

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 КОНСТРУКЦИЯЛАРДЫ ЖОБАЛАУ.
S700 ДЕЙІНГІ БОЛАТ МАРКАЛАРЫ ҮШІН EN 1993
ҚОЛДАНУДЫҢ ҚОСЫМША ЕРЕЖЕЛЕРІ БӨЛІМІ**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАЛЬНЫХ
КОНСТРУКЦИЙ. ЧАСТЬ. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ
ПРАВИЛА ПРИМЕНЕНИЯ
EN 1993 ДЛЯ СТАЛИ МАРОК ДО S700**

ҚР НТҚ 03-01-12.1-2012
(ҚР ҚН EN 1993-1-12: 2007/2011 әзірленген)
НТП РК 03-01-12.1-2012
(к СН РК EN 1993-1-12: 2007/2011)

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, «Астана Строй-Консалтинг» 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. **ПОДГОТОВЛЕН:** АО «КазНИИСА», ТОО «Астана Строй-Консалтинг»
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.....	3
3 ТЕРМИНДЕР МЕН АНЫҚТАМАЛАР	4
4 ҚР ҚН EN 1993-1-1 БАСТАП ҚР ҚН EN 1993-1-11 ДЕЙІНГІ НОРМАТИВТЕРІНЕ ҚОСЫМША ЕРЕЖЕ	6
4.1 Жалпы ережелер.....	6
4.2 ҚР ҚН EN 1993-1-1 нормативіне қосымша ереже	6
4.2.1 Жалпы ереже	6
4.2.2 Созылымдылық талаптары	9
4.2.3 Есептеу әдістері.....	9
4.2.4 Созылған элементтер есебі	10
4.2.5 Сығылған элементтер есебі.....	11
1 МЫСАЛ Орталық созылған элементтің көтерушілік қабілетін тексеру	12
2 МЫСАЛ Орталық сығылған элементтің көтерушілік қабылетін тексеру	13
4.3 ҚР ҚН EN 1993-1-2 нормативіне қосымша ереже	17
4.4 ҚР ҚН EN 1993-1-3 стандартына қосымша ереже.....	17
4.5 ҚР ҚН EN 1993-1-4 стандартына қосымша ереже.....	17
4.6 ҚР ҚН EN 1993-1-5 стандартына қосымша ереже.....	17
4.7 ҚР ҚН EN 1993-1-6 стандартына қосымша ереже.....	18
4.8 ҚР ҚН EN 1993-1-7 стандартына қосымша ереже.....	18
4.9 ҚР ҚН EN 1993-1-8 стандартына қосымша ереже.....	18
4.9.1 Бұрандалардағы, жапсырмалар мен штифтардағы қосылыстар	18
4.9.2 Дәнекерлеу қосылыстары.....	20
4.10 ҚР ҚН EN 1993-1-9 стандартына қосымша ереже.....	22
4.11 ҚР ҚН EN 1993-1-10 стандартына қосымша ереже.....	23
4.12 ҚР ҚН EN 1993-1-11 нормативіне қосымша ереже	26
5 ҚР ҚН EN 1993-2 БАСТАП ҚР ҚН EN 1993-6 ДЕЙІНГІ ҚОЛДАНБАЛЫ ТАРАУЛАРЫНА ҚОСЫМША ЕРЕЖЕ.....	27
А Қосымшасы (<i>ақпараттық</i>) Отандық болат маркаларының салығы.....	28

КІРІСПЕ

Осы нормативті-техникалық құралды «Астана Құрылыс-Консалтинг» ЖШС-і «Қазақ құрылыс және сәулет ғылыми-зерттеу және жобалау институты» Акционерлік қоғамымен («ҚазҚСҒЗИ» АҚ) жасаған келісімшарт бойынша дайындаған.

Осы нормативтік-техникалық құрал ҚР ҚН EN 1993-1-12 «S700 маркалы болаттарға EN 1993 қолданылатын қосымша ереже» ережесін дамыту үшін жасалып, S460 бастап S700 дейінгі беріктігі жоғары болат маркасынан жасалған құрылымдарды жобалауға арналған.

Осы нормативтік-техникалық құрал 3-Еврокодқа ұқсас ҚР ҚН EN 1993 Қазақстан Республикасының құрылыс нормаларына нормативтік-техникалық құралдар тобы болып табылады.

ҚР ҚН EN 1993 нормативтік-техникалық құралдар тобы – ол нормативтік-техникалық құжаттар тізбесі, онда: ҚР ҚН EN 1993 Жобалау нормаларына нормативтік-техникалық құралдар тобы Принциптері мен Ережелеріне сәйкес болат құрылымдарды есептеу мен құрылымдауға ұсынымдар; нормативтік сілтеме ақпаратты түсіндіру; есептің сандық мысалдары; қосымша анықтамалық ақпарат.

ҚР ҚН EN 1993 нормативтік-техникалық құралдар ережесі болат құрылымдардың көтерушілік қабілеті, пайдаланушылық жарамдылығы, ұзақ қызмет етушілігі және отқа төзімділік жөніндегі талаптарын ғана қамтиды. ҚР ҚН EN 1993 нормативтік-техникалық құралдарда басқа талаптар көрсетілмеген.

ҚР ҚН EN 1993 нормативтік-техникалық құралдар тобы – ол: ҚР ҚН EN 1993 Жобалау принциптері және Ережесіне сәйкес болат құрылымдарды құрылымдау есебіне ұсыныс; нормативтік сілтеме ақпаратты түсіндіру; есептің сандық мысалдары; қосымша анықтамалық ақпарат берілген нормативтік-техникалық құжаттар тізбесі.

ҚР ҚН EN 1993 нормативтік-техникалық құралдар ережесі болат құрылымдардың тек көтерушілік қабілеті бойынша талаптарын, пайдаланушылық жарамдылығын, ұзақ қызмет етуі мен отқа төзімділігін қамтиды. Басқа талаптар ҚР ҚН EN 1993 нормативтік-техникалық құралдарда көрсетілмеген.

ҚР ҚН EN 1993 нормативтік-техникалық құралдарды келесі нормативтік-техникалық құжаттармен бірлесіп қолданған дұрыс:

- ҚР ҚН EN 1990-ға НТҚ;
- ҚР ҚН EN 1991-ға НТҚ;
- ҚР ҚН EN 1992-ге НТҚ – ҚР ҚН EN 1999, тікелей болат құрылымдарды немесе олардың элементтеріне қатысты бөліктерде;
- EN, ETAG, ETA стандарттары және болат құрылымдарға жататын құрылыс бұйымдарының басқа тиісті стандарттары.

ҚР ҚН EN 1993 нормативтік-техникалық құралдарды әзірлеу кезіндегі негізін қалайтын құжаттар, ҚР ҚН EN 1993 «Болат құрылымдарды жобалау» 20-бөліктерінен өзге, ҚР ҚН EN 1990, ҚР ҚН EN 1991 және EN 1090 болып табылады.

ҚР ҚН EN 1993 нормативтік-техникалық құралдары тобы 19 құралдан тұрады:

- ҚР ҚН EN 1993-1 нормативтік-техникалық құрал (12 құрал);
- ҚР ҚН EN 1993-2 нормативтік-техникалық құрал (1 құрал);

- ҚР ҚН EN 1993-3 нормативтік-техникалық құрал (1 құрал);
- ҚР ҚН EN 1993-4 нормативтік-техникалық құрал (3 құрал);
- ҚР ҚН EN 1993-5 нормативтік-техникалық құрал (1 құрал);
- ҚР ҚН EN 1993-6 нормативтік-техникалық құрал (1 құрал).

ҚР ҚН EN 1993-1 нормативтік-техникалық құралдың кіші тобы 12 құралдан тұрады:

- ҚР ҚН EN 1993-1-1 нормативтік-техникалық құрал;
- ҚР ҚН EN 1993-1-2 нормативтік-техникалық құрал;
- ҚР ҚН EN 1993-1-3 нормативтік-техникалық құрал;
- ҚР ҚН EN 1993-1-4 нормативтік-техникалық құрал;
- ҚР ҚН EN 1993-1-5 нормативтік-техникалық құрал;
- ҚР ҚН EN 1993-1-6 нормативтік-техникалық құрал;
- ҚР ҚН EN 1993-1-7 нормативтік-техникалық құрал;
- ҚР ҚН EN 1993-1-8 нормативтік-техникалық құрал;
- ҚР ҚН EN 1993-1-9 нормативтік-техникалық құрал;
- ҚР ҚН EN 1993-1-10 нормативтік-техникалық құрал;
- ҚР ҚН EN 1993-1-11 нормативтік-техникалық құрал;
- ҚР ҚН EN 1993-1-12 нормативтік-техникалық құрал.

ҚР ҚН EN 1993-1-12 нормативтік-техникалық құралда арнайы болат ғимараттар мен құрылымдарға қатысты ҚР ҚН EN 1993 бөліктеріне таралатын болат құрылымдарды жобалауға нұсқаулық көрсетілген:

- ҚР ҚН EN 1993-2;
- ҚР ҚН EN 1993-3;
- ҚР ҚН EN 1993-4;
- ҚР ҚН EN 1993-5;
- ҚР ҚН EN 1993-6.

Осы ҚР ҚН EN 1993-1-12 нормативтік-техникалық құралда берілген:

- ҚР ҚН EN 1993-1-12 болатын S460 бастап S700 дейінгі беріктігі жоғары болат маркасынан жасалған құрылымдарды жобалау принциптері мен ережелеріне арналған.

- ҚР ҚН EN 1993-1-12 берілген Жобалау принциптері мен ережесін дамытатын ереже;

- ҚР ҚН EN 1993-1-12 берілген Жобалау принциптері мен ережесін толықтыратын ұсыныстар;

- ҚР ҚН EN 1993-1-12 жобалау ережесінде ережені қолдануды имитациялайтын сандық есеп мысалдары.

Осы нормативтік-техникалық құралды әзірлеген кезде, ҚР ҚН EN 1993-1-12 ережелерінен өзге, ескерілді:

- ҚР ҚН EN 1993-1-12 Ұлттық Қосымшасының ережелері;
- ҚР ҚН EN 1990 тиісті ережелері;
- ҚР ҚН EN 1991 тиісті ережелері.

Осы нормативтік-техникалық құрал 6 бөлімнен тұрады. Осы нормативтік-техникалық құралдың 1 бастап 6 қоса алғандағы бөлімдері ҚР ҚН EN 1993-1-12 нормативінің құрылымын қайталайды:

1-бөлім: Қолдану саласы;

ҚР НТҚ 03-01.12.1-2012

- 2-бөлім: Нормативтік сілтемелер;
 - 3-бөлім: Терминдер, анықтама, белгілер және қысқартулар;
 - 4-бөлім: ҚР ҚН EN 1993-1-1 бастап ҚР ҚН EN 1993-1-11 дейінгі нормативтерге қосымша ереже;
 - 5-бөлім: ҚР ҚН EN 1993-2 бастап ҚР ҚН EN 1993-6 дейінгі арнайы болат ғимараттар мен үймереттерге қатысы бар нормативтерге қосымша ереже.
- Осы нормативтік-техникалық құралда ҚР ҚН EN 1993-1-12 тармақтарының нөмірлері тырнақшада берілген.

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ
НОРМАТИВТІК-ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛЫ
НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ РЕСПУБЛИКИ КАЗАКСТАН
БОЛАТ КОНСТРУКЦИЯЛАРДЫ ЖОБАЛАУ.
S700 ДЕЙІНГІ БОЛАТ МАРКАЛАРЫ ҮШІН EN 1993 ҚОЛДАНУДЫҢ
ҚОСЫМША ЕРЕЖЕЛЕРІ БӨЛІМІ**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.
ЧАСТЬ. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРАВИЛА ПРИМЕНЕНИЯ EN 1993 ДЛЯ СТАЛИ
МАРОК ДО S700**

Енгізілген күні 2015-07-01

1 ҚОЛДАНУ САЛАСЫ

1.1 ҚР ҚН EN 1993-1-12 осы құрал S460 бастап S700 дейінгі беріктігі жоғары болат маркасынан жасалған құрылымдарды жобалауға арналған.

1.2 Осы құрал ҚР ҚН EN 1993-1-12 берілген S460 бастап S700 дейінгі беріктігі жоғары болат маркасынан жасалған құрылымдардың Принциптері мен Ережелерінен тұрады және дамытады.

1.3 Осы құралда ҚР ҚН EN 1993-1-12 берілген Жобалау принциптері мен ережелерін толықтырушы ұсыныстар берілген. Осы ұсыныстар келесі нормативтерде берілген жобалаудың жалпы ережесін қолдана отырып бірлесіп жобалау мүмкіндігін (S460 бастап S700 дейінгі беріктігі бойынша болат кластарын пайдалануды есепке ала отырып) қамтамасыз етеді

- ҚР ҚН EN 1993-1-1;
- ҚР ҚН EN 1993-1-2;
- ҚР ҚН EN 1993-1-3;
- ҚР ҚН EN 1993-1-4;
- ҚР ҚН EN 1993-1-5;
- ҚР ҚН EN 1993-1-6;
- ҚР ҚН EN 1993-1-7;
- ҚР ҚН EN 1993-1-8;
- ҚР ҚН EN 1993-1-9;
- ҚР ҚН EN 1993-1-10;
- ҚР ҚН EN 1993-1-11;
- ҚР ҚН EN 1993-2;
- ҚР ҚН EN 1993-3-1;
- ҚР ҚН EN 1993-3-2;
- ҚР ҚН EN 1993-4-1;
- ҚР ҚН EN 1993-4-2;

Ресми басылым

- ҚР ҚН EN 1993-4-3;
- ҚР ҚН EN 1993-5;
- ҚР ҚН EN 1993-6.

2 НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР

Осы құралды қолдану үшін келесі сілтеме жасалатын нормативтік құжаттар қажет:

а) Қазақстан Республикасының құрылыс нормалары (негізгі сілтемелер)

- ҚР ҚН EN 1990;
- ҚР ҚН EN 1991;
- ҚР ҚН EN 1992;
- ҚР ҚН EN 1993;
- ҚР ҚН EN 1994;
- ҚР ҚН EN 1995;
- ҚР ҚН EN 1996;
- ҚР ҚН EN 1997;
- ҚР ҚН EN 1998;
- ҚР ҚН EN 1999.

б) болатқа, болат дайындамаларға, болат бұйымдар мен пісіру шығын материалдарына стандарттар (қайталама сілтемелер):

- EN 499 «Отырғызу материалдары. Қосындыланбаған болат пен ұсақ түйірлі болатты металл электролпен қолмен доғалы пісіруге арналған жабынды электрод. Топтастыру»;

- EN 10025-6 «Құрылымдалған болаттан ыстықтай басылған бұйымдар. 6-бөлім. Аққыштығының шегі жоғары шындалған құрылымдық болаттан жазық бұйымдарды жеткізудің техникалық талаптары»;

- EN 10149-1 «Қысыммен суық өңдеу үшін аққыштықтың жоғары шегіне ие болаттан жасалған ыстықтай басылған бұйымдар. 1-бөлім. Жеткізудің жалпы талаптары»;

- EN 10149-2 «Қысыммен суық өңдеу үшін аққыштықтың жоғары шегіне ие болаттан жасалған ыстықтай басылған бұйымдар. 2-бөлім. Термомеханикалық басылған болатты жеткізу талаптары».

- EN 12534 «Отырғызу материалдары. Қорғаныс газдары ортасында имектеп дәнекерлеу үшін электродты сым, шыбықтар және балқымалы жабын. Топтастыру»;

- EN 12535 «Отырғызу материалдары. Қорғаныс газдары ортасында имектеп дәнекерлеу үшін құбырлы қуыс электродтар. Топтастыру».

3 ТЕРМИНДЕР МЕН АНЫҚТАМАЛАР

3.1 Осы құралда S460 бастап S700 дейінгі беріктігі жоғары болат маркасынан жасалған құрылымдарды жобалаған кезде қажет болатын терминдер мен анықтамалар қолданылады, ол:

- 1.5 ҚР ҚН EN 1990-тармағына;
- 1.5 ҚР ҚН EN 1993-1-1-тармағына;

- 1.5 ҚР ҚН EN 1993-1-2-тармағына;
- 1.3 ҚР ҚН EN 1993-1-3-тармағына;
- 1.5 ҚР ҚН EN 1993-1-4-тармағына;
- 1.3 ҚР ҚН EN 1993-1-5-тармағына;
- 1.3 ҚР ҚН EN 1993-1-6-тармағына;
- 1.3 ҚР ҚН EN 1993-1-7-тармағына;
- 1.4 ҚР ҚН EN 1993-1-8-тармағына;
- 1.3 ҚР ҚН EN 1993-1-9-тармағына;
- 1.3 ҚР ҚН EN 1993-1-10-тармағына;
- 1.3 ҚР ҚН EN 1993-1-11-тармағына;
- 1.5 ҚР ҚН EN 1993-2-тармағына;
- 1.5 ҚР ҚН EN 1993-3-1-тармағына;
- 1.5 ҚР ҚН EN 1993-3-2-тармағына;
- 1.5 ҚР ҚН EN 1993-4-1-тармағына;
- 1.5 ҚР ҚН EN 1993-4-2-тармағына;
- 1.5 және 1.8 ҚР ҚН EN 1993-4-3-тармақтарына;
- 1.5 және 1.8 ҚР ҚН EN 1993-5-тармақтарына;
- 1.5 ҚР ҚН EN 1993-6-тармағына сәйкес.

3.2 Осы құралда S460 бастап S700 дейінгі беріктігі жоғары болат маркасынан жасалған құрылымдарды жобалаған кезде қажет болатын символдарды белгілеулер қолданылады, ол:

- 1.6 ҚР ҚН EN 1990-тармағына;
- 1.6 ҚР ҚН EN 1993-1-1-тармағына;
- 1.6 ҚР ҚН EN 1993-1-2-тармағына;
- 1.4 ҚР ҚН EN 1993-1-3-тармағына;
- 1.6 ҚР ҚН EN 1993-1-4-тармағына;
- 1.4 ҚР ҚН EN 1993-1-5-тармағына;
- 1.4 ҚР ҚН EN 1993-1-6-тармағына;
- 1.4 ҚР ҚН EN 1993-1-7-тармағына;
- 1.5 ҚР ҚН EN 1993-1-8-тармағына;
- 1.4 ҚР ҚН EN 1993-1-9-тармағына;
- 1.4 ҚР ҚН EN 1993-1-10-тармағына;
- 1.4 ҚР ҚН EN 1993-1-11-тармағына;
- 1.6 ҚР ҚН EN 1993-2-тармағына;
- 1.6 ҚР ҚН EN 1993-3-1-тармағына;
- 1.6 ҚР ҚН EN 1993-3-2-тармағына;
- 1.6, 1.7 және 1.8 ҚР ҚН EN 1993-4-1-тармақтарына;
- 1.6, 1.7 және 1.8 ҚР ҚН EN 1993-4-2-тармақтарына;
- 1.6, 1.7 және 1.8 ҚР ҚН EN 1993-4-3-тармақтарына;
- 1.6 ҚР ҚН EN 1993-5-тармағына;
- 1.6 ҚР ҚН EN 1993-6-тармағына;

ЕСКЕРТПЕ Осы құралдың 3.2 тармағында аталған белгілеулер мен қысқарған сөздерге толықтыру ретінде ҚР ҚН EN 1993-1 -12 Тармағына сәйкес қысқартулар мен белгілеулер қолданылады.

