110
70Ш5	71,800	32,000	2,300	3,650	3,000	389,700	0,306	330600,000	9210,000	5298,000	29,130	20020,000	1251,000	7,170

## В.2 Двутавр с уклоном полок по ГОСТ 8239-89

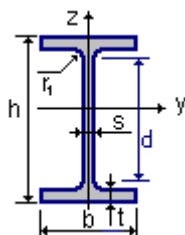


Таблица В.2 – Основные характеристики двутавра с уклоном полок

	h	b	s	t	r1	r2	A	P	Iy	Wy	iy	Sy	Iz	Wz	iz
	см	см	см	см	см	см	см <sup>2</sup>	Т/м	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см	см <sup>3</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см
10	10,000	5,500	0,450	0,720	0,700	0,250	12,000	0,009	198,000	39,700	4,060	23,000	17,900	6,490	1,220
12	12,000	6,400	0,480	0,730	0,750	0,300	14,700	0,012	350,000	58,400	4,880	33,700	27,900	8,720	1,380
14	14,000	7,300	0,490	0,750	0,800	0,300	17,400	0,014	572,000	81,700	5,730	46,800	41,900	11,500	1,550
16	16,000	8,100	0,500	0,780	0,850	0,350	20,200	0,016	873,000	109,000	6,570	62,300	58,600	14,500	1,700
18	18,000	9,000	0,510	0,810	0,900	0,350	23,400	0,018	1290,000	143,000	7,420	81,400	82,600	18,400	1,880
20	20,000	10,000	0,520	0,840	0,950	0,400	26,800	0,021	1840,000	184,000	8,280	104,000	115,000	23,100	2,070
22	22,000	11,000	0,540	0,870	1,000	0,400	30,600	0,024	2550,000	232,000	9,130	131,000	157,000	28,600	2,270
24	24,000	11,500	0,560	0,950	1,050	0,400	34,800	0,027	3460,000	289,000	9,970	163,000	198,000	34,500	2,370
27	27,000	12,500	0,600	0,980	1,100	0,450	40,200	0,032	5010,000	371,000	11,200	210,000	260,000	41,500	2,540
30	30,000	13,500	0,650	1,020	1,200	0,500	46,500	0,037	7080,000	472,000	12,300	268,000	337,000	49,900	2,690
33	33,000	14,000	0,700	1,120	1,300	0,500	53,800	0,042	9840,000	597,000	13,500	339,000	419,000	59,900	2,790
36	36,000	14,500	0,750	1,230	1,400	0,600	61,900	0,049	13380,000	743,000	14,700	423,000	516,000	71,100	2,890
40	40,000	15,500	0,830	1,300	1,500	0,600	72,600	0,057	19062,000	953,000	16,200	545,000	667,000	86,100	3,030
45	45,000	16,000	0,900	1,420	1,600	0,700	84,700	0,067	27696,000	1231,000	18,100	708,000	808,000	101,000	3,090
50	50,000	17,000	1,000	1,520	1,700	0,700	100,000	0,078	39727,000	1589,000	19,900	919,000	1043,000	123,000	3,230
55	55,000	18,000	1,100	1,650	1,800	0,700	118,000	0,093	55962,000	2035,000	21,800	1181,000	1356,000	151,000	3,390
60	60,000	19,000	1,200	1,780	2,000	0,800	138,000	0,108	76806,000	2560,000	23,600	1491,000	1725,000	182,000	3,540

## В.3 Двутавр колонный (К) по ГОСТ 26020-83

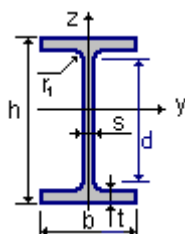




Таблица В.3 – Основные характеристики двутавра колонного

	h	b	s	t	r1	A	Iy	Wy	Sy	iy	Iz	Wz	iz	P
	см	см	см	см	см	см <sup>2</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см <sup>3</sup>	см	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см	Т/м
20К1	19,500	20,000	0,650	1,000	1,300	52,820	3820,000	392,000	216,000	8,500	1334,000	133,000	5,030	0,041
20К2	19,800	20,000	0,700	1,150	1,300	59,700	4422,000	447,000	247,000	8,610	1534,000	153,000	5,070	0,047
23К1	22,700	24,000	0,700	1,050	1,400	66,510	6589,000	580,000	318,000	9,950	2421,000	202,000	6,030	0,052
23К2	23,000	24,000	0,800	1,200	1,400	75,770	7601,000	661,000	365,000	10,020	2766,000	231,000	6,040	0,059
26К1	25,500	26,000	0,800	1,200	1,600	83,080	10300,000	809,000	445,000	11,140	3517,000	271,000	6,510	0,065
26К2	25,800	26,000	0,900	1,350	1,600	93,190	11700,000	907,000	501,000	11,210	3957,000	304,000	6,520	0,073
26К3	26,200	26,000	1,000	1,550	1,600	105,900	13560,000	1035,000	576,000	11,320	4544,000	349,000	6,550	0,083
30К1	29,600	30,000	0,900	1,350	1,800	108,000	18110,000	1223,000	672,000	12,950	6079,000	405,000	7,500	0,085
30К2	30,000	30,000	1,000	1,550	1,800	122,700	20930,000	1395,000	771,000	13,060	6980,000	465,000	7,540	0,096
30К3	30,400	30,000	1,150	1,750	1,800	138,720	23910,000	1573,000	874,000	13,120	7881,000	525,000	7,540	0,109
35К1	34,300	35,000	1,000	1,500	2,000	139,700	31610,000	1843,000	1010,000	15,040	10720,000	613,000	8,760	0,110
35К2	34,800	35,000	1,100	1,750	2,000	160,400	37090,000	2132,000	1173,000	15,210	12510,000	715,000	8,830	0,126
35К3	35,300	35,000	1,300	2,000	2,000	184,100	42970,000	2435,000	1351,000	15,280	14300,000	817,000	8,810	0,144
40К1	39,300	40,000	1,100	1,650	2,200	175,800	52400,000	2664,000	1457,000	17,260	17610,000	880,000	10,000	0,138
40К2	40,000	40,000	1,300	2,000	2,200	210,960	64140,000	3207,000	1767,000	17,440	21350,000	1067,000	10,060	0,166
40К3	40,900	40,000	1,600	2,450	2,200	257,800	80040,000	3914,000	2180,000	17,620	26150,000	1307,000	10,070	0,202
40К4	41,900	40,000	1,900	2,950	2,200	308,600	98340,000	4694,000	2642,000	17,850	31500,000	1575,000	10,100	0,242
40К5	43,100	40,000	2,300	3,550	2,200	371,000	121570,000	5642,000	3217,000	18,100	37910,000	1896,000	10,110	0,291

В.4 Двутавр дополнительной серии (Д) по ГОСТ 26020-83

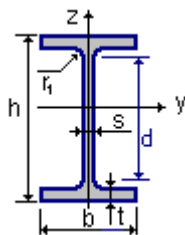


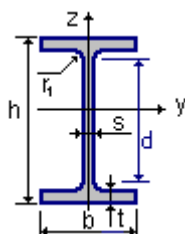
Таблица В.4 – Основные характеристики двутавра дополнительной серии

	h	b	s	t	r1	A	P	Iy	Wy	Sy	iy	Iz	Wz	iz
	см	см	см	см	см	см <sup>2</sup>	Т/м	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см <sup>3</sup>	см	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см
24ДБ1	23,900	11,500	0,550	0,930	1,500	35,450	0,028	3535	295,800	166,600	9,990	236,800	41,200	2,580
27ДБ1	26,900	12,500	0,600	0,950	1,500	40,680	0,032	5068	376,800	212,700	11,160	310,500	49,700	2,760
36ДБ1	36,000	14,500	0,720	1,230	1,800	62,600	0,049	13800	766,400	434,100	14,840	627,600	86,600	3,170
35ДБ1	34,900	12,700	0,580	0,850	1,500	42,780	0,034	8540	489,400	279,400	14,130	291,500	45,900	2,610
40ДБ1	39,900	13,900	0,620	0,900	1,500	50,580	0,040	13050	654,200	374,500	16,060	404,400	58,200	2,830
45ДБ1	45,000	15,200	0,740	1,100	1,500	67,050	0,053	21810	969,200	556,800	18,040	646,200	85,000	3,100
45ДБ2	45,000	18,000	0,760	1,330	1,800	82,800	0,065	28840	1280,000	722,000	18,700	1300,000	144,000	3,960
30ДШ1	30,060	20,190	0,940	1,600	1,800	92,600	0,073	15090	1000,000	563,000	12,800	2200,000	218,000	4,870

**Таблица В.4 – Основные характеристики двутавра дополнительной серии**  
(продолжение)

	h	b	s	t	r1	A	P	Iy	Wy	Sy	iy	Iz	Wz	iz
	см	см	см	см	см	см <sup>2</sup>	Т/м	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см <sup>3</sup>	см	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см
40ДШ1	39,760	30,200	1,150	1,870	2,200	159,000	0,124	46330	2330,000	1290,000	17,100	8590,000	569,000	7,360
50ДШ1	49,620	30,380	1,420	2,100	2,600	198,000	0,155	86010	3470,000	1950,000	20,800	9830,000	647,000	7,050

**В.5 Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83**



**Таблица В.5 – Основные характеристики двутавра нормального**

	h	b	s	t	r1	A	P	Iy	Wy	Sy	iy	Iz	Wz	iz
	см	см	см	см	см	см <sup>2</sup>	Т/м	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см <sup>3</sup>	см	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см
10Б1	10,000	5,500	0,410	0,570	0,700	10,320	0,008	171,000	34,200	19,700	4,070	15,900	5,800	1,240
12Б1	11,760	6,400	0,380	0,510	0,700	11,030	0,009	257,000	43,800	24,900	4,830	22,400	7,000	1,420
12Б2	12,000	6,400	0,440	0,630	0,700	13,210	0,010	318,000	53,000	30,400	4,900	27,700	8,600	1,450
14Б1	13,740	7,300	0,380	0,560	0,700	13,390	0,010	435,000	63,300	35,800	5,700	36,400	10,000	1,650
14Б2	14,000	7,300	0,470	0,690	0,700	16,430	0,013	541,000	77,300	44,200	5,740	44,900	12,300	1,650
16Б1	15,700	8,200	0,400	0,590	0,900	16,180	0,013	689,000	87,800	49,500	6,530	54,400	13,300	1,830
16Б2	16,000	8,200	0,500	0,740	0,900	20,090	0,016	869,000	108,700	61,900	6,580	68,300	16,600	1,840
18Б1	17,700	9,100	0,430	0,650	0,900	19,580	0,015	1063,000	120,100	67,700	7,370	81,900	18,000	2,040
18Б2	18,000	9,100	0,530	0,800	0,900	23,950	0,019	1317,000	146,300	83,200	7,410	100,800	22,200	2,050
20Б1	20,000	10,000	0,560	0,850	1,200	28,490	0,022	1943,000	194,300	110,300	8,260	142,300	28,500	2,230
23Б1	23,000	11,000	0,560	0,900	1,200	32,910	0,026	2996,000	260,500	147,200	9,540	200,300	36,400	2,470
26Б1	25,800	12,000	0,580	0,850	1,200	35,620	0,028	4024,000	312,000	176,600	10,630	245,600	40,900	2,630
26Б2	26,100	12,000	0,600	1,000	1,200	39,700	0,031	4654,000	356,600	201,500	10,830	288,800	48,100	2,700
30Б1	29,600	14,000	0,580	0,850	1,500	41,920	0,033	6328,000	427,000	240,000	12,290	390,000	55,700	3,050
30Б2	29,900	14,000	0,600	1,000	1,500	46,670	0,037	7293,000	487,800	273,800	12,500	458,600	65,500	3,130
35Б1	34,600	15,500	0,620	0,850	1,800	49,530	0,039	10060,000	581,700	328,600	14,250	529,600	68,300	3,270
35Б2	34,900	15,500	0,650	1,000	1,800	55,170	0,043	11550,000	662,200	373,000	14,470	622,900	80,400	3,360
40Б1	39,200	16,500	0,700	0,950	2,100	61,250	0,048	15750,000	803,600	456,000	16,030	714,900	86,700	3,420
40Б2	39,600	16,500	0,750	1,150	2,100	69,720	0,055	18530,000	935,700	529,700	16,300	865,000	104,800	3,520
45Б1	44,300	18,000	0,780	1,100	2,100	76,230	0,060	24940,000	1125,800	639,500	18,090	1073,700	119,300	3,750
45Б2	44,700	18,000	0,840	1,300	2,100	85,960	0,068	28870,000	1291,900	732,900	18,320	1269,000	141,000	3,840
50Б1	49,200	20,000	0,880	1,200	2,100	92,980	0,073	37160,000	1511,000	860,400	19,990	1606,000	160,600	4,160
50Б2	49,600	20,000	0,920	1,400	2,100	102,800	0,081	42390,000	1709,000	970,200	20,300	1873,000	187,300	4,270
55Б1	54,300	22,000	0,950	1,350	2,400	113,370	0,089	55680,000	2051,000	1165,000	22,160	2404,000	218,600	4,610

Таблица В.5 – Основные характеристики двутавра нормального (продолжение)

	h	b	s	t	r1	A	P	Iy	Wy	Sy	iy	Iz	Wz	iz
	см	см	см	см	см	см <sup>2</sup>	Т/м	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см <sup>3</sup>	см	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см
55Б2	54,700	22,000	1,000	1,550	2,400	124,750	0,098	62790,000	2296,000	1302,000	22,430	2760,000	250,900	4,700
60Б1	59,300	23,000	1,050	1,550	2,400	135,260	0,106	78760,000	2656,000	1512,000	24,130	3154,000	274,300	4,830
60Б2	59,700	23,000	1,100	1,750	2,400	147,300	0,116	87640,000	2936,000	1669,000	24,390	3561,000	309,600	4,920
70Б1	69,100	26,000	1,200	1,550	2,400	164,700	0,129	125930,000	3645,000	2095,000	27,650	4556,000	350,500	5,260
70Б2	69,700	26,000	1,250	1,850	2,400	183,600	0,144	145912,000	4187,000	2393,000	28,190	5437,000	418,200	5,440
80Б1	79,100	28,000	1,350	1,700	2,600	203,200	0,160	199500,000	5044,000	2917,000	31,330	6244,000	446,000	5,540
80Б2	79,800	28,000	1,400	2,050	2,600	226,600	0,178	232200,000	5820,000	3343,000	32,010	7527,000	537,600	5,760
90Б1	89,300	30,000	1,500	1,850	3,000	247,100	0,194	304400,000	6817,000	3964,000	35,090	8365,000	557,600	5,820
90Б2	90,000	30,000	1,550	2,200	3,000	272,400	0,214	349200,000	7760,000	4480,000	35,800	9943,000	662,800	6,040
100Б1	99,000	32,000	1,600	2,100	3,000	293,820	0,231	446000,000	9011,000	5234,000	38,960	11520,000	719,900	6,260
100Б2	99,800	32,000	1,700	2,500	3,000	328,900	0,258	516400,000	10350,000	5980,000	39,620	13710,000	856,900	6,460
100Б3	100,600	32,000	1,800	2,900	3,000	364,000	0,286	587700,000	11680,000	6736,000	40,180	15900,000	993,900	6,610
100Б4	101,300	32,000	1,950	3,250	3,000	400,600	0,315	655400,000	12940,000	7470,000	40,450	17830,000	1114,300	6,670

## В.6 Швеллеры экономичные с параллельными гранями полков по ГОСТ 8240-97

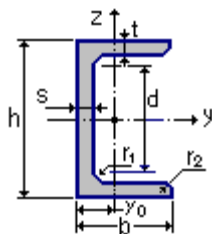


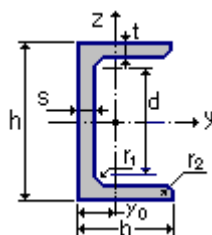
Таблица В.6 – Основные характеристики швеллера экономичного с параллельными гранями полков

	h	b	s	t	r1	r2	A	P	Iy	Wy	iy	Sy	Iz	Wz	iz	y0
	см	см	см	см	см	см	см <sup>2</sup>	Т/м	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см	см <sup>3</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см	см
5Э	5,000	3,200	0,420	0,700	0,650	0,250	6,100	0,005	22,900	9,170	1,940	5,620	6,020	3,050	0,993	1,230
6,5Э	6,500	3,600	0,420	0,720	0,650	0,250	7,410	0,006	48,900	15,050	2,570	9,020	9,420	4,130	1,127	1,320
8Э	8,000	4,000	0,420	0,740	0,750	0,250	8,820	0,007	90,000	22,500	3,190	13,310	13,930	5,380	1,257	1,410
10Э	10,000	4,600	0,420	0,760	0,900	0,300	10,790	0,008	175,900	35,170	4,040	20,550	22,680	7,470	1,450	1,560
12Э	12,000	5,200	0,450	0,780	0,950	0,300	13,090	0,010	307,000	51,170	4,840	29,750	35,120	10,030	1,638	1,700
14Э	14,000	5,800	0,460	0,810	1,000	0,300	15,410	0,012	495,700	70,810	5,670	40,960	51,760	13,130	1,833	1,860
16Э	16,000	6,400	0,470	0,840	1,100	0,350	17,850	0,014	755,500	94,430	6,500	54,410	73,170	16,700	2,024	2,020
18Э	18,000	7,000	0,480	0,870	1,150	0,350	20,400	0,016	1097,900	121,990	7,340	70,050	100,510	20,870	2,219	2,180
20Э	20,000	7,600	0,490	0,900	1,200	0,400	23,020	0,018	1537,100	153,710	8,170	88,030	134,070	25,540	2,413	2,350
22Э	22,000	8,200	0,510	0,950	1,300	0,400	26,360	0,021	2134,200	194,020	9,000	111,000	179,050	31,540	2,606	2,520
24Э	24,000	9,000	0,530	1,000	1,300	0,400	30,190	0,024	2927,000	243,920	9,850	139,080	249,030	40,070	2,872	2,780
27Э	27,000	9,500	0,580	1,050	1,300	0,450	34,870	0,027	4200,200	311,120	10,970	178,250	316,240	47,430	3,011	2,830

**Таблица В.6 – Основные характеристики швеллера экономичного с параллельными гранями полков (продолжение)**

	h	b	s	t	r1	r2	A	P	Iy	Wy	iy	Sy	Iz	Wz	iz	yo
	см	см	см	см	см	см	см <sup>2</sup>	Т/м	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см	см <sup>3</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см	см
30Э	30,000	10,000	0,630	1,100	1,300	0,500	39,940	0,031	5837,100	389,140	12,090	224,000	395,570	55,580	3,147	2,880
33Э	33,000	10,500	0,690	1,170	1,300	0,500	46,150	0,036	8021,800	488,170	13,180	281,230	497,020	65,780	3,282	2,940
36Э	36,000	11,000	0,740	1,260	1,400	0,600	52,900	0,042	10864,500	603,580	14,330	350,050	618,920	77,760	3,420	3,040
40Э	40,000	11,500	0,790	1,350	1,550	0,600	61,110	0,048	15307,900	765,400	15,830	445,410	770,890	91,800	3,552	3,100

### В.7 Швеллер с параллельными гранями полков по ГОСТ 8240-97



**Таблица В.7 – Основные характеристики швеллера с параллельными гранями полков**

	h	b	s	t	r1	r2	A	P	Iy	Wy	iy	Sy	Iz	Wz	iz	yo
	см	см	см	см	см	см	см <sup>2</sup>	Т/м	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см	см <sup>3</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см	см
5П	5,000	3,200	0,440	0,700	0,600	0,350	6,160	0,005	22,800	9,100	1,920	5,610	5,950	2,990	0,980	1,210
6,5П	6,500	3,600	0,440	0,720	0,600	0,350	7,510	0,006	48,800	15,000	2,550	9,020	9,350	4,060	1,120	1,290
8П	8,000	4,000	0,450	0,740	0,650	0,350	8,980	0,007	89,900	22,500	3,160	13,300	13,900	3,310	1,240	1,380
10П	10,000	4,600	0,450	0,760	0,700	0,400	10,900	0,009	175,000	34,900	3,990	20,500	22,600	7,370	1,440	1,530
12П	12,000	5,200	0,480	0,780	0,750	0,450	13,300	0,010	305,000	50,800	4,790	29,700	34,900	9,840	1,620	1,660
14П	14,000	5,800	0,490	0,810	0,800	0,450	15,600	0,012	493,000	70,400	5,610	40,900	51,500	12,900	1,810	1,820
16П	16,000	6,400	0,500	0,840	0,850	0,500	18,100	0,014	750,000	93,800	6,440	54,300	72,800	16,400	2,000	1,970
16аП	16,000	6,800	0,500	0,900	0,850	0,500	19,500	0,015	827,000	103,000	6,510	59,500	90,500	19,600	2,150	2,190
18П	18,000	7,000	0,510	0,870	0,900	0,500	20,700	0,016	1090,000	121,000	7,260	70,000	100,000	20,600	2,200	2,140
18аП	18,000	7,400	0,510	0,930	0,900	0,500	22,200	0,017	1200,000	133,000	7,340	76,300	123,000	24,300	2,350	2,360
20П	20,000	7,600	0,520	0,900	0,950	0,550	23,400	0,018	1530,000	153,000	8,080	88,000	134,000	25,200	2,390	2,300
22П	22,000	8,200	0,540	0,950	1,000	0,600	26,700	0,021	2120,000	193,000	8,900	111,000	178,000	31,000	2,580	2,470
24П	24,000	9,000	0,560	1,000	1,050	0,600	30,600	0,024	2910,000	243,000	9,750	139,000	248,000	39,500	2,850	2,720
27П	27,000	9,500	0,600	1,050	1,100	0,650	35,200	0,028	4180,000	310,000	10,900	178,000	314,000	46,700	2,990	2,780
30П	30,000	10,000	0,650	1,100	1,200	0,700	40,500	0,032	5830,000	389,000	12,000	224,000	393,000	54,800	3,120	2,830
33П	33,000	10,500	0,700	1,170	1,300	0,750	46,500	0,037	8010,800	486,000	13,100	281,000	491,000	64,600	3,250	2,900
36П	36,000	11,000	0,750	1,260	1,400	0,850	53,400	0,042	10850,000	603,000	14,300	350,000	611,000	76,300	3,380	2,990
40П	40,000	11,500	0,800	1,350	1,500	0,900	61,500	0,048	15260,000	763,000	15,800	445,000	760,000	89,900	3,510	3,050

