

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

**Под ред. А.Б. Шурина**

**СПРАВОЧНИК ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ  
СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ  
В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ  
ЕВРОКОДОВ**

*Издание 3-е дополненное и переработанное*

*Рекомендован Советом*

*Брестского государственного технического университета  
и Техническим комитетом по стандартизации в строительстве  
ТКС–09 «Металлические и деревянные конструкции»  
в качестве пособия к курсу «Металлические конструкции»*

**Брест 2019**

УДК 624.014(035)  
ББК 38.54 я 2  
С74

**Рецензенты:** Д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки Республики Беларусь **Т. М. Пецольд**;  
Директор Республиканского научно-исследовательского и опытно-конструкторского предприятия «Научно-технический центр» г. Брест, д.т.н., доцент **В. Н. Деркач**

**Справочник по проектированию стальных конструкций в соответствии с требованиями ЕВРОКОДОВ / А. Б. Шурин, С74 В. И. Драган, В. В. Тур, Ю. С. Мартынов, А. В. Мухин, В. В. Надольский, А. В. Черноиван ; под ред. А. Б. Шурина. – 3-е изд. – Брест: Издательство БрГТУ, 2019. – 148 с.**  
**ISBN 978-985-493-452-5**

Настоящий справочник составлен в соответствии с требованиями ЕВРОКОДОВ, стандартов Республики Беларусь и межгосударственных стандартов, а также методических материалов по расчету и проектированию металлических конструкций, действующих на территории Республики Беларусь по состоянию на 01 марта 2019 года. Разработан специалистами кафедры «Строительные конструкции» Брестского государственного технического университета и кафедры «Металлические и деревянные конструкции» Белорусского национального технического университета.

Справочник рассчитан на проектировщиков и научных работников, занимающихся проектированием и обследованием стальных конструкций зданий и сооружений, студентов вузов для использования в ходе курсового и дипломного проектирования по курсу «Металлические конструкции».

УДК 624.014(035)  
ББК 38.54 я 2

ISBN 978-985-493-452-5

© Коллектив авторов, 2019  
© Издательство БрГТУ, 2019

## Оглавление

	<u>Стр.</u>
<b>Введение</b>	<b>6</b>
<b>Глава 1. Основы проектирования строительных конструкций</b>	<b>8</b>
1.1 Основные требования	8
1.2 Принципы проверок предельных состояний	8
1.3 Свойства материалов и изделий	9
1.4 Воздействия на строительные конструкции	9
1.4.1 Собственный вес	13
1.4.2 Функциональные нагрузки	14
1.4.3 Снеговые нагрузки	17
1.4.4 Ветровые воздействия	21
1.5 Предельные состояния эксплуатационной пригодности	32
<b>Глава 2. Общие вопросы расчета металлических конструкций.</b>	
<b>Стали и их характеристики</b>	<b>35</b>
2.1 Материалы	35
2.1.1 Номинальные значения предела текучести $f_y$ и предела прочности на растяжение (временного сопротивления) $f_u$ горячекатаной конструкционной стали по EN 10025, EN 10210-1, EN 10219-1	35
2.1.2 Номинальные значения предела текучести $f_y$ и предела прочности (временного сопротивления) $f_u$ стали при растяжении, сжатии и изгибе листового, широкополочного универсального и фасонного проката по ГОСТ 27772-88	36
2.1.3 Номинальные значения предела текучести $f_y$ и предела прочности (временного сопротивления) $f_u$ стали при растяжении, сжатии и изгибе круглых труб	37
2.1.4 Номинальные значения предела текучести $f_y$ и предела прочности (временного сопротивления) $f_u$ стали при растяжении, сжатии и изгибе листового, широкополочного универсального и фасонного проката по ГОСТ 27772-2015	38
2.1.4 Требования к пластичности стали	39
2.1.5 Расчетные значения физических характеристик материалов	39
2.2 Частные коэффициенты $\gamma_M$	40
2.3 Рекомендуемые значения коэффициента условий работы $\gamma_c$	40
2.4 Условные обозначения осей элементов	41
2.5 Классификация поперечных сечений	41
<b>Глава 3. Сопротивление элементов и поперечных сечений</b>	<b>45</b>
3.1 Сопротивление поперечных сечений (проверки прочности)	45
3.1.1 Общие положения	45
3.1.2 Площадь поперечного сечения нетто $A_{net}$	45
3.1.3 Центральное растяжение	46
3.1.4 Центральное сжатие (прочность)	46
3.1.5 Изгиб	47
3.1.6 Сдвиг	47
3.1.7 Изгиб и сдвиг	48
3.1.8 Осевое усилие и изгиб	48
3.2 Сопротивление элементов (проверки устойчивости)	50
3.2.1 Центально-сжатые элементы постоянного сечения	50

	<u>Стр.</u>
3.2.2 Изгибаемые элементы постоянного сечения	52
3.2.3 Сжато-изгибаемые (внецентренно-сжатые) элементы постоянного сечения	56
3.3 Определение критической сжимающей силы	59
3.3.1 Критическая сила плоской формы потери устойчивости центрально-сжатого стержня	59
3.3.2 Критическая сила по крутильной форме потери устойчивости центрально-сжатого стержня	59
3.3.3 Критическая сила по изгибно-крутильной форме потери устойчивости центрально-сжатого стержня	60
3.4 Определение критического изгибающего момента	60
3.5 Предельные гибкости	65
3.5.1 Предельные гибкости сжатых элементов	65
3.5.2 Предельные гибкости растянутых элементов	66
3.6 Расчетные длины	67
3.6.1 Коэффициенты $\mu$ для определения расчетных длин колонн и стоек постоянного сечения	67
3.6.2 Расчетные длины элементов стальных конструкций	67
<b>Глава 4. Сварные соединения</b>	<b>68</b>
4.1 Материалы для сварных соединений	68
4.2 Номинальное значение временного сопротивления $f_u$ металла угловых швов для типов электродов и марок сварочной проволоки	68
4.3 Размеры катетов угловых сварных швов	69
4.4 Определение расчетных сопротивлений сварных швов	69
4.5 Эффективная толщина сварных швов $a$	70
4.6 Поправочный коэффициент $\beta_w$ для угловых сварных швов	73
4.7 Сварка в холодноедеформированных зонах	73
4.8 Основные типы сварных соединений ручной дуговой сварки по ГОСТ 5264-80	74
4.9 Основные типы сварных соединений дуговой сварки в защитных газах (в $CO_2$ ) по ГОСТ 14771-76*	77
4.10 Основные типы сварных швов ферм из гнутосварных профилей	80
<b>Глава 5. Болтовые соединения</b>	<b>82</b>
5.1 Частные коэффициенты $\gamma_M$ для болтовых соединений	82
5.2 Номинальные значения предела текучести $f_{yb}$ и временного сопротивления $f_{ub}$ для болтов	82
5.3 Площадь поперечного сечения стержня болта $A$ и площадь сечения болта при расчете на растяжение $A_s$	82
5.4 Категории болтовых соединений	83
5.4.1 Соединения, работающие на сдвиг	83
5.4.2 Соединения, работающие на растяжение	83
5.5 Расчетные значения сопротивлений сдвигу и/или растяжению одиночных крепежных деталей	84
5.6 Протяженные соединения	86
5.7 Фрикционные соединения на болтах классов прочности 8.8 и 10.9	86
5.7.1 Расчетное сопротивление сдвигу поверхностей трения	86
5.7.2 Совместное действие растяжения и сдвига	87
5.8 Расположение отверстий для болтов	88
5.8.1 Расчет на вырыв материала (выкол)	89
5.9 Размеры отверстий	90
5.10 Ограничения по условиям размеров «места под ключ» при монтаже болтовых соединений	91

	<u>Стр.</u>
5.11 Нормативные размеры, расчетные сопротивления анкерных болтов и максимальные расчетные усилия на болты	92
5.12 Химические анкера фирмы KOELNER с болтом класса прочности 5.8 по EN 20898-1	93
<b>Глава 7. Сортамент</b>	<b>94</b>
6.1 Горячекатаные профили	94
6.1.1 Уголки стальные горячекатаные равнополочные. ГОСТ 8509-93	94
6.1.2 Уголки стальные горячекатаные неравнополочные. ГОСТ 8510-86	99
6.1.3 Швеллеры стальные горячекатаные. ГОСТ 8240-97	102
6.1.4 Двутавры стальные горячекатаные. ГОСТ 8239-89	103
6.1.5 Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок. ГОСТ 26020-83	104
6.1.6 Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок. ГОСТ Р 57837-2017	108
6.1.7 Балки двутавровые и швеллеры стальные специальные. ГОСТ 19425-74	112
6.1.8 Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. ГОСТ 8732-78	113
6.1.9 Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. ГОСТ 2590-2006 (EN 10060:2003)	124
6.2 Гнутые и гнутосварные профили	125
6.2.1 Трубы электросварные прямошовные. ГОСТ 10704-91	125
6.2.2 Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные. ГОСТ 30245-2012	128
6.2.3 Профили стальные гнутые замкнутые сварные прямоугольные. ГОСТ 30245-2012	130
6.2.4 Профили стальные листовые гнутые с трапециевидными гофрами для строительства. ГОСТ 24045-94	135
6.3 Сортамент листового проката	137
<b>Глава 7. Расположение отверстий в прокатных профилях. Размеры</b>	<b>138</b>
<b>Список использованных источников</b>	<b>145</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящий справочник составлен в соответствии требованиями ЕВРОКОДОВ, стандартов Республики Беларусь и межгосударственных стандартов, а также методических материалов по расчету и проектированию металлических конструкций, действующих на территории Республики Беларусь по состоянию на 01 марта 2019 года. Разработан специалистами кафедры «Строительные конструкции» Брестского государственного технического университета и кафедры «Металлические и деревянные конструкции» Белорусского национального технического университета.

Справочник рекомендован Советом Брестского государственного технического университета и Техническим комитетом по стандартизации в строительстве ТКС–09 «Металлические и деревянные конструкции» в качестве пособия к курсу «Металлические конструкции».

Справочник рассчитан на проектировщиков и научных работников, занимающихся проектированием и обследованием стальных конструкций зданий и сооружений, студентов вузов для использования в ходе курсового и дипломного проектирования по курсу «Металлические конструкции». Приведенные в справочнике нормативные и справочные материалы базируются на использовании опыта проектирования металлических конструкций, таких как: покрытие универсального спортивного комплекса для игровых видов спорта «Виктория» в г. Бресте, покрытие летнего амфитеатра в г. Витебске, мусороперерабатывающий завод в г. Бресте, перекрытие над ледовой площадкой в г. Гомеле и т. д.

Справочник состоит из семи глав. Первая глава посвящена основам проектирования строительных конструкций в соответствии с требованиями ТКП EN 1990 [32]. В главе содержатся основные принципы проверок предельных состояний, значения функциональных нагрузок на перекрытия, снеговых и ветровых воздействий. Приведены рекомендуемые значения вертикальных предельных прогибов элементов конструкций и основные формулы для их определения (*под редакцией д.т.н., профессора В.В. Тура*).

В главе 2 приведены основные сведения о применяемых материалах по ТКП EN 1993-1-1 [37] и ГОСТ 27772 [3, 14], значения частных коэффициентов, дана классификация поперечных сечений (*к.т.н., доцент А.Б. Шурин*).

Глава 3 посвящена определению сопротивлений поперечных сечений и элементов по ТКП EN 1993-1-1 [37] (*под редакцией к.т.н., профессора Ю.С. Мартынова*).

В главах 4 и 5 приведены основные сведения по расчету и конструированию сварных и болтовых соединений в соответствии с требованиями ТКП EN 1993-1-8 [39] (*к.т.н., доцент А.Б. Шурин; к.т.н., доцент В.И. Драган*).

В главе 6 приведен сортамент стальных горячекатаных, гнутых и гнутосварных профилей и листового проката. В сортамент включены сведения о профилях, выпускаемых в РУП «Молодечненский завод металлоконструкций», в главе 7 – правила по расположению отверстий в прокатных профилях по ГОСТ 24839-2012 [13] и с СТБ 1985-2009 [2] (*к.т.н., доцент А.Б. Шурин*).

# Глава 1. Основы проектирования строительных конструкций

## 1.1 Основные требования

(1) Конструкции следует проектировать и изготавливать таким образом, чтобы они в течение предусмотренного срока эксплуатации с требуемым уровнем надежности и без необоснованных экономических затрат (п. 2.1(1)Р [32]):

а) воспринимали все воздействия и влияния, появление которых, по всей вероятности, следует ожидать в процессе возведения и эксплуатации;

б) удовлетворяли установленным требованиям эксплуатационной пригодности конструкции или элемента конструкции.

(2) Конструкции следует проектировать так, чтобы были обеспечены необходимые (п. 2.1(2)Р [32]):

а) несущая способность;

б) эксплуатационная пригодность;

с) долговечность.

(3) Конструкции следует проектировать и возводить таким образом, чтобы при наступлении таких событий, как:

а) взрыв;

б) удар;

с) последствия совершенных человеком ошибок,

они не получали повреждений, размеры которых будут непропорционально большими по отношению к начальной причине (п. 2.1(4)Р [32]).

(4) Следует устанавливать проектный срок эксплуатации конструкции (п. 2.3(1) [32]).

Таблица 1.1 (т. 2.1 (ВУ) [32]) – Ориентировочный проектный срок эксплуатации

Категория расчетного срока эксплуатации	Ориентировочный срок эксплуатации, лет	Примеры
1	10	Временные сооружения, имеющие ограниченный срок эксплуатации <sup>1)</sup>
2	10–25	Заменяемые элементы конструкций зданий и сооружений, например, подкрановые балки, опоры
3	15–30	Сельскохозяйственные и подобные им конструкции
4	50	Конструкции зданий и прочие сооружения массового строительства в обычных условиях эксплуатации, за исключением отнесенных в настоящей таблице к другим категориям
5	100	Конструкции монументальных и уникальных зданий, мосты и другие инженерные сооружения, выполненные из долговечных строительных материалов

<sup>1)</sup> Конструкции или части конструкций, демонтируемые с целью повторного применения, не рассматриваются как временные.

## 1.2 Принципы проверок предельных состояний

(1) Различают предельные состояния несущей способности и эксплуатационной пригодности (п. 3.1(1)Р [32]).

(2) Предельные состояния следует относить к расчетным ситуациям (п. 3.1(3)Р [32]).

(3) Расчетные ситуации классифицируются следующим образом:

- а) постоянные расчетные ситуации, относящиеся к обычным условиям эксплуатации;
- б) переходные расчетные ситуации, относящиеся к временным условиям, применимым к конструкции, например, в процессе возведения или ремонта;
- с) особые расчетные ситуации, относящиеся к исключительным условиям, применимым к конструкции или условиям окружающей среды, например: пожар, ударное воздействие или последствия местного разрушения;
- д) сейсмические расчетные ситуации, относящиеся к условиям, применимым к конструкции, подвергающейся сейсмическим воздействиям.

(4) Предельные состояния, касающиеся:

- а) безопасности людей и/или
- б) безопасности конструкций.

классифицируются как предельные состояния несущей способности (п. 3.3(1)Р [32]).

(5) Предельные состояния, относящиеся к:

- а) функционированию конструкции или элементов конструкции при нормальных условиях эксплуатации;
- б) комфорту пользователей;
- с) внешнему виду строительных объектов,

классифицируются как предельные состояния эксплуатационной пригодности (п. 3.4(1)Р [32]).

### 1.3 Свойства материалов и изделий

(1) Свойства материалов (включая грунты и скальные породы) или изделий следует описывать их характеристическими значениями (п. 4.2(1) [32]).

(2) Если в EN 1991 – EN 1999 не установлено другое, то (п. 4.2(3) [32]):

- а) когда нижнее значение характеристики свойства материала или изделия является неблагоприятным, характеристическое значение следует определять как 5 %-й квантиль;
- б) когда верхнее значение характеристики свойства материала или изделия является неблагоприятным, характеристическое значение следует определять как 95 %-й квантиль.

(3) Значения характеристик свойств материала следует определять, используя стандартные методы испытаний, выполняемые в определенных условиях. Если это необходимо, следует применять коэффициент преобразования для приведения результатов испытаний к значениям, которые могут считаться репрезентативными для достаточно достоверного описания поведения материала или изделия в конструкции или основании (п. 4.2(4)Р [32]).

### 1.4 Воздействия на строительные конструкции

(1) Воздействия в зависимости от их изменения во времени классифицируются следующим образом (п. 4.1.1 [32]):

- а) постоянные воздействия  $G$  (собственный вес конструкций, стационарного оборудования, дорожного покрытия и др.);
- б) переменные воздействия  $Q$  (функциональные нагрузки на перекрытия зданий, ветровые воздействия и снеговые нагрузки);
- с) особые воздействия  $A$  (взрывы или удары транспортных средств в элементах конструкций зданий и сооружений).

(2) Расчетное значение  $F_d$  воздействия в общем случае может быть представлено выражением (п. 6.3.1(1) [32]):

$$F_d = \gamma_f \cdot F_{rep} \text{ при } F_{rep} = \psi \cdot F_k, \quad (1.1)$$

где  $F_k$  – характеристическое значение воздействия;

$F_{rep}$  – соответствующее репрезентативное значение воздействия;

$\gamma_f$  – частный коэффициент для воздействия, учитывающий возможность неблагоприятных отклонений значений воздействий от репрезентативных значений;

$\psi$  – коэффициент, равный 1,0 или  $\psi_0$ ,  $\psi_1$  или  $\psi_2$  (таблица 1.4).

(3) Следует выполнять проверку следующих предельных состояний несущей способности (ULS) (п. 6.4.1(1)P [32]):

а) EQU: потеря статического равновесия конструкции или любой ее части, рассматриваемой как жесткое тело;

б) STR: внутреннее разрушение или чрезмерные деформации конструкции или элементов конструкции, включая фундаменты, сваи, подпорные стенки и т. д., для которых прочность материалов имеет определяющее значение;

с) GEO: разрушение или чрезмерные деформации основания, для которых прочность основания или скальной породы имеет определяющее значение для обеспечения несущей способности конструкции;

д) FAT: усталостное разрушение конструкции или элементов конструкции.

(4) Расчетные значения воздействий при проверках предельных состояний несущей способности в постоянных и переходных расчетных ситуациях (выражения (1.2) – (1.2b)) следует принимать в соответствии с таблицами 1.4(A) – 4.1(C) [32].

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_P P "+" \gamma_{Q,1} Q_{k,1} "+" \sum_{j > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}, \quad (1.2)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_P P "+" \gamma_{Q,1} \Psi_{0,1} Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}, \\ \sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_P P "+" \gamma_{Q,1} Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}, \end{array} \right. \quad (1.2a)/(1.2b)$$

где "+" – обозначает: «следует учитывать в сочетании с»;

$\Sigma$  – обозначает: «суммарный эффект»;

$G_k$  – характеристическое значение постоянного воздействия;

$P$  – определяющее репрезентативное значение усилия предварительного напряжения;

$Q_k$  – характеристическое значение отдельного временного воздействия;

$Q_{k,1}$  – характеристическое значение ведущего временного воздействия 1;

$\gamma$  – частный коэффициент;

$\xi$  – понижающий коэффициент.

Предельные состояния несущей способности при потере статического равновесия (EQU) зданий рекомендуется проверять, используя расчетные значения воздействий, приведенные в таблице 1.2(A). Расчеты элементов конструкций (STR), не учитывающие геотехнические воздействия, рекомендуется производить, используя расчетные значения воздействий, приведенные в таблице 1.2(B). Расчет элементов конструкции (фундаменты, сваи, стены подвалов и т. д.) (STR), учитывающих геотехнические воздействия и сопротивление грунта (GEO), рекомендуется производить, используя один из следующих подходов:

а) подход 1: расчетные значения согласно таблице 1.2(C) и расчетные значения согласно таблице 1.2(B) применяются в отдельных расчетах как для геотехнических воздействий, так и для других воздействий на конструкцию или для воздействий, создаваемых конструкцией. Как правило, размеры фундаментов определяют на основе таблицы 1.2(C), а несущую способность конструкции – на основе таблицы 1.2(B);

б) подход 2: расчетные значения согласно таблице 1.2(C) применяют как для геотехнических воздействий, так и для других воздействий.

Таблица 1.2(A) (т. А1.2(A) [32]) – Расчетные значения воздействий EQU (группа А)

Постоянная и временная расчетные ситуации	Постоянные воздействия		Доминирующее воздействие <sup>a)</sup>	Сопутствующие воздействия <sup>a)</sup>	
	неблагоприятные	благоприятные		главное (при наличии)	другое
Выражение (1.2)	$k_F \gamma_{G,j, sup} G_{k,j, sup}$	$\gamma_{G,j, inf} G_{k,j, inf}$	$k_F \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	–	$k_F \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$

Окончание таблицы 1.2(А)

**Примечание 1** – Рекомендуемые значения частных коэффициентов:

$$\gamma_{Gj,\text{sup}} = 1,10;$$

$$\gamma_{Gj,\text{inf}} = 0,90;$$

$$\gamma_{Q,1} = 1,50 \text{ – при неблагоприятном воздействии (0 – при благоприятном воздействии);}$$

$$\gamma_{Q,i} = 1,50 \text{ – при неблагоприятном воздействии (0 – при благоприятном воздействии).}$$

**Примечание 2** – Для случая, когда расчет статического равновесия включает также сопротивление элементов конструкции, альтернативно к двум отдельным расчетам по таблицам 1.2(А) и 1.2(В) допускается выполнение комбинированного расчета, основывающегося на таблице 1.2(А), причем рекомендуется применять следующие значения частных коэффициентов безопасности:

$$\gamma_{Gj,\text{sup}} = 1,35;$$

$$\gamma_{Gj,\text{inf}} = 1,15;$$

$$\gamma_{Q,1} = 1,50 \text{ – при неблагоприятном воздействии (0 – при благоприятном воздействии);}$$

$$\gamma_{Q,i} = 1,50 \text{ – при неблагоприятном воздействии (0 – при благоприятном воздействии).}$$

При условии, что применение коэффициента  $\gamma_{Gj,\text{inf}} = 1,0$  для неблагоприятно и благоприятно действующих компонентов постоянного воздействия будет оказывать более неблагоприятный эффект.

**Примечание 3** – Для соответствующих классов надежности численные значения коэффициентов  $k_{FI}$  следует принимать для класса:

$$RC3 - k_{FI} = 1,1;$$

$$RC2 - k_{FI} = 1,0;$$

$$RC1 - k_{FI} = 0,9.$$

Классы надежности RC связаны с соответствующими классами последствий CC1, CC2, CC3 и приведены в таблице 1.3.

<sup>a)</sup> Переменные воздействия указаны в таблице 1.4.

Таблица 1.2(В) (т. А1.2(В) [32]) – Расчетные значения воздействий STR/GEO (группа В)

Постоянная и временная расчетные ситуации	Постоянные воздействия		Доминирующее воздействие <sup>a)</sup>	Сопутствующие воздействия <sup>a)</sup>	
	неблагоприятные	благоприятные		главное (при наличии)	другое
Выражение (1.2a)	$k_{FI} \gamma_{Gj,\text{sup}} G_{kj,\text{sup}}$	$\gamma_{Gj,\text{inf}} G_{kj,\text{inf}}$	–	$k_{FI} \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$k_{FI} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
Выражение (1.2b)	$k_{FI} \xi \gamma_{Gj,\text{sup}} G_{kj,\text{sup}}$	$\gamma_{Gj,\text{inf}} G_{kj,\text{inf}}$	$k_{FI} \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	–	$k_{FI} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

**Примечание 2** – При применении выражений (1.2a) и (1.2b) рекомендованы следующие значения частных коэффициентов  $\gamma$  и  $\xi$ :

$$\gamma_{G,\text{sup}} = 1,35;$$

$$\gamma_{G,\text{inf}} = 1,00;$$

$$\gamma_{Q,1} = 1,50 \text{ – при неблагоприятном воздействии (0 – при благоприятном воздействии);}$$

$$\gamma_{Q,i} = 1,50 \text{ – при неблагоприятном воздействии (0 – при благоприятном воздействии).}$$

Для выражений (1.2a) и (1.2b) рекомендуется применять  $\xi = 0,85$ , чтобы  $\xi \gamma_{Gj,\text{sup}} = 0,85 \cdot 1,35 \approx 1,15$ .

В расчетах элементов конструкций заводского изготовления, при наличии организованной системы контроля качества и коэффициенте вариации собственного веса не более 5%, допускается принимать в выражениях (1.2a) и (1.2b) значение частного коэффициента  $\gamma_{Gj,\text{sup}} = 1,15$ . При этом отношение суммы характеристических значений переменной нагрузки к полной нагрузке на элемент конструкции, включая его собственный вес, должно находиться в пределах:

$$0,1 \leq \frac{\sum_{i \geq 1} Q_{k,i}}{\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} Q_{k,i}} \leq 0,4.$$

**Примечание 3** – Характеристические значения всех постоянных воздействий одинакового происхождения умножаются на  $\gamma_{Gj,\text{sup}}$ , если их общее влияние является неблагоприятным. Для случая, когда все постоянные воздействия вызывают благоприятное действие, необходимо применять  $\gamma_{Gj,\text{inf}}$ . Например, все воздействия от собственного веса несущей конструкции могут рассматриваться как одного происхождения; это распространяется также на сталебетонные несущие конструкции или смешанные конструкции.

Окончание таблицы 1.2(В)

*Примечание 4* – В отдельных случаях значения  $\gamma_G$  и  $\gamma_Q$  могут определяться как произведение  $\gamma_R$  и  $\gamma_q$ , соответственно, и значения  $\gamma_{Sd}$  для учета погрешности модели. Значение коэффициента  $\gamma_{Sd}$  в большинстве случаев может изменяться от 1,05 до 1,15.

*Примечание 5* – Для соответствующих классов надежности численные значения коэффициентов  $k_{FI}$  следует принимать для класса:

$$RC3 - k_{FI} = 1,1;$$

$$RC2 - k_{FI} = 1,0;$$

$$RC1 - k_{FI} = 0,9.$$

Классы надежности RC связаны с соответствующими классами последствий CC 1, CC 2, CC 3 и приведены в таблице 1.3.

<sup>a)</sup> Переменные воздействия указаны в таблице 1.4.

Таблица 1.2(С) (т. А1.2(С) [32]) – Расчетные значения воздействий SRT/GEO (группа С)

Постоянная и временная расчетные ситуации	Постоянные воздействия		Доминирующее воздействие <sup>a)</sup>	Сопутствующие воздействия <sup>a)</sup>	
	неблагоприятные	благоприятные		главное (при наличии)	другое
Выражение (1.2)	$k_{FI} \gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$k_{FI} \gamma_{Q,i} Q_{k,i}$	$k_{FI} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$	–

*Примечание 1* – Рекомендуются следующие значения частных коэффициентов:

$$\gamma_{G,sup} = 1,00;$$

$$\gamma_{G,inf} = 1,00;$$

$$\gamma_{Q,i} = 1,30 - \text{при неблагоприятном воздействии (0 - при благоприятном воздействии);}$$

$$\gamma_{Q,i} = 1,30 - \text{при неблагоприятном воздействии (0 - при благоприятном воздействии).}$$

*Примечание 2* – Для соответствующих классов надежности численные значения коэффициентов  $k_{FI}$  следует принимать для класса:

$$RC3 - k_{FI} = 1,1;$$

$$RC2 - k_{FI} = 1,0;$$

$$RC1 - k_{FI} = 0,9.$$

Классы надежности RC связаны с соответствующими классами последствий CC 1, CC 2, CC 3 и приведены в таблице 1.3.

<sup>a)</sup> Переменные воздействия указаны в таблице 1.4.

Таблица 1.3 (т. В1 [32]) – Определение классов последствий

Классы последствий	Описание	Примеры зданий и инженерных сооружений
1	2	3
СС 3	Тяжелые последствия для жизни людей или очень большие экономические, социальные или экологические последствия	Трибуны, общественные здания с тяжелыми последствиями при разрушении (например, концертный зал)
СС 2	Средние последствия для жизни людей, значительные экономические, социальные или экологические последствия	Жилые и офисные здания, общественные здания со средними последствиями при разрушении (например, офисное здание)
СС 1	Незначительные последствия для жизни людей и небольшие или несущественные экономические, социальные или экологические последствия	Сельскохозяйственные здания, в которых, как правило, не находятся люди (например, амбары, теплицы)

Таблица 1.4 (т. А1.1(В) [32], т. А.2 [34]) – Рекомендуемые значения коэффициентов  $\psi$

Воздействие	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Переменные функциональные нагрузки для зданий			
Категория А: жилые помещения	0,7	0,5	0,3
Категория В: офисные помещения	0,7	0,5	0,3
Категория С: площади со значительным скоплением людей	0,7	0,7	0,6
Категория D: торговые помещения	0,7	0,7	0,6
Категория Е: складские помещения	1,0	0,9	0,8
Категория F: места с движением транспорта весом (массой) до 30 кН включ.	0,7	0,7	0,6
Категория G: места с движением транспорта весом (массой) св. 30 кН до 160 кН включ.	0,7	0,5	0,3
Категория H: кровли	0,0	0,0	0,0
Снеговые нагрузки на здания	0,6	0,5	0,0
Ветровые воздействия	0,6	0,2	0,0
Температурные нагрузки (исключая пожары)	0,6	0,5	0,0
Один кран или групповые нагрузки, вызванные кранами	1,0	0,9	отношение между постоянным и суммарным воздействием крана

(5) Для каждой расчетной ситуации должны быть определены значения собственного веса и функциональных нагрузок.

(6) Полный собственный вес конструктивных и неконструктивных элементов должен учитываться в сочетании воздействий как одно воздействие.

#### 1.4.1 Собственный вес

(1) Собственный вес конструкции следует классифицировать как постоянное фиксированное (стационарное) воздействие, см. EN 1990 (1.5.3 и 4.1.1) [32].

(2) Номинальные значения объёмных весов строительных материалов и номинальные значения объёмных весов и углов естественного откоса для складываемых материалов принимать по приложению А EN 1991-1-1 [33] или по таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Номинальные значения объёмных весов строительных материалов

Строительные материалы	Объёмный вес $\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>
Легкий бетон:	
класс по плотности LC 1,0	9,0–10,0 <sup>a),b)</sup>
то же LC 1,2	10,0–12,0 <sup>a),b)</sup>
« LC 1,4	12,0–14,0 <sup>a),b)</sup>
« LC 1,6	14,0–16,0 <sup>a),b)</sup>
« LC 1,8	16,0–18,0 <sup>a),b)</sup>
« LC 2,0	18,0–20,0 <sup>a),b)</sup>
Нормальный бетон	24,0 <sup>a),b)</sup>
Тяжелый бетон	>24,0 <sup>a),b)</sup>
<b>Раствор</b>	
Цементный раствор	19,0–23,0
Известково-цементный раствор	18,0–20,0
Известковый раствор	12,0–18,0
<sup>a)</sup> Увеличить на 1 кН/м <sup>3</sup> при нормальном проценте армирования в железобетонных и предварительно напряженных конструкциях	
<sup>b)</sup> Увеличить на 1 кН/м <sup>3</sup> для свежеложенного бетона.	

Окончание таблицы 1.5

Строительные материалы	Объемный вес $\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>
Фанера из древесины мягкой породы	5,0
Фанера из березы	7,0
Ламинат и столярные плиты	4,5
<b>Древесностружечные плиты плоские</b>	7,0–8,0
Цементностружечные плиты	12,0
С ориентированными волокнами OSB, слоистые	7,0
<b>Древесноволокнистые плиты</b>	
Древесноволокнистая плита, стандартная и упрочненная	10,0
Полутвёрдая (средней плотности)	8,0
Мягкие	4,0
<b>Другие материалы</b>	
Полистирол вспененный и гранулированный	0,3
Пеностекло	1,4
Шифер	28

#### 1.4.2 Функциональные нагрузки

(1) Функциональные нагрузки следует классифицировать как переменные свободные (нестационарные) воздействия, если другое не установлено, см. EN 1990 (1.5.3 и 4.1.1) [32].

(2) При учете функциональных нагрузок, площади в жилых, общественных, коммерческих и административных зданиях должны быть разделены на категории в соответствии со спецификой их использования.

Таблица 1.6 (т. НП 6.1 [33]) – Категории использования

Категория	Функциональное использование	Примеры
1	2	3
А	Жилые площади	А1: Квартиры жилых зданий; спальные помещения дошкольных учреждений и школ-интернатов; жилые помещения домов отдыха и пансионатов, общежитий и гостиниц; спальни, палаты и приемные покои больниц и санаториев, кухни и туалеты. А2: Вестибюли, фойе, коридоры, лестницы (с относящимися к ним проходами), примыкающие к помещениям, указанным в позиции А1.
В	Офисные площади, площади в бытовых и технических помещениях	В1: Служебные помещения административного, инженерно-технического, научного персонала, организаций и учреждений; бытовые помещения (гардеробные, душевые, умывальные, туалеты) промышленных предприятий и общественных зданий. В2: Кабинеты и лаборатории учреждений здравоохранения, лаборатории образовательных учреждений, научные лаборатории; кухни общественных зданий; помещения учреждений бытового обслуживания населения (парикмахерские, ателье и т. п.). В3: Технические помещения жилых и общественных зданий высотой менее 75 м, подвальные помещения

Окончание таблицы 1.6

1	2	3
В	Офисные площади, площади в бытовых и технических помещениях	В4: Вестибюли, фойе, коридоры, лестницы (с относящимися к ним проходами), примыкающие к помещениям, указанным в позициях В1, В2, В3.
С	Площади с возможным скоплением людей (за исключением площадей, определенных категориями А, В и D) <sup>1)</sup>	<p>С1: Площади со столами и т. д.</p> <p>С1.1 Классные помещения учреждений образования, приемные, регистратуры.</p> <p>С1.2 Читальные залы библиотек.</p> <p>С1.3 Обеденные, например, в кафе, ресторанах, столовых (обеденных залах).</p> <p>С1.4 Вестибюли, фойе, коридоры, лестницы (с относящимися к ним проходами), примыкающие к помещениям, указанным в позициях С1.1-С1.3.</p> <p>С2: Площади со стационарно закрепленными сиденьями.</p> <p>С2.1 Помещения театров и кинотеатров, церквей, конференц-залы, лекционные залы, залы собраний, залы ожидания, залы ожидания вокзалов.</p> <p>С2.2 Вестибюли, фойе, коридоры, лестницы (с относящимися к ним проходами), примыкающие к помещениям, указанным в позициях С2.1.</p> <p>С3: Площади без преград, препятствующих перемещению людей, например, площади в музеях, выставочных залах, площади общего доступа в административных зданиях, гостиницах, больницах, перроны железнодорожных станций.</p> <p>С4: Площади с возможностью использования их для физической активности, например: танцевальные залы, спортивные (гимнастические) залы, фитнес-центры, бильярдные, сцены и примыкающие к ним вестибюли, фойе, коридоры, лестницы (с относящимися к ним проходами).</p> <p>С5: Площади, на которых допускается большое скопление людей, например в зданиях для общественных мероприятий, таких как: концертные залы, спортивные залы с трибунами, террасы, зоны доступа и железнодорожные платформы.</p>
Д	Торговые площади	<p>D1: Площади в магазинах розничной торговли.</p> <p>D2: Площади в торговых домах-маркетах.</p>
<p><sup>1)</sup> Независимо от классификации площадей, следует учитывать динамические эффекты (см. EN 1990) в случаях, в которых предполагается, что появление значительных динамических эффектов вызвано способом эксплуатации здания, в частности, в отношении категорий С4 и С5. В случае категории Е см. таблицу 1.8.</p>		
<p>Примечание 1 – В зависимости от предполагаемого применения, площади категории С2, С3, С4 могут быть отнесены к категории С5 на основании решения заказчика.</p>		

(3) При проектировании следует применять характеристические значения  $q_k$  (равномерно распределенная нагрузка) и  $Q_k$  (сосредоточенная нагрузка) для категорий использования площади, указанных в таблице 1.6.

Таблица 1.7 (т. НП 6.2 [33]) – Функциональные нагрузки на перекрытия, балконы и лестницы в зданиях

Категория нагруженных площадей	$q_k$ , кН/м <sup>2</sup>	$Q_k$ , кН
<b>Категория А</b>		
A1		
перекрытия	1,5	2,0
балконы, лоджии	3,0	3,0
A2	3,0	3,0
<b>Категория В</b>		
B1		
перекрытия	2,0	2,0
балконы, лоджии	2,5	2,5
B2		
перекрытия	не менее 2,0	не менее 3,0
балконы, лоджии	2,5	2,5
B3	не менее 2,0	не менее 2,0
B4	3,0	4,5
<b>Категория С</b>		
C1		
C1.1	2,0	3,0
C1.2	2,0	3,0
C1.3	3,0	4,0
C1.4	4,0	4,0
C2		
C2.1	4,0	4,0
C2.2	4,0	5,0
C3	не менее 4,0	5,0
C4	4,0	7,0
C5	5,0	7,0
<b>Категория D</b>		
D1	4,0	4,0
D2	не менее 4,0	7,0

Таблица 1.8 (т. НП 6.4 [33]) – Функциональные нагрузки на перекрытия от складирования

Категория нагружаемой площади	$q_k$ , кН/м <sup>2</sup>	$Q_k$ , кН
<b>Категория E1</b>		
E1.1: книгохранилища и архивы	7,5	7,0
E1.2: торговые склады	2,4 на каждый метр высоты складирования, но не менее 6,5	7,0
E1.3: производственные и промышленные складские помещения	не менее 6,0	7,0
E1.4: другие хранилища (без указания конкретного назначения)	по техническому заданию на проектирование, но не менее 7,5	7,0
E1.5: архивы, помещения для хранения бумаг в офисных зданиях	5,0	4,5
E1.6: холодильники	5,0 на каждый метр высоты складирования, но не менее 15	9,0

### 1.4.3 Снеговые нагрузки

(1) Для постоянных/переходных расчетных ситуаций характеристические снеговые нагрузки на покрытия следует определять по формуле (п. 5.2(3)Р [34]):

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k, \quad (1.3)$$

- где  $\mu_i$  – коэффициент формы снеговых нагрузок (см. п.1.4.3(4), таблица 1.11);  
 $s_k$  – характеристическое значение снеговых нагрузок на грунт (таблица 1.10);  
 $C_e$  – коэффициент окружающей среды (см. п.1.4.3(2), таблица 1.9);  
 $C_t$  – температурный коэффициент (см. п.1.4.3(3)).
- (2) Значения коэффициента  $C_e$  для различных условий местности

Таблица 1.9 (т. НП.3 [34])

Условия местности	$C_e$
<b>Не защищенные от ветра:</b> плоские, открытые со всех сторон территории или поверхности, которые незначительно защищены, а также высокие здания или деревья	0,8*
<b>Обычные:</b> территории, на которых не наблюдается существенного перемещения по покрытию сооружения снега при действии ветра, а также с других зданий, сооружений или деревьев	1,0
<b>Закрытые:</b> территории, на которых рассматриваемые сооружения значительно ниже окружающей местности, или конструкции, окруженные высокими деревьями и/или другими высокими сооружениями	1,0

\* Для покрытий с наименьшим горизонтальным размером более чем 50 м, коэффициент  $C_e = 1,0$ .

(3) Значение коэффициента  $C_t$  допускается снижать на основании более точных исследований в случае незначительной тепловой изоляции конструкции покрытия. При определении снеговых нагрузок для неутепленных покрытий цехов с повышенными тепловыделениями при уклонах кровли свыше 3% и обеспечении надлежащего отвода талой воды допускается вводить понижающий коэффициент  $C_t = 0,8$ . В остальных случаях  $C_t = 1,0$ . При этом нагрузка  $s_k$  должна составлять минимум 0,5 кПа (п. 5.2(8) [34]).

(4) Особое внимание следует придавать коэффициентам формы для снеговых нагрузок в случаях, когда внешняя геометрия кровли способствует существенному увеличению снеговой нагрузки по сравнению с прямолинейной формой (п. 5.3.1(2) [34]).

Коэффициенты форм кровли показаны на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 (рис. 5.1 и 5.5 [34]) – Коэффициенты формы снеговых нагрузок

(5) Таблица 1.10 (т. НП.1 [34]) – Характеристические значения снеговой нагрузки на грунт в зависимости от высоты местности над уровнем моря  $A$  в метрах

Номер снего- вого района	Подрайон	Снеговая нагрузка $s_k$ , кПа, для местности с высотой над уровнем моря $A$ , м
1	1 а	$s_k = 1,35^*$
	1 б	$s_k = 1,35 + 2,20 \cdot (A - 155) / 100$
	1 в	$s_k = 1,35 + 0,38 \cdot (A - 140) / 100$
2	2 а	$s_k = 1,45 + 0,60 \cdot (A - 125) / 100$
	2 б	$s_k = 1,45 + 0,60 \cdot (A - 150) / 100$
	2 в	$s_k = 1,45 + 0,60 \cdot (A - 210) / 100, s_k \geq 1,00$
3	3	$s_k = 1,55^*$

\* Характеристическое значение нагрузки  $s_k$  в данном подрайоне (районе) принимается постоянным.

(6) Карта снеговых районов, смотреть совместно с таблицей 1.10.

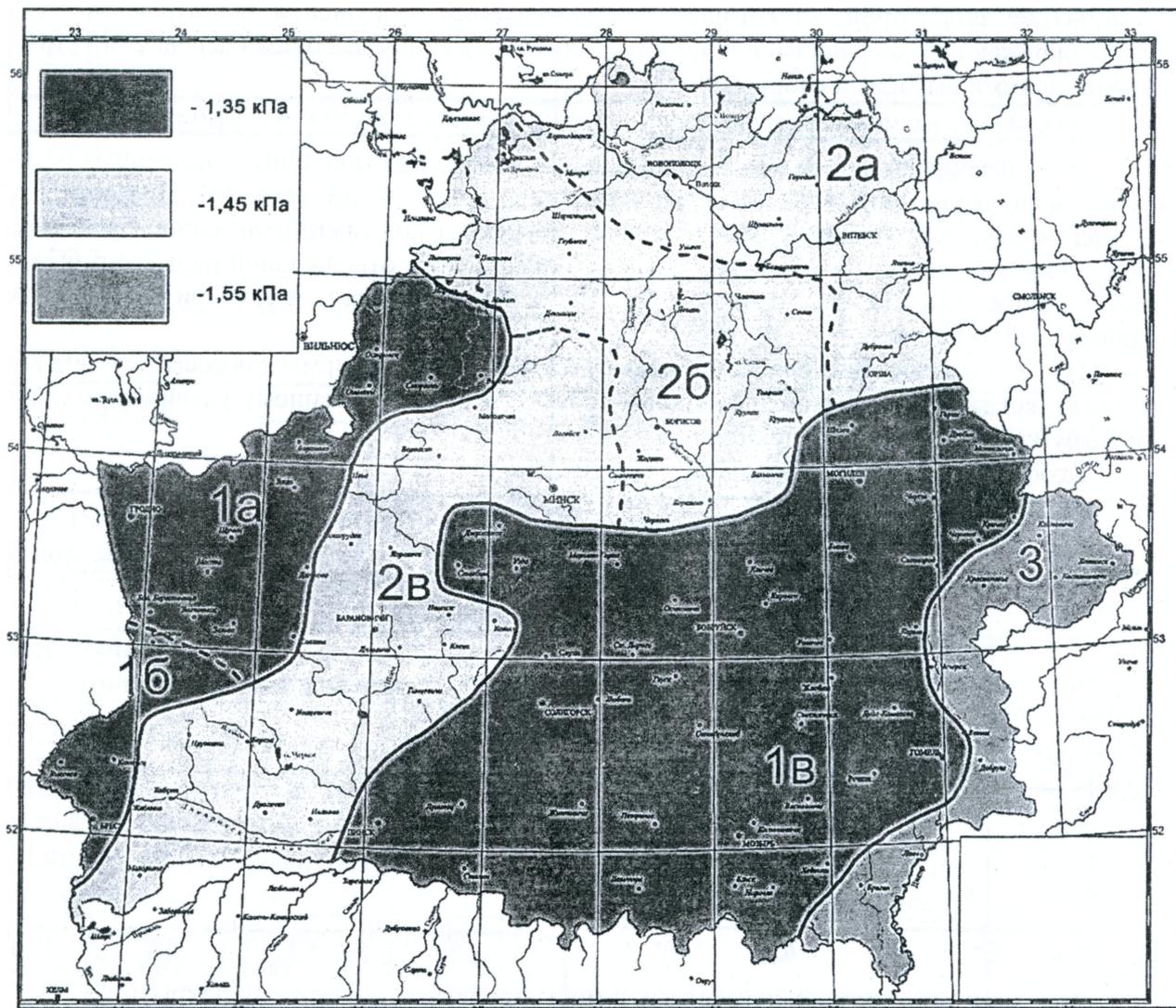
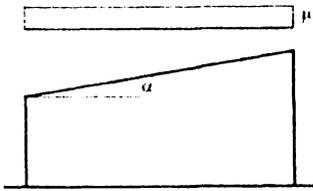
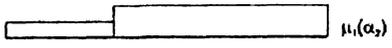
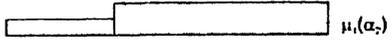
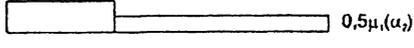
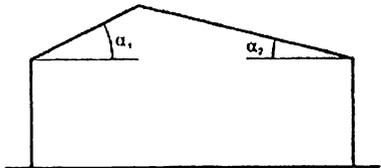
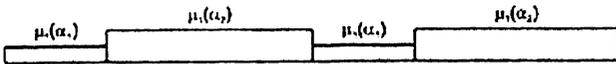
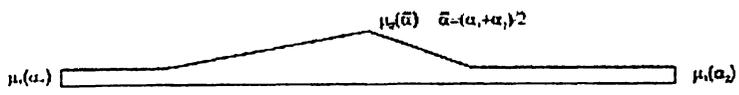
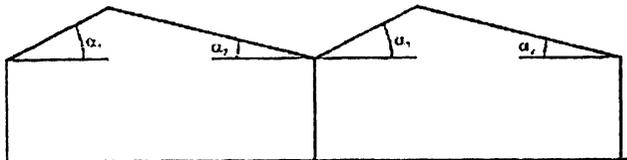


Рисунок 1.2 (рис. НП.1 [34]) – Карта снеговых районов

Таблица 1.11 (п. 5.3 [34]) – Коэффициенты форм покрытия

Профили покрытий и схемы распределения снеговых нагрузок	Коэффициенты $\mu$ и область применения схем															
1	2															
Односкатные (а) и двускатные (б) и многопролетные двускатные покрытия (в)																
<p>а)</p> 	<table border="1" data-bbox="1288 391 2094 582"> <thead> <tr> <th data-bbox="1288 391 1500 478">Угол наклона <math>\alpha</math> односкатной кровли</th> <th data-bbox="1500 391 1736 478"><math>0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ</math></th> <th data-bbox="1736 391 1971 478"><math>30^\circ &lt; \alpha &lt; 60^\circ</math></th> <th data-bbox="1971 391 2094 478"><math>\alpha \geq 60^\circ</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1288 478 1500 534"><math>\mu_1</math></td> <td data-bbox="1500 478 1736 534">0,8</td> <td data-bbox="1736 478 1971 534"><math>0,8 \cdot (60 - \alpha) / 30</math></td> <td data-bbox="1971 478 2094 534">0,0</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1288 534 1500 582"><math>\mu_2</math></td> <td data-bbox="1500 534 1736 582"><math>0,8 + 0,8 \cdot \alpha / 30</math></td> <td data-bbox="1736 534 1971 582">1,6</td> <td data-bbox="1971 534 2094 582">–</td> </tr> </tbody> </table>				Угол наклона $\alpha$ односкатной кровли	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$	$\mu_1$	0,8	$0,8 \cdot (60 - \alpha) / 30$	0,0	$\mu_2$	$0,8 + 0,8 \cdot \alpha / 30$	1,6	–
Угол наклона $\alpha$ односкатной кровли	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$													
$\mu_1$	0,8	$0,8 \cdot (60 - \alpha) / 30$	0,0													
$\mu_2$	$0,8 + 0,8 \cdot \alpha / 30$	1,6	–													
<p>б)</p> <p>Случай I <math>\mu_1(\alpha_1)</math>  <math>\mu_1(\alpha_2)</math></p> <p>Случай II <math>0,5\mu_1(\alpha_1)</math>  <math>\mu_1(\alpha_2)</math></p> <p>Случай III <math>\mu_1(\alpha_1)</math>  <math>0,5\mu_1(\alpha_2)</math></p> 	<p>Значения коэффициентов <math>\mu_i</math> применимы в случае, когда снег беспрепятственно соскальзывает с покрытия. При наличии на кровле снегоудерживающих заграждений, других элементов кровельных сооружений или когда нижний край ската покрытия заканчивается парапетом, коэффициент формы должен быть не менее 0,8.</p> <p>Схема распределения нагрузок (профиль а) распространяется на распределения (схемы приложения) нагрузки как без снеговых заносов, так и со снеговыми заносами.</p>															
<p>в)</p> <p>Случай I <math>\mu_1(\alpha_1)</math>  <math>\mu_1(\alpha_2)</math></p> <p>Случай II <math>\mu_1(\alpha_1)</math>  <math>\mu_1(\alpha_2)</math></p> 	<p>Схема распределения снеговых нагрузок (профиль б) без учета заноса снега соответствует случаю i, с учетом заноса снега – случаям ii и iii, кроме установленных для локальных условий.</p> <p>Схема распределения снеговых нагрузок (профиль в) без учета заноса снега соответствует случаю i, с учетом заноса снега – случаю ii.</p>															

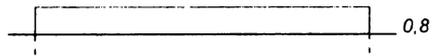
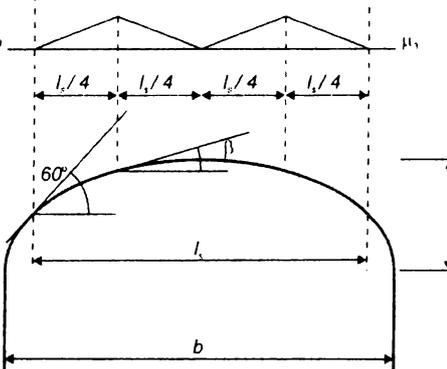
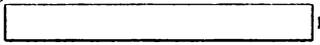
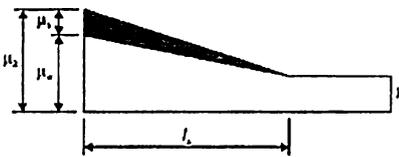
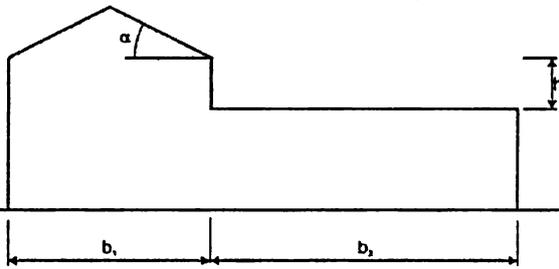
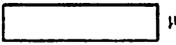
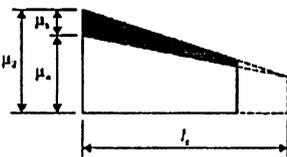
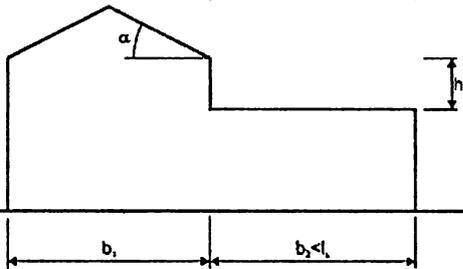
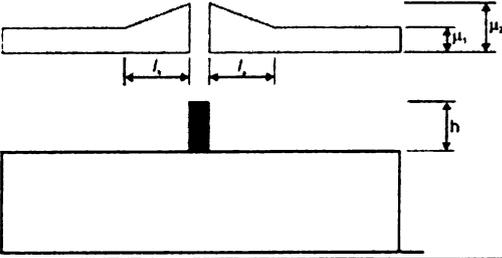
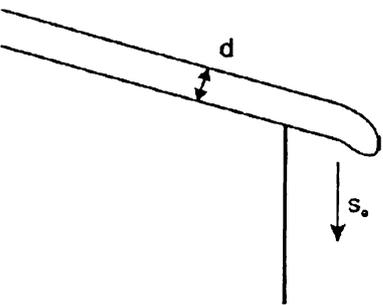
1	2
<p><b>Цилиндрические покрытия</b></p> <p>Случай I </p> <p>Случай II </p>	<p>Коэффициенты формы снеговых нагрузок, которые должны использоваться для цилиндрических покрытий (сводчатых или близких к ним) при отсутствии снегоудерживающих заграждений:</p> <p>для <math>\beta &gt; 60^\circ</math> <math>\mu_3 = 0</math>;          для <math>\beta \leq 60^\circ</math> <math>\mu_3 = 0,2 + 10 h/b \leq 2,0</math>.</p> <p>Схема распределения нагрузок без учета заносов, которую следует использовать при расчетах – случай I.</p> <p>Схема распределения нагрузок с учетом заносов, которую следует использовать при расчетах – случай II.</p>
<p><b>Покрытие здания, примыкающего к более высокому сооружению (покрытия зданий с перепадами высот)</b></p> <p>Случай I </p> <p>Случай II </p> <p></p> <p>Случай I </p> <p>Случай II </p> <p></p>	<p><math>\mu_1 = 0,8</math> при условии, что нижняя кровля плоская;</p> <p><math>\mu_2 = \mu_s + \mu_w</math>,</p> <p>где <math>\mu_s</math> – коэффициент формы снеговой нагрузки, учитывающий соскальзывание (снос) снега с более высокого покрытия: для <math>\alpha \leq 15^\circ</math>, <math>\mu_s = 0</math>; для <math>\alpha &gt; 15^\circ</math> <math>\mu_s</math> определяют из дополнительной нагрузки, составляющей 50% от максимальной снеговой нагрузки, на уклоне верхней поверхности кровли согласно профилю б;</p> <p><math>\mu_w</math> – коэффициент формы снеговой нагрузки, учитывающей влияние ветра:</p> <p><math display="block">\mu_w = (b_1 + b_2)/2h \leq \gamma h/s_k,</math></p> <p>здесь <math>\gamma</math> – удельный вес снега, который допускается принимать <math>2 \text{ кН/м}^2</math>.</p> <p>Диапазон значений коэффициента <math>\mu_w</math>:  <math>0,8 \leq \mu_w \leq 2,5</math>, если площадь нижележащего покрытия не менее <math>6 \text{ м}^2</math>;  <math>0,8 \leq \mu_w \leq 1,5</math>, если площадь нижележащего покрытия равна <math>2 \text{ м}^2</math>;  <math>\mu_w = 0,8</math>, если площадь нижележащего покрытия не более <math>1 \text{ м}^2</math>.</p> <p>Для промежуточных площадей при площади нижележащего покрытия менее <math>6 \text{ м}^2</math> верхний предел значения коэффициента <math>\mu_w</math> допускается определять по линейной интерполяции. Длину заноса определяется <math>l_s = 2h</math>. Ограничение для <math>l_s</math> следует принимать в пределах <math>2 \text{ м} \leq l_s \leq 6 \text{ м}</math>.</p> <p>Схема распределения снеговых нагрузок без учета заноса снега соответствует случаю I, с учетом заноса снега – случаю II, кроме установленных для локальных условий.</p>

Таблица 1.12 (п. 6 [34]) – Локальные эффекты

Наименование локального эффекта и схемы распределения снеговых нагрузок	Коэффициенты $\mu$ и область применения схем
<p>Скопление снега у надстроек и заграждений</p> 	<p><math>\mu_1 = 0,8</math>;</p> <p><math>\mu_2 = \gamma \cdot h / s_k</math>, с ограничением <math>0,8 \leq \mu_2 \leq 2,0</math>.</p> <p>здесь <math>\gamma</math> – удельный вес снега, который допускается принимать <math>2 \text{ кН/м}^2</math>.</p> <p><math>l_s = 2h</math>,</p> <p>ограничение для <math>l_s</math> следует принимать в пределах <math>2 \text{ м} \leq l_s \leq 6 \text{ м}</math>.</p>
<p>Нависание снега на краю ската покрытия</p> 	<p><math>s_e = k \cdot s^2 / \gamma</math>,</p> <p>где <math>s_e</math> – снеговые нагрузки на метр длины, вызванные свисанием снега;</p> <p><math>s</math> – снеговые нагрузки на кровлю;</p> <p><math>\gamma</math> – удельный вес снега, который для данного расчета допускается принимать равным <math>3,0 \text{ кН/м}^3</math>;</p> <p><math>k</math> – коэффициент, учитывающий неравномерность формы свисания снега.</p> <p>Значение коэффициента <math>k</math> следует принимать <math>k = 3/d</math>, но <math>k \leq d</math>, где <math>d</math> – толщина снежного слоя на крыше в метрах.</p>
<p>Снеговые нагрузки на снегоудерживающих заграждениях и других преградах</p>	<p><math>F_s = s \cdot b \cdot \sin \alpha</math>,</p> <p>где <math>s</math> – снеговые нагрузки на кровлю при самом неблагоприятном расчетном случае снеговых нагрузок без учета заноса, который может возникать на поверхности кровли, с которой происходит обрушение снега;</p> <p><math>b</math> – горизонтальное расстояние от снегоудерживающей решетки или надстройки до следующей решетки или до конька;</p> <p><math>\alpha</math> – уклон кровли, измеренный относительно горизонтали.</p>

#### 1.4.4 Ветровые воздействия

(1) Характеристическое ветровое усилие  $F_w$ , действующее на конструкцию или конструктивный элемент, может быть определено по формуле (п. 5.3(2) [35]):

$$F_w = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z_e) \cdot A_{ref}, \quad (1.4)$$

или векторным сложением (суммированием) ветровых усилий, действующих на отдельные конструктивные элементы:

$$F_{w,i} = c_s c_d \cdot \sum_{\text{элементы}} c_f \cdot q_p(z_e) \cdot A_{ref}. \quad (1.5)$$

Ветровое усилие  $F_w$  также может быть определено векторным сложением сил  $F_{w,e}$ , действующих на внешнюю (наружную) поверхность здания,  $F_{w,i}$ , действующих на внутреннюю поверхность здания, и силы трения  $F_{fr}$ .