4 ҚР ҚН EN 1993-1-11 БОЙЫНША ҚР ҚН EN 1993-1-1 НОРМАТИВТЕРІНЕ ҚОСЫМША ЕРЕЖЕ

4.1 Жалпы ереже

4.1.1 Осы құрал S460 бастап S700 дейінгі беріктігі жоғары болат маркасынан жасалған құрылым элементтерін есептеу және құрылымдауға арналған.

4.1.2 Болат құрылымдардың есебі қауіпсіздіктің жеке коэффициенттерін есепке ала отырып шекті жағдай әдісімен (ҚР ҚН EN 1990 және ҚР ҚН EN 1993 қараңыз) және жүктемелердің тиісті үйлесулерімен (ҚР ҚН EN 1991 қараңыз) орындалуы тиіс.

4.1.3 S460 бастап S700 дейінгі беріктігі жоғары болат маркасынан жасалған құрылым элементтерінің есебі ҚР ҚН EN 1993-1-12 қосымша ережелерін есепке ала отырып, ҚР ҚН EN 1993 тиісті бөлігі ережесінің негізінде жүзеге асырылуы тиіс.

4.1.4 Болат құрылымдарды және олардың қорғаныс өңделуі дайындау және бөлшектеу EN 1090 талаптарына сәйкес болуы тиіс.

4.2 ҚР ҚН EN 1993-1-1 нормативіне қосымша ереже

4.2.1 Жалпы ереже

4.2.1.1 Беріктігі жоғары болат маркасынан жасалған құрылым элементтерін есептеу және құрылымдау EN 10025-6 және EN 10149-2 стандарттарына сәйкес жасалған болат маркасы үшін орындалуы тиіс (Таблиц 4.1 және 4.2 қараңыз).

1 ЕСКЕРТПЕ EN 10025-6 және EN 10049-2 (осы құралдың А-Қосымшасын қараңыз) талаптарына сәйкес болаттың отандық маркасын қолдануға рұқсат етіледі (ҚР ҚНМЕ 5.04-23-2002 51-кестесін қараңыз).

2 ЕСКЕРТПЕ EN 10025-6 стандарты шыныққан және босатылған соң жеткізілетін аққыштың жоғарғы шегіне ие беріктігі жоғары ерекше қосындыланған болаттың тегіс бұйымдарының талаптарын анықтайды. EN 10025-6 стандарты бойынша дайындалған стандарт ең төменгі қалыңдығы 3 мм және ең жоғары қалыңдығы 1500 мм (S460, S500, S550, S620 және S690 маркалы) жоғары ыстықтай басылған тегіс бұйымдарға қолданылады.

3 ЕСКЕРТПЕ EN 10149-2 стандарты термостатикалық тегістелген жағдайда жеткізілетін суық штампылауға арналған ақыштықтың жоғары шегіне ие қосындыланған жоғары сапалы және тот баспайтын болаттың ыстықтай басылған дәнекерленетін тегіс бұйымдарының талаптарын анықтайды.

EN 10149-2 стандарты бойынша дайындалған болат ыстықтай басылған бұйымдарға, оның ішінде:

– 315 Н/мм² до 460 Н/мм² диапазонындағы аққыштық шегінің ең төменгі мағыналарына ие атаулы қалыңдығы 1,5 бастап 20 мм дейінгі болат үшін;

– 500 Н/мм² до 700 Н/мм² диапазонындағы аққыштық шегінің ең төменгі мағыналарына ие атаулы қалыңдығы 1,5 бастап 16 мм дейінгі болат үшін қолданылады.

4.1 Кесте - EN 10025-6 стандарты бойынша ыстықтай басылған құрылымдық болат үшін f_y аққыштық шегінің атаулы мағынасы және f_u созылу кезіндегі беріктік шегі

Болаттың маркасы		Компоненттің атаулы қалыңдығы t , мм					
Қысқартылған атауы	Материалдың нөмірі	$t \leq 50$ мм		50мм < $t \leq 100$ мм		100мм < $t \leq 150$ мм	
		f_y , Н/мм ²	f_u , Н/мм ²	f_y , Н/мм ²	f_u , Н/мм ²	f_y , Н/мм ²	f_u , Н/мм ²
S500Q	1.8924	500	590	480	590	440	540
S500QL	1.8909						
S500QL1	1.8984						
S550Q	1.8904	550	640	530	640	490	590
S550QL	1.8926						
S550QL1	1.8986						
S620Q	1.8914	620	700	580	700	560	650
S620QL	1.8927						
S620QL1	1.8987						
S690Q	1.8931	690	770	650	760	630	710
S690QL	1.8928						
S690QL1	1.8988						

ЕСКЕРТПЕ Белгілеу материалдың нөмірі мен келесі символдардан кейін орналасқан тиісті еуропалық стандарт нөмірінен тұрады:

- құрылымдық болаттың әріптік мағынасы (S);
- аққыштық шегінің белгіленген ең төменгі мағынасы (50 мм дейінгі прокат қалыңдығы кезінде) Н/мм² немесе МПа;
- шыныққаннан кейінгі және балқыту жағдайы үшін жіберу жағдайындағы әріптік мағына (Q);
- сапа тобы үшін минус 40°C немесе минус 60°C сәйкес температуралар кезінде бұзу энергиясының белгіленген ең төменгі мағыналарымен (L немесе L1) әріптік мағына;

МЫСАЛ Аққыштық шегі 550 МПа құрылымдық материал минус 60°C сәйкес температура кезінде бұзу энергиясының белгіленген мағынасымен шыныққаннан кейінгі және балқыту жағдайына жеткізу үшін келесі мағыналардан тұрады:

- а) EN 10025-6-1.8986 бойынша болат немесе;
- б) EN 10025-6-S550QL1 бойынша болат.

4.2 Кесте - EN 10149-2^{a)} стандарты бойынша ыстықтай басылған тегіс бұйым үшін f_y аққыштық шегінің атаулы мағынасы және f_u созылу кезіндегі беріктік шегі

Болаттың маркасы		Компоненттің атаулы қалыңдығы t , мм			
Қысқартылған атауы	Материалдың нөмірі	1,5 мм < t ≤ 8,0 мм		8,0 мм < t ≤ 16,0 мм	
		f_y , Н/мм ²	f_u , Н/мм ²	f_y , Н/мм ²	f_u , Н/мм ²
S500MC	1.0984	500	550	500	550
S550MC	1.0986	550	600	550	600
S600MC	1.8969	600	650	600	650
S650MC	1.8976	650	700	630	700
S700MC	1.8974	700	750	680	750

^{a)} EN 10149-1 стандартының 11-тарауына сәйкес соққы энергетикасын тексеру үшін сипатталуы тиіс.

ЕСКЕРТПЕ Белгілеу материалдың нөмірі мен келесі символдардан кейін орналасқан тиісті еуропалық стандарт нөмірінен тұрады:

- құрылымдық болаттың әріптік мағынасы (S);
- аққыштық шегінің белгіленген ең төменгі мағынасы Н/мм² немесе МПа;
- жеткізу жағдайы үшін (М немесе N) әріптік мағына;
- суық деформациялау қабілетіне (C) әріптік мағына.

1 МЫСАЛ Салқын деформацияланатын аққыштық шегі 550 МПа термомеханикалық өңделген құрылымдық болат келесі мағынаға ие болады:

- а) EN 10149-2-1.0986 бойынша болат немесе;
- б) EN 10149-2-S550MC бойынша болат.

2 МЫСАЛ Салқын деформациялауға жарамды аққыштық шегі 600 МПа қалыптандырылған құрылымдық болат келесі мағынаға ие болады

- а) EN 10149-2-1.8969 бойынша болат немесе;
- б) EN 10149-2-S600MC бойынша болат.

4.2.1.2 Осы құралдың 4.1 және 4.2-кестелерінде берілген материалдар қасиеті параметрлерінің атаулы мағыналарын есептеген және құрылымдауды орындаған кезде сипаттамалық мағыналар ретінде қабылдау қажет.

4.2.1.3 Беріктігі жоғары құрылымдық болат үшін f_y аққыштық шегінің және f_u уақытша қарсылықтың атаулы мағыналарын келесіге тең қабылдау қажет:

- а) тікелей EN 10025-6 және EN 10149-2 стандарттары бойынша:

$$f_y = R_{eH} \text{ и } f_u = R_m; \quad (4.1)$$

- б) немесе осы құралдың 4.1 және 4.2-кестелері бойынша.

в) тікелей болаттың отандық стандарттары бойынша (осы құралдың А-қосымшасын қараңыз):

$$f_y = \delta_T \text{ и } f_u = \delta_B. \quad (4.2)$$

1 ЕСКЕРТПЕ S460 жоғары маркалы болат үшін аққыштық шегі (аққыштық ауданына ие емес) – үлгінің қалдық созылуы 0,2 % жететін кернеу.

2 ЕСКЕРТПЕ Созылу кезіндегі аққыштық шегі – механикалық сынақтар кезінде болат үлгінің алдыңғы жарылуына (бұзылуына) ең жоғары күшке сәйкес механикалық кернеу.

4.2.2 Созылымдылық талаптары

4.2.2.1 Осы құралды қолданушыға статикалық есеп кезінде болаттың созылғыштығын ескеру қажет (2.2(1) ҚР ҚН EN 1993-1-1-тармақты қараңыз).

4.2.2.2 Болат құрылымдардың есебі сипаттамалары осы құралдың 4.1 және 4.2-кестелерінде берілген болат үшін немесе осы құралдың 4.2-кіші тарауының барлық талаптарына жауап беретін болат үшін орындалуы тиіс.

4.2.2.3 Осы құралдың ережелеріне сәйкес болат құрылымдарды жобалаған кезде болат сенімділікті қамтамасыз ету мақсатында келесі мағыналардан тұруы тиіс:

а) f_u уақытша қарсылық мағынасының f_y аққыштық шегінің мағынасына қатынасы 1,05 жоғары болуы тиіс:

$$\frac{f_u}{f_y} > 1,05; \quad (4.3)$$

б) шекті деформация мағынасының ε_u серпімді деформацияға ε_y қатынасы 15,0 жоғары болуы тиіс:

$$\frac{\varepsilon_u}{\varepsilon_y} > 15,0; \quad (4.4)$$

в) $5,65 \cdot \sqrt{A_0}$ үлгінің бастапқы ұзындығы кезінде болат үлгінің салыстырмалы ұзартылуы 10% кем емес (мұндағы A_0 - болат үлгінің көлденең қимасының бастапқы ауданы).

4.2.3 Есептеу әдістері

4.2.3.1 Жалпы ереже

4.2.3.1.1 S460 бастап S700 дейінгі беріктігі жоғары болат маркасынан жасалған құрылымның ішкі күші және сәттерін:

- а) серпімді статикалық есеп;
- б) пластикалық статикалық есеп (осы құралдың 4.2.3.1.3 және 4.2.3.2-тармақтарының нұсқауын есепке ала отырып) арқылы анықтауға рұқсат беріледі.

ЕСКЕРТПЕ Түпкілікті элементтер әдісімен есептеу (МКЭ) - ҚР ҚН EN 1993-1-5 қараңыз.

4.2.3.1.2 Серпімді статикалық есеп барлық жағдайларда қолданылуы мүмкін.

4.2.3.1.3 S460 бастап S700 дейінгі беріктік класы жоғары болат маркасынан жасалған құрылымдар мен қосылыстар үшін топсаның созылымдығын есепке ала отырып есептеу әдісі, сондай-ақ кесілмейтін бағандардағы сәттерді пластикалық қайта таратуды шектеуден тұратын аталған әдісті оңтайландыру қолданылмайды.

4.2.3.2 Серпімді статикалық есеп

4.2.3.2.1 Серпімді статикалық есеп алғышартқа негізделеді, онда «кернеу-деформация» тәуелділігі кернеу деңгейіне тәуелсіз желілік сипатта болады.

4.2.3.2.2 Ішкі күштер мен сәттер көтерушілік қабілет оның пластикалық кезеңіндегі көтерушілік қабылетіне негізленнің өзінде серпімді статикалық есеп арқылы анықталуы мүмкін.

4.2.3.2.3 Серпімді статикалық есеп сонымен қатар көтерушілік қабілеттері жергілікті тұрақтылықты жоғалтумен шектелген көлденең қима үшін қолданылуы мүмкін.

4.2.3.3 Пластикалық статикалық есеп

4.2.3.3.1 Пластикалық статикалық есеп құрылымдық жүйедегі күшті анықтаған кезде физикалық желілік еместікті ескереді.

4.2.3.3.2 Ішкі күштер мен сәттер элементтердегі пластикалық деформацияның шектелуін ескеретін желілік емес пластикалық есеп арқылы анықталуы мүмкін.

4.2.4 Созылған элементтер есебі

4.2.4.1 Әрбір көлденең қимадағы N_{Ed} созылушы күштің есептік мағынасы келесі талаппен қанағаттандырылуы тиіс:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1,0. \quad (4.5)$$

ЕСКЕРТПЕ S460 бастап S700 дейінгі беріктік класы жоғары болат маркасынан жасалған құрылымдар мен қосылыстарды жобалаған кезде материалдардың желілік емес қасиеттерін есепке ала отырып есептеу әдісін қолданады, бұл жағдайда ішкі күштерді:

- а) серпімді статикалық есеп;
- б) пластикалық статикалық есеп арқылы анықтауға болады.

4.2.4.2 S460 бастап S700 дейінгі беріктік класы жоғары болат маркасынан жасалған орталық-созылған элементтердің есебі кезінде бұранда үшін саңылауы бар қима үшін, $N_{t,Rd}$ созылудағы көтерушілік қабілетінің есептік мағынасын ең төмегісінен қабылдаған дұрыс:

а) пластикалық кезеңдегі брутто қимасының көтерушілік қабілетінің есептік мағынасы:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}; \quad (4.6)$$

б) бұранда үшін саңылау болған кезде пластикалық кезеңдегі нетто көлденең қимасының көтерушілік қабілетінің есептік мағынасы:

$$N_{tRd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M12}} \quad (4.7)$$

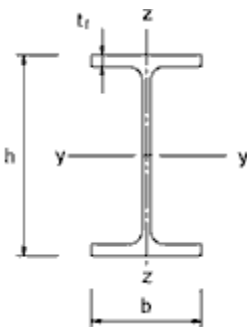
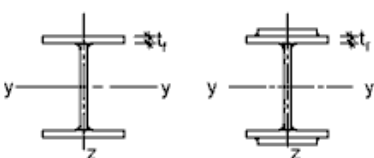
мұндағы γ_{M12} – S460 және S700 маркалы болаттың нетто қимасының қарсылық ауданы үшін жеке қауіпсіздік коэффициенті. Ұлттық стандартта γ_{M12} шамалары келтірілуі мүмкін. Мына мағыналарды қабылдау ұсынылады:

$$\gamma_{M12} = \gamma_{M2} = 1,25.$$

4.2.5 Сығылған элементтер есебі

Тұрақтылықтың қисық жоғалтуын таңдауды осы құралдың 4.3-кестесі бойынша орындаған дұрыс.

4.3 Кесте – Тұрақтылықтың қисық жоғалтуын таңдау

Көлденең кима		Шектер		Оське қатысты тұрақтылықты жоғалту	Тұрақтылықты қисық жоғалту
					S460 жоғары S700 дейін
Прокааттық кима		$h/b > 1,2$	$t_f \leq 40 \text{ мм}$	$y - y$ $z - z$	a_0 a_0
			$40 \text{ мм} < t_f \leq 100 \text{ мм}$	$y - y$ $z - z$	a a
		$h/b \leq 1,2$	$t_f \leq 100 \text{ мм}$	$y - y$ $z - z$	a a
			$t_f > 100 \text{ мм}$	$y - y$ $z - z$	c c
Дәнекерленген екітаврлы кима		$t_f \leq 40 \text{ мм}$		$y - y$ $z - z$	b c
		$t_f > 40 \text{ мм}$		$y - y$ $z - z$	c d

4.3 Кесте – Тұрақтылықтың қисық жоғалтуын таңдау (жалғасы)

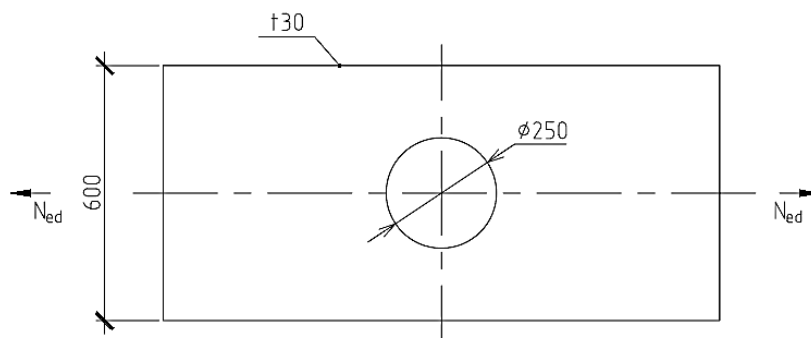
Көлденең қима		Шектер	Оське қатысты тұрақтылықты жоғалту	Тұрақтылықты қисық жоғалту
				S460 жоғары S700 дейін
Тұйық қима		Ыстықтай деформацияланған	Барлығы	a_0
		Суық деформацияланған	Барлығы	c
Дәнекерленген қорапты қима		Жалпы (жалпы жағдайда) (жоғары тізімделгендерден өзге)	Барлығы	b
		Дәнекерленген тігістерінің қалыңдығымен: $a > 0,5t_f$ $b/t_f < 30$ $h/t_w < 30$	Барлығы	c
Швеллерлер, тавры және тұтас қима			Барлығы	c
Бұрыштар			Барлығы	b

1 МЫСАЛ Орталық созылған элементтің көтерушілік қабілетін тексеру

1) Бастапқы деректер

Келесі бастапқы деректер кезінде орталық созылушы тілімшенің көтерушілік қабілетін тексеру (1-суретті қараңыз):

– осьтік күштің есептік мағынасы $N_{Ed} = 5000$ кН;



1 Сурет – Тілімшенің есептік сызбасы

– қимасы – 600×30 болат тілімше. Тілімшеде диаметрі 250 мм саңылау бұрғыланған;
 – материал: МЕМСТ 27772-88 бойынша С590 құрылымдық болат аққыштық шегінің мағынасы $f_y = \delta_T = 590 \text{ Н/мм}^2 (\text{МПа})$ және уақытша қарсылығы $f_u = \delta_B = 685 \text{ Н/мм}^2 (\text{МПа})$.
 Коэффициенті:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{590}} = 0,63;$$

– ҚР ҚН EN 1993-1-1 Ұлттық Ережеге сәйкес жеке қауіпсіздік коэффициенті тен:

$$\gamma_{M0} = 1,00;$$

$$\gamma_{M12} = 1,25.$$

2) Көлденең қиманың беріктігін тексеру

6.2.3(1) ҚР ҚН EN 1993-1-1-тармағының талаптары орындалатын жағдайда, орталық созылған элементтің беріктігі қамтамасыз етілген:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1,0.$$

4.1.16 сәйкес тесіктері бар қима үшін $N_{t,Rd}$ созылуға көтерушілік қабілетінің есептік мағынасын ең кішісімен қабылдау керек:

а) пластикалық кезеңдегі брутто көлденең қимасының көтерушілік қабілетінің есептік мағынасы:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{600 \times 300 \times 590 \times 10^{-3}}{1,0} = 10620,0 \text{ кН};$$

б) пластикалық кезеңдегі нетто қимасының көтерушілік қабілетінің есептік мағынасы:

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M12}} = \frac{0,9 \times (30 \times (600 - 25)) \times 685 \times 10^{-3}}{1,25} = 5178,6 \text{ кН}.$$

Ендеше,

$$N_{t,Rd} = \min(N_{pl,Rd}; N_{u,Rd}) = \min(10620; 5178,6) = 5178,6 \text{ кН}.$$

Беріктікті тексеру:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{5000}{5178,6} = 0,96.$$

Көлденең қиманың беріктік бойынша көтерушілік қабілеті қамтамасыз етілген.