## В.8 Швеллер с уклоном полок по ГОСТ 8240-97

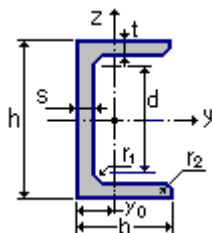


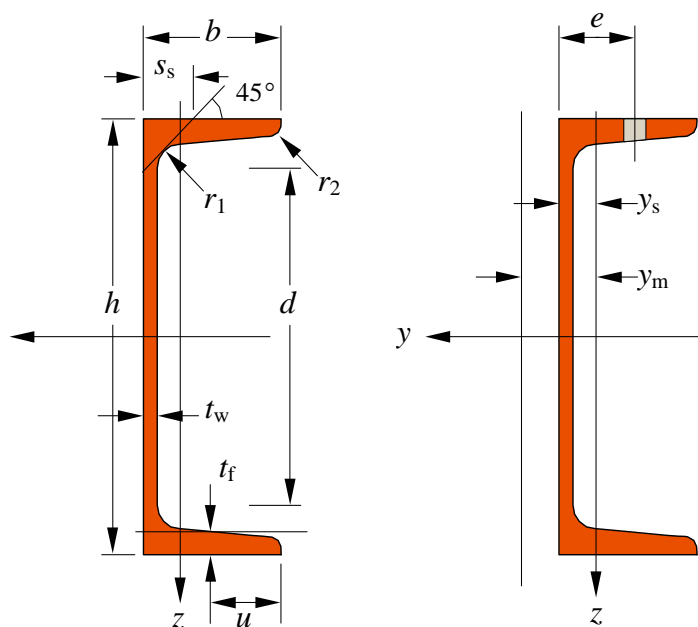
Таблица В.8 – Основные характеристики швеллера с уклоном полок

	h	b	s	t	r1	r2	A	P	Iy	Wy	iy	Sy	Iz	Wz	iz	yo
	см	см	см	см	см	см	см <sup>2</sup>	Т/м	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см	см <sup>3</sup>	см <sup>4</sup>	см <sup>3</sup>	см	см
5У	5,000	3,200	0,440	0,700	0,600	0,250	6,160	0,005	22,800	9,100	1,920	5,590	5,610	2,750	0,950	1,160
6,5У	6,500	3,600	0,440	0,720	0,600	0,250	7,510	0,006	48,600	15,000	2,540	9,000	8,700	3,680	1,080	1,240
8У	8,000	4,000	0,450	0,740	0,650	0,250	8,980	0,007	89,400	22,400	3,160	23,300	12,800	4,750	1,190	1,310
10У	10,000	4,600	0,450	0,760	0,700	0,300	10,900	0,009	174,000	34,800	3,990	20,400	20,400	6,460	1,370	1,440
12У	12,000	5,200	0,480	0,780	0,750	0,300	13,300	0,010	304,000	50,600	4,780	29,600	31,200	8,520	1,530	1,540
14У	14,000	5,800	0,490	0,810	0,800	0,300	15,600	0,012	491,000	70,200	5,600	40,800	45,400	11,000	1,700	1,670
16У	16,000	6,400	0,500	0,840	0,850	0,350	18,100	0,014	747,000	93,400	6,420	54,100	63,300	13,800	1,870	1,800
16аУ	16,000	6,800	0,500	0,900	0,850	0,350	19,500	0,015	823,000	103,000	6,490	59,400	78,800	16,400	2,010	2,000
18У	18,000	7,000	0,510	0,870	0,900	0,350	20,700	0,016	1090,000	121,000	7,240	69,800	86,000	17,000	2,040	1,940
18аУ	18,000	7,400	0,510	0,930	0,900	0,350	22,200	0,017	1190,000	132,000	7,320	76,100	105,000	20,000	2,180	2,130
20У	20,000	7,600	0,520	0,900	0,950	0,400	23,400	0,018	1520,000	152,000	8,070	87,800	113,000	20,500	2,200	2,070
22У	22,000	8,200	0,540	0,950	1,000	0,400	26,700	0,021	2110,000	192,000	8,890	110,000	151,000	25,100	2,370	2,210
24У	24,000	9,000	0,560	1,000	1,050	0,400	30,600	0,024	2900,000	242,000	9,730	139,000	208,000	31,600	2,600	2,420
27У	27,000	9,500	0,600	1,050	1,100	0,450	35,200	0,028	4160,000	308,000	10,900	178,000	262,000	37,300	2,730	2,470
30У	30,000	10,000	0,650	1,100	1,200	0,500	40,500	0,032	5810,000	387,000	12,000	224,000	327,000	43,600	2,840	2,520
33У	33,000	10,500	0,700	1,170	1,300	0,500	46,500	0,037	7980,000	484,000	13,100	281,000	410,000	51,800	2,970	2,590
36У	36,000	11,000	0,750	1,260	1,400	0,600	53,400	0,042	10820,000	601,000	14,200	350,000	513,000	61,700	3,100	2,680
40У	40,000	11,500	0,800	1,350	1,500	0,600	61,500	0,048	15220,000	761,000	15,700	444,000	642,000	73,400	3,230	2,750

**Приложение Г**  
(информационное)

**Сортамент стальных европейских профилей**

**Г.1 Швеллер с наклонными гранями полки (UPN)**



Размеры: DIN 1026-1:2000, NF A 45-202: 1986.

Допустимые отклонения: EN 10279:2000.

Состояние поверхности: в соответствии с EN 10163-3:2004, класс C, подкласс 1.

**Рисунок Г.1 – UPN**

Таблица Г.1 – Размеры швеллера с наклонными гранями полок (UPN)

Обозначение		Размеры						A мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	Конструкционные размеры				Площадь поверхности	
	G кг/м	h мм	b мм	t <sub>w</sub> мм	t <sub>f</sub> мм	r <sub>1</sub> мм	r <sub>2</sub> мм		d мм	Ø	p <sub>min</sub> мм	p <sub>max</sub> мм	A <sub>L</sub> м <sup>2</sup> /м	A <sub>G</sub> м <sup>2</sup> /т
UPN50	5,59	50	38	5	7	7	3,5	7,12	21	-	-	-	0,232	42,22
UPN65	7,09	65	42	5,5	7,5	7,5	4	9,03	34	-	-	-	0,273	39,57
UPN80	8,64	80	45	6	8	8	4	11	47	-	-	-	0,312	37,1
UPN100	10,6	100	50	6	8,5	8,5	4,5	13,5	64	-	-	-	0,372	35,1
UPN120	13,4	120	55	7	9	9	4,5	17	82	-	-	-	0,434	32,52
UPN140	16	140	60	7	10	10	5	20,4	98	M 12	33	37	0,489	30,54
UPN160	18,8	160	65	7,5	10,5	10,5	5,5	24	115	M 12	34	42	0,546	28,98
UPN180	22	180	70	8	11	11	5,5	28	133	M 16	38	41	0,611	27,8
UPN200	25,3	200	75	8,5	11,5	11,5	6	32,2	151	M 16	39	46	0,661	26,15
UPN220	29,4	220	80	9	12,5	12,5	6,5	37,4	167	M 16	40	51	0,718	24,46
UPN240	33,2	240	85	9,5	13	13	6,5	42,3	184	M 20	46	50	0,775	23,34
UPN260	37,9	260	90	10	14	14	7	48,3	200	M 22	50	52	0,834	22
UPN280	41,8	280	95	10	15	15	7,5	53,3	216	M 22	52	57	0,89	21,27
UPN300	46,2	300	100	10	16	16	8	58,8	232	M 24	55	59	0,95	20,58
UPN320	59,5	320	100	14	17,5	17,5	8,8	75,8	246	M 22	58	62	0,982	16,5
UPN350	60,6	350	100	14	16	16	8	77,3	282	M 22	56	62	1,05	17,25
UPN380	63,1	380	102	13,5	16	16	8	80,4	313	M 24	59	60	1,11	17,59
UPN400	71,8	400	110	14	18	18	9	91,5	324	M 27	61	62	1,18	16,46

Таблица Г.2 – Расчетные значения для *и*

	$h \leq 300$	$h > 300$
<i>и</i>	$\frac{b}{2}$	$\frac{b-t_w}{2}$
Наклон фланца	8%	5%

Таблица Г.3 – Справочные данные для расчета швеллера с наклонными гранями полок (UPN)

Обозначение		Справочные значения														Классификация по СН РК EN 1993-1-1: 2005/2011				EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001	
		ось у-у					ось z-z																
	$G$ кг/м	$I_y$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,y}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,y} \blacklozenge$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_y$ мм ×10	$A_{vz}$ мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	$I_z$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,z}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,z'}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_z$ мм ×10	$s_s$ мм	$I_t$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$I_w$ мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	$y_s$ мм ×10	$y_m$ мм ×10	чистый изгиб у- у		чистое сжатие					
																	s235	s355	s235	s355			
UPN50	5,59	26,4	10,6	13,1	1,92	2,77	9,12	3,75	6,78	1,13	16,7	1,12	0,03	1,37	2,47		1	1	1	1	+		
UPN65	7,09	57,5	17,7	21,7	2,52	3,68	14,1	5,07	9,38	1,25	18	1,61	0,08	1,42	2,6		1	1	1	1	+		
UPN80	8,64	106	26,5	32,3	3,1	4,9	19,4	6,36	11,9	1,33	19,4	2,2	0,18	1,45	2,67		1	1	1	1	+		
UPN100	10,6	206	41,2	49	3,91	6,46	29,3	8,49	16,2	1,47	20,3	2,81	0,41	1,55	2,93		1	1	1	1	+		
UPN120	13,4	364	60,7	72,6	4,62	8,8	43,2	11,1	21,2	1,59	22,2	4,15	0,9	1,6	3,03		1	1	1	1	+		
UPN140	16	605	86,4	103	5,45	10,4	62,7	14,8	28,3	1,75	23,9	5,68	1,8	1,75	3,37		1	1	1	1	+		
UPN160	18,8	925	116	138	6,21	12,6	85,3	18,3	35,2	1,89	25,3	7,39	3,26	1,84	3,56		1	1	1	1	+		
UPN180	22	1350	150	179	6,95	15,1	114	22,4	42,9	2,02	26,7	9,55	5,57	1,92	3,75		1	1	1	1	+		
UPN200	25,3	1910	191	228	7,7	17,7	148	27	51,8	2,14	28,1	11,9	9,07	2,01	3,94		1	1	1	1	+		
UPN220	29,4	2690	245	292	8,48	20,6	197	33,6	64,1	2,3	30,3	16	14,6	2,14	4,2		1	1	1	1	+		



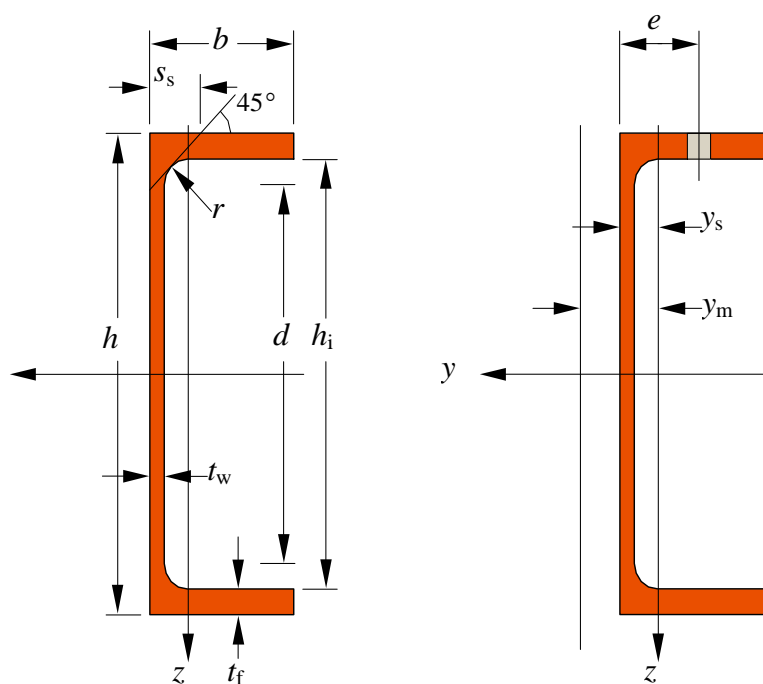
UPN240	33,2	3600	300	358	9,22	23,7	248	39,6	75,7	2,42	31,7	19,7	22,1	2,23	4,39	1	1	1	1	+		
UPN260	37,9	4820	371	442	9,99	27,1	317	47,7	91,6	2,56	33,9	25,5	33,3	2,36	4,66	1	1	1	1	+		
UPN280	41,8	6280	448	532	10,9	29,3	399	57,2	109	2,74	35,6	31	48,5	2,53	5,02	1	1	1	1	+		

Таблица Г. 3 – Справочные данные для расчета швеллера с наклонными гранями полок (UPN) (продолжение)

Обозначение		Справочные значения														Классификация по СН РК EN 1993-1-1: 2005/2011				EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
		ось у-у					ось z-z															
	G кг/м	I <sub>y</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,y</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,y</sub> ♦ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> мм ×10	A <sub>vz</sub> мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	I <sub>z</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,z</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,z'</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> мм ×10	s <sub>s</sub> мм	I <sub>t</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	y <sub>s</sub> мм ×10	y <sub>m</sub> мм ×10	чистый изгиб у- у		чистое сжатие				
																s235	s355	s235	s355			
UPN300	46,2	8030	535	632	11,7	31,8	495	67,8	130	2,9	37,3	37,4	69,1	2,7	5,41	1	1	1	1	+		
UPN320	59,5	10870	679	826	12,1	47,1	597	80,6	152	2,81	43	66,7	96,1	2,6	4,82	1	1	1	1	+		
UPN350	60,6	12840	734	918	12,9	50,8	570	75	143	2,72	40,7	61,2	114	2,4	4,45	1	1	1	1	+		
UPN380	63,1	15760	829	1010	14	53,2	615	78,7	148	2,77	40,3	59,1	146	2,38	4,58	1	1	1	1	+		
UPN400	71,8	20350	1020	1240	14,9	58,6	846	102	190	3,04	44	81,6	221	2,65	5,11	1	1	1	1	+		

♦ W<sub>pl,y</sub> значение определено при условии действия нагрузки под прямыми углами. Таким образом, приведенное значение применяется только если два или более швеллера соединены так, что сформированное сечение имеет две оси симметрии, и изгибающий момент, действующий в плоскости центра тяжести, не вызывает кручения.

## Г.2 Швеллер с параллельными гранями полок (UPE)



Размеры: DIN 1026-1:2000, NF A 45-202: 1986.

Допустимые отклонения: EN 10279:2000.

Состояние поверхности: в соответствии с EN 10163-3:2004, класс C, подкласс 1.

Рисунок Г.2 – UPE

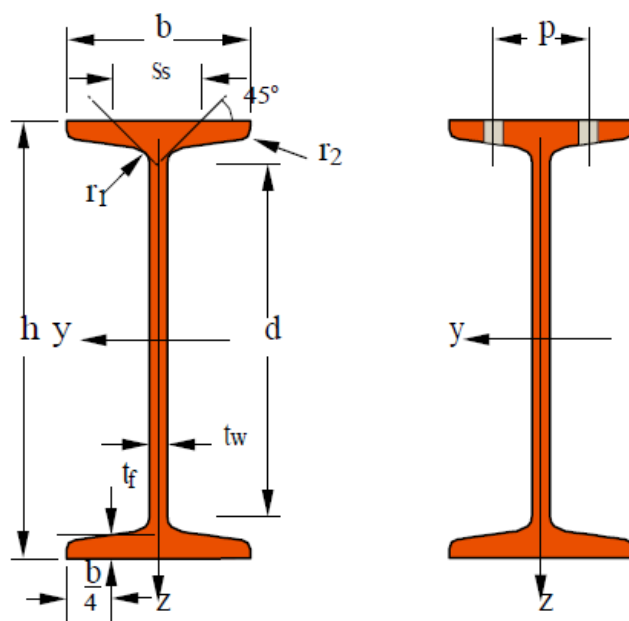
Таблица Г.4 – Размеры швеллера с параллельными гранями полок (UPE)

Обозначение		Размеры					A $\text{мм}^2 \times 10^2$	Конструкционные размеры					Площадь поверхности	
	G кг/м	h мм	b мм	t <sub>w</sub> мм	t <sub>f</sub> мм	r мм		h <sub>i</sub> мм	d мм	Ø	e <sub>min</sub> мм	e <sub>max</sub> мм	A <sub>L</sub> м <sup>2</sup> /м	A <sub>G</sub> м <sup>2</sup> /т
UPE80	7,9	80	50	4	7	10	10,1	66	46	-	-	-	0,343	43,45
UPE100	9,82	100	55	4,5	7,5	10	12,5	85	65	M 12	35	36	0,402	41
UPE120	12,1	120	60	5	8	12	15,4	104	80	M 12	35	41	0,46	37,98
UPE140	14,5	140	65	5	9	12	18,4	122	98	M 16	35	38	0,52	35,95
UPE160	17	160	70	5,5	9,5	12	21,7	141	117	M 16	36	43	0,579	34,01
UPE180	19,7	180	75	5,5	10,5	12	25,1	159	135	M 16	36	48	0,639	32,4
UPE200	22,8	200	80	6	11	13	29	178	152	M 20	46	47	0,697	30,6
UPE220	26,6	220	85	6,5	12	13	33,9	196	170	M 22	47	49	0,756	28,43
UPE240	30,2	240	90	7	12,5	15	38,5	215	185	M 24	47	51	0,813	26,89
UPE270	35,2	270	95	7,5	13,5	15	44,8	243	213	M 27	48	50	0,892	25,34
UPE300	44,4	300	100	9,5	15	15	56,6	270	240	M 27	50	55	0,968	21,78
UPE330	53,2	330	105	11	16	18	67,8	298	262	M 27	54	60	1,043	19,6
UPE360	61,2	360	110	12	17	18	77,9	326	290	M 27	55	65	1,121	18,32
UPE400	72,2	400	115	13,5	18	18	91,9	364	328	M 27	57	70	1,218	16,87

Таблица Г.5 – Справочные данные для расчета швеллера с параллельными гранями полок (UPE)

Обозначение		Справочные значения														Классификация по СН РК EN 1993-1-1:2005/2011				EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001	
		ось у-у					ось z-z																
	$G$ кг/м	$I_y$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,y}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,y}♦$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_y$ мм ×10	$A_{vz}$ мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	$I_z$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,z}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,z'}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_z$ мм ×10	$s_s$ мм	$I_t$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$I_w$ мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	$y_s$ мм ×10	$y_m$ мм ×10	чистый изгиб у-у		чистое сжатие					
																	s235	s355	s235	s355			
UPE80	7,9	107	26,8	31,2	3,26	4,05	25,5	8	14,3	1,59	16,9	1,47	0,22	1,82	3,71		1	1	1	1	+		
UPE100	9,82	207	41,4	48	4,07	5,34	38,3	10,6	19,3	1,75	17,9	2,01	0,53	1,91	3,93		1	1	1	1	+		
UPE120	12,1	364	60,6	70,3	4,86	7,18	55,5	13,8	25,3	1,9	20	2,9	1,12	1,98	4,12		1	1	1	1	+		
UPE140	14,5	600	85,6	98,8	5,71	8,25	78,8	18,2	33,2	2,07	21	4,05	2,2	2,17	4,54		1	1	1	1	+		
UPE160	17	911	114	132	6,48	10	107	22,6	41,5	2,22	22	5,2	3,96	2,27	4,76		1	1	1	1	+		
UPE180	19,7	1350	150	173	7,34	11,2	144	28,6	52,3	2,39	23	6,99	6,81	2,47	5,19		1	1	1	1	+		
UPE200	22,8	1910	191	220	8,11	13,5	187	34,5	63,3	2,54	24,6	8,89	11	2,56	5,41		1	1	1	1	+		
UPE220	26,6	2680	244	281	8,9	15,8	247	42,5	78,2	2,7	26,1	12,1	17,6	2,7	5,7		1	1	1	1	+		
UPE240	30,2	3600	300	347	9,67	18,8	311	50,1	92,2	2,84	28,3	15,1	26,4	2,79	5,91		1	1	1	1	+		
UPE270	35,2	5250	389	451	10,8	22,2	401	60,7	112	2,99	29,8	19,9	43,6	2,89	6,14		1	1	1	2	+		
UPE300	44,4	7820	522	613	11,8	30,3	538	75,6	137	3,08	33,3	31,5	72,7	2,89	6,03		1	1	1	1	+		
UPE330	53,2	11010	667	792	12,7	38,8	681	89,7	156	3,17	37,5	45,2	112	2,9	6		1	1	1	1	+		
UPE360	61,2	14830	824	982	13,8	45,6	844	105	178	3,29	39,5	58,5	166	2,97	6,12		1	1	1	1	+		
UPE400	72,2	20980	1050	1260	15,1	56,2	1045	123	191	3,37	42	79,1	259	2,98	6,06		1	1	1	1	+		
<div>♦ <math>W_{pl,y}</math> значение определено при условии действия нагрузки под прямыми углами. Таким образом, приведенное значение применяется только если два или более швеллера соединены так, что сформированное сечение имеет две оси симметрии, и изгибающий момент, действующий в плоскости центра тяжести, не вызывает кручения.</div>																							

Г.3 Европейские нормальные двутавры (IPN)



Наклон фланца: 14 %.