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot \sum_{\text{поверхность}} w_e \cdot A_{ref}; \quad F_{w,i} = \sum_{\text{поверхность}} w_i \cdot A_{ref}; \quad F_{fr,i} = c_{fr,i} \cdot q_p(z_e)_i \cdot A_{ref}, \quad (1.6)$$

где  $c_s c_d$  – конструкционный коэффициент, допускается определять:

– для здания высотой  $h < 15 \text{ м}$  допускается принимать  $c_s c_d = 1$ ;

– для фасадов и элементов покрытия, имеющих собственную частоту колебаний более  $5 \text{ Гц}$ , допускается принимать  $c_s c_d = 1$ ;

– для каркасных зданий, которые имеют несущие стены, и высота которых менее 100 м и не превышает четырехкратного размера здания по нормали к направлению действия ветра, допускается принимать  $c_s c_d = 1$ ;

– по п. 1.4.4(3) или в соответствии с требованиями п. 6.2 [35];

$w_e, w_i$  – ветровое давление, приложенное к внешним (наружным) и внутренним поверхностям конструкций зданий соответственно:

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}, \quad w_i = q_p(z_i) \cdot c_{pi}, \quad (1.7)$$

здесь  $c_{pe}, c_{pi}$  – аэродинамический коэффициент внешнего и внутреннего давления;

$z_e, z_i$  – базовая высота для внешнего и внутреннего давления;

$c_f$  – аэродинамический коэффициент усилия для конструкции или конструктивного элемента;

$A_{ref}$  – базовая площадь конструкции или конструктивного элемента, к которому приложено ветровое давление;

$q_p(z_e)$  – пиковое значение скоростного напора на базовой высоте  $z$ :

$$q_p(z_e) = c_e(z) \cdot q_b,$$

где  $c_e(z)$  – коэффициент экспозиции, учитывающий изменение скоростного напора по высоте, который допускается определять по графику на рисунке 1.3;

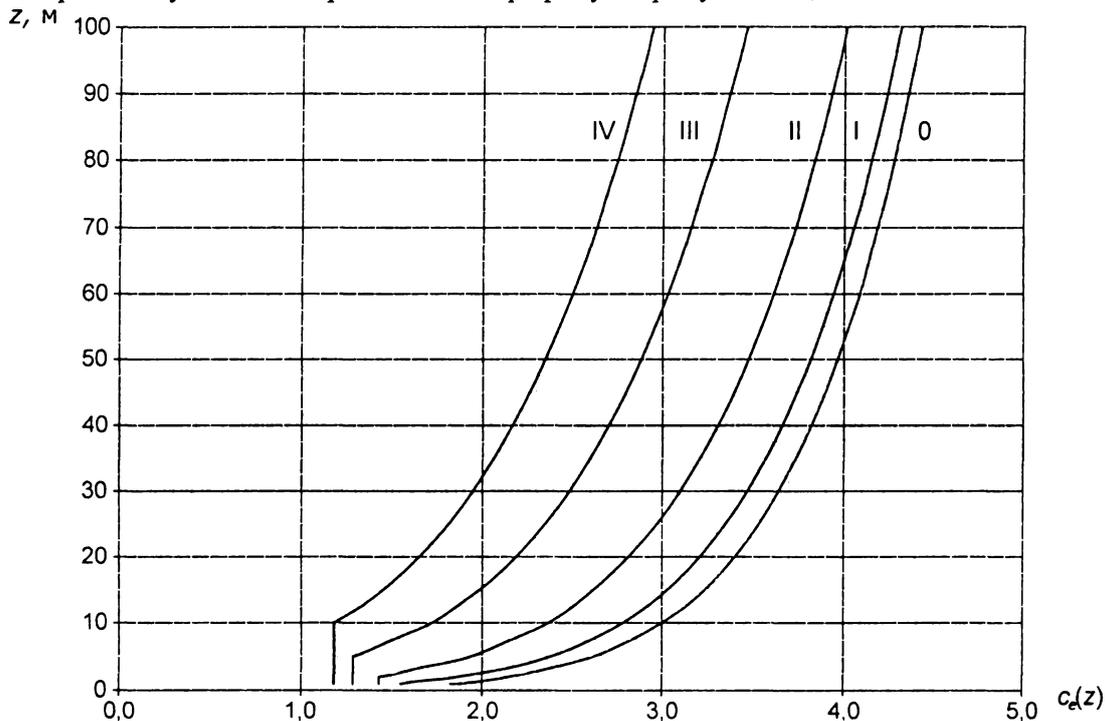


Рисунок 1.3 (рис. 4.2 [35]) – Графическое представление коэффициента экспозиции  $c_e(z)$

$q_b$  – базовое значение скоростного напора ветра, определяемое по формуле:

$$q_b = \frac{1}{2} \rho \cdot v_b^2, \quad (1.8)$$

$\rho$  – плотность воздуха, определяемая в зависимости от высотной отметки местности, температуры и барометрического давления в соответствующем регионе при штормовом ветре (рекомендуемое значение  $\rho = 1,25 \text{ кг} / \text{м}^3$ ).

Базовое значение скорости ветра  $v_b$  определяется по формуле:

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}, \quad (1.9)$$

где  $c_{dir}$  – коэффициент, учитывающий направление ветра (см. п. 1.4.4(2) и таблицу 1.14);

$c_{season}$  – сезонный коэффициент, рекомендуемое значение  $c_{season} = 1,0$ . Значение  $c_{season}$  для климатических условий Республики Беларусь допускается принимать по НП.2.6 [35];

$v_{b,0}$  – основное значение базовой скорости ветра (рисунок 1.4).

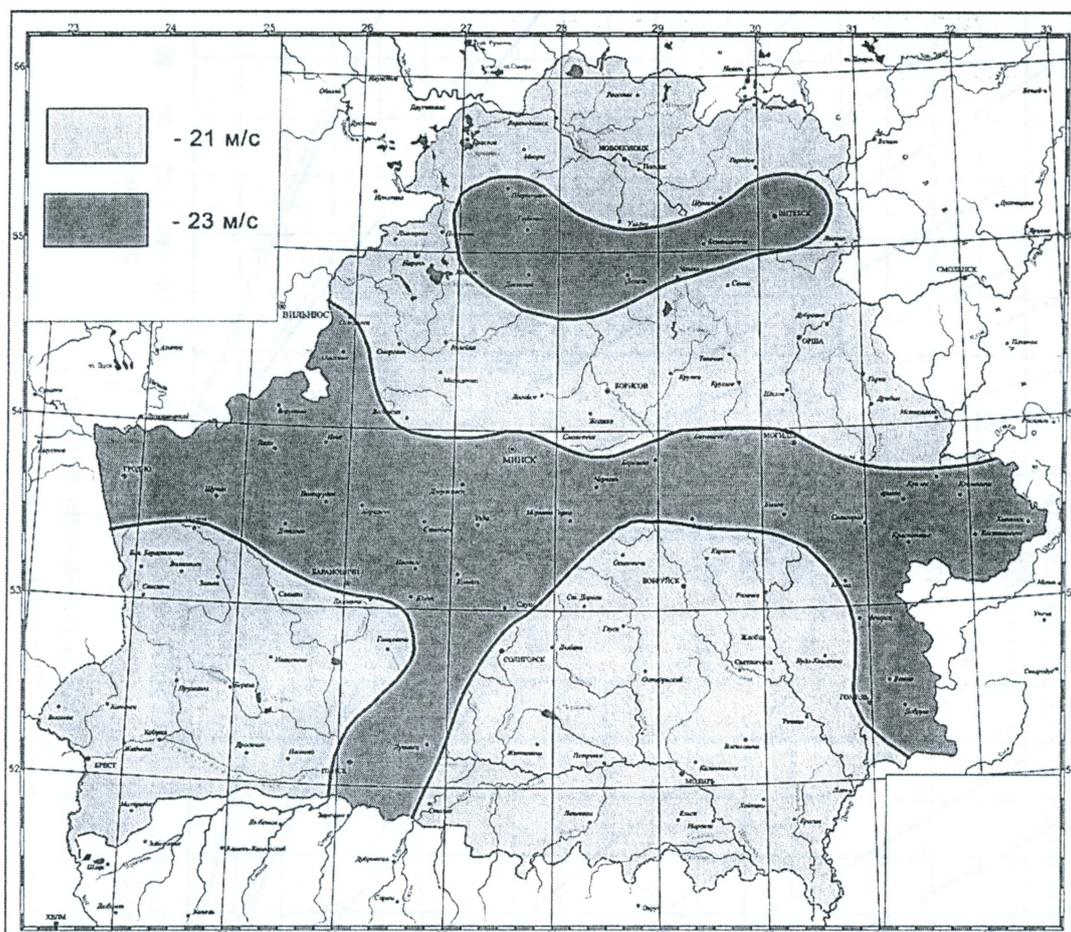


Рисунок 1.4 (рис. НП.2.1 [35]) – Карта ветровых районов и соответствующие им основные значения базовой скорости ветра  $v_{b,0}$  (м/с).

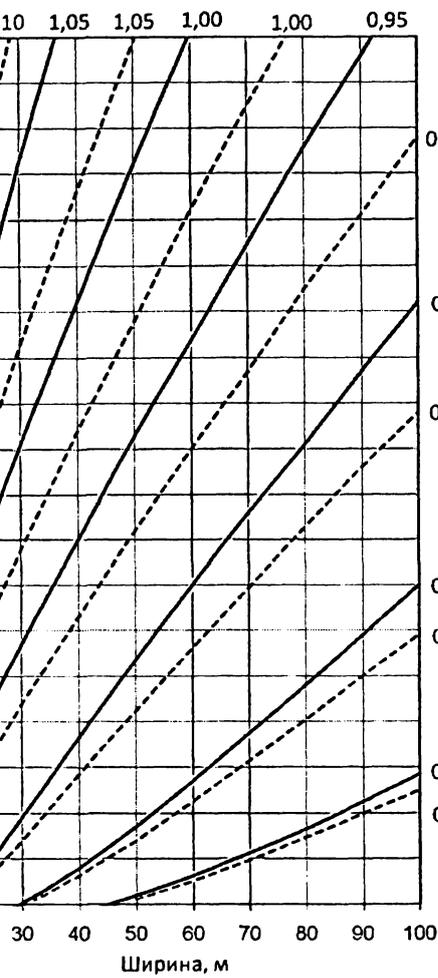
Таблица 1.13 (т. 4.1 [35]) – Типы местности

Тип местности	$Z_0, M$	$Z_{min}, M$
<i>0</i> моря или открытые побережья морей	0,003	1
<i>I</i> озера или плоская местность с незначительной растительностью без препятствий	0,01	1
<i>II</i> открытая местность с низкой, как трава, растительностью и изолированными отдельно стоящими преградами (деревьями, зданиями), расстояние между которыми составляет как минимум 20 их высот	0,05	2
<i>III</i> местность с равномерной растительностью или зданиями или преградами, расстояние между которыми не превышает 20 их высот (типа деревень, пригородных зон, протяженных лесных массивов)	0,3	3
<i>IV</i> территорий, в пределах которых, по крайней мере, 15% поверхности покрыто зданиями, высота которых превышает 15 м	1	10

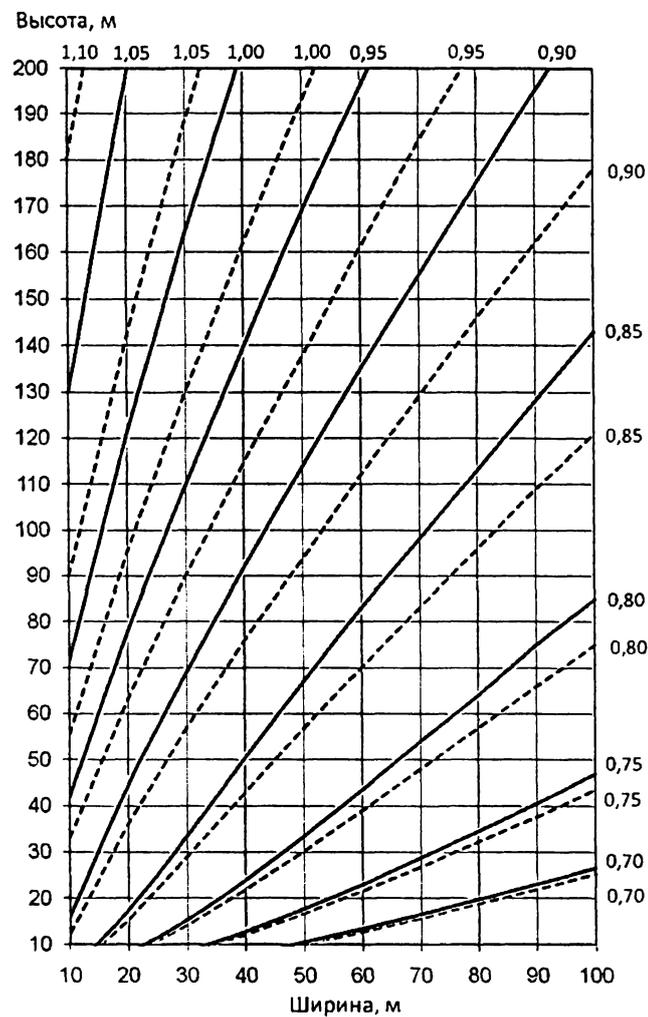
(2) Таблица 1.14 (т. НП.2.1 [35]) – Значения коэффициента, учитывающего направление ветра  $c_{dir}$  для климатических условий Республики Беларусь

Сектор	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Направление, град	346-15	16-45	46-75	76-105	106-135	136-165	166-195	196-225	226-255	256-285	286-315	316-345
$c_{dir}^i$	0,80	0,71	0,78	0,78	0,79	0,84	0,76	0,77	0,95	1,00	0,94	0,96

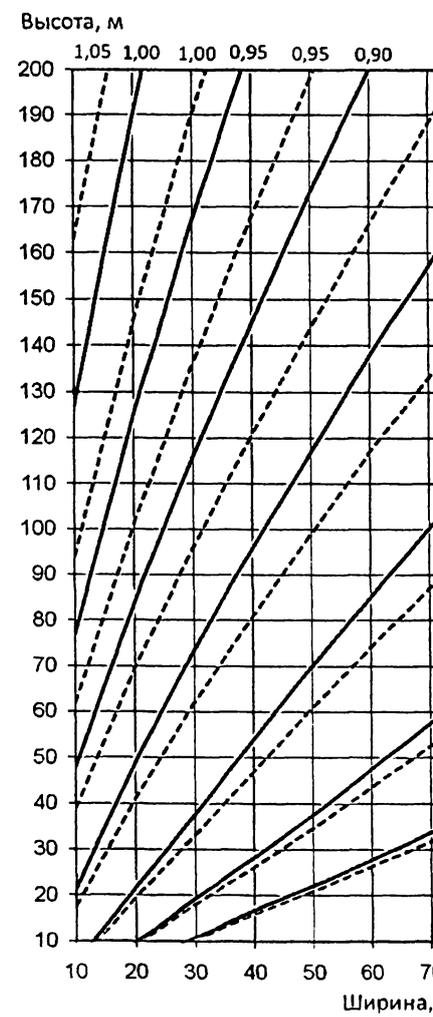
(3) Значение конструкционного коэффициента  $c_{sd}$  следует принимать по графикам, приведенным на рисунках 1.5 и 1.6 для криволинейной зависимости, соответствующей ближайшему большему значению коэффициента.



б)



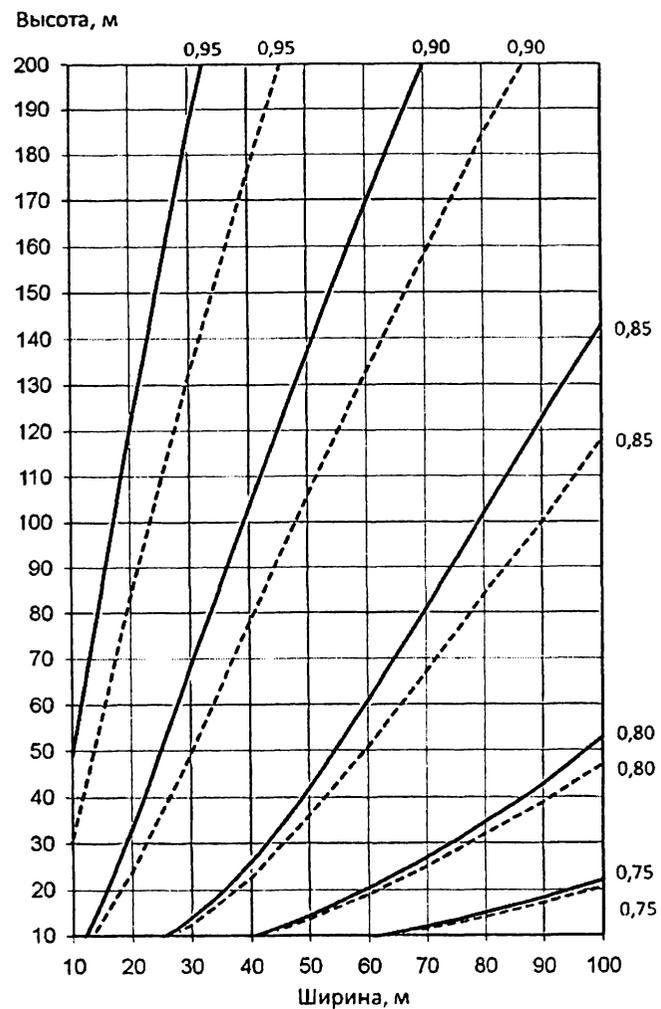
в)



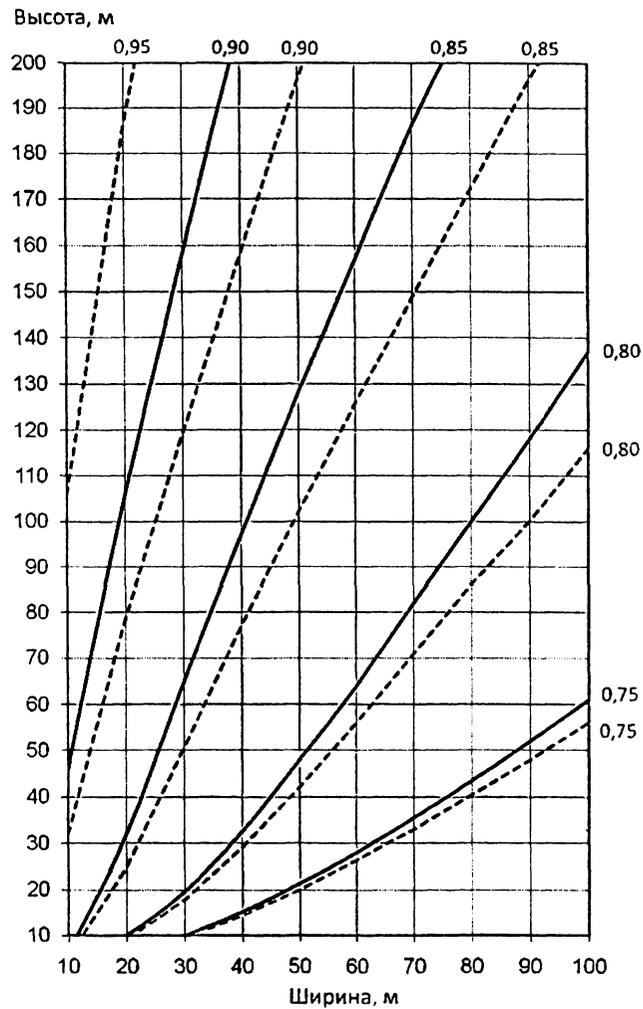
$\delta_s = 0,05$ ;  $v_{b,0} = 21$  м/с (сплошная линия);  $v_{b,0} = 23$  м/с (пунктирная линия)  
 а – II тип местности; б – III тип местности; в – IV тип местности

Рисунок 1.5 (рис. НП.2.2 [35]) – Значения коэффициента  $c_s c_d$  для зданий со стальным каркасом

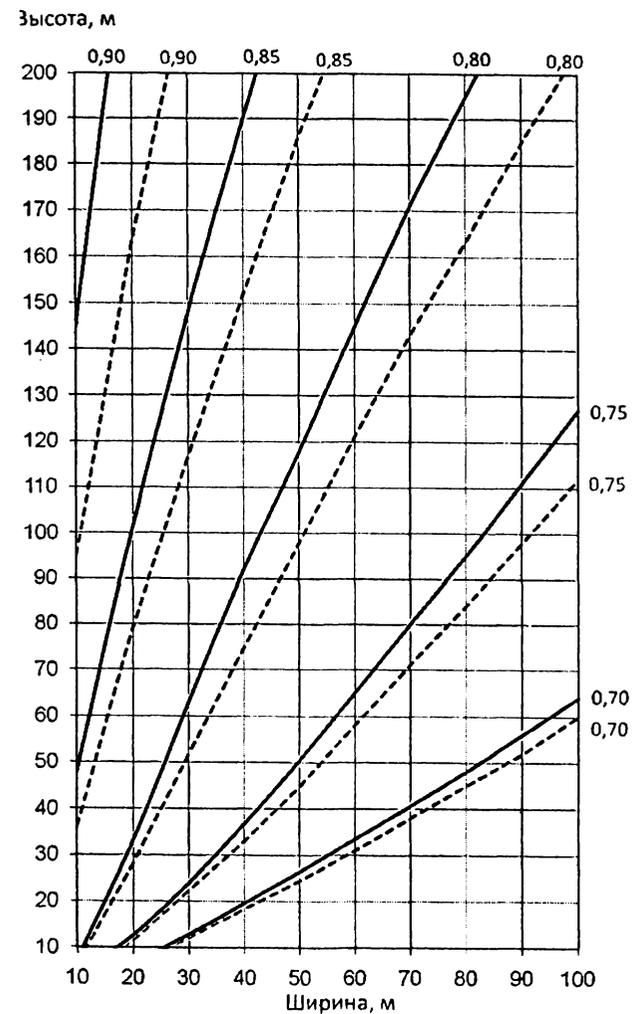
а)



б)



в)



$\delta_s = 0,1$ ;  $v_{b,0} = 21$  м/с (сплошная линия);  $v_{b,0} = 23$  м/с (пунктирная линия)

а – II тип местности; б – III тип местности; в – IV тип местности

Рисунок 1.6 (рис. НП.2.3 [35]) – Значения коэффициента  $c_s c_d$  для зданий с железобетонным каркасом

(4) Коэффициенты наружного давления  $c_{pe}$  для зданий и его частей зависят от размера загруженной площади  $A$ , которая является площадью конструкции, создающей ветровое воздействие в рассчитываемом сечении. Они указываются в таблицах, распространяющихся на соответствующую форму зданий, для площадей  $1 \text{ м}^2$  и  $10 \text{ м}^2$  как  $c_{pe,1}$  и  $c_{pe,10}$ .

Примечание 1 – Значения  $c_{pe,1}$  служат для проектирования малых элементов конструкций и их анкерных креплений с площадью, воспринимающей нагрузку, не превышающей  $1 \text{ м}^2$ , например, элементы наружного ограждения и кровли. Значения  $c_{pe,10}$  используются для расчета всей конструкции.

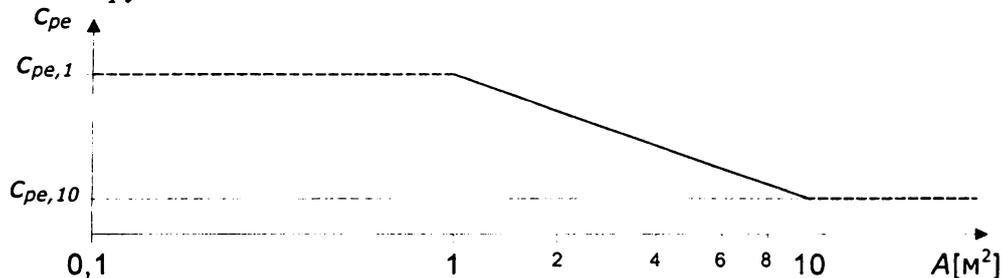
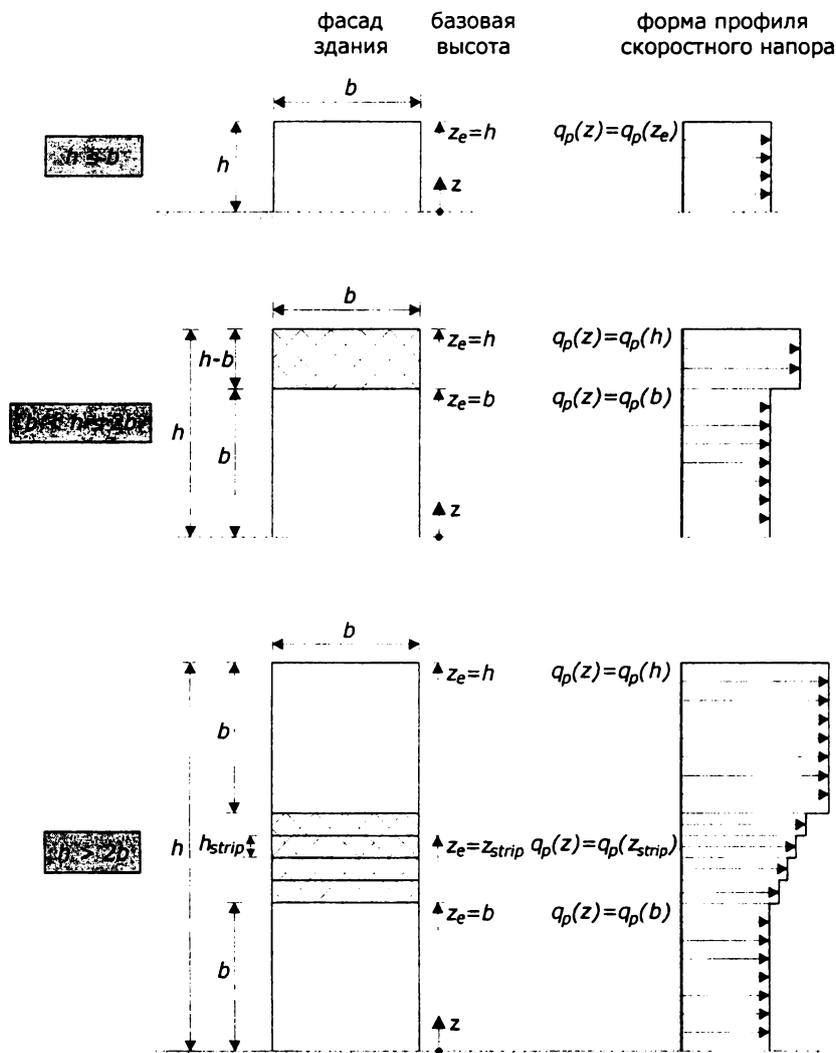


Рисунок 1.7 (рис. 7.2 [35]) – Коэффициенты внешнего давления для зданий в зависимости от воспринимающей нагрузки площади  $A$

(1) Для наветренных стен прямоугольных в плане зданий наружные давления по высоте здания допускается устанавливать дифференцированно согласно рисунку 1.8.



Примечание – Скоростной напор следует принимать равномерно распределенным для каждой горизонтальной полосы.

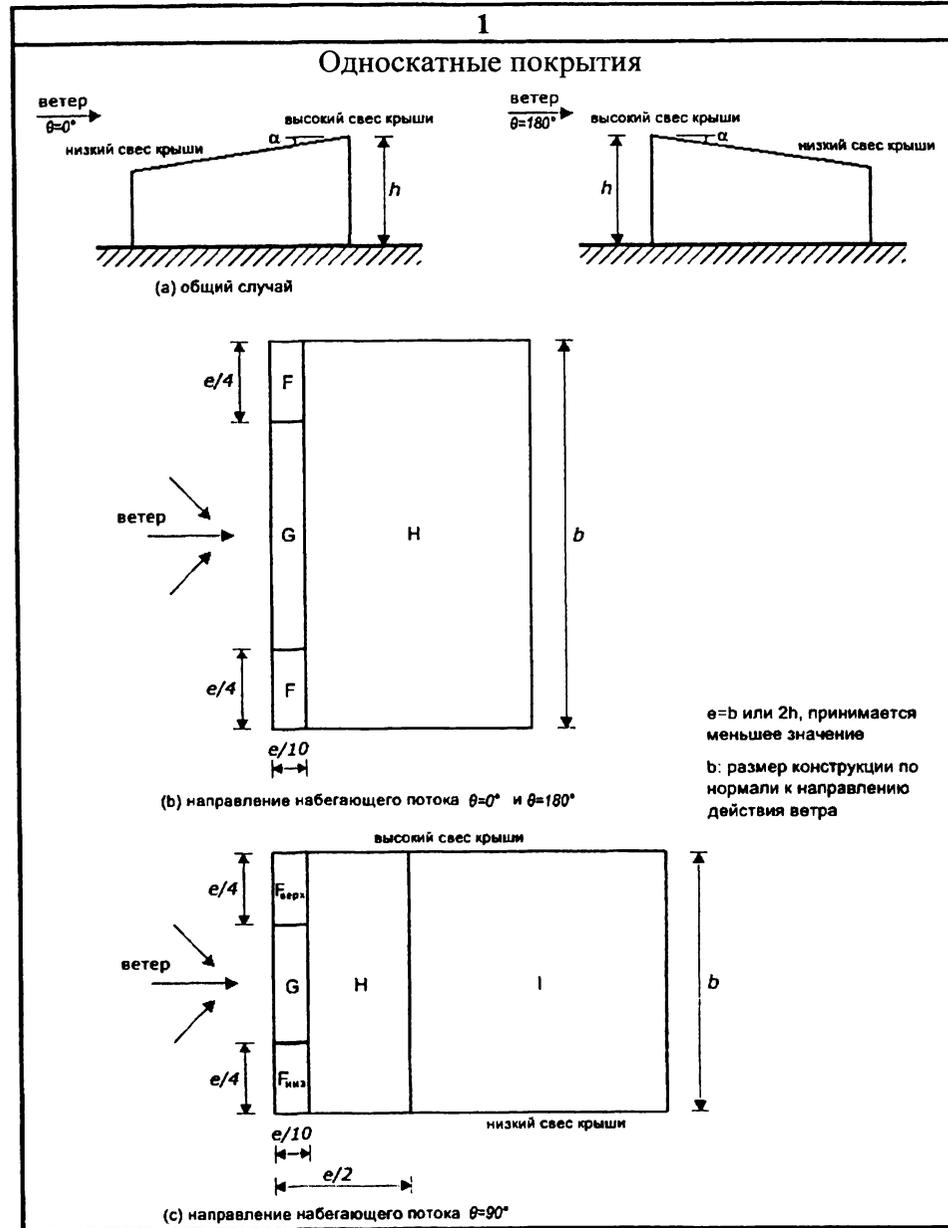
Рисунок 1.8 (рис. 7.4 [35]) – Базовая высота  $z_e$  в зависимости от  $h$  и  $b$  и профиля скоростного напора

Таблица 1.15 (п. 5.3 [35]) – Аэродинамические коэффициенты давления для зданий

Схемы зданий, сооружений, элементов конструкций и распределения ветровых нагрузок	Коэффициенты наружного давления $C_{pe,10}$ и $C_{pe,1}$																																																																																					
<b>1</b>	<b>2</b>																																																																																					
<b>Вертикальные стены</b>	<b>Вид сбоку для <math>e \geq d</math></b> <b>Вид сбоку для <math>e \geq 5d</math></b>																																																																																					
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;"> <p>План</p> <p><math>d</math></p> <p><math>b</math></p> <p>ветер</p> <p>D</p> <p>ветер</p> <p>Вид сбоку</p> </div> <div style="font-size: small;"> <p><math>e=b</math> или <math>2h</math>, принимается меньшее значение</p> <p><math>b</math>: размер конструкции по нормали к направлению действия ветра</p> <p><b>Вид сбоку для <math>e &lt; d</math></b></p> <p>ветер</p> <p>A B C</p> <p><math>e</math></p> <p><math>e/5</math> <math>4/5 e</math> <math>d-e</math></p> <p><math>h</math></p> <p>ветер</p> <p>A B C</p> <p><math>h</math></p> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>ветер</p> <p>A B</p> <p><math>e/5</math> <math>d-e/5</math></p> <p><math>h</math></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>ветер</p> <p>A</p> <p><math>h</math></p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>ветер</p> <p>A B</p> <p><math>h</math></p> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>ветер</p> <p>A</p> <p><math>h</math></p> </div> </div> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Зона</th> <th colspan="2">A</th> <th colspan="2">B</th> <th colspan="2">C</th> <th colspan="2">D</th> <th colspan="2">E</th> </tr> <tr> <th><math>h/d</math></th> <th><math>C_{pe,10}</math></th> <th><math>C_{pe,1}</math></th> <th><math>C_{pe,10}</math></th> <th><math>C_{pe,1}</math></th> <th><math>C_{pe,10}</math></th> <th><math>C_{pe,1}</math></th> <th><math>C_{pe,10}</math></th> <th><math>C_{pe,1}</math></th> <th><math>C_{pe,10}</math></th> <th><math>C_{pe,1}</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>-1,2</td> <td>-1,4</td> <td>-0,8</td> <td>-1,1</td> <td>-0,5</td> <td>+0,8</td> <td>+1,0</td> <td>-0,7</td> <td>-0,7</td> <td>-0,5</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>-1,2</td> <td>-1,4</td> <td>-0,8</td> <td>-1,1</td> <td>-0,5</td> <td>+0,8</td> <td>+1,0</td> <td>-0,5</td> <td>-0,5</td> <td>-0,5</td> </tr> <tr> <td><math>\leq 0,25</math></td> <td>-1,2</td> <td>-1,4</td> <td>-0,8</td> <td>-1,1</td> <td>-0,5</td> <td>+0,7</td> <td>+1,0</td> <td>-0,5</td> <td>-0,5</td> <td>-0,5</td> </tr> </tbody> </table>	Зона	A		B		C		D		E		$h/d$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5	+0,8	+1,0	-0,7	-0,7	-0,5	1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5	+0,8	+1,0	-0,5	-0,5	-0,5	$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5	+0,7	+1,0	-0,5	-0,5	-0,5																														
Зона	A		B		C		D		E																																																																													
$h/d$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$																																																																												
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5	+0,8	+1,0	-0,7	-0,7	-0,5																																																																												
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5	+0,8	+1,0	-0,5	-0,5	-0,5																																																																												
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5	+0,7	+1,0	-0,5	-0,5	-0,5																																																																												
<b>Плоские покрытия</b>	<b>Зона</b>																																																																																					
<p><b>Плоские покрытия</b> – это покрытия, имеющие уклон менее <math>\pm 5^\circ</math>. Базовую высоту <math>z_e</math> для плоских покрытий со свесом крыши со скругленными или острыми углами или мансардным свесом крыши применяют равной <math>h</math>, для плоских покрытий с парапетом применяют <math>z_e = h + h_p</math>.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p><math>h_p</math></p> <p><math>h</math></p> <p><math>z_e</math></p> <p>Парапеты</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Зона свеса крыши</p> <p><math>z_e = h</math></p> <p><math>r</math></p> <p><math>\alpha</math></p> <p>Свес крыши со скругленными или острыми углами</p> </div> </div>	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th rowspan="3" style="text-align: left;">Тип покрытия (крыши)</th> <th colspan="8">Зона</th> </tr> <tr> <th colspan="2">F</th> <th colspan="2">G</th> <th colspan="2">H</th> <th colspan="2">I</th> </tr> <tr> <th><math>C_{pe,10}</math></th> <th><math>C_{pe,1}</math></th> <th><math>C_{pe,10}</math></th> <th><math>C_{pe,1}</math></th> <th><math>C_{pe,10}</math></th> <th><math>C_{pe,1}</math></th> <th><math>C_{pe,10}</math></th> <th><math>C_{pe,1}</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Свес крыши с острыми углами</td> <td>-1,8</td> <td>-2,5</td> <td>-1,2</td> <td>-2,0</td> <td>-0,7</td> <td>-1,2</td> <td colspan="2">+0,2</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2">-0,2</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">С парапетом</td> <td><math>h_p/h=0,025</math></td> <td>-1,6</td> <td>-2,2</td> <td>-1,1</td> <td>-1,8</td> <td>-0,7</td> <td>-1,2</td> <td>+0,2</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-0,2</td> </tr> <tr> <td><math>h_p/h=0,05</math></td> <td>-1,4</td> <td>-2,0</td> <td>-0,9</td> <td>-1,6</td> <td>-0,7</td> <td>-1,2</td> <td>+0,2</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-0,2</td> </tr> <tr> <td><math>h_p/h=0,10</math></td> <td>-1,2</td> <td>-1,8</td> <td>-0,8</td> <td>-1,4</td> <td>-0,7</td> <td>-1,2</td> <td>+0,2</td> <td>-0,2</td> </tr> </tbody> </table>	Тип покрытия (крыши)	Зона								F		G		H		I		$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	Свес крыши с острыми углами	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	+0,2								-0,2		С парапетом	$h_p/h=0,025$	-1,6	-2,2	-1,1	-1,8	-0,7	-1,2	+0,2								-0,2	$h_p/h=0,05$	-1,4	-2,0	-0,9	-1,6	-0,7	-1,2	+0,2									-0,2	$h_p/h=0,10$	-1,2	-1,8	-0,8	-1,4	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
Тип покрытия (крыши)	Зона																																																																																					
	F		G		H		I																																																																															
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$																																																																														
Свес крыши с острыми углами	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	+0,2																																																																															
							-0,2																																																																															
С парапетом	$h_p/h=0,025$	-1,6	-2,2	-1,1	-1,8	-0,7	-1,2	+0,2																																																																														
								-0,2																																																																														
	$h_p/h=0,05$	-1,4	-2,0	-0,9	-1,6	-0,7	-1,2	+0,2																																																																														
								-0,2																																																																														
$h_p/h=0,10$	-1,2	-1,8	-0,8	-1,4	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2																																																																														

Продолжение таблицы 1.15

1		2																																																																																									
<p style="text-align: right;">e=b или 2h, принимается меньшее значение b: размер конструкции по нормали к направлению действия ветра</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="3">Тип покрытия (крыши)</th> <th colspan="8">Зона</th> </tr> <tr> <th colspan="2">F</th> <th colspan="2">G</th> <th colspan="2">H</th> <th colspan="2">I</th> </tr> <tr> <th>Сре.10</th> <th>Сре.1</th> <th>Сре.10</th> <th>Сре.1</th> <th>Сре.10</th> <th>Сре.1</th> <th>Сре.10</th> <th>Сре.1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Свес крыши со скругленными углами</td> <td><math>r/h=0,05</math></td> <td>-1,0</td> <td>-1,5</td> <td>-1,2</td> <td>-1,8</td> <td colspan="2">-0,4</td> <td>+0,2</td> <td>-0,2</td> </tr> <tr> <td><math>r/h=0,10</math></td> <td>-0,7</td> <td>-1,2</td> <td>-0,8</td> <td>-1,4</td> <td colspan="2">-0,3</td> <td>+0,2</td> <td>-0,2</td> </tr> <tr> <td><math>r/h=0,20</math></td> <td>-0,5</td> <td>-0,8</td> <td>-0,5</td> <td>-0,8</td> <td colspan="2">-0,3</td> <td>+0,2</td> <td>-0,2</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Мансардный свес крыши</td> <td><math>\alpha = 30^0</math></td> <td>-1,0</td> <td>-1,5</td> <td>-1,0</td> <td>-1,5</td> <td colspan="2">-0,3</td> <td>+0,2</td> <td>-0,2</td> </tr> <tr> <td><math>\alpha = 45^0</math></td> <td>-1,2</td> <td>-1,8</td> <td>-1,3</td> <td>-1,9</td> <td colspan="2">-0,4</td> <td>+0,2</td> <td>-0,2</td> </tr> <tr> <td><math>\alpha = 60^0</math></td> <td>-1,3</td> <td>-1,9</td> <td>-1,3</td> <td>-1,9</td> <td colspan="2">-0,5</td> <td>+0,2</td> <td>-0,2</td> </tr> </tbody> </table>								Тип покрытия (крыши)		Зона								F		G		H		I		Сре.10	Сре.1	Сре.10	Сре.1	Сре.10	Сре.1	Сре.10	Сре.1	Свес крыши со скругленными углами	$r/h=0,05$	-1,0	-1,5	-1,2	-1,8	-0,4		+0,2	-0,2	$r/h=0,10$	-0,7	-1,2	-0,8	-1,4	-0,3		+0,2	-0,2	$r/h=0,20$	-0,5	-0,8	-0,5	-0,8	-0,3		+0,2	-0,2	Мансардный свес крыши	$\alpha = 30^0$	-1,0	-1,5	-1,0	-1,5	-0,3		+0,2	-0,2	$\alpha = 45^0$	-1,2	-1,8	-1,3	-1,9	-0,4		+0,2	-0,2	$\alpha = 60^0$	-1,3	-1,9	-1,3	-1,9	-0,5		+0,2	-0,2
		Тип покрытия (крыши)		Зона																																																																																							
F				G		H		I																																																																																			
Сре.10	Сре.1			Сре.10	Сре.1	Сре.10	Сре.1	Сре.10	Сре.1																																																																																		
Свес крыши со скругленными углами	$r/h=0,05$	-1,0	-1,5	-1,2	-1,8	-0,4		+0,2	-0,2																																																																																		
	$r/h=0,10$	-0,7	-1,2	-0,8	-1,4	-0,3		+0,2	-0,2																																																																																		
	$r/h=0,20$	-0,5	-0,8	-0,5	-0,8	-0,3		+0,2	-0,2																																																																																		
Мансардный свес крыши	$\alpha = 30^0$	-1,0	-1,5	-1,0	-1,5	-0,3		+0,2	-0,2																																																																																		
	$\alpha = 45^0$	-1,2	-1,8	-1,3	-1,9	-0,4		+0,2	-0,2																																																																																		
	$\alpha = 60^0$	-1,3	-1,9	-1,3	-1,9	-0,5		+0,2	-0,2																																																																																		
<p>Примечание 1 – Для зон покрытия с парапетом или со свесом крыши со скругленными углами для промежуточных значений <math>h_p/h</math> и <math>r/h</math> допускается линейная интерполяция.</p> <p>Примечание 2 – Для зон мансардного свеса крыши для промежуточных значений <math>\alpha</math> между <math>\alpha = 30^0</math>, <math>45^0</math> и <math>60^0</math> допускается линейная интерполяция. Для <math>\alpha &gt; 60^0</math> допускается линейная интерполяция между значениями для <math>\alpha = 60^0</math> и значениями для плоских покрытий с зоной свеса крыши с острыми углами.</p> <p>Примечание 3 – В зоне I, для которой указываются положительные и отрицательные значения, необходимо учитывать оба значения.</p> <p>Примечание 4 – Коэффициенты внешнего давления для мансардного свеса крыши указываются в коэффициентах внешнего давления для двускатных покрытий с направлением набегающего потока <math>\theta = 0^0</math>, зона F и G, в зависимости от угла уклона крыши мансардного типа.</p> <p>Примечание 5 – Для свеса крыши со скругленными углами коэффициенты внешнего давления определяются линейной интерполяцией по кривой между значениями вертикальной стены и покрытия.</p>																																																																																											



**2**

Базовую высоту  $z_e$  следует принимать равной  $z_e = h$ .

Угол уклона $\alpha$	Зона для направления набегающего потока $\Theta = 0^\circ$						Зона для направления набегающего потока $\Theta = 180^\circ$					
	F		G		H		F		G		H	
	Сре.10	Сре.1	Сре.10	Сре.1	Сре.10	Сре.1	Сре.10	Сре.1	Сре.10	Сре.1	Сре.10	Сре.1
$5^\circ$	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-2,3	-2,5	-1,3	-2,0	-0,8	-1,2
	+0,0		+0,0		+0,0							
$15^\circ$	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2
	+0,2		+0,2		+0,2							
$30^\circ$	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-1,1	-2,3	-0,8	-1,5	-0,8	
	+0,7		+0,7		+0,4							
$45^\circ$	-0,0		-0,0		-0,0		-0,6	-1,3	-0,5		-0,7	
	+0,7		+0,7		+0,6							
$60^\circ$	+0,7		+0,7		+0,7		-0,5	-1,0	-0,5		-0,5	
$75^\circ$	+0,8		+0,8		+0,8		-0,5	-1,0	-0,5		-0,5	

Угол уклона $\alpha$	Зона направления набегающего потока $\Theta = 90^\circ$									
	$F_{\text{верх}}$		$F_{\text{низ}}$		G		H		I	
	Сре.10	Сре.1	Сре.10	Сре.1	Сре.10	Сре.1	Сре.10	Сре.1	Сре.10	Сре.1
$5^\circ$	-2,1	-2,6	-2,1	-2,4	-1,8	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	
$15^\circ$	-2,4	-2,9	-1,6	-2,4	-1,9	-2,5	-0,8	-1,2	-0,7	-1,2
$30^\circ$	-2,1	-2,9	-1,3	-2,0	-1,5	-2,0	-1,0	-1,3	-0,8	-1,2
$45^\circ$	-1,5	-2,4	-1,3	-2,0	-1,4	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
$60^\circ$	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,7	-1,2
$75^\circ$	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,5	

Продолжение таблицы 1.15

1		2																																																																																																																																																																																																
<p>Примечание 1 – Для направления набегающего потока <math>\theta = 0^\circ</math> и для углов уклона от <math>\alpha = +5^\circ</math> до <math>+45^\circ</math> происходит быстрое изменение давления от положительных к отрицательным значениям, поэтому указываются как положительные, так и отрицательные значения. Для таких покрытий оба случая необходимо учитывать отдельно: 1. только положительные значения и 2. только отрицательные значения. Сочетание положительных и отрицательных значений для одной и той же поверхности покрытия не допускается.</p> <p>Примечание 2 – Для уклона крыши между указанными значениями допускается линейная интерполяция, в случае если знак коэффициента давления не меняется. Значение, равное нулю, указано в целях интерполяции.</p>																																																																																																																																																																																																		
<p><b>Двухскатные покрытия</b></p> <p>(а) общий случай</p>		<p>Базовую высоту <math>z_e</math> следует принимать равной <math>z_e = h</math>.</p>																																																																																																																																																																																																
<p>(б) направление набегающего потока <math>\theta = 0^\circ</math></p> <p><math>e = b</math> или <math>2h</math>, принимается меньшее значение  <math>b</math>: размер конструкции по нормали к направлению действия ветра</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="3">Угол уклона <math>\alpha</math></th> <th colspan="10">Зона для направления набегающего потока <math>\Theta = 0^\circ</math></th> </tr> <tr> <th colspan="2">F</th> <th colspan="2">G</th> <th colspan="2">H</th> <th colspan="2">I</th> <th colspan="2">J</th> </tr> <tr> <th>Сре.10</th> <th>Сре.1</th> <th>Сре.10</th> <th>Сре.1</th> <th>Сре.10</th> <th>Сре.1</th> <th>Сре.10</th> <th>Сре.1</th> <th>Сре.10</th> <th>Сре.1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>-45^\circ</math></td> <td>-0,6</td> <td></td> <td>-0,6</td> <td></td> <td>-0,8</td> <td></td> <td>-0,7</td> <td></td> <td>-1,0</td> <td>-1,5</td> </tr> <tr> <td><math>-30^\circ</math></td> <td>-1,1</td> <td>-2,0</td> <td>-0,8</td> <td>-1,5</td> <td>-0,8</td> <td></td> <td>-0,6</td> <td></td> <td>-0,8</td> <td>-1,4</td> </tr> <tr> <td><math>-15^\circ</math></td> <td>-2,5</td> <td>-2,8</td> <td>-1,3</td> <td>-2,0</td> <td>-0,9</td> <td>-1,2</td> <td>-0,5</td> <td></td> <td>-0,7</td> <td>-1,2</td> </tr> <tr> <td rowspan="2"><math>-5^\circ</math></td> <td>-2,3</td> <td>-2,5</td> <td>-1,2</td> <td>-2,0</td> <td>-0,8</td> <td>-1,2</td> <td>+0,2</td> <td></td> <td>+0,2</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-0,6</td> <td></td> <td>-0,6</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2"><math>5^\circ</math></td> <td>-1,7</td> <td>-2,5</td> <td>-1,2</td> <td>-2,0</td> <td>-0,6</td> <td>-1,2</td> <td>-0,6</td> <td></td> <td>+0,2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>+0,0</td> <td></td> <td>+0,0</td> <td></td> <td>+0,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-0,6</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2"><math>15^\circ</math></td> <td>-0,9</td> <td>-2,0</td> <td>-0,8</td> <td>-1,5</td> <td>-0,3</td> <td></td> <td>-0,4</td> <td></td> <td>-1,0</td> <td>-1,5</td> </tr> <tr> <td>+0,2</td> <td></td> <td>+0,2</td> <td></td> <td>+0,2</td> <td></td> <td>+0,0</td> <td></td> <td>+0,0</td> <td>+0,0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2"><math>30^\circ</math></td> <td>-0,5</td> <td>-1,5</td> <td>-0,5</td> <td>-1,5</td> <td>-0,2</td> <td></td> <td>-0,4</td> <td></td> <td>-0,5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>+0,7</td> <td></td> <td>+0,7</td> <td></td> <td>+0,7</td> <td></td> <td>+0,0</td> <td></td> <td>+0,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2"><math>45^\circ</math></td> <td>-0,0</td> <td></td> <td>-0,0</td> <td></td> <td>-0,0</td> <td></td> <td>-0,2</td> <td></td> <td>-0,3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>+0,7</td> <td></td> <td>+0,7</td> <td></td> <td>+0,6</td> <td></td> <td>+0,0</td> <td></td> <td>+0,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>60^\circ</math></td> <td>+0,7</td> <td></td> <td>+0,7</td> <td></td> <td>+0,7</td> <td></td> <td>-0,2</td> <td></td> <td>-0,3</td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>75^\circ</math></td> <td>+0,8</td> <td></td> <td>+0,8</td> <td></td> <td>+0,8</td> <td></td> <td>-0,2</td> <td></td> <td>-0,3</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Угол уклона $\alpha$	Зона для направления набегающего потока $\Theta = 0^\circ$										F		G		H		I		J		Сре.10	Сре.1	$-45^\circ$	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5	$-30^\circ$	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4	$-15^\circ$	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2	$-5^\circ$	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2		+0,2								-0,6		-0,6		$5^\circ$	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6		+0,2		+0,0		+0,0		+0,0				-0,6		$15^\circ$	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5	+0,2		+0,2		+0,2		+0,0		+0,0	+0,0	$30^\circ$	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,5		+0,7		+0,7		+0,7		+0,0		+0,0		$45^\circ$	-0,0		-0,0		-0,0		-0,2		-0,3		+0,7		+0,7		+0,6		+0,0		+0,0		$60^\circ$	+0,7		+0,7		+0,7		-0,2		-0,3		$75^\circ$	+0,8		+0,8		+0,8		-0,2		-0,3									
Угол уклона $\alpha$	Зона для направления набегающего потока $\Theta = 0^\circ$																																																																																																																																																																																																	
	F		G		H		I		J																																																																																																																																																																																									
	Сре.10	Сре.1	Сре.10	Сре.1	Сре.10	Сре.1	Сре.10	Сре.1	Сре.10	Сре.1																																																																																																																																																																																								
$-45^\circ$	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5																																																																																																																																																																																								
$-30^\circ$	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4																																																																																																																																																																																								
$-15^\circ$	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2																																																																																																																																																																																								
$-5^\circ$	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2		+0,2																																																																																																																																																																																									
							-0,6		-0,6																																																																																																																																																																																									
$5^\circ$	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6		+0,2																																																																																																																																																																																									
	+0,0		+0,0		+0,0				-0,6																																																																																																																																																																																									
$15^\circ$	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5																																																																																																																																																																																								
	+0,2		+0,2		+0,2		+0,0		+0,0	+0,0																																																																																																																																																																																								
$30^\circ$	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,5																																																																																																																																																																																									
	+0,7		+0,7		+0,7		+0,0		+0,0																																																																																																																																																																																									
$45^\circ$	-0,0		-0,0		-0,0		-0,2		-0,3																																																																																																																																																																																									
	+0,7		+0,7		+0,6		+0,0		+0,0																																																																																																																																																																																									
$60^\circ$	+0,7		+0,7		+0,7		-0,2		-0,3																																																																																																																																																																																									
$75^\circ$	+0,8		+0,8		+0,8		-0,2		-0,3																																																																																																																																																																																									

Окончание таблицы 1.15

1		2																																																																																																																	
<p>(с) направление набегающего потока <math>\theta=90^\circ</math></p>	<p style="text-align: center;"><b>Зона для направления набегающего потока <math>\Theta = 90^\circ</math></b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Угол уклона <math>\alpha</math></th> <th colspan="2">F</th> <th colspan="2">G</th> <th colspan="2">H</th> <th colspan="2">I</th> </tr> <tr> <th>Сре.10</th> <th>Сре.1</th> <th>Сре.10</th> <th>Сре.1</th> <th>Сре.10</th> <th>Сре.1</th> <th>Сре.10</th> <th>Сре.1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>-45^\circ</math></td> <td>-1,4</td> <td>-2,0</td> <td>-1,2</td> <td>-2,0</td> <td>-1,0</td> <td>-1,3</td> <td>-0,9</td> <td>-1,2</td> </tr> <tr> <td><math>-30^\circ</math></td> <td>-1,5</td> <td>-2,1</td> <td>-1,2</td> <td>-2,0</td> <td>-1,0</td> <td>-1,3</td> <td>-0,9</td> <td>-1,2</td> </tr> <tr> <td><math>-15^\circ</math></td> <td>-1,9</td> <td>-2,5</td> <td>-1,2</td> <td>-2,0</td> <td>-0,8</td> <td>-1,2</td> <td>-0,8</td> <td>-1,2</td> </tr> <tr> <td><math>-5^\circ</math></td> <td>-1,8</td> <td>-2,5</td> <td>-1,2</td> <td>-2,0</td> <td>-0,7</td> <td>-1,2</td> <td>-0,6</td> <td>-1,2</td> </tr> <tr> <td><math>5^\circ</math></td> <td>-1,6</td> <td>-2,2</td> <td>-1,3</td> <td>-2,0</td> <td>-0,7</td> <td>-1,2</td> <td>-0,6</td> <td>-1,2</td> </tr> <tr> <td><math>15^\circ</math></td> <td>-1,3</td> <td>-2,0</td> <td>-1,3</td> <td>-2,0</td> <td>-0,6</td> <td>-1,2</td> <td>-0,5</td> <td>-1,2</td> </tr> <tr> <td><math>30^\circ</math></td> <td>-1,1</td> <td>-1,5</td> <td>-1,4</td> <td>-2,0</td> <td>-0,8</td> <td>-1,2</td> <td>-0,5</td> <td>-1,2</td> </tr> <tr> <td><math>45^\circ</math></td> <td>-1,1</td> <td>-1,5</td> <td>-1,4</td> <td>-2,0</td> <td>-0,9</td> <td>-1,2</td> <td>-0,5</td> <td>-1,2</td> </tr> <tr> <td><math>60^\circ</math></td> <td>-1,1</td> <td>-1,5</td> <td>-1,2</td> <td>-2,0</td> <td>-0,8</td> <td>-1,0</td> <td>-0,5</td> <td>-1,2</td> </tr> <tr> <td><math>75^\circ</math></td> <td>-1,1</td> <td>-1,5</td> <td>-1,2</td> <td>-2,0</td> <td>-0,8</td> <td>-1,0</td> <td>-0,5</td> <td>-1,2</td> </tr> </tbody> </table>								Угол уклона $\alpha$	F		G		H		I		Сре.10	Сре.1	Сре.10	Сре.1	Сре.10	Сре.1	Сре.10	Сре.1	$-45^\circ$	-1,4	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2	$-30^\circ$	-1,5	-2,1	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2	$-15^\circ$	-1,9	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	-0,8	-1,2	$-5^\circ$	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2	$5^\circ$	-1,6	-2,2	-1,3	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2	$15^\circ$	-1,3	-2,0	-1,3	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	-1,2	$30^\circ$	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,5	-1,2	$45^\circ$	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5	-1,2	$60^\circ$	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	-1,2	$75^\circ$	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	-1,2
	Угол уклона $\alpha$	F		G		H		I																																																																																																											
		Сре.10	Сре.1	Сре.10	Сре.1	Сре.10	Сре.1	Сре.10	Сре.1																																																																																																										
	$-45^\circ$	-1,4	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2																																																																																																										
	$-30^\circ$	-1,5	-2,1	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2																																																																																																										
	$-15^\circ$	-1,9	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	-0,8	-1,2																																																																																																										
	$-5^\circ$	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2																																																																																																										
	$5^\circ$	-1,6	-2,2	-1,3	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2																																																																																																										
	$15^\circ$	-1,3	-2,0	-1,3	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	-1,2																																																																																																										
	$30^\circ$	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,5	-1,2																																																																																																										
	$45^\circ$	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5	-1,2																																																																																																										
	$60^\circ$	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	-1,2																																																																																																										
$75^\circ$	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	-1,2																																																																																																											

Примечание 1 – Для направления набегающего потока  $\theta = 0^\circ$  и для углов уклона от  $\alpha = +5^\circ$  до  $+45^\circ$  происходит быстрое изменение давления от положительных к отрицательным значениям, поэтому указываются как положительные, так и отрицательные значения. Для таких покрытий необходимо учитывать четыре случая, при которых комбинируются соответственно наименьшие или наибольшие значения для зон F, G и H с наименьшим или наибольшим значениями зон I и J. Сочетание положительных и отрицательных значений на одной и той же поверхности покрытия не допускается.