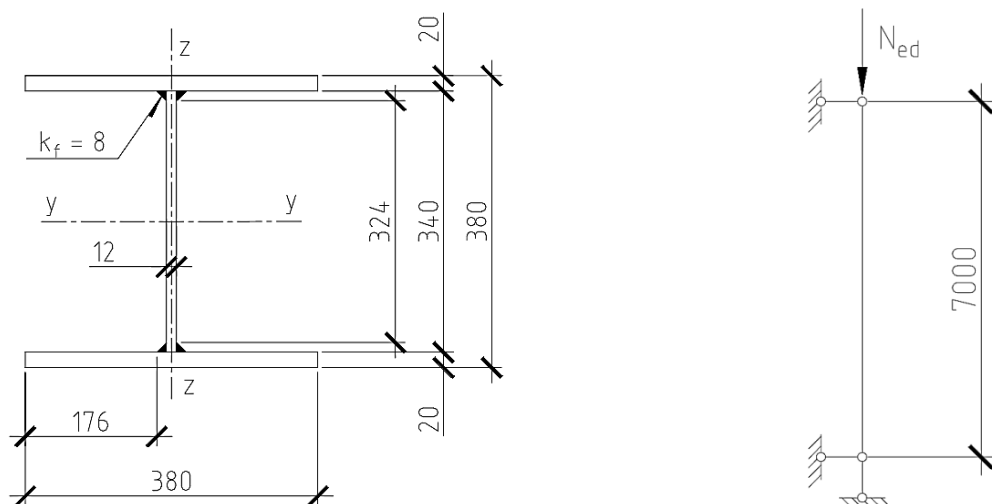
2 МЫСАЛ Орталық сығылған элементтің көтерушілік қабілетін тексеру

1) Бастапқы деректер

Келесі бастапқы деректер кезінде орталық сығылушы бағанның көтерушілік қабілетін тексеру:

– бағаны осьтік күштің есептік мағынасы $N_{Ed} = 4000 \text{ кН}$ болатын статикалық жүктеменің әрекетіне ғана ұшыратылады;

– баған дәнекерленген екітаврмен орындалған. Көлденең қиманың мөлшері 1-суретте берілген. Қиманың геометриялық сипаттамалары 1-кестеде берілген.



1 Сурет – Бағанның көлденең қимасы және бағанның есептік сызбасы

1 Кесте – Екітаврлы дәнекерленген қиманың геометриялық сипаттамалары

$A, \text{см}^2$	$J_y, \text{см}^4$	$W_y, \text{см}^3$	$i_y, \text{см}$	$J_z, \text{см}^4$	$W_z, \text{см}^3$	$i_z, \text{см}$	$J_t, \text{см}^4$
192,8	53229,07	2801,53	16,62	18295,56	962,92	9,74	208,83

– элементтің екі шеті ығысудан топсалы бекітілген және ОХ бойлықтық осіне қатысты ширатып ажыратылған, есептік ұзындықтары $L_{y,cr} = L_{z,cr} = 7,0 \text{ м}$ (1-суретті қараңыз);

– материалы: МЕМСТ 27772-88 бойынша С590 құрылымдық болат аққыштық шегінің мағынасы $f_y = \delta_T = 590 \text{ Н/мм}^2$ (МПа). Коэффициенті:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{590}} = 0,63;$$

– ҚР ҚН EN 1993-1-1 Ұлттық Ережеге сәйкес жеке қауіпсіздік коэффициенті тен:

$$\gamma_{M0} = 1,00;$$

$$\gamma_{M1} = 1,00.$$

2) Көлденең қиманы топтастыру

Көлденең қима сөресінің класы:

$$c = \frac{b_f - t_w - 2 \cdot k_f}{2} = \frac{380 - 12 - 2 \times 8}{2} = 176 \text{ мм};$$

$$\frac{c}{t} = \frac{c}{t_f} = \frac{176}{20} = 8,80;$$

$$10 \cdot \varepsilon = 10 \times 0,654 = 6,54 < 8,80;$$

$$14 \cdot \varepsilon = 14 \times 0,654 = 9,156 > 8,80.$$

ҚР ҚН EN 1993-1-1 5.2-кестесіне сәйкес сөре 3 класқа жатады.

Көлденең қима қабырғасының класы:

$$c = h - 2 \cdot t_f - 2 \cdot k_f = 380 - 2 \times 20 - 2 \times 8 = 324 \text{ мм};$$

$$\frac{c}{t} = \frac{c}{t_w} = \frac{324}{12} = 27;$$

$$38 \cdot \varepsilon = 38 \times 0,654 = 24,852 < 27;$$

$$42 \cdot \varepsilon = 42 \times 0,654 = 27,468 > 27.$$

5.2 ҚР ҚН EN 1993-1-1 5.2-кестесіне сәйкес сөре 3 класқа жатады.

Осылайша, 5.5.2 ҚР ҚН EN 1993-1-1-тармағына сәйкес көлденең қима жалпы 3 класқа жатады.

3) Көлденең қиманың беріктігін тексеру

6.2.4(1) ҚР ҚН EN 1993-1-1-тармағының талаптары орындалған жағдайда орталық сығылған элементтің беріктігі қамтамасыз етіледі:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1,0.$$

3 клас көлденең қимасы үшін көтерушілік қабілеттің есептік мағынасы $N_{c,Rd}$ (6.2.4(2) ҚР ҚН EN 1993-1-1-тармағын қараңыз):

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{192,8 \times 590 \times 10^{-1}}{1,0} = 11375,2 \text{ кН}.$$

Беріктікті тексеру:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{4000}{11375,2} = 0,35 < 1,0.$$

Беріктік бойынша көлденең қиманың көтерушілік қабілеті қамтамасыз етілген.

4) Бойлықты иілім кезіндегі беріктікті тексеру

Талап орындалған жағдайда 3 клас элементтерінің беріктіктері қамтамасыз етілген (см. 6.3.1.1(1) ҚР ҚН EN 1993-1-1)-тармағы:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0,$$

мұндағы

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}.$$

Беріктікті жоғалтудың тегіс нысаны кезіндегі төмендеуші коэффициенттерді анықтау χ_y және χ_z (6.3.1.2 ҚР ҚН EN 1993-1-1-тармағын қараңыз):

$$\chi_y = \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}},$$

$$\chi_z = \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}}.$$

Шартты иілімелі элементтерді есептеу (6.3.1.3 ҚР ҚН EN 1993-1-1-тармағын қараңыз):

$$\bar{\lambda}_y = \frac{I_{y,cr}}{i_y \cdot 93,9 \cdot \varepsilon} = \frac{700}{16,62 \times 93,9 \times 0,63} = 0,686,$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{I_{z,cr}}{i_z \cdot 93,9 \cdot \varepsilon} = \frac{700}{9,74 \times 93,9 \times 0,63} = 1,17.$$

Беріктіктің қисық жоғалтуларын таңдау:

- у-у осіне қатысты: $h/b = 380/380 = 1 < 1,2$ және $t_f < 40$ мм кезінде (6.2 ҚР ҚН EN 1993-1-1-кестесін қараңыз) –b қисығы. Осы қисық үшін элементтің бастапқы жетілмеуін есепке алатын коэффициент $\alpha_y = 0,34$ (6.1 ҚР ҚН EN 1993-1-1-кестесін қараңыз).

- OZ осіне қатысты: $h/b = 380/380 = 1 < 1,2$ және $t_f < 40$ мм кезінде (6.2 ҚР ҚН EN 1993-1-1-кестесін қараңыз) – c қисығы. Осы қисық үшін элементтің бастапқы жетілмеуін есепке алатын коэффициент $\alpha_y = 0,49$ (6.1 ҚР ҚН EN 1993-1-1-кестесін қараңыз).

$$\Phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha_y \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \times (0,686 - 0,2) + 0,686^2] = 0,818;$$

$$\Phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha_z \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \times [1 + 0,49 \times (1,17 - 0,2) + 1,17^2] = 1,422;$$

$$\chi_y = \frac{1}{0,818 + \sqrt{0,818^2 - 0,686^2}} = 0,791,$$

$$\chi_z = \frac{1}{1,422 + \sqrt{1,422^2 - 1,17^2}} = 0,448.$$

$$\chi_{min} = \min(\chi_y; \chi_z) = \min(0,791; 0,448) = 0,448.$$

Бойлықты иілім кезіндегі беріктік бойынша көтерушілік қабілеттінің есептік мағынасы

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi_{min} \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,448 \times 192,8 \times 590 \times 10^{-1}}{1,0} = 5096,0 \text{ кН}.$$

Бойлықты иілім кезінде беріктікті тексеру

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{4000}{5096,0} = 0,78 < 1,0.$$

Бойлықты иілім кезіндегі беріктік бойынша көлденең қиманың көтерушілік қабілеті қамтамасыз етілген.

5) Ширату кезінде беріктікті тексеру және ширату-иілім нысаны кезінде беріктікті жоғалту

Келесі талап орындалған жағдайда, ширату және ширату-иілім нысаны кезіндегі 3 класс элементтерінің беріктігі қамтамасыз етілген 6.3.1.4 ҚР ҚН EN 1993-1-1(-тармағын қараңыз):

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,T,Rd}} \leq 1,0;$$

мұндағы

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi_T \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}.$$

Симметриясының екі осі бар қима үшін ширату-иілім нысаны кезіндегі беріктікті жоғалту тән емес, сондықтан да тек ширату нысаны бойынша беріктікті жоғалтуға тексеріс жасаймыз.

Беріктігін жоғалтудың ширату нысаны кезінде элементтің шартты иілімдігін есептеу 6.3.1.4(2) ҚР ҚН EN 1993-1-1(-тармағын қараңыз):

$$\bar{\lambda}_T = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,T}}},$$

мұндағы $N_{cr,T}$ — ширату нысаны бойынша беріктікті жоғалтудың сын күші (А.2 ҚР ҚН EN 1993-1-1-қосымшасын қараңыз):

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left(G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{l^2} \right);$$

$$i_0 = \sqrt{i_y^2 + i_z^2} = \sqrt{16,62^2 + 9,74^2} = 19,26 \text{ см};$$

Инерцияның секторалды сәтін келесі формула бойынша есептейміз:

$$I_w \approx h_s^2 \cdot I_z \frac{(b_1^3 \cdot t_1 \cdot b_2^3 \cdot t_2)}{(b_1^3 \cdot t_1 + b_2^3 \cdot t_2)^2} = 36^2 \times 18295,56 \times \frac{(38^3 \times 2 \times 34^3 \times 1,2)}{(38^3 \times 2 \times 34^3 \times 1,2)^2} = 4984882,1 \text{ см}^4.$$

Онда:

$$N_{cr,T} = \frac{1}{19,26^2} \times \left(0,81 \times 10^4 \times 208,83 + \frac{\pi^2 \times 2,1 \times 10^4 \times 4984882,1}{700^2} \right) = 10238,4 \text{ кН};$$

$$\bar{\lambda}_T = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,T}}} = \sqrt{\frac{192,8 \times 590 \times 10^{-1}}{10238,4}} \approx 1,05.$$

Беріктікті жоғалтудың қисығын таңдау (6.3.1.4(3) ҚР ҚН EN 1993-1-1-тармағын қараңыз): мұндағы $h/b = 380/380 = 1 < 1,2$ және $t_f \leq 40$ мм (6.2 ҚР ҚН EN 1993-1-1-кестесін қараңыз) – осы қисық үшін бастапқы жетілмеген элементті есепке алатын қисық с коэффициенті $\alpha = 0,49$ (6.1 ҚР ҚН EN 1993-1-1-кестесін қараңыз):

$$\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda}_T - 0,2) + \bar{\lambda}_T^2] = 0,5 \times [1 + 0,49 \times (1,05 - 0,2) + 1,05^2] = 1,436;$$

$$\chi_T = \frac{1}{1,436 + \sqrt{1,436^2 - 1,166^2}} = 0,440.$$

3 класс көлденең қимасының беріктігін жоғалту ширату нысаны кезінде беріктік бойынша көтерушілік қабілеттің есептік мағынасы 6.3.1.4(2) ҚР ҚН EN 1993-1-1(-тармағын қараңыз):

$$N_{b,T,Rd} = \frac{\chi_T \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,440 \times 192,8 \times 590 \times 10^{-1}}{1,0} = 5005 \text{ кН}.$$

Беріктікті тексеру:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,T,Rd}} = \frac{4000}{5005} = 0,8 < 1.$$

Беріктікті жоғалтудың ширату нысаны кезінде беріктік бойынша көлденең қиманың көтерушілік қабілеті қамтамасыз етілген.

4.3 ҚР ҚН EN 1993-1-2 нормативіне қосымша ереже

ҚР ҚН EN 1993-1-2 нормативі нұсқаулығына сәйкес өрт әсерін есепке ала отырып S460 бастап S700 дейінгі беріктігі жоғары болат маркасының болат құрылымдарының есебі және құрылымдары қандай да болмасын қосымша ережелерді талап етпейді.

4.4 ҚР ҚН EN 1993-1-3 стандартына қосымша ереже

ҚР ҚН EN 1993-1-3 нормативі нұсқаулығына сәйкес S460 бастап S700 дейінгі беріктігі жоғары болат маркасының болат құрылымдарының суық формаланған элементтерінің есебі және құрылымдары қандай да болмасын қосымша ережелердің қолданылуын талап етпейді.

4.5 ҚР ҚН EN 1993-1-4 стандартына қосымша ереже

ҚР ҚН EN 1993-1-4 нормативі нұсқаулығына сәйкес S460 бастап S700 дейінгі беріктігі жоғары тот баспайтын болат маркасының болат құрылымдарына рұқсат берілмейді

4.6 ҚР ҚН EN 1993-1-5 стандартына қосымша ереже

ҚР ҚН EN 1993-1-5 нормативі нұсқаулығына сәйкес S460 бастап S700 дейінгі беріктігі жоғары болат маркасының болат құрылымдарының (тілімше бойынша қолданыстағы жүктемесімен) тілімшелі элементтерінің есебі және құрылымдары қандай да болмасын қосымша ережелердің қолданылуын талап етпейді.

4.7 ҚР ҚН EN 1993-1-6 стандартына қосымша ереже

ҚР ҚН EN 1993-1-6 нормативі нұсқаулығына сәйкес S460 бастап S700 дейінгі беріктігі жоғары болат маркасының болат құрылымдарының қапталған элементтерінің есебі және құрылымдары, рұқсат етілмейтін ҚР ҚН EN 1993-1-6 нормативі В-қосымшасының нұсқаулығынан өзге, қандай да болмасын қосымша ережелердің қолданылуын талап етпейді.

4.8 ҚР ҚН EN 1993-1-7 стандартына қосымша ереже

ҚР ҚН EN 1993-1-7 нормативі нұсқаулығына сәйкес S460 бастап S700 дейінгі беріктігі жоғары болат маркасының болат құрылымдарының (тілімше бойынша қолданыстағы жүктемесімен) тілімшелі элементтерінің есебі және құрылымдары қандай да болмасын қосымша ережелердің қолданылуын талап етпейді

4.9 ҚР ҚН EN 1993-1-8 стандартына қосымша ереже

4.9.1 Бұрандалардағы, жапсырмалар мен штифтардағы қосылыстар

4.9.1.1 S460 бастап S700 дейінгі маркалы болаттан дайындалған бұйымдармен бекітілетін бұрандалы қосылыстардың есебі ҚР ҚН EN 1993-1-12 қосымша талаптары ескерілген жағдайда ҚР ҚН EN 1993-1-8 талаптарына сәйкес орындалуы мүмкін (осы құралдың 4.9.1.2 ÷ 4.9.1.5-тармағын қараңыз).

4.9.1.2 Бұрандалы қосылыстар келесі барлық нұсқаулықтар орындалған жағдайда беріктігі жоғауы болаттан жасалған бұйымдар үшін қолданылуы мүмкін:

а) С санаттағы қосылыстар (3.4.1(1) в ҚР ҚН EN 1993-1-8-тармағын қараңыз). Осы санатқа 3.1.2(1) ҚР ҚН EN 1993-1-8-тармағының нұсқаулығына сәйкес алдын ала созылатын бұрандаларды қолданған дұрыс. Сыни шекті жағдайда байланысатын беттер арасында қозғалыс деформациясы болмауы тиіс. Көтерушілік қабілет бойынша шекті жағдайдағы жылжудың есептік күші 3.9 ҚР ҚН EN 1993-1-8-тармағының нұсқауы бойынша анықталған байланысатын беттер қозғалысына есептік көтерушілік қабілеттен, сондай-ақ 3.6 және 3.7 ҚР ҚН EN 1993-1-8-тармақтарына сәйкес нұсқаулық бойынша анықталған кесу және жаншылуға есептік көтерушілік қабілеттен аспауы тиіс.