Размеры: IPN 80 - IPN 550 DIN 1025-1:1995, NF A 45-209: 1983 IPN 600 DIN 1025-1: 1963.

Допустимые отклонения: EN 10024:1995.

Состояние поверхности: в соответствии с EN 10163-3:2004, класс C, подкласс 1.

Рисунок Г.3 – IPN

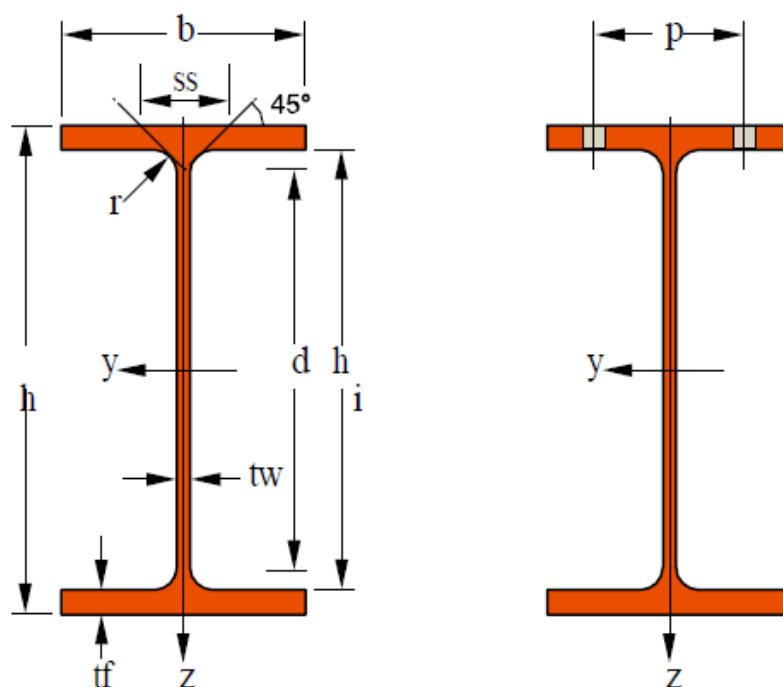
Таблица Г.6 – Размеры европейского нормального двутавра

Обозначение		Размеры						A мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	Конструкционные размеры				Площадь поверхности	
	G кг/м	h мм	b мм	t <sub>w</sub> мм	t <sub>f</sub> мм	r <sub>1</sub> мм	r <sub>2</sub> мм		d мм	Ø	p <sub>min</sub> мм	p <sub>max</sub> мм	A <sub>L</sub> м <sup>2</sup> /м	A <sub>G</sub> м <sup>2</sup> /т
IPN80	5,94	80	42	3,9	5,9	3,9	2,3	7,57	59	-	-	-	0,304	51,09
IPN100	8,34	100	50	4,5	6,8	4,5	2,7	10,6	75,7	-	-	-	0,37	44,47
IPN120	11,1	120	58	5,1	7,7	5,1	3,1	14,2	92,4	-	-	-	0,439	39,38
IPN140	14,3	140	66	5,7	8,6	5,7	3,4	18,2	109,1	-	-	-	0,502	34,94
IPN160	17,9	160	74	6,3	9,5	6,3	3,8	22,8	125,8	-	-	-	0,575	32,13
IPN180	21,9	180	82	6,9	10,4	6,9	4,1	27,9	142,4	-	-	-	0,64	29,22
IPN200	26,2	200	90	7,5	11,3	7,5	4,5	33,4	159,1	-	-	-	0,709	27,04
IPN220	31,1	220	98	8,1	12,2	8,1	4,9	39,5	175,8	M 10	50	56	0,775	24,99
IPN240	36,2	240	106	8,7	13,1	8,7	5,2	46,1	192,5	M 10	54	60	0,844	23,32
IPN260	41,9	260	113	9,4	14,1	9,4	5,6	53,3	208,9	M 12	62	62	0,906	21,65
IPN280	47,9	280	119	10,1	15,2	10,1	6,1	61	225,1	M 12	68	68	0,966	20,17
IPN300	54,2	300	125	10,8	16,2	10,8	6,5	69	241,6	M 12	70	74	1,03	19,02
IPN320	61	320	131	11,5	17,3	11,5	6,9	77,7	257,9	M 12	70	80	1,09	17,87
IPN340	68	340	137	12,2	18,3	12,2	7,3	86,7	274,3	M 12	78	86	1,15	16,9
IPN360	76,1	360	143	13	19,5	13	7,8	97	290,2	M 12	78	92	1,21	15,89
IPN380	84	380	149	13,7	20,5	13,7	8,2	107	306,7	M 16	84	86	1,27	15,12
IPN400	92,4	400	155	14,4	21,6	14,4	8,6	118	322,9	M 16	86	92	1,33	14,36
IPN450	115	450	170	16,2	24,3	16,2	9,7	147	363,6	M 16	92	106	1,48	12,83
IPN500	141	500	185	18	27	18	10,8	179	404,3	M 20	102	110	1,63	11,6
IPN550	166	550	200	19	30	19	11,9	212	445,6	M 22	112	118	1,8	10,8
IPN600	199	600	215	21,6	32,4	21,6	13	254	485,8	M 24	126	128	1,92	9,89

Таблица Г.7 – Справочные данные для расчета европейского нормального двутавра

Обозначение		Справочные значения												Классификация по СН РК EN 1993-1- 1:2005/2011				EN 10025- 2:2004	EN 10025- 4:2004	EN 10225: 2001
		ось у-у						ось z-z												
	G кг/м	I <sub>y</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,y</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,y</sub> ◆ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> мм ×10	A <sub>vz</sub> мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	I <sub>z</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,z</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,z</sub> ◆ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> мм ×10	s <sub>s</sub> мм	I <sub>t</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	чистый изгиб у-у		чистое сжатие				
														s235	s355	s235	s355			
IPN80	5,94	77,8	19,5	22,8	3,2	3,41	6,29	3	5	0,91	21,6	0,87	0,09	1	1	1	1	+		
IPN100	8,34	171	34,2	39,8	4,01	4,85	12,2	4,88	8,1	1,07	25	1,6	0,27	1	1	1	1	+		
IPN120	11,1	328	54,7	63,6	4,81	6,63	21,5	7,41	12,4	1,23	28,4	2,71	0,69	1	1	1	1	+		
IPN140	14,3	573	81,9	95,4	5,61	8,65	35,2	10,7	17,9	1,4	31,8	4,32	1,54	1	1	1	1	+		
IPN160	17,9	935	117	136	6,4	10,83	54,7	14,8	24,9	1,55	35,2	6,57	3,14	1	1	1	1	+		
IPN180	21,9	1450	161	187	7,2	13,35	81,3	19,8	33,2	1,71	38,6	9,58	5,92	1	1	1	1	+		
IPN200	26,2	2140	214	250	8	16,03	117	26	43,5	1,87	42	13,5	10,5	1	1	1	1	+		
IPN220	31,1	3060	278	324	8,8	19,06	162	33,1	55,7	2,02	45,4	18,6	17,8	1	1	1	1	+		
IPN240	36,2	4250	354	412	9,59	22,33	221	41,7	70	2,2	48,9	25	28,7	1	1	1	1	+		
IPN260	41,9	5740	442	514	10,4	26,08	288	51	85,9	2,32	52,6	33,5	44,1	1	1	1	1	+		
IPN280	47,9	7590	542	632	11,1	30,18	364	61,2	103	2,45	56,4	44,2	64,6	1	1	1	1	+		
IPN300	54,2	9800	653	762	11,9	34,58	451	72,2	121	2,56	60,1	56,8	91,8	1	1	1	1	+		
IPN320	61	12510	782	914	12,7	39,26	555	84,7	143	2,67	63,9	72,5	129	1	1	1	1	+		
IPN340	68	15700	923	1080	13,5	44,27	674	98,4	166	2,8	67,6	90,4	176	1	1	1	1	+		
IPN360	76,1	19610	1090	1276	14,2	49,95	818	114	194	2,9	71,8	115	240	1	1	1	1	+		
IPN380	84	24010	1260	1482	15	55,55	975	131	221	3,02	75,4	141	319	1	1	1	1	+		
IPN400	92,4	29210	1460	1714	15,7	61,69	1160	149	253	3,13	79,3	170	420	1	1	1	1	+		
IPN450	115	45850	2040	2400	17,7	77,79	1730	203	345	3,43	88,9	267	791	1	1	1	1	+		
IPN500	141	68740	2750	3240	19,6	95,6	2480	268	456	3,72	98,5	402	1400	1	1	1	1	+		
IPN550	166	99180	3610	4240	21,6	111,3	3490	349	592	4,02	107,3	544	2390	1	1	1	1	+		
IPN600	199	139000	4630	5452	23,4	138	4670	434	752	4,3	117,6	787	3814	1	1	1	1	+		
◆ W <sub>pl</sub> для расчётов с учётом пластичности, профиль должен относиться к классам 1 или 2 в соответствии с требуемым предельным углом поворота сечения.																				

## Г.4 Европейские двутавры I (IPE)



Размеры: IPE 80 – 600 в соответствии со стандартом EU 19-57 IPE AA 80-550, IPE A 80-600, IPE O 180-600, IPE 750 в соответствии со стандартом завода-изготовителя.

Допустимые отклонения: EN 10034:1993.

Состояние поверхности: в соответствии с EN 10163-3:2004, класс C, подкласс 1.

Рисунок Г.4 – IPE



Таблица Г.8 – Размеры европейского двутавра I (IPE)

Обозначение		Размеры					A мм <sup>2</sup> × 10 <sup>2</sup>	Конструкционные размеры					Площадь поверхности	
	G кг/м	h мм	b мм	t <sub>w</sub> мм	t <sub>f</sub> мм	r мм		h <sub>i</sub> мм	d мм	Ø	p <sub>min</sub> мм	p <sub>max</sub> мм	A <sub>L</sub> м <sup>2</sup> /м	A <sub>G</sub> м <sup>2</sup> /т
IPEAA 80	4,9	78	46	3,2	4,2	5	6,31	69,6	59,6	-	-	-	0,325	65,62
IPEA 80	5	78	46	3,3	4,2	5	6,38	69,6	59,6	-	-	-	0,325	64,9
IPE80	6	80	46	3,8	5,2	5	7,64	69,6	59,6	-	-	-	0,328	54,64
IPEAA 100	6,7	97,6	55	3,6	4,5	7	8,56	88,6	74,6	-	-	-	0,396	58,93
IPEA 100	6,9	98	55	3,6	4,7	7	8,8	88,6	74,6	-	-	-	0,397	57,57
IPE100	8,1	100	55	4,1	5,7	7	10,3	88,6	74,6	-	-	-	0,4	49,33
IPEAA 120	8,4	117	64	3,8	4,8	7	10,7	107,4	93,4	-	-	-	0,47	56,26
IPEA 120	8,7	117,6	64	3,8	5,1	7	11	107,4	93,4	-	-	-	0,472	54,47
IPE120	10,4	120	64	4,4	6,3	7	13,2	107,4	93,4	-	-	-	0,475	45,82
IPEAA 140	10,1	136,6	73	3,8	5,2	7	12,8	126,2	112,2	-	-	-	0,546	54,26
IPEA 140	10,5	137,4	73	3,8	5,6	7	13,4	126,2	112,2	-	-	-	0,547	52,05
IPE140	12,9	140	73	4,7	6,9	7	16,4	126,2	112,2	-	-	-	0,551	42,7
IPEAA 160	12,1	156,4	82	4	5,6	7	15,4	145,2	131,2	-	-	-	0,621	50,4
IPEA 160	12,7	157	82	4	5,9	9	16,2	145,2	127,2	-	-	-	0,619	48,7
IPE160	15,8	160	82	5	7,4	9	20,1	145,2	127,2	-	-	-	0,623	39,47
IPEAA 180	14,9	176,4	91	4,3	6,2	9	19	164	146	M 10	48	48	0,693	46,37
IPEA 180	15,4	177	91	4,3	6,5	9	19,6	164	146	M 10	48	48	0,694	45,15
IPE180	18,8	180	91	5,3	8	9	23,9	164	146	M 10	48	48	0,698	37,13
IPEO 180+	21,3	182	92	6	9	9	27,1	164	146	M 10	50	50	0,705	33,12
IPEAA 200	18	196,4	100	4,5	6,7	12	22,9	183	159	M 10	54	58	0,763	42,51
IPEA 200	18,4	197	100	4,5	7	12	23,5	183	159	M 10	54	58	0,764	41,49
IPE200	22,4	200	100	5,6	8,5	12	28,5	183	159	M 10	54	58	0,768	34,36
IPEO 200+	25,1	202	102	6,2	9,5	12	32	183	159	M 10	56	60	0,779	31,05
IPEAA 220	21,2	216,4	110	4,7	7,4	12	27	201,6	177,6	M 12	60	62	0,843	39,78

Таблица Г.8 – Размеры европейского двутавра I (IPE) (продолжение)

Обозначение		Размеры					A мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	Конструкционные размеры					Площадь поверхности	
	G кг/м	h мм	b мм	t <sub>w</sub> мм	t <sub>f</sub> мм	r мм		h <sub>i</sub> мм	d мм	Ø	p <sub>min</sub> мм	p <sub>max</sub> мм	A <sub>L</sub> м <sup>2</sup> /м	A <sub>G</sub> м <sup>2</sup> /т
IPEA 220	22,2	217	110	5	7,7	12	28,3	201,6	177,6	M 12	60	62	0,843	38,02
IPE220	26,2	220	110	5,9	9,2	12	33,4	201,6	177,6	M 12	60	62	0,848	32,36
IPEO 220+	29,4	222	112	6,6	10,2	12	37,4	201,6	177,6	M 10	58	66	0,858	29,24
IPEAA 240	24,9	236,4	120	4,8	8	15	31,7	220,4	190,4	M12	64	68	0,917	36,86
IPEA 240	26,2	237	120	5,2	8,3	15	33,3	220,4	190,4	M12	64	68	0,918	35,1
IPE240	30,7	240	120	6,2	9,8	15	39,1	220,4	190,4	M12	66	68	0,922	30,02
IPEO 240+	34,3	242	122	7	10,8	15	43,7	220,4	190,4	M12	66	70	0,932	27,17
IPEA 270	30,7	267	135	5,5	8,7	15	39,2	249,6	219,6	M16	70	72	1,037	33,75
IPE270	36,1	270	135	6,6	10,2	15	45,9	249,6	219,6	M16	72	72	1,041	28,86
IPEO 270+	42,3	274	136	7,5	12,2	15	53,8	249,6	219,6	M16	72	72	1,051	24,88
IPEA 300	36,5	297	150	6,1	9,2	15	46,5	278,6	248,6	M16	72	86	1,156	31,65
IPE300	42,2	300	150	7,1	10,7	15	53,8	278,6	248,6	M16	72	86	1,16	27,46
IPEO 300+	49,3	304	152	8	12,7	15	62,8	278,6	248,6	M16	74	88	1,174	23,81
IPEA 330	43	327	160	6,5	10	18	54,7	307	271	M16	78	96	1,25	29,09
IPE330	49,1	330	160	7,5	11,5	18	62,6	307	271	M16	78	96	1,254	25,52
IPEO 330+	57	334	162	8,5	13,5	18	72,6	307	271	M16	80	98	1,268	22,24
IPEA 360	50,2	357,6	170	6,6	11,5	18	64	334,6	298,6	M22	86	88	1,351	26,91
IPE360	57,1	360	170	8	12,7	18	72,7	334,6	298,6	M22	88	88	1,353	23,7
IPEO 360+	66	364	172	9,2	14,7	18	84,1	334,6	298,6	M22	90	90	1,367	20,69
IPEA 400	57,4	397	180	7	12	21	73,1	373	331	M22	94	98	1,464	25,51
IPE400	66,3	400	180	8,6	13,5	21	84,5	373	331	M22	96	98	1,467	22,12
IPEO 400+	75,7	404	182	9,7	15,5	21	96,4	373	331	M22	96	100	1,481	19,57
IPEA 450	67,2	447	190	7,6	13,1	21	85,6	420,8	378,8	M 24	100	102	1,603	23,87

Таблица Г.8 – Размеры европейского двутавра I (IPE) (продолжение)

Обозначение		Размеры					A мм <sup>2</sup> × 10 <sup>2</sup>	Конструкционные размеры					Площадь поверхности	
	G кг/м	h мм	b мм	t <sub>w</sub> мм	t <sub>f</sub> мм	r мм		h <sub>i</sub> мм	d мм	Ø	p <sub>min</sub> мм	p <sub>max</sub> мм	A <sub>L</sub> м <sup>2</sup> /м	A <sub>G</sub> м <sup>2</sup> /t
IPE450	77,6	450	190	9,4	14,6	21	98,8	420,8	378,8	M 24	100	102	1,605	20,69
IPEO 450+	92,4	456	192	11	17,6	21	118	420,8	378,8	M 24	102	104	1,622	17,56
IPEA 500	79,4	497	200	8,4	14,5	21	101	468	426	M 24	100	112	1,741	21,94
IPE500	90,7	500	200	10,2	16	21	116	468	426	M 24	102	112	1,744	19,23
IPEO 500+	107	506	202	12	19	21	137	468	426	M 24	104	114	1,76	16,4
IPEA 550	92,1	547	210	9	15,7	24	117	515,6	467,6	M 24	106	122	1,875	20,36
IPE550	106	550	210	11,1	17,2	24	134	515,6	467,6	M 24	110	122	1,877	17,78
IPEO 550+	123	556	212	12,7	20,2	24	156	515,6	467,6	M 24	110	122	1,893	15,45
IPEA 600	108	597	220	9,8	17,5	24	137	562	514	M 27	114	118	2,013	18,72
IPE600	122	600	220	12	19	24	156	562	514	M 27	116	118	2,015	16,45
IPEO 600+	154	610	224	15	24	24	197	562	514	M 27	118	122	2,045	13,24
IPE750 × 137	137	753	263	11,5	17	17	175	719	685	M 27	102	162	2,506	18,28
IPE750 × 147	147	753	265	13,2	17	17	188	719	685	M 27	104	164	2,51	17,06
IPE750 × 173+	173	762	267	14,4	21,6	17	221	718,8	684,8	M 27	104	166	2,534	14,58
IPE750 × 196+	196	770	268	15,6	25,4	17	251	719,2	685,2	M 27	106	166	2,552	12,96

Таблица Г.9 –Справочные данные для расчета европейского двутавра I (IPE)