Примечание 2 – Для уклонов крыши между указанными значениями допускается линейная интерполяция, в случае если знак коэффициента давления не меняется. (Между значениями  $\alpha = +5^\circ$  и  $\alpha = -5^\circ$  интерполяция не допускается, вместо этого необходимо использовать значения для плоских покрытий). Значение, равное нулю, указано в целях интерполяции.

## 1.5 Предельные состояния эксплуатационной пригодности

(1) Предельные состояния, относящиеся к:

- функционированию конструкции или элементов конструкции при нормальных условиях эксплуатации;
- комфорту пользователей;
- внешнему виду строительных объектов, классифицируются как предельные состояния эксплуатационной пригодности.

*Примечание* – Для характеристики эксплуатационной пригодности критериями «внешнего вида» являются недопустимо большие прогибы и недопустимая ширина раскрытия трещин, исключая другие показатели.

(2) При проверках предельных состояний эксплуатационной пригодности следует пользоваться критериями, касающимися:

- а) деформаций, которые оказывают влияние на:
  - внешний вид строительного объекта;
  - комфорт пользователя;
  - функционирование конструкций (включая функционирование оборудования, инженерных сетей и обслуживающего персонала), или которые вызывают повреждения отделочных слоев или неконструктивных элементов;
- б) колебаний, которые:
  - вызывают дискомфорт для пользователя;
  - ограничивают функциональность конструкции;
- с) повреждений, которые могут отрицательно влиять на:
  - внешний вид строительного объекта;
  - долговечность;
  - функционирование конструкции.

(3) Если в EN 1991 – EN 1999 не установлено другое, то для предельного состояния эксплуатационной пригодности рекомендуется применять частные коэффициенты, равные 1,0.

Таблица 1.16 (т. А4 [32]) – Расчетные значения воздействий, применяемые для сочетаний воздействий при проверке критериев эксплуатационной пригодности

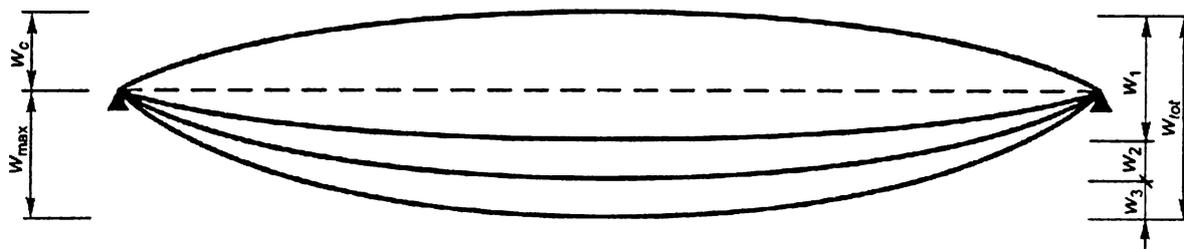
Сочетание	Постоянные воздействия $G_d$		Переменные воздействия $Q_d$	
	неблагоприятные	благоприятные	доминирующее	прочие
Характеристическое (редкое)	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,i}Q_{k,i}$
Частое	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	$\psi_{1,1}Q_{k,1}$	$\psi_{2,i}Q_{k,i}$
Практически постоянное	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	$\psi_{2,1}Q_{k,1}$	$\psi_{2,i}Q_{k,i}$

(4) Критерии эксплуатационной пригодности рекомендуется устанавливать для каждого отдельного проекта и согласовывать с заказчиком.

(5) Вертикальные и горизонтальные деформации рекомендуется рассчитывать в соответствии с EN 1992 – EN 1999 при использовании соответствующих сочетаний воздействий согласно выражениям (6.14a) – (6.16b), учитывая требования эксплуатационной пригодности. Особое внимание следует обращать на разграничение обратимых и необратимых предельных состояний. Вертикальные перемещения схематично представлены на рисунке 1.9.

(6) Если рассматривается функционирование или повреждение конструкции, отделки или несущих элементов (например, перегородок, заполнений), то при проверке по перемещениям (прогибам) рекомендуется учитывать такие эффекты от постоянных и переменных воздействий, которые появляются после возведения элемента или завершения отделки.

(7) Если рассматривается *внешний вид конструкции*, рекомендуется использовать практически постоянное сочетание воздействий (выражение (6.16b)).



$w_c$  – предварительный выгиб в ненагруженном элементе конструкции;  
 $w_1$  – начальная часть прогиба от постоянных нагрузок на соответствующем сочетании воздействий согласно выражениям (6.14a) – (6.16b);  $w_2$  – длительная часть прогиба от постоянных нагрузок;  $w_3$  – дополнительная часть прогиба, вызванная переменными воздействиями при соответствующем сочетании воздействий согласно выражениям (6.14a) – (6.16b);  $w_{tot}$  – полный прогиб, равный сумме  $w_1 + w_2 + w_3$ ;  
 $w_{max}$  – остаточный полный прогиб с учетом выгиба

Рисунок 1.9 – Определение вертикальных перемещений

(8) Если рассматривается комфорт пользователя или функционирование оборудования, проверки должны учитывать эффекты от соответствующих переменных воздействий.

(9) При расчете строительных конструкций по прогибам (выгибам) и перемещениям должно быть выполнено условие

$$a \leq a_{lim}, \quad (1.9)$$

где  $a$  – прогиб (выгиб) и перемещение элемента конструкции (или конструкции в целом);

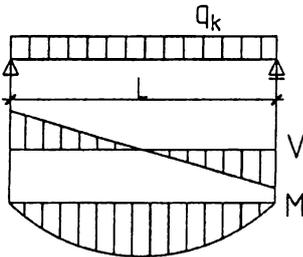
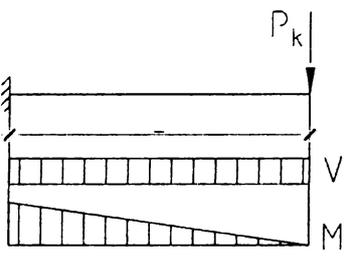
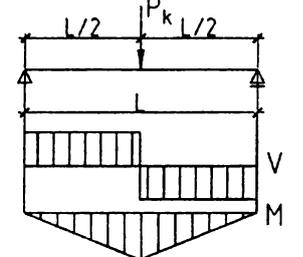
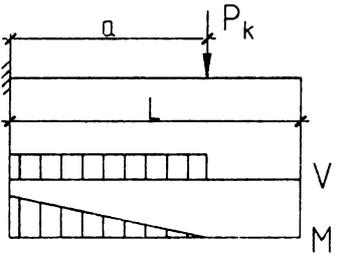
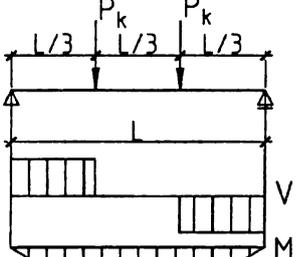
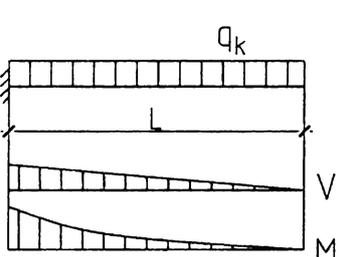
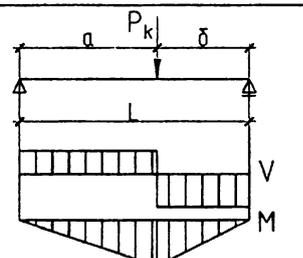
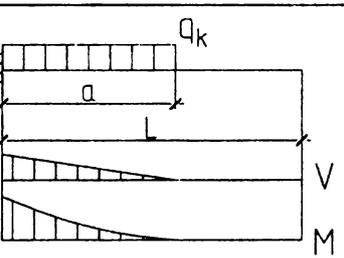
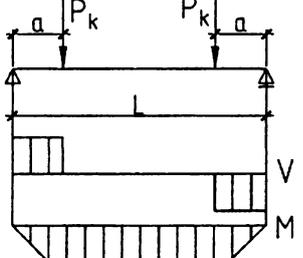
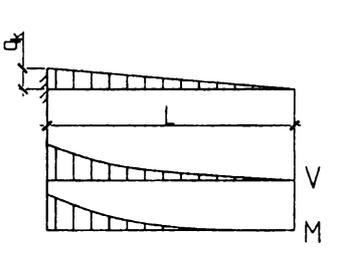
$a_{lim}$  – предельный прогиб (выгиб) и перемещение, рекомендуется принимать в соответствии с требованиями таблицы 1.17 или по [29].

Таблица 1.17 (т. 19 [29]) – Вертикальные предельные прогибы элементов

Элементы конструкций	Предъявленные требования	Вертикальные предельные прогибы $a_{lim}$
Балки, фермы, ригели, прогоны, плиты, настилы (включая поперечные ребра плит и настилов)		
а) покрытий и перекрытий, открытых для обзора, при расчетном пролете $l$ , м	Эстетико - психологические	
$l < 1$		1/120
$l = 3$		1/150
$l = 6$		1/200
$l = 24$ (12)		1/250
$l = 36$ (14)		1/300
<b>Примечания:</b>		
1. Для консоли вместо $l$ следует принимать удвоенный ее вылет.		
2. Для промежуточных значений $l$ предельные прогибы следует определять линейной интерполяцией, учитывая требования п. 7 рекомендуемого приложения 6 [29].		
3. Цифры, указанные в скобках, следует принимать при высоте помещений до 6 м включительно.		
4. При ограничении прогибов эстетико-психологическими требованиями допускается пролет $l$ принимать равным расстоянию между внутренними поверхностями несущих стен (или колонн).		
5. В конструкциях со строительным подъемом прогиб следует уменьшать на величину строительного подъема (приложение 6, пункт 9 [29]).		

(10) Формулы для определения максимального прогиба при расчете в упругой стадии в зависимости от расчетных схем рекомендуется принимать по таблице 1.18 или по таблицам 8.1.1, 8.1.2 [44].

Таблица 1.18 (т. 8.1.1, 8.1.2 [44])

Расчетная схема	Максимальный прогиб $a$	Расчетная схема	Максимальный прогиб $a$
	$a = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l^4}{EI}$		$a = \frac{P_k l^3}{3EI}$
	$a = \frac{P_k l^3}{48EI}$		$a = \frac{P_k a^2}{6EI} (3l - a)$
	$a = \frac{P_k l^3}{28,17EI}$		$a_{\text{lim}} = \frac{q_k l^4}{8EI}$
	$a = \frac{P_k a^3 b^3}{3EI \cdot l},$ при $x=a$		$a = \frac{q_k a^3}{24EI} (4l - a)$
	$a = \frac{P_k a}{24EI} (3l^2 - 4a^2)$		$a = \frac{q_k l^3}{30EI}$
<p>Прогиб в середине пролета неразрезной балки <math>a = a_0 + \frac{M_{\text{л}} + M_{\text{пр}}}{16EI}</math>,</p> <p>где <math>a_0</math> – прогиб в середине пролета простой балки;</p> <p><math>M_{\text{л}}, M_{\text{пр}}</math> – абсолютные значения моментов на левой и правой опорах.</p>			

## Глава 2. Общие вопросы расчета металлических конструкций

### 2.1 Стали и их характеристики

#### 2.1.1 Номинальные значения предела текучести $f_y$ и предела прочности на растяжение (временного сопротивления) $f_u$ горячекатаной конструкционной стали по EN 10025, EN 10210-1, EN 10219-1

(1) При выполнении расчетов номинальные значения параметров свойств материалов, приведенные в таблицах 2.1 и 2.2, следует принимать как характеристические.

Таблица 2.1 (т. 3.1 [37]) – Номинальные значения предела текучести  $f_y$  и предела прочности на растяжение (временного сопротивления)  $f_u$  горячекатаной конструкционной стали по EN 10025 и EN 10210-1

Стандарт и марка стали	Номинальная толщина элемента $t$ , мм			
	$t \leq 40$		$40 < t \leq 80$	
	$f_y$ , Н/мм <sup>2</sup>	$f_u$ , Н/мм <sup>2</sup>	$f_y$ , Н/мм <sup>2</sup>	$f_u$ , Н/мм <sup>2</sup>
<b>EN 10025-2</b>				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	410	550
<b>EN 10025-3</b>				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
<b>EN 10025-4</b>				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
<b>EN 10025-5</b>				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490
<b>EN 10025-6</b>				
S 460 Q/QL/QL1	460	570	440	550
<b>EN 10210-1</b>				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550

Таблица 2.2 (т. 3.1 [37]) – Номинальные значения предела текучести  $f_y$  и предела прочности на растяжение (временного сопротивления)  $f_u$  горячекатаной конструкционной стали по EN 10219-1

Марки стали по EN 10219-1	Номинальная толщина элемента $t$ , мм	
	$t \leq 40$	
	$f_y$ , Н/мм <sup>2</sup>	$f_u$ , Н/мм <sup>2</sup>
S 235 H	235	360
S 275 H	275	430
S 355 H	355	510
S 275 NH/NLH	275	370
S 355 NH/NLH	355	470
S 460 NH/NLH	460	550
S 275 MH/MLH	275	360
S 355 MH/MLH	355	470
S 420 MH/MLH	420	500
S 460 MH/MLH	460	530

### 2.1.2 Номинальные значения предела текучести $f_y$ и предела прочности (временного сопротивления) $f_u$ стали при растяжении, сжатии и изгибе листового, широкополочного универсального и фасонного проката по ГОСТ 27772-88

Таблица 2.3 (т. НП1 [37]) – Номинальные значения предела текучести  $f_y$  и предела прочности (временного сопротивления)  $f_u$  стали при растяжении, сжатии и изгибе листового, широкополосного универсального и фасонного проката по ГОСТ 27772-88

Класс прочности стали по ГОСТ 27772-88	Номинальная толщина проката*, мм	Листовой широкополосный универсальный		Фасонный прокат	
		$f_y^{**}$ , Н/мм <sup>2</sup>	$f_u^{**}$ , Н/мм <sup>2</sup>	$f_y^{**}$ , Н/мм <sup>2</sup>	$f_u^{**}$ , Н/мм <sup>2</sup>
C235	$2 \leq t \leq 20$	235	360	235	360
	$20 < t \leq 40$	225	360	225	360
	$40 < t \leq 100$	215	360	–	–
	$t > 100$	195	360	–	–
C245	$2 \leq t \leq 20$	245	370	245	370
	$20 < t \leq 30$	–	–	235	370
C255	$2 \leq t \leq 3,9$	255	380	–	–
	$4 \leq t \leq 10$	245	380	255	380
	$10 < t \leq 20$	245	370	245	370
	$20 < t \leq 40$	235	370	235	370
C275	$2 \leq t \leq 10$	275	380	275	390
	$10 < t \leq 20$	265	370	275	380
C285	$2 \leq t \leq 3,9$	285	390	–	–
	$4 \leq t \leq 10$	275	390	285	400
	$10 < t \leq 20$	265	380	275	390

## Окончание таблицы 2.3

Класс прочности стали по ГОСТ 27772-88	Номинальная толщина проката *, мм	Листовой широкополосный универсальный		Фасонный прокат	
		$f_y^{**}$ , Н/мм <sup>2</sup>	$f_u^{**}$ , Н/мм <sup>2</sup>	$f_y^{**}$ , Н/мм <sup>2</sup>	$f_u^{**}$ , Н/мм <sup>2</sup>
С345	$2 \leq t \leq 10$	345	490	345	490
	$10 < t \leq 20$	325	470	325	470
	$20 < t \leq 40$	305	460	305	460
	$40 < t \leq 60$	285	450	–	–
	$60 < t \leq 80$	275	440	–	–
	$80 < t \leq 160$	265	430	–	–
С345К	$4 \leq t \leq 10$	345	470	345	470
С375	$2 \leq t \leq 10$	375	510	375	510
	$10 < t \leq 20$	355	490	355	490
	$20 < t \leq 40$	335	480	335	480
С390	$4 \leq t \leq 50$	390	540	–	–
С390К	$4 \leq t \leq 30$	390	540	–	–
С440	$4 \leq t \leq 30$	440	590	–	–
	$30 < t \leq 50$	410	570	–	–
С590	$10 \leq t \leq 36$	540	635	–	–
С590К	$16 \leq t \leq 40$	540	635	–	–

\* За толщину фасонного проката следует принимать толщину полки.  
\*\* За номинальные значения приняты гарантированные значения предела текучести и временного сопротивления стали.  
Примечание – Прокат толщиной  $t \geq 25$  мм элементов сварных конструкций, работающих на растяжение в направлении толщины, и остальной прокат толщиной  $t > 40$  мм должны удовлетворять требованиям ГОСТ 28870 и ТНПА на проектирование стальных конструкций.

### 2.1.3 Номинальные значения предела текучести $f_y$ и предела прочности (временного сопротивления) $f_u$ стали при растяжении, сжатии и изгибе круглых труб, выпускаемых до 2015 г.

Таблица 2.4 (т. НП.2 [37]) – Номинальные значения предела текучести  $f_y$  и временного сопротивления  $f_u$  стали при растяжении, сжатии и изгибе круглых труб

Марка стали и ГОСТ	Стандарт	Номинальная толщина проката, мм	$f_y^*$ , Н/мм <sup>2</sup>	$f_u^*$ , Н/мм <sup>2</sup>
СтЗкп, СтЗпс, СтЗсп по ГОСТ 380	ГОСТ 10705	$t \leq 10$	225	370
СтЗпс, СтЗсп по ГОСТ 380	ГОСТ 10706	$4 \leq t \leq 15$	245	370
20 ГОСТ 1050	ГОСТ 8731	$4 \leq t \leq 36$	245	410

\* За номинальные значения приняты гарантированные значения предела текучести и временного сопротивления стали, установленные в стандартах на прокат.

## 2.1.4 Номинальные значения предела текучести $f_y$ и предела прочности (временного сопротивления) $f_u$ стали при растяжении, сжатии и изгибе листового, широкополочного универсального и фасонного проката по ГОСТ 27772-2015

Таблица 2.5 – Номинальные значения предела текучести  $f_y$  и предела прочности (временного сопротивления)  $f_u$  стали при растяжении, сжатии и изгибе листового, широкополосного универсального, заготовок для гнутых профилей и фасонного проката по ГОСТ 27772-2015 [3]

Наименование стали	Толщина проката *, мм	Листовой и широкополосный универсальный и заготовки для гнутых профилей		Фасонный прокат	
		$f_y^{**}$ , Н/мм <sup>2</sup>	$f_u^{**}$ , Н/мм <sup>2</sup>	$f_y^{**}$ , Н/мм <sup>2</sup>	$f_u^{**}$ , Н/мм <sup>2</sup>
C235	$2,0 \leq t \leq 4,0$	235	360	–	–
C245	$2,0 \leq t \leq 3,9$	245	370	–	–
	$4,0 < t \leq 10$	235	370	255	380
	$10 < t \leq 20$			245	370
	$20 < t \leq 30$			235	370
	$30 < t \leq 40$	–	–	–	–
C255	$2,0 \leq t \leq 3,9$	255	380	–	–
	$4,0 \leq t \leq 10$	245	380	255	380
	$10 < t \leq 20$	245	370	245	370
	$20 < t \leq 40$	235	370	235	370
C345	$2,0 \leq t \leq 3,9$	345	490	–	–
	$4,0 \leq t \leq 10$	345	490	345	480
	$10 < t \leq 20$	325	470	325	470
	$20 < t \leq 40$	305	460	305	460
	$40 < t \leq 60$	285	450	–	–
	$60 < t \leq 80$	275	440	–	–
	$80 < t \leq 160$	265	430	–	–
C345К	$4,0 \leq t \leq 10$	345	470	345	470
C355	$8 \leq t \leq 16$	355	470	355	470
	$16 < t \leq 40$	345	470	345	470
	$40 < t \leq 60$	335	470	–	–
	$60 < t \leq 80$	325	460	–	–
	$80 < t \leq 100$	315	460	–	–
	$100 < t \leq 160$	295	460	–	–
C355-1	$8 \leq t \leq 16$	355	470	355	480
	$16 < t \leq 40$	345	470	345	480
	$40 < t \leq 50$	335	470	–	–
C355К	$8 \leq t \leq 16$	355	470	–	–
	$16 < t \leq 40$	345	470	–	–
	$40 < t \leq 50$	335	470	–	–
C355П	$8 \leq t \leq 16$	355	470	–	–
	$16 < t \leq 40$	345	470	–	–
C390-1	$8 \leq t \leq 50$	390	520	–	–

Окончание таблицы 2.5

Наименование стали	Толщина проката *, мм	Листовой и широкополосный универсальный и заготовки для гнутых профилей		Фасонный прокат	
		$f_y^{**}$ , Н/мм <sup>2</sup>	$f_u^{**}$ , Н/мм <sup>2</sup>	$f_y^{**}$ , Н/мм <sup>2</sup>	$f_u^{**}$ , Н/мм <sup>2</sup>
С390	$8 \leq t \leq 10$	390	520	390	520
	$10 \leq t \leq 20$			380	500
	$20 \leq t \leq 40$			370	490
	$40 \leq t \leq 50$			–	–
С440	$8 \leq t \leq 50$	440	540	–	–
С550	$8 \leq t \leq 50$	540	640	–	–
С590	$8 \leq t \leq 40$	590	685	–	–

\* За толщину фасонного проката следует принимать толщину полки.

\*\* За номинальные значения приняты гарантированные значения предела текучести и временного сопротивления стали.

**Примечание.** Буква «К» – сталь с повышенной коррозионной стойкостью, «П» – сталь с повышенной огнестойкостью. Цифра 1 в первом столбце означает вариант химического состава

### 2.1.5 Требования к пластичности стали

(1) Минимальная пластичность сталей, приведенных в таблицах 2.1 – 2.4, должна быть выражена предельными значениями величин, приведенных в таблице 2.5.

Таблица 2.6 (п. 3.2.2 [37]) – Минимальные требования к пластичности сталей

Величина	Минимальное значение в зависимости от стандарта на сталь	
	EN 10025-2 (3, 4, 5) EN 10210-1 EN 10219-1	Национальное приложение
Отношение минимального значения временного сопротивления на растяжение $f_u$ к минимальному значению предела текучести $f_y$	$f_u / f_y > 1,10$	$f_u / f_y > 1,30$
Относительное удлинение после разрыва образца длиной $5,65 \sqrt{A_0}$ (где $A_0$ – начальная площадь поперечного сечения)	не менее 15 %;	
Предельная деформация $\epsilon_u$ , соответствующая временному сопротивлению $f_u$	$\epsilon_u > 15\epsilon_y$ , где $\epsilon_y$ – упругая деформация ( $\epsilon_y = f_y / E$ )	

### 2.1.6 Расчетные значения физических характеристик материалов

Таблица 2.7 (п. 3.2.6 [37]) – Расчетные значения физических характеристик материалов

Характеристика	Значение	Характеристика	Значение
Модуль упругости $E$ , Н/мм <sup>2</sup>	210 000	Плотность стали $\rho$ , кг/м <sup>3</sup> :	7850
Модуль сдвига $G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)}$ , Н/мм <sup>2</sup>	80770	Коэффициент Пуассона в упругой стадии $\nu$	0,3
Коэффициент линейного термического расширения $\alpha$ , К <sup>-1</sup> (при $T < 100$ °С)			$12 \cdot 10^{-6}$
<i>Примечание</i> – При определении усилий, напряжений, деформаций от температурных перепадов в сталежелезобетонных конструкциях по EN 1994, коэффициент линейного термического расширения принимается равным $\alpha = 10 \cdot 10^{-6}$ К <sup>-1</sup> .			

## 2.2 Частные коэффициенты $\gamma_M$

Таблица 2.8 (п. 6.1, НП [37]) – Частные коэффициенты  $\gamma_M$

Сопротивление элементов и поперечных сечений	Обозначение	Значение	
		EN 10025-2 (3,4,5) EN 10210-1 EN 10219-1	Национальное приложение
Сопротивления поперечных сечений независимо от класса	$\gamma_{M0}$	1	$\gamma_m / \gamma_c$
Сопротивления элемента при потере устойчивости	$\gamma_{M1}$	1	
Сопротивления поперечных сечений, определяемые с использованием предела прочности стали	$\gamma_{M2}$	1,25	$\gamma_u = 1,3$

где  $\gamma_m$  – коэффициент безопасности по материалу:  
 – для конструкций, изготовленных после 1982 г., равный 1,025 для проката, поставляемого по ГОСТ 27772 или другим ТНПА, в которых используется процедура контроля свойств проката по ГОСТ 27772, и равный 1,050 – для остального проката [37];  
 – для конструкций, изготовленных в период с 1932 г. по 1982 г., –  $\gamma_m = 1,1$  для сталей с  $f_y < 380 \text{ Н/мм}^2$  и  $\gamma_m = 1,15$  для сталей с  $f_y > 380 \text{ Н/мм}^2$  (п. 8.4.5 [40]);  
 – для конструкций, изготовленных в период до 1932 г., и для сталей, у которых при испытаниях получено значение  $f_y < 215 \text{ Н/мм}^2$ , –  $\gamma_m = 1,2$  (п. 8.4.5 [40]);  
 $\gamma_c$  – коэффициент условий работы, рекомендуемые значения представлены в таблице 2.9;  
 $\gamma_u$  – коэффициент надежности, равный 1,3 для элементов, рассчитываемых на прочность с использованием расчетных сопротивлений  $R_u$ , установленных по временному сопротивлению стали (пределу прочности).

## 2.3 Рекомендуемые значения коэффициента условий работы $\gamma_c$

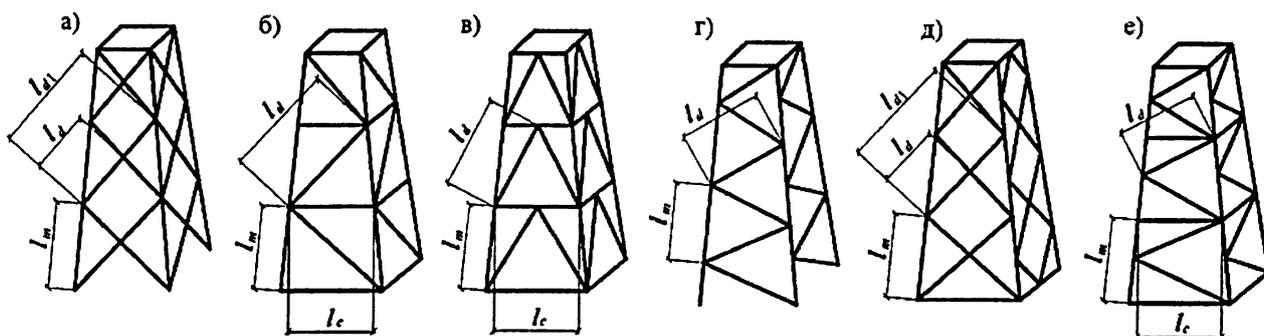
Таблица 2.9 (т.1 [27], т.6\*[31]) – Рекомендуемые значения коэффициента условий работы

Элементы конструкций	$\gamma_c$
1 Сжатые основные элементы (кроме опорных) решетки составного таврового сечения из двух уголков в сварных фермах покрытий и перекрытий при расчете на устойчивость указанных элементов с гибкостью $\lambda \geq 60$	0,80
2 Растянутые элементы (затяжки, тяги, оттяжки, подвески) при расчете на прочность по неослабленному сечению	0,90
3 Элементы конструкций из стали с пределом текучести до $440 \text{ Н/мм}^2$ , несущие статическую нагрузку, при расчете на прочность по сечению, ослабленному отверстиями для болтов (кроме фрикционных соединений)	1,10
4 Сжатые элементы решетки пространственных решетчатых конструкций из одиночных уголков, прикрепляемые одной полкой а) непосредственно к поясам сварными швами либо двумя болтами и более, установленными вдоль уголка: раскосы по рисунку 2.1, а и распорки по рисунку 2.1, б, в, е раскосы по рисунку 2.1, в, г, д, е	0,90 0,80
5 Сжатые элементы из одиночных уголков, прикрепляемых одной полкой, за исключением плоских ферм из одиночных уголков	0,75
6 Опорные плиты из стали с пределом текучести до $285 \text{ Н/мм}^2$ , несущие статическую нагрузку, толщиной, мм: *	
а) $t \leq 40$	1,20
б) $40 < t \leq 60$	1,15
в) $60 < t \leq 80$	1,10

\* – пункт 6 учитывать только при подборе опорных плит по методике СНиП II-23

1. Коэффициенты  $\gamma_c < 1$  при расчете совместно учитывать не следует.

2. В случаях, не оговоренных в настоящей таблице, в формулах следует принимать  $\gamma_c = 1$ .



а, б, в – с совмещенными в смежных гранях узлами; г, д – с несовмещёнными в смежных гранях узлами; е – с частично совмещенными в смежных гранях узлами

Рисунок 2.1 (рис.15 [27]) – Схемы пространственных решетчатых конструкций

## 2.4 Условные обозначения осей элементов

(1) Условные обозначения осей элементов следующие:

$x$  – продольная ось элемента;  $y$  – поперечная ось элемента;  $z$  – поперечная ось элемента.

(2) Символы, используемые для обозначения размеров и осей прокатных профилей, показаны на рисунке 2.2.

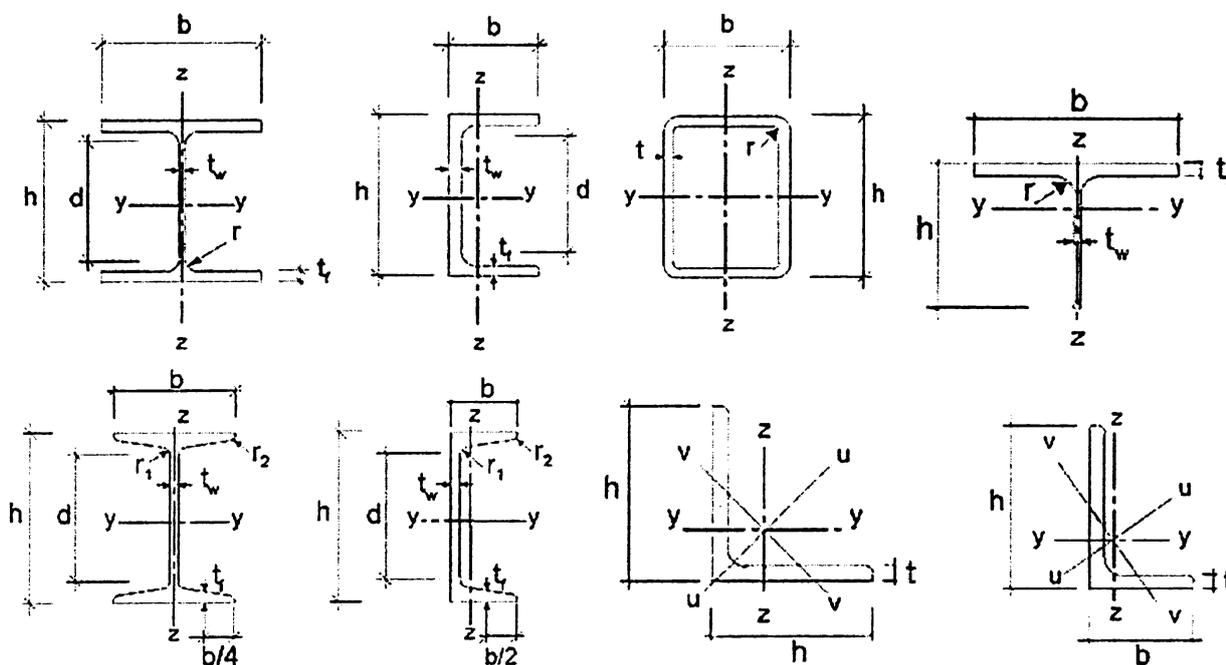


Рисунок 2.2 (рис. 1.1 [37]) – Размеры и оси сечений

## 2.5 Классификация поперечных сечений

(1) Поперечное сечение классифицируется по наивысшему (менее благоприятному) классу его сжатых частей. Исключения приведены в 6.2.1(10) [37] и 6.2.2.4(1) [37].

(2) Предельные отношения  $c/t$  для сечений классов 1, 2 и 3 следует принимать по таблице 2.11–2.14. Часть сечения, которая не соответствует предельным отношениям для сечения класса 3, должна быть отнесена к сечению класса 4.

(3) Если предполагается, что стенка воспринимает только поперечные силы и, следовательно, не повышает сопротивления поперечного сечения изгибу и осевому усилию, то поперечное сечение может быть рассчитано как сечение класса 2, 3 или 4 в зависимости только от класса полки.

Таблица 2.10 – Классы поперечных сечений

Класс	Описание
1	Поперечные сечения, в которых может образоваться пластический шарнир с вращательной способностью, требуемой для расчета в пластической стадии и достигаемой без снижения несущей способности
2	Поперечные сечения, в которых могут развиваться пластические деформации, но в которых ограничена вращательная способность вследствие потери местной устойчивости
3	Поперечные сечения, в которых напряжение в крайних сжатых волокнах стального элемента при упругом распределении напряжений может достигнуть предела текучести, но потеря местной устойчивости препятствует развитию пластических деформаций
4	Поперечные сечения, в которых потеря местной устойчивости наступает до достижения предела текучести в одной или более зонах поперечного сечения

Таблица 2.11 (т. 5.2 [37]) – Предельные значения отношения  $c/t$  для пластинок с двухсторонним закреплением (стенки сечений)

Класс	Часть, подвергнутая изгибу			Часть, подвергнутая изгибу и сжатию
	Часть, подвергнутая изгибу	Часть, подвергнутая сжатию	Часть, подвергнутая изгибу и сжатию	
Распределение напряжений в частях (сжатие положительно)				
1	$c/t \leq 72\varepsilon$	$c/t \leq 33\varepsilon$	При $\alpha > 0,5$ : $c/t \leq \frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1}$ При $\alpha \leq 0,5$ : $c/t \leq \frac{36\varepsilon}{\alpha}$	
2	$c/t \leq 83\varepsilon$	$c/t \leq 38\varepsilon$	При $\alpha > 0,5$ : $c/t \leq \frac{456\varepsilon}{13\alpha - 1}$ При $\alpha \leq 0,5$ : $c/t \leq \frac{41,5\varepsilon}{\alpha}$	

Окончание таблицы 2.11

Класс	Часть, подвергнутая изгибу	Часть, подвергнутая сжатию	Часть, подвергнутая изгибу и сжатию			
Распределение напряжений в частях (сжатие положительно)						
3	$c/t \leq 124\varepsilon$	$c/t \leq 42\varepsilon$	При $\psi > -1$ : $c/t \leq \frac{42\varepsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ При $\psi \leq -1^*$ : $c/t \leq 62\varepsilon \cdot (1 - \psi) \sqrt{(-\psi)}$			
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	$f_y$	235	275	355	420	460
	$\varepsilon$	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71
* $\psi \leq -1$ для тех случаев, когда сжимающее напряжение $\sigma \leq f_y$ или деформация растяжения $\varepsilon_y > f_y/E$ .						

Таблица 2.12 (т. 5.2 [37]) – Предельные значения отношения  $c/t$  для пластинок с односторонним закреплением (свесы полок сечений)

		Прокатные профили		Сварные профили		
Класс	Часть, подвергнутая сжатию	Часть, подвергнутая изгибу и сжатию				
		Сжатие на конце		Растяжение на конце		
Распределение напряжений в частях (сжатие положительно)						
1	$c/t \leq 9\varepsilon$	$c/t \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha}$		$c/t \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$		
2	$c/t \leq 10\varepsilon$	$c/t \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha}$		$c/t \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$		
Распределение напряжений в частях (сжатие положительно)						
3	$c/t \leq 14\varepsilon$	$c/t \leq 21\varepsilon\sqrt{k_\sigma}$ $k_\sigma$ см. EN 1993-1-5				
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	$f_y$	235	275	355	420	460
	$\varepsilon$	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

Таблица 2.13 (т. 5.2 [37]) – Предельные значения отношения для уголков

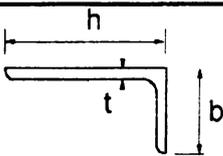
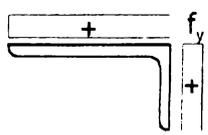
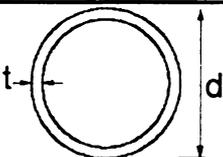
<b>Уголки</b>		
Дополнительно следует проверить требования по Таблице 2.12 «Свесы полок сечений»		Не применять при непрерывном креплении полки уголка к другой детали
Класс	Сечение, подвергнутое сжатию	
Распределение напряжений по всему сечению (сжатие положительно)		
3	$h/t \leq 15\varepsilon \text{ и } \frac{b+h}{2t} \leq 11,5\varepsilon$	

Таблица 2.14 (т. 5.2 [37]) – Предельные значения отношения для труб

<b>Трубы</b>						
						
Класс	Сечение, подвергнутое изгибу и/или сжатию					
1	$d/t \leq 50\varepsilon^2$					
2	$d/t \leq 70\varepsilon^2$					
3	$d/t \leq 90\varepsilon^2$					
	Для $d/t > 90\varepsilon^2$ см. EN 1993-1-6					
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	$f_y$	235	275	355	420	460
	$\varepsilon$	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71
	$\varepsilon^2$	1,00	0,85	0,66	0,56	0,51

## Глава 3. Сопротивление элементов и поперечных сечений

### 3.1 Сопротивление поперечных сечений (проверки прочности)

#### 3.1.1 Общие положения

(1) Для проверки упругой стадии допускается использовать следующий критерий для критической точки поперечного сечения

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right) \cdot \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right) + 3 \cdot \left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 \leq 1, \quad (3.1)$$

где  $\sigma_{x,Ed}$  – расчетное нормальное напряжение, параллельное оси X элемента, в рассматриваемой точке;

$\sigma_{z,Ed}$  – расчетное нормальное напряжение, параллельное оси Z элемента, в рассматриваемой точке;

$\tau_{Ed}$  – расчетное касательное напряжение в рассматриваемой точке.

(2) Прочность поперечных сечений всех классов допускается с запасом оценивать суммированием отношений «действующее усилие/сопротивление» для каждого усилия. Для поперечных сечений класса 1–3, подвергнутых сочетанию усилий  $N_{Ed}$ ,  $M_{y,Ed}$  и  $M_{z,Ed}$ , этот метод допускается применять при использовании следующего критерия:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1, \quad (3.2)$$

где  $N_{Rd}$ ,  $M_{y,Rd}$  и  $M_{z,Rd}$  – расчетные сопротивления, зависящие от класса поперечных сечений и включающие все возможные понижающие факторы, обусловленные действием сдвига (см. 6.2.8 [37]).

#### 3.1.2 Площадь поперечного сечения нетто $A_{net}$

(1) Площадь поперечного сечения нетто следует принимать равной площади брутто за вычетом площадей поперечных сечений всех отверстий и других ослаблений.

(2) При рядовом расположении отверстий их общая вычитаемая площадь должна равняться максимальной сумме площадей сечения отверстий в любом поперечном сечении, перпендикулярном к оси элемента (см. плоскость разрушения 2 на рисунке 3.1).

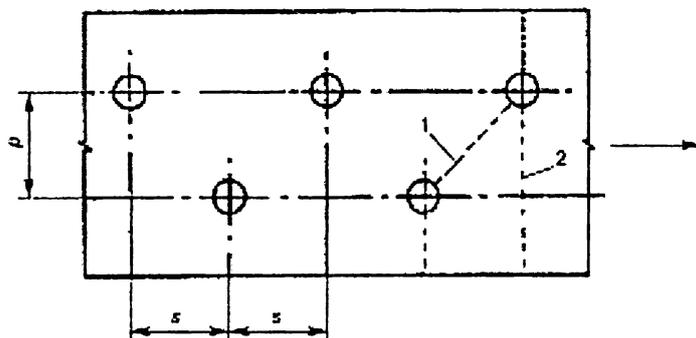


Рисунок 3.1 (рис. 6.1 [37]) – Отверстия, расположенные в шахматном порядке, и линии критического разрушения 1 и 2

(3) При шахматном расположении отверстий общая вычитаемая площадь отверстий должна быть не менее:

а) вычитаемой площади отверстий, вычисленной по указаниям в (2);

б)  $t \cdot \left( nd_0 - \sum \frac{s^2}{4p} \right), \quad (3.3)$

где  $s$  – шаг при расположении в шахматном порядке; расстояние между центрами двух расположенных рядом отверстий, измеренное по линии, параллельной оси элемента;

$p$  – расстояние между центрами тех же двух отверстий, измеренное по линии, перпендикулярной к оси элемента;

$t$  – толщина;

$n$  – количество отверстий, расположенных на любой диагональной или зигзагообразной линии, проходящей через весь элемент или его часть (рисунок 3.1);

$d_0$  – диаметр отверстия.

(4) В уголках или других элементах с отверстиями, расположенными более чем в одной плоскости, расстояние  $p$  следует измерять между осями отверстий вдоль элемента (рисунок 3.2).

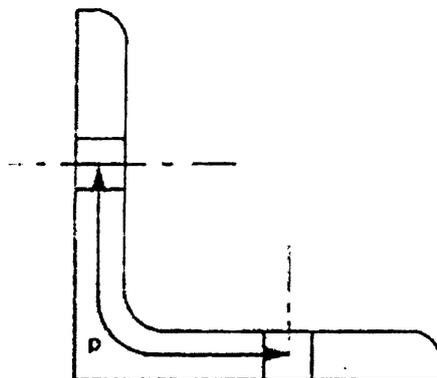


Рисунок 3.2 (рис. 6.2 [37]) – Уголки с отверстиями в обеих полках

### 3.1.3 Центральное растяжение

Таблица 3.1

$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1,0$	$N_{Ed}$ – расчетное значение осевой силы; $N_{t,Rd}$ – сопротивление растяжению поперечного сечения
$N_{t,Rd} = N_{pl,Rd} = \frac{Af_y}{\gamma_{M0}}$	Сопротивление растяжению поперечного сечения брутто в пластической стадии
$N_{t,Rd} = N_{u,Rd} = \frac{0,9A_{net}f_u}{\gamma_{M2}}$	Сопротивление растяжению поперечного сечения нетто в пластической стадии при наличии отверстий для болтов
$N_{t,Rd} = N_{net,Rd} = \frac{A_{net}f_y}{\gamma_{M0}}$	Только для фрикционных соединений категории С (см. 5.4.1(с)) для поперечных сечений нетто при наличии отверстий для болтов
$A$ – площадь поперечного сечения брутто; $A_{net}$ – площадь поперечного сечения нетто, см. 3.1.2.	

### 3.1.4 Центральное сжатие (прочность)

Таблица 3.2

$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1,0$	$N_{Ed}$ – расчетное значение осевой силы; $N_{c,Rd}$ – сопротивление равномерному сжатию поперечного сечения
$N_{c,Rd} = \frac{Af_y}{\gamma_{M0}}$	сопротивление сжатию поперечного сечения классов 1, 2 и 3
$N_{c,Rd} = \frac{A_{eff}f_y}{\gamma_{M0}}$	сопротивление сжатию поперечного сечения класса 4
$A_{eff}$ – эффективная площадь поперечного сечения (см. 4.4 [38]).	

(1) Отверстия для крепежных деталей, за исключением отверстий с большим припуском и овальных отверстий, определенных в EN 1090 (т.11 [1]; п.5.9), в сжатых элементах не учитываются, если в отверстия установлены болты.

### 3.1.5 Изгиб

Таблица 3.3

$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$	$M_{Ed}$ – расчетное значение изгибающего момента; $M_{c,Rd}$ – сопротивление изгибу относительно одной из главных осей поперечного сечения
$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}}$	Сопротивление изгибу поперечных сечений классов 1 и 2
$M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = \frac{W_{el,min} f_y}{\gamma_{M0}}$	Сопротивление изгибу поперечных сечений класса 3
$M_{c,Rd} = \frac{W_{eff,min} f_y}{\gamma_{M0}}$	Сопротивление изгибу поперечных сечений класса 4
<p><math>W_{pl}</math> – момент сопротивления сечения в пластической стадии, равный сумме статических моментов полусечений относительно нейтральной оси в пластической стадии, для симметричных сечений <math>W_{pl} = 2 \cdot S</math>;</p> <p><math>W_{el,min}</math> – минимальный момент сопротивления сечения в упругой стадии;</p> <p><math>W_{eff,min}</math> – минимальный момент сопротивления эффективного сечения (см. 4.4 [38]);</p> <p>Примечание: отверстия для крепежных деталей в растянутой полке допускается не учитывать при выполнении условия:</p> $\frac{A_{f,net} 0,9f_u}{\gamma_{M2}} \geq \frac{A_f f_y}{\gamma_{M0}},$ <p>где <math>A_f</math> – площадь сечения растянутой полки.</p>	

### 3.1.6 Сдвиг

Таблица 3.4

$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0$	$V_{Ed}$ – расчетное усилие сдвига; $V_{c,Rd}$ – сопротивление сдвигу поперечного сечения
$V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = \frac{A_v \cdot (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$	Сопротивление сдвигу в пластической стадии при отсутствии кручения
$V_{c,Rd} = \frac{I \cdot t (f_y / \sqrt{3})}{S \cdot \gamma_{M0}}$	Сопротивление сдвигу в упругой стадии (если местная устойчивость обеспечена)
<p><math>S</math> – статический момент сдвигаемой части сечения относительно нейтральной оси;</p> <p><math>I</math> – момент инерции поперечного сечения;</p> <p><math>t</math> – толщина сечения в рассматриваемой точке;</p> <p><math>A_v</math> – площадь сдвига;</p> <p>а) для прокатных двутавровых сечений, нагрузка параллельна стенке, <math>A_v = A - 2bt_f + (t_w + 2r) \cdot t_f</math>, но не менее <math>\eta h_w t_w</math>;</p> <p>б) для прокатных швеллерных сечений, нагрузка параллельна стенке <math>A - 2bt_f + (t_w + r) \cdot t_f</math>;</p> <p>в) для тавровых сечений, нагрузка параллельна стенке:</p> <p>– для прокатных тавровых сечений <math>A - bt_f + (t_w + 2r) \cdot \frac{t_f}{2}</math>;</p> <p>– для сварных тавровых сечений <math>t_w \cdot \left( h - \frac{t_f}{2} \right)</math>;</p> <p>д) для сварных двутавровых и коробчатых сечений, нагрузка параллельна стенке <math>\eta \cdot \Sigma(h_w t_w)</math>;</p> <p>е) для сварных двутавровых и коробчатых сечений, нагрузка параллельна полкам <math>A - \Sigma(h_w t_w)</math>;</p>	

Окончание таблицы 3.4

f) для прямоугольных замкнутых сечений из листового проката постоянной толщины: – нагрузка параллельна высоте сечения $Ah/(b+h)$ ; – нагрузка параллельна ширине сечения $Ab/(b+h)$ ; г) для круглых замкнутых сечений из листового проката и труб постоянной толщины $2A/\pi$ ; <i>Примечание</i> — Значение $\eta$ с запасом допускается принимать равным 1,0.
--

Для проверки на сдвиг в упругой стадии можно применять условие по таблице 3.5, если только обеспечена местная устойчивость согласно EN 1993-1-5 (раздел 5 [38]).

Таблица 3.5

$\frac{\tau_{Ed}}{f_y/(\sqrt{3}\gamma_{M0})} \leq 1,0$	<b>Проверка на сдвиг в упругой стадии (при условии обеспечения местной устойчивости)</b>
$\tau_{Ed} = \frac{V_{Ed} S}{It}$	для всех сечений
$\tau_{Ed} = \frac{V_{Ed}}{A_w} = \frac{V_{Ed}}{h_w \cdot t_w}$	для двутавровых сечений, если $A_r/A_w \geq 6$
$A_f$ – площадь сечения одной полки; $A_w$ – площадь поперечного сечения стенки: $A_w = h_w \cdot t_w$ .	

**3.1.7 Изгиб и сдвиг**

Таблица 3.6

$V_{Ed} \leq 0,5V_{pl,Rd}$	<b>Влиянием сдвига на сопротивление изгибу можно пренебречь</b>
$V_{Ed} > 0,5V_{pl,Rd}$	<p><b>Влияние сдвига на сопротивление изгибу следует учитывать</b></p> <p>Уменьшенное сопротивление изгибу следует принимать равным расчетному сопротивлению поперечного сечения, рассчитанному по уменьшенному значению предела текучести для площади сдвига <math>A_v</math></p> $(1-\rho)f_y,$ <p>где <math>\rho = \left( \frac{2V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2</math> и <math>V_{pl,Rd}</math> определяется по 3.1.6 (таблица 3.4).</p> <p><i>Примечание</i> — Уменьшенное сопротивление изгибу в пластической стадии с учетом сдвигающего усилия для симметричных двутавровых сечений, изгибаемых относительно главной оси, допускается определить по формуле:</p> $M_{y,V,Rd} = \frac{\left[ W_{pl,y} - \frac{\rho A_w^2}{4t_w} \right] f_y}{\gamma_{M0}}, \text{ но } M_{y,V,Rd} \leq M_{y,c,Rd},$ <p>где <math>M_{y,c,Rd}</math> определяется по 3.1.5 (таблица 3.3) и <math>A_w = h_w t_w</math>.</p>

**3.1.8 Осевое усилие и изгиб**

Таблица 3.7

<b>Поперечные сечения классов 1 и 2</b>	
$M_{Ed} \leq M_{N,Rd}$	$M_{Ed}$ – расчетное значение изгибающего момента; $M_{N,Rd}$ – сопротивление изгибу в пластической стадии, уменьшенное вследствие действия осевого усилия $N_{Ed}$

Продолжение таблицы 3.7

$N_{Ed} \leq 0,25N_{pl,Rd}$ $N_{Ed} \leq \frac{0,5h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}}$	<p>Для двутавровых сечений с двумя осями симметрии или других сечений с полками, влияние осевой силы на сопротивление изгибу относительно оси <math>y - y</math> в пластической стадии допускается пренебречь</p>
$N_{Ed} \leq \frac{h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}}$	<p>Для двутавровых сечений с двумя осями симметрии, влияние осевой силы на сопротивление изгибу относительно оси <math>z - z</math> в пластической стадии допускается пренебречь</p>
<p>Для прокатных и сварных двутавров с равными полками</p> $M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} (1 - n) / (1 - 0,5a),$ <p>но не более <math>M_{pl,y,Rd}</math></p>	<p><math>M_{pl,y,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M0}</math> – расчетное значение сопротивления поперечного сечения на изгиб в пластической стадии относительно оси <math>y-y</math>;</p> <p><math>n = N_{Ed} / N_{pl,Rd}</math> ;</p> <p><math>a = (A - 2bt_f) / A \leq 0,5</math> ;</p> <p><math>N_{pl,Rd}</math> – расчетное значение сопротивления поперечного сечения на сжатие в пластической стадии</p>
<p>Для прямоугольных замкнутых сечений из листового проката постоянной толщины и для сварных коробчатых сечений с равными полками и стенками</p> $M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0,5a_w),$ <p>но не более <math>M_{pl,y,Rd}</math></p>	<p><math>a_w = (A - 2bt) / A,</math> но <math>a_w \leq 0,5</math> – для прямоугольных замкнутых сечений;</p> <p><math>a_w = (A - 2bt_f) / A,</math> но <math>a_w \leq 0,5</math> – для сварных коробчатых сечений</p>
<p>При двухосном изгибе</p> $\left[ \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^\alpha + \left[ \frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta \leq 1$	<p><math>\alpha</math> и <math>\beta</math> – параметры, принимаемые равными единице (с некоторым запасом) или значениям:</p> <p><math>\alpha = 2; \beta = 5n \geq 1</math> – для двутавровых поперечных сечений;</p> <p><math>\alpha = 2; \beta = 2</math> – для круглых труб;</p> <p><math>\alpha = \beta = \frac{1,66}{1 - 1,13n} \leq 6</math> – для прямоугольных труб</p>
<p><b>Поперечные сечения класса 3</b></p>	
$\sigma_{x,Ed} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$ $\sigma_{x,Ed} = \frac{N_{Ed}}{A} + \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{W_{el,z}}$	<p><math>\sigma_{x,Ed}</math> – расчетное нормальное напряжение от действия момента и осевой силы с учетом отверстий для болтов в необходимых случаях (см. 6.2.3 – 6.2.5 [37])</p>
<p><b>Поперечные сечения класса 4</b></p>	
$\sigma_{x,Ed} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}};$ <p>или</p> $\sigma_{x,Ed} = \frac{N_{Ed}}{A_{eff}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{N,y}}{W_{eff,y,min}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{N,z}}{W_{eff,z,min}} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$	<p><math>\sigma_{x,Ed}</math> – расчетное нормальное напряжение от действия момента и осевой силы с учетом отверстий для болтов в необходимых случаях (см. 6.2.3 – 6.2.5 [37]);</p> <p><math>A_{eff}</math> – площадь эффективного поперечного сечения, вычисленная при действии только равномерного сжатия;</p> <p><math>W_{eff,min}</math> – минимальный момент сопротивления (соответствующий волокнам с максимальными упругими напряжениями) эффективного поперечного сечения, вычисленные при действии только изгибающего момента относительно осей <math>y-y</math> и <math>z-z</math>, соответственно;</p>

Окончание таблицы 3.7

	$e_N$ – смещение нейтральной оси эффективного сечения, определенного при действии только равномерного сжатия, относительно центра тяжести поперечного сечения брутто
--	--

## 3.2 Сопротивление элементов (проверки устойчивости)

### 3.2.1 Центральные-сжатые элементы постоянного сечения

(1) Сопротивление элемента постоянного сечения при потере устойчивости определяется по формулам таблицы 3.8.