ЕСКЕРТПЕ С санатты қосылыс – фрикционды кесу қосылысы.

б) бұрандалар мөлшері ұлғайтылған тексікке немесе қысқа сопақ тесікке орнатылуы тиіс;

в) кернеуі алдын ала бақыланған 8.8 және 10.9 беріктік класына ие қолданылатын бұрандалар (осы құралдың 4.4-кестесін қараңыз).

4.4 Кесте – Жоғары сұрыпты бұрандалардың аққыштық шегінің f_{yb} және созылуға уақытша қарсылығының f_{ub} атаулы мағыналары

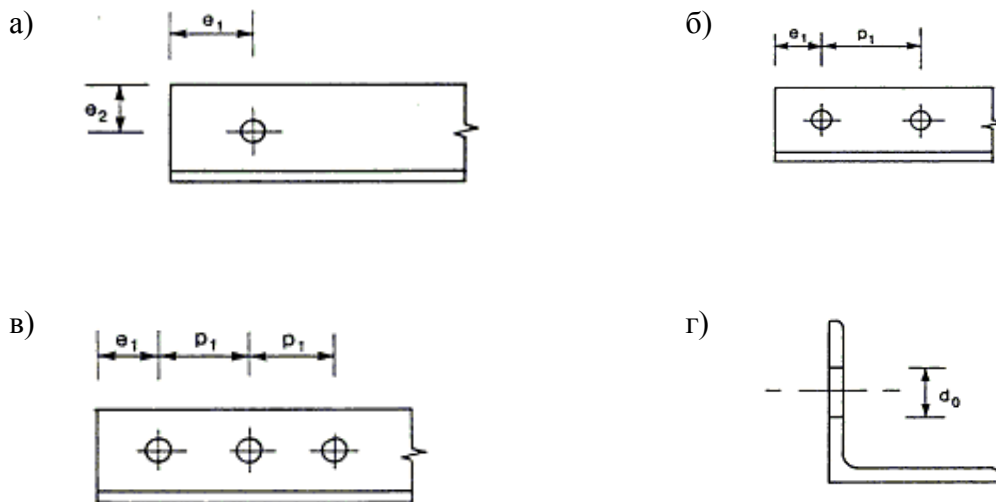
Беріктік класы	8.8	10.9
f_{yb} , Н/мм ²	640	900
f_{ub} , Н/мм ²	800	1000

ЕСКЕРТПЕ Алдын ала созылуға ие бұрандалар ретінде алдын ала кернеуімен бақыланатын беріктігі жоғары бұранда стандарттары талаптарына (1.2.4 ҚР ҚН EN 1993-1-8-тармағын қараңыз) және 1.2.7 ҚР ҚН EN 1993-1-8-тармағында берілген стандарт талаптарына сәйкес беріктік класы 8.8 және 10.9 болатын бұрандалар ғана қолданылуы мүмкін.

4.9.1.4 Бір сөреге бекітілетін жалғыз бұрыштарды және басқа да созылуға жұмыс істейтін симметриялы емес бекітілген элементтерді (осы құралдың 4.1-суретін қараңыз) есептеу кезінде ҚР ҚН EN 1993-1-12 қосымша талаптарын есепке ала отырып ҚР ҚН EN 1993-1-8 келесі талаптарын сақтау қажет:

а) қосылыстардағы эксцентриттердің болуын, сондай-ақ тесіктер әсері мен байланысатын элементтердің көтерушілік қабілетін анықтаған кезде элементтер шетіне дейінгі қаашықтықты ескерген дұрыс;

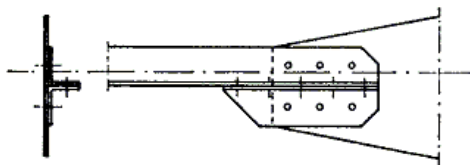
б) S460 бастап S700 дейінгі маркалы болаттан дайындалған созылған бұрыштардың жеңілдетілген есебін қолдануға рұқсат етілмейді (3.10.3(2) ҚР ҚН EN 1993-1-8-тармағын қараңыз), олар бір сөремен бір қатардағы бұрандалармен бекітілген, өйткені беріктігі жоғары болат маркасы S235 бастап S460 дейінгі аз көмірсутекті болатқа қарағанда аз иілгішіткке ие.



а) бір бұрандамен; б) екі бұрандамен; в) үш бұрандамен; г) бұрыштың көлденең қимасы

4.1 Сурет – Бір сөреге бекітілетін жалғыз бұрыштар

4.9.1.5 3.10.4 ҚР ҚН EN 1993-1-8-тармағында берілген байланысатын бұрыштардың есебіне нұсқаулықты (4.2-суретті қараңыз), S460 бастап S700 дейінгі беріктігі жоғары болат маркасынан жасалған байланысу бұрыштары үшін қолдануға рұқсат етілмейді.



4.2 Сурет – Байланысу бұрыштары

4.9.2 Дәнекерлеу қосылыстары

4.9.2.1 S460 бастап S700 дейінгі маркалы беріктігі жоғары болаттан дайындалған бұйымдарды бекітетін дәнекерлеу қосылстарының есебі ҚР ҚН EN 1993-1-12 қосымша талаптары есепке алынған жағдайда ҚР ҚН EN 1993-1-8 талаптарына сәйке орындалуы тиіс (осы құралдың 4.9.2.2 ÷ 4.9.2.10-тармағын қараңыз).

4.9.2.2 Дәнекерлеу қосылстарының барлық материалдары келесі стандарттарға сәйкес келуі тиіс:

- EN 499;
- EN 12534;
- EN 12535.

ЕСКЕРТПЕ Дәнекерлеу шығын материалдарына Еуропалық стандарттардың топтамасы – осы құралдың 4.5-кестесін қараңыз.

2.9.2.3 V-тәрізді кесумен Шарпи бойынша аққыштық шегінің, созылуға уақытша қарсылықтың, ажырау кезіндегі салыстырмалы ұзарту мағыналары және металдың соққылы тұтқырлығының ең төменгі мағынасы негізгі металл үшін орнатылған мағынаға тең немесе жоғары болуы тиіс.

1 ЕСКЕРТПЕ S460 бастап S700 дейінгі маркалы беріктігі жоғары металл үшін отырғызу металл дәнекерлеу жігінің негізгі металына қарағанда кем беріктікке ие болуы мүмкін (аққыштық шегінің төмен мағынасы және созылуға уақытша қарсылық).

2 ЕСКЕРТПЕ ҚР ҚН EN 1993-1-12 Ұлттық ережесінің НП.2.5-тармағына сәйкес S460 бастап S700 дейінгі маркалы беріктігі жоғары болат маркасын дәнекерлеген кезде электродтар әр жоба үшін жеке таңдалады.

4.5 Кесте – Еуропалық стандарттар бойынша дәнекерлеу шығын материалдарын топтастыру

Материалы Дәнекерлеу шығын материалдары	Болат			
	Қоспаланбаған және ұсақ түйірлі	Беріктігі жоғары	Ыстыққа төзімді	Тот баспайтын және ыстыққа төзімді
Қапталған электродтар	EN 499	EN 757	EN 1599	EN 1600
Қорғаныс газы ортасында балқымалы электродпен дәнекерлеуге арналған сым	EN 440	EN 12534	EN 12070	EN 12092
Инертті газ ортасында балқымайтын электродпен дәнекерлеу үшін отырғызу шыбығы/сымы	EN 1668			
Флюсі бар автоматты дәнекерлеуге арналған тұтас қима сымы	EN 756	EN 14295		
Қорғаныс газдары ортасында балқымалы дәнекерлеу электроды үшін ұнтақты сым	EN 758	EN 12535	EN 12071	EN 12073
Газды дәнекерлеу үшін отырғызу сымы	EN1236		EN 12536	
Флюс	EN 760			

4.9.2.4 ҚР ҚН EN 1993-1-8 нұсқаулығы бойынша бағытталған әдіспен бұрыштық дәнекерлеу жігінің көтерушілік қабілетін есептеген кезде келесі ҚР ҚН EN 1993-1-12 қосымша нұсқаулықтарды ескерген дұрыс:

а) S460 бастап S700 дейінгі маркалы беріктігі жоғары болат маркасын дәнекерлеген үшін электродтарды (дәнекерлеу қосылысының негізгі металына қарағанда уақытша қарсылығы кіші) қолданған кезде келесі талаптар орындалған жағдайда дәнекерлеу жігінің көтерушілік қабілеті жеткілікті болып есептеледі:

$$\left(\delta_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)\right)^{0,5} \leq \frac{f_{eu}}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}; \quad (4.8)$$

$$\delta_{\perp} \leq 0,9 \cdot \frac{f_{eu}}{\gamma_{M2}}. \quad (4.9)$$

мұндағы f_{eu} – отырғызу материалын созуға уақытша қарсылықтың атаулы мағынасы;

б) отырғызу материалының уақытша қарсылығы f_{eu} EN 499, EN 12534 және EN 12535 нормативтеріне сәйкес электродтар үшін 4.6-кестеге сәйкес анықталады.

4.6 Кесте – Электродтардың созылуға f_{eu} уақытша қарсылығының таулы мағынасы

Беріктік класы	35	42	55	62	69
Беріктік шегі f_{eu} , Н/мм ²	440	500	640	700	770

4.9.2.5 S460 бастап S700 дейінгі маркалы беріктігі жоғары болат маркасының бұйымдарын бекітетін сырттай қосылыстарда бойлықты бұрыштық жіктің ұзындығы $50 \cdot a$ мағынасынан аспауы тиіс:

$$L_w \geq 50 \cdot a; \quad (4.10)$$

мұндағы L_w – бойлықты бұрыштық жіктің ұзындығы;

a – катетті бұрыштық жіктің биіктігі.

ЕСКЕРТПЕ Бойлықты бұрыштық жіктің көтерушілік қабілетін анықтау бойынша $L_w > 50 \cdot a$ есебінде есептеулерде бойлықты бұрыштық жіктің ұзындығы кезінде барлық ұзындығы бойынша дәнекерлеу жігіндегі кернеудің тегіс емес таралуын ескерген дұрыс.

4.9.2.6 S460 бастап S700 дейінгі маркалы беріктігі жоғары болат маркасының бұйымдарын байланыстыратын дәнекерлеу жіктері серпімді кезеңде есептелуі тиіс – серпімді есеп. Қатты-илемді және серпімді-илемді есептеу әдістерін қолдануға рұқсат етілмейді.

4.9.2.7 S460 бастап S700 дейінгі маркалы беріктігі жоғары болат маркасының құрылымдарында жартылай қатты тораптарды қолдануға рұқсат берілмейді.

4.9.2.8 Екітаврдан құрылымдық элементтердің үйкелісу тораптарының есебін 6 ҚР ҚН EN 1993-1-8-тарауынан қараңыз.

4.9.2.9 Келесіден тұратын баған базасын есептеу нұсқаулығы:

- тегістеуді қоса іргетас бетонының есебі;
- сығылатын кернеу әрекетінен тірек плитасының есебі;
- созылатын күш әрекетінен иілетін тірек плитасының есебі;
- созылу кезіндегі іргетас бұрандаларының есебі.

4.9.2.10 S460 бастап S700 дейінгі маркалы беріктігі жоғары болаттан дайындалған тұйық қиманың құрылымдық элементтердің үйкелісу тораптарының есебін, төмендеу коэффициентіне $k = 0,8$ қосу арқылы тұйық қима элементінің есептік көтерушілік қабілетінің мағынасын төмендеу қажет.

4.10 ҚР ҚН EN 1993-1-9 стандартына қосымша ереже

4.10.1 S460 бастап S700 дейінгі маркалы беріктігі жоғары болаттан дайындалған құрылымдардың болат элементтердің шыдамдылық есебі, ҚР ҚН EN 1993-1-9 қосымша

талаптары ескерілген жағдайда ҚР ҚН EN 1993-1-9 талаптарына сәйкес орындалуы тиіс (осы құралдың 4.10.2-тармағын қараңыз).

4.10.2 Көп түрлі қайталанатын жүктемелердің $\psi_1 Q_k$ S460 бастап S700 дейінгі маркалы беріктігі жоғары болаттан дайындалған сөрелері бар бистальды дәнекерлеу бағандары үшін атаулы, кернеу атаулы немесе құлашының өзгерісі қалыпты кернеулер құлашының шектеулеріне қолданылуы мүмкін (ҚР ҚН EN 1990-қараңыз):

$$\Delta\sigma \leq 1,5f_y \quad (4.11)$$

1 ЕСКЕРТПЕ Бистальды бағандар f_y аққыштық шегі материалынан бастап $\phi_h \times f_{yw}$ дейінгі қабырға материалының аққыштық шегіне келесі жағдайларда белдіктен тұруы тиіс:

а) белдеуде кернеудің артуы f_{yw} дейін қабырғада кернеуді шектеу арқылы ескерілетін қабырға материалының аққыштығының пайда болуына алып келеді;

б) қабырғаның тиімді ауданы f_{yf} колдану арқылы анықталады.

2 ЕСКЕРТПЕ ϕ_h мағынасын ұлттық жағдайда орнатуға рұқсат беріледі. Мына мағына ұсынылады $\phi_h = 2,0$.

3 ЕСКЕРТПЕ Босаңқылық беріктіктің көтерушілік қабілетін тексерген кезде бистальды бағандар үшін деформацияны және кернеуді ұлғайтуға 1-Ескертпені және 2-Ескертпенің талаптарын сақтаған кезде ескерілуі тиіс.

4.11 ҚР ҚН EN 1993-1-10 стандартына қосымша ереже

4.11.1 S460 бастап S700 дейінгі маркалы беріктігі жоғары болатты таңдау кезінде ҚР ҚН EN 1993-1-12 қосымша талаптары ескерілген жағдайда ҚР ҚН EN 1993-1-10 талаптарын қолдануға рұқсат етіледі (осы құралдың 4.11.2 ÷ 4.11.7-тармағын қараңыз).

4.11.2 Құрылымдық элементтің беріктігі жоғары маркалық болатын таңдау келесі параметрлерді салыстыруға негізделген:

- есептік кернеу деңгейі σ_{Ed} ;
- есептік температура T_{Ed} ;
- соққылы тұтқырлық есептемесі.

4.11.3 S460 бастап S700 дейінгі маркалы беріктігі жоғары болаттан жасалған құрылымдық элементтің ең жоғары рұқсат етілетін қалыңдығы осы құралдың 4.7-кесте бойынша анықталады.

4.7 Кесте - t компоненті қалыңдығының ең жоғары рұқсат берілетін өлшемдері

Болаттың ласы (маркасы)	Кіші класы	Шарпи бойынша соққылы тұтарлық (CVN)		Есептік температура T_{Ed} , °C																				
				10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50
		T кезін де (°C)	J_{min}	$\sigma_{Ed} = 0,75 f_y (t)$							$\sigma_{Ed} = 0,5 f_y (t)$							$\sigma_{Ed} = 0,25 f_y (t)$						
EN 10025-6																								
S500	Q	0	40	55	45	35	30	20	15	15	85	70	60	50	40	35	25	145	125	105	90	80	65	55
	Q	-20	30	65	55	45	35	30	20	15	105	85	70	60	50	40	35	170	145	125	105	90	80	65
	QL	-20	40	80	65	55	45	35	30	20	125	105	85	70	60	50	40	195	170	145	125	105	90	80
	QL	-40	30	100	80	65	55	45	35	30	145	125	105	85	70	60	50	200	195	170	145	125	105	90
	QL1	-40	40	120	100	80	65	55	45	35	170	145	125	105	85	70	60	200	200	195	170	145	125	105
	QL1	-60	30	140	120	100	80	65	55	45	200	170	145	125	105	85	70	205	200	200	195	170	145	125
S550	Q	0	40	50	40	30	25	20	15	10	80	65	55	45	35	30	25	140	120	100	85	75	60	50
	Q	-20	30	60	50	40	30	25	20	15	95	80	65	55	45	35	30	160	140	120	100	85	75	60
	QL	-20	40	75	60	50	40	30	25	20	115	95	80	65	55	45	35	185	160	140	120	100	85	75
	QL	-40	30	90	75	60	50	40	30	25	135	115	95	80	65	55	45	200	185	160	140	120	100	85
	QL1	-40	40	110	90	75	60	50	40	30	160	135	115	95	80	65	55	200	200	185	160	140	120	100
	QL1	-60	30	130	110	90	75	60	50	40	185	160	135	115	95	80	65	200	200	200	185	160	140	120
S620	Q	0	40	45	35	25	20	15	15	10	70	60	50	40	30	25	20	130	110	95	80	65	55	45
	Q	-20	30	55	45	35	25	20	15	15	85	70	60	50	40	30	25	150	130	110	95	80	65	55
	QL	-20	40	65	55	45	35	25	20	15	105	85	70	60	50	40	30	175	150	130	110	95	80	65
	QL	-40	30	80	65	55	45	35	25	20	125	105	85	70	60	50	40	200	175	150	130	110	95	80
	QL1	-40	40	100	80	65	55	45	35	25	145	125	105	85	70	60	50	200	200	175	150	130	110	95
	QL1	-60	30	120	100	80	65	55	45	35	170	145	125	105	85	70	60	200	200	200	175	150	130	110

4.7 Кесте - t компоненті қалыңдығының ең жоғары рұқсат берілетін өлшемдері
(жалғасы)

Болаттың ласы (маркасы)	Кіші класы	Шарпи бойынша соққылы тұтқырлық (CVN)		Тірек температура T_{Ed} , °C																				
				10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50
		T кезінде (°C)	J_{min}	$\sigma_{Ed} = 0,75f_y(t)$							$\sigma_{Ed} = 0,5f_y(t)$							$\sigma_{Ed} = 0,25f_y(t)$						
EN 10025-6																								
S690	Q	0	40	40	30	25	20	15	10	10	65	55	45	35	30	20	20	120	100	85	75	60	50	45
	Q	-20	30	50	40	30	25	20	15	10	80	65	55	45	35	30	20	140	120	100	85	75	60	50
	QL	-20	40	60	50	40	30	25	20	15	95	80	65	55	45	35	30	165	140	120	100	85	75	60
	QL	-40	30	75	60	50	40	30	25	20	115	95	80	65	55	45	35	190	165	140	120	100	85	75
	QL1	-40	40	90	75	60	50	40	30	25	135	115	95	80	65	55	45	200	190	165	140	120	100	85
	QL1	-60	30	110	90	75	60	50	40	30	160	135	115	95	80	65	55	200	200	190	165	140	120	100
EN 10149-2																								
S500	MC	-20	40	80	65	55	45	35	30	20	125	105	85	70	60	50	40	195	170	145	125	105	90	80
S550	MC	-20	40	75	60	50	40	30	25	20	115	95	80	65	55	45	35	185	160	140	120	100	85	75
S600	MC	-20	40	70	55	45	35	30	20	15	105	90	75	60	50	40	35	180	155	130	110	95	80	70
S650	MC	-20	40	65	50	40	30	25	20	15	100	85	70	55	45	35	30	170	145	125	105	90	75	65
S700	MC	-20	40	60	45	35	30	25	20	15	95	80	65	50	45	35	30	165	140	120	100	85	70	60
1 ЕСКЕРТПЕ 4.7-кестесін қолданған кезде желілік интерполяция қолданылуы. Көптеген қосымшалар үшін $\sigma_{Ed} = 0,75f_y(t)$ және $\sigma_{Ed} = 0,5f_y(t)$ арасында жатқан өлшемдер талап етіледі. Интерполяция мақсаты үшін $\sigma_{Ed} = 0,25f_y(t)$ өлшемі берілген. Шекті өлшемдері шегінен тыс экстраполяцияның әрекет ету күші жойылған.																								
2 ЕСКЕРТПЕ 4.7-кестесіне сәйкес болаттан бұйым дайындаған кезде T_1 өлшемін көрсету қажет.																								
3 ЕСКЕРТПЕ 4.7-кестесі бұйым прокатының қалыңдығы бағытында Шарпи (CVN)																								

4.11.4 4.7-кестесінде аққыштық шегінің өлшемі бөлігі ретінде көрсетілген кернеудің үш деңгейі үшін элементтің қалыңдығының ең жоғары рұқсат берілетін мағынасы берілген:

$$\begin{aligned} \text{a)} \sigma_{Ed} &= 0,75 \cdot f_y(t), \text{ Н/мм}^2; \\ \text{б)} \sigma_{Ed} &= 0,50 \cdot f_y(t), \text{ Н/мм}^2; \\ \text{в)} \sigma_{Ed} &= 0,25 \cdot f_y(t), \text{ Н/мм}^2; \end{aligned} \quad (4.12)$$

4.11.5 Аққыштық шегі $f_y(t)$ мына формуламен анықталуы мүмкін:

$$f_y(t) = f_{y.nom} - 0,25 \cdot \frac{t}{t_0} [\text{Н/мм}^2] \quad (4.13)$$

мұндағы t – табақтың қалыңдығы, мм;

t_0 – табақтың:

$t_0 = 1$ мм. тең бастапқы шартты қалыңдығы.