Обозначение		Справочные значения												классификация по СН РК EN 1993-1-1:2005/2011						EN 10025- 2:2004	EN 10025- 4:2004	EN 10225: 2001
		ось у-у					ось z-z															
	$G$ кг/м	$I_y$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,y}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,y}◆$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_y$ мм ×10	$A_{vz}$ мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	$I_z$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,z}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,z}◆$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_z$ мм ×10	$s_s$ мм	$I_t$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$I_w$ мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	чистый изгиб у-у			чистое сжатие					
														S235		S460		S355				
IPEAA 80	4,9	64,1	16,4	18,9	3,19	3	6,85	2,98	4,7	1,04	17,5	0,4	0,09	1	1	-	1	1	-	+		
IPEA 80	5	64,4	16,5	19	3,18	3,07	6,85	2,98	4,7	1,04	17,6	0,42	0,09	1	1	-	1	1	-			
IPE80	6	80,1	20	23,2	3,24	3,58	8,49	3,69	5,8	1,05	20,1	0,7	0,12	1	1	-	1	1	-	+		
IPEAA 100	6,7	136	27,9	31,9	3,98	4,4	12,6	4,57	7,2	1,21	20,8	0,73	0,27	1	1	-	1	1	-	+		
IPEA 100	6,9	141	28,8	33	4,01	4,44	13,1	4,77	7,5	1,22	21,2	0,77	0,28	1	1	-	1	1	-	+		
IPE100	8,1	171	34,2	39,4	4,07	5,08	15,9	5,79	9,2	1,24	23,7	1,2	0,35	1	1	-	1	1	-	+		
IPEAA 120	8,4	244	41,7	47,6	4,79	5,36	21,1	6,59	10,4	1,41	21,6	0,95	0,66	1	1	-	1	1	-	+		
IPEA 120	8,7	257	43,8	49,9	4,83	5,41	22,4	7	11	1,42	22,2	1,04	0,71	1	1	-	1	1	-	+		
IPE120	10,4	318	53	60,7	4,9	6,31	27,7	8,65	13,6	1,45	25,2	1,74	0,89	1	1	-	1	1	-	+		
IPEAA 140	10,1	407	59,7	67,6	5,64	6,14	33,8	9,27	14,5	1,63	22,4	1,19	1,46	1	1	-	1	2	-	+		
IPEA 140	10,5	435	63,3	71,6	5,7	6,21	36,4	10	15,5	1,65	23,2	1,36	1,58	1	1	1	1	2	3	+	+	+
IPE140	12,9	541	77,3	88,3	5,74	7,64	44,9	12,3	19,3	1,65	26,7	2,45	1,98	1	1	1	1	1	2	+	+	+
IPEAA 160	12,1	646	82,6	93,3	6,47	7,24	51,6	12,6	19,6	1,83	23,4	1,57	2,93	1	1	-	1	3	-	+		
IPEA 160	12,7	689	87,8	99,1	6,53	7,8	54,4	13,3	20,7	1,83	26,3	1,96	3,09	1	1	1	1	3	4	+	+	+
IPE160	15,8	869	109	124	6,58	9,66	68,3	16,7	26,1	1,84	30,3	3,6	3,96	1	1	1	1	1	2	+	+	+
IPEAA 180	14,9	1020	116	131	7,32	9,13	78,1	17,2	26,7	2,03	27,2	2,48	5,64	1	1	-	2	3	-	+		
IPEA 180	15,4	1063	120	135	7,37	9,2	81,9	18	28	2,05	27,8	2,7	5,93	1	1	1	2	3	4	+	+	+
IPE180	18,8	1317	146	166	7,42	11,3	101	22,2	34,6	2,05	31,8	4,79	7,43	1	1	1	1	2	3	+	+	+
IPEO 180	21,3	1505	165	189	7,45	12,7	117	25,5	39,9	2,08	34,5	6,76	8,74	1	1	1	1	1	2	+	+	+
IPEAA 200	18	1533	156	176	8,19	11,4	112	22,4	35	2,21	32	3,84	10,1	1	1	-	2	4	-	+		
IPEA 200	18,4	1591	162	182	8,23	11,5	117	23,4	36,5	2,23	32,6	4,11	10,5	1	1	1	2	4	4	+	+	+

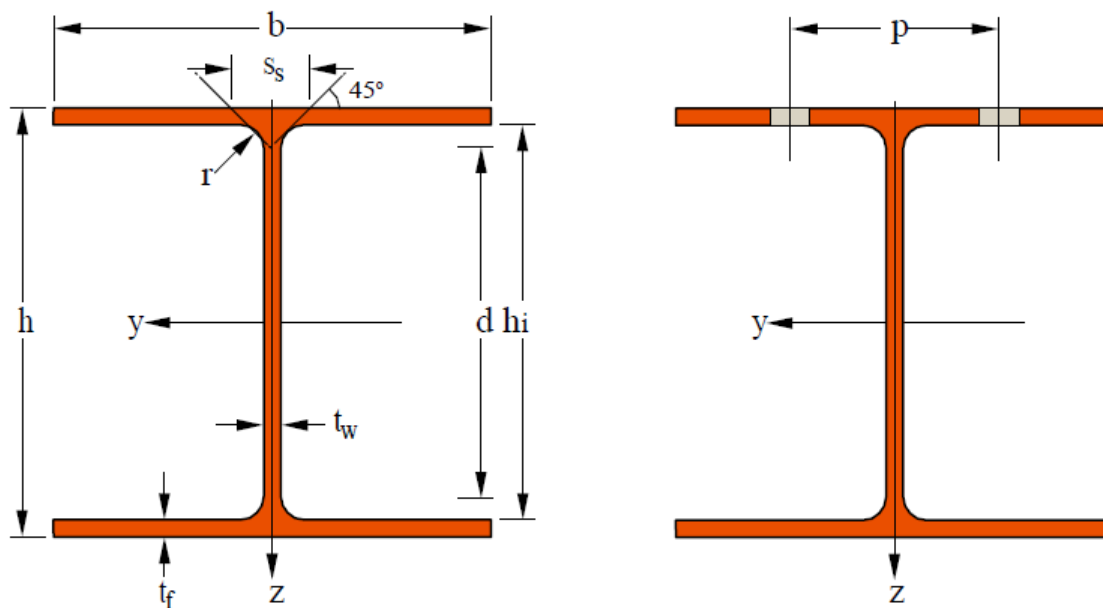
Таблица Г. 9 –Справочные данные для расчета европейского двутавра I (IPE) (продолжение)

Обозначение		Справочные значения												Классификация по СН РК EN 1993-1-1:2005/2011						EN 10025- 2:2004	EN 10025- 4:2004	EN 10225: 2001
		ось у-у						ось z-z														
		G кг/м	I <sub>y</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,y</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,y</sub> ◆ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> мм ×10	A <sub>vz</sub> мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	I <sub>z</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,z</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,z</sub> ◆ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> мм ×10	S <sub>s</sub> мм	I <sub>t</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	чистый изгиб у-у			чистое сжатие				
S235															S460		S355					
IPE200	22,4	1943	194	221	8,26	14	142	28,5	44,6	2,24	36,7	6,98	13	1	1	1	1	2	3	+	+	+
IPEO 200	25,1	2211	219	249	8,32	15,5	169	33,1	51,9	2,3	39,3	9,45	15,6	1	1	1	1	1	2	+	+	+
IPEAA 220	21,2	2219	205	230	9,07	12,8	165	29,9	46,5	2,47	33,6	5,02	17,9	1	1	-	2	4	-	+		
IPEA 220	22,2	2317	214	240	9,05	13,6	171	31,2	48,5	2,46	34,5	5,69	18,7	1	1	1	2	4	4	+	+	+
IPE220	26,2	2772	252	285	9,11	15,9	205	37,3	58,1	2,48	38,4	9,07	22,7	1	1	1	1	2	4	+	+	+
IPEO 220	29,4	3134	282	321	9,16	17,7	240	42,8	66,9	2,53	41,1	12,3	26,8	1	1	1	1	2	2	+	+	+
IPEAA 240	24,9	3154	267	298	9,97	15,3	231	38,6	60	2,7	38,4	7,33	30,1	1	1	-	3	4	-	+		
IPEA 240	26,2	3290	278	312	9,94	16,3	240	40	62,4	2,68	39,4	8,35	31,3	1	1	1	2	4	4	+	+	+
IPE240	30,7	3892	324	367	9,97	19,1	284	47,3	73,9	2,69	43,4	12,9	37,4	1	1	1	1	2	4	+	+	+
IPEO 240	34,3	4369	361	410	10	21,4	329	53,9	84,4	2,74	46,2	17,2	43,7	1	1	1	1	2	3	+	+	+
IPEA 270	30,7	4917	368	413	11,2	18,8	358	53	82,3	3,02	40,5	10,3	59,5	1	1	1	3	4	4	+	+	+
IPE270	36,1	5790	429	484	11,2	22,1	420	62,2	97	3,02	44,6	15,9	70,6	1	1	1	2	3	4	+	+	+
IPEO 270	42,3	6947	507	575	11,4	25,2	514	75,5	118	3,09	49,5	24,9	87,6	1	1	1	1	2	3	+	+	+
IPEA 300	36,5	7173	483	542	12,4	22,3	519	69,2	107	3,34	42,1	13,4	107	1	1	1	3	4	4	+	+	+
IPE300	42,2	8356	557	628	12,5	25,7	604	80,5	125	3,35	46,1	20,1	126	1	1	1	2	4	4	+	+	+
IPEO 300	49,3	9994	658	744	12,6	29,1	746	98,1	153	3,45	51	31,1	158	1	1	1	1	3	4	+	+	+
IPEA 330	43	10230	626	702	13,7	27	685	85,6	133	3,54	47,6	19,6	172	1	1	1	3	4	4	+	+	+
IPE330	49,1	11770	713	804	13,7	30,8	788	98,5	154	3,55	51,6	28,2	199	1	1	1	2	4	4	+	+	+
IPEO 330	57	13910	833	943	13,8	34,9	960	119	185	3,64	56,6	42,2	246	1	1	1	1	3	4	+	+	+
IPEA 360	50,2	14520	812	907	15,1	29,8	944	111	172	3,84	50,7	26,5	282	1	1	1	4	4	4	+	+	+
IPE360	57,1	16270	904	1019	15	35,1	1043	123	191	3,79	54,5	37,3	314	1	1	1	2	4	4	+	+	+

Таблица Г. 9 –Справочные данные для расчета европейского двутавра I (IPE) (продолжение)

Обозначение		Справочные значения												Классификация по СН РК EN 1993-1-1:2005/2011						EN 10025- 2:2004	EN 10025- 4:2004	EN 10225: 2001
		ось у-у						ось Z-Z														
	$G$ кг/м	$I_y$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,y}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,y}♦$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_y$ мм ×10	$A_{vz}$ мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	$I_z$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,z}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,z}♦$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_z$ мм ×10	$s_s$ мм	$I_t$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$I_w$ мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	чистый изгиб у-у			чистое сжатие					
														S235		S460		S355				
IPEO 360	66	19050	1047	1186	15,1	40,2	1251	146	227	3,86	59,7	55,8	380	1	1	1	1	3	4	+	+	+
IPEA 400	57,4	20290	1022	1144	16,7	35,8	1171	130	202	4	55,6	34,8	432	1	1	1	4	4	4	+	+	+
IPE400	66,3	23130	1160	1307	16,6	42,7	1318	146	229	3,95	60,2	51,1	490	1	1	1	3	4	4	+	+	+
IPEO 400	75,7	26750	1324	1502	16,7	48	1564	172	269	4,03	65,3	73,1	588	1	1	1	2	3	4	+	+	+
IPEA 450	67,2	29760	1331	1494	18,7	42,3	1502	158	246	4,19	58,4	45,7	705	1	1	1	4	4	4	+	+	+
IPE450	77,6	33740	1500	1702	18,5	50,9	1676	176	276	4,12	63,2	66,9	791	1	1	1	3	4	4	+	+	+
IPEO 450	92,4	40920	1795	2046	18,7	59,4	2085	217	341	4,21	70,8	109	998	1	1	1	2	4	4	+	+	+
IPEA 500	79,4	42930	1728	1946	20,6	50,4	1939	194	302	4,38	62	62,8	1125	1	1	1	4	4	4	+	+	+
IPE500	90,7	48200	1930	2194	20,4	59,9	2142	214	336	4,31	66,8	89,3	1249	1	1	1	3	4	4	+	+	+
IPEO 500	107	57780	2284	2613	20,6	70,2	2622	260	409	4,38	74,6	144	1548	1	1	1	2	4	4	+	+	+
IPEA 550	92,1	59980	2193	2475	22,6	60,3	2432	232	362	4,55	68,5	86,5	1710	1	1	2	4	4	4	+	+	+
IPE550	106	67120	2440	2787	22,4	72,3	2668	254	401	4,45	73,6	123	1884	1	1	1	4	4	4	+	HI	HI
IPEO 550	123	79160	2847	3263	22,5	82,7	3224	304	481	4,55	81,2	188	2302	1	1	1	2	4	4	+	HI	HI
IPEA 600	108	82920	2778	3141	24,6	70,1	3116	283	442	4,77	72,9	119	2607	1	1	2	4	4	4	+	+	+
IPE600	122	92080	3070	3512	24,3	83,8	3387	308	486	4,66	78,1	165	2846	1	1	1	4	4	4	+	HI	HI
IPEO 600	154	118300	3879	4471	24,5	104	4521	404	640	4,79	91,1	318	3860	1	1	1	2	4	4	+	HI	HI
IPE750 × 137	137	159900	4246	4865	30,3	92,9	5166	393	614	5,44	65,4	137	6980	1	2	-	4	4	-	+	+	+
IPE750 × 147	147	166100	4411	5110	29,8	105	5289	399	631	5,31	67,1	162	7141	1	1	2	4	4	4	+	+	+
IPE750 × 173	173	205800	5402	6218	30,5	116	6873	515	810	5,57	77,5	274	9391	1	1	1	4	4	4	+	HI	HI
IPE750 × 196	196	240300	6241	7174	31	127	8175	610	959	5,71	86,3	409	11290	1	1	1	4	4	4	+	HI	HI
♦ $W_{pl}$ для расчётов с учётом пластичности, профиль должен относиться к классам 1 или 2 в соответствии с требуемым предельным углом поворота сечения.																						

Г.5 Широкополочные несущие сваи (НР)



Размеры: в соответствии со стандартом завода-изготовителя.

Допустимые отклонения: EN 10034:1993.

Состояние поверхности: в соответствии с EN 10163-3:2004, класс C, подкласс 1.

Рисунок Г.5 – НР

Таблица Г.10 – Размеры широкополочной несущей сваи (НР)

Обозначение		Размеры					A мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	Конструкционные размеры					Площадь поверхности	
	G кг/м	h мм	b мм	t <sub>w</sub> мм	t <sub>f</sub> мм	r мм		h <sub>i</sub> мм	d мм	Ø	p <sub>min</sub> мм	p <sub>max</sub> мм	A <sub>L</sub> м <sup>2</sup> /м	A <sub>G</sub> м <sup>2</sup> /т
HP200 × 43	42,5	200	205	9	9	10	54,1	182	162	M 27	100	106	1,185	27,88
HP200 × 53	53,5	204	207	11,3	11,3	10	68,4	181,4	161,4	M 27	104	108	1,196	22,36
HP220 × 57	57,2	210	224,5	11	11	18	72,9	188	152	M 27	102	122	1,265	22,12
HP260 × 75	75	249	265	12	12	24	95,5	225	177	M 27	116	164	1,493	19,9
HP260 × 87	87,3	253	267	14	14	24	111	225	177	M 27	118	166	1,505	17,24
HP305 × 79	78,9	299,3	306,4	11	11,1	15,2	101	277,1	246,7	M 27	102	204	1,776	22,52
HP305 × 88	88	301,7	307,8	12,4	12,3	15,2	112	277,1	246,7	M 27	104	206	1,784	20,28
HP305 × 95	94,9	303,7	308,7	13,3	13,3	15,2	121	277,1	246,7	M 27	106	206	1,79	18,85
HP305 × 110	110	307,9	310,7	15,3	15,4	15,2	140	277,1	246,7	M 27	108	208	1,802	16,39
HP305 × 126	126	312,3	312,9	17,5	17,6	15,2	161	277,1	246,7	M 27	110	210	1,815	14,4
HP305 × 149	149	318,5	316	20,6	20,7	15,2	190	277,1	246,7	M 27	114	214	1,834	12,3
HP305 × 180	180	326,7	319,7	24,8	24,8	15,2	229	277,1	246,7	M 27	118	218	1,857	10,31
HP305 × 186	186	328,3	320,9	25,5	25,6	15,2	237	277,1	246,7	M 27	118	218	1,863	10,02
HP305 × 223	223	337,9	325,7	30,3	30,4	15,2	284	277,1	246,7	M 27	124	220	1,892	8,487
HP320 × 88	88,5	303	304	12	12	27	113	279	225	M 27	122	202	1,752	19,8
HP320 × 103	103	307	306	14	14	27	131	279	225	M 27	124	204	1,764	17,15
HP320 × 117	117	311	308	16	16	27	150	279	225	M 27	126	206	1,776	15,13
HP320 × 147	147	319	312	20	20	27	187	279	225	M 27	130	210	1,8	12,27
HP320 × 184	184	329	317	25	25	27	235	279	225	M 27	136	216	1,83	9,939
HP360 × 109	109	346,4	371	12,8	12,9	15,2	139	320,6	290,2	M 27	102	266	2,125	19,51
HP360 × 133	133	352	373,8	15,6	15,7	15,2	169	320,6	290,2	M 27	104	268	2,142	16,11



Таблица Г.10 – Размеры широкополочной несущей сваи (НР) (продолжение)

Обозначение		Размеры					A мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	Конструкционные размеры					Площадь поверхности	
	G кг/м	h мм	b мм	t <sub>w</sub> мм	t <sub>f</sub> мм	r мм		h <sub>i</sub> мм	d мм	Ø	p <sub>min</sub> мм	p <sub>max</sub> мм	A <sub>L</sub> м <sup>2</sup> /м	A <sub>G</sub> м <sup>2</sup> /т
НР360 × 152	152	356,4	376	17,8	17,9	15,2	194	320,6	290,2	М 27	106	270	2,155	14,18
НР360 × 174	174	361,4	378,5	20,3	20,4	15,2	222	320,6	290,2	М 27	110	272	2,17	12,48
НР360 × 180	180	362,9	378,8	21,1	21,1	15,2	230	320,7	290,3	М 27	110	272	2,173	12,06
НР400 × 122 <sup>+</sup>	122	348	390	14	14	15	156	320	290	М 27	102	284	2,202	17,99
НР400 × 140 <sup>+</sup>	140	352	392	16	16	15	179	320	290	М 27	104	286	2,214	15,8
НР400 × 158 <sup>+</sup>	158	356	394	18	18	15	201	320	290	М 27	106	288	2,226	14,08
НР400 × 176 <sup>+</sup>	176	360	396	20	20	15	224	320	290	М 27	108	290	2,238	12,71
НР400 × 194 <sup>+</sup>	194	364	398	22	22	15	248	320	290	М 27	110	292	2,25	11,58
НР400 × 213 <sup>+</sup>	213	368	400	24	24	15	271	320	290	М 27	112	294	2,262	10,64
НР400 × 231 <sup>+</sup>	231	372	402	26	26	15	294	320	290	М 27	114	296	2,274	9,848

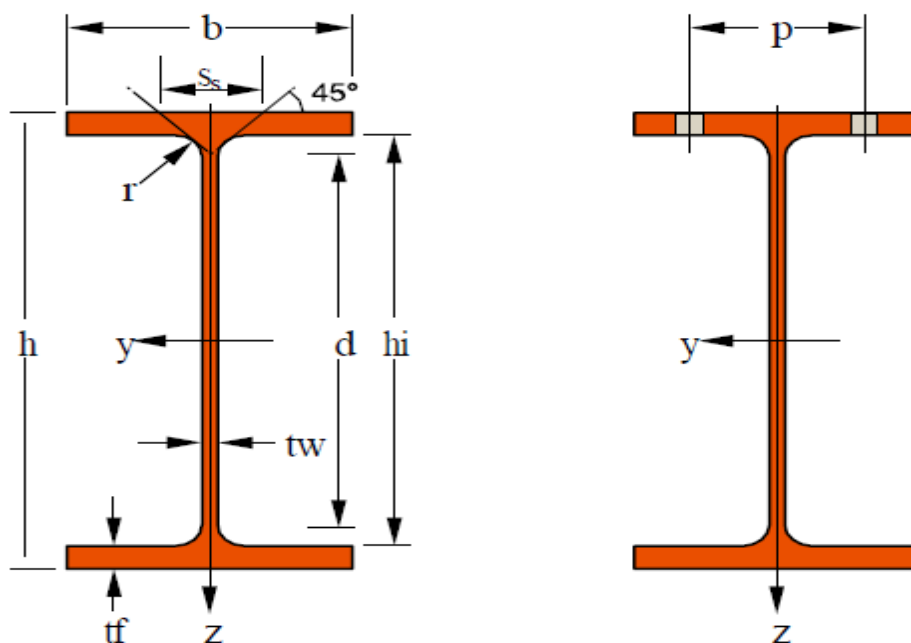
Таблица Г.11 – Справочные данные для расчета широкополочной несущей сваи (НР)