Таблица 3.8

$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$	$N_{Ed}$ – расчетное сжимающее усилие; $N_{b,Rd}$ – расчетное сопротивление сжатого элемента при потере устойчивости
$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{m1}}$	для поперечных сечений классов 1–3
$N_{b,Rd} = \frac{\chi A_{eff} f_y}{\gamma_{m1}}$	для поперечных сечений класса 4
где $\chi$ – понижающий коэффициент для соответствующей формы потери устойчивости, (см. 3.2.1.1 и 3.2.1.2). При определении $A$ и $A_{eff}$ отверстия для крепежных деталей на концах колонн учитывать не следует.	

(2) Понижающий коэффициент для соответствующей кривой потери устойчивости определяется по формулам таблицы 3.9

Таблица 3.9

$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}}, \text{ при } \chi \leq 1,0$
где $\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]$
здесь $\alpha$ – коэффициент, учитывающий начальные несовершенства; $\bar{\lambda}$ – гибкость для соответствующей формы потери устойчивости (см. 3.2.1.1 и 3.2.1.2).

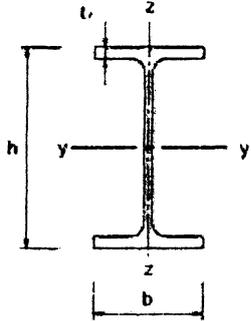
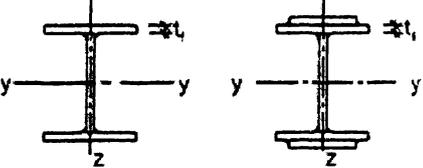
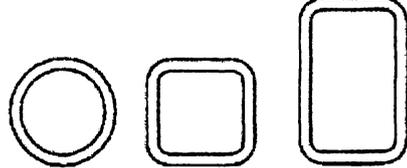
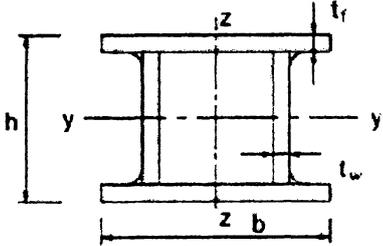
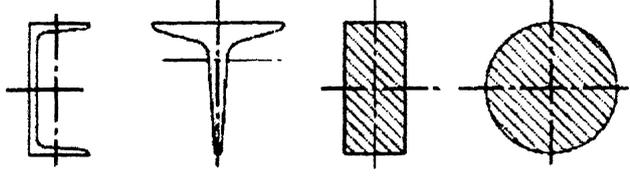
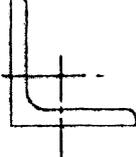
(3) Коэффициент  $\alpha$ , соответствующий определенной кривой потери устойчивости, принимается согласно таблице 3.10. Кривые потери устойчивости назначаются согласно таблице 3.11

Таблица 3.10

Кривая потери устойчивости	$a_0$	$a$	$b$	$c$	$d$
Коэффициент $\alpha$	0,13	0,21	0,34	0,49	0,76

(4) При гибкости  $\bar{\lambda} \leq 0,2$  или при  $\frac{N_{Ed}}{N_{cr}} \leq 0,04$  проверкой устойчивости допускается пренебречь и проверять только поперечное сечение по 3.1.4.

Таблица 3.11 – Выбор кривой потери устойчивости

Поперечные сечения	Пределы	Потеря устойчивости относительно оси	Кривая потери устойчивости	
			S 235 S 275 S 355 S 420	S 460
Прокатные сечения 	$h/b > 1,2$	$t_f \leq 40$ мм	y-y	a
			z-z	b
	$h/b \leq 1,2$	$40 \text{ мм} < t_f \leq 100$ мм	y-y	b
			z-z	c
	$t_f \leq 100$ мм	y-y	b	
		z-z	c	
	$t_f > 100$ мм	y-y	d	
		z-z	d	
Сварные двутавровые сечения 	$t_f \leq 40$ мм	y-y	b	
		z-z	c	
	$t_f > 40$ мм	y-y	c	
		z-z	d	
Замкнутые сечения 	Горячедеформированные	Все	a	
	Холоднодеформированные	Все	c	
Сварные коробчатые сечения 	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	

### 3.2.1.1 Гибкость при потере устойчивости по изгибной форме (продольный изгиб)

Таблица 3.12 – Условная гибкость  $\bar{\lambda}$

$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{Af_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} \cdot \frac{1}{\lambda_1}$	для поперечных сечений классов 1 – 3
$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff}f_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr}}{i} \cdot \frac{\sqrt{\frac{A_{eff}}{A}}}{\lambda_1}$	для поперечных сечений класса 4

где  $N_{cr}$  – критическая сила для изгибной формы потери устойчивости в упругой стадии, вычисленная с использованием характеристик поперечного сечения брутто (см. 3.3.1);  
 $L_{cr}$  – расчетная длина;  
 $i$  – радиус инерции поперечного сечения брутто относительно соответствующей оси;  
 $\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9\varepsilon$ , здесь  $\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$ , ( $f_y$  в Н/мм<sup>2</sup>).

### 3.2.1.2 Гибкость при потере устойчивости по крутильной или изгибно-крутильной форме

(1) Для элементов с сечением открытого типа следует учитывать возможность того, что сопротивление элемента при потере устойчивости по крутильной или изгибно-крутильной форме может оказаться меньше сопротивления при потере устойчивости по изгибной форме. В этом случае сопротивление определяется по условной гибкости  $\bar{\lambda}_T$  (таблица 3.13).

Таблица 3.13 – Условная гибкость  $\bar{\lambda}_T$  при крутильной или изгибно-крутильной форме потери устойчивости

$\bar{\lambda}_T = \sqrt{\frac{Af_y}{N_{cr}}}$	для поперечных сечений классов 1 – 3
$\bar{\lambda}_T = \sqrt{\frac{A_{eff}f_y}{N_{cr}}}$	для поперечных сечений класса 4

где  $N_{cr} = N_{cr,TF}$ , но  $N_{cr} < N_{cr,T}$ ;  
здесь  $N_{cr,TF}$  – критическая сила потери устойчивости в упругой стадии по изгибно-крутильной форме, определяется по 3.3.2;  
 $N_{cr,T}$  – критическая сила потери устойчивости в упругой стадии по крутильной форме, определяется по 3.3.3.

(2) При крутильной или изгибно-крутильной форме потери устойчивости соответствующую кривую потери устойчивости допускается определять согласно таблице 3.11, как для оси z.

### 3.2.2 Изгибаемые элементы постоянного сечения

(1) Элемент, изгибаемый относительно главной оси и не закрепленный из плоскости действия изгибающего момента, следует проверять с учетом потери устойчивости по изгибно-крутильной форме (потеря устойчивости плоской формы изгиба) по таблице 3.14.

(2) Балки с достаточным раскреплением сжатой полки не теряют устойчивости по изгибно-крутильной форме. Кроме того, балки определенного типа поперечного сечения, такого как квадратные или круглые замкнутые профили, сварные круглые трубы или прямоугольные коробчатые сечения, также не чувствительны к потере устойчивости по изгибно-крутильной форме.

Таблица 3.14

$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0$	$M_{Ed}$ – расчетный изгибающий момент; $M_{b,Rd}$ – расчетное сопротивление изгибаемого элемента при потере устойчивости по изгибно-крутильной форме
$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$	Расчетное сопротивление изгибаемого элемента при потере устойчивости по изгибно-крутильной форме
$\chi_{LT}$ – понижающий коэффициент при потере устойчивости по изгибно-крутильной форме.	

(1) Понижающий коэффициент при потере устойчивости по изгибно-крутильной форме в общем случае определяется согласно 3.2.2.1 в зависимости от условной гибкости  $\lambda_{LT}$  (см. таблицу 3.15). Для прокатных или эквивалентных им сварных поперечных сечений понижающий коэффициент допускается принимать согласно 3.2.2.2.

Таблица 3.15

$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	для поперечных сечений классов 1,2
$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{el,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	для поперечных сечений класса 3
$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{eff,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$	для поперечных сечений класса 4
где $M_{cr}$ – критический момент потери устойчивости в упругой стадии, вычисленный с использованием характеристик поперечного сечения брутто (см. 3.4).	

### 3.2.2.1 Кривые потери устойчивости. Общий случай

Таблица 3.16 – Определение коэффициента  $\chi_{LT}$ 

$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1,0$
где $\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2]$
здесь $\alpha_{LT}$ – коэффициент, учитывающий начальные несовершенства, соответствующий определенной кривой потери устойчивости, принимается по таблице 3.17. Рекомендации по выбору кривой потери устойчивости приведены в таблице 3.18.

Таблица 3.17 – Коэффициент, учитывающий начальные несовершенства  $\alpha_{LT}$ 

Кривая потери устойчивости	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
Коэффициент $\alpha_{LT}$	0,21	0,34	0,49	0,76

Таблица 3.18 – Рекомендуемые кривые потери устойчивости

Поперечное сечение	Пределы	Кривая потери устойчивости
Прокатные двутавровые сечения	$h/b \leq 2$	<i>a</i>
	$h/b > 2$	<i>b</i>
Сварные двутавровые сечения	$h/b \leq 2$	<i>c</i>
	$h/b > 2$	<i>d</i>
Другие поперечные сечения	—	<i>d</i>

(1) При условной гибкости  $\bar{\lambda}_{LT} \leq \bar{\lambda}_{LT,0}$  (см. 3.3.2.3) или при  $\frac{M_{Ed}}{M_{cr}} \leq \bar{\lambda}_{LT,0}^2$  (см. 3.3.2.3) про-

веркой устойчивости по изгибно-крутильной форме допускается пренебрегать и проверять только поперечное сечение на прочность.

### 3.2.2.2 Кривые потери устойчивости для прокатных или эквивалентных им сварных поперечных сечений

Таблица 3.19 – Определение коэффициента  $\chi_{LT}$  для прокатных или эквивалентных им сварных поперечных сечений

$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq \min\left(1,0; \frac{1}{\bar{\lambda}_{LT}^2}\right)$
где $\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2]$
$\chi_{LT,mod} = \frac{\chi_{LT}}{f} \leq \min\left(1,0; \frac{1}{\bar{\lambda}_{LT}^2}\right)$
где $f = 1 - 0,5 \cdot (1 - k_c) \cdot [1 - 2,0 \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,8)^2] \leq 1,0$ здесь $\alpha_{LT}$ – коэффициент, учитывающий начальные несовершенства, соответствующий определенной кривой потери устойчивости, принимается по таблице 3.20. Рекомендации по выбору кривой потери устойчивости приведены в таблице 3.21; $\bar{\lambda}_{LT,0} = 0,4; \beta = 0,75$ ; $k_c$ – поправочный коэффициент, принимается по таблице 3.22.

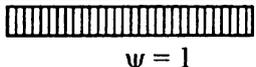
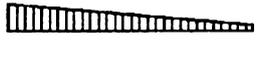
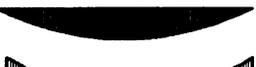
Таблица 3.20 – Коэффициент, учитывающий начальные несовершенства  $\alpha_{LT}$

Кривая потери устойчивости	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
Коэффициент $\alpha_{LT}$	0,21	0,34	0,49	0,76

Таблица 3.21 – Рекомендации по выбору кривой потери устойчивости для прокатных или эквивалентных им сварных поперечных сечений

Поперечное сечение	Пределы	Кривая потери устойчивости
Прокатные двутавровые сечения	$h/b \leq 2$	<i>b</i>
	$h/b > 2$	<i>c</i>
Сварные двутавровые сечения	$h/b \leq 2$	<i>c</i>
	$h/b > 2$	<i>d</i>

Таблица 3.22 – Поправочные коэффициенты  $k_c$

Эпюра моментов	$k_c$
 $\psi = 1$	1,0
 $-1 \leq \psi \leq 1$	$\frac{1}{1,33 - 0,33\psi}$
	0,94
	0,90
	0,91
	0,86
	0,77
	0,82

### 3.2.2.3 Упрощенный метод для балок с элементами бокового раскрепления (метод эквивалентной сжатой полки)

(1) Устойчивость по изгибно-крутильной форме элементов с дискретным боковым раскреплением сжатых полок обеспечена, если длина  $L_c$  между раскреплениями или результирующая гибкость  $\bar{\lambda}_y$  эквивалентной сжатой полки удовлетворяет условию таблицы 3.23.

Таблица 3.23

$\bar{\lambda}_y = \frac{k_c L_c}{i_{f,z} \lambda_1} \leq \bar{\lambda}_{c,0} \cdot \frac{M_{c,Rd}}{M_{y,Ed}}$
<p>где <math>M_{y,Ed}</math> – максимальное расчетное значение изгибающего момента между точками раскрепления относительно оси <math>y - y</math>;</p> <p><math>k_c</math> – поправочный коэффициент по таблице 3.22;</p> <p><math>i_{f,z}</math> – радиус инерции эквивалентной сжатой полки, состоящей из сжатой полки плюс 1/3 сжатой части площади поперечного сечения стенки, относительно второстепенной оси сечения. Для поперечных сечений класса 4 <math>i_{f,z}</math> можно принимать по <i>Примечанию 1В</i> п. 6.3.2.4 [37];</p> <p><math>\bar{\lambda}_{c,0}</math> – предельное значение условной гибкости эквивалентной сжатой полки, определенной выше. Рекомендуемое предельное значение <math>\bar{\lambda}_{c,0} = 0,5</math>;</p> <p><math>M_{c,Rd} = W_y \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}</math>, <math>W_y</math> – момент сопротивления сечения, соответствующий сжатой полке;</p> <p><math>\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9\varepsilon</math>, <math>\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}</math>, (<math>f_y</math> в Н/мм<sup>2</sup>)</p>

(2) Если условная гибкость сжатой полки  $\bar{\lambda}_y > \bar{\lambda}_{c,0} \cdot \frac{M_{c,Rd}}{M_{y,Ed}}$ , расчетный критический момент потери устойчивости плоской формы изгиба можно принимать согласно таблице 3.24.

Таблица 3.24

$M_{b,Rd} = k_{fl} \chi M_{c,Rd}, \text{ но } M_{b,Rd} \leq M_{c,Rd}$
<p>где <math>\chi</math> – понижающий коэффициент для эквивалентной сжатой полки, определяемый по <math>\bar{\lambda}_y</math>;</p> <p><math>k_{fl}</math> – поправочный коэффициент, учитывающий упрощенный расчет по методу эквивалентной сжатой полки. Рекомендуемое значение <math>k_{fl} = 1,10</math></p>

(3) Для определения понижающего коэффициента  $\chi$  кривую потери устойчивости принимают согласно таблице 3.25

Таблица 3.25

Поперечное сечение	Пределы	Кривая потери устойчивости
Сварные сечения	$\frac{h}{t_f} \leq 44\varepsilon$	<i>d</i>
Все остальные сечения		<i>c</i>

где  $h$  – полная высота поперечного сечения;

$t_f$  – толщина сжатой полки

### 3.2.3 Сжато-изгибаемые (внецентренно-сжатые) элементы постоянного сечения

Таблица 3.26

$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1, \quad \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$
<p><math>N_{Ed}, M_{y,Ed}</math> – расчетные значения сжимающей осевой силы и изгибающих моментов относительно оси <math>y - y</math>, соответственно;</p> <p><math>N_{Rk}, M_{y,Rk}</math> – характеристические значения сопротивления поперечного сечения по прочности при действии сжимающей осевой силы и изгибающих моментов относительно оси <math>y - y</math>, соответственно;</p> <p><math>\Delta M_{y,Ed}, \Delta M_{z,Ed}</math> – моменты от смещения центра тяжести относительно осей <math>y - y</math> и <math>z - z</math> для сечений класса 4;</p> <p><math>\chi_y</math> и <math>\chi_z</math> – понижающие коэффициенты при потере устойчивости по изгибной форме, согласно 3.2.1;</p> <p><math>\chi_{LT}</math> – понижающий коэффициент при потере устойчивости по изгибно-крутильной форме, согласно 3.2.2;</p> <p><math>k_{yy}, k_{zy}</math> – коэффициенты взаимодействия</p>

Таблица 3.27 – Значения для вычисления  $N_{Rk} = f_y A_i$ ,  $M_{i,Rk} = f_y W_i$  и  $\Delta M_{i,Ed}$

Величина	Класс сечений			
	1	2	3	4
$A_i$	$A$	$A$	$A$	$A_{eff}$
$W_y$	$W_{pl,y}$	$W_{pl,y}$	$W_{el,y}$	$W_{eff,y}$
$\Delta M_{y,Ed}$	0	0	0	$e_{N,y} N_{Ed}$

Таблица 3.28 – Метод 1. Коэффициенты взаимодействия  $k_{ij}$

Коэффициенты взаимодействия	Расчетные предпосылки	
	Упругие свойства поперечных сечений. Класс 3, класс 4	Пластические свойства поперечных сечений. Класс 1, класс 2
$k_{yy}$	$C_{my} C_{mLT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{\alpha,y}}}$	$C_{my} C_{mLT} \cdot \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{\alpha,y}}} \cdot \frac{1}{C_{yy}}$
$k_{zy}$	$C_{my} \cdot C_{mLT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{\alpha,y}}}$	$C_{my} C_{mLT} \cdot \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{\alpha,y}}} \cdot \frac{1}{C_{zy}} \cdot 0,6 \sqrt{\frac{W_y}{W_z}}$
<b>Вспомогательные обозначения:</b>		
$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{\alpha,y}}}{1 - \chi_y \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{\alpha,y}}}, \mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{\alpha,z}}}{1 - \chi_z \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{\alpha,z}}}$	$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[ \left( 2 - \frac{1,6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \bar{\lambda}_{\max} - \frac{1,6}{w_y} \cdot C_{my}^2 \bar{\lambda}_{\max}^2 \right) n_{pl} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$ $C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \cdot \left[ \left( 2 - 14 \cdot \frac{C_{my}^2 \bar{\lambda}_{\max}^2}{w_y^5} \right) n_{pl} \right] \geq 0,6 \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \cdot \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$	
$w_y = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1,5, w_z = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1,5$	$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rk} / \gamma_{M0}}, a_{LT} = 1 - \frac{l_T}{l_y} \geq 0$	
<p><math>\bar{\lambda}_{\max} = \max(\bar{\lambda}_y; \bar{\lambda}_z);</math></p> <p><math>\bar{\lambda}_0</math> – условная гибкость при потере устойчивости по изгибно-крутильной форме в предположении постоянного значения изгибающего момента по длине элемента, т. е. <math>\psi_y = 1,0</math> в таблице 3.29</p>		

Окончание таблицы 3.28

$\bar{\lambda}_{LT}$  – условная гибкость при потере устойчивости по изгибно-крутильной форме.

Если  $\bar{\lambda}_0 \leq 0,2\sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,TF}}\right)}$ :  $C_{my} = C_{my,0}, C_{mLT} = 1,0$ ;

если  $\bar{\lambda}_0 > 0,2\sqrt{C_1} \cdot \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,TF}}\right)}$ :

$$C_{my} = C_{my,0} + (1 - C_{my,0}) \cdot \frac{\sqrt{\varepsilon_y} a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} a_{LT}}, \quad C_{mLT} = C_{my}^2 \cdot \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}} \geq 1''$$

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A}{W_{el,y}} \quad \text{– для сечений классов 1 – 3;}$$

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{A_{eff}}{W_{eff,y}} \quad \text{– для сечений класса 4,}$$

где  $N_{cr,y}$  – критическая сила потери устойчивости по изгибной форме относительно оси  $y - y$  в упругой стадии;

$N_{cr,z}$  – критическая сила потери устойчивости по изгибной форме относительно оси  $z - z$  в упругой стадии;

$N_{cr,T}$  – критическая сила потери устойчивости по крутильной форме в упругой стадии;

$I_T$  – момент инерции поперечного сечения при свободном кручении (постоянная Сен-Венана);

$I_y$  – момент инерции сечения относительно оси  $y - y$ .

$C_1$  – отношение критического изгибающего момента потери устойчивости шарнирно опертого по концам элемента (наибольшее значение по его длине) к критическому изгибающему моменту потери устойчивости такого же элемента в предположении равномерной эпюры моментов по длине

Таблица 3.29 – Метод 1. Коэффициент  $C_{m,i,0}$  перехода к эквивалентной прямоугольной эпюре моментов

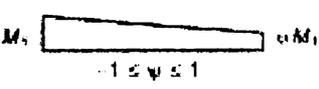
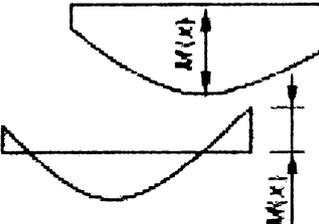
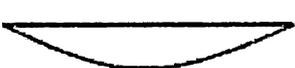
Эпюра моментов	$C_{m,i,0}$
	$C_{m,i,0} = 0,79 + 0,21\psi_i + 0,36 \cdot (\psi_i - 0,33) \frac{N_{Ed}}{N_{cr,i}}$
	$C_{m,i,0} = 1 + \left( \frac{\pi^2 E I_i  \delta_x }{L^2  M_{i,Ed}(x) } - 1 \right) \frac{N_{Ed}}{N_{cr,i}}$ <p>где <math>M_{i,Ed}(x)</math> – максимальный момент, полученный в результате статического расчета первого порядка, <math>M_{y,Ed}</math> или <math>M_{z,Ed}</math>;  <math> \delta_x </math> – максимальный прогиб элемента по его длине</p>
 	$C_{m,i,0} = 1 - 0,18 \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,i}}$ $C_{m,i,0} = 1 + 0,03 \cdot \frac{N_{Ed}}{N_{cr,i}}$

Таблица 3.30 – Метод 2: Коэффициенты взаимодействия  $k_{ij}$  для элементов, не чувствительных к деформациям кручения

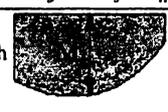
Коэффициенты взаимодействия	Расчетные предпосылки	
	класс сечений 3, 4	класс сечений 1, 2
$k_{yy}$	$C_{my} \cdot \left( 1 + 0,6 \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$ $\leq C_{my} \cdot \left( 1 + 0,6 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$	$C_{my} \cdot \left( 1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$ $\leq C_{my} \cdot \left( 1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$
$k_{zy}$	0,8 $k_{yy}$	0,6 $k_{yy}$

Для двутавровых и прямоугольных замкнутых сечений, подверженных действию осевого сжатия и плоского изгиба  $M_{y,Ed}$ , коэффициент  $k_{zy}$  допускается принимать равным нулю.

Таблица 3.31 – Метод 2: Коэффициенты взаимодействия  $k_{ij}$  для элементов, чувствительных к деформациям кручения

Коэффициенты взаимодействия	Расчетные предпосылки	
	класс сечений 3, 4	класс сечений 1, 2
$k_{yy}$	$k_{yy}$ из таблицы 3.30	$k_{yy}$ из таблицы 3.30
$k_{zy}$	$\left[ 1 - \frac{0,05 \bar{\lambda}_z}{(C_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right]$ $\geq \left[ 1 - \frac{0,05}{(C_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right]$	$\left[ 1 - \frac{0,1 \bar{\lambda}_z}{(C_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right]$ $\geq \left[ 1 - \frac{0,1}{(C_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right]$ <p>для <math>\bar{\lambda}_z &lt; 0,4</math>:</p> $k_{zy} = 0,6 + \bar{\lambda}_z \leq 1 - \frac{0,1 \bar{\lambda}_z}{(C_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}}$

Таблица 3.32 – Метод 2: Коэффициенты  $C_m$

Эпюра моментов	Границы	$C_{my}, C_{mz}$ и $C_{mLT}$		
		Распределенная нагрузка	Сосредоточенная нагрузка	
 $\psi M$	$-1 \leq \psi \leq 1$	$0,6 + 0,4\psi \geq 0,4$		
 $\psi M_h$ $\alpha_s = M_s / M_h$	$0 \leq \psi_s \leq 1$	$-1 \leq \psi \leq 1$	$0,2 + 0,8\psi_s \geq 0,4$	
	$-1 \leq \psi_s < 0$	$0 \leq \psi \leq 1$	$0,1 - 0,8\psi_s \geq 0,4$	$-0,8\psi_s \geq 0,4$
 $\psi M_h$ $\alpha_h = M_h / M_s$	$0 \leq \psi_h \leq 1$	$-1 \leq \psi \leq 1$	$0,95 + 0,05\psi_h$	$0,90 + 0,10\psi_h$
		$0 \leq \psi \leq 1$	$0,95 + 0,05\psi_h$	$0,90 + 0,10\psi_h$
	$-1 \leq \psi_h < 0$	$-1 \leq \psi < 0$	$0,95 + 0,05\psi_h \cdot (1 + 2\psi)$	$0,90 + 0,10\psi_h \cdot (1 + 2\psi)$

Для элементов, подверженных потере устойчивости, сопровождаемой поперечным отклонением концевых узлов, коэффициент  $C_{my}$  следует принимать равным 0,9.

$C_{my}$  и  $C_{mLT}$  следует определять в соответствии с эпюрой изгибающего момента между соответствующими точками раскрепления следующим образом:

коэффициент $C_m$	изгиб относительно оси	направление раскрепления
$C_{my}$	$y - y$	$z - z$
$C_{mLT}$	$y - y$	$y - y$

### 3.3 Определение критической сжимающей силы

#### 3.3.1 Критическая сила плоской формы потери устойчивости центрально-сжатого стержня

Критическая сила плоской формы потери устойчивости центрально-сжатого стержня:

$$\text{относительно оси } y-y - N_{cr,y} = \frac{\pi^2 EI_y}{(\mu_y l_y)^2}, \quad (3.4)$$

$$\text{относительно оси } z-z - N_{cr,z} = \frac{\pi^2 EI_z}{(\mu_z l_z)^2}, \quad (3.5)$$

где  $\mu_y, \mu_z$  – коэффициенты, учитывающие условия закрепления стержня относительно осей  $y-y$  и  $z-z$  соответственно;

$l_y, l_z$  – значения конструктивной длины стержня между закреплениями относительно осей  $y-y$  и  $z-z$ , соответственно.

#### 3.3.2 Критическая сила по крутильной форме потери устойчивости центрально-сжатого стержня

Критическая сила по крутильной форме потери устойчивости центрально-сжатого стержня

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_o^2} \left( GI_t + \frac{\pi^2 EI_w}{l_t^2} \right), \quad i_o^2 = i_y^2 + i_z^2 + y_o^2 + z_o^2, \quad (3.6)$$

где  $l_t$  – расчетная длина стержня, соответствующая крутильной форме потери устойчивости. В общем случае может быть принята равной конструктивной длине стержня, за исключением отдельных случаев, при которых концевые закрепления препятствуют его деформации;

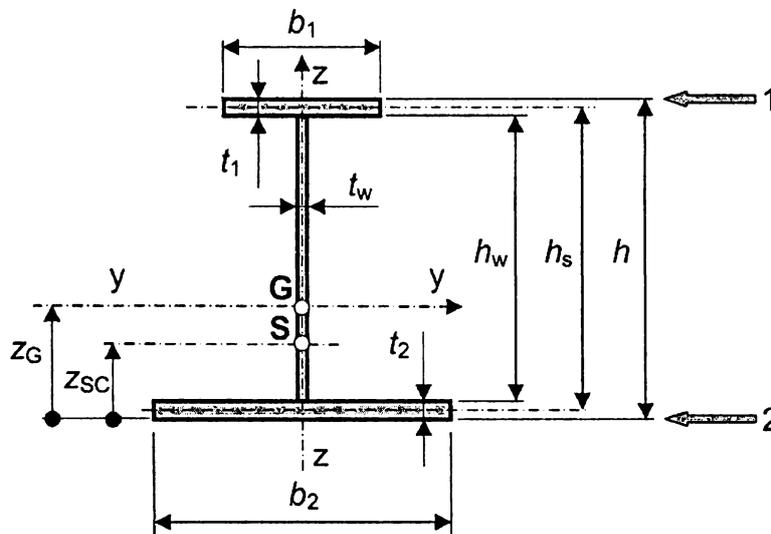
$y_o, z_o$  – координаты центра сдвига (изгиба) сечения относительно его центра тяжести;

$I_t$  – момент инерции сечения при свободном кручении (St. Venant torsional constant)

$$I_t = \frac{(b_1 t_1^3 + t_w^3 h_w + b_2 t_2^3)}{3}; \quad (3.7)$$

$I_w$  – секториальный момент инерции сечения (Warping constant)

$$I_w = h_s^2 I_z \frac{(b_1^3 t_1 + b_2^3 t_2)}{(b_1^3 t_1 + b_2^3 t_2)^2}. \quad (3.8)$$



1 – верхнее волокно, 2 – нижнее волокно

Рисунок 3.3 – Двутавровое моносимметричное сечение

### 3.3.3 Критическая сила по изгибно-крутильной форме потери устойчивости центрально-сжатого стержня

а) для сечения, симметричного относительно оси у-у

$$N_{cr,TF,y} = \frac{i_o^2}{2(i_y^2 + i_z^2)} \left( N_{cr,y} + N_{cr,T} - \sqrt{(N_{cr,y} + N_{cr,T})^2 - 4N_{cr,y}N_{cr,T} \frac{(i_y^2 + i_z^2)}{i_o^2}} \right); \quad (3.9)$$

б) для сечения, симметричного относительно оси z-z

$$N_{cr,TF,z} = \frac{i_o^2}{2(i_y^2 + i_z^2)} \left( N_{cr,z} + N_{cr,T} - \sqrt{(N_{cr,z} + N_{cr,T})^2 - 4N_{cr,z}N_{cr,T} \frac{(i_y^2 + i_z^2)}{i_o^2}} \right). \quad (3.10)$$

Расчетные формулы для критических сил потери устойчивости центрально-сжатого стержня по крутильной и изгибно-крутильной формам потери устойчивости справедливы для случаев, когда оба конца стержня раскреплены: от бокового смещения и от кручения относительно продольной оси.

### 3.4 Определение критического изгибающего момента

Критический момент потери устойчивости по изгибно-крутильной форме (потеря устойчивости плоской формы изгиба) элемента симметричного сечения, изгибаемого в плоскости симметрии

$$M_{cr} = C_1 \frac{\pi^2 EI_z}{(k_z L)^2} \left\{ \sqrt{\left( \frac{k_z}{k_w} \right)^2 \frac{I_w}{I_z} + \frac{(k_z L)^2 GI_t}{\pi^2 EI_z} + (C_2 z_g)^2} - C_2 z_g \right\}, \quad (3.11)$$

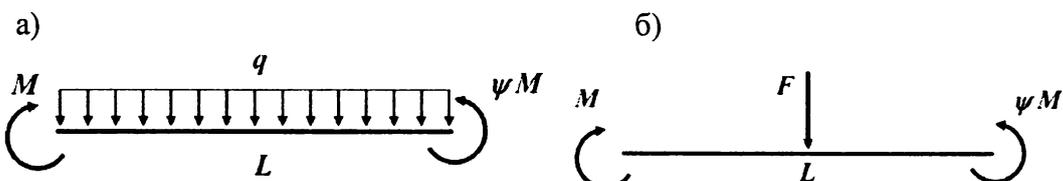
где  $L$  – расстояние между точками раскрепления элемента от бокового смещения;  
 $C_1, C_2$  – коэффициенты, зависящие от внешней нагрузки, действующей на элемент, и условия раскрепления концов элемента;  
 $k_z$  – коэффициент, учитывающий условия закрепления концов элемента от поворота относительно оси z-z;  
 $k_w$  – коэффициент, учитывающий условия закрепления концов элемента от деформации;  
 $z_g$  – координата точки приложения внешней нагрузки относительно центра сдвига (изгиба) сечения; координата  $z_g$  принимается положительной, если внешняя нагрузка действует по направлению к центру сдвига (изгиба) сечения.

В общем случае коэффициенты  $C_1$  и  $C_2$  могут быть определены в зависимости от двух параметров:

- отношение концевых моментов  $\psi$ ;
- отношение пролетного момента от поперечной нагрузки к опорному моменту  $\mu$ :

$$\mu = \frac{qL^2}{8M} \quad \text{– распределенная нагрузка и опорные моменты (рисунок 3.4а);}$$

$$\mu = \frac{FL}{4M} \quad \text{– сосредоточенная сила и опорные моменты (рисунок 3.4б);}$$



а – с распределенной нагрузкой и опорными моментами;  
 б – со сосредоточенной нагрузкой в середине пролета и опорными моментами

Рисунок 3.4 – Расчетные схемы элементов

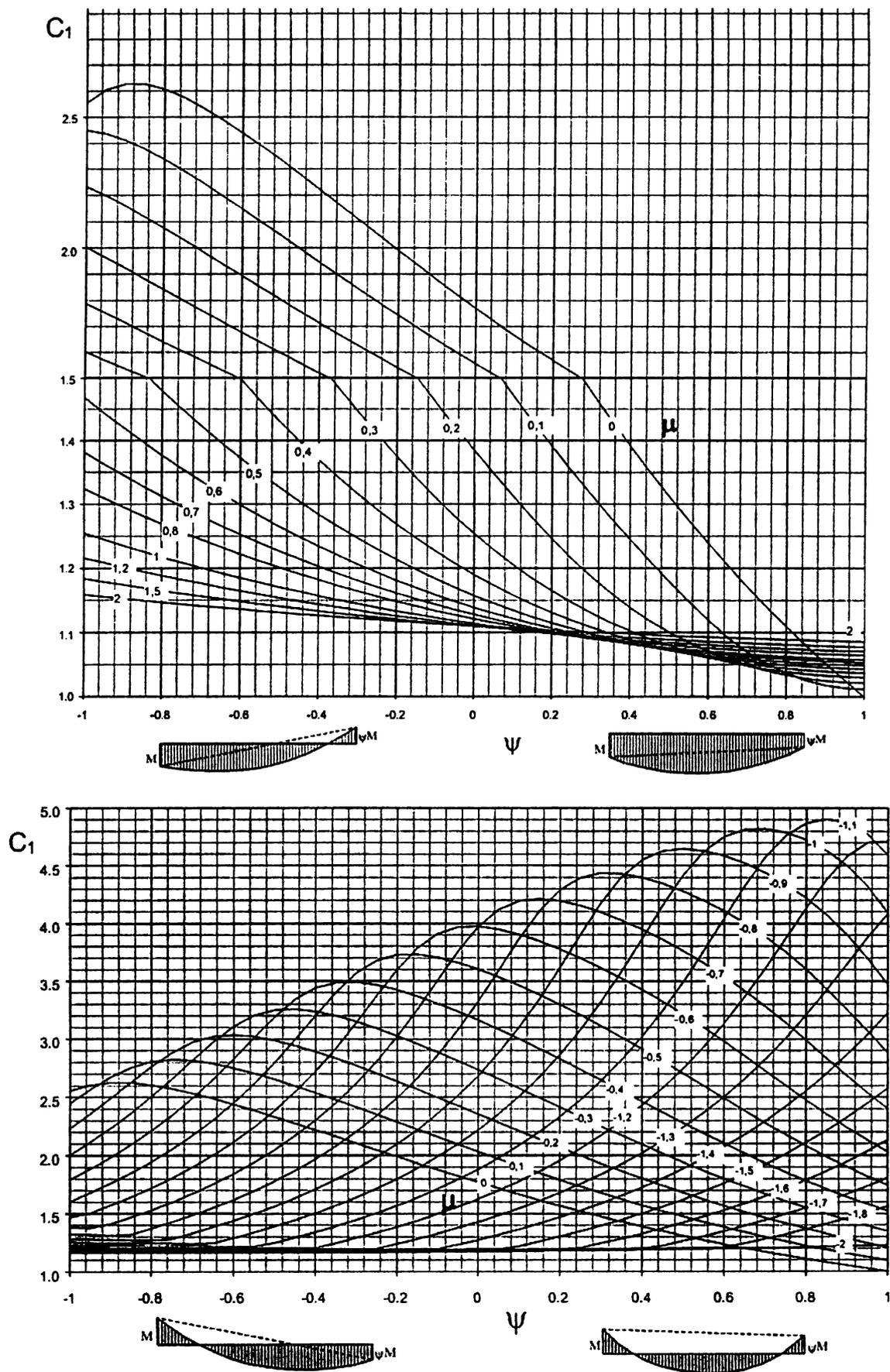


Рисунок 3.5 – Номограммы для определения коэффициента  $C_1$  для распределенной нагрузки

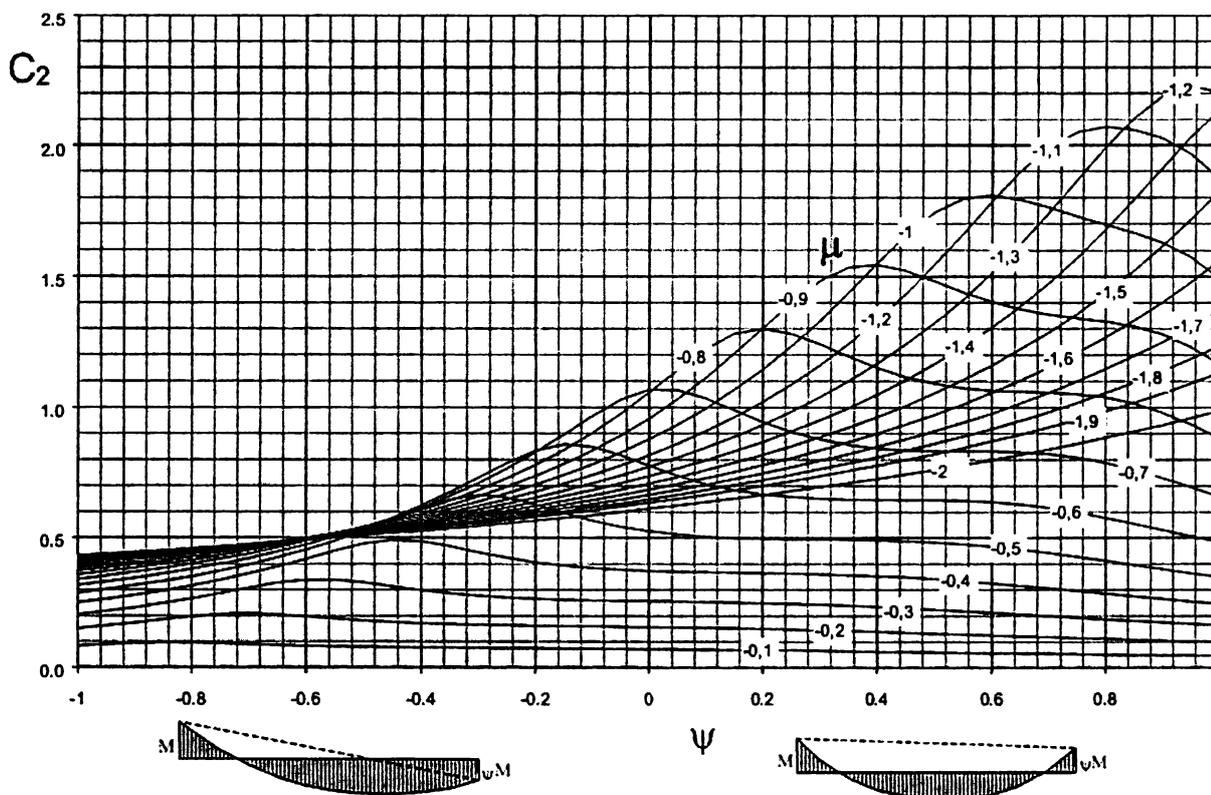
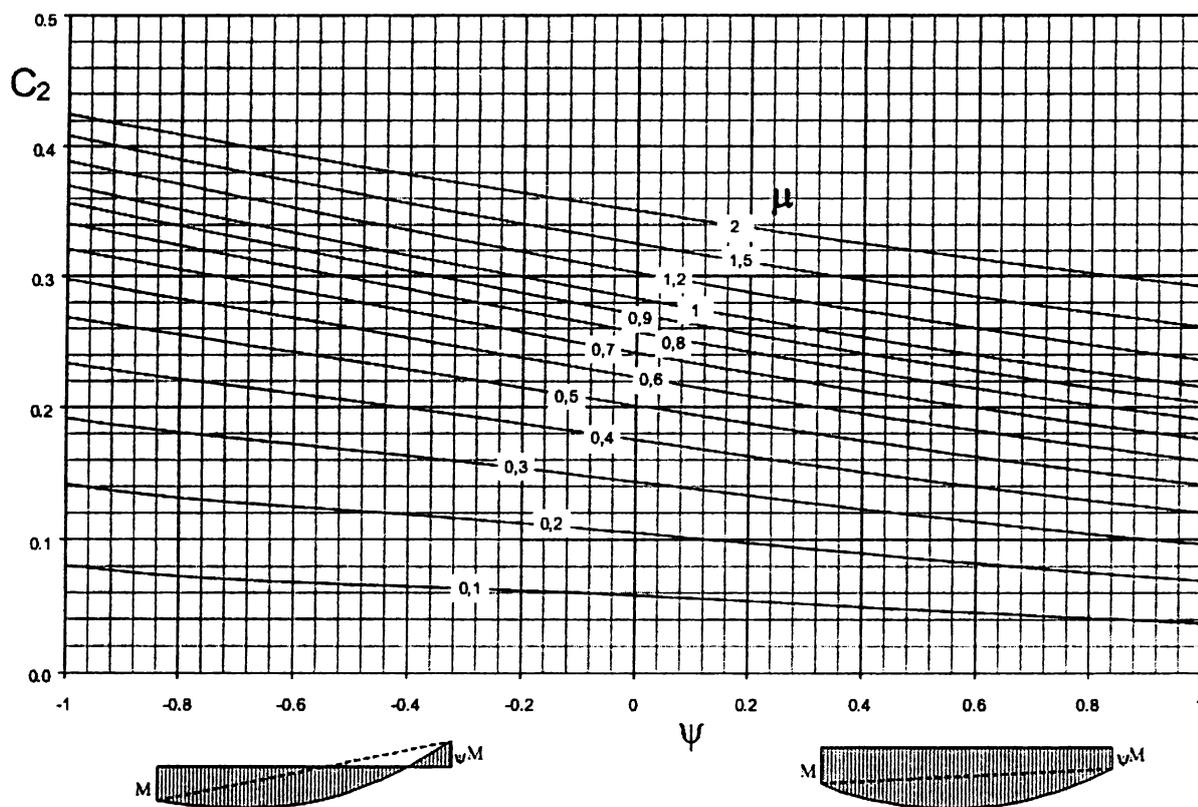


Рисунок 3.6 – Номограммы для определения коэффициента  $C_2$  для распределенной нагрузки

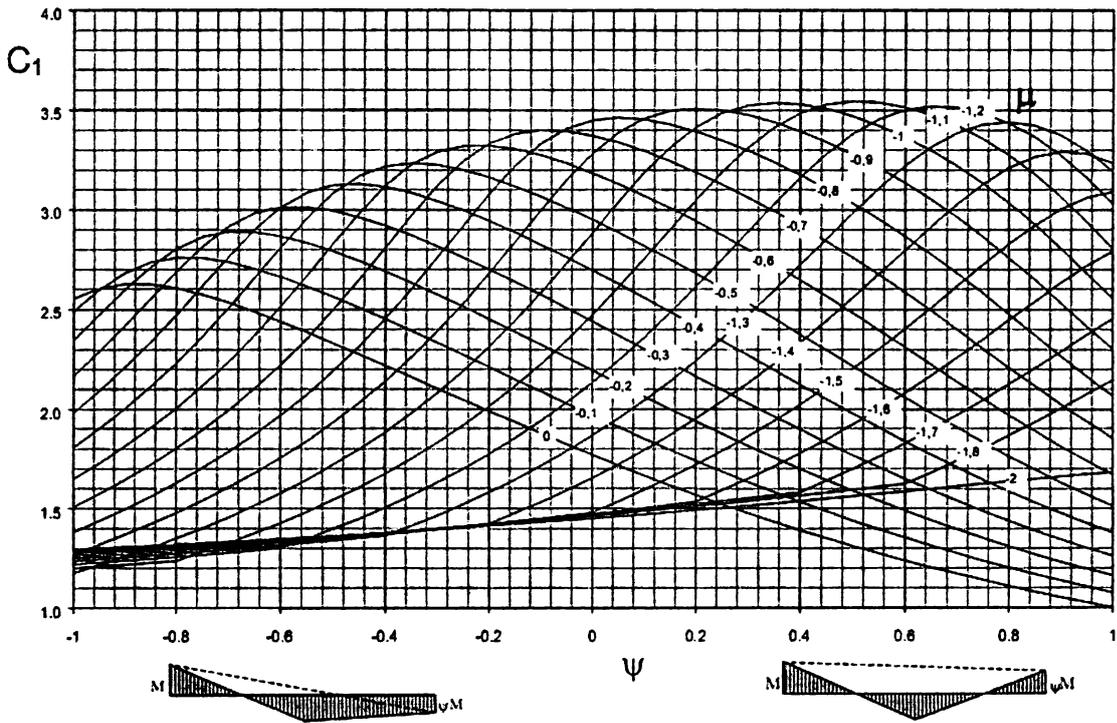
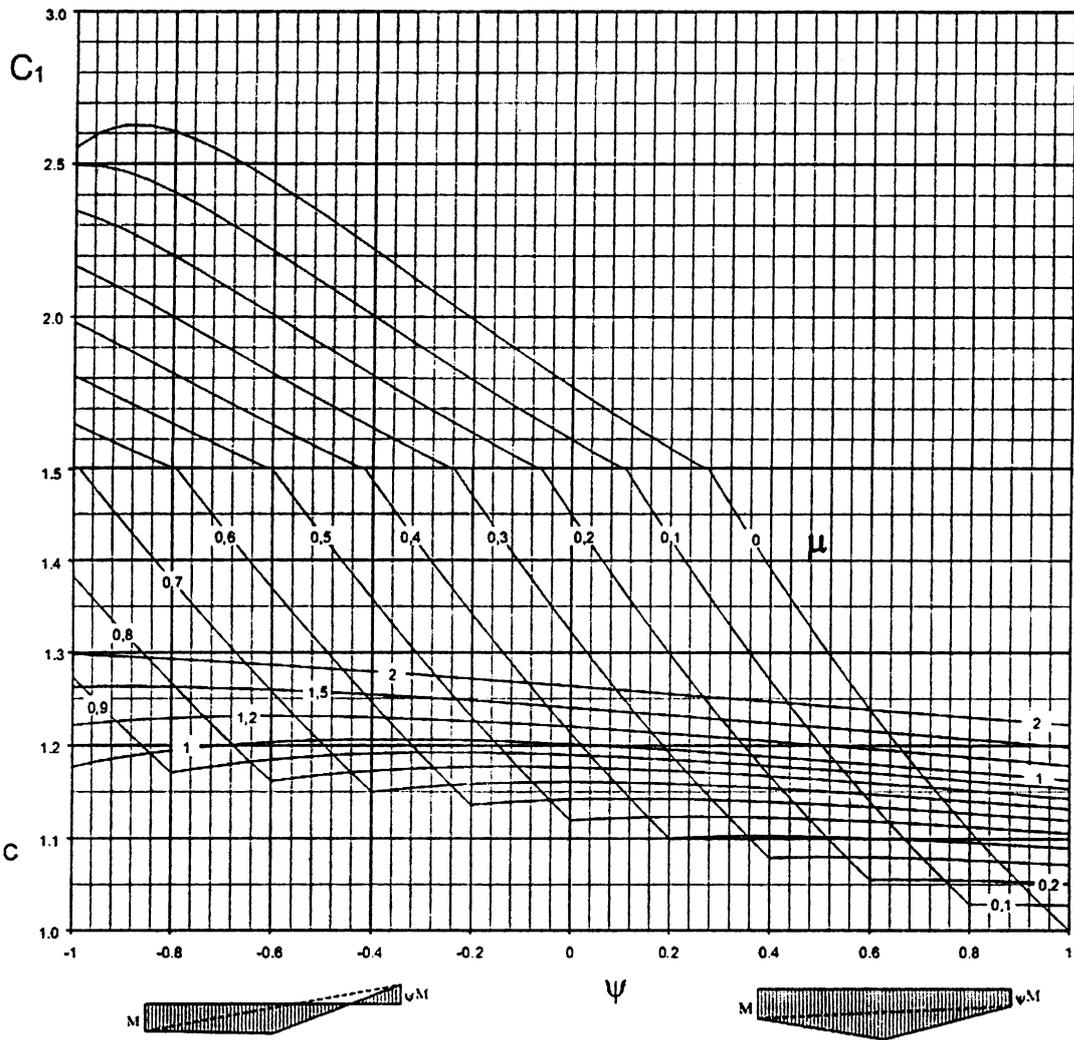


Рисунок 3.7 – Номограммы для определения коэффициента  $C_1$  для сосредоточенной силы

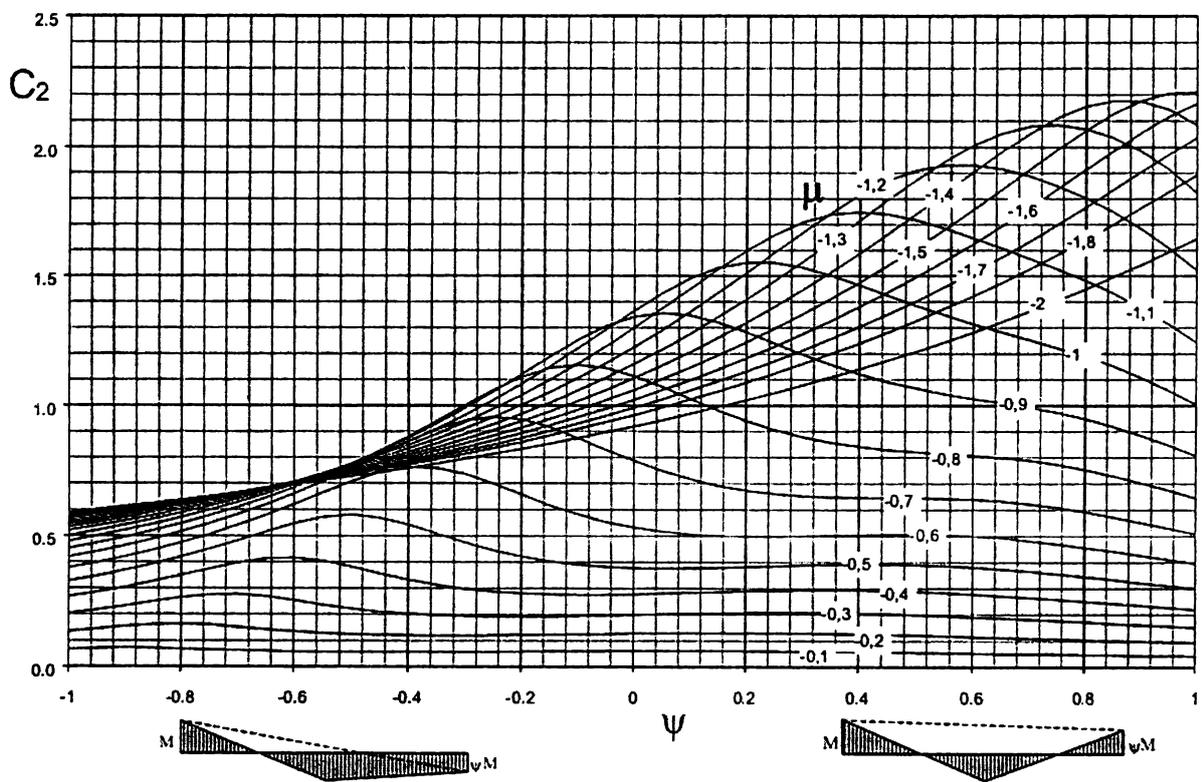
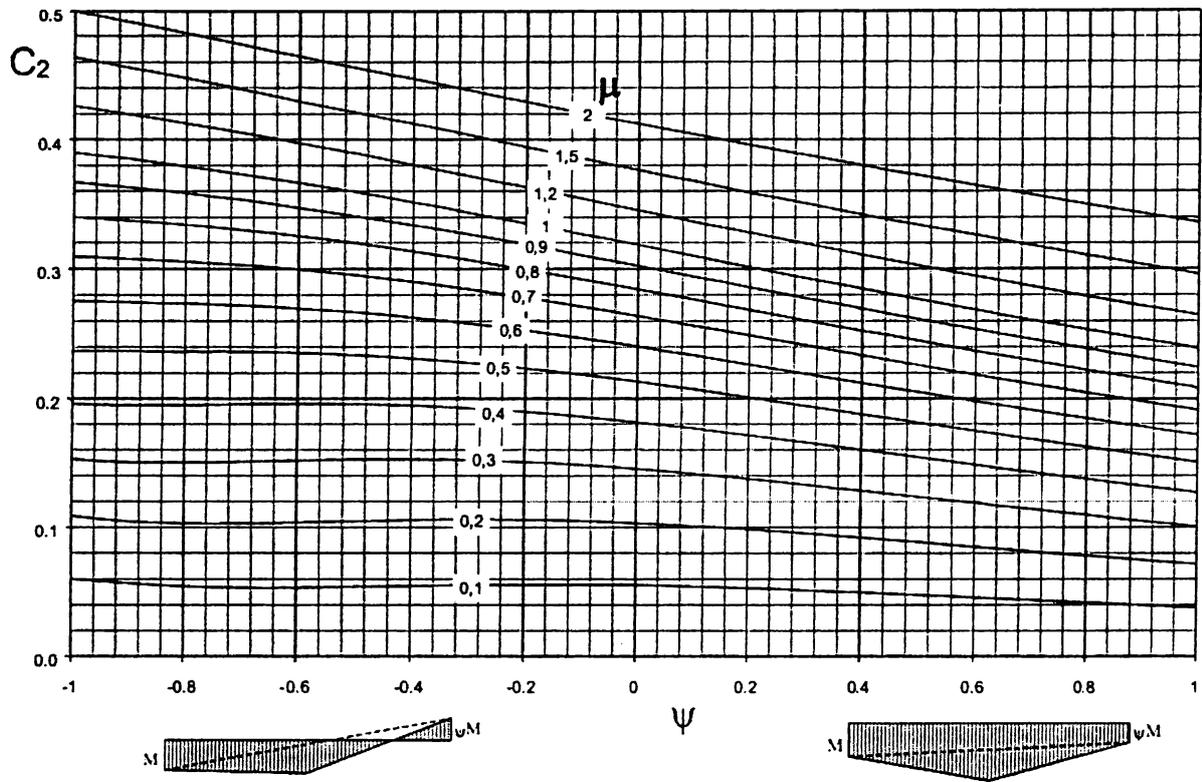


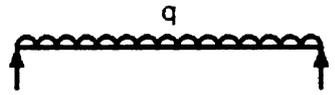
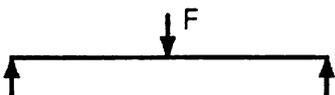
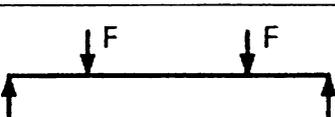
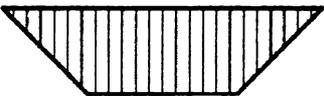
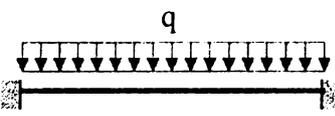
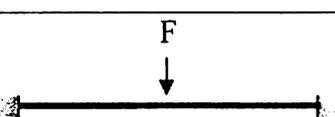
Рисунок 3.8 – Номограммы для определения коэффициента  $C_2$  для сосредоточенной силы

Для более частных случаев коэффициенты  $C_1$ ,  $C_2$  представлены в таблицах 3.33 и 3.34.