4.11.6 Аққыштық шегі $f_y(t)$ сонымен қатар болатқа тиісті стандарттармен орнатылған өлшемге тең R_{eH} қабылдануы мүмкін.

4.11.7 Кестелік мағыналар жеті есептік температуралар үшін берілген: 10°C, 0°C, минус 10°C, минус 20°C, минус 30°C, минус 40°C және минус 50°C.

4.12 ҚР ҚН EN 1993-1-11 нормативіне қосымша ереже

ҚР ҚН EN 1993-1-11 нормативі нұсқаулығына сәйкес S460 бастап S700 дейінгі маркалы беріктігі жоғары болаттан жасалған болат құрылымдарының созылатын элементтерінің есебі және құрылымдары қандай да болмасын қосымша ережелерді талап етпейді.

**5 ҚР ҚН EN 1993-2 БАСТАП ҚР ҚН EN 1993-6 ДЕЙІНГІ ҚОЛДАНБАЛЫ
ТАРАУЛАРЫНА ҚОСЫМША ЕРЕЖЕ**

ҚР ҚН EN 1993-6 бойынша ҚР ҚН EN 1993-2 нормативі нұсқаулығына сәйкес S460 бастап S700 дейінгі маркалы беріктігі жоғары болаттан жасалған болат құрылымдарының созылатын элементтерінің есебі және құрылымдары қандай да болмасын қосымша ережелерді талап етпейді

ЕСКЕРТПЕ Осы бөлікке Ұлттық қосымша ҚР ҚН EN 1993-6 бойынша ҚР ҚН EN 1993-2 нормативіне сәйкес қолданылуы мүмкін болат диапазондарын шектеуі мүмкін.

А Қосымшасы
(ақпараттық)

Отандық болат маркаларының салығы

Ақыштық шегінің нормативтік мағынасын және уақытша шектеу шегін анықтау мақсатында отандық болат аналогтарын таңдау үшін А.1-кестесін қолдануға рұқсат етіледі.

**А.1 Кесте – Отандық болат маркаларының және EN стандарттары бойынша
болат маркаларының аналогтары**

EN стандартына сәйкес болат		Отандық болат	
EN 10025-2-2004 (E)		MEMCT 2772-88 бойынша аналогы	
Болаттың маркасы	Материалдың нөмірі	Белгісі	Болаттың маркасы
S235JR	1.0038	C 235	Ст. 3 кл. 2; Ст. 3 кл. 2-1
S275JR	1.0044	C 275	Ст. 3 пс 6-2
S355JR	1.0045	C 345	12Г2С 1-тобы
EN 10025-3-2004 (E)		Аналог по ГОСТ 19281	
Болаттың маркасы	Материалдың нөмірі	Белгісі	Болаттың маркасы
S420N	1.8902	C 440	12Г2АФ, 18Г2АФПС, 15Г2СФ термонуғайтылған
EN 10025-6-2004 (E)		MEMCT ТУ14-1-1-1772 бойынша аналогы	
Болаттың маркасы	Материалдың нөмірі	Белгісі	Болаттың маркасы
S550Q	1.8904	C 590	12Г2СМФ

1 ЕСКЕРТПЕ А.1-кестесінде берілген отандық болаттың аналогтарын статикалық және қайтара статикалық жүктемелерді қабылдайтын болат құрылымдар үшін ақыштық шегі мен уақытша қарсылықтың нормативтік мағыналарын таңдаған кезде қолдануға рұқсат етіледі (НП.2.13 Ұлттық қосымшаға ҚР ҚН EN 1993-1-1-тармағын қараңыз).

2 ЕСКЕРТПЕ С 245, С 255, С 345Т, С 345К, С 375, С 375Т, С 390, С 390Т, С 390К класс болаттарын қоса отырып отандық болат аналогтарының кестесін кеңейту тиісті әдістеме бойынша стандартты зертханалық нәтижесінің жеткілікті көлемін жинақтаған соң жүргізілуі мүмкін.

3 ЕСКЕРТПЕ Отандық болаттың соққылы тұтықрлығын бағалау V түріндегі концентратты үлгілер үшін жүргізілуі тиіс (Шарпи әдісі бойынша үлгілер). Аталған зертханалық сынақ деректері бойынша дірілдекті, динамикалық, соққылы жүктемелер және әсер етулер кезінде, сондай-ақ болат құрылымдардың тез сынуына жол беретін жағдайларда жұмыс істейтін болаттарда U түріндегі концентратты отандық болат үшін соққылы тұтықрлықтың есептік мағынасы түзетілетін болады.

УДК 620.113.41

МКС 91.010

Негізгі сөздер: беріктігі жоғары болат, есеп айырысу, құралымдау, қосымша талаптар, бұрандамалық қосылыс, пісіру қосылысы, соққылы тұтқырлық, қабаттану, илемнің ең жоғары қалыңдығы.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	IV
1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	1
2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	2
3 ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	3
4 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРАВИЛА К НОРМАТИВАМ С СН РК EN 1993-1-1 ПО СН РК EN 1993-1-11	5
4.1 Общие положения	5
4.2 Дополнительные правила к нормативу СН РК EN 1993-1-1	5
4.2.1 Общие положения	5
4.2.2 Требования по пластичности	8
4.2.3 Методы расчета	8
4.2.4 Расчет растянутых элементов	9
4.2.5 Расчет сжатых элементов	10
ПРИМЕР 1 Проверка несущей способности центрально-растянутого элемента	11
ПРИМЕР 2 Проверка несущей способности центрально-сжатого элемента	12
4.3 Дополнительные правила к нормативу СН РК EN 1993-1-2	16
4.4 Дополнительные правила к нормативу СН РК EN 1993-1-3	16
4.5 Дополнительные правила к нормативу СН РК EN 1993-1-4	16
4.6 Дополнительные правила к нормативу СН РК EN 1993-1-5	17
4.7 Дополнительные правила к нормативу СН РК EN 1993-1-6	17
4.8 Дополнительные правила к нормативу СН РК EN 1993-1-7	17
4.9 Дополнительные правила к нормативу СН РК EN 1993-1-8	17
4.9.1 Соединения на болтах, заклепках и штифтах	17
4.9.2 Сварные соединения	19
4.10 Дополнительные правила к нормативу СН РК EN 1993-1-9	22
4.11 Дополнительные правила к нормативу СН РК EN 1993-1-10	22
4.12 Дополнительные правила к нормативу СН РК EN 1993-1-11	25
5 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРАВИЛА К НОРМАТИВАМ, ИМЕЮЩИЕ ОТНОШЕНИЕ К СПЕЦИАЛЬНЫМ СТАЛЬНЫМ ЗДАНИЯМ И СООРУЖЕНИЯМ, С СН РК EN 1993-2 ПО СН РК EN 1993-6	26
Приложение А (информационное) Аналоги отечественных марок стали	27

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее нормативно-техническое пособие подготовлено ТОО «Астана Строй-Консалтинг» по договору с акционерным обществом «Казахский научно-исследовательский и проектный институт строительства и архитектуры» (АО «КазНИИСА»).

Настоящее нормативно-техническое пособие составлено в развитие положений СН РК EN 1993-1-12 «Проектирование стальных конструкций. Часть. Дополнительные правила применения EN 1993 для стали класса до S700» предназначено для проектирования конструкций из высокопрочной стали маркой от S460 до S700.

Настоящее нормативно-техническое пособие является частью группы нормативно-технических пособий к строительным нормам Республики Казахстан СН РК EN 1993, идентичных Еврокоду 3.

Группа нормативно-технических пособий к СН РК EN 1993 – это перечень нормативно-технических документов, в которых приведены: рекомендации к расчету и к конструированию стальных конструкций согласно Принципам и Правилам проектирования СН РК EN 1993; разъяснения нормативной ссылочной информации; численные примеры расчета; дополнительная справочная информация.

Положения нормативно-технических пособий к СН РК EN 1993 охватывают только требования по несущей способности, эксплуатационной пригодности, долговечности и огнестойкости стальных конструкций. Другие требования не отражены в нормативно-технических пособиях к СН РК EN 1993.

Нормативно-технические пособия к СН РК EN 1993 следует использовать совместно со следующими нормативно-техническими документами:

- НТП к СН РК EN 1990;
- НТП к СН РК EN 1991;
- НТП к СН РК EN 1992: СН РК EN 1999, в тех частях, которые непосредственно затрагивают расчет стальных конструкций или их элементов;
- стандарты EN, ETAG, ETA и другие соответствующие стандарты на строительные изделия, относящиеся к стальным конструкциям.

Основополагающими документами при разработке нормативно-технических пособий к СН РК EN 1993, помимо самих 20 частей СН РК EN 1993 «Проектирование стальных конструкций», являются СН РК EN 1990, СН РК EN 1991 и EN 1090.

Группа нормативно-технических пособий к СН РК EN 1993 состоит из 19 пособий:

- нормативно-технические пособия к СН РК EN 1993-1 (12 пособий);
- нормативно-техническое пособие к СН РК EN 1993-2 (1 пособие);
- нормативно-техническое пособие к СН РК EN 1993-3 (1 пособие);
- нормативно-технические пособия к СН РК EN 1993-4 (3 пособия);
- нормативно-техническое пособие к СН РК EN 1993-5 (1 пособие);
- нормативно-техническое пособие к СН РК EN 1993-6 (1 пособие).

Подгруппа нормативно-технических пособий к СН РК EN 1993-1 состоит из 12 пособий:

- нормативно-техническое пособие к СН РК EN 1993-1-1;

- нормативно-техническое пособие к СН РК EN 1993-1-2;
- нормативно-техническое пособие к СН РК EN 1993-1-3;
- нормативно-техническое пособие к СН РК EN 1993-1-4;
- нормативно-техническое пособие к СН РК EN 1993-1-5;
- нормативно-техническое пособие к СН РК EN 1993-1-6;
- нормативно-техническое пособие к СН РК EN 1993-1-7;
- нормативно-техническое пособие к СН РК EN 1993-1-8;
- нормативно-техническое пособие к СН РК EN 1993-1-9;
- нормативно-техническое пособие к СН РК EN 1993-1-10;
- нормативно-техническое пособие к СН РК EN 1993-1-11;
- нормативно-техническое пособие к СН РК EN 1993-1-12.

В нормативно-технических пособиях к СН РК EN 1993-1 приведены указания по проектированию стальных конструкций, которые распространяются на части СН РК EN 1993, имеющие отношение к специальным стальным зданиям и сооружениям:

- СН РК EN 1993-2 (стальные мосты);
- СН РК EN 1993-3 (стальные Башни, мачты и бытовые трубы);
- СН РК EN 1993-4 (стальные Бункеры и резервуары);
- СН РК EN 1993-5 (стальные сваи);
- СН РК EN 1993-6 (стальные несущие конструкции для кранов);

В настоящем нормативно-техническом пособии к СН РК EN 1993-1-12 приведены:

- Принципы и Правила проектирования конструкций из высокопрочной стали маркой от S460 до S700, содержащиеся в СН РК EN 1993-1-12;
- положения, развивающие Принципы и Правила проектирования, приведенные в СН РК EN 1993-1-12;
- рекомендации, дополняющие Принципы и Правила проектирования, приведенные в СН РК EN 1993-1-12;
- численные примеры расчета, иллюстрирующие применение положений СН РК EN 1993-1-12 в практике проектирования.

При разработке настоящего нормативно-технического пособия, помимо положений СН РК EN 1993-1-12, учтены:

- положения Национального Приложения к СН РК EN 1993-1-12;
- соответствующие положения СН РК EN 1990;
- соответствующие положения СН РК EN 1991.

Настоящее нормативно-техническое пособие состоит из 5 разделов. Разделы с 1 по 5 настоящего нормативно-технического пособия повторяют структуру норматива СН РК EN 1993-1-12:

- Раздел 1: Область применения;
- Раздел 2: Нормативные ссылки;
- Раздел 3: Термины, определения, обозначения и сокращения;
- Раздел 4: Дополнительные правила к нормативам с СН РК EN 1993-1-1 по СН РК EN 1993-1-11;

- Раздел 5: Дополнительные правила к нормативам, имеющие отношение к специальным стальным зданиям и сооружениям, с СН РК EN 1993-2 по СН РК EN 1993-6.

В настоящем нормативно-техническом пособии номера пунктов СН РК EN 1993-1-12 приведены в скобках.

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

Настоящее нормативно-техническое пособие 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 СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.
ЧАСТЬ. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРАВИЛА ПРИМЕНЕНИЯ EN 1993 ДЛЯ СТАЛИ
МАРОК ДО S700
PART. ADDITIONAL RULES FOR THE EXTENSION OF EN 1993 UP TO STEEL
GRADES S700**

Дата введения - 2015-07-01

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящее пособие к СН РК EN 1993-1-12 устанавливает дополнительные правила по проектированию конструкций из высокопрочной стали марки от S460 до S700.

1.2 Настоящее пособие содержит и развивает Принципы и Правила проектирования конструкций из высокопрочной стали марки от S460 до S700, приведенные в СН РК EN 1993-1-12.

1.3 В настоящем пособии приведены рекомендации, дополняющие Принципы и Правила проектирования, приведенные в СН РК EN 1993-1-12. Данные рекомендации обеспечивают возможность проектирования совместно с использованием общих правил проектирования (с учетом использования стальных классов по прочности от S460 до S700), приведенных в следующих нормативах:

- СН РК EN 1993-1-1;
- СН РК EN 1993-1-2;
- СН РК EN 1993-1-3;
- СН РК EN 1993-1-4;
- СН РК EN 1993-1-5;
- СН РК EN 1993-1-6;
- СН РК EN 1993-1-7;
- СН РК EN 1993-1-8;
- СН РК EN 1993-1-9;
- СН РК EN 1993-1-10;
- СН РК EN 1993-1-11;
- СН РК EN 1993-2;
- СН РК EN 1993-3-1;
- СН РК EN 1993-3-2;
- СН РК EN 1993-4-1;
- СН РК EN 1993-4-2;
- СН РК EN 1993-4-3;

- СН РК EN 1993-5;
- СН РК EN 1993-6.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Для применения настоящего пособия необходимы следующие ссылочные нормативные документы:

а) строительные нормы Республики Казахстан (основные ссылки):

- СН РК EN 1990;
- СН РК EN 1991;
- СН РК EN 1992;
- СН РК EN 1993;
- СН РК EN 1994;
- СН РК EN 1995;
- СН РК EN 1996;
- СН РК EN 1997;
- СН РК EN 1998;
- СН РК EN 1999.

б) стандарты на сталь, стальные заготовки, стальные изделия и сварочные расходные материалы (вторичные ссылки):

- EN 499 «Материалы присадочные. Электроды с покрытием для ручной дуговой сварки металлическим электродом нелегированной стали и мелкозернистой стали. Классификация»;

- EN 10025-6 «Изделия горячекатаные из конструкционных сталей. Часть 6. Технические условия поставки для плоских изделий из закаленной конструкционной стали с высоким пределом текучести»;

- EN 10149-1 «Горячекатаные плоские изделия из сталей с высоким пределом текучести для холодной обработки давлением. Часть 1. Общие условия поставки»;

- EN 10149-2 «Горячекатаные плоские изделия из сталей с высоким пределом текучести для холодной обработки давлением. Часть 2. Условия поставки для термомеханически катаной стали»;

- EN 12534 «Материалы присадочные. Электродная проволока, провода, прутки и покрытия наплавкой для дуговой сварки высокопрочных сталей в среде защитных газов. Классификация»;

- EN 12535 «Материалы присадочные. Трубчатые полые электроды для дуговой сварки высокопрочных сталей в среде защитных газов. Классификация».

3 ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

3.1 В настоящем пособии используются термины и определения, которые необходимы при проектировании конструкций из высокопрочной стали марки от S460 до S700, в соответствии:

- с Пунктом 1.5 СН РК EN 1990;

- с Пунктом 1.5 СН РК EN 1993-1-1;
- с Пунктом 1.5 СН РК EN 1993-1-2;
- с Пунктом 1.3 СН РК EN 1993-1-3;
- с Пунктом 1.5 СН РК EN 1993-1-4;
- с Пунктом 1.3 СН РК EN 1993-1-5;
- с Пунктом 1.3 СН РК EN 1993-1-6;
- с Пунктом 1.3 СН РК EN 1993-1-7;
- с Пунктом 1.4 СН РК EN 1993-1-8;
- с Пунктом 1.3 СН РК EN 1993-1-9;
- с Пунктом 1.3 СН РК EN 1993-1-10;
- с Пунктом 1.3 СН РК EN 1993-1-11;
- с Пунктом 1.5 СН РК EN 1993-2;
- с Пунктом 1.5 СН РК EN 1993-3-1;
- с Пунктом 1.5 СН РК EN 1993-3-2;
- с Пунктом 1.5 СН РК EN 1993-4-1;
- с Пунктом 1.5 СН РК EN 1993-4-2;
- с Пунктами 1.5 и 1.8 СН РК EN 1993-4-3;
- с Пунктами 1.5 и 1.8 СН РК EN 1993-5,
- с Пунктом 1.5 СН РК EN 1993-6.