Обозначение		Характеристики сечения												Классификация по СН РК EN 1993-1- 1:2005/2011						EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
		ось у-у						ось z-z														
	G кг/м	I <sub>y</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,y</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,y</sub> ◆ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> мм ×10	A <sub>vz</sub> мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	I <sub>z</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,z</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,z</sub> ◆ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> мм ×10	s <sub>s</sub> мм	I <sub>t</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	чистый изгиб у-у			чистое сжатие					
														S235	S355	S460	S235	S355	S460			
HP200 × 43	42,5	3888	388,8	434,5	8,47	19,85	1294	126,2	193,4	4,89	38,72	17,68	117,9	2	3	4	2	3	4	+	+	
HP200 × 53	53,5	4977	488	551,3	8,55	24,89	1673	161,7	248,6	4,96	45,62	34,2	155,1	1	2	3	1	2	3	+	+	
HP220 × 57	57,2	5729	545,6	613,7	8,87	28,63	2079	185,2	285,5	5,34	54,09	44,18	205,4	1	2	3	1	2	3	+	+	+
HP260 × 75	75	10650	855,1	958,5	10,56	39,14	3733	281,7	435,1	6,25	64,12	79,29	522,6	1	3	3	1	3	3	+	+	+
HP260 × 87	87,3	12590	994,9	1124	10,64	45,12	4455	333,7	516,2	6,33	70,12	115,7	634,2	1	1	3	1	1	3	+	+	+
HP305 × 79	78,9	16440	1099	1218	12,79	37,06	5326	347,7	531,2	7,28	51,01	51,37	1105	3	4	4	3	4	4	+	+	+
HP305 × 88	88	18420	1221	1360	12,82	41,61	5984	388,9	595,2	7,31	54,81	70,05	1252	3	3	4	3	3	4	+	+	+
HP305 × 95	94,9	20040	1320	1474	12,87	44,65	6529	423	648	7,35	57,71	86,69	1375	2	3	3	2	3	3	+	+	+
HP 305 x 126	126	27410	1755	1986	13,06	58,91	9002	575,4	885,2	7,49	70,51	194,3	1951	1	2	3	1	2	3	+	HI	HI
HP305 × 110	110	23560	1531	1720	12,97	51,42	7709	496,2	761,7	7,42	63,91	131,4	1647	1	3	3	1	3	3	+	HI	HI
HP305 × 149	149	33070	2076	2370	13,2	69,62	10910	690,5	1066	7,58	79,81	314,2	2414	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HP305 × 180	180	40970	2508	2897	13,37	84,39	13550	847,4	1313	7,69	92,21	541,7	3077	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HP305 × 186	186	42610	2596	3003	13,41	86,95	14140	881,5	1366	7,73	94,51	593,7	3230	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HP305 × 223	223	52700	3119	3653	13,62	104,4	17580	1079	1680	7,87	108,9	998,4	4138	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HP320 × 88	88,5	18740	1237	1379	12,9	47,66	5634	370,6	572,1	7,07	67,6	99,04	1190	2	3	3	2	3	3	+	+	+
HP320 × 103	103	22050	1437	1611	12,97	54,84	6704	438,2	677,3	7,15	73,6	142,3	1435	1	3	3	1	3	3	+	HI	HI
HP320 × 117	117	25480	1638	1849	13,06	62,1	7815	507,5	785,5	7,23	79,6	198,5	1695	1	2	3	1	2	3	+	HI	HI
HP320 × 147	147	32670	2048	2338	13,22	76,86	10160	651,3	1011	7,37	91,6	357,1	2263	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI

Таблица Г.11 – Справочные данные для расчета широкополочной несущей сваи (НР) (продолжение)

Обозначение		Характеристики сечения												Классификация по СН РК EN 1993-1- 1:2005/2011						EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
		ось у-у						ось Z-Z														
	G кг/м	I <sub>y</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,y</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,y</sub> ◆ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> мм ×10	A <sub>vz</sub> мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	I <sub>z</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,z</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,z</sub> ◆ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> мм ×10	s <sub>s</sub> мм	I <sub>t</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	чистый изгиб у-у			чистое сжатие					
														S235	S355	S460	S235	S355	S460			
HP320 × 184	184	42340	2574	2979	13,44	95,76	13330	841,2	1311	7,54	106,6	662	3067	1	1	1	1	1	1	+	НН	НН
HP360 × 109	109	30630	1769	1956	14,86	48,59	10990	592,3	902,9	8,9	56,41	90,73	3053	3	4	4	3	4	4	+	+	+
HP360 × 133	133	37980	2158	2406	14,98	59,22	13680	731,9	1119	8,99	64,81	160,7	3864	3	3	4	3	3	4	+	НН	НН
HP360 × 152	152	43970	2468	2767	15,07	67,68	15880	844,5	1293	9,05	71,41	236,4	4543	2	3	3	2	3	3	+	НН	НН
HP360 × 174	174	51010	2823	3186	15,18	77,41	18460	975,6	1497	9,13	78,91	348,5	5360	1	2	3	1	2	3	+	НН	НН
HP360 × 180	180	53040	2923	3306	15,2	80,52	19140	1011	1552	9,13	81,11	387,2	5583	1	2	3	1	2	3	+	НН	НН
HP400 × 122	122	34770	1998	2212	14,93	52,89	13850	710,3	1082	9,42	59,57	118,7	3860	3	4	4	3	4	4	+	+	+
HP400 × 140	140	40270	2288	2547	15,02	60,49	16080	820,2	1252	9,49	65,57	175,3	4534	3	3	4	3	3	4	+	НН	НН
HP400 × 158	158	45940	2581	2888	15,1	68,17	18370	932,4	1425	9,55	71,57	248	5241	2	3	3	2	3	3	+	НН	НН
HP400 × 176	176	51770	2876	3235	15,19	75,93	20720	1047	1603	9,61	77,57	338,9	5982	1	3	3	1	3	3	+	НН	НН
HP400 × 194	194	57760	3174	3588	15,28	83,77	23150	1163	1784	9,67	83,57	450,2	6759	1	2	3	1	2	3	+	НН	НН
HP400 × 213	213	63920	3474	3947	15,37	91,69	25640	1282	1969	9,73	89,57	584,2	7574	1	1	3	1	1	3	+	НН	НН
HP400 × 231	231	70260	3777	4312	15,45	99,69	28200	1403	2158	9,79	95,57	743,1	8425	1	1	2	1	1	2	+	НН	НН

## Г.6 Европейские широкополочные двутавры (HE)



Размеры: HE A, HE B и HE M 100 – 1000 в соответствии со стандартом EU 53-62;

HE 1000 с GHE>GHEM в соответствии с ASTM A 6/A 6M – 07;

HE C в соответствии с PN-H-93452: 2005;

HE AA 100-1000 в соответствии со стандартом завода-изготовителя.

Допуски: EN 10034:1993 HE 100 - 900; HE 1000 AA-M;

ASTM A 6/A 6M - 07 HE 1000 с GHE>GHE M.

Требования к поверхности: в соответствии EN 10163-3:2004, класс C, подкласс 1.

Рисунок Г.6 – HE

Таблица Г.12 – Размеры европейской широкополочной двутавры (HE)

Обозначение		Параметры					A мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	Конструкционные размеры					Площадь поверхности	
	G кг/м	h мм	b мм	t <sub>w</sub> мм	t <sub>f</sub> мм	r мм		h <sub>i</sub> мм	d мм	Ø	p <sub>min</sub> мм	p <sub>max</sub> мм	A <sub>L</sub> м <sup>2</sup> /м	A <sub>G</sub> м <sup>2</sup> /т
HE100 AA	12,2	91	100	4,2	5,5	12	15,6	80	56	M 10	54	58	0,553	45,17
HE100 A	16,7	96	100	5	8	12	21,2	80	56	M 10	54	58	0,561	33,68
HE100 B	20,4	100	100	6	10	12	26	80	56	M 10	56	58	0,567	27,76
HE100 C	30,9	110	103	9	15	12	39,3	80	56	M 10	59	61	0,593	19,23
HE100 M	41,8	120	106	12	20	12	53,2	80	56	M 10	62	64	0,619	14,82
HE120 AA	14,6	109	120	4,2	5,5	12	18,6	98	74	M 12	58	68	0,669	45,94
HE120 A	19,9	114	120	5	8	12	25,3	98	74	M 12	58	68	0,677	34,06
HE120 B	26,7	120	120	6,5	11	12	34	98	74	M 12	60	68	0,686	25,71
HE120 C	39,2	130	123	9,5	16	12	49,9	98	74	M 12	63	72	0,712	18,19
HE120 M	52,1	140	126	12,5	21	12	66,4	98	74	M 12	66	74	0,738	14,16
HE140 AA	18,1	128	140	4,3	6	12	23	116	92	M 16	64	76	0,787	43,53
HE140 A	24,7	133	140	5,5	8,5	12	31,4	116	92	M 16	64	76	0,794	32,21
HE140 B	33,7	140	140	7	12	12	43	116	92	M 16	66	76	0,805	23,88
HE140 C	48,2	150	143	10	17	12	61,5	116	92	M 16	69	79	0,831	17,22
HE140 M	63,2	160	146	13	22	12	80,6	116	92	M 16	72	82	0,857	13,56
HE160 AA	23,8	148	160	4,5	7	15	30,4	134	104	M 20	76	84	0,901	37,81
HE160 A	30,4	152	160	6	9	15	38,8	134	104	M 20	78	84	0,906	29,78
HE160 B	42,6	160	160	8	13	15	54,3	134	104	M 20	80	84	0,918	21,56
HE160 C	59,2	170	163	11	18	15	75,4	134	104	M 20	84	88	0,944	15,95
HE160 M	76,2	180	166	14	23	15	97,1	134	104	M 20	86	90	0,97	12,74
HE180 AA	28,7	167	180	5	7,5	15	36,5	152	122	M 24	84	92	1,018	35,51

Таблица Г. 12 – Размеры европейской широкополочной двутавры (HE) (продолжение)

Обозначение		Параметры					A мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	Конструкционные размеры					Площадь поверхности	
	G кг/м	h мм	b мм	t <sub>w</sub> мм	t <sub>f</sub> мм	r мм		h <sub>i</sub> мм	d мм	Ø	p <sub>min</sub> мм	p <sub>max</sub> мм	A <sub>L</sub> м <sup>2</sup> /м	A <sub>G</sub> м <sup>2</sup> /т
HE180 A	35,5	171	180	6	9,5	15	45,3	152	122	M 24	86	92	1,024	28,83
HE180 B	51,2	180	180	8,5	14	15	65,3	152	122	M 24	88	92	1,037	20,25
HE180 C	69,8	190	183	11,5	19	15	89	152	122	M 27	92	96	1,063	15,22
HE180 M	88,9	200	186	14,5	24	15	113,3	152	122	M 24	94	98	1,089	12,25
HE200 AA	34,6	186	200	5,5	8	18	44,1	170	134	M 27	96	100	1,13	32,62
HE200 A	42,3	190	200	6,5	10	18	53,8	170	134	M 27	98	100	1,136	26,89
HE200 B	61,3	200	200	9	15	18	78,1	170	134	M 27	100	100	1,151	18,78
HE200 C	81,9	210	203	12	20	18	104,4	170	134	M 27	104	104	1,177	14,36
HE200 M	103	220	206	15	25	18	131,3	170	134	M 27	106	106	1,203	11,67
HE220 AA	40,4	205	220	6	8,5	18	51,5	188	152	M 27	98	118	1,247	30,87
HE220 A	50,5	210	220	7	11	18	64,3	188	152	M 27	98	118	1,255	24,85
HE220 B	71,5	220	220	9,5	16	18	91	188	152	M 27	100	118	1,27	17,77
HE220 C	94,1	230	223	12,5	21	18	119,9	188	152	M 27	104	122	1,296	13,77
HE220 M	117	240	226	15,5	26	18	149,4	188	152	M 27	108	124	1,322	11,27
HE240 AA	47,4	224	240	6,5	9	21	60,4	206	164	M 27	104	138	1,359	28,67
HE240 A	60,3	230	240	7,5	12	21	76,8	206	164	M 27	104	138	1,369	22,7
HE240 B	83,2	240	240	10	17	21	106	206	164	M 27	108	138	1,384	16,63
HE240 C	119	255	244	14	24,5	21	152,2	206	164	M 27	112	142	1,422	11,9
HE240 M	157	270	248	18	32	21	199,6	206	164	M 27	116	146	1,46	9,318
HE260 AA	54,1	244	260	6,5	9,5	24	69	225	177	M 27	110	158	1,474	27,22
HE260 A	68,2	250	260	7,5	12,5	24	86,8	225	177	M 27	110	158	1,484	21,77

Таблица Г. 12 – Размеры европейской широкополочной двутавры (HE) (продолжение)

Обозначение		Параметры					A мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	Конструкционные размеры					Площадь поверхности	
	G кг/м	h мм	b мм	t <sub>w</sub> мм	t <sub>f</sub> мм	r мм		h <sub>i</sub> мм	d мм	Ø	p <sub>min</sub> мм	p <sub>max</sub> мм	A <sub>L</sub> м <sup>2</sup> /м	A <sub>G</sub> м <sup>2</sup> /т
HE260 B	93	260	260	10	17,5	24	118,4	225	177	M 27	114	158	1,499	16,12
HE260 C	132	275	264	14	25	24	168,4	225	177	M 27	118	162	1,537	11,63
HE260 M	172	290	268	18	32,5	24	219,6	225	177	M 27	122	166	1,575	9,133
HE280 AA	61,2	264	280	7	10	24	78	244	196	M 27	110	178	1,593	26,01
HE280 A	76,4	270	280	8	13	24	97,3	244	196	M 27	112	178	1,603	20,99
HE280 B	103	280	280	10,5	18	24	131,4	244	196	M 27	114	178	1,618	15,69
HE280 C	145	295	284	14,5	25,5	24	185,2	244	196	M 27	118	182	1,656	11,39
HE280 M	189	310	288	18,5	33	24	240,2	244	196	M 27	122	186	1,694	8,984
HE300 AA	69,8	283	300	7,5	10,5	27	88,9	262	208	M 27	116	198	1,705	24,42
HE300 A	88,3	290	300	8,5	14	27	112,5	262	208	M 27	118	198	1,717	19,43
HE300 B	117	300	300	11	19	27	149,1	262	208	M 27	120	198	1,732	14,8
HE300 C	177	320	305	16	29	27	225,1	262	208	M 27	126	204	1,782	10,08
HE300 M	238	340	310	21	39	27	303,1	262	208	M 27	132	208	1,832	7,699
HE320 AA	74,2	301	300	8	11	27	94,6	279	225	M 27	118	198	1,74	23,43
HE320 A	97,6	310	300	9	15,5	27	124,4	279	225	M 27	118	198	1,756	17,98
HE320 B	127	320	300	11,5	20,5	27	161,3	279	225	M 27	122	198	1,771	13,98
HE320 C	186	340	305	16	30,5	27	236,9	279	225	M 27	126	204	1,822	9,796
HE320 M	245	359	309	21	40	27	312	279	225	M 27	132	204	1,866	7,616
HE340 AA	78,9	320	300	8,5	11,5	27	100,5	297	243	M 27	118	198	1,777	22,52
HE340 A	105	330	300	9,5	16,5	27	133,5	297	243	M 27	118	198	1,795	17,13
HE340 B	134	340	300	12	21,5	27	170,9	297	243	M 27	122	198	1,81	13,49

Таблица Г. 12 – Размеры европейской широкополочной двутавры (HE) (продолжение)

Обозначение		Параметры					A мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	Конструкционные размеры					Площадь поверхности	
	G кг/м	h мм	b мм	t <sub>w</sub> мм	t <sub>f</sub> мм	r мм		h <sub>i</sub> мм	d мм	Ø	p <sub>min</sub> мм	p <sub>max</sub> мм	A <sub>L</sub> м <sup>2</sup> /м	A <sub>G</sub> м <sup>2</sup> /т
HE340 M	248	377	309	21	40	27	315,8	297	243	M 27	132	204	1,902	7,67
HE360 AA	83,7	339	300	9	12	27	106,6	315	261	M 27	118	198	1,814	21,67
HE360 A	112	350	300	10	17,5	27	142,8	315	261	M 27	120	198	1,834	16,36
HE360 B	142	360	300	12,5	22,5	27	180,6	315	261	M 27	122	198	1,849	13,04
HE360 M	250	395	308	21	40	27	318,8	315	261	M 27	132	204	1,934	7,73
HE400 AA	92,4	378	300	9,5	13	27	117,7	352	298	M 27	118	198	1,891	20,46
HE400 A	125	390	300	11	19	27	159	352	298	M 27	120	198	1,912	15,32
HE400 B	155	400	300	13,5	24	27	197,8	352	298	M 27	124	198	1,927	12,41
HE400 M	256	432	307	21	40	27	325,8	352	298	M 27	132	202	2,004	7,835
HE450 AA	99,7	425	300	10	13,5	27	127,1	398	344	M 27	120	198	1,984	19,89
HE450 A	140	440	300	11,5	21	27	178	398	344	M 27	122	198	2,011	14,39
HE450 B	171	450	300	14	26	27	218	398	344	M 27	124	198	2,026	11,84
HE450 M	263	478	307	21	40	27	335,4	398	344	M 27	132	202	2,096	7,959
HE500 AA	107	472	300	10,5	14	27	136,9	444	390	M 27	120	198	2,077	19,33
HE500 A	155	490	300	12	23	27	197,5	444	390	M 27	122	198	2,11	13,6
HE500 B	187	500	300	14,5	28	27	238,6	444	390	M 27	124	198	2,125	11,34
HE500 M	270	524	306	21	40	27	344,3	444	390	M 27	132	202	2,184	8,079
HE550 AA	120	522	300	11,5	15	27	152,8	492	438	M 27	122	198	2,175	18,13
HE550 A	166	540	300	12,5	24	27	211,8	492	438	M 27	122	198	2,209	13,29
HE550 B	199	550	300	15	29	27	254,1	492	438	M 27	124	198	2,224	11,15
HE550 M	278	572	306	21	40	27	354,4	492	438	M 27	132	202	2,28	8,195



Таблица Г. 12 – Размеры европейской широкополочной двутавры (HE) (продолжение)

Обозначение		Параметры					A мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	Конструкционные размеры					Площадь поверхности	
	G кг/м	h мм	b мм	t <sub>w</sub> мм	t <sub>f</sub> мм	r мм		h <sub>i</sub> мм	d мм	Ø	p <sub>min</sub> мм	p <sub>max</sub> мм	A <sub>L</sub> м <sup>2</sup> /м	A <sub>G</sub> м <sup>2</sup> /т
HE600 AA	129	571	300	12	15,5	27	164,1	540	486	M 27	122	198	2,272	17,64
HE600 A	178	590	300	13	25	27	226,5	540	486	M 27	122	198	2,308	12,98
HE600 B	212	600	300	15,5	30	27	270	540	486	M 27	126	198	2,323	10,96
HE600 M	285	620	305	21	40	27	363,7	540	486	M 27	132	200	2,372	8,308
HE600 × 337	337	632	310	25,5	46	27	429,2	540	486	M 27	138	202	2,407	7,144
HE600 × 399	399	648	315	30	54	27	508,5	540	486	M 27	142	208	2,45	6,137
HE650 AA	138	620	300	12,5	16	27	175,8	588	534	M 27	122	198	2,369	17,17
HE650 A	190	640	300	13,5	26	27	241,6	588	534	M 27	124	198	2,407	12,69
HE650 B	225	650	300	16	31	27	286,3	588	534	M 27	126	198	2,422	10,77
HE650 M	293	668	305	21	40	27	373,7	588	534	M 27	132	200	2,468	8,411
HE650 × 343	343	680	309	25	46	27	437,5	588	534	M 27	138	202	2,5	7,278
HE650 × 407	407	696	314	29,5	54	27	518,8	588	534	M 27	142	206	2,543	6,243
HE700 AA	150	670	300	13	17	27	190,9	636	582	M 27	122	198	2,468	16,46
HE700 A	204	690	300	14,5	27	27	260,5	636	582	M 27	124	198	2,505	12,25
HE700 B	241	700	300	17	32	27	306,4	636	582	M 27	126	198	2,52	10,48
HE700 M	301	716	304	21	40	27	383	636	582	M 27	132	200	2,56	8,513
HE700 × 352	352	728	308	25	46	27	448,6	636	582	M 27	138	200	2,592	7,359
HE700 × 418	418	744	313	29,5	54	27	531,9	636	582	M 27	142	206	2,635	6,31
HE800 AA	172	770	300	14	18	30	218,5	734	674	M 27	130	198	2,66	15,51
HE800 A	224	790	300	15	28	30	285,8	734	674	M 27	130	198	2,698	12,03
HE800 B	262	800	300	17,5	33	30	334,2	734	674	M 27	134	198	2,713	10,34

Таблица Г. 12 – Размеры европейской широкополочной двутавры (HE) (продолжение)

Обозначение		Параметры					A мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	Конструкционные размеры					Площадь поверхности	
	G кг/м	h мм	b мм	t <sub>w</sub> мм	t <sub>f</sub> мм	r мм		h <sub>i</sub> мм	d мм	Ø	p <sub>min</sub> мм	p <sub>max</sub> мм	A <sub>L</sub> м <sup>2</sup> /м	A <sub>G</sub> м <sup>2</sup> /т
HE800 M	317	164,1	303	21	40	30	404,3	734	674	M 27	138	198	2,746	8,655
HE800 × 373	373	826	308	25	46	30	474,6	734	674	M 27	144	200	2,782	7,469
HE800 × 444	444	842	313	30	54	30	566	734	674	M 27	148	206	2,824	6,357
HE900 AA	198	870	300	15	20	30	252,2	830	770	M 27	130	198	2,858	14,44
HE900 A	252	890	300	16	30	30	320,5	830	770	M 27	132	198	2,896	11,51
HE900 B	291	900	300	18,5	35	30	371,3	830	770	M 27	134	198	2,911	9,99
HE900 M	333	910	302	21	40	30	423,6	830	770	M 27	138	198	2,934	8,824
HE900 × 391	391	922	307	25	46	30	497,7	830	770	M 27	144	200	2,97	7,604
HE900 × 466	466	938	312	30	54	30	593,7	830	770	M 27	148	204	3,012	6,464
HE1000 AA	222	970	300	16	21	30	282,2	928	868	M 27	132	198	3,056	13,8
HE1000 × 249	249	980	300	16,5	26	30	316,8	928	868	M 27	134	194	3,08	12,37
HE1000 A	272	990	300	16,5	31	30	346,8	928	868	M 27	132	198	3,095	11,37
HE1000 B	314	1000	300	19	36	30	400	928	868	M 27	134	198	3,11	9,905
HE1000 M	349	1008	302	21	40	30	444,2	928	868	M 27	138	198	3,13	8,978
HE1000 × 393	393	1016	303	24,4	43,9	30	500,2	928	868	M 27	142	198	3,14	8,01
HE1000 × 415	415	1020	304	26	46	30	528,7	928	868	M 27	144	198	3,15	7,6
HE1000 × 438	438	1026	305	26,9	49	30	556	928	868	M 27	146	198	3,17	7,25
HE1000 × 494	494	1036	309	31	54	30	629,1	928	868	M 27	148	204	3,19	6,47
HE1000 × 584	584	1056	314	36	64	30	743,7	928	868	M 27	154	208	3,24	5,56