Таблица 3.33 – Значения коэффициентов  $C_1$  для элементов, нагруженных только опорными моментами

$\psi$	+1,00	+0,75	+0,50	+0,25	0	-0,25	-0,50	-0,75	-1,00
$C_1$	1,00	1,14	1,31	1,52	1,77	2,06	2,35	2,57	2,55

Таблица 3.34 – Значения коэффициентов  $C_1$ ,  $C_2$  для элементов, нагруженных только внешней нагрузкой

Вид нагружения	Изменение изгибающих моментов вдоль элемента	$k_z$	$C_1$	$C_2$
		1,0	1,12	0,45
		0,5	0,97	0,36
		1,0	1,35	0,59
		0,5	1,05	0,48
		1,0	1,04	0,42
		0,5	0,95	0,31
		1,0	2,57	1,55
		1,0	1,68	1,64

### 3.5 Предельные гибкости

Проектировщик имеет право ограничить предельную гибкость сжатых и растянутых элементов значениями, приведенными в таблицах 3.35 и 3.36 соответственно.

#### 3.5.1 Предельные гибкости сжатых элементов

Таблица 3.35 (т. 19\* [31])

Элементы конструкций	Предельная гибкость
1. Пояса, опорные раскосы и стойки, передающие опорные реакции:	
а) плоских ферм, структурных конструкций и пространственных конструкций из труб и парных уголков высотой до 50 м	180 - 60 $\alpha$
б) пространственных конструкций из одиночных уголков, пространственных конструкций из труб и парных уголков высотой св. 50 м	120
2. Элементы, кроме указанных в поз. 1 и 7:	
а) плоских ферм, сварных пространственных и структурных конструкций из одиночных уголков, пространственных и структурных конструкций из труб и парных уголков	210 - 60 $\alpha$
б) пространственных и структурных конструкций из одиночных уголков с болтовыми соединениями	220 - 40 $\alpha$

Окончание таблицы 3.35

3. Верхние пояса ферм, не закрепленные в процессе монтажа (предельную гибкость после завершения монтажа следует принимать по поз. 1)	220
4. Основные колонны	180 - 60α
5. Второстепенные колонны (стойки фахверка, фонарей и т. п.), элементы решетки колонн, элементы вертикальных связей между колоннами (ниже подкрановых балок)	210 - 60α
6. Элементы связей, кроме указанных в поз. 5, а также стержни, служащие для уменьшения расчетной длины сжатых стержней, и другие ненагруженные элементы, кроме указанных в поз. 7	200
7. Сжатые и ненагруженные элементы пространственных конструкций таврового и крестового сечений, подверженные воздействию ветровых нагрузок, при проверке гибкости в вертикальной плоскости	150
Коэффициент $\alpha = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \geq 0,5$ .	

3.5.2 Предельные гибкости растянутых элементов

Таблица 3.36 (т. 20\* [31])

Элементы конструкций	Предельная гибкость растянутых элементов при воздействии на конструкцию нагрузок		
	динамических, приложенных непосредственно к конструкции	статических	от кранов и железнодорожных составов
1. Пояса и опорные раскосы плоских ферм (включая тормозные фермы) и структурных конструкций	250	400	250
2. Элементы ферм и структурных конструкций, кроме указанных в поз. 1	350	400	300
3. Нижние пояса подкрановых балок и ферм	–	–	150
4. Элементы вертикальных связей между колоннами (ниже подкрановых балок)	300	300	200
5. Прочие элементы связей	400	400	300
6*. Пояса, опорные раскосы стоек и траверс, тяги траверс опор линий электропередачи, открытых распределительных устройств и линий контактных сетей транспорта	250	–	–
7. Элементы опор линий электропередачи, кроме указанных в поз. 6 и 8	350	–	–
8. Элементы пространственных конструкций таврового и крестового сечений (а в тягах траверс опор линий электропередачи и из одиночных уголков), подверженных воздействию ветровых нагрузок, при проверке гибкости в вертикальной плоскости	150	–	–
Примечания: 1. В конструкциях, не подвергающихся динамическим воздействиям, гибкость растянутых элементов следует проверять только в вертикальных плоскостях. 2. Гибкость растянутых элементов, подвергнутых предварительному напряжению, не ограничивается.			

Окончание таблицы 3.36

3. Для растянутых элементов, в которых при неблагоприятном расположении нагрузки может изменяться знак усилия, предельную гибкость следует принимать как для сжатых элементов, при этом соединительные прокладки в составных элементах необходимо устанавливать не реже чем через  $40i$ .

4. Значения предельных гибкостей следует принимать при кранах групп режимов работы 7К (в цехах металлургических производств) и 8К по ГОСТ 25546-82.

5. К динамическим нагрузкам, приложенным непосредственно к конструкциям, относятся нагрузки, принимаемые в расчетах на выносливость или в расчетах с учетом коэффициентов динамичности.

### 3.6 Расчетные длины

#### 3.6.1 Коэффициенты $\mu$ для определения расчетных длин колонн и стоек постоянного сечения

Таблица 3.37 (т. 71 [31])

Схема закрепления и вид нагрузки								
$\mu$	1,0	0,7	0,5	2,0	1,0	2,0	0,725	1,12

#### 3.6.2 Расчетные длины элементов стальных конструкций

Таблица 3.38 (т. 11 [31])

Направление продольного изгиба	Расчетная длина $l_{ef}$		
	поясов	опорных раскосов и опорных стоек	прочих элементов решетки
1. В плоскости фермы:			
а) для ферм, кроме указанных в поз. 1, б	$l$	$l$	$0,8l$
б) для ферм из одиночных уголков и ферм с прикреплением элементов решетки к поясам впритык	$l$	$l$	$0,9l$
2. В направлении, перпендикулярном плоскости фермы (из плоскости фермы):			
а) для ферм, кроме указанных в поз. 2, б	$l_1$	$l_1$	$l_1$
б) для ферм с поясами из замкнутых профилей с прикреплением элементов решетки к поясам впритык	$l_1$	$l_1$	$0,9l_1$

где  $l$  – геометрическая длина элемента (расстояние между центрами узлов) в плоскости фермы;  
 $l_1$  – расстояние между узлами, закрепленными от смещения из плоскости фермы (поясами ферм, специальными связями, жесткими плитами покрытий, прикрепленными к поясу сварными швами или болтами, и т. п.).

## Глава 4. Сварные соединения

### 4.1 Материалы для сварных соединений

(1) Выбор электродов, сварочной проволоки и флюсов следует производить в соответствии с требованиями таблицы 4.1.

Таблица 4.1 – Материалы для сварки, соответствующие стали

Сталь	Материалы для сварки				Тип электрода
	в углекислом газе (ГОСТ 8050) или в его смеси с аргоном (ГОСТ 10157)	под флюсом (ГОСТ 9087)	порошковой проволокой (ГОСТ 26271)	покрытыми электродам и (ГОСТ 9467)	
	Марка			порошковой проволоки	
	сварочной проволоки	флюса	сварочной проволоки		
$f_y < 290 \text{ Н/мм}^2$	Св-08Г2С	Св-08А	АН-348-А	ПП-АН-3 ПП-АН-8	Э42 <sup>1)</sup> , Э42А
		Св-08ГА	АН-60 <sup>1)</sup>		Э46 <sup>1)</sup> , Э46А
Св-10ГА <sup>2)</sup>		АН-17-М	Э50 <sup>1)</sup> , Э50А		
Св-10Г2 <sup>2)</sup> Св-10НМА		АН-43 АН-47 АН-348-А <sup>3)</sup>			
$290 \text{ Н/мм}^2 \leq f_y < 590 \text{ Н/мм}^2$	Св-08Г2С	Св-10НМА	АН-17-М	ПП-АН-3 ПП-АН-8	Э60
	Св-08ХГСМА	Св-10НМА			Э70
$f_y \geq 590 \text{ Н/мм}^2$	Св-10ХГ2СМА	Св-8ХН2ГМЮ			

<sup>1)</sup> Флюс АН-60 и электроды типа Э42, Э46 и Э50 следует применять для конструкций групп 2 и 3 (по СНиП II-23) при расчетных температурах  $t \geq -45^\circ\text{C}$ .

<sup>2)</sup> Не применять в сочетании с флюсом марки АН-43.

<sup>3)</sup> Для флюса марки АН-348-А требуется дополнительный контроль механических свойств металла шва при сварке соединяемых элементов всех толщин при расчетных температурах  $t < -45^\circ\text{C}$ , и толщин свыше 32 мм – при расчетных температурах  $t \geq -45^\circ\text{C}$ .

*Примечание* – При соответствующем технико-экономическом обосновании для сварки конструкций допускается использовать сварочные материалы (проволоку, флюсы, защитные газы), не указанные в настоящей таблице. При этом механические свойства металла шва, выполняемого с их применением, должны быть не ниже свойств, обеспечиваемых применением материалов согласно настоящей таблице.

### 4.2 Номинальное значение временного сопротивления $f_u$ металла угловых швов для типов электродов и марок сварочной проволоки

Таблица 4.2 – Номинальное значение временного сопротивления металла угловых швов

Тип электрода (по ГОСТ 9467 -75)	Сварочные материалы			$f_u$ , Н/мм <sup>2</sup>
	Марки проволоки (по ГОСТ 2246-70*) для автоматической или полуавтоматической сварки		Марки порошковой проволоки (по ГОСТ 26271-84)	
	под флюсом (по ГОСТ 9087-81*)	в углекислом газе (по ГОСТ 8050-85) или в его смеси с аргоном (по ГОСТ 10157-79*)		
Э42, Э42А	Св-08, Св-08А	–	–	410
Э46, Э46А	Св-08ГА	–	–	450
Э50, Э50А	Св-10ГА, Св-10Г2СЦ	Св-08Г2С	ПП-АН8, ПП-АН3	490
Э60	Св-10НМА, Св-10Г2СЦ*, Св-10Г2	Св-08Г2С*	–	590
Э70	Св-08ХН2ГМЮ, Св-08Х1ДЮ	Св-10ХГ2СМА, Св-08ХГ2СДЮ	–	685

Окончание таблицы 4.2

Сварочные материалы				
Тип электрода (по ГОСТ 9467-75)	Марки проволоки (по ГОСТ 2246-70*) для автоматической или полуавтоматической сварки		Марки порошковой проволоки (по ГОСТ 26271-84)	$f_u$ , Н/мм <sup>2</sup>
	под флюсом (по ГОСТ 9087-81*)	в углекислом газе (по ГОСТ 8050-85) или в его смеси с аргоном (по ГОСТ 10157-79*)		
Э85	–	–	–	835

<sup>1)</sup> Только для швов с катетом  $k_f \leq 8$  мм в конструкциях из стали с номинальным значением предела текучести 440 Н/мм<sup>2</sup> и более.

### 4.3 Размеры катетов угловых сварных швов

(1) Катет углового шва  $k_f$  не должен превышать  $1,2t$  (где  $t$  – наименьшее из значений толщины свариваемых элементов).

(2) Катет шва, наложенного на закругленную кромку фасонного проката толщиной  $t$ , как правило, не должен превышать  $0,9t$ .

(3) Катет углового шва  $k_f$  должен удовлетворять требованиям расчета и быть, как правило, не менее указанного в таблице 4.3. Катет шва в тавровом двустороннем, а также в нахлесточном и угловом соединениях допускается принимать менее указанного в таблице 4.3, но не менее 4 мм. Размеры шва, при этом, должны обеспечивать несущую способность, определяемую расчетом.

Таблица 4.3 (т. 38 [27]) – Рекомендованные минимальные размеры катетов угловых сварных швов в стальных конструкциях

Вид соединения	Вид сварки	$f_y$ , Н/мм <sup>2</sup>	Минимальные катеты швов $k_f$ , мм, при толщине более толстого из свариваемых элементов $t$ , мм						
			4-5	6-10	11-16	17-22	23-32	33-40	41-80
Тавровое с двусторонними угловыми швами; нахлесточное и угловое	Ручная дуговая	До 285	4	4	4	5	5	6	6
		Св. 285 до 390	4	5	6	7	8	9	10
		Св. 390 до 590	5	6	7	8	9	10	12
	Автоматическая и механизированная	До 285	3	4	4	5	5	6	6
		Св. 285 до 390	3	4	5	6	7	8	9
		Св. 390 до 590	4	5	6	7	8	9	10
Тавровое с односторонними угловыми швами	Ручная дуговая	До 375	5	6	7	8	9	10	12
	Автоматическая и механизированная		4	5	6	7	8	9	10

Примечания: 1. В конструкциях из стали с пределом текучести свыше 590 МПа, а также из всех сталей при толщине элементов свыше 80 мм минимальные катеты угловых швов следует принимать по специальным техническим условиям.  
2. В конструкциях группы 4 минимальные катеты односторонних угловых швов следует уменьшать на 1 мм при толщине свариваемых элементов до 40 мм включительно и на 2 мм – при толщине элементов свыше 40 мм.

### 4.4 Определение расчетных сопротивлений сварных швов

(1) По EN 1993-1-8 [39] могут быть рассчитаны угловые, угловые круговые, стыковые, пробочные, и сварные швы с клинообразным зазором, из материалов толщиной 4 мм и более.

(2) Эффективную длину сварного шва  $l_{eff}$  следует определять  $l_{eff} = L - 2a$ . Снижение эффективной длины сварного шва не требуется при условии обеспечения полноразмерности сварного шва по всей его длине, включая начало и конец шва.

(3) Сварной угловой шов с эффективной длиной менее 30 мм или менее шестикратной толщины сварного шва не является несущим швом.

Таблица 4.4 – Определение расчетных сопротивлений сварных швов

Тип сварного шва	Расчетное сопротивление
<b>Стыковой</b>	<p>Расчетное сопротивление стыковых сварных швов с полным проваром следует принимать равным расчетному сопротивлению самой слабой из соединяемых деталей, при условии, что сварка выполнена с применением соответствующих сварочных материалов, позволяющих получать образцы сварного шва с пределом текучести металла шва и временным сопротивлением по крайней мере равными соответствующим значениям для основного металла.</p> <p>Расчетное сопротивление стыковых сварных швов с визуальными методами контроля качества <i>рекомендуется</i> умножать на 0,85</p>
<b>Угловой</b>	<p>1. Расчетное сопротивление углового сварного шва можно считать достаточным, если в каждой точке по его длине равнодействующая всех сил, передаваемых сварным швом единичной длины, удовлетворяет следующему условию:</p> $F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd}, \quad (4.1)$ <p>где <math>F_{w,Ed}</math> – расчетное значение внешних усилий, действующих на единицу длины сварного шва;  <math>F_{w,Rd}</math> – расчетное значение сопротивления на единицу длины сварного шва, рассчитывается по формуле 4.2.</p> <p>2. Независимо от ориентации продольного сечения сварного шва относительно направления приложения силы, расчетное сопротивление сварного шва единичной длины <math>F_{w,Rd}</math> следует определять по формуле</p> $F_{w,Rd} = f_{vw,d} a, \quad (4.2)$ <p>где <math>f_{vw,d}</math> – расчетное сопротивление сдвигу сварного шва, рассчитывается по формуле 4.3;  <math>a</math> – эффективная толщина сварного шва, таблица 4.5.</p> <p>3. Расчетное сопротивление сдвигу сварного шва <math>f_{vw,d}</math> следует определять по формуле</p> $f_{vw,d} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{M2}}, \quad (4.3)$ <p>где <math>f_u</math> – номинальное значение предела прочности основного металла.  <i>Для сталей по ГОСТ 27772 в качестве <math>f_u</math> рекомендуется принимать минимальное значение временного сопротивления основного металла (т. 2.3 или 2.4) или металла угловых швов (таблица 4.2);</i>  <math>\beta_w</math> – поправочный коэффициент для угловых сварных швов, таблица 4.6</p>
<b>Пробочный</b>	<p>Расчетное значение сопротивления пробочного сварного шва <math>F_{w,Rd}</math> следует определять по формуле</p> $F_{w,Rd} = f_{vw,d} A_w, \quad (4.4)$ <p>где <math>f_{vw,d}</math> – расчетное сопротивление сдвигу сварного шва, рассчитывается по формуле 4.3;  <math>A_w</math> – расчетная площадь сечения шва, принимается равной площади отверстия</p>

#### 4.5 Эффективная толщина сварных швов $a$

(1) Эффективную толщину  $a$  углового сварного шва следует принимать равной высоте вписанного треугольника (равностороннего или неравностороннего) (рисунок 4.1). Примеры назначения эффективной толщины сварных швов приведены в таблице 4.5.

(2) Эффективная толщина углового сварного шва должна быть не менее 3 мм.

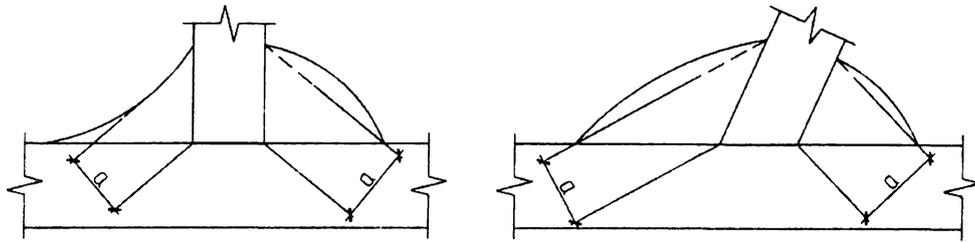


Рисунок 4.1 (рис. 4.3 [39]) – Эффективная толщина углового сварного шва

Таблица 4.5 (т. 9.2 [41]) – Примеры назначения эффективной толщины сварных швов

Тип сварного шва		Эскиз	Эффективная толщина сварного шва $a$
Сварной шов с клинообразным зазором			
С полным проваром	Стыковой шов		$a = t_1$
	Двусторонний стыковой шов с усилением угловыми швами		$a = t_1$
	Стыковой шов с подварочным швом		
	Стыковой шов с полным проваром		
Рассчитываются как угловые швы	Стыковой шов с неполным проваром <sup>1)</sup>		$a$ устанавливают опытным путем, и равно расстоянию от центра корня шва до поверхности шва
	Стыковой шов с неполным проваром <sup>1)</sup>		
	Двусторонний стыковой шов с неполным проваром <sup>1)</sup>		

Окончание таблицы 4.5

Тип сварного шва		Эскиз	Эффективная толщина сварного шва $a$	
Рассчитываются как угловые швы	Двусторонний стыковой шов с неполным проваром <sup>1)</sup>		$a$ устанавливают опытным путем	
	Двусторонний шов без подготовки кромок шва (выполняется полуавтоматической или автоматической сваркой)		$a$ устанавливают опытным путем; зазор $b$ устанавливают в соответствии с технологией сварки; для сварки под флюсом $b = 0$	
	Угловой шов	Теоретический центр корня шва 	$a$ равно высоте вписанного равностороннего треугольника, отмеренной до теоретического центра корня шва	
	Двусторонний угловой шов	Теоретический центр корня шва 	$a$ равно высоте вписанного равностороннего треугольника, отмеренной до теоретического центра корня шва	
	Угловой шов	с глубоким проваром	Теоретический центр корня шва 	$a = \bar{a} + \acute{a}$ , где $\bar{a}$ соответствует толщине шва $a$ , равно высоте вписанного равностороннего треугольника, отмеренной до теоретического центра корня шва;
	Двойной угловой шов		Теоретический центр корня шва 	$e$ определяют опытным путем
Сварной шов трехэлементного соединения			<p>Передача усилия от А к В: <math>a = t_2</math> для <math>t_2 &lt; t_3</math></p> <p>Передача усилия от С к А и В: <math>a = b</math></p>	
<p><sup>1)</sup> Для швов с углом раскрытия кромок менее <math>45^\circ</math> размер <math>a</math> следует уменьшить на 2 мм или установить опытным путем. Исключением являются швы, выполняемые дуговой сваркой в защитных газах в положении «в лодочку» и в нижнем положении.</p>				

#### 4.6 Поправочный коэффициент $\beta_w$ для угловых сварных швов

Таблица 4.6 (т. 9.3 [41]) – Поправочный коэффициент  $\beta_w$  для угловых сварных швов

Классы стали в соответствии со стандартами				Поправочный коэффициент $\beta_w$
ГОСТ 27772	EN 10025	EN 10210	EN 10219	
C235 C245	S235 S235 W	S235 H	S235 H	0,8
C255 C275 C285	S275 S275 N/NL S275 M/ML	S275 H S275 NH/NLH	S275 H S275 NH/NLH S275 MH/MLH	0,85
C345, C345K C355, C355K C375	S355 S355 N/NL S355 M/ML S355 W	S355 H S355 NH/NLH	S355 H S355 NH/NLH S355 MH/MLH	0,9
C390	S420 N/NL S420 M/ML		S420 MH/MLH	1,0
C440	S460 N/NL S460 M/ML S460 Q/QL/QL1	S460 NH/NLH	S460 NH/NLH S460 MH/MLH	1,0

#### 4.7 Сварка в холодноедеформированных зонах

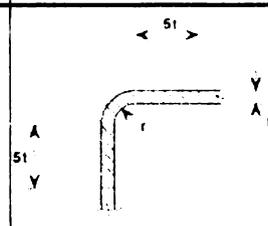
(1) Сварку в пределах зон шириной  $5t$  с каждой стороны холодноедеформированной зоны, см. таблицу 4.2, допускается выполнять при соблюдении одного из следующих требований:

- холодноедеформированные зоны подвергнуты нормализации после холодного деформирования, но до начала сварочных работ;
- отношение  $r/t$  удовлетворяет значениям таблицы 4.7.

Таблица 4.7 (т. 4.2 [39]) – Требования к сварке в зонах холодного деформирования и прилегающего к ним металла

$r/t$	Деформация вследствие холодного деформирования, %	Максимальная толщина, мм		
		В общем случае		При полном раскислении алюминием ( $Al \geq 0,02\%$ )
		доминирует статическая нагрузка	доминирует подвижная, вибрационная и т. п. нагрузка	
$\geq 25$	$\leq 2$	Любая	Любая	Любая
$\geq 10$	$\leq 5$	Любая	16	Любая
$\geq 3,0$	$\leq 14$	24	12	24
$\geq 2,0$	$\leq 20$	12	10	12
$\geq 1,5$	$\leq 25$	8	8	10
$\geq 1,0$	$\leq 33$	4	4	6

Примечание – Холодноедеформированные замкнутые профили согласно EN 10.219, которые не удовлетворяют предельным значениям, указанным в настоящей таблице, допускается считать соответствующими этим значениям, если толщина металла профиля не превышает 12,5 мм и если эти профили изготовлены из спокойной стали (с раскислением алюминием) качества J2H, K2H, MH, MLH, NH или NLH и, кроме того, сталь содержит углерода  $C \leq 0,18\%$ , фосфора  $P \leq 0,020\%$  и серы  $S \leq 0,012\%$ .



В других случаях сварка допускается только в зонах, расположенных на расстоянии  $5t$  от углов сечения профиля, если допустимость применения сварки для этого частного случая может быть подтверждена испытаниями.

## 4.8 Основные типы сварных соединений ручной дуговой сварки по ГОСТ 5264-80

Таблица 4.8

Характер сварного шва и форма подготовленных кромок	Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы			
		подготовительных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения		
<b>Стыковые соединения</b>					
Односторонний без скоса кромок	C2				
		$s=s_1$ св. 1,5 до 3	$b = 1 \pm 1$	$e \leq 7$	$g = 1,5 \pm 1$
		св. 3 до 4	$b = 2 \pm 0,5$	$e \leq 8$	$g = 2 \pm 1$
Двусторонний шов без скоса кромок	C7				
		$s=s_1$ св. 2 до 4	$b = 2 \pm 1$	$e \leq 9$	$g = 1,5 \pm 1$
		св. 4 до 5	$b = 2 \pm 1,5$	$e \leq 10$	$g = 2 \pm 1$
Односторонний со скосом одной кромки	C8				
		$s=s_1$ св. 5 до 8	$e = 12 \pm 2$	$g = 0,5^{+1,5}_{-0,5}$	
		св. 8 до 11	$e = 16 \pm 2$		
		св. 11 до 14	$e = 20 \pm 2$		
		св. 14 до 17	$e = 24 \pm 3$	$g = 0,5^{+2}_{-0,5}$	
		св. 17 до 20	$e = 28 \pm 3$		
		св. 20 до 24	$e = 32 \pm 3$		
		св. 24 до 28	$e = 35 \pm 3$		
		св. 28 до 32	$e = 38 \pm 3$		
		св. 32 до 36	$e = 41 \pm 3$		
Двусторонний шов со скосом двух кромок	C21				
		$s=s_1$ св. 11 до 14	$e = 19 \pm 2$	$g = 0,5^{+1,5}_{-0,5}$	
		св. 14 до 17	$e = 22 \pm 3$	$g = 0,5^{+2}_{-0,5}$	
		св. 17 до 20	$e = 26 \pm 3$		
		св. 20 до 24	$e = 30 \pm 3$		
		св. 24 до 28	$e = 34 \pm 3$		
		св. 28 до 32	$e = 38 \pm 3$		
		св. 32 до 36	$e = 42 \pm 3$		
св. 36 до 40	$e = 47 \pm 3$				

Продолжение таблицы 4.8

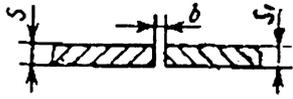
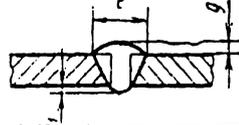
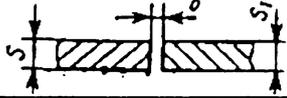
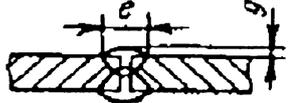
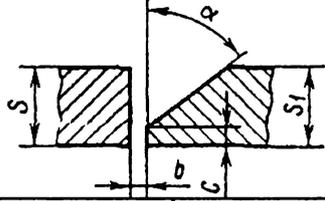
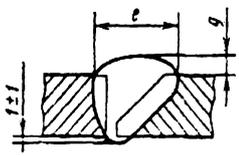
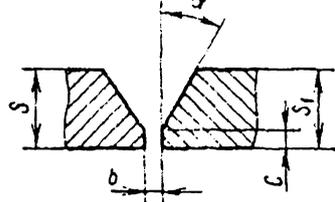
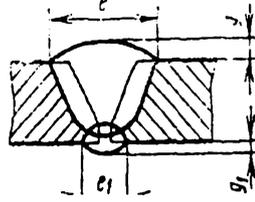
Характер сварного шва и форма подготовленных кромок	Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		
		подготовительных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения	
Двусторонний с двумя симметричными скосами кромок	С25			
		$s=s_1$ св. 8 до 11	$e = 10 \pm 2$	$g = 0,5^{+1,5}_{-0,5}$
		св. 11 до 14	$e = 12 \pm 2$	
		св. 14 до 17	$e = 14 \pm 3$	
		св. 17 до 20	$e = 16 \pm 3$	$g = 0,5^{+2}_{-0,5}$
		св. 20 до 24	$e = 18 \pm 3$	
		св. 24 до 28	$e = 20 \pm 3$	
		св. 28 до 32	$e = 22 \pm 3$	
		св. 32 до 36	$e = 24 \pm 3$	
св. 36 до 40	$e = 26 \pm 3$			
<b>Угловые соединения</b>				
Двухсторонний без скоса кромок	У5			
		$s$ св. 3 до 30	$n$ от $0,5s$ до $s$	$b = 0 + 2$
Односторонний со скосом одной кромки	У6			
		$s$ св. 8 до 11	$e = 16 \pm 2$	$g = 0,5^{+1,5}_{-0,5}$
		св. 11 до 14	$e = 20 \pm 2$	
		св. 14 до 17	$e = 24 \pm 3$	
		св. 17 до 20	$e = 28 \pm 3$	$g = 0,5^{+2}_{-0,5}$
		св. 20 до 24	$e = 32 \pm 3$	
		св. 24 до 28	$e = 35 \pm 3$	
		св. 28 до 32	$e = 38 \pm 3$	
		св. 32 до 36	$e = 41 \pm 3$	
св. 36 до 40	$e = 44 \pm 3$			

Окончание таблицы 4.8

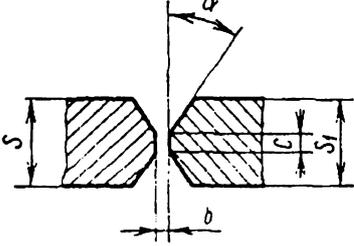
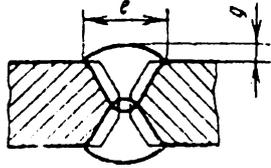
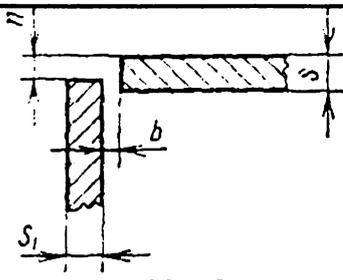
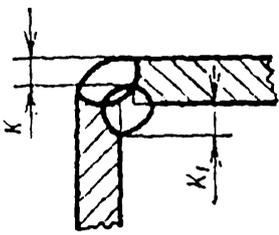
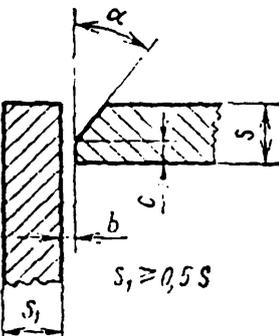
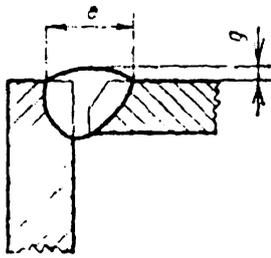
Характер сварного шва и форма подготовленных кромок	Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		
		подготовительных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения	
Двухсторонний с двумя симметричными скосами одной кромки	У7	<p><math>s_1 \geq 0,5s</math></p>		
		$s$ св. 14 до 17	$e = 24 \pm 3$	$g = 0,5^{+2}_{-0,5}$
		св. 17 до 20	$e = 28 \pm 3$	
		св. 20 до 24	$e = 32 \pm 3$	
		св. 24 до 28	$e = 35 \pm 3$	
		св. 28 до 32	$e = 38 \pm 3$	
		св. 32 до 36	$e = 41 \pm 3$	
		св. 36 до 40	$e = 44 \pm 3$	
<b>Тавровые соединения</b>				
Односторонний без скоса кромок	Т1	<p><math>s_1 \geq 2</math></p>		
		$s$ св. 3 до 15	$b = 0 + 2$	
		св. 15 до 40	$b = 0 + 3$	
Двухсторонний без скоса кромок	Т3	<p><math>s_1 \geq 2</math></p>		
		$s$ св. 3 до 15	$b = 0 + 2$	
		св. 15 до 40	$b = 0 + 3$	
<b>Нахлесточные соединения</b>				
Односторонний шов без скоса кромок	Н1	<p><math>s_1 \geq 2</math></p>		
Двусторонний шов без скоса кромок	Н2	$s$ св. 2 до 5	$b = 0 + 1$	
		$s$ св. 5 до 10	$b = 0 + 1,5$	
		$s$ св. 10 до 60	$b = 0 + 2$	

## 4.9 Основные типы сварных соединений дуговой сварки в защитных газах (в CO<sup>2</sup>) по ГОСТ 14771-76\*

Таблица 4.9

Характер сварного шва и форма подготовленных кромок	Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы				
		подготовительных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения			
<b>Стыковые соединения</b>						
Односторонний без скоса кромок	С2 (ИНп, ИП, УП)					
		$s = 2,2 - 4$	$b = 0 + 1,5$	$e \leq 8$	$g = 1,5 \pm 0,5$	
		$4,5 - 6$	$b = 2 + 2,0$	$e \leq 12$		
Двусторонний шов без скоса кромок	С7 (УП)					
		$s = 7 - 8$	$b = 1,5 + 1$	$e \leq 9$	$g = 2,0 \pm 1,5$	
		$9 - 10$		$e \leq 10$		
		$11 - 12$		$e \leq 14$		
Односторонний со скосом одной кромки	С8 (УП)					
		$s = 12 - 14$	$b = c = 2^{+1}_{-2}$	$e = 18 \pm 3$	$g = 0,5 + 1$	
		$16 - 18$		$e = 22 \pm 3$	$g = 2^{+1}_{-2}$	
		$20 - 22$		$e = 26 \pm 3$		
		$24 - 26$		$e = 30 \pm 4$		
		$28 - 30$		$e = 34 \pm 4$		
		$32 - 34$		$e = 38 \pm 4$		
		$36 - 40$		$e = 42 \pm 4$		
				$\alpha = (40 \pm 2)^\circ$		
		Двусторонний шов со скосом двух кромок	С21 (УП)			
$s = 12 - 14$	$b = c = 2^{+1}_{-2}$			$e = 13 \pm 3$	$g = 2^{+1}_{-2}$	
$16 - 18$				$e = 16 \pm 3$		
$20 - 22$				$e = 20 \pm 4$		
$24 - 26$				$e = 24 \pm 4$		
$28 - 30$				$e = 28 \pm 4$		
$32 - 36$				$e = 32 \pm 4$		
$38 - 42$				$e = 36 \pm 4$		
		$\alpha = (20 \pm 2)^\circ$				

Продолжение таблицы 4.9

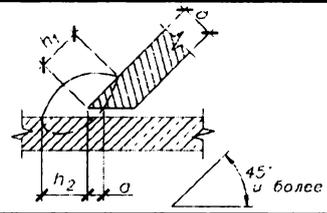
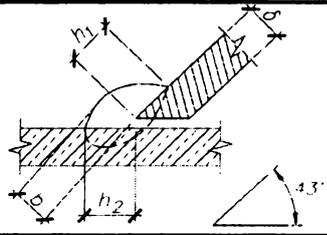
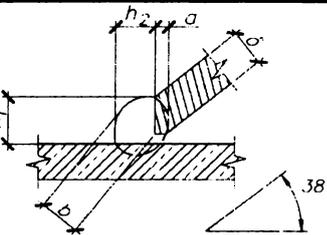
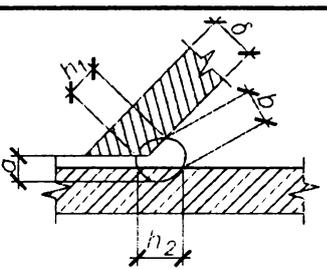
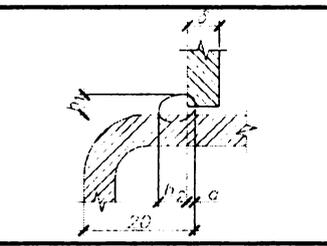
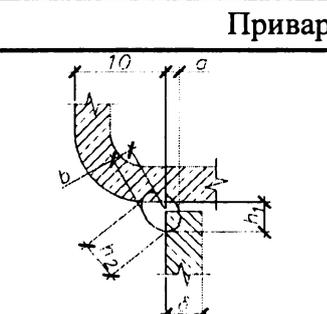
Характер сварного шва и форма подготовленных кромок	Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы			
		подготовительных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения		
Двусторонний с двумя симметричными скосами кромок	С25  (ИП, УП)			 <p><math>\alpha = (20 \pm 2)^\circ</math></p>	
		$s = 10 - 12$	$b = c = 1 \pm 1$	$e = 8 \pm 2$	$g = 2_{-2}^{+1}$
		14 - 16		$e = 10 \pm 2$	
		18 - 20		$e = 12 \pm 2$	
		22 - 28	$b = c = 2_{-2}^{+1}$	$e = 15 \pm 2$	
		30 - 36		$e = 18 \pm 3$	
		38 - 45		$e = 20 \pm 3$	
Угловые соединения					
Двухсторонний без скоса кромок	У5  (ИП, УП)	 <p><math>s_1 \geq 0,8s</math></p>			
		$s = 0,8 - 6,0$	$n$ св. $0,5s$ до $s$	$b = 0 + 1$	
		7,0 - 11,0		$b = 0 + 1,5$	
		12,0 - 30,0		$b = 0 + 2$	
Односторонний со скосом одной кромки	У6  (УП)	 <p><math>s_1 \geq 0,5s</math></p>		 <p><math>\alpha = (40 \pm 2)^\circ</math></p>	
		$s = 12,0 - 14,0$	$e = 18 \pm 3$	$g = 1 \pm 1$	
		16,0 - 18,0	$e = 22 \pm 3$	$g = 2_{-2}^{+1}$	
		20,0 - 22,0	$e = 26 \pm 3$		
		24,0 - 26,0	$e = 30 \pm 4$		
		28,0 - 30,0	$e = 34 \pm 4$		
		32,0 - 34,0	$e = 38 \pm 4$		
		36,0 - 40,0	$e = 42 \pm 4$		

Окончание таблицы 4.9

Характер сварного шва и форма подготовленных кромок	Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы	
		подготовительных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения
Двухсторонний с двумя симметричными скосами одной кромки	У7  (УП)		
		$s = 12,0 - 14,0$	$e = 18 \pm 3$
		$16,0 - 18,0$	$e = 22 \pm 3$
		$20,0 - 22,0$	$e = 26 \pm 4$
		$24,0 - 26,0$	$e = 30 \pm 4$
		$28,0 - 30,0$	$e = 34 \pm 4$
		$32,0 - 34,0$	$e = 38 \pm 4$
		$36,0 - 40,0$	$e = 42 \pm 4$
Тавровые соединения			
Односторонний без скоса кромок	Т1  (ИНп, ИП, УП)		
Двухсторонний без скоса кромок	Т3  (ИНп, ИП, УП)	$s_1 \geq 0,8$	$b = 0 \pm 0,5$
			$b = 0 \pm 1,0$
			$b = 0 \pm 1,5$
			$b = 0 \pm 2,0$
Нахлесточные соединения			
Односторонний шов без скоса кромок	Н1  (ИП, УП)		
Двусторонний шов без скоса кромок	Н2  (ИП, УП)	$s_1 \geq s$	$b = 0 + 1$
			$b = 0 + 1,5$
			$b = 0 + 2$
		$s = 2,2 - 10$	
		$10 - 28$	
		$28 - 60$	

## 4.10 Основные типы сварных швов ферм из гнутосварных профилей

Таблица 4.10 (л. КМ64 [42])

Эскиз	Толщина стенки $\delta$ , мм	Размеры шва, мм			Глубина провара «а», не менее	Прим.	
		$h_1 \pm 2$	$h_2 \pm 2$	$b \pm 2$			
<b>Приварка раскосов в стропильных фермах</b>							
	3	4	3	3	1	Варить при горизонтальном положении плоскости пояса	
	4	5	4	4	1		
	4	6	5	4	2		
	5	7	6	5	3		
	6	8	7	6	4		
	4	6	5	5	2		
	5	7	6	6	2		
	6	8	7	6	2		
	3	4	4	4	0-1		
	4	5	5	6	0-1		
	5	6	6	6	0-1		
	6	7	7	7	0-1		
	3	4	4	3	2	Варить «в лодочку» при наклоне 45°	
	4	5	5	4	2		
<b>Приварка стоек в подстропильных фермах</b>							
	4	5	5	3	2		
	5	6	6	4	3		
	6	7	7	5	3		
	6	6	6				
	7	6	6				
	8	6	6				

Окончание таблицы 4.10

Эскиз	Толщина стенки $\delta$ , мм	Размеры шва, мм			Глубина провара «а», не менее	Прим.
		$h_1 \pm 2$	$h_2 \pm 2$	$b \pm 2$		
<b>Приварка фланцев и опорных ребер к поясам ферм</b>						
	4	5	6 (7)			Размеры в скобках даны для толщины фланца 25, 30 мм
	5	6	6 (7)			
	6	7	7 (7)			
	7	9	9 (9)			
	8	10	10 (10)			
<b>Швы приварки ребер фланца стропильной фермы</b>						
	4	5	5	4	2	Варить при горизонтальном положении плоскости пояса
	5	6	6	4	2	
	6	6	6	4	2	
	7	7	7	5	2	
	8	7	7	5	2	
<b>Приварка раскосов из уголков к поясу подстропильной фермы</b>						
	6	7	7			
	7	8	8			
	8	9	9			
	6	7	7			
	7	8	8			
	8	9	9			
<b>Приварка опорной плиты к поясу подстропильной фермы</b>						
	5	6	6			Варить при вертикальном положении плиты
	6	6	6			
	7	6	6			
	8	6	6			

## Глава 5. Болтовые соединения

### 5.1 Частные коэффициенты $\gamma_M$ для болтовых соединений

Таблица 5.1 (т. 2.1 [39]) – Частные коэффициенты  $\gamma_M$  для болтовых соединений

Сопротивление элементов и поперечных сечений	Обозначение	Значение	
		EN 10025-2 (3,4,5) EN 10210-1 EN 10219-1	Нац. прилож.
Сопротивление болтов	$\gamma_{M2}$	1,25	1,3
Сопротивление пластин на смятие			
Сопротивление на сдвиг контактных поверхностей:	$\gamma_{M3}$	1,25	
в предельном состоянии несущей способности (категория С)			
в предельном состоянии эксплуатационной пригодности (категория В)	$\gamma_{M3.ser}$	1,1	
Предварительное натяжение высокопрочных болтов	$\gamma_{M7}$	1.1	

### 5.2 Номинальные значения предела текучести $f_{yb}$ и временного сопротивления $f_{ub}$ для болтов

Таблица 5.2 (т. 3.1 [39]) – Номинальные значения предела текучести  $f_{yb}$  и временного сопротивления  $f_{ub}$  для болтов

Класс прочности	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9	12.9*
$f_{yb}$ , Н/мм <sup>2</sup>	240	320	300	400	480	640	900	1080
$f_{ub}$ , Н/мм <sup>2</sup>	400	400	500	500	600	800	1000	1200

\* В соответствии с п. 3.1.1 [39] болты класса прочности 12.9 применять запрещено.

(1) Значения предела текучести  $f_{yb}$  и временного сопротивления (предела прочности)  $f_{ub}$ , приведенные в таблице 5.2, следует принимать в качестве характеристических значений.

(2) В качестве болтов с предварительным натяжением допускается использовать только болты классов прочности 8.8 и 10.9.

(3) При расчете фундаментных болтов из стали, по ссылочным стандартам группы 1 (см. 1.2.1 [39]) и группы 4 (см. 1.2.4 [39]), или из стали для предварительно напряженных арматурных стержней по EN 10080, номинальное значение предела текучести не должно превышать 640 Н/мм<sup>2</sup> при работе фундаментных болтов на срез и 900 Н/мм<sup>2</sup> – в остальных случаях.

(4) При расчете на растяжение фундаментных болтов из сталей по ГОСТ 24379, номинальное значение предела текучести рекомендуется вычислять по формуле  $R_{ba} = 0,4 R_{un}$  [31].

### 5.3 Площадь поперечного сечения стержня болта $A$ и площадь сечения болта при расчете на растяжение $A_s$

Таблица 5.3 (т. 62\* [31], т. 5.5 [43])

$d$ , мм	Площадь болта		$d$ , мм	Площадь болта		$d$ , мм	Площадь болта	
	$A$ , см <sup>2</sup>	$A_s$ , см <sup>2</sup>		$A$ , см <sup>2</sup>	$A_s$ , см <sup>2</sup>		$A$ , см <sup>2</sup>	$A_s$ , см <sup>2</sup>
6	0,283	0,201	16	2,01	1,57	27*	5,72	4,59
8	0,502	0,366	18*	2,54	1,92	30	7,06	5,6
10	0,785	0,61	20	3,14	2,45	36	10,17	8,16
12	1,13	0,88	22*	3,80	3,03	42	13,85	11,20
14	1,54	1,2	24	4,52	3,52	48	18,09	14,72

\* Болты указанных диаметров, в соответствии с т.62\* [31] применять не рекомендуется

## 5.4 Категории болтовых соединений

### 5.4.1 Соединения, работающие на сдвиг

(1) Болтовые соединения, работающие на сдвиг, следует рассчитывать в зависимости от категории следующим образом:

а) **Соединение категории А:** как срезное соединение.

В данной категории следует применять болты классов прочности 4.6–10.9. Предварительное натяжение и особые условия для контактных поверхностей не требуются. Расчетное усилие сдвига не должно превышать расчетное сопротивление срезу, определенное согласно 5.5, и расчетное сопротивление смятию, определенное согласно 5.5 и 3.7 [39];

б) **Соединение категории В:** как фрикционное (на болтах с контролируемым натяжением) соединение в предельном состоянии эксплуатационной пригодности.

В данной категории следует применять болты с предварительным натяжением согласно 5.2(1). В предельном состоянии эксплуатационной пригодности не должно быть деформаций сдвига между контактными поверхностями. Расчетное усилие сдвига в предельном состоянии эксплуатационной пригодности не должно превышать расчетного сопротивления сдвигу контактных поверхностей, определенной по 5.7. Расчетное усилие сдвига в предельном состоянии несущей способности не должно превышать расчетное сопротивление срезу, определенное согласно 3.6 [39], и расчетное сопротивление смятию, определенное согласно 5.5 и 3.7 [39];

в) **Соединение категории С:** как фрикционное (на болтах с контролируемым натяжением) соединение в предельном состоянии несущей способности.

В данной категории следует применять болты с предварительным натяжением согласно 5.2(1). В предельном состоянии несущей способности не должно быть деформаций сдвига между контактными поверхностями. Расчетное усилие сдвига в предельном состоянии несущей способности не должно превышать расчетное сопротивление сдвигу контактных поверхностей, определенное согласно 5.7, а также расчетные сопротивления смятию, определенных согласно 5.5 и 3.7 [39]. Кроме того, при соединении растянутых элементов, следует проверять расчетное сопротивление поперечного сечения нетто  $N_{net,Rd}$  в пластической стадии в месте расположения болтовых отверстий (п. 6.2 EN 1993-1-1,) в предельном состоянии несущей способности.

### 5.4.2 Соединения, работающие на растяжение

(2) Болтовые соединения, работающие на растяжение, следует рассчитывать в зависимости от категории следующим образом:

а) **Соединение категории D:** как соединение без предварительного натяжения болтов.

В данной категории следует применять болты классов прочности 4.6–10.9. Предварительное натяжение не требуется. Соединения данной категории не следует применять при частом воздействии переменной растягивающей нагрузки. Однако они могут применяться в соединениях, воспринимающих усилия от ветровых нагрузок.

б) **Соединение категории Е:** как соединение с предварительным контролируемым натяжением болтов.

В данной категории следует применять болты классов прочности 8.8–10.9 с контролируемым предварительным натяжением в соответствии со ссылочными стандартами группы 7 [39].

Таблица 5.4 (т. 3.2 [39]) – Категории болтовых соединений

Категория	Критерий	Примечание
<b>Соединения, работающие на сдвиг</b>		
А Срезное соединение	$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$ $F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$	Предварительное натяжение не требуется. Могут использоваться болты классов 4.6 – 10.9

Окончание таблицы 5.4

Категория	Критерий	Примечание
<b>Соединения, работающие на сдвиг</b>		
<b>В</b> Фрикционное (на болтах с контролируемым натяжением) соединение в предельном состоянии эксплуатационной пригодности	$F_{v,Ed,ser} \leq F_{s,Rd,ser}$ $F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$ $F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$	Следует применять болты класса 8.8 или 10.9 с предварительным натяжением. Сопротивление сдвигу контактных поверхностей в предельном состоянии эксплуатационной пригодности определяется согласно 5.7
<b>С</b> Фрикционное (на болтах с контролируемым натяжением) соединение в предельном состоянии несущей способности	$F_{v,Ed} \leq F_{s,Rd}$ $F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$ $\sum F_{v,Ed} \leq N_{net,Rd}$	Следует применять болты класса 8.8 или 10.9 с предварительным натяжением. Сопротивление сдвигу контактных поверхностей в предельном состоянии несущей способности определяется согласно 5.7. $N_{net,Rd}$ – см. 5.1.1 с)
<b>Соединения, работающие на растяжение</b>		
<b>Д</b> Соединение без предварительного натяжения болтов	$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$ $F_{t,Ed} \leq B_{p,Rd}$	Предварительное натяжение не требуется. Могут использоваться болты классов 4.6–10.9. $B_{p,Rd}$ определяется по таблице 5.5
<b>Е</b> Соединение с предварительным натяжением болтов	$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$ $F_{t,Ed} \leq B_{p,Rd}$	Следует применять болты класса 8.8 или 10.9 с предварительным натяжением. $B_{p,Rd}$ определяется по таблице 5.5
Расчетное растягивающее усилие $F_{t,Ed}$ должно включать возможное усилие отрыва вследствие эффекта рычага, см. 3.11 [39]. Болты, подверженные усилию сдвига совместно с растягивающим усилием, должны также удовлетворять условиям, приведенным в таблице 5.5.		

### 5.5 Расчетные значения сопротивлений сдвигу и/или растяжению одиночных крепежных деталей

(1) Расчетные значения сопротивлений растяжению и срезу по резьбовой части болта, приведенные в таблице 5.5, следует применять только для болтов, изготовленных в соответствии со ссылочными стандартами группы 4 (см. 1.2.4 [39]). Для элементов с резьбой, выполненной согласно EN 1090, таких как фундаментные болты или стержни связей (тяжи), изготовленных из круглого проката, следует использовать соответствующие значения из таблицы 5.5. Для болтов, резьба которых не соответствует EN 1090, соответствующие значения из таблицы 5.5 следует умножать на коэффициент 0,85.

(2) Болты М12 и М14 можно использовать также в отверстиях с зазором, равным 2 мм, при условии, что расчетное значение сопротивления смятию группы болтов менее или равно расчетному значению сопротивления срезу группы болтов. Кроме того, для болтов классов прочности 4.8, 5.8, 6.8, 8.8 и 10.9 расчетное значение сопротивления срезу  $F_{v,Rd}$  следует принимать равным значению, приведенному в таблице 5.5, умноженному на 0,85.

(3) Резьба болтов повышенной точности не должна располагаться в плоскости среза. Длина резьбовой части болтов повышенной точности, расположенная в пределах толщины элемента, не должна превышать 1/3 его толщины.

(4) При соединении элементов внахлестку одним рядом болтов, см. рисунок 5.1, следует предусматривать шайбы как под головку болта, так и под гайку. Расчетное значение сопротивления смятию  $F_{b,Rd}$  болта не должно превышать

$$F_{b,Rd} \leq 1,5f_u dt / \gamma_{M2} \quad (5.1)$$

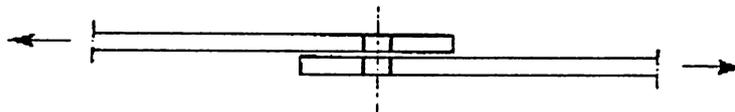


Рисунок 5.1 (рис. 3.3 [39]) – Соединение внахлестку одним рядом болтов

Таблица 5.5 (т. 3.4 [39]) – Сопротивление срезу и/или растяжению одиночных крепежных деталей

Вид отказа	Болты
Срез одной плоскости	$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}}, \quad (5.2)$ <p>а) если плоскость среза проходит через резьбовую часть болта (<math>A = A_s</math>, где <math>A_s</math> – площадь поперечного сечения болта нетто):  для болтов классов прочности 4.6, 5.6 и 8.8 <math>\alpha_v = 0,6</math>;  для болтов классов прочности 4.8, 5.8, 6.8 и 10.9 <math>\alpha_v = 0,5</math>;  б) если плоскость среза проходит через гладкую часть болта (<math>A</math> – площадь поперечного сечения болта брутто) <math>\alpha_v = 0,6</math></p>
Смятие <sup>1),2),3)</sup>	$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}}, \quad (5.3)$ <p>где <math>\alpha_b</math> – меньшее из <math>\alpha_d</math>, <math>\frac{f_{ub}}{f_u}</math> и 1,0;</p> <p>а) вдоль усилия:  для крайних болтов <math>\alpha_d = \frac{e_1}{3d_0}</math>; для средних болтов <math>\alpha_d = \frac{\rho_1}{3d_0} - \frac{1}{4}</math>;</p> <p>б) поперек усилия:  для крайних болтов <math>k_1</math> – меньшее из <math>2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7</math>; <math>1,4 \frac{\rho_2}{d_0} - 1,7</math> или 2,5;  для средних болтов <math>k_1</math> – меньшее из <math>1,4 \frac{\rho_2}{d_0} - 1,7</math> и 2,5</p>
Разрыв при растяжении <sup>2)</sup>	$F_{t,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}, \quad (5.4)$ <p>где <math>k_2 = 0,63</math> – для болта с потайной головкой;  <math>k_2 = 0,9</math> – в остальных случаях</p>
Вырывание	$B_{p,Rd} = 0,6 \pi d_m t_p f_u / \gamma_{M2} \quad (5.5)$
Отказ вследствие среза и растяжения	$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 F_{t,Rd}} \leq 1,0 \quad (5.6)$
<p><sup>1)</sup> Сопротивление смятию <math>F_{b,Rd}</math> болтов составляет:  — для отверстий с большим зазором — 0,8 сопротивления смятию болтов, установленных в нормальные отверстия;  — для овальных отверстий при передаче нагрузки перпендикулярно продольной оси отверстия — 0,6 сопротивления смятию болтов, установленных в нормальные круглые отверстия.</p> <p><sup>2)</sup> Для болтов с потайной головкой:  — сопротивление смятию <math>F_{b,Rd}</math> определяется из условия равенства толщины элемента <math>t</math> толщине присоединяемого элемента, за вычетом половины глубины зенкерования;  — при определении сопротивления растяжению <math>F_{t,Rd}</math> угол и глубина зенкерования должны соответствовать ссылочным стандартам группы 4 (см. 1.2.4 [39]). В противном случае сопротивление растяжению <math>F_{t,Rd}</math> должно быть обосновано соответствующим образом.</p> <p><sup>3)</sup> Если усилие на болт приложено не параллельно краю элемента, то проверка сопротивления смятию может осуществляться отдельно на действие компонентов усилия, приложенных параллельно и перпендикулярно краю элемента.</p>	

## 5.6 Протяженные соединения

(1) Если расстояние  $L_j$  между центрами крайних крепежных деталей вдоль усилия (см. рисунок 5.2) больше  $15d$ , то расчётное сопротивление срезу каждой крепежной детали  $F_{v,Rd}$ , вычисленное согласно таблице 5.5, следует умножить на понижающий коэффициент  $\beta_{Lj}$ , определяемый по формуле

$$\beta_{Lj} = 1 - \frac{L_j - 15d}{200d}, \quad (5.7)$$

но  $\beta_{Lj} \leq 1$  и  $\beta_{Lj} \geq 0,75$ .