3.2 В настоящем пособии используются обозначения символов, которые необходимы при проектировании конструкций из высокопрочной стали марки от S460 до S700, в соответствии:

- с Пунктом 1.6 СН РК EN 1990;
- с Пунктом 1.6 СН РК EN 1993-1-1;
- с Пунктом 1.6 СН РК EN 1993-1-2;
- с Пунктом 1.4 СН РК EN 1993-1-3;
- с Пунктом 1.6 СН РК EN 1993-1-4;
- с Пунктом 1.4 СН РК EN 1993-1-5;
- с Пунктом 1.4 СН РК EN 1993-1-6;
- с Пунктом 1.4 СН РК EN 1993-1-7;
- с Пунктом 1.5 СН РК EN 1993-1-8;
- с Пунктом 1.4 СН РК EN 1993-1-9;
- с Пунктом 1.4 СН РК EN 1993-1-10;
- с Пунктом 1.4 СН РК EN 1993-1-11;
- с Пунктом 1.6 СН РК EN 1993-2;
- с Пунктом 1.6 СН РК EN 1993-3-1;
- с Пунктом 1.6 СН РК EN 1993-3-2;
- с Пунктами 1.6, 1.7 и 1.8 СН РК EN 1993-4-1;
- с Пунктами 1.6, 1.7 и 1.8 СН РК EN 1993-4-2;
- с Пунктами 1.6 и 1.7 СН РК EN 1993-4-3;
- с Пунктом 1.6 СН РК EN 1993-5,
- с Пунктом 1.6 СН РК EN 1993-6.

ПРИМЕЧАНИЕ В дополнение к обозначению символов, перечисленных в Пунктах 3.1 и 3.2 настоящего пособия, используются обозначения символов согласно Пункту 1.3 СН РК EN 1993-1-12.

4 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРАВИЛА К НОРМАТИВАМ С СН РК EN 1993-1-1 ПО СН РК EN 1993-1-11

4.1 Общие положения

4.1.1 Настоящее пособие предназначено для расчета и конструирования элементов конструкций, изготовленных из высокопрочной конструкционной стали марки от S460 до S700 включительно.

4.1.2 Расчет стальных конструкций должен быть выполнен методом предельных состояний с учетом частных коэффициентов безопасности (см. СН РК EN 1990 и СН РК EN 1993) и соответствующих сочетаний нагрузок (см. СН РК EN 1991).

4.1.3 Расчет элементов конструкций, изготовленных из высокопрочной конструкционной стали марки от S460 до S700 включительно, надлежит осуществлять на основании правил соответствующей части СН РК EN 1993, с учетом дополнительных правил СН РК EN 1993-1-12.

4.1.4 Изготовление и монтаж стальных конструкций и их защитная обработка должна соответствовать требованиям EN 1090.

4.2 Дополнительные правила к нормативу СН РК EN 1993-1-1

4.2.1 Общие положения

4.2.1.1 Расчет и конструирование элементов конструкций из высокопрочной конструкционной стали по указаниям СН РК EN 1993-1-1 может быть выполнен, если учитываются дополнительные требования СН РК EN 1993-1-12 (см. Пункт 4.2 настоящего пособия).

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Допускается применять марки стали, изготовленные по Гостом и Ту, соответствующие требованиям EN 10025-6 и EN 10049-2 (см. Приложение А настоящего пособия).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Стандарт EN 10025-6 определяет требования к плоским изделиям из особых легированных сталей повышенной прочности с высоким пределом текучести, которые поставляются в состоянии после закалки и отпуска. Стали, изготовленные по стандарту EN 10025-6, применяются для горячекатаных плоских изделий с минимальной толщиной 3 мм и максимальной толщиной не более 150 мм (марки S460, S500, S550, S620 и S690).

ПРИМЕЧАНИЕ 3 Стандарт EN 10149-2 определяет требования для плоских изделий из горячекатаных свариваемых легированных высококачественных и нержавеющей сталей с высоким пределом текучести, предназначенных для холодной штамповки, которые поставляются в термостатически катаном состоянии.

Стали, изготовленные по стандарту EN 10149-2, применяются для горячекатаных плоских изделий, а именно:

– с номинальной толщиной от 1,5 до 20 мм для сталей с минимальными значениями предела текучести в диапазоне от 315 Н/мм² до 460 Н/мм²;

– с номинальной толщиной от 1,5 до 16 мм для сталей с минимальными значениями предела текучести в диапазоне от 500 Н/мм² до 700 Н/мм².

Таблица 4.1 - Номинальные значения предела текучести f_y и предела прочности при растяжении f_u для горячекатаной конструкционной стали по стандарту EN 10025-6

Марка стали		Номинальная толщина компонента t в мм					
Сокращенное наименование	Номер материала	$t \leq 50$ мм		50мм < $t \leq 100$ мм		100мм < $t \leq 150$ мм	
		f_y , Н/мм ²	f_u , Н/мм ²	f_y , Н/мм ²	f_u , Н/мм ²	f_y , Н/мм ²	f_u , Н/мм ²
S500Q S500QL S500QL1	1.8924 1.8909 1.8984	500	590	480	590	440	540
S550Q S550QL S550QL1	1.8904 1.8926 1.8986	550	640	530	640	490	590
S620Q S620QL S620QL1	1.8914 1.8927 1.8987	620	700	580	700	560	650
S690Q S690QL S690QL1	1.8931 1.8928 1.8988	690	770	650	760	630	710

ПРИМЕЧАНИЕ Обозначение состоит из номера соответствующего европейского стандарта, за которым следует номер материала или следующие символы:

- буквенное обозначение (S) конструкционной стали;
- установленное минимальное значение предела текучести (при толщине проката до 50 мм) в Н/мм² или МПа;
- буквенное обозначение (Q) в состоянии после закалки и отпуска для состояния поставки;
- буквенное обозначение (L или L1) для группы качества с установленными минимальными значениями энергии разрушения при температурах не ниже минус 40°C или минус 60°C соответственно

ПРИМЕР Конструкционная сталь с пределом текучести 550 МПа для поставки в состоянии после закалки и отпуска и с гарантированным значением энергии разрушения при температуре минус 60°C будет иметь следующее обозначение:

- а) сталь по EN 10025-6-1.8986 или;
- б) сталь по EN 10025-6-S550QL1.

Таблица 4.2 - Номинальные значения предела текучести f_y и предела прочности при растяжении f_u для горячекатаных плоских изделий по стандарту EN 10149-2^{а)}

Марка стали		Номинальная толщина компонента t в мм			
Сокращенное наименование	Номер материала	$1,5 \text{ мм} < t \leq 8,0 \text{ мм}$		$8,0 \text{ мм} < t \leq 16,0 \text{ мм}$	
		$f_y, \text{ Н/мм}^2$	$f_u, \text{ Н/мм}^2$	$f_y, \text{ Н/мм}^2$	$f_u, \text{ Н/мм}^2$
S500MC	1.0984	500	550	500	550
S550MC	1.0986	550	600	550	600
S600MC	1.8969	600	650	600	650
S650MC	1.8976	650	700	630	700
S700MC	1.8974	700	750	680	750

^{а)} Должна быть описана проверка энергетики удара в соответствии с Разделом 11 стандарта EN 10149-1.

ПРИМЕЧАНИЕ Обозначение состоит из номера соответствующего европейского стандарта, за которым следует номер материала или следующие символы:

- буквенное обозначение (S) конструкционной стали;
- установленное минимальное значение предела текучести в Н/мм² или МПа;
- буквенное обозначение (M или N) для состояния поставки;
- буквенное обозначение (C) для способности к холодному деформированию.

ПРИМЕР 1 Термомеханически обработанная конструкционная сталь с пределом текучести 550 МПа пригодная к холодному деформированию будет иметь следующее обозначение:

- а) сталь по EN 10149-2-1.0986 или;
- б) сталь по EN 10149-2-S550MC.

ПРИМЕР 2 Нормализованная конструкционная сталь с пределом текучести 600 МПа пригодная к холодному деформированию будет иметь следующее обозначение:

- а) сталь по EN 10149-2-1.8969 или;
- б) сталь по EN 10149-2-S600MC.

4.2.1.2 При выполнении расчета и конструирования номинальные значения параметров свойств материалов, приведенных в Таблицах 4.1 и 4.2 настоящего пособия, необходимо принимать как характеристические значения.

4.2.1.3 Номинальные значения предела текучести f_y и временного сопротивления f_u для высокопрочной конструкционной стали необходимо принимать равными:

- а) непосредственно по стандартам EN 10025-6 и EN 10149-2:

$$f_y = R_{eH} \text{ и } f_u = R_m; \quad (4.1)$$

- б) либо по Таблицам 4.1 и 4.2 настоящего пособия.

в) непосредственно по Госту и ТУ на сталь (см. Приложение А настоящего пособия):

$$f_y = \delta_T \text{ и } f_u = \delta_B. \quad (4.2)$$

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Предел текучести для сталей марки выше S460 (не обладающих площадкой текучести) – напряжение, при котором остаточное удлинение образца достигает 0,2 %.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Предел прочности при растяжении – механическое напряжение, соответствующее наибольшему усилию, предшествующему разрыву (разрушению) стального образца при механических испытаниях.

4.2.2 Требования по пластичности

4.2.2.1 Пользователю настоящего пособия необходимо учитывать пластичность стали при статическом расчете (см. Пункт 2.2(1) СН РК EN 1993-1-1).

4.2.2.2 Расчет стальных конструкций должен выполняться для сталей, характеристики которых представлены в Таблицах 4.1 и 4.2 настоящего пособия либо для сталей, которые отвечают всем требованиям Подраздела 4.2 настоящего пособия.

4.2.2.3 При проектировании стальных конструкций согласно положениям настоящего пособия в целях обеспечения надежности, сталь должна обладать следующими значениями:

а) отношение значения временного сопротивления f_u к значению предела текучести f_y должно быть больше, чем 1,05:

$$\frac{f_u}{f_y} > 1,05; \quad (4.3)$$

б) отношение значения предельной деформации ε_u к упругой деформации ε_y должно быть больше 15,0:

$$\frac{\varepsilon_u}{\varepsilon_y} > 15,0; \quad (4.4)$$

в) относительное удлинение стального образца не менее 10% при первоначальной длине образца $5,65 \cdot \sqrt{A_0}$ (где A_0 - начальная площадь поперечного сечения стального образца).

4.2.3 Методы расчета

4.2.3.1 Общие положения

4.2.3.1.1 Внутренние силы и моменты в конструкциях из высокопрочной стали маркой от S460 до S700 допускается определить посредством:

- а) упругого статического расчета;
- б) пластического статического расчета (с учетом указаний Пунктов 4.2.3.1.3 и 4.2.3.2 настоящего пособия).

ПРИМЕЧАНИЕ Расчет методом конечных элементов (МКЭ) - см. в Приложение С 1993-1-5.

4.2.3.1.2 Упругий статический расчет может применяться во всех случаях.

4.2.3.1.3 Для конструкций и соединений, выполненных из сталей классов прочности выше S460 и до S700, не применим метод расчета с учетом возникновения пластического шарнира, а так же упрощения данного метода, заключающегося в ограничениях пластического перераспределения моментов в неразрезных балках.

4.2.3.2 Упругий статический расчет

4.2.3.2.1 Упругий статический расчет базируется на предпосылке, что зависимость «напряжения - деформации» носит линейный характер независимо от уровня напряжений.

4.2.3.2.2 Внутренние силы и моменты могут быть определены посредством упругого статического расчета, даже если несущая способность поперечного сечения основана на его несущей способности в пластической стадии.

4.2.3.2.3 Упругий статический расчет может также использоваться для поперечных сечений, несущая способность которых ограничена потерей местной устойчивости.

4.2.3.3 Пластический статический расчет

4.2.3.3.1 Пластический статический расчет учитывает физическую нелинейность при определении усилий в конструктивной системе.

4.2.3.3.2 Внутренние силы и моменты могут быть определены посредством нелинейного пластического расчета, учитывающего ограниченное развитие пластических деформаций в элементах.

4.2.4 Расчет растянутых элементов

4.2.4.1 Расчетное значение растягивающей силы N_{Ed} в каждом поперечном сечении должно удовлетворяться условию:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1,0. \quad (4.5)$$

ПРИМЕЧАНИЕ При проектировании конструкций и соединений из сталей классов прочности выше S460 и до S700 применяют методы расчета с учетом нелинейных свойств материалов, при этом внутренние усилия можно определить посредством:

- а) упруго статического расчета;
- б) пластического статического расчета, с учетом указания пункта 4.2.3.3 настоящего пособия.

4.2.4.2 При расчетах центрально-растянутых элементов из стали классов прочности выше S460 и до S700 для сечений с отверстиями для болтов, расчетное значение несущей способности на растяжении $N_{t,Rd}$ следует принимать наименьшим из:

- а) расчетного значения несущей способности поперечного сечения брутто в пластической стадии:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}; \quad (4.6)$$

б) расчетного значения несущей способности поперечного сечения нетто в пластической стадии при наличии отверстий для болтов:

$$N_{t,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M12}}. \quad (4.7)$$

где γ_{M12} – частный коэффициент безопасности для сопротивления площади сечения нетто марок стали от S460 и до S700. В Национальном приложении к СН РК EN 1993-1-12 могут приводиться величины γ_{M12} . Рекомендуются принимать значения:

$$\gamma_{M12} = \gamma_{M2} = 1,25.$$

4.2.5 Расчет сжатых элементов

Выбор кривой потери устойчивости следует выполнять по Таблице 4.3 настоящего пособия.

Таблица 4.3 – Выбор кривой потери устойчивости

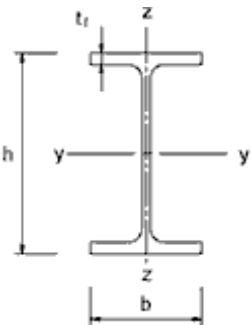
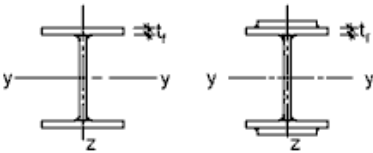

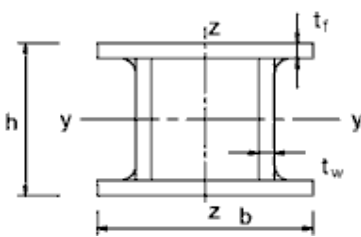
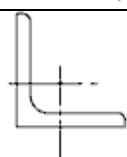
Поперечные сечения		Пределы		Потеря устойчивости относительно оси	Кривая потери устойчивости
				относительно оси	выше S460 до S700
Прокатные сечения		$h/b > 1,2$	$t_f \leq 40$ мм	y – y z – z	a_0 a_0
			$40 \text{ мм} < t_f \leq 100$ мм	y – y z – z	a a
		$h/b \leq 1,2$	$t_f \leq 100$ мм	y – y z – z	a a
			$t_f > 100$ мм	y – y z – z	c c
Сварные двутавровые сечения		$t_f \leq 40$ мм		y – y z – z	b c
		$t_f > 40$ мм		y – y z – z	c d

Таблица 4.3 – Выбор кривой потери устойчивости (продолжение)

Поперечные сечения		Пределы	Потеря устойчивости относительно оси	Кривая потери устойчивости
				выше S460 до S700
Замкнутые сечения		Горячедеформированные	Все	a_0
		Холоднодеформированные	Все	c
Сварные коробчатые сечения		В целом (в общем случае) (кроме перечисленных ниже)	Все	b
		С толщиной сварных швов: $a > 0,5t_f$ $b/t_f < 30$ $h/t_w < 30$	Все	c
Швеллеры, тавры и сплошные сечения			Все	c
Уголки			Все	b

ПРИМЕР 1 Проверка несущей способности центрально-растянутого элемента

1) Исходные данные

Проверить несущую способность центрально-растянутой пластины при следующих исходных данных (см. Рисунок 1):

– расчетное значение осевой силы $N_{Ed} = 5000$ кН;

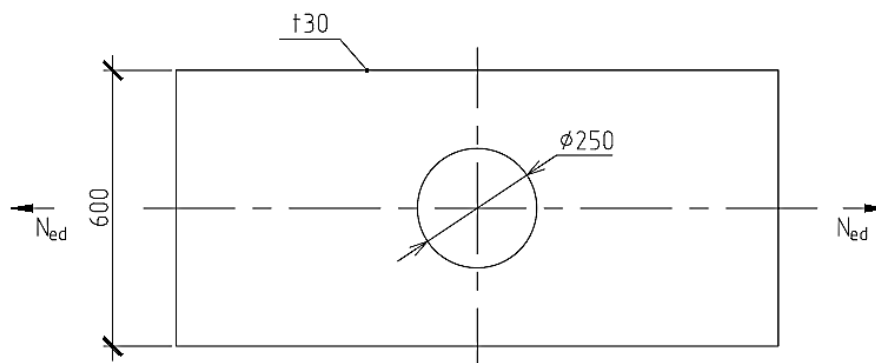


Рисунок 1 – Расчетная схема пластины

– стальная пластина сечением – 600 × 30мм. В пластине просверлено отверстие диаметром 250 мм;

– материал: конструкционная сталь С590 по ГОСТу 27772-88 со значением предела текучести $f_y = \delta_T = 590 \text{ Н/мм}^2$ (МПа) и временного сопротивления $f_u = \delta_B = 685 \text{ Н/мм}^2$ (МПа). Коэффициент:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{590}} = 0,63;$$

– частные коэффициенты безопасности согласно Национальному Приложению СН РК EN 1993-1-1 равны:

$$\gamma_{M0} = 1,00;$$

$$\gamma_{M12} = 1,25.$$

2) Проверка прочности поперечного сечения

Прочность центрально-растянутого элемента обеспечена, если выполняется условие Пункта 6.2.3(1) СН РК EN 1993-1-1:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1,0.$$

В соответствии с 4.1.16 для сечений с отверстиями расчетное значение несущей способности на растяжение $N_{t,Rd}$ следует принимать наименьшим из:

а) расчетного значения несущей способности поперечного сечения брутто в пластической стадии:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{600 \times 300 \times 590 \times 10^{-3}}{1,0} = 10620,0 \text{ кН};$$

б) расчетного значения несущей способности поперечного сечения нетто в пластической стадии при наличии отверстий для болтов:

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M12}} = \frac{0,9 \times (30 \times (600 - 25)) \times 685 \times 10^{-3}}{1,25} = 5178,6 \text{ кН}.$$

Значит,

$$N_{t,Rd} = \min(N_{pl,Rd}; N_{u,Rd}) = \min(10620; 5178,6) = 5178,6 \text{ кН}.$$

Проверка прочности:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{5000}{5178,6} = 0,96.$$

Несущая способность поперечного сечения по прочности обеспечена.