Таблица Г.13 – Справочные данные для расчета европейской широкополочной двутавры (HE)

Обозначение		Справочные значения												Классификация по СН РК EN 1993-1- 1:2005/2011						EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
		ось у-у						ось z-z														
	$G$ кг/м	$I_y$ $\text{мм}^4 \times 10^4$	$W_{el,y}$ $\text{мм}^3 \times 10^3$	$W_{pl,y} \blacklozenge$ $\text{мм}^3 \times 10^3$	$i_y$ мм $\times 10$	$A_{vz}$ $\text{мм}^2 \times 10^2$	$I_z$ $\text{мм}^4 \times 10^4$	$W_{el,z}$ $\text{мм}^3 \times 10^3$	$W_{pl,z} \blacklozenge$ $\text{мм}^3 \times 10^3$	$i_z$ мм $\times 10$	$s_s$ мм	$I_t$ $\text{мм}^4 \times 10^4$	$I_w$ $\text{мм}^6 \times 10^9$	чистый изгиб у-у			чистое сжатие					
														S235	S355	S460	S235	S355	S460			
HE100 AA	12,2	236,5	51,98	58,36	3,89	6,15	92,06	18,41	28,44	2,43	29,26	2,51	1,68	1	1	2	1	1	2	+	+	+
HE100 A	16,7	349,2	72,76	83,01	4,06	7,56	133,8	26,76	41,14	2,51	35,06	5,24	2,58	1	1	1	1	1	1	+	+	+
HE100 B	20,4	449,5	89,91	104,2	4,16	9,04	167,3	33,45	51,42	2,53	40,06	9,25	3,38	1	1	1	1	1	1	+	+	+
HE100 C	30,9	758,7	137,9	165,8	4,39	13,39	274,4	53,28	82,08	2,64	53,06	29,3	6,16	1	1	-	1	1	-	+		
HE100 M	41,8	1143	190,4	235,8	4,63	18,04	399,2	75,31	116,3	2,74	66,06	68,21	9,93	1	1	1	1	1	1	+	+	+
HE120 AA	14,6	413,4	75,85	84,12	4,72	6,9	158,8	26,47	40,62	2,93	29,26	2,78	4,24	1	3	3	1	3	3	+	+	+
HE120 A	19,9	606,2	106,3	119,5	4,89	8,46	230,9	38,48	58,85	3,02	35,06	5,99	6,47	1	1	1	1	1	1	+	+	+
HE120 B	26,7	864,4	144,1	165,2	5,04	10,96	317,5	52,92	80,97	3,06	42,56	13,84	9,41	1	1	1	1	1	1	+	+	+
HE120 C	39,2	1388	213,6	252,9	5,27	15,91	497,7	80,92	124,2	3,16	55,56	40,96	16,12	1	1	-	1	1	-	+		
HE120 M	52,1	2018	288,2	350,6	5,51	21,15	702,8	111,6	171,6	3,25	68,56	91,66	24,79	1	1	1	1	1	1	+	+	+
HE140 AA	18,1	719,5	112,4	123,8	5,59	7,92	274,8	39,26	59,93	3,45	30,36	3,54	10,21	2	3	3	2	3	3	+	+	+
HE140 A	24,7	1033	155,4	173,5	5,73	10,12	389,3	55,62	84,85	3,52	36,56	8,13	15,06	1	1	2	1	1	2	+	+	+
HE140 B	33,7	1509	215,6	245,4	5,93	13,08	549,7	78,52	119,8	3,58	45,06	20,06	22,48	1	1	1	1	1	1	+	+	+
HE140 C	48,2	2330	310,6	363,8	6,16	18,62	830,3	116,1	177,7	3,68	58,06	55,68	36,64	1	1	-	1	1	-	+		
HE140 M	63,2	3291	411,4	493,8	6,39	24,46	1144	156,8	240,5	3,77	71,06	120	54,33	1	1	1	1	1	1	+	+	+
HE160 AA	23,8	1283	173,4	190,4	6,5	10,38	478,7	59,84	91,36	3,97	36,07	6,33	23,75	1	3	3	1	3	3	+	+	+
HE160 A	30,4	1673	220,1	245,1	6,57	13,21	615,6	76,95	117,6	3,98	41,57	12,19	31,41	1	1	2	1	1	2	+	+	+
HE160 B	42,6	2492	311,5	354	6,78	17,59	889,2	111,2	170	4,05	51,57	31,24	47,94	1	1	1	1	1	1	+	+	+
HE160 C	59,2	3704	435,8	507,6	7,01	24,05	1302	159,8	244,9	4,16	64,57	79,21	75,04	1	1	-	1	1	-	+		
HE160 M	76,2	5098	566,5	674,6	7,25	30,81	1759	211,9	325,5	4,26	77,57	162,4	108,1	1	1	1	1	1	1	+	+	+
HE180 AA	28,7	1967	235,6	258,2	7,34	12,16	730	81,11	123,6	4,47	37,57	8,33	46,36	2	3	3	2	3	3	+	+	+

Таблица Г.13 – Справочные данные для расчета европейской широкополочной двутавры (HE) (продолжение)

Обозначение		Справочные значения												Классификация по СН РК EN 1993-1- 1:2005/2011						EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
		ось у-у						ось z-z														
		$G$ кг/м	$I_y$ $\text{мм}^4 \times 10^4$	$W_{el,y}$ $\text{мм}^3 \times 10^3$	$W_{pl,y} \blacklozenge$ $\text{мм}^3 \times 10^3$	$i_y$ мм $\times 10$	$A_{vz}$ $\text{мм}^2 \times 10^2$	$I_z$ $\text{мм}^4 \times 10^4$	$W_{el,z}$ $\text{мм}^3 \times 10^3$	$W_{pl,z} \blacklozenge$ $\text{мм}^3 \times 10^3$	$i_z$ мм $\times 10$	$s_s$ мм	$I_t$ $\text{мм}^4 \times 10^4$	$I_w$ $\text{мм}^6 \times 10^9$	чистый изгиб у-у			чистое сжатие				
														S235	S355	S460	S235	S355	S460			
HE180 A	35,5	2510	293,6	324,9	7,45	14,47	924,6	102,7	156,5	4,52	42,57	14,8	60,21	1	2	3	1	2	3	+	+	+
HE180 B	51,2	3831	425,7	481,4	7,66	20,24	1363	151,4	231	4,57	54,07	42,16	93,75	1	1	1	1	1	1	+	+	+
HE180 C	69,8	5543	583,5	675	7,89	27,3	1944	212,5	324,9	4,68	67,07	102,1	141,9	1	1	-	1	1	-	+		
HE180 M	88,9	7483	748,3	883,4	8,13	34,65	2580	277,4	425,2	4,77	80,07	203,3	199,3	1	1	1	1	1	1	+	+	+
HE200 AA	34,6	2944	316,6	347,1	8,17	15,45	1068	106,8	163,2	4,92	42,59	12,69	84,49	2	3	3	2	3	3	+	+	+
HE200 A	42,3	3692	388,6	429,5	8,28	18,08	1336	133,6	203,8	4,98	47,59	20,98	108	1	2	3	1	2	3	+	+	+
HE200 B	61,3	5696	569,6	642,5	8,54	24,83	2003	200,3	305,8	5,07	60,09	59,28	171,1	1	1	1	1	1	1	+	+	+
HE200 C	81,9	8029	764,7	880,6	8,77	32,78	2794	275,3	421	5,17	73,09	135,1	251,7	1	1	-	1	1	-	+		
HE200 M	103	10640	967,4	1135	9	41,03	3651	354,5	543,2	5,27	86,09	259,4	346,3	1	1	1	1	1	1	+	+	+
HE220 AA	40,4	4170	406,9	445,5	9	17,63	1510	137,3	209,3	5,42	44,09	15,93	145,6	3	3	4	3	3	4	+	+	+
HE220 A	50,5	5410	515,2	568,5	9,17	20,67	1955	177,7	270,6	5,51	50,09	28,46	193,3	1	2	3	1	2	3	+	+	+
HE220 B	71,5	8091	735,5	827	9,43	27,92	2843	258,5	393,9	5,59	62,59	76,57	295,4	1	1	1	1	1	1	+	+	+
HE220 C	94,1	11180	972,2	1114	9,65	36,47	3888	348,7	532,4	5,69	75,59	168,2	423,9	1	1	-	1	1	-	+		
HE220 M	117	14600	1217	1419	9,89	45,31	5012	443,5	678,6	5,79	88,59	315,3	572,7	1	1	-	1	1	-	+	+	+
HE240 AA	47,4	5835	521	570,6	9,83	21,54	2077	173,1	264,4	5,87	49,1	22,98	239,6	3	3	4	3	3	4	+	+	+
HE240 A	60,3	7763	675,1	744,6	10,05	25,18	2769	230,7	351,7	6	56,1	41,55	328,5	1	2	3	1	2	3	+	+	+
HE240 B	83,2	11260	938,3	1053	10,31	33,23	3923	326,9	498,4	6,08	68,6	102,7	486,9	1	1	1	1	1	1	+	+	+
HE240 C	119	17330	1359	1564	10,67	46,35	5942	487,1	743,8	6,25	87,6	288,7	787,9	1	1	-	1	1	-	+		
HE240 M	157	24290	1799	2117	11,03	60,07	8153	657,5	1006	6,39	106,6	627,9	1152	1	1	-	1	1	-	+	+	+
HE260 AA	54,1	7981	654,1	714,5	10,76	24,75	2788	214,5	327,7	6,36	53,62	30,31	382,6	3	3	4	3	3	4	+	+	+

Таблица Г.13 – Справочные данные для расчета европейской широкополочной двутавры (HE) (продолжение)

Обозначение		Справочные значения												Классификация по СН РК EN 1993-1- 1:2005/2011						EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
		ось у-у						ось z-z														
	$G$ кг/м	$I_y$ $\text{мм}^4 \times 10^4$	$W_{el,y}$ $\text{мм}^3 \times 10^3$	$W_{pl,y} \blacklozenge$ $\text{мм}^3 \times 10^3$	$i_y$ мм $\times 10$	$A_{vz}$ $\text{мм}^2 \times 10^2$	$I_z$ $\text{мм}^4 \times 10^4$	$W_{el,z}$ $\text{мм}^3 \times 10^3$	$W_{pl,z} \blacklozenge$ $\text{мм}^3 \times 10^3$	$i_z$ мм $\times 10$	$s_s$ мм	$I_t$ $\text{мм}^4 \times 10^4$	$I_w$ $\text{мм}^6 \times 10^9$	чистый изгиб у-у			чистое сжатие					
														S235	S355	S460	S235	S355	S460			
HE260 A	68,2	10450	836,4	919,8	10,97	28,76	3668	282,1	430,2	6,5	60,62	52,37	516,4	1	3	3	1	3	3	+	HI	HI
HE260 B	93	14920	1148	1283	11,22	37,59	5135	395	602,2	6,58	73,12	123,8	753,7	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE260 C	132	22590	1643	1880	11,58	51,94	7680	581,8	888,3	6,75	92,12	336,4	1198	1	1	-	1	1	-	+		
HE260 M	172	31310	2159	2524	11,94	66,89	10450	779,7	1192	6,9	111,1	719	1728	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE280 AA	61,2	10560	799,8	873,1	11,63	27,52	3664	261,7	399,4	6,85	55,12	36,22	590,1	3	3	4	3	3	4	+	+	+
HE280 A	76,4	13670	1013	1112	11,86	31,74	4763	340,2	518,1	7	62,12	62,1	785,4	1	3	3	1	3	3	+	HI	HI
HE280 B	103	19270	1376	1534	12,11	41,09	6595	471	717,6	7,09	74,62	143,7	1130	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE280 C	145	28810	1953	2225	12,47	56,26	9750	686,6	1047	7,26	93,62	382,5	1768	1	1	-	1	1	-	+		
HE280 M	189	39550	2551	2966	12,83	72,03	13160	914,1	1397	7,4	112,6	807,3	2520	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE300 AA	69,8	13800	975,6	1065	12,46	32,37	4734	315,6	482,3	7,3	60,13	49,35	877,2	3	3	4	3	3	4	+	+	+
HE300 A	88,3	18260	1260	1383	12,74	37,28	6310	420,6	641,2	7,49	68,13	85,17	1200	1	3	3	1	3	3	+	HI	HI
HE300 B	117	25170	1678	1869	12,99	47,43	8563	570,9	870,1	7,58	80,63	185	1688	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE300 C	177	40950	2559	2927	13,49	68,48	13736	900,7	1374	7,81	105,6	598,3	2903	1	1	-	1	1	-	+		
HE300 M	238	59200	3482	4078	13,98	90,53	19400	1252	1913	8	130,6	1408	4386	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE320 AA	74,2	16450	1093	1196	13,19	35,4	4959	330,6	505,7	7,24	61,63	55,87	1041	3	3	4	3	3	4	+	+	+
HE320 A	97,6	22930	1479	1628	13,58	41,13	6985	465,7	709,7	7,49	71,63	108	1512	1	2	3	1	2	3	+	HI	HI
HE320 B	127	30820	1926	2149	13,82	51,77	9239	615,9	939,1	7,57	84,13	225,1	2069	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE320 C	186	48710	2865	3274	14,34	72,25	14446	947	1445	7,81	108,6	679,1	3454	1	1	-	1	1	-	+		
HE320 M	245	68130	3796	4435	14,78	94,85	19710	1276	1951	7,95	132,6	1501	5004	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE340 AA	78,9	19550	1222	1341	13,95	38,69	5185	345,6	529,3	7,18	63,13	63,07	1231	3	3	4	3	3	4	+	+	+

Таблица Г.13 – Справочные данные для расчета европейской широкополочной двутавры (HE) (продолжение)

Обозначение		Справочные значения												Классификация по СН РК EN 1993-1- 1:2005/2011						EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
		ось у-у						ось z-z														
	G кг/м	I <sub>y</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,y</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,y</sub> ◆ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> мм ×10	A <sub>vz</sub> мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	I <sub>z</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,z</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,z</sub> ◆ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> мм ×10	S <sub>s</sub> мм	I <sub>t</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	чистый изгиб			чистое сжатие					
														у-у			сжатие			S235	S355	S460
HE340 A	105	27690	1678	1850	14,4	44,95	7436	495,7	755,9	7,46	74,13	127,2	1824	1	1	3	1	1	3	+	HI	HI
HE340 B	134	36660	2156	2408	14,65	56,09	9690	646	985,7	7,53	86,63	257,2	2454	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE340 M	248	76370	4052	4718	15,55	98,63	19710	1276	1953	7,9	132,6	1506	5584	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE360 AA	83,7	23040	1359	1495	14,7	42,17	5410	360,7	553	7,12	64,63	70,99	1444	2	3	3	2	3	3	+	+	+
HE360 A	112	33090	1891	2088	15,22	48,96	7887	525,8	802,3	7,43	76,63	148,8	2177	1	1	2	1	1	2	+	HI	HI
HE360 B	142	43190	2400	2683	15,46	60,6	10140	676,1	1032	7,49	89,13	292,5	2883	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE360 M	250	84870	4297	4989	16,32	102,4	19520	1268	1942	7,83	132,6	1507	6137	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE400 AA	92,4	31250	1654	1824	16,3	47,95	5861	390,8	599,7	7,06	67,13	84,69	1948	2	3	3	2	3	4	+	+	+
HE400 A	125	45070	2311	2562	16,84	57,33	8564	570,9	872,9	7,34	80,63	189	2942	1	1	1	1	2	2	+	HI	HI
HE400 B	155	57680	2884	3232	17,08	69,98	10820	721,3	1104	7,4	93,13	355,7	3817	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE400 M	256	104100	4820	5571	17,88	110,2	19340	1260	1934	7,7	132,6	1515	7410	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE450 AA	99,7	41890	1971	2183	18,16	54,7	6088	405,8	624,4	6,92	68,63	95,61	2572	1	3	3	2	4	4	+	+	+
HE450 A	140	63720	2896	3216	18,92	65,78	9465	631	965,5	7,29	85,13	243,8	4148	1	1	1	1	2	3	+	HI	HI
HE450 B	171	79890	3551	3982	19,14	79,66	11720	781,4	1198	7,33	97,63	440,5	5258	1	1	1	1	1	2	+	HI	HI
HE450 M	263	131500	5501	6331	19,8	119,8	19340	1260	1939	7,59	132,6	1529	9251	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE500 AA	107	54640	2315	2576	19,98	61,91	6314	420,9	649,3	6,79	70,13	107,7	3304	1	3	3	2	4	4	+	+	+
HE500 A	155	86970	3550	3949	20,98	74,72	10370	691,1	1059	7,24	89,63	309,3	5643	1	1	1	1	3	4	+	HI	HI
HE500 B	187	107200	4287	4815	21,19	89,82	12620	841,6	1292	7,27	102,1	538,4	7018	1	1	1	1	2	2	+	HI	HI
HE500 M	270	161900	6180	7094	21,69	129,5	19150	1252	1932	7,46	132,6	1539	11190	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE550 AA	120	72870	2792	3128	21,84	72,66	6767	451,1	698,6	6,65	73,13	133,7	4338	1	2	3	3	4	4	+	+	+

Таблица Г.13 – Справочные данные для расчета европейской широкополочной двутавры (HE) (продолжение)

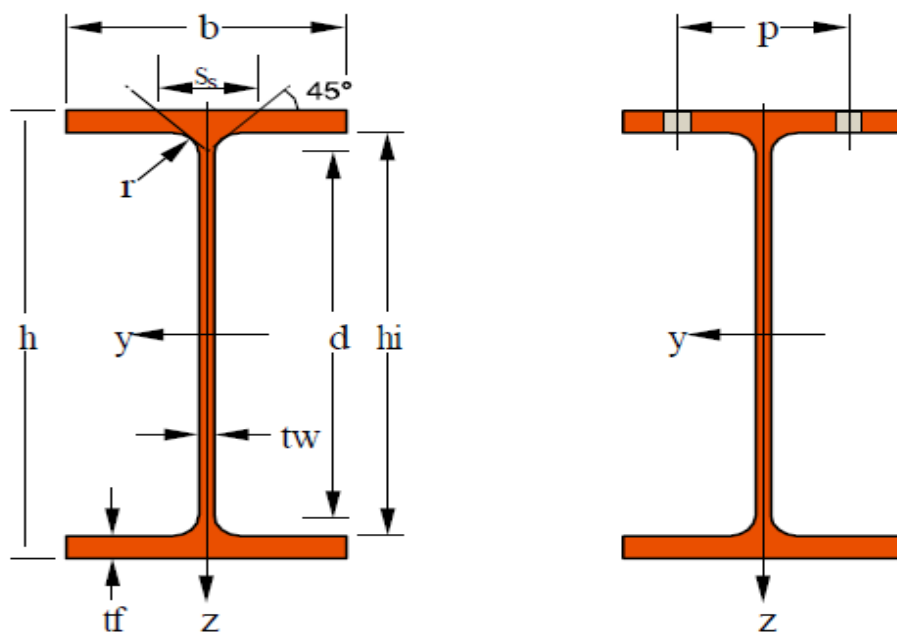
Обозначение		Справочные значения												Классификация по СН РК EN 1993-1- 1:2005/2011						EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
		ось у-у						ось z-z														
		$G$ кг/м	$I_y$ $\text{мм}^4 \times 10^4$	$W_{el,y}$ $\text{мм}^3 \times 10^3$	$W_{pl,y} \blacklozenge$ $\text{мм}^3 \times 10^3$	$i_y$ мм	$A_{vz}$ $\text{мм}^2 \times 10^2$	$I_z$ $\text{мм}^4 \times 10^4$	$W_{el,z}$ $\text{мм}^3 \times 10^3$	$W_{pl,z} \blacklozenge$ $\text{мм}^3 \times 10^3$	$i_z$ мм	$s_s$ мм	$I_t$ $\text{мм}^4 \times 10^4$	$I_w$ $\text{мм}^6 \times 10^9$	чистый изгиб у-у			чистое сжатие				
														S235	S355	S460	S235	S355	S460			
HE550 A	166	111900	4146	4622	22,99	83,72	10820	721,3	1107	7,15	92,13	351,5	7189	1	1	1	2	4	4	+	HI	HI
HE550 B	199	136700	4971	5591	23,2	100,1	13080	871,8	1341	7,17	104,6	600,3	8856	1	1	1	1	2	3	+	HI	HI
HE550 M	278	198000	6923	7933	23,64	139,6	19160	1252	1937	7,35	132,6	1554	13520	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE600 AA	129	91900	3218	3623	23,66	81,29	6993	466,2	724,5	6,53	74,63	149,8	5381	1	2	3	3	4	4	+	+	+
HE600 A	178	141200	4787	5350	24,97	93,21	11270	751,4	1156	7,05	94,63	397,8	8978	1	1	1	2	4	4	+	HI	HI
HE600 B	212	171000	5701	6425	25,17	110,8	13530	902	1391	7,08	107,1	667,2	10970	1	1	1	1	3	4	+	HI	HI
HE600 M	285	237400	7660	8772	25,55	149,7	18980	1244	1930	7,22	132,6	1564	15910	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HE600 × 337	337	283200	8961	10380	25,69	180,5	22940	1480	2310	7,31	149,1	2451	19610	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HE600 × 399	399	344600	10640	12460	26,03	213,6	28280	1796	2814	7,46	169,6	3966	24810	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HE650 AA	138	113900	3676	4160	25,46	90,4	7221	481,4	750,7	6,41	76,13	167,5	6567	1	1	3	4	4	4	+	+	+
HE650 A	190	175200	5474	6136	26,93	103,2	11720	781,6	1205	6,97	97,13	448,3	11030	1	1	1	3	4	4	+	HI	HI
HE650 B	225	210600	6480	7320	27,12	122	13980	932,3	1441	6,99	109,6	739,2	13360	1	1	1	2	3	4	+	HI	HI
HE650 M	293	281700	8433	9657	27,45	159,7	18980	1245	1936	7,13	132,6	1579	18650	1	1	1	1	1	2	+	HI	HI
HE650 × 343	343	333700	9815	11350	27,62	189,6	22720	1470	2300	7,21	148,6	2442	22730	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HE650 × 407	407	405400	11650	13620	27,95	224,8	28020	1785	2803	7,35	169,1	3958	28710	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HE700 AA	150	142700	4260	4840	27,34	100,3	7673	511,5	799,7	6,34	78,63	195,2	8155	1	1	2	4	4	4	+	+	+
HE700 A	204	215300	6241	7032	28,75	117	12180	811,9	1257	6,84	100,1	513,9	13350	1	1	1	3	4	4	+	HI	HI
HE700 B	241	256900	7340	8327	28,96	137,1	14440	962,7	1495	6,87	112,6	830,9	16060	1	1	1	2	4	4	+	HI	HI
HE700 M	301	329300	9198	10540	29,32	169,8	18800	1240	1929	7,01	132,6	1589	21400	1	1	1	1	2	3	+	HI	HI
HE700 × 352	352	389700	10710	12390	29,47	201,6	22510	1461	2293	7,08	148,6	2461	26050	1	1	1	1	1	1	+	HI	