(2) Указание 5.6 (1) не применяется, если имеет место равномерное распределение усилия сдвига по длине соединения, например, при передаче усилия сдвига между стенкой и полкой поперечного сечения.

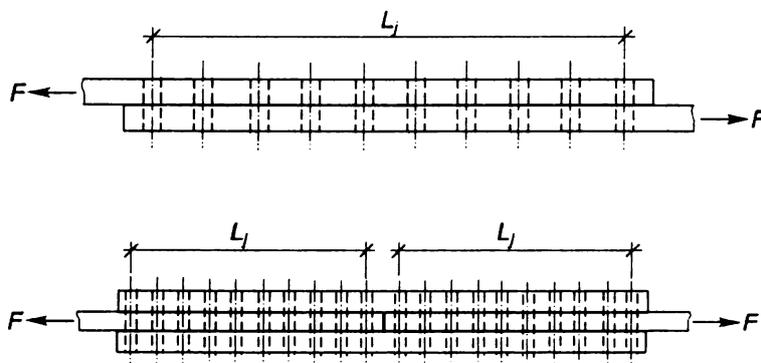


Рисунок 5.2 (рис. 3.7 [39]) – Протяженные соединения

## 5.7 Фрикционные соединения на болтах классов прочности 8.8 и 10.9

### 5.7.1 Расчетное сопротивление сдвигу поверхностей трения

(1) Расчетное сопротивление сдвигу поверхностей трения, стянутых одним болтом с предварительным натяжением классов прочности 8.8 и 10.9, следует определять по формулам:

$$F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu}{\gamma_{M3}} \cdot F_{p,C}, \quad (5.8a)$$

$$F_{s,Rd,ser} = \frac{k_s n \mu}{\gamma_{M3,ser}} \cdot F_{p,C}, \quad (5.8b)$$

где  $k_s$  – принимается согласно таблице 5.6;

$n$  – количество поверхностей трения соединяемых элементов;

$\mu$  – коэффициент трения, принимаемый по таблице 5.7.

Таблица 5.6 (т. 3.6 [39]) – Значения  $k_s$

Описание	$k_s$
Болты, установленные в нормальные отверстия	1,0
Болты, установленные в отверстия с большим зазором или в короткие овальные отверстия при передаче усилия перпендикулярно продольной оси отверстия	0,85
Болты, установленные в длинные овальные отверстия при передаче усилия перпендикулярно продольной оси отверстия	0,7
Болты, установленные в короткие овальные отверстия при передаче усилия параллельно продольной оси отверстия	0,76
Болты, установленные в длинные овальных отверстиях при передаче усилия параллельно продольной оси отверстия	0,63

Таблица 5.7 (т. 18 [1], т. 10.10 [41]) – Коэффициент трения  $\mu$  для болтов с предварительным натяжением

Класс поверхностей трения	Обработка поверхности	Коэффициент трения $\mu$
A	Поверхности, продуваемые дробью или песком, с удаленной сыпучей ржавчиной, без коррозионных язв	0,5
B	Поверхности, продуваемые дробью или песком: а) с металлизированным напылением продуктов на основе алюминия или цинка; б) с покрытием щелочной цинковой силикатной краской слоем от 50 мкм до 80 мкм	0,4
C	Поверхности, очищаемые проволочной щеткой или с помощью газопламенной очистки, с удаленной сыпучей ржавчиной	0,3
D	Поверхности в состоянии после прокатки	0,2

При наличии окрашенной поверхности с течением времени может произойти потеря предварительного натяжения

(2) Для болтов классов прочности 8.8 и 10.9, соответствующих ссылочным стандартам группы 4 (см. 1.2.4 [39]) с контролируемым натяжением, в соответствии со ссылочными стандартами группы 7 (см. 1.2.7 [39]) усилие предварительного натяжения  $F_{p,C}$  в формуле (5.8) следует вычислять по формуле (5.9) или принимать по таблице 5.8

$$F_{p,C} = 0,7f_{ub}A_s \quad (5.9)$$

Таблица 5.8 – Значения  $F_{p,C}$ , кН

Класс прочности	Диаметр болта $d$ , мм							
	12	16	20	22	24	27	30	36
8.8	47	88	137	170	198	257	314	458
10.9	59	110	172	212	247	321	393	572
12.9*	74	132	206	255	296	386	470	685

\* В соответствии с п. 3.1.1 [39] болты класса прочности 12.9 применять запрещено.

### 5.7.2 Совместное действие растяжения и сдвига

(1) Если фрикционное соединение помимо сдвигающего усилия  $F_{v,Ed}$  или  $F_{v,Ed,ser}$  воспринимает также растягивающее усилие  $F_{t,Ed}$  или  $F_{t,Ed,ser}$ , то расчетное сопротивление сдвигу поверхностей трения, стянутых одним болтом, определяют следующим образом:

– для соединений категории В

$$F_{s,Rd,ser} = \frac{k_s n \mu \cdot (F_{p,C} - 0,8 F_{t,Ed,ser})}{\gamma_{M3,ser}} \quad (5.10a)$$

– для соединений категории С

$$F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu \cdot (F_{p,C} - 0,8 F_{t,Ed})}{\gamma_{M3}} \quad (5.10b)$$

(2) Если в соединении, воспринимающем изгибающий момент, контактное усилие в сжатой зоне уравнивает приложенное растягивающее усилие, то снижение сопротивления сдвигу контактных поверхностей не требуется.

## 5.8 Расположение отверстий для болтов

Таблица 5.9 (т. 3.3 [39]) – Минимальные и максимальные расстояния между центрами отверстий, расстояния от центра болта (отверстия) до края элемента вдоль и поперек усилия

Расстояние, см. рисунок 5.3	Минимальное значение	Максимальное значение <sup>1),2),3)</sup>		Рекомендуемое максимальное значение	
		Конструкции, изготовленные из сталей, соответствующих EN 10025, кроме сталей, соответствующих EN 10025-5			Конструкции, изготовленные из сталей, соответствующих EN 10025-5
		Сталь подвержена влиянию атмосферной или другой коррозии	Сталь не подвержена влиянию атмосферной или другой коррозии		Сталь без покрытия
Расстояние от центра болта (отверстия) до края элемента вдоль усилия, $e_1$	$1,2d_0$	$4t + 40$ мм		Большее из значений: $8t$ или 125 мм	$4d_0$ или $8t$
Расстояние от центра болта (отверстия) до края элемента поперек усилия, $e_2$	$1,2d_0$				
Расстояние от оси овального отверстия до края элемента, $e_3$	$1,5d_0^{4)}$				
Расстояние от центра закругления овального отверстия до края элемента, $e_4$	$1,5d_0^{4)}$				
Расстояние между центрами болтов (отверстий) вдоль усилия, $p_1$	$2,2d_0$	Меньшее из значений: $14t$ или 200 мм	Меньшее из значений: $14t$ или 200 мм	Меньшее из значений: $14t$ или 175 мм	а) в крайних рядах при отсутствии окаймляющих уголков: $8d_0$ или $12t$  б) максимальное в средних рядах, а также в крайних рядах при наличии окаймляющих уголков при растяжении: $16d_0$ или $24t$ ; тоже, при сжатии: $12d_0$ или $18t$
Расстояние между центрами болтов (отверстий) вдоль усилия, $p_{1,0}$					
Расстояние между центрами болтов (отверстий) вдоль усилия, $p_{1,i}$		Меньшее из значений: $28t$ или 400 мм			
Расстояние между центрами болтов (отверстий) поперек усилия, $p_2^{5)}$	$2,4d_0$	Меньшее из значений: $14t$ или 200 мм	Меньшее из значений: $14t$ или 200 мм	Меньшее из значений: $14t$ или 175 мм	

## Окончание таблицы 5.9

- 1) Максимальные расстояния между центрами отверстий, расстояния от центра отверстия до края элемента вдоль и поперек усилия не ограничены, кроме случаев, когда:
- предельные значения для сжатых элементов установлены с целью избежания потери местной устойчивости и коррозии незащищенных элементов (предельные значения приведены в таблице);
  - предельные значения для растянутых элементов, не защищенных от коррозии, установлены с целью избежания ее возникновения (предельные значения приведены в таблице).
- 2) Проверку местной устойчивости сжатых пластин на участках между крепежными деталями следует выполнять согласно EN 1993-1-1, принимая расчетную длину равной  $0,6p_1$ . Проверка местной устойчивости не требуется, если отношение  $p_1/t$  меньше  $9\epsilon$ . Расстояние от центра отверстия до края элемента поперек усилия не должно превышать значений для свободных свесов сжатых элементов, см. EN 1993-1-1. Эти требования не распространяются на расстояния до края элемента вдоль усилия.
- 3)  $t$  – толщина наиболее тонкого из соединяемых элементов.
- 4) Ограничения размеров для овальных отверстий приведены в ссылочных стандартах группы 7 (см. 1.2.7 [39]).
- 5) При расположении рядов крепежных деталей в шахматном порядке можно принимать минимальное значение  $p_2 = 1,2d_0$ , при условии, что минимальное расстояние  $L$  между любыми смежными отверстиями составляет не менее  $2,4d_0$ , см. рисунок 5.3б).

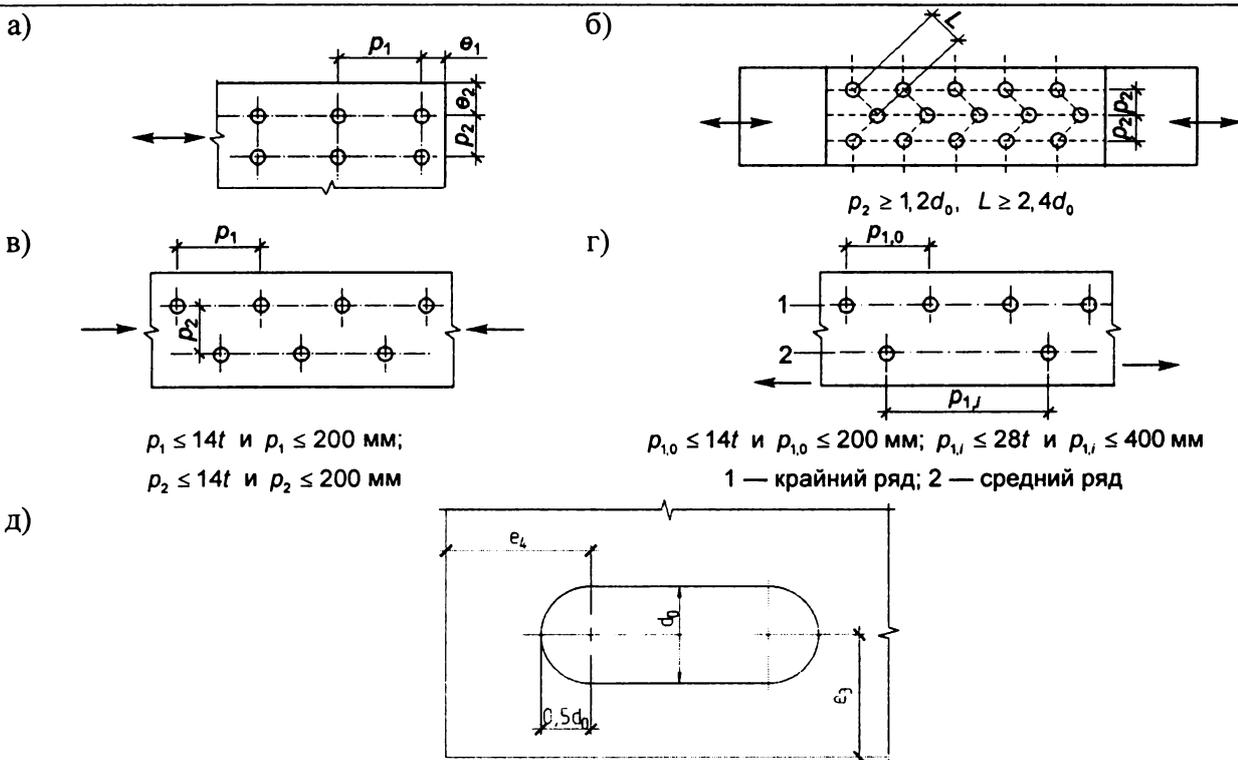


Рисунок 5.3 (рис. 3.1 [39]) – Расстояния между отверстиями и до края элемента:

- а – при рядовом расположении отверстий;  
 б – при расположении отверстий в шахматном порядке;  
 в – при расположении отверстий в шахматном порядке в сжатых элементах;  
 г – при расположении отверстий в шахматном порядке в растянутых элементах;  
 д – расстояния до края элемента для овальных отверстий

### 5.8.1 Расчет на вырыв материала (выкол)

(1) Вырыв (выкол) материала характеризуется сдвигом и разрывом крайней зоны, ограниченной одним рядом или группой болтов (рисунок 5.4).

(2) При передаче сдвигающего усилия на симметричную группу болтов без эксцентриситета расчетное сопротивление вырыву материала крайней зоны определяется по формуле

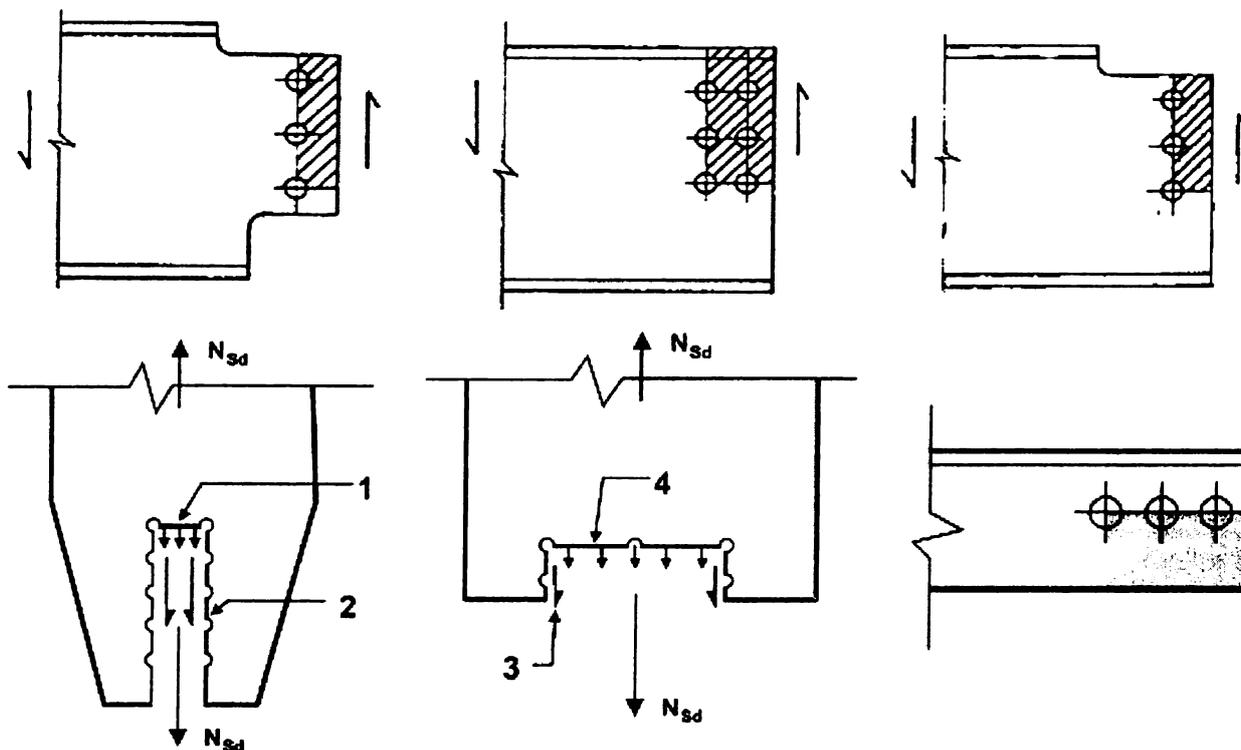
$$V_{\text{eff},1,Rd} = f_u A_{nt} / \gamma_{M2} + (1 / \sqrt{3}) \cdot f_y \cdot A_{nv} / \gamma_{M0}, \quad (5.11)$$

где  $A_{nt}$  – площадь сечения нетто растянутой зоны;

$A_{nv}$  – площадь сечения нетто сдвигаемой зоны.

(3) При передаче сдвигающего усилия на группу болтов с эксцентриситетом расчетное сопротивление при вырыве материала крайней зоны определяется по формуле

$$V_{\text{eff},2,Rd} = 0,5f_u A_{nt} / \gamma_{M2} + (1 / \sqrt{3}) \cdot f_y \cdot A_{nv} / \gamma_{M0}. \quad (5.12)$$



1 – малое растягивающее усилие; 2 – большое сдвигающее усилие;  
3 – малое сдвигающее усилие; 4 – большое растягивающее усилие

Рисунок 5.4 (рис. 3.8 [39]) – Вырыв материала крайней зоны

## 5.9 Размеры отверстий

Таблица 5.10 (т. 11 [1]) – Номинальные зазоры для болтов (в миллиметрах)

Номинальный диаметр болта d	12	14	16	18	20	22	24	27 и более
Нормальные круглые отверстия а)	1 <sup>b), c</sup>		2				3	
Круглые отверстия с большим зазором	3	4				6	8	
Короткие овальные отверстия (по длине) <sup>d)</sup>	4	6				8	10	
Длинные овальные отверстия (по длине) <sup>d)</sup>	1,5d							

а) Для таких сооружений как башни и мачты номинальный зазор для нормальных круглых отверстий следует уменьшить на 0,5 мм, если не указано другое.

б) Для крепежных деталей с покрытием номинальный зазор, равный 1 мм, допускается увеличить на толщину покрытия крепежной детали.

в) Болты номинальным диаметром 12 и 14 мм или болты с потайной головкой допускается использовать также для отверстий с зазором, равным 2 мм, при соблюдении условий, приведенных в EN 1993-1-8.

г) Для болтов, установленных в овальные отверстия, номинальные зазоры по ширине отверстия должны быть равны зазорам, установленным для нормальных круглых отверстий

### 5.10 Ограничения по условиям размеров «места под ключ» при монтаже болтовых соединений

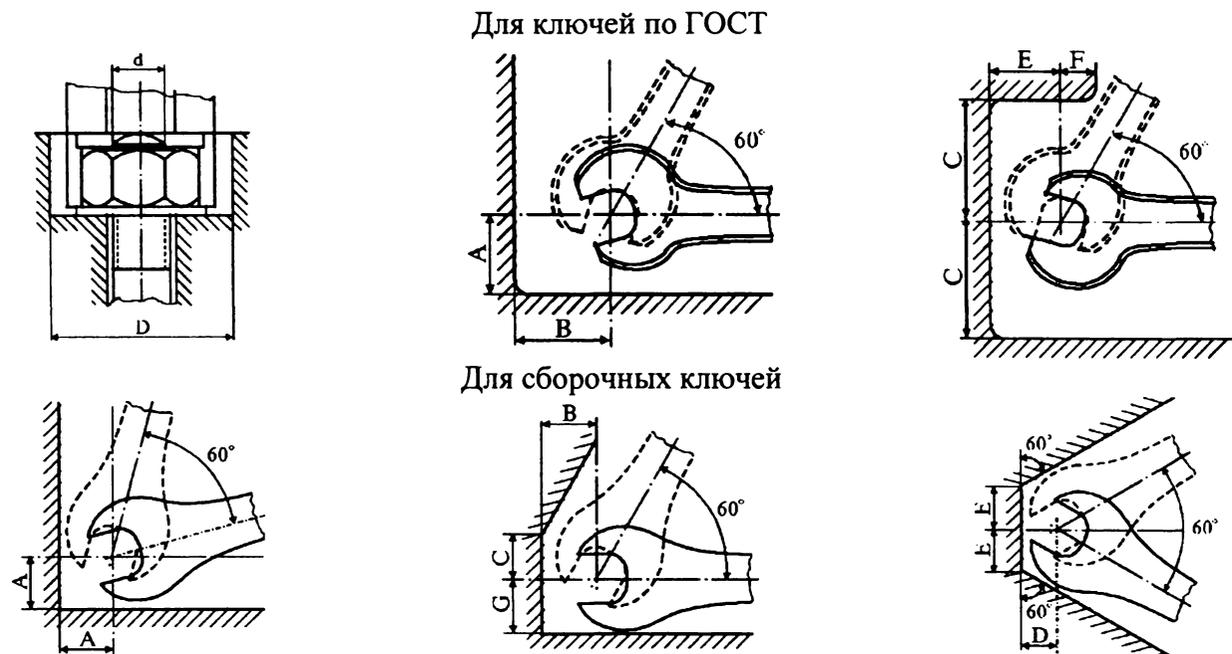
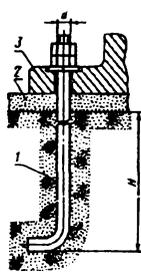
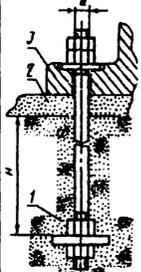
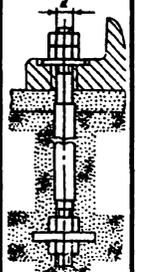
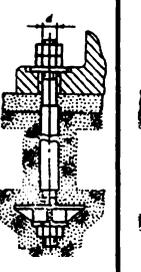
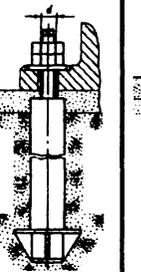
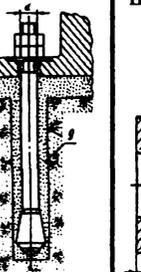
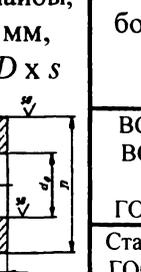


Таблица 5.11 (прил. 6.2 [6]) – Ограничения по условиям размеров «места под ключ»

$d$ болта	Для ключей по ГОСТ, в мм													Для сборочных ключей, в мм					
	12	16	20	24	27	30	33	36	39	42	45	48	52	12	16	20	24	27	30
$D_{min}$	38	45	55	62	68	75	80	85	92	100	110	120	125	20	23	26	29	31	33
$A_{min}$	23	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	27	32	36	40	45	48
$B_{min}$	30	35	40	45	50	55	60	68	75	80	90	95	100	24	28	32	36	40	42
$C_{min}$	32	38	45	50	58	65	70	80	85	90	95	100	105	16	19	22	27	28	32
$E_{min}$	22	25	28	30	35	40	42	45	50	55	60	65	70	22	27	30	35	38	40
$F_{max}$	10	12	16	18	20	25	25	30	30	35	35	35	35	–	–	–	–	–	–
$G_{min}$	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	29	34	39	44	49	52

### 5.11 Нормативные размеры, расчетные сопротивления анкерных болтов и максимальные расчетные усилия на болты

Таблица 5.12 ([8, 9], т. 5.11 [43])

Наружный диаметр болта $d$ , мм	Площадь сечения болта нетто $A_{sa}$ , см <sup>2</sup>	Минимальная длина заделки $H$ , мм, при $R_{ba} = 145$ МПа						Размеры шайбы, мм, $D \times s$	Расчетные сопротивления $R_{ba}$ , МПа, анкерных болтов из стали марок по ГОСТ				Максимальное расчетное усилие при статической нагрузке <sup>2</sup> , кН, допускаемое на болт из стали марки по ГОСТ, $N_{ba} = A_{sa} \cdot R_{ba} / k_0$	
		25d	15d	15d	15d	30d	10d (8d)		ГОСТ 19281		ГОСТ 19281			
										ВСт3пс2, ВСт3кп2 по ГОСТ 535 Сталь 20 по ГОСТ 1050	09Г2С	10Г2С1	ВСт3пс2, ВСт3кп2 по ГОСТ 535 Сталь 20 по ГОСТ 1050	09Г2С
12	0,84	300	—	—	—	—	96	36x3	145	185	190	11,6	14,8	15,2
16	1,57	400	240	—	—	—	160	42x4		185	190	21,7	27,7	28,4
20	2,45	500	300	—	—	—	200	45x8		185	190	33,8	43,2	44,3
24	3,52	600	360	—	—	—	240	55x8		185	190	48,6	62	63,7
30	5,60	750	450	—	—	—	300	80x10		185	190	77,3	98,7	101,3
36	8,16	900	540	—	—	—	360	90x10		180	180	112,7	139,9	139,9
42	11,20	1050	630	—	—	—	420	95x14		180	180	154,7	192	192
48	14,72	1200	720	—	—	—	480	105x14		180	180	203,3	252,3	252,3
56	20,30	—	—	840	—	1680	—	115x16		180	180	280,3	348	348
64	26,76	—	—	960	—	1920	—	130x16		175	170	369,5	446	433,3
72	34,60	—	—	1080	—	2160	—	140x18		175	170	477,8	576,7	560,2
80	43,44	—	—	1200	—	2400	—	160x20		175	170	599,9	724	703,3
90	55,91	—	—	1350	—	2700	—	180x20		170	170	772,1	905,2	905,2
100	69,95	—	—	—	1500	3000	—	190x22		170	170	961,8	1127,7	1127,7
110	85,56	—	—	—	1650	3300	—	200x22		170	165	1181,5	1385,3	1344,5
125	111,91	—	—	—	1875	3750	—	240x25		170	165	1545,4	1811,9	1758,6
140	141,81	—	—	—	2100	—	—	270x25		170	165	1958,3	2296	2228,4

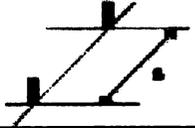
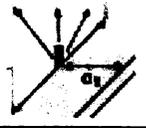
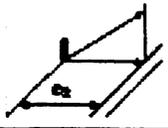
1. Расчетное сопротивление растяжению фундаментных и анкерных болтов из других марок сталей следует вычислять по формуле  $R_{ba} = 0,4 R_{un}$  [31].
2. В соответствии с п. 3.9 [25], при статических нагрузках коэффициент  $k_0 = 1,05$ . При динамических нагрузках необходим пересчет с  $k_0 = 1,15$ .
3. Сталь по ГОСТ 535 должна поставляться по 1-й группе.
4. Болты, устанавливаемые в просверленные скважины готовых фундаментов, не допускается применять для крепления несущих колонн зданий, оборудованных мостовыми кранами, а также для высотных зданий и сооружений, для которых ветровая нагрузка является основной. При этом глубина заделки болтов должна быть не менее  $20d$ .

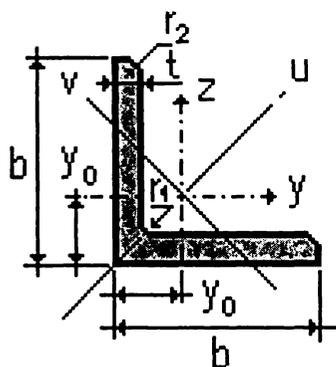
## 5.12 Химические анкера фирмы KOELNER с болтом класса прочности 5.8 по EN 20898-1

Таблица 5.13 (т. 5.12 [43]) – Химические анкера фирмы KOELNER с болтом класса прочности 5.8 по EN 20898-1

Обозначение	Параметры монтажа, мм					Расчетная несущая способность при $h_{ef}$ , кН				
	Размер резьбы, $d$	Общая длина анкера, $L$	Эффективная глубина осаднения, $h_{ef}$	Максимальная толщина прикрепляемого элемента, $t_{fix}$	Мин. толщина ос-нования, $h_{min}$	Растягивающая сила				Срезывающая сила $\geq C20/25$
						C20/25	C30/37	C40/50	C50/60	
CASM 08110	M8	110	80	15	120	10,6				5,3
CASM 10130	M10	130	90	20	130	17,2				8,5
CASM 12160	M12	160	110	25	160	25				12,4
CASM 16190	M16	190	125	35	175	28,1	47,1	47,1	47,1	23,6
CASM 20260	M20	260	170	65	220	43,9	73,7	73,7	73,7	36,8
CASM 24299	M24	300	210	63	270	63,2	106,2	106,2	106,2	53
CASM 30381	M30	380	280	70	340	102,2	169,9	169,9	169,9	84,9

Таблица 5.14 (т. 5.13 [43]) – Коэффициенты редукции несущей способности химических анкеров фирмы KOELNER

Обозначение	$d$	$h_{ef}$	Коэффициенты редукции $f$																		
			Расстояние между анкерами $s$ , мм 							Расстояние до края поперек усилия $c_1$ , мм 					Расстояние до края поперек усилия $c_2$ , мм 						
			$f_s$							$f_{c1}$					$f_{c2}$						
			0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1	0,6	0,7	0,8	0,9	1	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
CASM 08110	M8	80	40	83	66	80	93	104	120	40	50	60	70	80	40	51	61	72	83	93	104
CASM 10130	M10	90	45	60	74	90	104	117	135	45	56	67	79	90	45	57	69	81	93	105	117
CASM 12160	M12	110	55	73	91	110	127	143	165	55	69	82	96	110	55	70	84	99	114	128	143
CASM 16190	M16	125	63	83	103	125	145	162	187	63	78	94	109	125	63	80	96	113	129	146	162
CASM 20260	M20	170	85	102	141	170	197	221	255	85	106	127	149	170	85	108	130	153	176	198	221
CASM 24299	M24	210	120	126	147	210	243	273	315	105	131	157	184	210	105	133	161	189	217	245	273
CASM 30381	M30	280	140	187	234	280	327	374	420	140	175	210	245	280	140	177	215	252	289	327	364



## Глава 6. Сортамент

### 6.1 Горячекатаные профили

#### 6.1.1 Уголки стальные горячекатаные равнополочные. ГОСТ 8509-93

Обозначение по СТБ 21.504-2005 [4]: L 50x4 / ГОСТ 8509-93

Таблица 6.1 – Уголки стальные горячекатаные равнополочные по ГОСТ 8509-93

Обозначение	Размеры, мм				A, см <sup>2</sup>	Масса 1 м, кг/м	Справочные данные для осей								y <sub>0</sub> , мм	i <sub>z</sub> , см, при зазоре a, равном, мм			
	b	t	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>			y – y (z – z)			u – u		v – v				8	10	12	14
							I <sub>y</sub> =I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> , мм	I <sub>u</sub> , см <sup>4</sup>	i <sub>u</sub> , мм	I <sub>v</sub> , см <sup>4</sup>	i <sub>v</sub> , мм						
L50x5*	50	5	5,5	1,8	4,8	3,77	11,2	3,13	15,3	17,77	19,2	4,63	9,8	14,2	2,38	2,45	2,53	2,61	
L50x6	50	6	5,5	1,8	5,69	4,47	13,07	3,69	15,2	20,72	19,1	5,43	9,8	14,6	2,4	2,48	2,56	2,64	
L50x7	50	7	5,5	1,8	6,56	5,15	14,84	4,23	15	23,47	18,9	6,21	9,7	15	2,42	2,5	2,58	2,66	
L50x8	50	8	5,5	1,8	7,41	5,82	16,51	4,76	14,9	26,03	18,7	6,98	9,7	15,3	2,44	2,52	2,6	2,68	
L56x4	56	4	6	2	4,38	3,44	13,1	3,21	17,3	20,79	21,8	5,41	11,1	15,2	2,58	2,66	2,74	2,81	
L56x5	56	5	6	2	5,41	4,25	15,97	3,96	17,2	25,36	21,6	6,59	11	15,7	2,61	2,69	2,77	2,85	
L60x4	60	4	7	2,3	4,72	3,71	16,21	3,7	18,5	25,69	23,3	6,72	11,9	16,2	2,74	2,82	2,89	2,97	
L60x5	60	5	7	2,3	5,83	4,58	19,79	4,56	18,4	31,4	23,2	8,18	11,8	16,6	2,76	2,84	2,92	2,99	
L60x6	60	6	7	2,3	6,92	5,43	23,21	5,4	18,3	36,81	23,1	9,6	11,8	17	2,79	2,86	2,94	3,02	
L60x8	60	8	7	2,3	9,04	7,1	29,55	7	18,1	46,77	22,7	12,34	11,7	17,8	2,83	2,91	2,99	3,07	
L60x10	60	10	7	2,3	11,08	8,7	35,32	8,52	17,9	55,64	22,4	15	11,6	18,5	2,87	2,95	3,03	3,11	
L63x4	63	4	7	2,3	4,96	3,9	18,86	4,09	19,5	29,9	24,5	7,81	12,5	16,9	2,86	2,93	3,01	3,08	
L63x5*	63	5	7	2,3	6,13	4,81	23,1	5,05	19,4	36,8	24,4	9,52	12,5	17,4	2,89	2,96	3,04	3,12	
L63x6	63	6	7	2,3	7,28	5,72	27,06	5,98	19,3	42,91	24,3	11,18	12,4	17,8	2,91	2,99	3,06	3,14	
L65x6	65	6	7	2,3	7,52	5,91	29,85	6,39	19,9	47,38	25,1	12,32	12,8	18,3	2,99	3,07	3,14	3,22	

Продолжение таблицы 6.1

Обозначение	Размеры, мм				A, см <sup>2</sup>	Масса I м, кг/м	Справочные данные для осей							Y <sub>0</sub> , мм	i <sub>z</sub> , см, при зазоре a, равном, мм			
	b	t	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>			y – y (z – z)			u – u		v – v			8	10	12	14
							I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> , мм	I <sub>u</sub> , см <sup>4</sup>	i <sub>u</sub> , мм	I <sub>v</sub> , см <sup>4</sup>	i <sub>v</sub> , мм					
L65x8	65	8	7	2,3	9,84	7,73	38,13	8,3	19,7	60,42	12,7	15,85	24,8	19	3,03	3,1	3,18	3,26
L70x4.5	70	4,5	8	2,7	6,2	4,87	29,04	5,67	21,6	46,03	27,2	12,04	13,9	18,8	3,14	3,22	3,29	3,37
<b>L70x5*</b>	<b>70</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>2,7</b>	<b>6,86</b>	<b>5,38</b>	<b>31,94</b>	<b>6,27</b>	<b>21,6</b>	<b>50,67</b>	<b>27,2</b>	<b>13,22</b>	<b>13,9</b>	<b>19</b>	<b>3,15</b>	<b>3,23</b>	<b>3,3</b>	<b>3,38</b>
L70x6	70	6	8	2,7	8,15	6,39	37,58	7,43	21,5	59,64	27,1	15,52	13,8	19,4	3,18	3,25	3,33	3,4
L70x7	70	7	8	2,7	9,42	7,39	42,98	8,57	21,4	68,19	26,9	17,77	13,7	19,9	3,21	3,28	3,36	3,43
L70x8	70	8	8	2,7	10,67	8,37	48,16	9,68	21,2	76,35	26,8	19,97	13,7	20,2	3,22	3,3	3,37	3,45
L70x10	70	10	8	2,7	13,11	10,29	57,9	11,82	21	91,52	26,4	24,27	13,6	21	3,27	3,34	3,42	3,5
L75x5	75	5	9	3	7,39	5,8	39,53	7,21	23,1	62,65	29,1	16,41	14,9	20,2	3,35	3,42	3,49	3,57
<b>L75x6*</b>	<b>75</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>8,78</b>	<b>6,89</b>	<b>46,57</b>	<b>8,57</b>	<b>23</b>	<b>73,87</b>	<b>29</b>	<b>19,28</b>	<b>14,8</b>	<b>20,6</b>	<b>3,37</b>	<b>3,44</b>	<b>3,52</b>	<b>3,59</b>
L75x7	75	7	9	3	10,15	7,96	53,34	9,89	22,9	84,61	28,9	22,07	14,7	21	3,39	3,47	3,54	3,62
L75x8	75	8	9	3	11,5	9,02	59,84	11,18	22,8	94,89	28,7	24,8	14,7	21,5	3,42	3,5	3,57	3,65
L75x9	75	9	9	3	12,83	10,07	66,1	12,43	22,7	104,72	28,6	27,48	14,6	21,8	3,44	3,51	3,59	3,67
L80x5.5	80	5,5	9	3	8,63	6,78	52,68	9,03	24,7	83,56	31,1	21,8	15,9	21,7	3,56	3,64	3,71	3,79
<b>L80x6*</b>	<b>80</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>9,38</b>	<b>7,36</b>	<b>56,97</b>	<b>9,8</b>	<b>24,7</b>	<b>90,4</b>	<b>31,1</b>	<b>23,54</b>	<b>15,8</b>	<b>21,9</b>	<b>3,58</b>	<b>3,65</b>	<b>3,72</b>	<b>3,8</b>
L80x7	80	7	9	3	10,85	8,51	65,31	11,32	24,5	103,6	30,9	26,97	15,8	22,3	3,6	3,67	3,75	3,82
L80x8	80	8	9	3	12,3	9,65	73,36	12,8	24,4	116,39	30,8	30,32	15,7	22,7	3,62	3,69	3,77	3,85
L80x10	80	10	9	3	15,14	11,88	83,58	15,67	24,2	140,31	30,4	36,85	15,6	23,5	3,62	3,69	3,77	3,85
L80x12	80	12	9	3	17,9	14,05	102,74	18,42	24	162,27	30,1	43,21	15,5	24,2	3,7	3,78	3,85	3,93
<b>L90x6*</b>	<b>90</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>3,3</b>	<b>10,61</b>	<b>8,33</b>	<b>82,1</b>	<b>12,49</b>	<b>27,8</b>	<b>130</b>	<b>35</b>	<b>33,97</b>	<b>17,9</b>	<b>24,3</b>	<b>3,97</b>	<b>4,04</b>	<b>4,11</b>	<b>4,19</b>
<b>L90x7*</b>	<b>90</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>3,3</b>	<b>12,28</b>	<b>9,64</b>	<b>94,3</b>	<b>14,45</b>	<b>27,7</b>	<b>149,67</b>	<b>34,9</b>	<b>38,94</b>	<b>17,8</b>	<b>24,7</b>	<b>3,99</b>	<b>4,06</b>	<b>4,14</b>	<b>4,21</b>
L90x8	90	8	10	3,3	13,93	10,93	106,11	16,36	27,6	168,42	34,8	43,8	17,7	25,1	4,01	4,08	4,16	4,23
L90x9	90	9	10	3,3	15,6	12,2	118	18,29	27,5	186	34,6	48,6	17,7	25,5	4,03	4,11	4,18	4,26
L90x10	90	10	10	3,3	17,17	13,48	128,6	20,07	27,4	203,93	34,5	53,27	17,6	25,9	4,05	4,13	4,2	4,28
L90x12	90	12	10	3,3	20,33	15,96	149,67	23,85	27,1	235,88	34,1	62,4	17,5	26,7	4,1	4,17	4,25	4,33

Продолжение таблицы 6.1

Обозначение	Размеры, мм				A, см <sup>2</sup>	Масса 1 м, кг/м	Справочные данные для осей							Y <sub>0</sub> , мм	i <sub>z</sub> , см, при зазоре a, равном, мм			
	b	t	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>			y – y (z – z)			u – u		v – v			8	10	12	14
							I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> , мм	I <sub>u</sub> , см <sup>4</sup>	i <sub>u</sub> , мм	I <sub>v</sub> , см <sup>4</sup>	i <sub>v</sub> , мм					
L100x6.5	100	6,5	12	4	12,82	10,06	122,1	16,69	30,9	193,46	38,9	50,73	19,9	26,8	4,36	4,43	4,5	4,58
L100x7*	100	7	12	4	13,75	10,79	130,59	17,9	30,8	207,01	38,8	54,16	19,8	27,1	4,38	4,45	4,52	4,6
L100x8*	100	8	12	4	15,6	12,25	147,19	20,3	30,7	233,46	38,7	60,92	19,8	27,5	4,4	4,47	4,55	4,62
L100x10	100	10	12	4	19,24	15,1	178,95	24,97	30,5	283,83	38,4	74,08	19,6	28,3	4,44	4,52	4,59	4,66
L100x12	100	12	12	4	22,8	17,9	208,9	29,47	30,3	330,95	38,1	86,84	19,5	29,1	4,49	4,56	4,63	4,71
L100x14	100	14	12	4	26,28	20,63	237,15	33,83	30	374,98	37,8	99,32	19,4	29,9	4,53	4,6	4,68	4,76
L100x15	100	15	12	4	27,99	21,97	250,68	35,95	29,9	395,87	37,6	105,48	19,4	30,3	4,55	4,63	4,7	4,78
L100x16	100	16	12	4	29,68	23,3	263,82	38,04	29,8	416,04	37,4	111,61	19,4	30,6	4,57	4,64	4,72	4,8
L110x7	110	7	12	4	15,15	11,89	175,61	21,83	34	278,54	42,9	72,68	21,9	29,6	4,78	4,85	4,93	5
L110x8*	110	8	12	4	17,2	13,5	198,17	24,77	33,9	314,51	42,8	81,83	21,8	30	4,8	4,88	4,95	5,02
L120x8	120	8	12	4	18,8	14,76	259,75	29,68	37,2	412,45	46,8	107,04	23,9	32,5	5,21	5,28	5,35	5,42
L120x10	120	10	12	4	23,24	18,24	317,16	36,59	36,9	503,79	46,6	130,54	23,7	33,3	5,25	5,32	5,39	5,47
L120x12	120	12	12	4	27,6	21,67	371,8	43,3	36,7	590,28	46,2	153,33	23,6	34,1	5,29	5,36	5,44	5,51
L120x15	120	15	12	4	33,99	26,68	448,9	52,96	36,3	711,32	45,7	186,48	23,4	35,3	5,35	5,43	5,5	5,58
L125x8*	125	8	14	4,6	19,69	15,46	294,36	32,2	38,7	466,76	48,7	121,98	24,9	33,6	5,39	5,46	5,53	5,61
L125x9*	125	9	14	4,6	22	17,3	327,48	36	38,6	520	48,6	135,88	24,8	34	5,42	5,49	5,56	5,63
L125x10	125	10	14	4,6	24,33	19,1	359,82	39,74	38,5	571,04	48,4	148,59	24,7	34,5	5,44	5,51	5,58	5,66
L125x12	125	12	14	4,6	28,89	22,68	422,32	47,06	38,2	670,02	48,2	174,43	24,6	35,3	5,48	5,56	5,63	5,7
L125x14	125	14	14	4,6	33,37	26,2	481,76	54,17	38	763,9	47,8	199,62	24,5	36,1	5,52	5,6	5,67	5,75
L125x16	125	16	14	4,6	37,77	29,65	538,56	61,09	37,8	852,84	47,5	224,29	24,4	36,8	5,56	5,63	5,71	5,78
L140x9*	140	9	14	4,6	24,72	19,41	465,72	45,55	43,4	739,42	54,7	192,03	27,9	37,8	6,03	6,1	6,17	6,24
L140x10*	140	10	14	4,6	27,33	21,45	512,29	50,32	43,3	813,62	54,6	210,96	27,8	38,2	6,05	6,12	6,19	6,26
L140x12	140	12	14	4,6	32,49	25,5	602,49	59,66	43,1	956,98	54,3	248,01	27,6	39	6,09	6,16	6,23	6,3
L150x10	150	10	14	4,6	29,33	23,02	634,76	58,07	46,5	1008,56	58,6	260,97	29,8	40,7	6,45	6,52	6,59	6,66

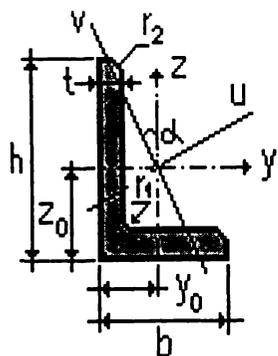
Продолжение таблицы 6.1

Обозначение	Размеры, мм				А, см <sup>2</sup>	Масса I м, кг/м	Справочные данные для осей							У <sub>0</sub> , мм	i <sub>z</sub> , см, при зазоре а, равном, мм			
	b	t	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>			y – y (z – z)			u – u		v – v			8	10	12	14
							I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> , мм	I <sub>u</sub> , см <sup>4</sup>	i <sub>u</sub> , мм	I <sub>v</sub> , см <sup>4</sup>	i <sub>v</sub> , мм					
L150x12	150	12	14	4,6	34,89	27,39	747,48	68,9	46,3	1187,86	58,3	307,09	29,7	41,5	6,49	6,56	6,63	6,7
L150x15	150	15	14	4,6	43,08	33,82	908,38	84,66	45,9	1442,6	57,9	347,17	29,5	42,7	6,55	6,62	6,69	6,77
L150x18	150	18	14	4,6	51,09	40,11	1060,08	99,86	45,6	1680,92	57,4	439,24	29,3	43,8	6,6	6,68	6,75	6,82
L160x10*	160	10	16	5,3	31,43	24,67	774,24	66,19	49,6	1229,1	62,5	319,38	31,9	43	6,84	6,9	6,97	7,05
L160x11*	160	11	16	5,3	34,42	27,02	844,21	72,44	49,5	1340,06	62,4	347,77	31,8	43,5	6,86	6,93	7	7,07
L160x12	160	12	16	5,3	37,39	28,35	912,89	78,62	49,4	1450	62,3	375,78	31,7	43,9	6,88	6,95	7,02	7,09
L160x14	160	14	16	5,3	43,57	33,97	1046,47	90,77	49,2	1662,13	62	430,81	31,6	44,7	6,91	6,98	7,05	7,12
L160x16*	160	16	16	5,3	49,07	38,52	1175,19	102,64	48,9	1865,73	61,7	484,64	31,4	45,5	6,96	7,03	7,1	7,18
L160x18	160	18	16	5,3	54,79	43,01	1290,24	114,24	48,7	2061,03	61,3	537,46	31,3	46,3	6,99	7,06	7,13	7,21
L160x20	160	20	16	5,3	60,4	47,44	1418,85	125,6	48,5	2248,26	61	589,43	31,2	47	7,04	7,11	7,18	7,26
L180x11*	180	11	16	5,3	38,8	30,47	1216,44	92,47	56	1933,1	70,6	499,78	35,9	48,5	7,68	7,74	7,81	7,88
L180x12*	180	12	16	5,3	42,19	33,12	1316,62	100,41	55,9	2092,78	70,4	540,45	35,8	48,9	7,69	7,76	7,83	7,9
L180x15	180	15	16	5,3	52,18	40,96	1607,36	123,74	55,5	2554,99	70	659,73	35,6	50,1	7,75	7,82	7,89	7,96
L180x18	180	18	16	5,3	61,99	48,66	1884,07	146,36	55,1	2992,69	69,5	775,44	35,4	51,3	7,81	7,88	7,95	8,02
L180x20	180	20	16	5,3	68,43	53,72	2061,11	161,07	54,9	3271,31	69,1	850,92	35,3	52	7,84	7,91	7,98	8,06
L200x12*	200	12	18	6	47,1	36,97	1822,78	124,61	62,2	2896,16	78,4	749,4	39,9	53,7	8,48	8,55	8,62	8,69
L200x13	200	13	18	6	50,85	39,92	1960,77	134,44	62,1	3116,18	78,3	805,35	39,8	54,2	8,51	8,58	8,65	8,72
L200x14*	200	14	18	6	54,6	42,8	2097	144,17	62	3333	78,1	861	39,7	54,6	8,53	8,6	8,67	8,74
L200x16	200	16	18	6	61,98	48,65	2362,57	163,37	61,7	3755,39	77,8	969,74	39,6	55,4	8,57	8,64	8,71	8,78
L200x18	200	18	18	6	69,3	54,4	2620,64	182,22	61,5	4164,54	77,5	1076,74	39,4	56,2	8,61	8,68	8,75	8,82
L200x20	200	20	18	6	76,54	60,08	2871,47	200,73	61,2	4560,42	77,2	1181,92	39,3	57	8,64	8,72	8,79	8,86
L200x24	200	24	18	6	90,78	71,26	3350,66	236,77	60,8	5313,5	76,5	1387,73	39,1	58,5	8,72	8,79	8,86	8,93
L200x25*	200	25	18	6	94,29	74,02	3466,21	245,59	60,6	5494,04	76,3	1438,38	39,1	58,9	8,74	8,81	8,88	8,95
L200x30*	200	30	18	6	111,54	87,56	4019,6	288,57	60	6351,05	75,5	1698,16	38,9	60,7	8,83	8,9	8,97	9,05

Окончание таблицы 6.1

Обозначение	Размеры, мм				А, см <sup>2</sup>	Масса 1 м, кг/м	Справочные данные для осей							У <sub>0</sub> , мм	i <sub>z</sub> , см, при зазоре а, равном, мм			
	b	t	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>			у – у (z – z)			u – u		v – v			8	10	12	14
							I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> , мм	I <sub>u</sub> , см <sup>4</sup>	i <sub>u</sub> , мм	I <sub>v</sub> , см <sup>4</sup>	i <sub>v</sub> , мм					
L220x14	220	14	21	7	60,38	47,4	2814,36	175,18	68,3	4470,15	86	1158,56	43,8	59,1	9,3	9,36	9,43	9,5
L220x16*	220	16	21	7	68,58	53,83	3175,44	198,71	68	5045,37	85,8	1305,52	43,6	60,2	9,36	9,42	9,49	9,56
L250x16*	250	16	24	8	78,4	61,55	4717,1	258,43	77,6	7492,1	97,8	1942,09	49,8	67,5	10,55	10,62	10,69	10,75
L250x18	250	18	24	8	87,72	68,86	5247,24	288,82	77,3	8336,69	97,5	2157,78	49,6	68,3	10,59	10,66	10,72	10,79
L250x20*	250	20	24	8	96,96	76,11	5764,87	318,76	77,1	9159,73	97,2	2370,01	49,4	69,1	10,63	10,69	10,76	10,83
L250x22	250	22	24	8	106,12	83,31	6270,32	348,26	70,9	9961,6	96,9	2579,04	49,3	70	10,67	10,74	10,81	10,88
L250x25	250	25	24	8	119,71	93,97	7006,39	391,72	76,5	11125,5	96,4	2887,26	49,1	71,1	10,72	10,79	10,86	10,93
L250x28	250	28	24	8	133,12	104,5	7716,86	434,25	76,1	12243,8	95,9	3189,89	49	72,3	10,78	10,85	10,92	10,99
L250x30	250	30	24	8	141,96	111,44	8176,52	462,11	75,9	12964,7	95,6	3388,98	48,9	73,1	10,82	10,89	10,96	11,03
L250x35	250	35	24	8	163,71	128,51	9281,05	530,11	75,3	14830,6	94,7	3879,37	48,7	74,9	10,91	10,98	11,05	11,13

Профили, обозначенные звездочкой (\*), входят в состав сокращенного проката по ГОСТ 8509-93.