ПРИМЕР 2 Проверка несущей способности центрально-сжатого элемента

1) Исходные данные

Проверить несущую способность центрально-сжатого стойки при следующих исходных данных:

– стойка подвержена действию только статической нагрузки, расчетное значение осевой силы $N_{Ed} = 4000 \text{ кН}$;

– стойка выполнена из сварного двутавра. Размеры поперечного сечения приведены на Рисунке 1. Геометрические характеристики сечения приведены в Таблице 1;

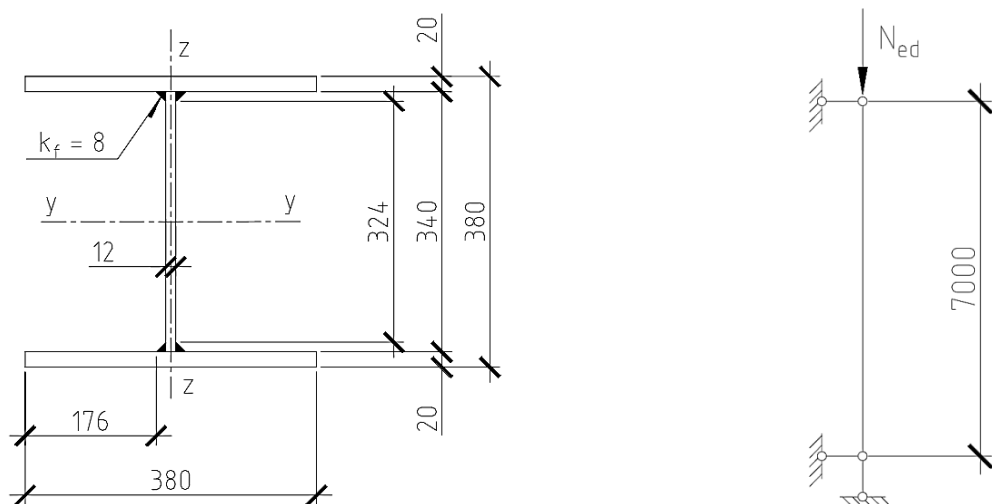


Рисунок 1 – Поперечное сечение стойки и расчетная схема стойки

Таблица 1 – Геометрические характеристики сечения сварного двутавра

$A, \text{см}^2$	$J_y, \text{см}^4$	$W_y, \text{см}^3$	$i_y, \text{см}$	$J_z, \text{см}^4$	$W_z, \text{см}^3$	$i_z, \text{см}$	$J_t, \text{см}^4$
192,8	53229,07	2801,53	16,62	18295,56	962,92	9,74	208,83

– оба конца элемента закреплены шарнирно от смещения и раскреплены от кручения относительно продольной оси ОХ, расчетные длины $L_{y,cr} = L_{z,cr} = 7,0 \text{ м}$ (См. Рисунок 1);

– материал: конструкционная сталь С590 по ГОСТу 27772-88 с значением предела текучести $f_y = \delta_T = 590 \text{ Н/мм}^2$ (МПа) . Коэффициент:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{590}} = 0,63;$$

– частные коэффициенты безопасности согласно Национальному Приложению СН РК EN 1993-1-1 равны:

$$\gamma_{M0} = 1,00;$$

$$\gamma_{M1} = 1,00.$$

2) Классификация поперечного сечения

Класс полков поперечного сечения:

$$c = \frac{b_f - t_w - 2 \cdot k_f}{2} = \frac{380 - 12 - 2 \times 8}{2} = 176 \text{ мм};$$

$$\frac{c}{t} = \frac{c}{t_f} = \frac{176}{20} = 8,80;$$

$$10 \cdot \varepsilon = 10 \times 0,654 = 6,54 < 8,80;$$

$$14 \cdot \varepsilon = 14 \times 0,654 = 9,156 > 8,80.$$

Согласно Таблице 5.2 СН РК EN 1993-1-1 полка относится к 3 классу.

Класс стенки поперечного сечения:

$$c = h - 2 \cdot t_f - 2 \cdot k_f = 380 - 2 \times 20 - 2 \times 8 = 324 \text{ мм};$$

$$\frac{c}{t} = \frac{c}{t_w} = \frac{324}{12} = 27;$$

$$38 \cdot \varepsilon = 38 \times 0,654 = 24,852 < 27;$$

$$42 \cdot \varepsilon = 42 \times 0,654 = 27,468 > 27.$$

Согласно Таблице 5.2 СН РК EN 1993-1-1 стенка относится к 3 классу.

Таким образом, согласно Пункту 5.5.2 СН РК EN 1993-1-1 поперечное сечение в целом относится к классу 3.

3) Проверка прочности поперечного сечения

Прочность центрально-сжатого элемента обеспечена, если выполняется условие Пункта 6.2.4(1) СН РК EN 1993-1-1:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1,0.$$

Расчетное значение несущей способности $N_{c,Rd}$ для поперечного сечения 3 класса (см. Пункт 6.2.4(2) СН РК EN 1993-1-1):

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{192,8 \times 590 \times 10^{-1}}{1,0} = 11375,2 \text{ кН.}$$

Проверка прочности:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{4000}{11375,2} = 0,35 < 1,0.$$

Несущая способность поперечного сечения по прочности обеспечена.

4) Проверка устойчивости при продольном изгибе

Устойчивость элементов 3 класса обеспечена, если выполняется условие (см. Пункт 6.3.1.1(1) СН РК EN 1993-1-1):

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0;$$

где

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}.$$

Определение понижающих коэффициентов при плоской форме потери устойчивости χ_y и χ_z (см. Пункт 6.3.1.2 СН РК EN 1993-1-1):

$$\chi_y = \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}};$$

$$\chi_z = \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}}.$$

Вычисление условных гибкостей элемента (см. Пункт 6.3.1.3 СН РК EN 1993-1-1):

$$\bar{\lambda}_y = \frac{I_{y,cr}}{i_y \cdot 93,9 \cdot \varepsilon} = \frac{700}{16,62 \times 93,9 \times 0,63} = 0,686,$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{I_{z,cr}}{i_z \cdot 93,9 \cdot \varepsilon} = \frac{700}{9,74 \times 93,9 \times 0,63} = 1,17.$$

Выбор кривых потери устойчивости:

- относительно оси О-Y: при $h/b = 380/380 = 1 < 1,2$ и $t_f < 40$ мм (см. Таблицу 4.3 настоящего пособия) – кривая “с”. Коэффициент, учитывающий начальные несовершенства элемента для этой кривой: $\alpha_y = 0,34$ (см. Таблицу 6.1 СН РК EN 1993-1-1).

- относительно оси OZ: при $h/b = 380/380 = 1 < 1,2$ и $t_f < 40$ мм (см. Таблицу 4.3 настоящего пособия) – кривая “с”. Коэффициент, учитывающий начальные несовершенства элемента для этой кривой $\alpha_y = 0,49$ (см. Таблицу 6.1 СН РК EN 1993-1-1).

$$\Phi_y = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha_y \cdot (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2 \right] = 0,5 \times [1 + 0,34 \times (0,686 - 0,2) + 0,686^2] = 0,818;$$

$$\Phi_z = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha_z \cdot (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2 \right] = 0,5 \times [1 + 0,49 \times (1,17 - 0,2) + 1,17^2] = 1,422;$$

$$\chi_y = \frac{1}{0,818 + \sqrt{0,818^2 - 0,686^2}} = 0,791;$$

$$\chi_z = \frac{1}{1,422 + \sqrt{1,422^2 - 1,17^2}} = 0,448;$$

$$\chi_{min} = \min(\chi_y; \chi_z) = \min(0,791; 0,448) = 0,448.$$

Расчетное значение несущей способности по устойчивости при продольном изгибе

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi_{min} \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,448 \times 192,8 \times 590 \times 10^{-1}}{1,0} = 5096,0 \text{ кН.}$$

Проверка устойчивости при продольном изгибе:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{4000}{5096,0} = 0,78 < 1,0.$$

Несущая способность поперечного сечения по устойчивости при продольном изгибе обеспечена.

5) Проверка устойчивости при крутильной и изгибно-крутильной форме потери устойчивости

Устойчивость элементов 3 класса при крутильной и изгибно-крутильной форме потери устойчивости обеспечена, если выполняется условие (см. Пункт 6.3.1.4 СН РК EN 1993-1-1):

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,T,Rd}} \leq 1,0;$$

где

$$N_{b,T,Rd} = \frac{\chi_T \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}.$$

Для сечения с двумя осями симметрии потеря устойчивости по изгибно-крутильной форме не свойственна, поэтому делаем проверку только по крутильной форме потери устойчивости.

Вычисление условной гибкости элемента при крутильной форме потери устойчивости (см. Пункт 6.3.1.4(2) СН РК EN 1993-1-1):

$$\bar{\lambda}_T = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,T}}},$$

где $N_{cr,T}$ – критическая сила потери устойчивости в упругой стадии по крутильной форме (см. Приложение А.2 СН РК EN 1993-1-1):

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left(G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{l^2} \right);$$

$$i_0 = \sqrt{i_y^2 + i_z^2} = \sqrt{16,62^2 + 9,74^2} = 19,26 \text{ см};$$

Секторальный момент инерции вычисляем по формуле:

$$I_w \approx h_s^2 \cdot I_z \cdot \frac{(b_1^3 \cdot t_1 \cdot b_2^3 \cdot t_2)}{(b_1^3 \cdot t_1 + b_2^3 \cdot t_2)^2} = 36^2 \times 18295,56 \times \frac{(38^3 \times 2 \times 34^3 \times 1,2)}{(38^3 \times 2 \times 34^3 \times 1,2)^2} = 4984882,1 \text{ см}^4.$$

Тогда:

$$N_{cr,T} = \frac{1}{19,26^2} \times \left(0,81 \times 10^4 \times 208,83 + \frac{\pi^2 \times 2,1 \times 10^4 \times 4984882,1}{700^2} \right) = 10238,4 \text{ кН};$$

$$\bar{\lambda}_T = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,T}}} = \sqrt{\frac{192,8 \times 590 \times 10^{-1}}{10238,4}} \approx 1,05.$$

Выбор кривых потери устойчивости (см. Пункт 6.3.1.4(3) СН РК EN 1993-1-1): при $h/b = 380/380 = 1 < 1,2$ и $t_f \leq 40$ мм (см. Таблицу 6.2 СН РК EN 1993-1-1) – кривая с. Коэффициент, учитывающий начальные несовершенства элемента для этой кривой $\alpha = 0,49$ (см. Таблицу 6.1 СН РК EN 1993-1-1):

$$\Phi = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda}_T - 0,2) + \bar{\lambda}_T^2 \right] = 0,5 \times [1 + 0,49 \times (1,05 - 0,2) + 1,05^2] = 1,436;$$

$$\chi_T = \frac{1}{1,436 + \sqrt{1,436^2 - 1,166^2}} = 0,440.$$

Расчетное значение несущей способности по устойчивости при крутильной форме потери устойчивости поперечного сечения 3 класса (см. Пункт 6.3.1.4(2) СН РК EN 1993-1-1):

$$N_{b,T,Rd} = \frac{\chi_T \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,440 \times 192,8 \times 590 \times 10^{-1}}{1,0} = 5005 \text{ кН}.$$

Проверка устойчивости:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,T,Rd}} = \frac{4000}{5005} = 0,8 < 1.$$

Несущая способность поперечного сечения по устойчивости при крутильной форме потери устойчивости обеспечена.

4.3 Дополнительные правила к нормативу СН РК EN 1993-1-2

Расчет и конструирование стальных конструкций из высокопрочной стали маркой от S460 до S700 с учетом воздействия пожара согласно указаниям норматива СН РК EN 1993-1-2 не требует использования каких-либо дополнительных правил.

4.4 Дополнительные правила к нормативу СН РК EN 1993-1-3

Расчет и конструирование холодноформованных элементов стальных конструкций из высокопрочной стали маркой от S460 до S700 согласно указаниям норматива СН РК EN 1993-1-3 не требует использования каких-либо дополнительных правил.

4.5 Дополнительные правила к нормативу СН РК EN 1993-1-4

Расчет и конструирование стальных конструкций из высокопрочной нержавеющей стали маркой от S460 до S700 согласно указаниям норматива СН РК EN 1993-1-4 не допускается.

4.6 Дополнительные правила к нормативу СН РК EN 1993-1-5

Расчет и конструирование пластинчатых элементов стальных конструкций (с действующей нагрузкой вдоль пластины) из высокопрочной стали маркой от S460 до S700 согласно указаниям норматива СН РК EN 1993-1-5 не требует использования каких-либо дополнительных правил.

4.7 Дополнительные правила к нормативу СН РК EN 1993-1-6

Расчет и конструирование оболочечных элементов стальных конструкций из высокопрочной марки от S460 до S700 согласно указаниям норматива СН РК EN 1993-1-6 не требует использования каких-либо дополнительных правил за исключением указаний Приложения В норматива СН РК EN 1993-1-6, применять которые не допускается.

4.8 Дополнительные правила к нормативу СН РК EN 1993-1-7

Расчет и конструирование пластинчатых элементов стальных конструкций (с действующей нагрузкой поперек пластины) из высокопрочной стали маркой от S460 до S700 согласно указаниям норматива СН РК EN 1993-1-7 не требует использования каких-либо дополнительных правил.

4.9 Дополнительные правила к нормативу СН РК EN 1993-1-8

4.9.1 Соединения на болтах, заклепках и штифтах

4.9.1.1 Расчет болтовых соединений, которые крепят изделия из стали маркой с S460 и до S700, может быть выполнен согласно требованиям СН РК EN 1993-1-8, если учитываются дополнительные требования СН РК EN 1993-1-12 (см. Пункты 4.9.1.2 ÷ 4.9.1.5 настоящего пособия).

4.9.1.2 Болтовые соединения могут применяться для крепления изделий из высокопрочной стали, если выполняются все следующие указания:

а) соединение категории С (см. Пункт 3.4.1(1) в СН РК EN 1993-1-8). В данной категории следует применять болты с предварительным натяжением согласно указаниям Пункта 3.1.2(1) СН РК EN 1993-1-8. В критическом предельном состоянии не должно быть деформаций сдвига между контактными поверхностями. Расчетное усилие сдвига в предельном состоянии по несущей способности не должно превышать расчетной несущей способности на сдвиг контактных поверхностей, определенной по указаниям Пункта 3.9 СН РК EN 1993-1-8, а также расчетной несущей способности на срез и на смятие, определенной по указаниям Пунктов 3.6 и 3.7 СН РК EN 1993-1-8.

ПРИМЕЧАНИЕ Соединение категории С – фрикционное срезное соединение.

б) болты должны быть установлены в отверстия увеличенного размера либо в короткие овальные отверстия;

в) применяемые болты классов прочности 8.8 и 10.9 с предварительным контролируемым напряжением (см. Таблицу 4.4 настоящего пособия).

Таблица 4.4 – Номинальные значения предела текучести f_{yb} и временного сопротивления на растяжение f_{ub} высокопрочных болтов

Класс прочности	8.8	10.9
f_{yb} , Н/мм ²	640	900
f_{ub} , Н/мм ²	800	1000

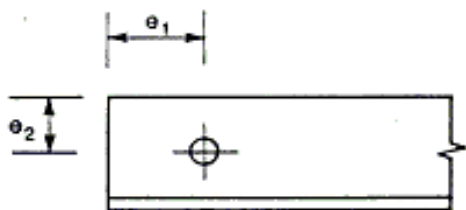
ПРИМЕЧАНИЕ В качестве болтов с предварительным натяжением могут использоваться только болты классов прочности 8.8 и 10.9, соответствующие требованиям стандартов высокопрочных болтов с контролируемым предварительным натяжением (см. Пункт 1.2.4 СН РК EN 1993-1-8) и требованиям стандартов, указанных в Пункте 1.2.7 СН РК EN 1993-1-8.

4.9.1.4 При расчете одиночных уголков, прикрепляемых одной полкой, и других несимметрично прикрепленных элементов (см. Рисунок 4.1 настоящего пособия), работающих на растяжение, необходимо соблюдать следующие требования СН РК EN 1993-1-8 с учетом дополнительных требований СН РК EN 1993-1-12:

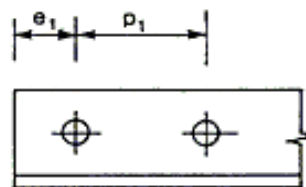
а) необходимо учитывать наличие эксцентриситета в соединениях, а также влияние отверстий и расстояния до края элементов при определении несущих способностей соединяемых элементов;

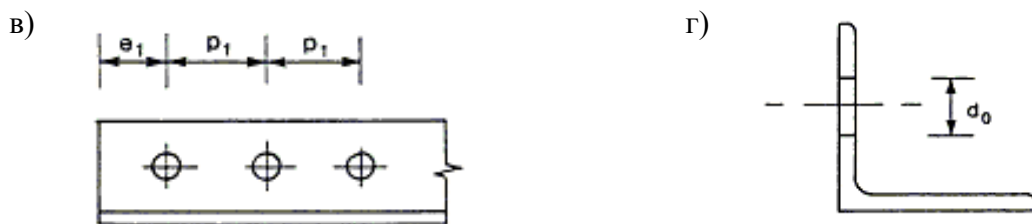
б) не допускается применение упрощенного расчета (см. Пункт 3.10.3(2) СН РК EN 1993-1-8) растянутых уголков, изготовленных из высокопрочных сталей маркой от S460 и до S700, прикрепленных одной полкой одним рядом болтов, т.к. высокопрочная сталь обладает меньшей эластичностью, чем малоуглеродистая сталь маркой от S235 до S460.

а)



б)





а) одним болтом; б) двумя болтами;
в) тремя болтами; г) поперечное сечение уголка

Рисунок 4.1 - Одиночные уголки, прикрепляемые одной полкой

4.9.1.5 Указания к расчету соединительных уголков (см. Рисунок 4.2 настоящего пособия), приведенных в Пункте 3.10.4 СН РК EN 1993-1-8, не допускается применять для соединительных уголков из высокопрочной стали маркой от S460 до S700.