Таблица Г.13 – Справочные данные для расчета европейской широкополочной двутавры (HE) (продолжение)

Обозначение		Справочные значения												Классификация по СН РК EN 1993-1-1:2005/2011						EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
		ось у-у					ось z-z							чистый изгиб у-у			чистое сжатие					
		$I_y$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,y}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,y}♦$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_y$ мм ×10	$A_{vz}$ мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	$I_z$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,z}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,z}♦$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_z$ мм ×10	$s_s$ мм	$I_t$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$I_w$ мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>									
HE700 × 418	418	472500	12700	14840	29,8	239	27760	1774	2797	7,22	169,1	3989	32850	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HE800 AA	172	208900	5426	6225	30,92	123,8	8134	542,2	856,6	6,1	85,15	256,8	11450	1	1	1	4	4	4	+	+	+
HE800 A	224	303400	7682	8699	32,58	138,8	12640	842,6	1312	6,65	106,1	596,9	18290	1	1	1	4	4	4	+	HI	HI
HE800 B	262	359100	8977	10230	32,78	161,8	14900	993,6	1553	6,68	118,6	946	21840	1	1	1	3	4	4	+	HI	HI
HE800 M	317	442600	10870	12490	33,09	194,3	18630	1230	1930	6,79	136,1	1646	27780	1	1	1	1	3	4	+	HI	HI
HE800 × 373	373	523900	12690	14700	33,23	230,3	22530	1463	2311	6,89	152,1	2554	34070	1	1	1	1	2	2	+	HI	
HE800 × 444	444	634500	15070	17640	33,48	276,5	27800	1776	2827	7,01	173,1	4180	42840	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HE900 AA	198	301100	6923	7999	34,55	147,2	9041	602,8	957,7	5,99	90,15	334,9	16260	1	1	1	4	4	4	+	+	+
HE900 A	252	422100	9485	10810	36,29	163,3	13550	903,2	1414	6,5	111,1	736,8	24960	1	1	1	4	4	4	+	HI	HI
HE900 B	291	494100	10980	12580	36,48	188,8	15820	1050	1658	6,53	123,6	1137	29460	1	1	1	3	4	4	+	HI	HI
HE900 M	333	570400	12540	14440	36,7	214,4	18450	1220	1929	6,6	136,1	1671	34750	1	1	1	2	4	4	+	HI	HI
HE900 × 391	391	674300	14630	16990	36,81	254,3	22320	1454	2312	6,7	152,1	2597	42560	1	1	1	1	2	4	+	HI	
HE900 × 466	466	814900	17380	20380	37,05	305,3	27560	1767	2832	6,81	173,1	4256	53400	1	1	1	1	1	2	+	HI	
HE1000 AA	222	406500	8380	9777	37,95	172,2	9501	633,4	1016	5,8	93,15	403,4	21280	1	1	-	4	4	-	+		
HE1000 × 249	249	481100	9818	11350	38,97	180,7	11750	784	1245	6,09	103,6	584,4	26620	1	1	2	4	4	4	+	HI	HI
HE1000 A	272	553800	11190	12820	39,96	184,6	14000	933,6	1470	6,35	113,6	822,4	32070	1	1	2	4	4	4	+	HI	HI
HE1000 B	314	644700	12890	14860	40,15	212,5	16280	1085	1716	6,38	126,1	1254	37640	1	1	1	4	4	4	+	HI	HI
HE1000 M	349	722300	14330	16570	40,32	235	18460	1222	1940	6,45	136,1	1701	43020	1	1	1	3	4	4	+	HI	HI
HE1000 × 393	393	807700	15900	18540	40,18	271,3	20500	1353	2168	6,4	147,3	2332	48080	1	1	1	2	4	4	+	HI	
HE1000 × 415	415	853100	16728	19571	40,17	288,6	21710	1428	2298	6,41	153,1	2713	51080	1	1	1	2	3	4	+	HI	
HE1000 × 438	438	909200	17720	20750	40,43	299,9	23360	1531	2463	6,48	160	3190	55290	1	1	1	1	3	4	+	HI	
HE1000 × 494	494	1028000	19845	23413	40,42	344,5	26820	1736	2818	6,53	174,1	4433	64010	1	1	1	1	2	3	+	HI	
HE1000 × 584	584	1246100	23600	28039	40,93	403,2	33430	2130	3475	6,7	199,1	7230	81240	1	1	1	1	1	2	+	HI	



Г.7 Европейские расширенные широкополочные двутавры (HL)



Размеры: ASTM A 6/A 6M – 07.

Допуски: ASTM A 6/A 6M – 07.

Состояние поверхности: в соответствии с EN 10163-3:2004, класс C, подкласс 1.

Рисунок Г.7 – HL

Таблица Г.14 – Размеры европейской расширенной широкополочной двутавры (HL)

Обозначение		Параметры					A мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	Конструкционные размеры					Площадь поверхности	
	G кг/м	h мм	b мм	t <sub>w</sub> мм	t <sub>f</sub> мм	r мм		h <sub>i</sub> мм	d мм	Ø	p <sub>min</sub> мм	p <sub>max</sub> мм	A <sub>L</sub> м <sup>2</sup> /м	A <sub>G</sub> м <sup>2</sup> /т
HL920 × 588	588	975	427	31	55,9	19	748,1	863,2	825,2	M 27	138	322	3,563	6,068
HL920 × 656	656	987	431	34,5	62	19	835,3	863	825	M 27	144	320	3,596	5,485
HL920 × 725	725	999	434	38,1	68,1	19	922,9	862,8	824,8	M 27	148	323	3,625	5,004
HL920 × 787	787	1011	437	40,9	73,9	19	1002	863,2	825,2	M 27	152	326	3,656	4,647
HL920 × 970	970	1043	446	50	89,9	19	1237	863,2	825,2	M 27	160	334	3,737	3,85
HL1000 AA	296	982	400	16,5	27,1	30	377,6	928	868	M 27	134	294	3,479	11,74
HL1000 A	321	990	400	16,5	31	30	408,8	928	868	M 27	134	294	3,495	10,89
HL1000 B	371	1000	400	19	36,1	30	472,8	928	868	M 27	136	294	3,51	9,458
HL1000 M	412	1008	402	21,1	40	30	525,1	928	868	M 27	140	296	3,53	8,564
HL1000 × 443	443	1012	402	23,6	41,9	30	563,7	928,2	868,2	M 27	142	296	3,533	7,985
HL1000 × 483	483	1020	404	25,4	46	30	615,1	928	868	M 27	144	298	3,554	7,36
HL1000 × 539	539	1030	407	28,4	51,1	30	687,2	927,8	867,8	M 27	146	302	3,58	6,636
HL1000 × 554	554	1032	408	29,5	52	30	705,8	928	868	M 27	150	296	3,585	6,471
HL1000 × 591	591	1040	409	31	55,9	30	752,7	928,2	868,2	M 27	148	304	3,602	6,097
HL1000 × 642	642	1048	412	34	60	30	817,6	928	868	M 27	154	300	3,624	5,647
HL1000 × 748	748	1068	417	39	70	30	953,4	928	868	M 27	160	304	3,674	4,909
HL1000 × 883	883	1092	424	45,5	82	30	1125	928	868	M 27	166	312	3,737	4,231
HL1100 A	343	1090	400	18	31	20	436,5	1028	988	M 27	116	294	3,71	10,83
HL1100 B	390	1100	400	20	36	20	497	1028	988	M 27	118	294	3,726	9,549
HL1100 M	433	1108	402	22	40	20	551,2	1028	988	M 27	120	296	3,746	8,657
HL1100 R	499	1118	405	26	45	20	635,2	1028	988	M 27	124	300	3,77	7,56
HL920 × 588	588	975	427	31	55,9	19	748,1	863,2	825,2	M 27	138	322	3,563	6,068
HL920 × 656	656	987	431	34,5	62	19	835,3	863	825	M 27	144	320	3,596	5,485

Таблица Г.14 – Размеры европейской расширенной широкополочной двутавры (НЛ) (продолжение)

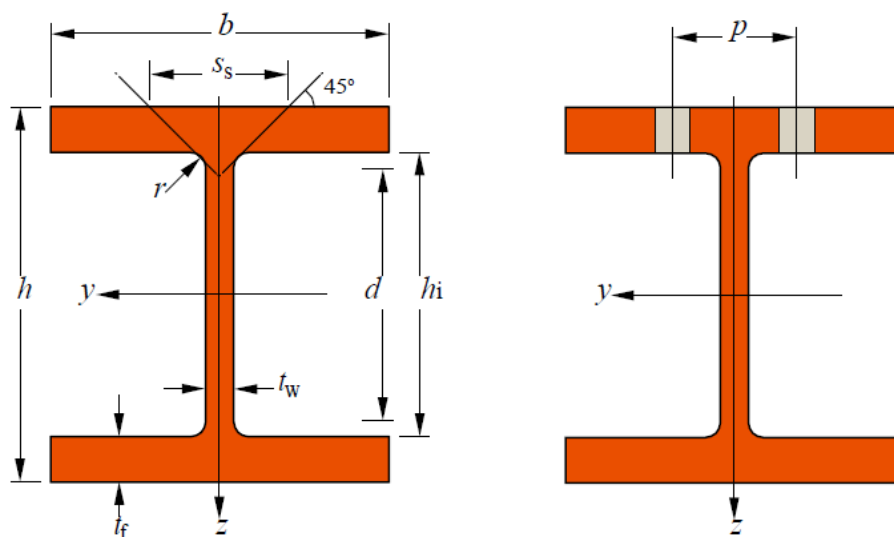
Обозначение		Параметры					A мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	Конструкционные размеры					Площадь поверхности	
	G кг/м	h мм	b мм	t <sub>w</sub> мм	t <sub>f</sub> мм	r мм		h <sub>i</sub> мм	d мм	Ø	p <sub>min</sub> мм	p <sub>max</sub> мм	A <sub>L</sub> м <sup>2</sup> /м	A <sub>G</sub> м <sup>2</sup> /т
HL920 × 725	725	999	434	38,1	68,1	19	922,9	862,8	824,8	M 27	148	323	3,625	5,004
HL920 × 787	787	1011	437	40,9	73,9	19	1002	863,2	825,2	M 27	152	326	3,656	4,647
HL920 × 970	970	1043	446	50	89,9	19	1237	863,2	825,2	M 27	160	334	3,737	3,85
HL1000 AA	296	982	400	16,5	27,1	30	377,6	928	868	M 27	134	294	3,479	11,74
HL1000 A	321	990	400	16,5	31	30	408,8	928	868	M 27	134	294	3,495	10,89
HL1000 B	371	1000	400	19	36,1	30	472,8	928	868	M 27	136	294	3,51	9,458
HL1000 M	412	1008	402	21,1	40	30	525,1	928	868	M 27	140	296	3,53	8,564
HL1000 × 443	443	1012	402	23,6	41,9	30	563,7	928,2	868,2	M 27	142	296	3,533	7,985
HL1000 × 483	483	1020	404	25,4	46	30	615,1	928	868	M 27	144	298	3,554	7,36
HL1000 × 539	539	1030	407	28,4	51,1	30	687,2	927,8	867,8	M 27	146	302	3,58	6,636
HL1000 × 554	554	1032	408	29,5	52	30	705,8	928	868	M 27	150	296	3,585	6,471
HL1000 × 591	591	1040	409	31	55,9	30	752,7	928,2	868,2	M 27	148	304	3,602	6,097
HL1000 × 642	642	1048	412	34	60	30	817,6	928	868	M 27	154	300	3,624	5,647
HL1000 × 748	748	1068	417	39	70	30	953,4	928	868	M 27	160	304	3,674	4,909
HL1000 × 883	883	1092	424	45,5	82	30	1125	928	868	M 27	166	312	3,737	4,231
HL1100 A	343	1090	400	18	31	20	436,5	1028	988	M 27	116	294	3,71	10,83
HL1100 B	390	1100	400	20	36	20	497	1028	988	M 27	118	294	3,726	9,549

Таблица Г.15 – Справочные данные для расчета европейской расширенной широкополочной двутавры (HL)

Обозначение		Справочные значения												Классификация по СН РК EN 1993-1- 1:2005/2011						EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
		ось у-у						ось z-z														
	G кг/ м	I <sub>y</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,y</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,y</sub> ◆ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> мм ×10	A <sub>vz</sub> мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	I <sub>z</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,z</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,z</sub> ◆ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> мм ×10	s <sub>s</sub> мм	I <sub>t</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	чистый изгиб у-у			чистое сжатие					
														S235	S355	S460	S235	S355	S460			
HL920 × 342	342	624900	13700	15450	37,85	190,1	39010	1867	2882	9,46	111,4	1193	75410	1	1	1	3	4	4	+	HI	HI
HL920 × 365	365	670500	14640	16520	38	200,4	42120	2011	3106	9,52	117	1446	81730	1	1	1	3	4	4	+	HI	HI
HL920 × 387	387	718300	15600	17630	38,17	210,9	45280	2156	3332	9,58	122,6	1734	88370	1	1	1	2	4	4	+	HI	HI
HL920 × 417	417	787600	16970	19210	38,46	223,9	50070	2373	3668	9,7	130,4	2200	98540	1	1	1	2	4	4	+	HI	HI
HL920 × 446	440	846800	18150	20600	38,56	239,1	53980	2552	3951	9,73	137,5	2685	106700	1	1	1	2	3	4	+	HI	
HL920 × 488	488	935400	19860	22610	38,8	259,3	59010	2797	4336	9,75	148	3514	117900	1	1	1	1	2	4	+	HI	
HL920 × 534	534	1031000	21710	24830	38,94	284,8	65560	3085	4796	9,82	158,7	4542	132100	1	1	1	1	2	3	+	HI	
HL920 × 585	585	1143000	23810	27360	39,16	312	72770	3408	5310	9,88	170,9	5932	148200	1	1	1	1	1	2	+	HI	
HL920 × 653	653	1292000	26590	30730	39,41	348,7	83050	3854	6022	9,99	186,6	8124	171300	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HL920 × 784	784	1593000	31980	37340	39,95	417,6	103300	4728	7424	10,18	216,8	13730	218500	1	1	-	1	1	-	○		
HL920 × 967	967	2033000	39540	46810	40,64	517,1	133900	6003	9486	10,43	257,9	24930	292400	1	1	-	1	1	-	○		
HL920 × 344	344	645000	13920	15700	38,41	188	39010	1867	2880	9,45	105,6	1159	78120	1	1	1	4	4	4	+	HI	HI
HL920 × 368	368	692200	14870	16790	38,56	198,2	42120	2010	3104	9,51	111,2	1408	84670	1	1	1	3	4	4	+	HI	HI
HL920 × 390	390	741700	15850	17920	38,74	208,6	45270	2156	3331	9,57	116,8	1691	91550	1	1	1	3	4	4	+	HI	HI
HL920 × 420	420	813300	17250	19530	39,02	221,5	50070	2373	3667	9,68	124,6	2151	102100	1	1	1	2	4	4	+	HI	HI
HL920 × 449	449	874700	18450	20950	39,13	236,6	53970	2552	3949	9,72	131,7	2627	110600	1	1	1	2	4	4	+	HI	
HL920 × 491	491	966300	20200	23000	39,37	256,6	59000	2796	4335	9,73	142,2	3441	122200	1	1	1	1	3	4	+	HI	
HL920 × 537	537	1066000	22080	25270	39,51	282,1	65550	3085	4795	9,8	152,9	4447	136900	1	1	1	1	2	3	+	HI	
HL920 × 588	588	1181000	24230	27840	39,74	309,3	72760	3408	5310	9,86	165,1	5860	153200	1	1	1	1	1	2	+	HI	
HL920 × 656	656	1335000	27060	31270	39,98	345,8	83040	3853	6022	9,97	180,8	7950	177600	1	1	1	1	1	2	+	HI	
HL920 × 725	725	1492000	29880	34740	40,21	383,6	93200	4295	6734	10,05	196,6	10570	201900	1	1	1	1	1	1	+	HI	

Таблица Г.15 – Справочные данные для расчета европейской расширенной широкополочной двутавры (НЛ) (продолжение)

Обозначение		Справочные значения												Классификация по СН РК EN 1993-1- 1:2005/2011						EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
		ось у-у						ось z-z														
	$G$ кг/ м	$I_y$ $\text{мм}^4 \times 10^4$	$W_{el,y}$ $\text{мм}^3 \times 10^3$	$W_{pl,y} \blacklozenge$ $\text{мм}^3 \times 10^3$	$i_y$ мм $\times 10$	$A_{vz}$ $\text{мм}^2 \times 10^2$	$I_z$ $\text{мм}^4 \times 10^4$	$W_{el,z}$ $\text{мм}^3 \times 10^3$	$W_{pl,z} \blacklozenge$ $\text{мм}^3 \times 10^3$	$i_z$ мм $\times 10$	$s_s$ мм	$I_t$ $\text{мм}^4 \times 10^4$	$I_w$ $\text{мм}^6 \times 10^9$	чистый изгиб у-у			чистое сжатие					
														S235	S355	S460	S235	S355	S460			
HL920 × 787	787	1646000	32560	38010	40,53	414,5	103300	4728	7425	10,15	211	13430	226800	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HL920 × 970	970	2100000	40270	47660	41,21	513,8	133900	6002	9490	10,4	252,1	24320	304000	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HL1000 AA	296	620300	12630	14260	40,53	181,5	28960	1448	2243	8,76	105,8	762,6	65900	1	1	2	4	4	4	+	HI	HI
HL1000 A	321	696400	14070	15800	41,27	184,6	33120	1656	2555	9	113,6	1021	76030	1	1	2	4	4	4	+	HI	HI
HL1000 B	371	813700	16270	18360	41,49	212,5	38580	1929	2984	9,03	126,3	1575	89440	1	1	1	4	4	4	+	HI	HI
HL1000 M	412	910500	18070	20460	41,64	236	43400	2160	3349	9,09	136,2	2134	101500	1	1	1	3	4	4	+	HI	HI
HL1000 × 443	443	966500	19100	21780	41,41	261,8	45500	2264	3529	8,98	142,5	2545	106700	1	1	1	2	4	4	+	HI	
HL1000 × 483	483	1067000	20930	23920	41,66	282,7	50710	2510	3919	9,08	152,5	3311	119900	1	1	1	2	4	4	+	HI	
HL1000 × 539	539	1203000	23350	26820	41,83	316,4	57630	2832	4436	9,16	165,7	4546	137600	1	1	1	1	2	4	+	HI	
HL1000 × 554	554	1232000	23880	27500	41,79	328	59100	2897	4547	9,15	168,6	4860	141300	1	1	1	1	2	3	+	HI	
HL1000 × 591	591	1331000	25600	29530	42,05	346,3	64010	3130	4916	9,22	177,9	5927	154300	1	1	1	1	2	3	+	HI	
HL1000 × 642	642	1451000	27680	32100	42,12	379,6	70280	3412	5379	9,27	189,1	7440	170700	1	1	1	1	1	2	+	HI	
HL1000 × 748	748	1732000	32430	37880	42,62	438,9	85110	4082	6459	9,45	214,1	11670	210600	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HL1000 × 883	883	2096000	38390	45260	43,16	516,5	105000	4952	7874	9,66	244,6	18750	265700	1	1	-	1	1	-	○		
HL1100 A	343	867400	15920	18060	44,58	206,5	33120	1656	2568	8,71	103,4	1037	92710	1	1	2	4	4	4	+	HI	HI
HL1100 B	390	1005000	18280	20780	44,98	230,6	38480	1924	2988	8,8	115,4	1564	108700	1	1	1	4	4	4	+	HI	HI
HL1100 M	433	1126000	20320	23160	45,19	254,4	43410	2160	3362	8,87	125,4	2130	123500	1	1	1	4	4	4	+	HI	HI
HL1100 R	499	1294000	23150	26600	45,14	300,4	49980	2468	3870	8,87	139,4	3135	143400	1	1	1	2	4	4	+	HI	
HL920 × 342	342	624900	13700	15450	37,85	190,1	39010	1867	2882	9,46	111,4	1193	75410	1	1	1	3	4	4	+	HI	HI

**Г.8 Колонные двутавры (HD)**

Размеры: HD 360 / 400 d в соответствии с ASTM A 6/A 6M - 07;

HD 260, HD 320 в соответствии со стандартом завода-изготовителя.