## 6.1.2 Уголки стальные горячекатаные неравнополочные. ГОСТ 8510-86

Обозначение по СТБ 21.504-2005 [4]: L 63x40x4 / ГОСТ 8510-86

Таблица 6.2 – Уголки стальные горячекатаные неравнополочные по ГОСТ 8510-86

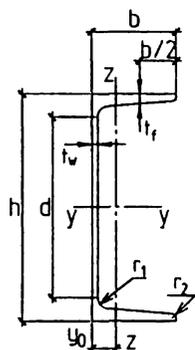
Обозначение	Размеры, мм					A, см <sup>2</sup>	Масса I м, кг/м	Справочные данные для осей											y <sub>0</sub> , мм	z <sub>0</sub> , мм
	h	b	t	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>			y - y			z - z			v - v			I <sub>yz</sub> , см <sup>4</sup>	tg α		
								I <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> , мм	I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> , мм	I <sub>v</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>v</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>v</sub> , мм				
L25x16x3	25	16	3	3,5	1,2	1,16	0,91	0,7	0,43	7,8	0,22	0,19	4,4	0,13	0,16	3,4	0,22	0,392	4,2	8,6
L30x20x3	30	20	3	3,5	1,2	1,43	1,12	1,27	0,62	9,4	0,45	0,3	5,6	0,26	0,25	4,3	0,43	0,427	5,1	10
L30x20x4	30	20	4	3,5	1,2	1,86	1,45	1,61	0,82	9,3	0,56	0,39	5,5	0,34	0,32	4,3	0,54	0,421	5,4	10,4
L32x20x3	32	20	3	3,5	1,2	1,49	1,17	1,52	0,72	10,1	0,46	0,3	5,5	0,28	0,25	4,3	0,47	0,382	4,9	10,8
L32x20x4	32	20	4	3,5	1,2	1,94	1,52	1,93	0,93	10	0,57	0,39	5,4	0,35	0,33	4,3	0,5	0,374	5,3	11,2
L40x25x3	40	25	3	4	1,3	1,89	1,48	3,06	1,14	12,7	0,93	0,49	7	0,56	0,41	5,4	0,96	0,385	5,9	13,2
L40x25x4	40	25	4	4	1,3	2,47	1,94	3,93	1,49	12,6	1,18	0,63	6,9	0,71	0,52	5,4	1,22	0,281	6,3	13,7
L40x25x5	40	25	5	4	1,3	3,03	2,37	4,73	1,82	12,5	1,41	0,77	6,8	0,86	0,64	5,3	1,44	0,374	6,6	14,1
L40x30x4	40	30	4	4	1,3	2,67	2,26	4,18	1,54	12,5	2,01	0,91	8,7	1,09	0,75	6,4	1,68	0,544	7,8	12,8
L40x30x5	40	30	5	4	1,3	3,28	2,46	5,04	1,88	12,4	2,41	1,11	8,6	1,33	0,91	6,4	2	0,539	8,2	13,2
L45x28x3	45	28	3	5	1,7	2,14	1,68	4,41	1,45	14,8	1,32	0,61	7,9	0,79	0,52	6,1	1,38	0,382	6,4	14,7
L45x28x4	45	28	4	5	1,7	2,8	2,2	5,68	1,9	14,2	1,69	0,8	7,8	1,02	0,67	6	1,77	0,379	6,8	15,1
L50x32x3	50	32	3	5,5	1,8	2,42	1,9	6,18	1,82	16	1,99	0,81	9,1	1,18	0,68	7	2,01	0,403	7,2	16
<b>L50x32x4*</b>	<b>50</b>	<b>32</b>	<b>4</b>	<b>5,5</b>	<b>1,8</b>	<b>3,17</b>	<b>2,4</b>	<b>7,98</b>	<b>2,38</b>	<b>15,9</b>	<b>2,56</b>	<b>1,05</b>	<b>9</b>	<b>1,52</b>	<b>0,88</b>	<b>6,9</b>	<b>2,59</b>	<b>0,401</b>	<b>7,6</b>	<b>16,5</b>
L56x36x4	56	36	4	6	2	3,58	2,81	11,37	3,01	17,8	3,7	1,34	10,2	2,19	1,13	7,8	3,74	0,406	8,4	18,2
L56x36x5	56	36	5	6	2	4,41	3,46	13,82	3,7	17,7	4,48	1,65	10,1	2,65	1,37	7,8	4,5	0,404	8,8	18,7

Обозначение	Размеры, мм					A, см <sup>2</sup>	Масса I м, кг/м	Справочные данные для осей											Y <sub>0</sub> , мм	Z <sub>0</sub> , мм
	h	b	t	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>			y-y			z-z			v-v			I <sub>yz</sub> , см <sup>4</sup>	tg α		
								I <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> , мм	I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> , мм	I <sub>v</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>v</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>v</sub> , мм				
L63x40x5	63	40	5	7	2,3	4,98	3,91	19,91	4,72	20	6,26	2,05	11,2	3,73	1,72	8,6	6,41	0,396	9,5	20,8
L63x40x6	63	40	6	7	2,3	5,9	4,63	23,31	5,58	19,9	7,29	2,42	11,1	4,36	2,02	8,6	7,44	0,393	9	21,2
L63x40x8	63	40	8	7	2,3	7,68	6,03	29,6	7,22	19,6	9,15	3,12	10,9	5,58	2,6	8,5	9,27	0,386	10,7	22
L65x50x5	65	50	5	6	2	5,56	4,36	23,41	5,2	20,5	12,08	3,23	14,7	6,41	2,68	10,7	9,77	0,576	12,6	20
L65x50x6	65	50	6	6	2	6,6	5,18	27,46	6,16	20,4	14,12	3,82	14,6	7,52	3,15	10,7	11,46	0,575	13	20,4
L65x50x7	65	50	7	6	2	7,62	5,93	31,32	7,08	20,3	16,05	4,38	14,5	8,6	3,59	10,6	12,94	0,571	13,4	20,8
L65x50x8	65	50	8	6	2	8,62	6,77	35	7,99	20,2	18,88	4,93	14,4	9,65	4,02	10,6	13,61	0,57	13,7	21,2
L70x45x5	70	45	5	7,5	2,5	5,59	4,3	27,76	5,88	22,3	9,05	2,62	12,7	5,34	2,2	9,8	9,12	0,406	10,5	22,8
<b>L75x50x5*</b>	<b>75</b>	<b>50</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>2,7</b>	<b>6,11</b>	<b>4,79</b>	<b>34,81</b>	<b>6,81</b>	<b>23,9</b>	<b>12,47</b>	<b>3,25</b>	<b>14,3</b>	<b>7,24</b>	<b>2,73</b>	<b>10,9</b>	<b>12</b>	<b>0,436</b>	<b>11,7</b>	<b>23,9</b>
L75x50x6	75	50	6	8	2,7	7,25	5,69	40,92	8,08	23,8	14,6	3,85	14,2	8,48	3,21	10,8	14,1	0,435	12,1	24,4
L75x50x7	75	50	7	8	2,7	8,37	6,57	46,77	9,31	23,6	16,61	4,43	14,1	9,69	3,69	10,8	16,18	0,435	12,5	24,8
L75x50x8	75	50	8	8	2,7	9,47	7,43	52,38	10,52	23,5	18,52	4,88	14	10,87	4,14	10,7	17,8	0,43	12,9	25,2
L80x50x5	80	50	5	8	2,7	6,36	4,49	41,64	7,71	25,6	12,68	3,28	14,1	7,57	2,75	10	13,2	0,387	11,3	26
L80x50x6	80	50	6	8	2,7	7,55	5,92	48,98	9,15	25,5	14,85	3,88	14	8,88	3,24	10,8	15,5	0,386	11,7	26,5
L80x60x6	80	60	6	8	2,7	8,15	6,39	52,06	9,42	25,3	25,18	5,58	17,6	13,61	4,66	12,9	20,98	0,547	14,9	24,7
L80x60x7	80	60	7	8	2,7	9,42	7,39	59,61	10,87	25,2	28,74	6,43	17,5	15,58	5,34	12,9	24,01	0,546	15,3	25,2
L80x60x8	80	60	8	8	2,7	10,67	8,37	66,88	12,38	25	32,15	7,26	17,4	17,49	5,99	12,8	26,83	0,544	15,7	25,6
L90x56x5.5	90	56	5,5	9	3	7,86	6,17	65,28	10,74	28,8	19,67	4,53	15,8	11,77	3,81	12,2	20,54	0,384	12,6	29,2
<b>L90x56x6*</b>	<b>90</b>	<b>56</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>8,54</b>	<b>6,7</b>	<b>70,58</b>	<b>11,66</b>	<b>28,8</b>	<b>21,22</b>	<b>4,91</b>	<b>15,8</b>	<b>12,7</b>	<b>4,12</b>	<b>12,2</b>	<b>22,23</b>	<b>0,384</b>	<b>12,8</b>	<b>29,5</b>
L90x56x8	90	56	8	9	3	11,18	8,77	90,87	15,24	28,5	27,08	6,39	15,6	16,29	5,32	12,1	28,33	0,38	13,6	30,4
L100x63x6	100	63	6	10	3,3	9,58	7,53	98,29	14,52	32	30,58	6,27	17,9	18,2	5,27	13,8	31,5	0,393	14,2	32,3
L100x63x7	100	63	7	10	3,3	11,09	8,7	112,86	16,78	31,9	34,99	7,23	17,8	20,83	6,06	13,7	36,1	0,392	14,6	32,8
<b>L100x63x8*</b>	<b>100</b>	<b>63</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>3,3</b>	<b>12,57</b>	<b>9,87</b>	<b>126,96</b>	<b>19,01</b>	<b>31,8</b>	<b>39,21</b>	<b>8,17</b>	<b>17,7</b>	<b>23,38</b>	<b>6,82</b>	<b>13,6</b>	<b>40,5</b>	<b>0,391</b>	<b>15</b>	<b>33,2</b>

Окончание таблицы 6.2

Обозначение	Размеры, мм					A, см <sup>2</sup>	Масса I м, кг/м	Справочные данные для осей											Y <sub>0</sub> , мм	Z <sub>0</sub> , мм
	h	b	t	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>			y-y			z-z			v-v			I <sub>yz</sub> , см <sup>4</sup>	tg α		
								I <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> , мм	I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> , мм	I <sub>v</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>v</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>v</sub> , мм				
L100x63x10	100	63	10	10	3,3	15,47	12,14	153,95	23,32	31,5	47,18	9,99	17,5	28,34	8,31	13,5	48,6	0,387	15,8	34
L100x65x7	100	65	7	10	3,3	11,23	8,81	114,05	16,87	31,9	38,32	7,7	18,5	22,77	6,43	14,1	38	0,415	15,2	32,4
L100x65x8	100	65	8	10	3,3	12,73	9,99	128,31	19,11	31,8	42,96	8,7	18,4	25,24	7,26	14,1	42,64	0,414	15,6	32,8
L100x65x10	100	65	10	10	3,3	15,67	12,3	155,52	23,45	31,5	51,68	10,64	18,2	30,6	8,83	14	51,18	0,41	16,4	33,7
L110x70x6,5	110	70	6,5	10	3,3	11,45	8,98	142,42	19,11	35,3	45,61	8,42	20	26,94	7,05	15,3	46,8	0,402	15,8	35,5
L110x70x8	110	70	8	10	3,3	13,93	10,93	171,54	23,22	35,1	54,64	10,2	19,8	32,31	8,5	15,2	55,9	0,4	16,4	36,1
L125x80x7	125	80	7	11	3,7	14,06	11,04	226,53	26,67	40,1	73,73	11,89	22,9	43,4	9,96	17,6	74,7	0,407	18	40,1
<b>L125x80x8*</b>	<b>125</b>	<b>80</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>3,7</b>	<b>15,98</b>	<b>12,58</b>	<b>225,62</b>	<b>30,26</b>	<b>40</b>	<b>80,95</b>	<b>13,47</b>	<b>22,8</b>	<b>48,82</b>	<b>11,25</b>	<b>17,5</b>	<b>84,1</b>	<b>0,406</b>	<b>18,4</b>	<b>40,5</b>
<b>L125x80x10*</b>	<b>125</b>	<b>80</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>3,7</b>	<b>19,7</b>	<b>15,47</b>	<b>311,61</b>	<b>37,27</b>	<b>39,8</b>	<b>100,47</b>	<b>16,52</b>	<b>22,6</b>	<b>59,33</b>	<b>13,74</b>	<b>17,4</b>	<b>102</b>	<b>0,404</b>	<b>19,2</b>	<b>41,4</b>
L125x80x12	125	80	12	11	3,7	23,36	18,34	364,79	44,07	39,5	116,84	19,46	22,4	69,47	16,11	17,2	118	0,4	20	42,2
L140x90x8	140	90	8	12	4	18	14,13	363,68	38,25	44,9	119,79	17,19	25,8	70,27	14,39	15,8	121	0,411	20,3	44,9
L140x90x10	140	90	10	12	4	22,24	17,46	444,45	47,19	44,7	145,54	21,14	25,8	85,51	17,58	19,6	147	0,409	21,2	45,8
L160x100x9	160	100	9	13	4,3	22,87	17,96	605,97	56,04	51,5	186,03	23,96	28,5	110,4	20,01	22	194	0,391	22,4	51,9
L160x100x10	160	100	10	13	4,3	25,28	19,85	666,59	61,91	51,3	204,09	26,42	28,4	121,16	22,02	21,9	213	0,39	22,8	52,3
L160x100x12	160	100	12	13	4,3	30,04	23,58	784,22	73,42	51,1	238,75	31,23	28,2	142,14	25,93	21,8	249	0,388	23,6	53,2
L160x100x14	160	100	14	13	4,3	34,72	27,26	897,19	84,65	50,8	271,6	35,89	28	162,49	29,75	21,6	232	0,385	24,3	54
L180x110x10	180	110	10	14	4,7	28,33	22,2	952,28	78,59	58	276,37	32,27	31,2	165,44	29,96	24,2	295	0,376	24,4	58,8
L180x110x12	180	110	12	14	4,7	33,69	26,4	1122,56	93,33	57,7	324,09	38,2	31	194,28	31,83	24	348	0,374	25,2	59,7
L200x125x11	200	125	11	14	4,7	34,87	27,37	1449,02	107,31	64,5	446,36	45,98	35,8	263,84	38,27	27,5	465	0,392	27,9	65
L200x125x12	200	125	12	14	4,7	37,89	29,74	1568,19	116,51	64,3	481,93	49,85	35,7	285,04	41,45	27,4	503	0,392	28,3	65,4
L200x125x14	200	125	14	14	4,7	43,87	34,43	1800,83	134,64	64,1	550,77	57,43	35,4	326,54	47,57	27,3	575	0,39	29,1	66,2
L200x125x16	200	125	16	14	4,7	49,77	39,07	2026,08	152,41	63,8	616,66	64,83	35,2	366,99	53,56	27,2	643	0,388	29,9	67,1

Профили, обозначенные звездочкой (\*), входят в состав сокращенного проката по ГОСТ 8510-86.



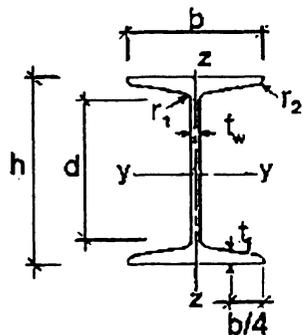
### 6.1.3 Швеллеры стальные горячекатаные. ГОСТ 8240-97

Обозначение по СТБ 21.504-2005 [4]: [ 24П / ГОСТ 8240-97

Таблица 6.3 – Швеллеры стальные горячекатаные по ГОСТ 8240-97

№ [серии] П	Размеры, мм						A, см <sup>2</sup>	Масса 1 м, кг/м	Справочные значения для осей						I <sub>t</sub> , см <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> , см <sup>6</sup>	Y <sub>0</sub> , мм	
									y - y			z - z						
	h	b	t <sub>w</sub>	t <sub>f</sub>	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>			I <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> , см	S <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>				i <sub>z</sub> , см
<b>Швеллеры с параллельными гранями полок</b>																		
5П	50	32	4,4	7	6	3,5	6,16	4,84	22,8	9,1	1,92	5,61	5,95	2,99	0,98	0,874	25,11	12,1
6,5П	65	36	4,4	7,2	6	3,5	7,51	5,9	48,8	15	2,55	9,02	9,35	4,06	1,12	1,08	68,791	12,9
<b>8П*</b>	<b>80</b>	<b>40</b>	<b>4,5</b>	<b>7,4</b>	<b>6,5</b>	<b>3,5</b>	<b>8,98</b>	<b>7,05</b>	<b>89,9</b>	<b>22,5</b>	<b>3,16</b>	<b>13,3</b>	<b>13,9</b>	<b>5,31</b>	<b>1,24</b>	<b>1,324</b>	<b>157,58</b>	<b>13,8</b>
<b>10П*</b>	<b>100</b>	<b>46</b>	<b>4,5</b>	<b>7,6</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>10,9</b>	<b>8,59</b>	<b>175</b>	<b>34,9</b>	<b>3,99</b>	<b>20,5</b>	<b>22,6</b>	<b>7,37</b>	<b>1,44</b>	<b>1,65</b>	<b>405,38</b>	<b>15,3</b>
<b>12П*</b>	<b>120</b>	<b>52</b>	<b>4,8</b>	<b>7,8</b>	<b>7,5</b>	<b>4,5</b>	<b>13,3</b>	<b>10,4</b>	<b>305</b>	<b>50,8</b>	<b>4,79</b>	<b>29,7</b>	<b>34,9</b>	<b>9,84</b>	<b>1,62</b>	<b>2,087</b>	<b>913,57</b>	<b>16,6</b>
<b>14П*</b>	<b>140</b>	<b>58</b>	<b>4,9</b>	<b>8,1</b>	<b>8</b>	<b>4,5</b>	<b>15,6</b>	<b>12,3</b>	<b>493</b>	<b>70,4</b>	<b>5,61</b>	<b>40,9</b>	<b>51,5</b>	<b>12,9</b>	<b>1,81</b>	<b>2,604</b>	<b>1834</b>	<b>18,2</b>
<b>16П*</b>	<b>160</b>	<b>64</b>	<b>5</b>	<b>8,4</b>	<b>8,5</b>	<b>5</b>	<b>18,1</b>	<b>14,2</b>	<b>750</b>	<b>93,8</b>	<b>6,44</b>	<b>54,3</b>	<b>72,8</b>	<b>16,4</b>	<b>2,00</b>	<b>3,196</b>	<b>3393,7</b>	<b>19,7</b>
16аП	160	68	5	9	8,5	5	19,5	15,3	827	103	6,51	59,5	90,5	19,6	2,15	3,971	4153,4	21,9
<b>18П*</b>	<b>180</b>	<b>70</b>	<b>5,1</b>	<b>8,7</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>20,7</b>	<b>16,3</b>	<b>1090</b>	<b>121</b>	<b>7,26</b>	<b>70</b>	<b>100</b>	<b>20,6</b>	<b>2,20</b>	<b>3,869</b>	<b>5892,5</b>	<b>21,4</b>
18аП	180	74	5,1	9,3	9	5	22,2	17,4	1200	133	7,34	76,3	123	24,3	2,35	4,764	7109,8	23,6
<b>20П*</b>	<b>200</b>	<b>76</b>	<b>5,2</b>	<b>9</b>	<b>9,5</b>	<b>5,5</b>	<b>23,4</b>	<b>18,4</b>	<b>1530</b>	<b>153</b>	<b>8,08</b>	<b>88</b>	<b>134</b>	<b>25,2</b>	<b>2,39</b>	<b>4,631</b>	<b>9720,5</b>	<b>23</b>
<b>22П*</b>	<b>220</b>	<b>82</b>	<b>5,4</b>	<b>9,5</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>26,7</b>	<b>21</b>	<b>2120</b>	<b>193</b>	<b>8,90</b>	<b>111</b>	<b>178</b>	<b>31</b>	<b>2,58</b>	<b>5,874</b>	<b>15664</b>	<b>24,7</b>
<b>24П*</b>	<b>240</b>	<b>90</b>	<b>5,6</b>	<b>10</b>	<b>10,5</b>	<b>6</b>	<b>30,6</b>	<b>24</b>	<b>2910</b>	<b>243</b>	<b>9,75</b>	<b>139</b>	<b>248</b>	<b>39,5</b>	<b>2,85</b>	<b>7,405</b>	<b>25843</b>	<b>27,2</b>
<b>27П*</b>	<b>270</b>	<b>95</b>	<b>6</b>	<b>10,5</b>	<b>11</b>	<b>6,5</b>	<b>35,2</b>	<b>27,7</b>	<b>4180</b>	<b>310</b>	<b>10,90</b>	<b>178</b>	<b>314</b>	<b>46,7</b>	<b>2,99</b>	<b>9,276</b>	<b>41729</b>	<b>27,8</b>
<b>30П*</b>	<b>300</b>	<b>100</b>	<b>6,5</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>40,5</b>	<b>31,8</b>	<b>5830</b>	<b>389</b>	<b>12,00</b>	<b>224</b>	<b>393</b>	<b>54,8</b>	<b>3,12</b>	<b>11,62</b>	<b>65081</b>	<b>28,3</b>
33П	330	105	7	11,7	13	7,5	46,5	36,5	8010,8	486	13,10	281	491	64,6	3,25	14,984	99139	29
36П	360	110	7,5	12,6	14	8,5	53,4	41,9	10850	603	14,30	350	611	76,3	3,38	19,732	147995	29,9
<b>40П*</b>	<b>400</b>	<b>115</b>	<b>8</b>	<b>13,5</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>61,5</b>	<b>48,3</b>	<b>15260</b>	<b>763</b>	<b>15,80</b>	<b>445</b>	<b>760</b>	<b>89,9</b>	<b>3,51</b>	<b>25,69</b>	<b>228606</b>	<b>30,5</b>

Профили, обозначенные звездочкой (\*), входят в состав сокращенного проката по ГОСТ 8240-97.



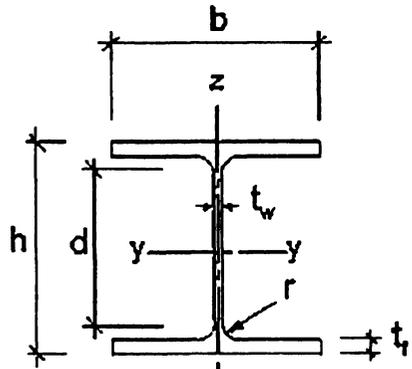
### 6.1.4 Двутавры стальные горячекатаные. ГОСТ 8239-89

Обозначение по СТБ 21.504-2005 [4]:  $\text{I} 30 / \text{ГОСТ 8239} - 89$

Таблица 6.4 – Двутавры стальные горячекатаные по ГОСТ 8239-89

№ балки	Размеры, мм						A, см <sup>2</sup>	Масса I м, кг/м	Справочные данные для осей						I <sub>t</sub> , см <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> , см <sup>6</sup>	
									y - y			z - z					
	h	b	t <sub>w</sub>	t <sub>r</sub>	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>			I <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> , см	S <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>			i <sub>z</sub> , см
10	100	55	4,5	7,2	7	2,5	12	9,46	198	39,7	4,06	23	17,9	6,49	1,22	2,28	385,38
12*	120	64	4,8	7,3	7,5	3	14,7	11,5	350	58,4	4,88	33,7	27,9	8,72	1,38	2,88	885,92
14*	140	73	4,9	7,5	8		17,4	13,7	572	81,7	5,73	46,8	41,9	11,5	1,55	3,59	1839,02
16*	160	81	5	7,8	8,5	3,5	20,2	15,9	873	109	6,57	62,3	58,6	14,5	1,7	4,46	3393,65
18*	180	90	5,1	8,1	9		23,4	18,4	1290	143	7,42	81,4	82,6	18,4	1,88	5,6	6102
20*	200	100	5,2	8,4	9,5	4	26,8	21	1840	184	8,28	104	115	23,1	2,07	6,92	10554,3
22	220	110	5,4	8,7	10	4	30,6	24	2550	232	9,13	131	157	28,6	2,27	8,6	17524,2
24	240	115	5,6	9,5	10,5		34,8	27,3	3460	289	9,97	163	198	34,5	2,37	11,1	26299,5
27	270	125	6	9,8	11	4,5	40,2	31,5	5010	371	11,2	210	260	41,5	2,54	13,6	44007,6
30	300	135	6,5	10,2	12	5	46,5	36,5	7080	472	12,3	268	337	49,9	2,69	17,4	70756,6
33	330	140	7	11,2	13		53,8	42,2	9840	597	13,5	339	419	59,9	2,79	23,8	106461
36	360	145	7,5	12,3	14	6	61,9	48,6	13380	743	14,7	423	516	71,1	2,89	31,4	155955
40	400	155	8,3	13	15		72,6	57	19062	953	16,2	545	667	86,1	3,03	40,6	249740
45	450	160	9	14,2	16	7	84,7	66,5	27696	1231	18,1	708	808	101	3,09	54,7	383642
50	500	170	10	15,2	17		100	78,5	39727	1589	19,9	919	1043	123	3,23	75,4	612843
55	550	180	11	16,5	18	8	118	92,6	55962	2035	21,8	1181	1356	151	3,39	100	964870
60	600	190	12	17,8	20		138	108	76806	2560	23,6	1491	1725	182	3,54	135	1461752

Профили, обозначенные звездочкой (\*), входят в состав сокращенного проката по ГОСТ 8239-89.



### 6.1.5 Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок. ГОСТ 26020-83

Обозначение по СТБ 21.504-2005 [4]:  $\Gamma 40 K1 / \text{ГОСТ 26020} - 83$

Таблица 6.5 – Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок по  
ГОСТ 26020-83

№ профиля	Масса 1 м, кг/м	Размеры, мм					A, см <sup>2</sup>	Справочные данные для осей							I <sub>t</sub> , см <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> , см <sup>6</sup>
		h	b	t <sub>w</sub>	t <sub>f</sub>	r <sub>1</sub>		y - y				z - z				
								I <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	S <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> , см	I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> , см		
<b>Нормальные двутавры</b>																
<b>10Б1</b>	8,1	100	55	4,1	5,7	7	10,32	171	34,2	19,7	4,07	15,9	5,8	1,24	1,202	353,48
<b>12Б1</b>	8,7	117,6	64	3,8	5,1		11,03	257	43,8	24,9	4,83	22,4	7	1,42	1,042	708,75
<b>12Б2</b>	10,4	120	64	4,4	6,3		13,21	318	53,0	30,4	4,90	27,7	8,6	1,45	1,735	895,24
<b>14Б1</b>	10,5	137,4	73	3,8	5,6		13,39	435	63,3	35,8	5,70	36,4	10	1,65	1,367	1580,78
<b>14Б2</b>	12,9	140	73	4,7	6,9		16,43	541	77,3	44,2	5,74	44,9	12,3	1,65	2,447	1988,58
<b>16Б1</b>	12,7	157	82	4	5,9	9	16,18	689	87,8	49,5	6,53	54,4	13,3	1,83	1,964	3105,05
<b>16Б2</b>	15,8	160	82	5	7,4		20,09	869	108,7	61,9	6,58	68,3	16,6	1,84	3,604	3976,21
<b>18Б1</b>	15,4	177	91	4,3	6,5		19,58	1063	120,1	67,7	7,37	81,9	18	2,04	2,699	5952,13
<b>18Б2</b>	18,8	180	91	5,3	8		23,95	1317	146,3	83,2	7,41	100,8	22,2	2,05	4,29	7455,17
<b>20Б1</b>	22,4	200	100	5,6	8,5	12	28,49	1943	194,3	110,3	8,26	142,3	28,5	2,23	6,98	13046,15
<b>23Б1</b>	25,8	230	110	5,6	9		32,91	2996	260,5	147,2	9,54	200,3	36,4	2,47	8,383	24457,13
<b>26Б1</b>	28	258	120	5,8	8,5		35,62	4024	312,0	176,6	10,63	245,6	40,9	2,63	8,419	28221,65
<b>26Б2</b>	31,2	261	120	6	10		39,70	4654	356,6	201,5	10,83	288,8	48,1	2,70	11,74	45486,73
<b>30Б1</b>	32,9	296	140	5,8	8,5		15	41,92	6328	427,0	240,0	12,29	390,0	55,7	3,05	10,841
<b>30Б2</b>	36,6	299	140	6,0	10	46,67		7293	487,8	273,8	12,50	458,6	65,5	3,13	14,722	95756,8

Продолжение таблицы 6.5

№ профи- ля	Масса 1 м, кг/м	Размеры, мм					A, см <sup>2</sup>	Справочные данные для осей						I <sub>t</sub> , см <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> , см <sup>6</sup>	
		h	b	t <sub>w</sub>	t <sub>r</sub>	r <sub>1</sub>		y - y				z - z				
								I <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	S <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> , см	I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>			i <sub>z</sub> , см
35Б1	38,9	346	155	6,2	8,5	18	49,53	10060	581,7	328,6	14,25	529,6	68,3	3,27	14,843	150812
35Б2	43,3	349	155	6,5	10	18	55,17	11550	662,2	373	14,47	622,9	80,4	3,36	19,44	178961
40Б1	48,1	392	165	7	9,5	21	61,25	15750	803,6	456	16,03	714,9	86,7	3,42	24,159	261486
40Б2	54,7	396	165	7,5	11,5	21	69,72	18530	935,7	529,7	16,30	865	104,8	3,52	33,094	319705
45Б1	59,8	443	180	7,8	11	21	76,23	24940	1125,8	639,5	18,99	1073,7	119,3	3,75	34,662	500945
45Б2	67,5	447	180	8,4	13	21	85,96	28870	1291,9	732,9	18,32	1269	141	3,84	47,863	597559
50Б1	73	492	200	8,8	12	24	92,98	37160	1511	860,4	19,99	1606	160,6	4,16	48,235	925056
50Б2	80,7	496	200	9,2	14	24	102,80	42390	1709	970,2	20,30	1873	187,3	4,27	64,04	1087857
55Б1	89	543	220	9,5	13,5	24	113,37	55680	2051	1165	22,16	2404	218,6	4,61	73,37	1685025
55Б2	97	547	220	10	15,5	24	124,75	62790	2296	1302	22,43	2760	250,9	4,70	95,8	1949196
60Б1	106,2	593	230	10,5	15,5	24	135,26	78760	2656	1512	24,13	3154	274,3	4,83	104,99	2629697
60Б2	115,6	597	230	11	17,5	24	147,30	87640	2936	1669	24,39	3561	309,6	4,92	134,04	2989640
70Б1	129,3	691	260	12	15,5	26	164,70	125 930	3645	2095	27,65	4556	350,5	5,26	136,13	5197259
70Б2	144,2	697	260	12,5	18,5	26	183,60	145912	4187	2393	28,19	5437	418,3	5,44	188,01	6257474
80Б1	159,5	791	280	13,5	17	26	203,20	199 500	5044	2917	31,33	6244	446,0	5,54	203,37	9351576
80Б2	177,9	798	280	14	20,5	26	226,60	232 200	5820	3343	32,01	7527	537,6	5,76	281,74	11375296
90Б1	194	893	300	15	18,5	30	247,10	304 400	6817	3964	35,09	8365	557,6	5,82	305,59	15992839
90Б2	213,8	900	300	15,5	22	30	272,40	349 200	7760	4480	35,80	9943	662,8	6,04	404,71	19162248
100Б1	230,6	990	320	16	21	30	293,82	446 000	9011	5234	38,96	11520	719,9	6,26	418,52	27042077
100Б2	258,2	998	320	17	25	30	328,90	516400	10350	5980	39,62	13710	856,9	6,46	589,08	32449137
100Б3	285,7	1006	320	18	29	30	364,00	597 700	11 680	6739	40,18	15900	993,9	6,61	814,06	37942532
100Б4	314,5	1013	320	19,5	32,5	30	400,60	655 400	12940	7470	40,45	17830	1114,3	6,67	1091,9	42853527
<b>Широкополочные двутавры</b>																
20Ш1	30,6	196	193	6	9	13	38,95	2660	275	153	8,26	507	67,6	3,61	11,008	42912,5
23Ш1	36,2	226	155	6,5	10	14	46,06	4260	377	210	9,62	622	80,2	3,67	15,554	72550,1
26Ш1	42,7	251	180	7	10	16	54,37	6225	496	276	10,70	974	108,2	4,23	19,849	141427
26Ш2	49,2	255	180	7,5	12	16	62,73	7429	583	325	10,88	1168	129,8	4,31	29,708	172425
30Ш1	53,6	291	200	8	11	18	68,31	10400	715	398	12,34	1470	147,0	4,64	30,959	288120
30Ш2	61	295	200	8,5	13	18	77,65	12200	827	462	12,53	1737	173,7	4,73	44,16	345333

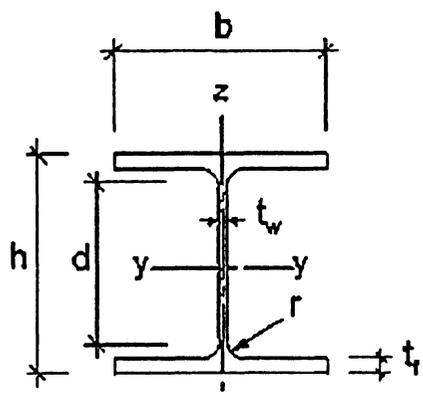
Продолжение таблицы 6.5

№ профи- ля	Масса 1 м, кг/м	Размеры, мм					А, см <sup>2</sup>	Справочные данные для осей							I <sub>t</sub> , см <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> , см <sup>6</sup>
		h	b	t <sub>w</sub>	t <sub>r</sub>	r <sub>1</sub>		y - y				z - z				
								I <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	S <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> , см	I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> , см		
30Ш3	68,3	299	200	9	15	18	87	14040	939	526	12,70	2004	200,4	4,80	61,69	404087
35Ш1	75,1	338	250	9,5	12,5	20	95,67	19790	1171	651	14,38	3260	261	5,84	56,29	863495
35Ш2	82,2	341	250	10,0	14		104,74	22070	1295	721	14,52	3650	292	5,90	72,14	975727
35Ш3	91,3	345	250	10,5	16		116,30	25140	1458	813	14,70	4170	334	5,99	97,52	1128412
40Ш1	96,1	388	300	9,5	14	22	122,40	34360	1771	976	16,76	6306	420	7,18	83,29	2205145
40Ш2	111,1	392	300	11,5	16		141,60	39700	2025	1125	16,75	7209	481	7,14	125,49	2547949
40Ш3	123,4	396	300	12,5	18		157,20	44740	2260	1259	16,87	8111	541	7,18	169,38	2897330
50Ш1	114,4	484	300	11	15	26	145,70	60930	2518	1403	20,45	6762	451	6,81	122,38	3718441
50Ш2	138,7	489	300	14,5	17,5		176,60	72530	2967	1676	20,26	7900	526	6,69	209,98	4390667
50Ш3	156,4	495	300	15,5	20,5		199,20	84200	3402	1923	20,56	9250	617	6,81	291,92	5206600
50Ш4	174,1	501	300	16,5	23,5		221,70	96150	3838	2173	20,82	10600	707	6,92	398,1	6042165
60Ш1	142,1	580	320	12	17	28	181,10	107300	3701	2068	24,35	9302	581	7,17	183,58	7371113
60Ш2	176,9	587	320	15	20,5		225,30	131800	4490	2544	24,19	11230	702	7,06	337,3	9009892
60Ш3	205,5	595	320	18	24,5		261,80	156900	5273	2997	24,48	13420	839	7,16	517,82	10919528
60Ш4	234,2	603	320	20	28,5		298,34	182500	6055	3455	24,73	15620	976	7,23	759,2	12888461
70Ш1	169,9	683	320	13,5	19	30	216,40	172000	5036	2843	28,19	10400	650	6,93	266,82	11463297
70Ш2	197,6	691	320	15	23		251,70	205500	5949	3360	28,58	12590	787	7,07	411,82	14044900
70Ш3	235,4	700	320	18	27,5		299,80	247100	7059	4017	28,72	15070	942	7,09	680,02	17038153
70Ш4	261,1	708	320	20,5	31,5		341,60	284400	8033	4598	28,85	17270	1079	7,11	993,97	19759137
70Ш5	305,9	718	320	23	36,5		389,7	330600	9210	5298	29,13	20020	1251	7,17	1474,2	23245334
<b>Колонные двутавры</b>																
20К1	41,5	195	200	6,5	10	13	52,82	3820	392	216	8,50	1334	133	5,03	17,744	114140
20К2	46,9	198	200	7	11,5		59,70	4422	447	247	8,61	1534	153	5,07	25,436	133390
23К1	52,2	227	240	7	10,5	14	66,51	6589	580	318	9,95	2421	202	6,03	24,671	283694
23К2	59,5	230	240	8	12		75,77	7601	661	365	10,02	2766	231	6,04	35,988	328698
26К1	65,2	255	260	8	12	16	83,08	10300	809	445	11,14	3517	271	6,51	40,367	519188
26К2	73,2	258	260	9	13,5		93,19	11700	907	501	11,21	3957	304	6,52	56,254	591376
26К3	83,1	262	260	10	15,5		105,90	13560	1035	576	11,32	4544	349	6,55	81,91	690259

Окончание таблицы 6.5

№ профиля	Масса 1 м, кг/м	Размеры, мм					A, см <sup>2</sup>	Справочные данные для осей						I <sub>t</sub> , см <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> , см <sup>6</sup>	
		h	b	t <sub>w</sub>	t <sub>r</sub>	r <sub>1</sub>		y - y				z - z				
								I <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	S <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> , см	I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>			i <sub>z</sub> , см
<b>30К1</b>	84,8	296	300	9	13,5	18	108,00	18110	1223	672	12,95	6079	405	7,50	66,11	1212856
<b>30К2</b>	96,3	300	300	10	15,5		122,70	20930	1395	771	13,06	6980	465	7,54	95,88	1412407
<b>30К3</b>	108,9	304	300	11,5	17,5		138,72	23910	1573	874	13,12	7881	525	7,54	137,03	1617225
<b>35К1</b>	109,7	343	350	10	15,0	20	139,70	31610	1843	1010	15,04	10720	613	8,76	104,985	2883251
<b>35К2</b>	125,9	348	350	11	17,5		160,40	37090	2132	1173	15,21	12510	715	8,83	157,45	3416176
<b>35К3</b>	144,5	353	350	13	20,0		184,10	42970	2435	1351	15,28	14300	817	8,81	235,05	3964281
<b>40К1</b>	138	393	400	11	16,5	22	175,80	52 400	2664	1457	17,26	17610	880	10	158,9	6240643
<b>40К2</b>	165,6	400	400	13	20,0		210,96	64140	3207	1767	17,44	21350	1067	10,06	270,84	7707350
<b>40К3</b>	202,3	409	400	16	24,5		257,80	80040	3914	2180	17,62	26150	1307	10,07	487,43	9665057
<b>40К4</b>	242,2	419	400	19	29,5		308,60	98340	4694	2642	17,85	31500	1575	10,10	831,8	11947183
<b>40К5</b>	291,2	431	400	23	35,5		371,00	121 570	5642	3217	18,10	37910	1896	10,11	1434,87	14824729
<b>Двутавры дополнительной серии</b>																
24ДБ1	27,8	239	115	5,5	9,3	15	35,45	3535	295,8	166,6	9,99	236,8	41,2	2,58	10,333	31235,2
27ДБ1	31,9	269	125	6,0	9,5	15	40,68	5068	376,8	212,7	11,16	310,5	49,7	2,76	12,36	52272,9
36ДБ1	49,1	360	145	7,2	12,3	18	62,60	13800	766,4	434,1	14,84	627,6	86,6	3,17	29,132	189685
35ДБ1	33,6	349	127	5,8	8,5	15	42,78	8540	489,4	279,4	14,13	291,5	45,9	2,61	10,653	84491,5
40ДБ1	39,7	399	139	6,2	9,0	15	50,58	13050	654,2	374,5	16,06	404,4	58,2	2,83	13,443	153773
45ДБ1	52,6	450	152	7,4	11,0	15	67,05	21810	969,2	556,8	18,04	646,2	85,0	3,10	24,16	311341
45ДБ2	65,0	450	180	7,6	13,3	18	82,8	28840	1280	722	18,7	1300	144	3,96	41,985	619797
30ДШ1	72,7	300,6	201,9	9,4	16,0	18	92,6	15090	1000	563	12,8	2200	218	4,87	73,45	445484
40ДШ1	124	397,6	302,0	11,5	18,7	22	159,0	46330	2330	1290	17,1	8590	569	7,36	174,54	3083063
50ДШ1	155	496,2	303,8	14,2	21,0	26	198,0	86010	3470	1950	20,8	9830	647	7,05	283,86	5549405

Профили, выделенные жирным шрифтом, входят в состав сокращенного проката по ГОСТ 26020-83.



6.1.6 Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок.  
ГОСТ Р 57837-2017

Обозначение по СТБ 21.504-2005 [4]:  $\text{I} 20\text{Б1} / \text{ГОСТ Р 57837-2017}$

Таблица 6.6 – Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок по ГОСТ Р 57837-2017

№ профиля	Масса $l$ м, кг/м	Размеры, мм					A, $\text{см}^2$	Справочные данные для осей						$I_t, \text{см}^4$	$I_w, \text{см}^6$	
		h	b	$t_w$	$t_r$	r		y - y				z - z				
								$I_y, \text{см}^4$	$W_y, \text{см}^3$	$S_y, \text{см}^3$	$i_y, \text{мм}$	$I_z, \text{см}^4$	$W_z, \text{см}^3$			$i_z, \text{мм}$
<b>Нормальные двутавры</b>																
<b>10Б1</b>	8,1	100	55	4,1	5,7	7	10,32	171	34,2	19,7	40,7	15,9	5,8	12,4	0,874	353,48
<b>12Б1</b>	8,7	117,6	64	3,8	5,1		11,03	257	43,8	24,9	48,3	22,4	7	14,3	0,759	708,75
<b>12Б2</b>	10,4	120	64	4,4	6,3		13,21	318	53	30,4	49	27,7	8,7	14,5	1,356	895,24
<b>14Б1</b>	10,5	137,4	73	3,8	5,6		13,39	435	63,3	35,8	57	36,4	10	16,5	1,074	1580,78
<b>14Б2</b>	12,9	140	73	4,7	6,9		16,43	541	77,3	44,2	57,4	44,9	12,3	16,5	2,01	1988,58
<b>16Б1</b>	12,7	157	82	4	5,9	9	16,18	689	87,8	49,6	65,3	54,4	13,3	18,3	1,418	3105,05
<b>16Б2</b>	15,8	160	82	5	7,4		20,09	869	108,7	61,9	65,3	69,3	16,7	18,4	2,785	4034,43
<b>18Б1</b>	15,4	177	91	4,3	6,5		19,58	1063	120,1	67,7	73,7	81,9	18	20,5	2,078	5952,13
<b>18Б2</b>	18,8	180	91	5,3	8		23,95	1317	146,3	83,2	74,2	100,8	22,2	20,5	3,867	7455,17
<b>20Б1</b>	21,3	200	100	5,5	8	11	27,16	1844	184,4	104,7	82,4	133,9	26,8	22,2	4,389	12340
<b>25Б1</b>	25,7	248	124	5	8	12	32,68	3537	285,3	159,7	104	254,8	41,1	27,9	5,135	36691
<b>25Б2</b>	29,6	250	125	6	9		37,66	4052	324,2	182,9	103,7	293,8	47	27,9	7,663	42660,5
<b>30Б1</b>	32	298	149	5,5	8	13	40,8	6319	424,1	237,5	124,4	441,9	59,3	32,9	6,605	92909,5
<b>30Б2</b>	36,7	300	150	6,5	9		46,78	7210	480,6	271,1	124,1	507,4	67,7	32,9	9,82	107418

Продолжение таблицы 6.6

№ профиля	Масса 1 м, кг/м	Размеры, мм					A, см <sup>2</sup>	Справочные данные для осей							I <sub>t</sub> , см <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> , см <sup>6</sup>
		h	b	t <sub>w</sub>	t <sub>f</sub>	r		y - y				z - z				
								I <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	S <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> , мм	I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> , мм		
<b>35Б1</b>	41,4	346	174	6	9	14	52,68	11095	641,3	358,1	145,1	791,4	91	38,8	10,736	224696
<b>35Б2</b>	49,6	350	175	7	11		63,14	13560	774,8	434	146,5	984,2	112,5	39,5	19,061	282763
<b>40Б1</b>	56,6	396	199	7	11	16	72,16	20020	1011,1	564	166,6	1446,9	145,4	44,8	21,716	536167
<b>40Б2</b>	66	400	200	8	13		84,12	23706	1185,3	663,2	167,9	1736,2	173,6	45,4	35,209	650072
<b>45Б1</b>	66,2	446	199	9	12	18	84,3	28699	1287	725,1	184,5	1579,7	158,6	43,3	33,072	743865
<b>45Б2</b>	76	450	200	9	14		96,76	33453	1496,8	839,6	185,9	1871,3	187,1	44	46,289	889317
<b>50Б1</b>	72,5	492	199	8,8	12	20	92,38	36845	1497,9	853,5	199,7	1581,5	158,9	41,4	33,415	910944
<b>50Б2</b>	79,5	496	199	9	14		101,27	41872	1688,4	937,3	203,3	1844,4	185,4	42,7	47,224	1071246
<b>50Б3</b>	89,7	500	200	10	16		114,23	47849	1914	1087,7	204,7	2140,3	214	43,3	69,19	1253445
<b>55Б1</b>	89	543	220	9,5	13,5	24	113,36	55682	2050,9	1165,1	221	2404,5	218,6	46,1	50,52	1685376
<b>55Б2</b>	97,9	547	220	10	15,5		124,74	62790	2295,8	1301,6	224,4	2760,3	250,9	47	71	1949408
<b>60Б1</b>	96,6	596	199	10	15	22	120,45	68721	2306,1	1325,5	236,9	1979	198,9	40,5	63,01	1670083
<b>60Б2</b>	105,5	600	200	11	17		134,41	77638	2587,9	1489,5	240,3	2277,5	227,8	41,2	89,44	1935243
<b>70Б0</b>	120,1	693	230	11,3	15,2	24	153,05	115187	3295,5	1913,1	273,1	3097,7	269,4	45	85,41	3557808
<b>70Б1</b>	129,3	691	260	12	15,5		164,74	125931	3644,9	2094,9	276,5	4556,4	350,5	52,6	102,4	5197716
<b>70Б2</b>	146,7	697	260	12,5	17,5		186,94	145913	4186,9	2392,8	291,9	5436,7	418,2	54,4	135,2	6276587
<b>Широкополочные двутавры</b>																
<b>20Ш1</b>	30,6	194	150	6	9	13	39,01	2690	277,3	154,3	83	507,1	67,6	36,1	8,475	43388,7
<b>25Ш1</b>	44,1	244	175	7	11	16	56,24	6122	501,8	279,2	104,3	984,3	112,5	41,8	17,849	133592
<b>30Ш1</b>	56,8	294	200	8	12	18	72,38	11339	771,4	429,5	125,2	1602,9	160,3	47,1	27,39	318673
<b>30Ш2</b>	68,6	300	201	9	15		87,38	14210	947,4	529,9	127,5	2033,8	202,4	48,2	50,9	412989
<b>35Ш1</b>	65,3	334	249	8	11	20	83,17	17108	1024,4	565,8	143,4	2834,1	227,6	58,4	27,312	739197
<b>35Ш2</b>	79,7	340	250	9	14		101,51	21678	1275,2	706,1	146,1	3650,5	292	60	52,76	969901
<b>40Ш1</b>	88,6	383	299	9,5	12,5	22	112,91	30556	1595,6	880,8	164,5	5575,4	372,9	70,3	49,06	1913341
<b>40Ш2</b>	106,7	390	300	10	16		135,95	38676	1983,4	1094	168,7	7207,1	480,5	72,8	92,83	2520251

Продолжение таблицы 6.6

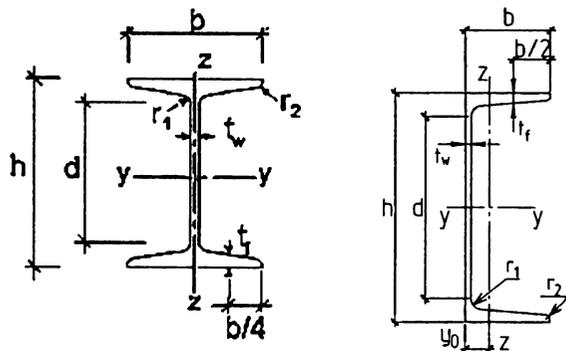
№ профиля	Масса 1 м, кг/м	Размеры, мм					A, см <sup>2</sup>	Справочные данные для осей						I <sub>t</sub> , см <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> , см <sup>6</sup>		
		h	b	t <sub>w</sub>	t <sub>r</sub>	r		y - y				z - z					
								I <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	S <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> , мм	I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>			i <sub>z</sub> , мм	
45Ш1	123,5	440	300	11	18	24	157,39	56072	2546,7	1412	188,8	8110,3	570,7	71,8	132,81	3610786	
50Ш1	114,2	482	300	11	15	26	145,52	60371	2505	1395,7	203,7	6762,4	450,6	68,2	87,21	3687013	
50Ш2	138,4	487	300	14,5	17,5		176,34	71867	2951,4	1666,7	201,9	7896,4	526,4	66,9	153,43	4351513	
50Ш3	156,1	493	300	15,5	20,5		198,86	83441	3395	1912,8	204,8	9249,7	616,6	68,2	227,6	5162633	
50Ш4	173,8	499	300	16,5	23,5		221,38	95282	3818,9	2161,5	207,5	10603,4	706,9	69,2	324,32	5993579	
60Ш1	137	582	300	12	17	28	174,49	102717	3529,8	1981,5	242,3	7669	511,2	66,3	129,06	6120341	
60Ш2	170,7	589	300	16	20,5		217,41	126201	4285,3	2439	240,9	9257,4	617,2	65,3	246,75	7479800	
60Ш3	198,1	597	300	18	24,5		252,37	150043	5026,6	2869,9	243,8	11067,3	737,8	66,2	398,26	9068442	
60Ш4	225,6	605	300	20	28,5		287,33	174459	5767,2	3305,6	246,4	12879,3	858,6	67	602,77	10701162	
70Ш1	166	692	300	13	20		211,49	172435	4983,7	2814,6	285,3	9022,9	601,5	65,3	205,54	10186493	
70Ш2	190,4	698	300	15	23		242,53	198791	5696	3233,6	286,3	10381,1	692,1	65,4	312,87	11824722	
70Ш3	226,9	707	300	18	27,5		289,09	239032	6731,9	3867,2	287,6	12422,4	828,2	65,6	534,98	14339186	
70Ш4	258,6	715	300	20,5	31,5		329,39	235138	7696,2	4426,7	289	14240,2	949,3	65,8	798,79	16631565	
70Ш5	294,9	725	300	23	36,5		375,69	319793	8821,9	5099,5	291,9	16512,3	1100,8	66,3	1209,79	19568410	
80Ш1	164,6	782	300	13,5	17		209,71	205458	5254,7	3018,9	313	7676,7	511,6	60,3	159,552	11231492	
80Ш2	191,1	792	300	14	22		243,45	253655	6405,4	3644,1	322,8	9928,9	661,9	63,9	277,9	14717113	
90Ш1	191,5	881	299	15	18,5		243,96	292583	6642,1	3861,2	346,3	8278,5	553,7	58,3	221,3	15396069	
90Ш2	212,6	890	299	15	23		270,87	345335	7770,3	4457	357,1	10223,3	687,8	61,6	333,65	19211854	
100Ш1	230,6	990	320	16	21		30	293,8	446039	9010,9	5234,1	389,6	11517,9	719,9	62,6	326,22	27037149
100Ш2	258,2	998	320	17	25			328,88	516372	10348,2	5982,6	396,2	13710	853,9	64,6	484,11	32449137
100Ш3	285,7	1006	320	18	29			363,96	557730	11684,5	6736,2	401,8	15903	993,9	66,1	693,28	37949686
100Ш4	314,5	1013	320	19,5	32,5	400,58		655449	12940,7	7470	404,5	17828,8	1114,3	66,7	947,19	42850645	

Окончание таблицы 6.6

№ профиля	Масса l м, кг/м	Размеры, мм					A, см <sup>2</sup>	Справочные данные для осей						I <sub>t</sub> , см <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> , см <sup>6</sup>	
		h	b	t <sub>w</sub>	t <sub>r</sub>	r		y - y				z - z				
								I <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	S <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> , мм	I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>			i <sub>z</sub> , мм
<b>Колонные двутавры</b>																
<b>20K1</b>	41,4	196	199	6,5	10	13	52,69	3846	392,5	216,4	85,4	1341,4	132,1	49,9	14,739	116018
<b>20K2</b>	49,9	200	200	8	12		63,53	4716	471,6	262,8	86,2	1601,4	160,1	50,2	25,784	141500
<b>25K1</b>	62,6	246	249	8	12	16	79,72	9171	745,6	410,7	107,3	3089,9	248,2	62,3	32,214	422976
<b>25K2</b>	72,4	250	250	9	14		92,18	10833	866,6	480,3	108,4	3648,6	291,9	62,9	50,53	508031
<b>25K3</b>	80,2	253	251	10	15,5		102,21	12154	960,8	535,4	109	4088,6	325,8	63,2	68,9	576556
<b>30K1</b>	87	298	299	9	14	18	110,8	18849	1265,1	694,7	130,4	6240,9	417,5	75,1	60,71	1258415
<b>30K2</b>	94	300	300	10	15		119,78	20411	1360,7	750,6	130,5	6754,5	450,3	75,1	75,87	1371586
<b>30K3</b>	105,8	300	305	15	15		134,78	21536	1435,7	806,9	126,4	7104,4	465,9	72,6	100,46	1442637
<b>30K4</b>	105,8	304	301	11	17		134,82	23381	1538,2	852,8	131,7	7732,3	513,8	75,7	109,39	1592254
<b>35K1</b>	109,1	342	348	10	15	20	139,03	31249	1827,14	1001,2	149,9	10541,7	605,8	87,1	88,07	2818034
<b>35K2</b>	136,5	350	350	12	19		173,87	40296	2302,6	1272,7	152,2	13585,3	776,3	86,4	176,03	3721047
<b>40K1</b>	146,6	394	398	11	18	22	186,81	56147	2850,1	1559,3	173,4	18921,9	950,8	100,6	168,88	6687756
<b>40K2</b>	171,7	400	400	13	21		218,69	66623	3331,2	1836,3	174,5	22412	1120,6	101,2	270,04	8048205
<b>40K3</b>	200,1	406	403	16	24		254,87	78041	3844,4	2139,9	175	26199,5	1300,2	101,4	416,13	9557839
<b>40K4</b>	231,9	414	405	18	28		295,39	92773	4481,8	2513,2	177,2	31026,2	1532,2	102,5	653,46	11556949
<b>40K5</b>	290,8	429	400	23	35,5		370,49	120292	5608	3198,6	180,2	37914,2	1895,7	101,2	1316	14676799

1. Профили, выделенные **жирным шрифтом**, входят в состав как в состав ГОСТ Р 57837-2017 и СТО АСЧМ 20-93.
2. Выпуск профилей, выделенных *курсивом*, прекращен (информационное письмо №ТК375/ГР-57837 от 11.04.2018).

112 6.1.7 Балки двутавровые и швеллеры стальные специальные. ГОСТ 19425-74

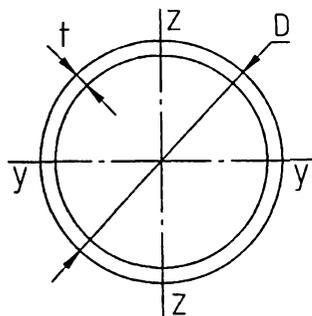


Обозначение по СТБ 21.504-2005 [4]:  $\text{I} 30\text{M} / \text{ГОСТ 19425-74}$

Таблица 6.7 – Двутавры и швеллеры стальные специальные по ГОСТ 19425-74

Номер профиля	Размеры профиля, мм						A, см <sup>2</sup>	Масса l м, кг	Справочные данные для осей							I <sub>t</sub> , см <sup>4</sup>	z <sub>0</sub> , см
	h	b	t <sub>w</sub>	t <sub>r</sub>	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>			y - y				z - z				
									I <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> , см	S <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> , см		
<b>Балки двутавровые</b>																	
14С	140	80	5,5	9,1	7,5	3,8	21,5	16,9	712	102	5,75	58,4	64,8	16,2	1,74	5,309	-
20С	200	100	7,0	11,4	9,0	4,5	35,6	27,9	2370	237	8,16	136	159	31,8	2,11	13,34	-
20Ca	200	102	9,0	11,4	9,0	4,5	39,6	31,1	2500	250	7,95	146	170	33,3	2,07	17,063	-
22С	220	110	7,5	12,3	9,5	4,8	42,1	33,1	3400	310	9,00	178	228	41,5	2,32	18,221	-
27С	270	122	8,5	13,7	10,5	5,3	51,5	42,8	6550	485	11,0	279	346	56,7	2,52	28,794	-
27Ca	270	124	10,5	13,7	10,5	5,3	59,9	47,0	6870	507	10,7	297	366	59,0	2,47	35,557	-
36С	350	140	11,0	15,8	12,0	6,0	90,9	71,3	17360	964	13,8	574	618	88,3	2,61	57,7	-
18M	180	90	7,0	12,0	9,0	3,5	32,9	25,8	1760	196	7,32	113	130	28,9	1,99	13,531	-
24M	240	110	8,2	14,0	10,5	4,0	48,7	38,3	4640	387	9,75	223	276	50,2	2,38	26,604	-
30M	300	130	9,0	15,0	12,0	6,0	64,0	50,2	9500	633	12,2	364	480	73,9	2,74	39,988	-
36M	360	130	9,5	16,0	14,0	6,0	73,8	57,9	15340	852	14,4	493	518	79,7	2,65	51,265	-
45M	450	150	10,5	18,0	16,0	7,0	98,8	77,6	31900	1420	18,0	821	892	119	3,00	84,455	-
<b>Швеллеры</b>																	
18С	180	68	7,0	10,5	10,5	5,3	25,7	20,2	1272	141	7,04	83,5	98,5	20,1	1,96	7,306	1,88
18Ca	180	70	9,0	10,5	10,5	5,3	29,3	23,0	1370	152	6,84	91,6	111	21,3	1,95	9,776	1,84
20С	200	73	7,0	11,0	11,0	5,5	28,8	22,6	1780	178	7,86	104,7	128	24,2	2,11	8,764	2,01
30С	300	87	9,5	13,5	13,5	6,8	49,6	39,1	6500	433	11,4	259,7	289	44,0	2,41	22,844	2,13

Профили, выделенные жирным шрифтом, входят в состав сокращенного проката по ГОСТ 19425-74.