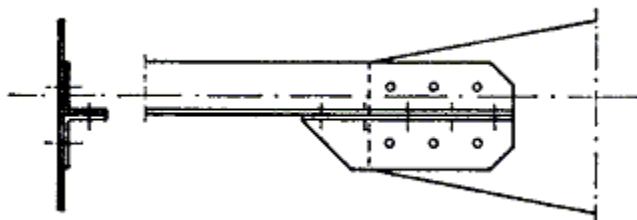


Рисунок 4.2 - Соединительные уголки

4.9.2 Сварные соединения

4.9.2.1 Расчет сварных соединений, которые крепят изделия из высокопрочной стали маркой с S460 до S700 может быть выполнен согласно требованиям СН РК EN 1993-1-8, если учитываются дополнительные требования СН РК EN 1993-1-12 (см. Пункты 4.9.2.2 ÷ 4.9.2.10 настоящего пособия).

4.9.2.2 Все материалы сварных соединений должны соответствовать следующим стандартам:

- EN 499;
- EN 12534;
- EN 12535.

ПРИМЕЧАНИЕ Классификацию Европейских стандартов на сварочные расходные материалы – см. Таблицу 4.5 настоящего пособия.

2.9.2.3 Значения предела текучести, временного сопротивления на растяжение, относительного удлинения при разрыве и минимального значения ударной вязкости металла шва по Шарпи с V-образным подрезом должны быть эквивалентны или выше значений, установленных для основного металла.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Для высокопрочной стали маркой от S460 до S700 присадочный металл может иметь меньшую прочность (т.е. меньшее значение предела текучести и временного сопротивления на растяжение), чем основной металл сварного шва.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Согласно Пункту НП.2.5 Национального приложения к СН РК EN 1993-1-12, при сварке высокопрочной стали маркой от S460 до S700 электроды подбираются индивидуально для каждого проекта.

Таблица 4.5 –Классификация сварочных расходных материалов по европейским стандартам

Сварочные расходные материалы	Сталь			
	Нелегированная и мелкозернистая	Высокопрочная	Жаростойкая	Нержавеющая и жаропрочная
Покрытые электроды	EN 499	EN 757	EN 1599	EN 1600
Проволока для сварки плавящимся электродом в среде защитных газов	EN 440	EN 12534	EN 12070	EN 12092
Присадочный пруток/проволока для сварки неплавящимся электродом в среде инертного газа	EN 1668			
Проволока сплошного сечения для автоматической сварки под флюсом	EN 756	EN 14295		
Порошковая проволока для сварки плавящимся электродом в среде защитных газов	EN 758	EN 12535	EN 12071	EN 12073
Присадочный пруток для газовой сварки	EN1236		EN 12536	
Флюс	EN 760			

4.9.2.4 При расчете несущей способности углового сварного шва направленным методом по указаниям СН РК EN 1993-1-8 необходимо учитывать следующие дополнительные указания СН РК EN 1993-1-12:

а) при использовании электродов (с меньшим временным сопротивлением, чем основной металл сварного соединения) для сварки изделий из высокопрочной стали маркой от S460 до S700 несущая способность сварного шва считается достаточной, если выполняются следующие оба условия:

$$\left(\delta_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2) \right)^{0,5} \leq \frac{f_{eu}}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}; \quad (4.8)$$

$$\delta_{\perp} \leq 0,9 \cdot \frac{f_{eu}}{\gamma_{M2}}. \quad (4.9)$$

где f_{eu} – номинальное значение временного сопротивления на растяжение присадочного металла;

б) временного сопротивления присадочного металла f_{eu} определяется в соответствии с Таблицей 4.6 настоящего пособия, для электродов, соответствующих стандартам EN 499, EN 12534 и EN 12535.

Таблица 4.6 – Номинальное значение временного сопротивления на растяжение f_{eu} электродов

Класс прочности	35	42	55	62	69
Предел прочности f_{eu} , Н/мм ²	440	500	640	700	770

4.9.2.5 В соединениях внахлестку, которые крепят изделия из высокопрочной стали маркой с S460 до S700, длина продольного углового шва не должна превышать значения $50 \cdot a$:

$$L_w \geq 50 \cdot a; \quad (4.10)$$

где L_w – длина продольного углового шва;

a – высота катета углового шва.

ПРИМЕЧАНИЕ При длине продольного углового шва $L_w > 50 \cdot a$ в расчетах по определению несущей способности продольного углового шва необходимо учитывать неравномерное распределение напряжений в сварном шве по всей длине.

4.9.2.6 Сварные швы, соединяющие изделия из высокопрочной стали маркой от S460 и до S700, должны быть рассчитаны только в упругой стадии – упругий расчет. Применение жестко-пластичного и упруго-пластического методов расчета не допускается.

4.9.2.7 Применение полужестких узлов в конструкциях из высокопрочной стали маркой от S460 и до S700 не допускается.

4.9.2.8 В расчетах узлов сопряжения конструктивных элементов из двутавров - см. Раздел 6 СН РК EN 1993-1-8.

4.9.2.9 Расчет базы колонны должен включать в себя:

- расчет бетона фундамента, включая стяжку;
- расчет опорной плиты, изгибаемой от действия сжимающих напряжений;
- расчет опорной плиты, изгибаемой от действия растягивающих усилий;
- расчет фундаментных болтов при растяжении.

4.9.2.10 В расчетах узлов сопряжения конструктивных элементов замкнутого сечения, которые изготовлены из стали маркой от S460 и до S700, необходимо снижать значение расчетной несущей способности элемента замкнутого сечения путем умножения на понижающий коэффициент: $k = 0,8$.

4.10 Дополнительные правила к нормативу СН РК EN 1993-1-9

4.10.1 Расчет на выносливость стальных элементов конструкций из высокопрочной стали маркой от S460 до S700 может, выполнен согласно требованиям СН РК EN 1993-1-9, если учтено дополнительные требования СН РК EN 1993-1-9 (см. Пункт 4.10.2 настоящего пособия).

4.10.2 Номинальные, изменение номинальные или локальные размахи напряжений цикла для бистальных сварных балок с полками из высокопрочной стали маркой от S460 до S700 от многократно повторяющихся нагрузок $\psi_1 Q_k$ (см. СН РК EN 1990) должно применяться ограничение размахов нормальных напряжений:

$$\Delta\sigma \leq 1,5 \cdot f_y. \quad (4.11)$$

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Бистальные балки должны иметь пояса из материала с пределом текучести от f_y до $\phi_h \cdot f_{yw}$ предела текучести материала стенки, при условии:

- а) увеличение напряжений в поясе приводит к появлению текучести материала стенки, которая учитывается посредством ограничения напряжений в стенке до f_{yw} ;
- б) Эффективная площадь стенки определяется с применением f_{yf} .

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Значение ϕ_h допускается устанавливать в национальном приложении. Рекомендуется значение $\phi_h = 2,0$.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 Увеличение деформаций и напряжений для бистальных балок при проверках несущей способности усталостной прочности допускается не учитывать при соблюдении условий Примечания 1 и Примечания 2.

4.11 Дополнительные правила к нормативу СН РК EN 1993-1-10

4.11.1 При выборе высокопрочной стали маркой от S460 до S700 по характеристике ударной вязкости допускается применение требований СН РК EN 1993-1-10, если учитывается дополнительные требования СН РК EN 1993-1-12 (см. Пункты 4.11.2 ÷ 4.11.7 настоящего пособия).

4.11.2 Выбор марки высокопрочной стали по величине максимально допустимой толщины конструктивного элемента основан на сопоставлении следующих параметров:

- уровня расчетного напряжения σ_{Ed} ;
- расчетной температуры T_{Ed} ;
- значения ударной вязкости.

4.11.3 Максимальная допустимая толщина конструктивного элемента из высокопрочной стали маркой от S460 до S700 определяется по Таблице 4.7 настоящего пособия.

Таблица 4.7 - Максимально допустимые величины толщины компонента t

Класс (марка) стали	Подкласс	Ударная вязкость по Шарпи (CVN)		Расчетная температура T_{Ed} , °C																				
				10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50
		При T (°C)	J_{min}	$\sigma_{Ed} = 0,75 f_y$ (t)							$\sigma_{Ed} = 0,5 f_y$ (t)							$\sigma_{Ed} = 0,25 f_y$ (t)						
EN 10025-6																								
S500	Q	0	40	55	45	35	30	20	15	15	85	70	60	50	40	35	25	145	125	105	90	80	65	55
	Q	-20	30	65	55	45	35	30	20	15	105	85	70	60	50	40	35	170	145	125	105	90	80	65
	QL	-20	40	80	65	55	45	35	30	20	125	105	85	70	60	50	40	195	170	145	125	105	90	80
	QL	-40	30	100	80	65	55	45	35	30	145	125	105	85	70	60	50	200	195	170	145	125	105	90
	QL1	-40	40	120	100	80	65	55	45	35	170	145	125	105	85	70	60	200	200	195	170	145	125	105
	QL1	-60	30	140	120	100	80	65	55	45	200	170	145	125	105	85	70	205	200	200	195	170	145	125
S550	Q	0	40	50	40	30	25	20	15	10	80	65	55	45	35	30	25	140	120	100	85	75	60	50
	Q	-20	30	60	50	40	30	25	20	15	95	80	65	55	45	35	30	160	140	120	100	85	75	60
	QL	-20	40	75	60	50	40	30	25	20	115	95	80	65	55	45	35	185	160	140	120	100	85	75
	QL	-40	30	90	75	60	50	40	30	25	135	115	95	80	65	55	45	200	185	160	140	120	100	85
	QL1	-40	40	110	90	75	60	50	40	30	160	135	115	95	80	65	55	200	200	185	160	140	120	100
	QL1	-60	30	130	110	90	75	60	50	40	185	160	135	115	95	80	65	200	200	200	185	160	140	120
S620	Q	0	40	45	35	25	20	15	15	10	70	60	50	40	30	25	20	130	110	95	80	65	55	45
	Q	-20	30	55	45	35	25	20	15	15	85	70	60	50	40	30	25	150	130	110	95	80	65	55
	QL	-20	40	65	55	45	35	25	20	15	105	85	70	60	50	40	30	175	150	130	110	95	80	65
	QL	-40	30	80	65	55	45	35	25	20	125	105	85	70	60	50	40	200	175	150	130	110	95	80
	QL1	-40	40	100	80	65	55	45	35	25	145	125	105	85	70	60	50	200	200	175	150	130	110	95
	QL1	-60	30	120	100	80	65	55	45	35	170	145	125	105	85	70	60	200	200	200	175	150	130	110

Таблица 4.7 - Максимально допустимые величины толщины компонента t
(продолжение)

Класс (марка) стали	Подкласс	Ударная вязкость по Шарпи (CVN)		Опорная температура T_{Ed} , °C																				
				10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50
		При T (°C)	J_{min}	$\sigma_{Ed} = 0,75f_y(t)$							$\sigma_{Ed} = 0,5f_y(t)$							$\sigma_{Ed} = 0,25f_y(t)$						
EN 10025-6																								
S690	Q	0	40	40	30	25	20	15	10	10	65	55	45	35	30	20	20	120	100	85	75	60	50	45
	Q	-20	30	50	40	30	25	20	15	10	80	65	55	45	35	30	20	140	120	100	85	75	60	50
	QL	-20	40	60	50	40	30	25	20	15	95	80	65	55	45	35	30	165	140	120	100	85	75	60
	QL	-40	30	75	60	50	40	30	25	20	115	95	80	65	55	45	35	190	165	140	120	100	85	75
	QL1	-40	40	90	75	60	50	40	30	25	135	115	95	80	65	55	45	200	190	165	140	120	100	85
	QL1	-60	30	110	90	75	60	50	40	30	160	135	115	95	80	65	55	200	200	190	165	140	120	100
EN 10149-2																								
S500	MC	-20	40	80	65	55	45	35	30	20	125	105	85	70	60	50	40	195	170	145	125	105	90	80
S550	MC	-20	40	75	60	50	40	30	25	20	115	95	80	65	55	45	35	185	160	140	120	100	85	75
S600	MC	-20	40	70	55	45	35	30	20	15	105	90	75	60	50	40	35	180	155	130	110	95	80	70
S650	MC	-20	40	65	50	40	30	25	20	15	100	85	70	55	45	35	30	170	145	125	105	90	75	65
S700	MC	-20	40	60	45	35	30	25	20	15	95	80	65	50	45	35	30	165	140	120	100	85	70	60

ПРИМЕЧАНИЕ 1 При применении Таблицы 4.7 настоящего пособия может использоваться линейная интерполяция. Для большинства приложений требуются величины, лежащие между $\sigma_{Ed} = 0,75f_y(t)$ и $\sigma_{Ed} = 0,5f_y(t)$. Для целей интерполяции дана величина $\sigma_{Ed} = 0,25f_y(t)$. Экстраполяция за границами предельных значений не действительна.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 При заказе изделий из стали в соответствии с Таблицей 4.7 необходимо указывать величину T_1 .

ПРИМЕЧАНИЕ 3 Таблица 4.7 была выведена для гарантированных величин ударной вязкости по Шарпи (CVN) в направлении толщины проката изделия.

4.11.4 В Таблице 4.7 приведены максимально допустимые значения толщины элемента для трех уровней напряжений, выраженных как часть величины предела текучести:

$$\begin{aligned} \text{а) } \sigma_{Ed} &= 0,75 \cdot f_y(t), \text{ Н/мм}^2; \\ \text{б) } \sigma_{Ed} &= 0,50 \cdot f_y(t), \text{ Н/мм}^2; \\ \text{в) } \sigma_{Ed} &= 0,25 \cdot f_y(t), \text{ Н/мм}^2; \end{aligned} \quad (4.12)$$

4.11.5 Предел текучести $f_y(t)$ может определяться по формуле:

$$f_y(t) = f_{y, \text{nom}} - 0,25 \cdot \frac{t}{t_0} [\text{Н/мм}^2] \quad (4.13)$$

где t – толщина листа, мм;

t_0 – условная начальная толщина листа, равная:

$$t_0 = 1 \text{ мм.}$$

4.11.6 Предел текучести $f_y(t)$ также может быть принят равным R_{eH} – величине, установленной соответствующими стандартами на сталь.

4.11.7 Табличные значения приведены для семи расчетных температур: 10°C, 0°C, минус 10°C, минус 20°C, минус 30°C, минус 40°C и минус 50°C.

4.12 Дополнительные правила к нормативу СН РК EN 1993-1-11

Расчет и конструирование растянутых элементов стальных конструкций из высокопрочной стали маркой от S460 до S700 согласно указаниям норматива СН РК EN 1993-1-11 не требует использования каких-либо дополнительных правил.

5 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРАВИЛА К ПРИКЛАДНЫМ РАЗДЕЛАМ НОРМАТИВОВ С СН РК EN 1993-2 ПО СН РК EN 1993-6

Расчет и конструирование специальных стальных конструкций из высокопрочной стали маркой от S460 до S700 согласно указаниям нормативов с СН РК EN 1993-2 по СН РК EN 1993-6 не требует использования каких-либо дополнительных правил.

ПРИМЕЧАНИЕ Национальное приложение к данной части может ограничивать диапазон сталей, которые могут применяться в соответствии с нормативами с СН РК EN 1993-2 по СН РК EN 1993-6.

Приложение А
(информационное)

Аналоги отечественных марок сталей

Для выбора аналогов отечественных сталей с целью определения нормативных значений предела текучести и предела временного сопротивления допускается использование Таблицы А.1.

Таблица А.1 – Аналоги отечественных марок сталей и сталей по стандартам EN

Сталь по соответствующему стандарту EN		Отечественная сталь	
EN 10025-2-2004 (E)		Аналог по ГОСТ 27772-88	
Марка стали	Номер материала	Обозначение	Марка стали
S235JR	1.0038	C 235	Ст. 3 кл. 2; Ст. 3 кл. 2-1
S275JR	1.0044	C 275	Ст. 3 пс 6-2
S355JR	1.0045	C 345	12Г2С гр.-1
EN 10025-3-2004 (E)		Аналог по ГОСТ 19281	
Марка стали	Номер материала	Обозначение	Марка стали
S420N	1.8902	C 440	12Г2АФ, 18Г2АФПС, 15Г2СФ термоупрочненная
EN 10025-6-2004 (E)		Аналог по ГОСТ ТУ14-1-1-1772	
Марка стали	Номер материала	Обозначение	Марка стали
S550Q	1.8904	C 590	12Г2СМФ

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Представленные в Таблице А.1 аналоги отечественных сталей допускается использовать при выборе нормативных значений предела текучести и временного сопротивления для стальных конструкций, воспринимающих статические и повторно статические нагрузки (см. Пункт НП.2.13 Национального Приложения к СН РК EN 1993-1-1).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Расширение таблицы аналогов отечественных сталей с включением сталей классов С 245, С 255, С 345Т, С 345К, С 375, С 375Т, С 390, С 390Т, С 390К должно быть проведено после накопления достаточного объема результатов стандартных лабораторных сравнительных испытаний по соответствующим методикам.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 Оценка ударной вязкости отечественных сталей должна быть проведена для образцов с концентратом вида V (образцы по методике Шарпи). По результатам данных лабораторных испытаний будут откорректированы расчетные значения величин ударной вязкости для отечественных сталей с концентратом вида U, эксплуатируемых при вибрационных, динамических, ударных нагрузках и воздействиях, а также сталей, работающих в условиях, допускающих хрупкое разрушение стальных конструкций.

УДК 620.113.41

МКС 91.010

Ключевые слова: высокопрочная сталь, расчет, конструирование, дополнительные требования, болтовое соединение, сварное соединение, ударная вязкость, расслоение, максимальная толщина проката.

Ресми басылым

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҰЛТТЫҚ ЭКОНОМИКА МИНИСТРЛІГІНІҢ
ҚҰРЫЛЫС, ТҮРҒЫН ҮЙ-КОММУНАЛДЫҚ ШАРУАШЫЛЫҚ ІСТЕРІ ЖӘНЕ
ЖЕР РЕСУРСТАРЫН БАСҚАРУ КОМИТЕТІ

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ
НОРМАТИВТІК-ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛЫ

ҚР НТҚ-03-01.12.1-2012
БОЛАТ КОНСТРУКЦИЯЛАРДЫ ЖОБАЛАУ.
S700 ДЕЙІНГІ БОЛАТ МАРКАЛАРЫ ҮШІН EN 1993 ҚОЛДАНУДЫҢ ҚОСЫМША
ЕРЕЖЕЛЕРІ 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-03-01.12.1-2012
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.
ЧАСТЬ. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРАВИЛА ПРИМЕНЕНИЯ EN 1993 ДЛЯ СТАЛИ МАРОК
ДО S700

Ответственные за выпуск: АО «КазНИИСА»

050046, г. Алматы, ул. Солодовникова, 21
Тел./факс: +7 (727) 392-76-16 – приемная