Допустимые отклонения: EN 10034:1993 HD 260/320.

ASTM A 6/A 6M - 07 HD 360/400.

Состояние поверхности: в соответствии с EN 10163-3:2004, класс C, подкласс 1.

**Рисунок Г.8 – HD**

Таблица Г.16 – Размеры колонной двутавры (HD)

Обозначение		Размеры					$A$ $\text{мм}^2 \times 10^2$	Конструкционные размеры					Площадь поверхности	
	$G$ кг/м	$h$ мм	$b$ мм	$t_w$ мм	$t_f$ мм	$r$ мм		$h_i$ мм	$d$ мм	$\emptyset$	$p_{\min}$ мм	$p_{\max}$ мм	$A_L$ м <sup>2</sup> /м	$A_G$ м <sup>2</sup> /т
HD260 × 54,1	54,1	244	260	6,5	9,5	24	69	225	177	M 27	110	158	1,474	27,22
HD260 × 68,2	68,2	250	260	7,5	12,5	24	86,8	225	177	M 27	110	158	1,484	21,77
HD260 × 93,0	93	260	260	10	17,5	24	118,4	225	177	M 27	114	158	1,499	16,12
HD260 × 114	114	268	262	12,5	21,5	24	145,7	225	177	M 27	116	160	1,518	13,27
HD260 × 142	142	278	265	15,5	26,5	24	180,3	225	177	M 27	120	164	1,544	10,91
HD260 × 172	172	290	268	18	32,5	24	219,6	225	177	M 27	122	166	1,575	9,133
HD320 × 74,2	74,2	301	300	8	11	27	94,6	279	225	M 27	118	198	1,74	23,43
HD320 × 97,6	97,6	310	300	9	15,5	27	124,4	279	225	M 27	118	198	1,756	17,98
HD320 × 127	127	320	300	11,5	20,5	27	161,3	279	225	M 27	122	198	1,771	13,98
HD320 × 158	158	330	303	14,5	25,5	27	201,2	279	225	M 27	124	202	1,797	11,37
HD320 × 198	198	343	306	18	32	27	252,3	279	225	M 27	128	204	1,828	9,227
HD320 × 245	245	359	309	21	40	27	312	279	225	M 27	132	204	1,866	7,616
HD320 × 300	300	375	313	27	48	27	382,1	279	225	M 27	138	208	1,902	6,34
HD360 × 134	134	356	369	11,2	18	15	170,6	320	290	M 27	100	264	2,14	15,98
HD360 × 147	147	360	370	12,3	19,8	15	187,9	320,4	290,4	M 27	100	264	2,15	14,58
HD360 × 162	162	364	371	13,3	21,8	15	206,3	320,4	290,4	M 27	102	266	2,16	13,34
HD360 × 179	179	368	373	15	23,9	15	228,3	320,2	290,2	M 27	104	268	2,172	12,12
HD360 × 196	196	372	374	16,4	26,2	15	250,3	319,6	289,6	M 27	104	268	2,181	11,1
HD400 × 187+	187	368	391	15	24	15	237,6	320	290	M 27	104	286	2,244	12,03
HD400 × 216/+	216	375	394	17,3	27,7	15	275,5	319,6	289,6	M 27	106	288	2,266	10,48
HD400 × 237/+	237	380	395	18,9	30,2	15	300,9	319,6	289,6	M 27	108	290	2,276	9,637
HD400 × 262/+	262	387	398	21,1	33,3	15	334,6	320,4	290,4	M 27	110	292	2,298	8,749
HD400 × 287/+	287	393	399	22,6	36,6	15	366,3	319,8	289,8	M 27	112	294	2,311	8,038
HD400 × 314/+	314	399	401	24,9	39,6	15	399,2	319,8	289,8	M 27	114	296	2,326	7,425

Таблица Г.16 – Размеры колонной двутавры (HD) (продолжение)

Обозначение		Размеры					A мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	Конструкционные размеры					Площадь поверхности	
	G кг/м	h мм	b мм	t <sub>w</sub> мм	t <sub>f</sub> мм	r мм		h <sub>i</sub> мм	d мм	Ø	p <sub>min</sub> мм	p <sub>max</sub> мм	A <sub>L</sub> м <sup>2</sup> /м	A <sub>G</sub> м <sup>2</sup> /т
HD400 × 347/+	347	407	404	27,2	43,7	15	442	319,6	289,6	М 27	116	298	2,35	6,773
HD400 × 382/+	382	416	406	29,8	48	15	487,1	320	290	М 27	118	300	2,371	6,2
HD400 × 421/+	421	425	409	32,8	52,6	15	537,1	319,8	289,8	М 27	122	304	2,395	5,68
HD400 × 463/+	463	435	412	35,8	57,4	15	589,5	320,2	290,2	М 27	124	306	2,421	5,231
HD400 × 509/+	509	446	416	39,1	62,7	15	649	320,6	290,6	М 27	128	310	2,452	4,813
HD400 × 551/+	551	455	418	42	67,6	15	701,4	319,8	289,8	М 27	132	312	2,472	4,49
HD400 × 592/+	592	465	421	45	72,3	15	754,9	320,4	290,4	М 27	134	316	2,498	4,216
HD400 × 634/+	634	474	424	47,6	77,1	15	808	319,8	289,8	М 27	140	312	2,523	3,978
HD400 × 677/+	677	483	428	51,2	81,5	15	863,4	320	290	М 27	144	316	2,55	3,762
HD400 × 744/+	744	498	432	55,6	88,9	15	948,1	320,2	290,2	М 27	148	320	2,587	3,476
HD400 × 818/+	818	514	437	60,5	97	15	1043	320	290	М 27	154	326	2,629	3,21
HD400 × 900/+	900	531	442	65,9	106	15	1149	319	289	М 27	158	330	2,672	2,962
HD400 × 990/+	990	550	448	71,9	115	15	1262	320	290	М 27	164	336	2,722	2,747
HD400 × 1086/+	1086	569	454	78	125	15	1386	319	289	М 27	170	342	2,772	2,548

Таблица Г.17 – Справочные данные для расчета колонной двутавры (HD)

Обозначение		Справочные значения												Классификация по СН РК EN 1993-1-1:2005/2011						EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
		ось у-у						ось z-z														
	G кг/м	$I_y$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,y}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,y}♦$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_y$ мм ×10	$A_{vz}$ мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	$I_z$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$W_{el,z}$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$W_{pl,z}♦$ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	$i_z$ мм ×10	$s_s$ мм	$I_t$ мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	$I_w$ мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	чистый изгиб у- у			чистое сжатие					
		S235	S355	S460	S235	S355	S460															
HD260 × 54,1	54,1	7981	654,1	714,5	10,76	24,75	2788	214,5	327,7	6,36	53,62	30,31	382,6	3	3	4	3	3	4	+	+	+
HD260 × 68,2	68,2	10450	836,4	919,8	10,97	28,76	3668	282,1	430,2	6,5	60,62	52,37	516,4	1	3	3	1	3	3	+	HI	HI



Таблица Г.17 – Справочные данные для расчета колонной двутавры (HD) (продолжение)

Обозначение		Справочные значения												Классификация по СН РК EN 1993-1-1:2005/2011						EN 10025- 2:2004	EN 10025- 4:2004	EN 10225:2001
		ось у-у						ось z-z														
	G кг/м	I <sub>y</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,y</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>ply</sub> ◆ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> мм ×10	A <sub>vz</sub> мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	I <sub>z</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,z</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,z</sub> ◆ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> мм ×10	s <sub>s</sub> мм	I <sub>t</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	чистый изгиб у-у			чистое сжатие					
														S235	S355	S460	S235	S355	S460			
HD260 × 93,0	93	14920	1148	1283	11,22	37,59	5135	395	602,2	6,58	73,12	123,8	753,7	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HD260 × 114	114	18910	1411	1600	11,39	46,08	6456	492,8	752,5	6,66	83,62	222,4	979	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HD260 × 142	142	24330	1750	2015	11,62	56,65	8236	621,6	950,5	6,76	96,62	406,8	1300	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HD260 × 172	172	31310	2159	2524	11,94	66,89	10450	779,7	1192	6,9	111,1	719	1728	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HD320 × 74,2	74,2	16450	1093	1196	13,19	35,4	4959	330,6	505,7	7,24	61,63	55,87	1041	3	3	4	3	3	4	+	+	+
HD320 × 97,6	97,6	22930	1479	1628	13,58	41,13	6985	465,7	709,7	7,49	71,63	108	1512	1	2	3	1	2	3	+	HI	HI
HD320 × 127	127	30820	1926	2149	13,82	51,77	9239	615,9	939,1	7,57	84,13	225,1	2069	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HD320 × 158	158	39640	2403	2718	14,04	64,18	11840	781,7	1194	7,67	97,13	420,5	2741	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HD320 × 198	198	51900	3026	3479	14,34	79,52	15310	1001	1530	7,79	113,6	805,3	3695	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HD320 × 245	245	68130	3796	4435	14,78	94,85	19710	1276	1951	7,95	132,6	1501	5004	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HD320 × 300	300	86900	4635	5522	15,08	120,47	24600	1572	2414	8,02	154,6	2650	6558	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HD360 × 134	134	41510	2332	2562	15,6	45,19	15080	817,3	1237	9,4	64,77	168,8	4305	2	3	3	2	3	3	+	HI	HI
HD360 × 147	147	46290	2572	2838	15,7	49,72	16720	903,9	1369	9,43	69,47	223,7	4836	1	3	3	1	3	3	+	HI	HI
HD360 × 162	162	51540	2832	3139	15,81	53,98	18560	1001	1516	9,49	74,47	295,5	5432	1	2	3	1	2	3	+	HI	HI
HD360 × 179	179	57440	3122	3482	15,86	60,72	20680	1109	1683	9,52	80,37	393,8	6119	1	1	2	1	1	2	+	HI	HI
HD360 × 196	196	63630	3421	3837	15,94	66,5	22860	1222	1856	9,56	86,37	517,1	6829	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HD400 × 187	187	60180	3271	3642	15,91	60,73	23920	1224	1855	10,03	80,57	414,6	7074	1	1	3	1	1	3	+	HI	HI
HD400 × 216	216	71140	3794	4262	16,07	70,32	28250	1434	2176	10,13	90,27	637,3	8515	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HD400 × 237	237	78780	4146	4686	16,18	77,1	31040	1572	2387	10,16	96,87	825,5	9489	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HD400 × 262	262	89410	4620	5260	16,35	86,55	35020	1760	2676	10,23	105,3	1116	10940	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HD400 × 287	287	99710	5074	5813	16,5	93,46	38780	1944	2957	10,29	113,4	1464	12300	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HD400 × 314	314	110200	5525	6374	16,62	103,3	42600	2125	3236	10,33	121,7	1870	13740	1	1	1	1	1	1	+	HI	HI
HD400 × 347	347	124900	6140	7139	16,81	113,9	48090	2380	3629	10,43	132,2	2510	15850	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HD400 × 382	382	141300	6794	7965	17,03	126	53620	2641	4031	10,49	143,4	3326	18130	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HD400 × 421	421	159600	7510	8880	17,24	139,9	60080	2938	4489	10,58	155,6	4398	20800	1	1	1	1	1	1	+	HI	

Таблица Г.17 – Справочные данные для расчета колонной двутавры (HD) (продолжение)

Обозначение		Справочные значения												Классификация по СН РК EN 1993-1-1:2005/2011						EN 10025-2:2004	EN 10025-4:2004	EN 10225:2001
		ось у-у						ось z-z														
	G кг/м	I <sub>y</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,y</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,y</sub> ◆ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> мм ×10	A <sub>vz</sub> мм <sup>2</sup> ×10 <sup>2</sup>	I <sub>z</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	W <sub>el,z</sub> мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	W <sub>pl,z</sub> ◆ мм <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> мм ×10	s <sub>s</sub> мм	I <sub>t</sub> мм <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> мм <sup>6</sup> ×10 <sup>9</sup>	чистый изгиб у-у			чистое сжатие					
														S235	S355	S460	S235	S355	S460			
HD400 × 463	463	180200	8283	9878	17,48	154,3	67040	3254	4978	10,66	168,2	5735	23850	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HD400 × 509	509	204500	9172	11030	17,75	170,6	75400	3625	5552	10,78	182,1	7513	27630	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HD400 × 551	551	226100	9939	12050	17,95	184,9	82490	3947	6051	10,85	194,8	9410	30870	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HD400 × 592	592	250200	10760	13140	18,2	200,3	90170	4284	6574	10,93	207,2	11560	34670	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HD400 × 634	634	274200	11570	14220	18,42	214	98250	4634	7117	11,03	219,4	14020	38570	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HD400 × 677	677	299500	12400	15350	18,62	231,9	106900	4994	7680	11,13	231,8	16790	42920	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HD400 × 744	744	342100	13740	17170	19	256,1	119900	5552	8549	11,25	251	21840	49980	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HD400 × 818	818	392200	15260	19260	19,39	283,3	135500	6203	9561	11,4	272,1	28510	58650	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HD400 × 900	900	450200	16960	21620	19,79	313,8	153300	6938	10710	11,55	295,5	37350	68890	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HD400 × 990	990	518900	18870	24280	20,27	349,2	173400	7739	11960	11,72	319,5	48210	81530	1	1	1	1	1	1	+	HI	
HD400 × 1086	1086	595700	20940	27210	20,73	385,8	196200	8645	13380	11,9	345,6	62290	96080	1	1	1	1	1	1	+	HI	

## БИБЛИОГРАФИЯ

1. Руководство по проектированию железобетонных конструкций с жесткой арматурой. М., Стройиздат, 1978.
2. Васильев А.П. Железобетонные конструкции с жесткой арматурой. М., 1951.
3. Jonson R.P. Composite Structures of Steel and Concrete. USA, 2004 (Композитные конструкции из стали и бетона. США, 2004).
4. Hoffman B. Stahl im Hochbau. Band 2, Teil 1. Verbund Konstruktionen im Hochbau. Verlag Stahleisen mbh Dusseldorf, 1987 (Сталь в высотном строительстве. Том 2, Часть 1. Комплексные конструкции в высотном строительстве. Издательство Stahleisen Дюссельдорф, 1987).
5. Gajanan M. Sabnis. Handbook of Composite Construction Engineering. New York 2003 (Справочник по композитным инженерным конструкциям. Новый Йорк 2003).
6. Furtak K. Mosty zespolone. PWN. Warszawa 1999 (Комплексные мосты. Издательство PWN. Варшава 1999).
7. Kucharczuk W., Laboda S. Konstrukcje zespolone stalowo-betonowe budynkow. Arkady. Warszawa 2007 (Комплексные сталебетонные конструкции зданий. Издательство Аркады. Варшава 2007).
8. Marios C. Phocas. Tragwerke fur den Hochhausbau. Erbst & Sohn. Berlin (Несущие балки для высотного жилищного строительства. Издательство Erbst & Sohn. Берлин).
9. Starosolski W. Konstrukcje zelbetowe wedlug Eurokodu 2 i norm związanych. PWN. Warszawa 2011 (Железобетонные конструкции в свете Еврокода 2 и связанных с ним стандартов. Издательство PWN. Варшава 2011).
10. Karlikowski J., Madaj A., Wolowicki W. Mostowe konstrukcje zespolone stalowo-betonowe. WKL. Warszawa 2007 (Мостовые комплексные сталебетонные конструкции. Издательство WKL. Варшава 2007).
11. Stahlbau. Verlag fur Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co.KG, Berlin. №8/2006 (Строительство из стали. Издательство архитектуры и технической науки. Берлин. №8/2006).
12. Stahlbau. Verlag fur Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co.KG, Berlin. №3/2011 (Строительство из стали. Издательство архитектуры и технической науки. Берлин. №3/2011).
13. Stahlbau. Verlag fur Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co.KG, Berlin. №8/2005 (Строительство из стали. Издательство архитектуры и технической науки. Берлин. №8/2005).
14. Stahlbau. Verlag fur Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co.KG, Berlin. №5/2004 (Строительство из стали. Издательство архитектуры и технической науки. Берлин. №5/2004).
15. Stahlbau. Verlag fur Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co.KG, Berlin. №10/2011 (Строительство из стали. Издательство архитектуры и технической науки. Берлин. №10/2011).
16. Stahlbau. Verlag fur Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co.KG,

Berlin. №10/2007 (Строительство из стали. Издательство архитектуры и технической науки. Берлин. №10/2007).

17. Stahlbau. Verlag fur Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co.KG, Berlin. №12/2011 (Строительство из стали. Издательство архитектуры и технической науки. Берлин. №12/2011).

18. Stahlbau. Verlag fur Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co.KG, Berlin. №6/2004 (Строительство из стали. Издательство архитектуры и технической науки. Берлин. №4/2004).

19. Stahlbau. Verlag fur Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co.KG, Berlin. №5/2001 (Строительство из стали. Издательство архитектуры и технической науки. Берлин. №5/2001).

20. Stahlbau. Verlag fur Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co.KG, Berlin. №2/2008 (Строительство из стали. Издательство архитектуры и технической науки. Берлин. №2/2008).

21. Stahlbau. Verlag fur Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co.KG, Berlin. №10/2010 (Строительство из стали. Издательство архитектуры и технической науки. Берлин. №10/2010).

22. Bauingenieur №2/2011 (Инженер-строитель. №2/2011 Берлин).

23. www.verbundtr-ger.

24. ГОСТ 26020-83 Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок. Сортамент.

27. ГОСТ 8239 -89 Двутавры стальные горячекатаные. Сортамент.

28. ГОСТ 8240-97 Швеллеры стальные горячекатаные. Сортамент.

29. DIN 1026-1:2000 Hot rolled steel channels - Part 1: Taper flange steel channels - Dimensions, masses and sectional properties (Швеллеры стальные горячекатаные. Часть 1. Швеллеры стальные с конусными фланцами. Размеры, масса и статические величины).

30. EN 10279:2000 Hot rolled steel channels - Tolerances on shape, dimensions and mass (Швеллеры стальные горячекатаные. Допуски на форму, размер и массу).

31. EN 10163-3:2004 Delivery Requirements For Surface Condition Of Hot-rolled Steel Plates, Wide Flats And Sections - Part 3: Sections (Условия поставки относительно состояния поверхности горячекатаных стальных листов, широких полос и прокатных профилей. Часть 3. Прокатные профили).

32. EN 10225:2001 Weldable structural steels for fixed offshore structures. Technical delivery conditions (Стали конструкционные свариваемые для стационарных сооружений континентального шельфа. Технические условия поставки).

33. DIN 1025-1 Hot rolled I-sections - Part 1: Narrow flange I-sections, I-serie - Dimensions, masses, sectional properties (Профили двутавровые из горячекатаной стали. Часть 1. Узкофланцевые профили I серии. Размеры, масса, статические величины).

34. EN 10024:1995 Hot rolled taper flange I sections. Tolerances on shape and dimensions (Профили горячекатаные двутавровые с косыми полками. Допуски на форму и размеры).

35. EN 10034:1993 Structural steel I and H sections. Tolerances on shape and dimensions (Профили двутаврового сечения обычные и широкополочные из конструкционной стали).

Допуски на форму и размеры).

36. ASTM A 6/A 6M – 07 Standard specification for general requirements for rolled structural steel bars, plates, shapes, and sheet piling (Технические условия для общих требований к прокатным стальным стержням, пластинам, профилям и шпунтовым стенкам).

УДК 624.0

МКС 91.080.01

---

**Ключевые слова:** сталежелезобетонные конструкции, жесткая арматура, основные положения по расчету, несущая способность перекрытий, колонн

---

**ҚР НТҚ-04-01.1.3-2012**

**НТП РК-04-01.1.3-2012**

*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-04-01-1.3-2012**

**БОЛАТ ТЕМІРБЕТОН КОНСТРУКЦИЯЛАРДЫ ЖОБАЛАУ. ҚАТТЫ  
АРМАТУРАСЫ БАР БОЛАТ ТЕМІРБЕТОН 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-04-01-1.3-2012**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ. ЧАСТЬ.  
СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ С ЖЕСТКОЙ АРМАТУРОЙ**

Ответственные за выпуск: АО «КазНИИСА»

050046, г. Алматы, ул. Солодовникова, 21

Тел./факс: +7 (727) 392-76-16 – приемная