### 6.1.8 Трубы стальные бесшовные горячедеформированные (сокращенный сортамент). ГОСТ 8732-78

Обозначение по СТБ 21.504-2005 [4]: тр.  $\varnothing$  102x5 / ГОСТ 8732-78

Таблица 6.8 – Трубы стальные бесшовные горячедеформированные по ГОСТ 8732-78

Обозначение	Размеры, мм		A, см <sup>2</sup>	Масса 1 м, кг/м	Геометрические характеристики сечения			Обозначение	Размеры, мм		A, см <sup>2</sup>	Масса 1 м, кг/м	Геометрические характеристики сечения		
	D	t			I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> = W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> = i <sub>z</sub> , см		D	t			I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> = W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> = i <sub>z</sub> , см
42x3	42	3	3.67	2.89	7.030	3.348	1.383	45x6	45	6	7.35	5.77	14.308	6.359	1.395
42x3.5	42	3.5	4.23	3.32	7.908	3.766	1.367	45x6.5	45	6.5	7.86	6.17	14.982	6.659	1.381
42x4	42	4	4.77	3.75	8.715	4.15	1.351	45x7	45	7	8.35	6.56	15.596	6.932	1.366
42x4.5	42	4.5	5.30	4.16	9.453	4.501	1.336	45x7.5	45	7.5	8.83	6.94	16.153	7.179	1.352
42x5.5	42	5.5	6.30	4.95	10.741	5.115	1.305	45x8	45	8	9.29	7.3	16.657	7.403	1.339
42x6	42	6	6.78	5.33	11.298	5.38	1.291	45x8.5	45	8.5	9.74	7.65	17.112	7.605	1.325
42x6.5	42	6.5	7.25	5.69	11.803	5.62	1.276	45x9	45	9	10.17	7.99	17.520	7.787	1.312
42x7	42	7	7.69	6.14	12.257	5.837	1.262	45x9.5	45	9.5	10.59	8.32	17.886	7.949	1.300
42x7.5	42	7.5	8.12	6.38	12.666	6.031	1.249	45x10	45	10	10.99	8.63	18.211	8.094	1.287
42x8	42	8	8.54	6.71	13.031	6.205	1.235	50x3	50	3	4.43	3.48	12.281	4.912	1.666
42x8.5	42	8.5	8.94	7.02	13.357	6.36	1.222	50x3.5	50	3.5	5.11	4.01	13.898	5.559	1.649
42x9	42	9	9.33	7.32	13.646	6.498	1.210	50x4	50	4	5.78	4.54	15.405	6.162	1.633
42x9.5	42	9.5	9.69	7.61	13.901	6.62	1.197	50x4.5	50	4.5	6.43	5.05	16.809	6.724	1.617
42x10	42	10	10.05	7.89	14.125	6.726	1.186	50x5	50	5	7.07	5.55	18.113	7.245	1.601
45x3	45	3	3.96	3.11	8.773	3.899	1.489	50x5.5	50	5.5	7.69	6.04	19.324	7.73	1.586
45x3.5	45	3.5	4.56	3.58	9.894	4.397	1.473	50x6	50	6	8.29	6.51	20.444	8.178	1.570
45x4	45	4	5.15	4.04	10.929	4.857	1.457	50x6.5	50	6.5	8.88	6.97	21.480	8.592	1.555
45x4.5	45	4.5	5.72	4.49	11.884	5.282	1.441	50x7	50	7	9.45	7.42	22.435	8.974	1.541
45x5	45	5	6.28	4.93	12.763	5.672	1.426	50x7.5	50	7.5	10.01	7.86	23.313	9.325	1.526
45x5.5	45	5.5	6.82	5.36	13.569	6.031	1.410	50x8	50	8	10.55	8.29	24.120	9.648	1.512

Продолжение таблицы 6.8

Обозначение	Размеры, мм		А, см <sup>2</sup>	Масса 1 м, кг/м	Геометрические характеристики сечения			Обозначение	Размеры, мм		А, см <sup>2</sup>	Масса 1 м, кг/м	Геометрические характеристики сечения		
	D	t			I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> = W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> = i <sub>z</sub> , см		D	t			I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> = W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> = i <sub>z</sub> , см
50x8.5	50	8.5	11.08	8.7	24.858	9.943	1.498	57x9	57	9	13.56	10.65	40.461	14.2	1.727
50x9	50	9	11.59	9.11	25.532	10.21	1.484	57x9.5	57	9.5	14.17	11.13	41.581	14.59	1.713
50x9.5	50	9.5	12.08	9.49	26.146	10.46	1.471	57x10	57	10	14.76	11.59	42.617	14.95	1.699
50x10	50	10	12.56	9.87	26.704	10.68	1.458	60x3	60	3	5.37	4.22	21.878	7.293	2.019
54x3	54	3	4.80	3.77	15.682	5.808	1.807	60x3.5	60	3.5	6.21	4.88	24.885	8.295	2.002
54x3.5	54	3.5	5.55	4.36	17.786	6.587	1.790	60x4	60	4	7.03	5.52	27.726	9.242	1.985
54x4	54	4	6.28	4.93	19.761	7.319	1.774	60x4.5	60	4.5	7.84	6.16	30.409	10.14	1.969
54x4.5	54	4.5	6.99	5.49	21.610	8.004	1.758	60x5	60	5	8.64	6.78	32.938	10.98	1.953
54x5	54	5	7.69	6.04	23.341	8.645	1.742	60x5.5	60	5.5	9.41	7.39	35.319	11.77	1.937
54x5.5	54	5.5	8.38	6.58	24.957	9.243	1.726	60x6	60	6	10.17	7.99	37.560	12.52	1.921
54x6	54	6	9.04	7.1	26.465	9.802	1.711	60x6.5	60	6.5	10.92	8.58	39.664	13.22	1.906
54x6.5	54	6.5	9.69	7.61	27.868	10.32	1.695	60x7	60	7	11.65	9.15	41.639	13.88	1.891
54x7	54	7	10.33	8.11	29.173	10.8	1.680	60x7.5	60	7.5	12.36	9.71	43.488	14.5	1.875
54x7.5	54	7.5	10.95	8.6	30.383	11.25	1.666	60x8	60	8	13.06	10.26	45.219	15.07	1.861
54x8	54	8	11.56	9.08	31.504	11.67	1.651	60x8.5	60	8.5	13.75	10.8	46.835	15.61	1.846
54x8.5	54	8.5	12.14	9.54	32.540	12.05	1.637	60x9	60	9	14.41	11.32	48.343	16.11	1.831
54x9	54	9	12.72	9.99	33.494	12.41	1.623	60x9.5	60	9.5	15.06	11.83	49.746	16.58	1.817
54x9.5	54	9.5	13.27	10.43	34.373	12.73	1.609	60x10	60	10	15.70	12.33	51.051	17.02	1.803
54x10	54	10	13.82	10.85	35.180	13.03	1.596	63.5x3	63	3	5.70	4.48	26.153	8.303	2.142
57x3	57	3	5.09	4	18.608	6.529	1.913	63.5x3.5	63	3.5	6.59	5.18	29.789	9.457	2.125
57x3.5	57	3.5	5.88	4.62	21.137	7.416	1.896	63.5x4	63	4	7.47	5.87	33.238	10.55	2.109
57x4	57	4	6.66	5.23	23.519	8.252	1.880	63.5x4.5	63	4.5	8.34	6.55	36.505	11.59	2.093
57x4.5	57	4.5	7.42	5.83	25.759	9.038	1.863	63.5x5	63	5	9.18	7.21	39.597	12.57	2.076
57x5	57	5	8.16	6.41	27.864	9.777	1.847	63.5x5.5	63	5.5	10.02	7.87	42.520	13.5	2.060
57x5.5	57	5.5	8.89	6.99	29.838	10.47	1.832	63.5x6	63	6	10.83	8.51	45.281	14.37	2.044
57x6	57	6	9.61	7.55	31.688	11.12	1.816	63.5x6.5	63	6.5	11.63	9.14	47.886	15.2	2.029
57x6.5	57	6.5	10.31	8.1	33.418	11.73	1.801	63.5x7	63	7	12.42	9.75	50.341	15.98	2.013
57x7	57	7	10.99	8.63	35.035	12.29	1.785	63.5x7.5	63	7.5	13.19	10.36	52.651	16.71	1.998
57x7.5	57	7.5	11.66	9.16	36.542	12.82	1.771	63.5x8	63	8	13.94	10.95	54.823	17.4	1.983
57x8	57	8	12.31	9.67	37.946	13.31	1.756	63.5x8.5	63	8.5	14.68	11.53	56.861	18.05	1.968
57x8.5	57	8.5	12.94	10.17	39.250	13.77	1.741	63.5x9	63	9	15.40	12.1	58.773	18.66	1.953

Продолжение таблицы 6.8

Обозначение	Размеры, мм		А, см <sup>2</sup>	Масса 1 м, кг/м	Геометрические характеристики сечения			Обозначение	Размеры, мм		А, см <sup>2</sup>	Масса 1 м, кг/м	Геометрические характеристики сечения		
	D	t			I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> = W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> = i <sub>z</sub> , см		D	t			I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> = W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> = i <sub>z</sub> , см
63.5x9.5	63	9.5	16.11	12.65	60.562	19.23	1.939	70x10	70	10	18.84	14.8	87.179	24.91	2.151
63.5x10	63	10	16.80	13.19	62.235	19.76	1.925	73x3	73	3	6.59	5.18	40.483	11.09	2.478
68x3	68	3	6.12	4.81	32.422	9.54	2.301	73x3.5	73	3.5	7.64	6	46.258	12.67	2.461
68x3.5	68	3.5	7.09	5.57	36.990	10.88	2.284	73x4	73	4	8.67	6.81	51.775	14.18	2.444
68x4	68	4	8.04	6.31	41.338	12.16	2.268	73x4.5	73	4.5	9.68	7.6	57.045	15.63	2.428
68x4.5	68	4.5	8.97	7.05	45.475	13.38	2.251	73x5	73	5	10.68	8.39	62.072	17.01	2.411
68x5	68	5	9.89	7.77	49.406	14.53	2.235	73x5.5	73	5.5	11.66	9.16	66.866	18.32	2.395
68x5.5	68	5.5	10.79	8.48	53.139	15.63	2.219	73x6	73	6	12.62	9.91	71.434	19.57	2.379
68x6	68	6	11.68	9.17	56.681	16.67	2.203	73x6.5	73	6.5	13.57	10.66	75.782	20.76	2.363
68x6.5	68	6.5	12.55	9.86	60.038	17.66	2.187	73x7	73	7	14.51	11.39	79.919	21.9	2.347
68x7	68	7	13.41	10.53	63.216	18.59	2.171	73x7.5	73	7.5	15.43	12.12	83.850	22.97	2.331
68x7.5	68	7.5	14.25	11.19	66.223	19.48	2.156	73x8	73	8	16.33	12.82	87.583	24	2.316
68x8	68	8	15.07	11.84	69.065	20.31	2.141	73x8.5	73	8.5	17.22	13.52	91.125	24.97	2.301
68x8.5	68	8.5	15.88	12.47	71.747	21.1	2.126	73x9	73	9	18.09	14.21	94.482	25.89	2.286
68x9	68	9	16.67	13.1	74.276	21.85	2.111	73x9.5	73	9.5	18.94	14.88	97.660	26.76	2.271
68x9.5	68	9.5	17.45	13.71	76.658	22.55	2.096	73x10	73	10	19.78	15.54	100.667	27.58	2.256
68x10	68	10	18.21	14.3	78.898	23.21	2.081	76x3	76	3	6.88	5.4	45.907	12.08	2.584
70x3	70	3	6.31	4.96	35.504	10.14	2.372	76x3.5	76	3.5	7.97	6.26	52.499	13.82	2.567
70x3.5	70	3.5	7.31	5.74	40.532	11.58	2.355	76x4	76	4	9.04	7.1	58.811	15.48	2.550
70x4	70	4	8.29	6.51	45.326	12.95	2.338	76x4.5	76	4.5	10.10	7.94	64.850	17.07	2.534
70x4.5	70	4.5	9.26	7.27	49.893	14.26	2.322	76x5	76	5	11.15	8.76	70.624	18.59	2.517
70x5	70	5	10.21	8.02	54.242	15.5	2.305	76x5.5	76	5.5	12.18	9.56	76.142	20.04	2.501
70x5.5	70	5.5	11.14	8.75	58.378	16.68	2.289	76x6	76	6	13.19	10.36	81.411	21.42	2.485
70x6	70	6	12.06	9.47	62.309	17.8	2.273	76x6.5	76	6.5	14.18	11.24	86.439	22.75	2.469
70x6.5	70	6.5	12.96	10.18	66.042	18.87	2.257	76x7	76	7	15.17	11.91	91.233	24.01	2.453
70x7	70	7	13.85	10.88	69.584	19.88	2.242	76x7.5	76	7.5	16.13	12.67	95.801	25.21	2.437
70x7.5	70	7.5	14.72	11.56	72.941	20.84	2.226	76x8	76	8	17.08	13.42	100.149	26.36	2.421
70x8	70	8	15.57	12.23	76.120	21.75	2.211	76x8.5	76	8.5	18.02	14.15	104.285	27.44	2.406
70x8.5	70	8.5	16.41	12.89	79.127	22.61	2.196	76x9	76	9	18.93	14.87	108.216	28.48	2.391
70x9	70	9	17.24	13.54	81.968	23.42	2.181	76x9.5	76	9.5	19.84	15.58	111.950	29.46	2.376
70x9.5	70	9.5	18.05	14.17	84.650	24.19	2.166	76x10	76	10	20.72	16.28	115.491	30.39	2.361

Продолжение таблицы 6.8

Обозначение	Размеры, мм		А, см <sup>2</sup>	Масса 1 м, кг/м	Геометрические характеристики сечения			Обозначение	Размеры, мм		А, см <sup>2</sup>	Масса 1 м, кг/м	Геометрические характеристики сечения		
	D	t			I <sub>y</sub> =I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> =W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> =i <sub>z</sub> , см		D	t			I <sub>y</sub> =I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> =W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> =i <sub>z</sub> , см
83x3.5	83	3.5	8.74	6.86	69.194	16.67	2.814	95x5.5	95	5.5	15.46	12.14	155.428	32.72	3.171
83x4	83	4	9.92	7.79	77.645	18.71	2.797	95x6	95	6	16.77	13.17	166.859	35.13	3.155
83x4.5	83	4.5	11.09	8.71	85.764	20.67	2.781	95x6.5	95	6.5	18.06	14.19	177.885	37.45	3.138
83x5	83	5	12.25	9.62	93.561	22.54	2.764	95x7	95	7	19.34	15.19	188.515	39.69	3.122
83x6	83	6	14.51	11.39	108.221	26.08	2.731	95x7.5	95	7.5	20.61	16.18	198.758	41.84	3.106
83x6.5	83	6.5	15.61	12.26	115.102	27.74	2.715	95x8	95	8	21.85	17.16	208.624	43.92	3.090
83x7	83	7	16.70	13.12	121.694	29.32	2.699	95x8.5	95	8.5	23.09	18.13	218.123	45.92	3.074
83x7.5	83	7.5	17.78	13.96	128.005	30.84	2.683	95x9	95	9	24.30	19.09	227.263	47.84	3.058
83x8	83	8	18.84	14.8	134.044	32.3	2.667	95x9.5	95	9.5	25.50	20.03	236.054	49.7	3.042
83x8.5	83	8.5	19.88	15.62	139.818	33.69	2.652	95x10	95	10	26.69	20.96	244.504	51.47	3.027
83x9	83	9	20.91	16.43	145.336	35.02	2.636	102x3.5	102	3.5	10.83	8.5	131.518	25.79	3.486
83x9.5	83	9.5	21.93	17.22	150.606	36.29	2.621	102x4	102	4	12.31	9.67	148.088	29.04	3.469
83x10	83	10	22.92	18	155.633	37.5	2.606	102x4.5	102	4.5	13.78	10.82	164.138	32.18	3.452
89x3.5	89	3.5	9.40	7.38	86.051	19.34	3.026	102x5	102	5	15.23	11.96	179.679	35.23	3.435
89x4	89	4	10.68	8.39	96.680	21.73	3.009	102x5.5	102	5.5	16.67	13.09	194.721	38.18	3.418
89x4.5	89	4.5	11.94	9.38	106.923	24.03	2.993	102x6	102	6	18.09	14.21	209.275	41.03	3.402
89x5	89	5	13.19	10.36	116.789	26.24	2.976	102x6.5	102	6.5	19.49	15.31	223.352	43.79	3.385
89x5.5	89	5.5	14.42	11.33	126.288	28.38	2.959	102x7	102	7	20.88	16.4	236.963	46.46	3.369
89x6	89	6	15.64	12.28	135.428	30.43	2.943	102x7.5	102	7.5	22.25	17.48	250.117	49.04	3.352
89x6.5	89	6.5	16.84	13.23	144.219	32.41	2.927	102x8	102	8	23.61	18.55	262.826	51.53	3.336
89x7	89	7	18.02	14.16	152.670	34.31	2.910	102x8.5	102	8.5	24.96	19.6	275.098	53.94	3.320
89x7.5	89	7.5	19.19	15.07	160.789	36.13	2.894	102x9	102	9	26.28	20.64	286.946	56.26	3.304
89x8	89	8	20.35	15.98	168.586	37.88	2.878	102x9.5	102	9.5	27.59	21.67	298.377	58.51	3.288
89x8.5	89	8.5	21.49	16.88	176.069	39.57	2.863	102x10	102	10	28.89	22.69	309.403	60.67	3.273
89x9	89	9	22.61	17.76	183.246	41.18	2.847	108x4	108	4	13.06	10.26	176.955	32.77	3.681
89x9.5	89	9.5	23.71	18.63	190.126	42.72	2.831	108x4.5	108	4.5	14.62	11.49	196.297	36.35	3.664
89x10	89	10	24.81	19.48	196.718	44.21	2.816	108x5	108	5	16.17	12.7	215.062	39.83	3.647
95x3.5	95	3.5	10.06	7.9	105.445	22.2	3.238	108x5.5	108	5.5	17.70	13.9	233.261	43.2	3.630
95x4	95	4	11.43	8.98	118.599	24.97	3.221	108x6	108	6	19.22	15.09	250.906	46.46	3.613
95x4.5	95	4.5	12.79	10.04	131.308	27.64	3.204	108x6.5	108	6.5	20.72	16.27	268.009	49.63	3.597
95x5	95	5	14.13	11.1	143.581	30.23	3.188	108x7	108	7	22.20	17.44	284.579	52.7	3.580

Продолжение таблицы 6.8

Обозначение	Размеры, мм		А, см <sup>2</sup>	Масса 1 м, кг/м	Геометрические характеристики сечения			Обозначение	Размеры, мм		А, см <sup>2</sup>	Масса 1 м, кг/м	Геометрические характеристики сечения		
	D	t			I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> = W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> = i <sub>z</sub> , см		D	t			I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> = W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> = i <sub>z</sub> , см
108x7.5	108	7.5	23.67	18.59	300.629	55.67	3.564	121x9	121	9	31.65	24.86	499.749	82.6	3.974
108x8	108	8	25.12	19.73	316.170	58.55	3.548	121x9.5	121	9.5	33.26	26.12	520.894	86.1	3.957
108x8.5	108	8.5	26.56	20.86	331.212	61.34	3.532	121x10	121	10	34.85	27.37	541.426	89.49	3.941
108x9	108	9	27.98	21.97	345.766	64.03	3.516	121x11	121	11	37.99	29.84	580.700	95.98	3.909
108x9.5	108	9.5	29.38	23.08	359.843	66.64	3.500	121x12	121	12	41.07	32.26	617.665	102.09	3.878
108x10	108	10	30.77	24.17	373.454	69.16	3.484	127x4	127	4	15.45	12.13	292.613	46.08	4.352
114x4	114	4	13.82	10.85	209.349	36.73	3.893	127x4.5	127	4.5	17.31	13.6	325.287	51.23	4.335
114x4.5	114	4.5	15.47	12.15	232.406	40.77	3.876	127x5	127	5	19.15	15.04	357.140	56.24	4.318
114x5	114	5	17.11	13.44	254.813	44.7	3.859	127x5.5	127	5.5	20.98	16.48	388.187	61.13	4.301
114x5.5	114	5.5	18.74	14.72	276.584	48.52	3.842	127x6	127	6	22.80	17.9	418.441	65.9	4.284
114x6	114	6	20.35	15.98	297.729	52.23	3.825	127x6.5	127	6.5	24.59	19.32	447.916	70.54	4.268
114x6.5	114	6.5	21.94	17.23	318.261	55.84	3.809	127x7	127	7	26.38	20.72	476.625	75.06	4.251
114x7	114	7	23.52	18.47	338.193	59.33	3.792	127x7.5	127	7.5	28.14	22.1	504.583	79.46	4.234
114x7.5	114	7.5	25.08	19.7	357.535	62.73	3.776	127x8	127	8	29.89	23.48	531.801	83.75	4.218
114x8	114	8	26.63	20.91	376.300	66.02	3.759	127x8.5	127	8.5	31.63	24.84	558.294	87.92	4.201
114x8.5	114	8.5	28.16	22.12	394.499	69.21	3.743	127x9	127	9	33.35	26.19	584.074	91.98	4.185
114x9	114	9	29.67	23.31	412.144	72.31	3.727	127x9.5	127	9.5	35.05	27.53	609.154	95.93	4.169
114x9.5	114	9.5	31.17	24.48	429.247	75.31	3.711	127x10	127	10	36.74	28.85	633.547	99.77	4.153
114x10	114	10	32.66	25.65	445.817	78.21	3.695	127x11	127	11	40.07	31.47	680.322	107.14	4.121
114x11	114	11	35.58	27.94	477.408	83.76	3.663	127x12	127	12	43.33	34.03	724.499	114.09	4.089
114x12	114	12	38.43	30.19	507.004	88.95	3.632	127x13	127	13	46.53	36.55	766.177	120.66	4.058
121x4	121	4	14.70	11.54	251.875	41.63	4.140	127x14	127	14	49.67	39.01	805.451	126.84	4.027
121x4.5	121	4.5	16.46	12.93	279.832	46.25	4.123	133x4	133	4	16.20	12.73	337.525	50.76	4.564
121x5	121	5	18.21	14.3	307.051	50.75	4.106	133x4.5	133	4.5	18.16	14.26	375.417	56.45	4.547
121x5.5	121	5.5	19.95	15.67	333.543	55.13	4.089	133x5	133	5	20.10	15.78	412.403	62.02	4.530
121x6	121	6	21.67	17.02	359.323	59.39	4.072	133x5.5	133	5.5	22.02	17.29	448.498	67.44	4.513
121x6.5	121	6.5	23.37	18.35	384.403	63.54	4.056	133x6	133	6	23.93	18.79	483.716	72.74	4.496
121x7	121	7	25.06	19.68	408.796	67.57	4.039	133x6.5	133	6.5	25.82	20.28	518.072	77.91	4.479
121x7.5	121	7.5	26.73	20.99	432.515	71.49	4.023	133x7	133	7	27.69	21.75	551.579	82.94	4.463
121x8	121	8	28.39	22.29	455.571	75.3	4.006	133x7.5	133	7.5	29.56	23.21	584.253	87.86	4.446
121x8.5	121	8.5	30.03	23.58	477.979	79	3.990	133x8	133	8	31.40	24.66	616.106	92.65	4.430

Продолжение таблицы 6.8

Обозначение	Размеры, мм		А, см <sup>2</sup>	Масса I м, кг/м	Геометрические характеристики сечения			Обозначение	Размеры, мм		А, см <sup>2</sup>	Масса I м, кг/м	Геометрические характеристики сечения		
	D	t			I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> = W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> = i <sub>z</sub> , см		D	t			I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> = W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> = i <sub>z</sub> , см
133x8.5	133	8.5	33.23	26.1	647.152	97.32	4.413	146x7	146	7	30.55	24	787.822	101.39	4.922
133x9	133	9	35.04	27.52	677.406	101.87	4.397	146x7.5	146	7.5	32.62	25.62	839.988	107.5	4.905
133x9.5	133	9.5	36.84	28.93	706.881	106.3	4.380	146x8	146	8	34.67	27.23	891.032	113.48	4.888
133x10	133	10	38.62	30.33	735.591	110.62	4.364	146x8.5	146	8.5	36.70	28.82	940.970	119.32	4.872
133x11	133	11	42.14	33.1	790.767	118.91	4.332	146x9	146	9	38.72	30.41	989.819	125.03	4.855
133x12	133	12	45.59	35.81	843.039	126.77	4.300	146x9.5	146	9.5	40.72	31.98	1037.594	130.6	4.839
133x13	133	13	48.98	38.47	892.512	134.21	4.269	146x10	146	10	42.70	33.54	1084.311	136.05	4.823
133x14	133	14	52.31	41.09	939.288	141.25	4.237	146x11	146	11	46.63	36.62	1129.987	146.56	4.790
140x4.5	140	4.5	19.15	15.04	440.118	62.87	4.795	146x12	146	12	50.49	39.66	1218.274	156.57	4.758
140x5	140	5	21.20	16.65	483.756	69.11	4.777	146x13	146	13	54.29	42.64	1302.580	166.1	4.726
140x5.5	140	5.5	23.23	18.24	526.399	75.2	4.760	146x14	146	14	58.03	45.57	1383.025	175.16	4.694
140x6	140	6	25.25	19.83	568.062	81.15	4.744	146x15	146	15	61.70	48.46	1459.728	183.78	4.663
140x6.5	140	6.5	27.25	21.4	608.759	86.97	4.727	146x16	146	16	65.31	51.3	1532.809	191.96	4.632
140x7	140	7	29.23	22.96	648.506	92.64	4.710	152x4.5	152	4.5	20.84	16.37	567.61	74.69	5.219
140x7.5	140	7.5	31.20	24.51	687.318	98.19	4.693	152x5	152	5	23.08	18.13	624.43	82.16	5.202
140x8	140	8	33.16	26.04	725.21	103.6	4.677	152x5.5	152	5.5	25.30	19.87	680.06	89.48	5.185
140x8.5	140	8.5	35.10	27.57	762.196	108.89	4.660	152x6	152	6	27.51	21.6	734.52	96.65	5.168
140x9	140	9	37.02	29.08	798.291	114.04	4.644	152x6.5	152	6.5	29.70	23.32	787.82	103.66	5.151
140x9.5	140	9.5	38.93	30.57	833.509	119.07	4.627	152x7	152	7	31.87	25.03	839.99	110.52	5.134
140x10	140	10	40.82	32.06	867.865	123.98	4.611	152x7.5	152	7.5	34.03	26.73	891.03	117.24	5.117
140x11	140	11	44.56	35	934.046	133.44	4.579	152x8	152	8	36.17	28.41	940.97	123.81	5.100
140x12	140	12	48.23	37.88	996.945	142.42	4.546	152x8.5	152	8.5	38.30	30.08	989.82	130.24	5.084
140x13	140	13	51.84	40.72	1056.68	150.95	4.515	152x9	152	9	40.41	31.74	1037.59	136.53	5.067
140x14	140	14	55.39	43.5	1113.34	159.05	4.483	152x9.5	152	9.5	42.51	33.39	1084.31	142.67	5.051
140x15	140	15	58.88	46.24	1167.05	166.72	4.452	152x10	152	10	44.59	35.02	1129.99	148.68	5.034
140x16	140	16	62.30	48.93	1217.91	173.99	4.422	152x11	152	11	48.70	38.25	1218.27	160.3	5.002
146x4.5	146	4.5	19.99	15.7	2083.196	68.65	5.007	152x12	152	12	52.75	41.43	1302.58	171.39	4.969
146x5	146	5	22.14	17.39	567.613	75.49	4.990	152x13	152	13	56.74	44.56	1383.03	181.98	4.937
146x5.5	146	5.5	24.26	19.06	624.430	82.19	4.972	152x14	152	14	60.66	47.65	1459.73	192.07	4.905
146x6	146	6	26.38	20.72	680.060	88.73	4.956	152x15	152	15	64.53	50.68	1532.81	201.69	4.874
146x6.5	146	6.5	28.47	22.36	734.518	95.13	4.939	152x16	152	16	68.33	53.66	1602.38	210.84	4.843

Продолжение таблицы 6.8

Обозначение	Размеры, мм		А, см <sup>2</sup>	Масса 1 м, кг/м	Геометрические характеристики сечения			Обозначение	Размеры, мм		А, см <sup>2</sup>	Масса 1 м, кг/м	Геометрические характеристики сечения		
	D	t			I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> = W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> = i <sub>z</sub> , см		D	t			I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> = W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> = i <sub>z</sub> , см
159x4.5	159	4.5	21.83	17.15	652.27	82.05	5.466	168x13	168	13	63.27	49.69	1914.44	227.91	5.501
159x5	159	5	24.18	18.99	717.88	90.3	5.449	168x14	168	14	67.70	53.17	2024.53	241.02	5.469
159x5.5	159	5.5	26.51	20.82	782.18	98.39	5.432	168x15	168	15	72.06	56.6	2130.00	253.57	5.437
159x6	159	6	28.83	22.64	845.19	106.31	5.415	168x16	168	16	76.36	59.98	2230.98	265.59	5.405
159x6.5	159	6.5	31.13	24.45	906.92	114.08	5.398	180x5	180	5	27.48	21.58	1053.17	117.02	6.191
159x7	159	7	33.41	26.24	967.41	121.69	5.381	180x5.5	180	5.5	30.14	23.67	1148.79	127.64	6.174
159x7.5	159	7.5	35.68	28.02	1026.65	129.14	5.364	180x6	180	6	32.78	25.75	1242.73	138.08	6.157
159x8	159	8	37.93	29.79	1084.67	136.44	5.347	180x6.5	180	6.5	35.41	27.81	1335.00	148.33	6.140
159x8.5	159	8.5	40.17	31.55	1141.49	143.58	5.331	180x7	180	7	38.03	29.87	1425.63	158.4	6.123
159x9	159	9	42.39	33.29	1197.12	150.58	5.314	180x7.5	180	7.5	40.62	31.91	1514.64	168.29	6.106
159x9.5	159	9.5	44.60	35.03	1251.58	157.43	5.298	180x8	180	8	43.21	33.93	1602.04	178	6.089
159x10	159	10	46.79	36.75	1304.88	164.14	5.281	180x8.5	180	8.5	45.77	35.95	1687.86	187.54	6.072
159x11	159	11	51.12	40.15	1408.09	177.12	5.248	180x9	180	9	48.32	37.95	1772.12	196.9	6.056
159x12	159	12	55.39	43.5	1506.88	189.54	5.216	180x9.5	180	9.5	50.86	39.95	1854.83	206.09	6.039
159x13	159	13	59.60	46.81	1601.37	201.43	5.184	180x10	180	10	53.38	41.93	1936.01	215.11	6.022
159x14	159	14	63.74	50.06	1691.69	212.79	5.152	180x11	180	11	58.37	45.85	2093.87	232.65	5.989
159x15	159	15	67.82	53.27	1777.98	223.64	5.120	180x12	180	12	63.30	49.72	2245.84	249.54	5.956
159x16	159	16	71.84	56.43	1860.34	234	5.089	180x13	180	13	68.17	53.54	2392.08	265.79	5.924
168x5	168	5	25.59	20.1	851.14	101.33	5.767	180x14	180	14	72.97	57.31	2532.74	281.42	5.891
168x5.5	168	5.5	28.06	22.04	927.86	110.46	5.750	180x15	180	15	77.72	61.04	2667.95	296.44	5.859
168x6	168	6	30.52	23.97	1003.12	119.42	5.733	180x16	180	16	82.39	64.71	2797.86	310.87	5.827
168x6.5	168	6.5	32.96	25.89	1076.95	128.21	5.716	194x5	194	5	29.67	23.31	1326.54	136.76	6.686
168x7	168	7	35.39	27.79	1149.36	136.83	5.699	194x5.5	194	5.5	32.55	25.57	1447.86	149.26	6.669
168x7.5	168	7.5	37.80	29.69	1220.38	145.28	5.682	194x6	194	6	35.42	27.82	1567.21	161.57	6.652
168x8	168	8	40.19	31.57	1290.01	153.57	5.665	194x6.5	194	6.5	38.27	30.06	1684.61	173.67	6.635
168x8.5	168	8.5	42.57	33.44	1358.29	161.7	5.649	194x7	194	7	41.10	32.28	1800.08	185.57	6.618
168x9	168	9	44.93	35.29	1425.22	169.67	5.632	194x7.5	194	7.5	43.92	34.5	1913.64	197.28	6.601
168x9.5	168	9.5	47.28	37.13	1490.83	177.48	5.615	194x8	194	8	46.72	36.7	2025.31	208.79	6.584
168x10	168	10	49.61	38.97	1555.13	185.13	5.599	194x8.5	194	8.5	49.51	38.89	2135.12	220.12	6.567
168x11	168	11	54.23	42.59	1679.88	199.99	5.566	194x9	194	9	52.28	41.06	2243.08	231.25	6.550
168x12	168	12	58.78	46.17	1799.61	214.24	5.533	194x9.5	194	9.5	55.04	43.23	2349.21	242.19	6.533

Продолжение таблицы 6.8

Обозначение	Размеры, мм		А, см <sup>2</sup>	Масса 1 м, кг/м	Геометрические характеристики сечения			Обозначение	Размеры, мм		А, см <sup>2</sup>	Масса 1 м, кг/м	Геометрические характеристики сечения		
	D	t			I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> = W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> = i <sub>z</sub> , см		D	t			I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> = W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> = i <sub>z</sub> , см
194x10	194	10	57.78	45.38	2453.55	252.94	6.517	219x12	219	12	78.00	61.26	4193.815	383	7.333
194x11	194	11	63.21	49.64	2656.88	273.91	6.483	219x13	219	13	84.09	66.04	4480.547	409.18	7.300
194x12	194	12	68.58	53.86	2853.25	294.15	6.450	219x14	219	14	90.12	70.78	4758.502	434.57	7.267
194x13	194	13	73.88	58.03	3042.80	313.69	6.417	219x15	219	15	96.08	75.46	5027.862	459.17	7.234
194x14	194	14	79.13	62.15	3225.71	332.55	6.385	219x16	219	16	101.99	80.1	5288.805	483	7.201
194x15	194	15	84.31	66.22	3402.12	350.73	6.352	245x6.5	245	6.5	48.68	38.23	3465.460	282.89	8.438
194x16	194	16	89.43	70.24	3572.19	368.27	6.320	245x7	245	7	52.31	41.09	3709.064	302.78	8.420
203x6	203	6	37.11	29.15	1803.07	177.64	6.970	245x7.5	245	7.5	55.93	43.93	3949.525	322.41	8.403
203x6.5	203	6.5	40.11	31.5	1938.81	191.02	6.953	245x8	245	8	59.53	46.76	4186.87	341.79	8.386
203x7	203	7	43.08	33.84	2072.43	204.18	6.936	245x8.5	245	8.5	63.12	49.58	4421.13	360.91	8.369
203x7.5	203	7.5	46.04	36.16	2203.94	217.14	6.919	245x9	245	9	66.69	52.38	4652.32	379.78	8.352
203x8	203	8	48.98	38.47	2333.37	229.89	6.902	245x9.5	245	9.5	70.25	55.17	4880.48	398.41	8.335
203x8.5	203	8.5	51.91	40.77	2460.74	242.44	6.885	245x10	245	10	73.79	57.95	5105.63	416.79	8.318
203x9	203	9	54.82	43.06	2586.08	254.79	6.868	245x11	245	11	80.82	63.48	5547.01	452.82	8.284
203x9.5	203	9.5	57.72	45.33	2709.39	266.94	6.851	245x12	245	12	87.79	68.95	5976.67	487.89	8.251
203x10	203	10	60.60	47.6	2830.72	278.89	6.834	245x13	245	13	94.70	74.38	6394.83	522.03	8.217
203x11	203	11	66.32	52.09	3067.46	302.21	6.801	245x14	245	14	101.55	79.76	6801.68	555.24	8.184
203x12	203	12	71.97	56.52	3296.49	324.78	6.768	245x15	245	15	108.33	85.08	7197.44	587.55	8.151
203x13	203	13	77.56	60.91	3517.97	346.6	6.735	245x16	245	16	115.05	90.36	7582.31	618.96	8.118
203x14	203	14	83.08	65.25	3732.07	367.69	6.702	273x6.5	273	6.5	54.39	42.72	4834.18	354.15	9.427
203x15	203	15	88.55	69.55	3938.95	388.07	6.670	273x7	273	7	58.47	45.92	5177.30	379.29	9.410
203x16	203	16	93.95	73.79	4138.78	407.76	6.637	273x7.5	273	7.5	62.53	49.11	5516.47	404.14	9.393
219x6	219	6	40.13	31.52	2278.74	208.1	7.536	273x8	273	8	66.57	52.28	5851.71	428.7	9.376
219x6.5	219	6.5	43.37	34.06	2451.64	223.89	7.518	273x8.5	273	8.5	70.60	55.45	6183.07	452.97	9.359
219x7	219	7	46.60	36.6	2622.04	239.46	7.501	273x9	273	9	74.61	58.6	6510.56	476.96	9.342
219x7.5	219	7.5	49.81	39.12	2789.96	254.79	7.484	273x9.5	273	9.5	78.60	61.73	6834.23	500.68	9.325
219x8	219	8	53.00	41.63	2955.43	269.9	7.467	273x10	273	10	82.58	64.86	7154.09	524.11	9.308
219x8.5	219	8.5	56.18	44.13	3118.48	284.79	7.450	273x11	273	11	90.49	71.07	7782.54	570.15	9.274
219x9	219	9	59.35	46.61	3279.12	299.46	7.433	273x12	273	12	98.34	77.24	8396.14	615.1	9.240
219x9.5	219	9.5	62.49	49.08	3437.381	313.92	7.416	273x13	273	13	106.13	83.36	8995.14	658.98	9.206
219x10	219	10	65.63	51.54	3593.287	328.15	7.400	273x14	273	14	113.86	89.42	9579.75	701.81	9.173
219x11	219	11	71.84	56.43	3898.123	355.99	7.366	273x15	273	15	121.52	95.44	10150.2	743.61	9.139

Продолжение таблицы 6.8

Обозначение	Размеры, мм		А, см <sup>2</sup>	Масса I м, кг/м	Геометрические характеристики сечения			Обозначение	Размеры, мм		А, см <sup>2</sup>	Масса I м, кг/м	Геометрические характеристики сечения		
	D	t			I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> = W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> = i <sub>z</sub> , см		D	t			I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> = W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> = i <sub>z</sub> , см
273x16	273	16	129.12	101.41	10706.8	784.38	9.106	351x9.5	351	9.5	101.87	80.01	14869.3	847.3	12.082
299x7.5	299	7.5	68.65	53.92	7300.02	488.3	10.312	351x10	351	10	107.07	84.1	15584.6	888	12.064
299x8	299	8	73.10	57.41	7747.42	518.2	10.295	351x11	351	11	117.44	92.23	16995.9	968.4	12.030
299x8.5	299	8.5	77.53	60.9	8190.09	547.8	10.278	351x12	351	12	127.74	100.32	18381.6	1047.4	11.996
299x9	299	9	81.95	64.37	8628.09	577.1	10.261	351x13	351	13	137.97	108.36	19742.2	1124.9	11.962
299x9.5	299	9.5	86.36	67.83	9061.43	606.1	10.243	351x14	351	14	148.15	116.35	21077.9	1201	11.928
299x10	299	10	90.75	71.27	9490.15	634.8	10.226	351x15	351	15	158.26	124.29	22388.9	1275.7	11.894
299x11	299	11	99.48	78.13	10333.9	691.2	10.192	351x16	351	16	168.30	132.19	23675.8	1349	11.861
299x12	299	12	108.14	84.93	11159.5	746.5	10.158	351x17	351	17	178.29	140.03	24938.6	1421	11.827
299x13	299	13	116.75	91.69	11967.3	800.5	10.125	351x18	351	18	188.21	147.82	26177.7	1491.6	11.794
299x14	299	14	125.29	98.4	12757.6	853.4	10.091	351x19	351	19	198.07	155.57	27393.5	1560.9	11.760
299x15	299	15	133.76	105.06	13530.6	905.1	10.057	351x20	351	20	207.87	163.26	28586.2	1628.8	11.727
299x16	299	16	142.18	111.67	14286.5	955.6	10.024	351x22	351	22	227.27	178.5	30903.5	1760.9	11.661
325x7.5	325	7.5	74.77	58.73	9431.8	580.42	11.231	351x24	351	24	246.43	193.54	33132.0	1887.9	11.595
325x8	325	8	79.63	62.54	10013.9	616.24	11.214	351x25	351	25	255.91	200.99	34213.6	1949.5	11.563
325x8.5	325	8.5	84.47	66.35	10590.4	651.72	11.197	377x9	377	9	104.00	81.68	17624.0	935	13.018
325x9	325	9	89.30	70.14	11161.3	686.85	11.180	377x9.5	377	9.5	109.63	86.1	18528.7	983	13.001
325x9.5	325	9.5	94.11	73.92	11726.7	721.64	11.162	377x10	377	10	115.24	90.51	19425.9	1030.5	12.984
325x10	325	10	98.91	77.68	12286.5	756.09	11.145	377x11	377	11	126.42	99.29	21197.7	1124.5	12.949
325x11	325	11	108.46	85.18	13389.8	823.99	11.111	377x12	377	12	137.53	108.02	22939.8	1217	12.915
325x12	325	12	117.94	92.63	14471.4	890.55	11.077	377x13	377	13	148.58	116.7	24652.5	1307.8	12.881
325x13	325	13	127.36	100.03	15531.7	955.8	11.043	377x14	377	14	159.57	125.33	26336.2	1397.1	12.847
325x14	325	14	136.72	107.38	16571.0	1019.8	11.009	377x15	377	15	170.50	133.91	27991.2	1484.9	12.813
325x15	325	15	146.01	114.68	17589.4	1082.4	10.976	377x16	377	16	181.37	142.45	29617.9	1571.2	12.779
325x16	325	16	155.24	121.93	18587.4	1143.8	10.942	377x17	377	17	192.17	150.93	31216.5	1656	12.745
325x17	325	17	164.41	129.13	19565.1	1204	10.909	377x18	377	18	202.91	159.36	32787.3	1739.4	12.712
325x18	325	18	173.52	136.28	20522.9	1262.9	10.875	377x19	377	19	213.58	167.75	34330.8	1821.3	12.678
325x19	325	19	182.56	143.38	21460.9	1320.7	10.842	377x20	377	20	224.20	176.08	35847.2	1901.7	12.645
325x20	325	20	191.54	150.44	22379.6	1377.2	10.809	377x22	377	22	245.23	192.61	38800.1	2058.4	12.578
351x8	351	8	86.16	67.67	12684.4	722.8	12.133	377x24	377	24	266.02	208.93	41648.4	2209.5	12.512
351x8.5	351	8.5	91.41	71.8	13419.2	764.6	12.116	377x25	377	25	276.32	217.02	43034.1	2283	12.480
351x9	351	9	96.65	75.91	14147.6	806.1	12.099	402x9	402	9	111.06	87.23	21463.9	1067.9	13.902

Продолжение таблицы 6.8

Обозначение	Размеры, мм		А, см <sup>2</sup>	Масса 1 м, кг/м	Геометрические характеристики сечения			Обозначение	Размеры, мм		А, см <sup>2</sup>	Масса 1 м, кг/м	Геометрические характеристики сечения		
	D	t			I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> = W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> = i <sub>z</sub> , см		D	t			I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> = W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> = i <sub>z</sub> , см
402x9.5	402	9.5	117.08	91.96	22571.3	1123	13.885	426x24	426	24	302.95	237.93	61446.1	2884.8	14.242
402x10	402	10	123.09	96.67	23670.1	1177.6	13.867	426x25	426	25	314.79	247.23	63550.3	2983.6	14.209
402x11	402	11	135.05	106.07	25842.0	1285.7	13.833	426x26	426	26	326.56	256.48	65621.2	3080.8	14.176
402x12	402	12	146.95	115.42	27979.9	1392	13.799	426x28	426	28	349.92	274.83	69664.5	3270.6	14.110
402x13	402	13	158.79	124.71	30084.1	1496.7	13.764	426x30	426	30	373.03	292.98	73578.7	3454.4	14.044
402x14	402	14	170.56	133.96	32155.0	1599.7	13.730	450x9	450	9	124.63	97.88	30324.9	1347.8	15.599
402x15	402	15	182.28	143.16	34192.9	1701.1	13.696	450x9.5	450	9.5	131.40	103.2	31902.4	1417.9	15.582
402x16	402	16	193.93	152.31	36198.2	1800.9	13.662	450x10	450	10	138.16	108.51	33469.0	1487.5	15.564
402x17	402	17	205.51	161.41	38171.3	1899.1	13.629	450x11	450	11	151.63	119.09	36569.5	1625.3	15.530
402x18	402	18	217.04	170.46	40112.5	1995.6	13.595	450x12	450	12	165.04	129.62	39626.8	1761.2	15.495
402x19	402	19	228.50	179.46	42022.1	2090.6	13.561	450x13	450	13	178.38	140.1	42641.4	1895.2	15.461
402x20	402	20	239.90	188.41	43900.4	2184.1	13.528	450x14	450	14	191.67	150.53	45613.7	2027.3	15.427
402x22	402	22	262.50	206.17	47564.9	2366.4	13.461	450x15	450	15	204.89	160.92	48543.9	2157.5	15.393
402x24	402	24	284.86	223.73	51108.6	2542.7	13.395	450x16	450	16	218.04	171.25	51432.7	2285.9	15.359
402x25	402	25	295.95	232.43	52836.0	2628.7	13.362	450x17	450	17	231.14	181.53	54280.2	2412.5	15.325
402x26	402	26	306.97	241.09	54534.1	2713.1	13.329	450x18	450	18	244.17	191.77	57087.0	2537.2	15.291
402x28	402	28	328.82	258.26	57844.2	2877.8	13.263	450x19	450	19	257.13	201.95	59853.4	2660.1	15.257
402x30	402	30	350.42	275.22	61041.5	3036.9	13.198	450x20	450	20	270.04	212.09	62579.7	2781.3	15.223
426x9	426	9	117.84	92.56	25639.7	1203.7	14.750	450x22	450	22	295.66	232.21	67914.1	3018.4	15.156
426x9.5	426	9.5	124.24	97.58	26968.4	1266.1	14.733	450x24	450	24	321.03	252.14	73093.1	3248.6	15.089
426x10	426	10	130.62	102.59	28287.3	1328	14.716	450x25	450	25	333.63	262.03	75625.3	3361.1	15.056
426x11	426	11	143.34	112.58	30896.0	1450.5	14.681	450x26	450	26	346.15	271.87	78119.7	3472	15.023
426x12	426	12	156.00	122.52	33466.2	1571.2	14.647	450x28	450	28	371.02	291.4	82997.1	3688.8	14.957
426x13	426	13	168.59	132.41	35998.4	1690.1	14.613	450x30	450	30	395.64	310.74	87728.2	3899	14.891
426x14	426	14	181.12	142.25	38492.9	1807.2	14.579	465x9	465	9	128.87	101.21	33524.8	1441.9	16.129
426x15	426	15	193.58	152.04	40950.1	1922.5	14.544	465x9.5	465	9.5	135.88	106.72	35272.6	1517.1	16.112
426x16	426	16	205.98	161.78	43370.3	2036.2	14.510	465x10	465	10	142.87	112.72	37008.7	1591.8	16.095
426x17	426	17	218.32	171.47	45753.9	2148.1	14.476	465x11	465	11	156.81	123.16	40445.9	1739.6	16.060
426x18	426	18	230.60	181.11	48101.4	2258.3	14.443	465x12	465	12	170.69	134.06	43837.0	1885.5	16.026
426x19	426	19	242.82	190.71	50413.0	2366.8	14.409	465x13	465	13	184.51	144.91	47182.1	2029.3	15.991
426x20	426	20	254.97	200.25	52689.1	2473.7	14.375	465x14	465	14	198.26	155.71	50481.9	2171.3	15.957
426x22	426	22	279.08	219.19	57136.4	2682.5	14.308	465x15	465	15	211.95	166.46	53736.7	2311.3	15.923

Окончание таблицы 6.8

Обозначение	Размеры, мм		А, см <sup>2</sup>	Масса 1 м, кг/м	Геометрические характеристики сечения			Обозначение	Размеры, мм		А, см <sup>2</sup>	Масса 1 м, кг/м	Геометрические характеристики сечения		
	D	t			I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> = W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> = i <sub>z</sub> , см		D	t			I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> = W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> = i <sub>z</sub> , см
465x20	465	20	279.46	219.49	69350.0	2982.8	15.753	500x30	500	30	442.74	347.73	122811.9	4912.5	16.655
465x22	465	22	306.02	240.35	75294.5	3238.5	15.686	530x32	530	32	500.39	393	155843.0	5880.9	17.648
465x24	465	24	332.34	261.02	81072.1	3487	15.619	530x9	530	9	147.23	115.64	49997.1	1886.7	18.428
465x25	465	25	345.40	271.28	83899.2	3608.6	15.585	530x9.5	530	9.5	155.27	121.95	52624.8	1985.8	18.410
465x26	465	26	358.40	281.49	86685.7	3728.4	15.552	530x10	530	10	163.28	128.24	55237.1	2084.4	18.393
465x28	465	28	384.21	301.76	92138.6	3962.9	15.486	530x11	530	11	179.26	140.79	60415.7	2279.8	18.358
465x30	465	30	409.77	321.83	97433.8	4190.7	15.420	530x12	530	12	195.18	153.3	65533.5	2473	18.324
480x9	480	9	133.10	104.54	36942.3	1539.3	16.660	530x13	530	13	211.04	165.75	70591.0	2663.8	18.289
480x9.5	480	9.5	140.35	110.23	38872.2	1619.7	16.642	530x14	530	14	226.83	178.16	75588.7	2852.4	18.255
480x10	480	10	147.58	115.91	40789.7	1699.6	16.625	530x15	530	15	242.57	190.51	80526.9	3038.8	18.220
480x11	480	11	161.99	127.23	44587.2	1857.8	16.590	530x25	530	25	396.43	311.35	126746.8	4782.9	17.881
480x12	480	12	176.34	138.5	48335.3	2014	16.556	530x26	530	26	411.47	323.16	131062.7	4945.8	17.847
480x13	480	13	190.63	149.72	52034.4	2168.1	16.522	530x28	530	28	441.36	346.64	139533.4	5265.4	17.780
480x14	480	14	204.85	160.89	55684.9	2320.2	16.487	530x30	530	30	471.00	369.92	147792.3	5577.1	17.714
480x15	480	15	219.02	172.01	59287.3	2470.3	16.453	550x9	550	9	152.89	120.08	55977.6	2035.5	19.135
480x25	480	25	357.18	280.52	92756.3	3864.8	16.115	550x9.5	550	9.5	161.23	126.63	58925.7	2142.8	19.117
480x26	480	26	370.65	291.1	95856.8	3994	16.082	550x10	550	10	169.56	133.17	61857.2	2249.4	19.100
480x28	480	28	397.40	312.12	101928.7	4247	16.015	550x11	550	11	186.17	146.22	67670.6	2460.7	19.065
480x30	480	30	423.90	332.93	107831.2	4493	15.949	550x12	550	12	202.72	159.22	73418.2	2669.8	19.031
500x9	500	9	138.76	108.98	41849.7	1674	17.367	550x13	550	13	219.20	172.16	79100.7	2876.4	18.996
500x9.5	500	9.5	146.32	114.92	44041.6	1761.7	17.349	550x14	550	14	235.63	185.06	84718.5	3080.7	18.962
500x10	500	10	153.86	120.84	46219.9	1848.8	17.332	550x15	550	15	251.99	197.91	90272.1	3282.6	18.927
500x11	500	11	168.90	132.65	50535.8	2021.4	17.298	550x25	550	25	412.13	323.68	142384.1	5177.6	18.587
500x12	500	12	183.88	144.42	54797.8	2191.9	17.263	550x26	550	26	427.79	335.99	147263.5	5355	18.554
500x13	500	13	198.79	156.13	59006.4	2360.3	17.229	550x28	550	28	458.94	360.45	156847.4	5703.5	18.487
500x14	500	14	213.65	167.8	63162.2	2526.5	17.194	550x30	550	30	489.84	384.72	166201.2	6043.7	18.420
500x15	500	15	228.44	179.41	67265.4	2690.6	17.160	550x32	550	32	520.49	408.79	175328.8	6375.6	18.354
500x25	500	25	372.88	292.86	105507.2	4220.3	16.821	550x34	550	34	550.88	432.66	184233.8	6699.4	18.288
500x26	500	26	386.97	303.93	109061.9	4362.5	16.788	550x35	550	35	565.99	444.52	188604.0	6858.3	18.255
500x28	500	28	414.98	325.93	116029.8	4641.2	16.721	550x36	550	36	581.03	456.34	192919.9	7015.3	18.222

124 6.1.9 Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. ГОСТ 2590-2006 (EN 10060:2003)

Обозначение по СТБ 21.504-2005 [4]: Ø 100 / ГОСТ 2590-2006

Таблица 6.9 – Прокат стальной горячекатаный круглый по ГОСТ 2590-2006

Диаметр <i>d</i> , мм	<i>A</i> , см <sup>2</sup>	Масса 1 м профиля, кг	Диаметр <i>d</i> , мм	<i>A</i> , см <sup>2</sup>	Масса 1 м профиля, кг	Диаметр <i>d</i> , мм	<i>A</i> , см <sup>2</sup>	Масса 1 м профиля, кг	Диаметр <i>d</i> , мм	<i>A</i> , см <sup>2</sup>	Масса 1 м профиля, кг
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
5	0,196	0,154	28	6,158	4,834	56	24,630	19,335	125	122,719	96,334
5,5	0,238	0,187	29	6,605	5,185	58	26,421	20,740	130	132,732	104,195
6	0,283	0,222	30	7,069	5,549	60	28,274	22,195	135	143,139	112,364
6,3	0,312	0,245	31	7,548	5,925	62	30,191	23,700	140	153,938	120,841
6,5	0,332	0,261	32	8,043	6,313	63	31,173	24,470	145	165,130	129,627
7	0,385	0,302	33	8,533	6,714	65	33,183	26,049	150	176,715	138,721
8	0,503	0,395	34	9,079	7,127	67	35,257	27,676	155	188,692	148,123
9	0,636	0,499	35	9,621	7,553	68	36,317	28,509	160	201,062	157,834
10	0,785	0,617	36	10,179	7,990	70	38,485	30,210	165	213,825	167,852
11	0,950	0,746	37	10,752	8,440	72	40,715	31,961	170	226,980	178,179
12	1,131	0,888	38	11,341	8,903	73	41,854	32,855	175	240,528	188,815
13	1,327	1,042	39	11,946	9,378	75	44,179	34,680	180	254,469	199,758
14	1,539	1,208	40	12,566	9,865	78	47,784	37,510	185	268,803	211,010
15	1,767	1,387	41	13,203	10,364	80	50,266	39,458	190	283,529	222,570
16	2,011	1,578	42	13,854	10,876	82	52,810	41,456	195	298,648	234,438
17	2,270	1,782	43	14,522	11,400	85	56,745	44,545	200	314,159	246,615
18	2,545	1,998	44	15,205	11,936	87	59,447	46,666	210	346,361	271,893
19	2,835	2,226	45	15,904	12,485	90	63,617	49,940	220	380,133	298,404
20	3,142	2,466	46	16,619	13,046	92	66,476	52,184	230	415,476	326,148
21	3,464	2,719	47	17,349	13,619	95	70,882	55,643	240	452,389	355,126
22	3,801	2,984	48	18,096	14,205	97	73,898	58,010	250	490,874	385,336
23	4,155	3,262	50	19,635	15,413	100	78,540	61,654	260	530,929	416,779
24	4,524	3,551	52	21,237	16,671	105	86,590	67,973	270	572,555	449,456
25	4,909	3,853	53	22,062	17,319	110	95,033	74,601			
26	5,309	4,168	54	22,902	17,978	115	103,869	81,537			
27	5,726	4,495	55	23,758	18,650	120	113,097	88,781			

Радиус инерции  $i = 0,25d$

## 6.2 Гнутые и гнутосварные профили

### 6.2.1 Трубы электросварные прямошовные (сокращенный сортамент и выпускаемые в РУП МЗМК). ГОСТ 10704-91

Обозначение по СТБ 21.504-2005 [4]: тр.  $\varnothing$  102x5 / ГОСТ 10704-91

Таблица 6.10 – Трубы электросварные прямошовные по ГОСТ 10704-91

Обозначение	Размеры, мм		A, см <sup>2</sup>	Масса 1 м, кг/м	Геометрические характеристики сечения			Обозначение	Размеры, мм		A, см <sup>2</sup>	Масса 1 м, кг/м	Геометрические характеристики сечения		
	D	t			I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> = W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> = i <sub>z</sub> , см		D	t			I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> = W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> = i <sub>z</sub> , см
57x2м	57	2	3.46	2.71	13.1	4.596	1.946	89x3.8*	89	3.8	10.17	7.98	92.5	20.79	3.016
57x2.5м	57	2.5	4.28	3.36	15.9	5.579	1.927	89x4*м	89	4	10.68	8.38	96.7	21.73	3.009
57x3м	57	3	5.09	4	18.6	6.526	1.912	89x4.5*	89	4.5	11.95	9.38	107	24.04	2.992
57x3.5м	57	3.5	5.88	4.62	21.1	7.404	1.894	89x5*	89	5	13.19	10.36	117	26.29	2.978
76x2м	76	2	4.65	3.65	31.8	8.368	2.615	89x5.5м	89	5.5	14.43	11.33	126	28.31	2.955
76x3м	76	3	6.88	5.4	45.9	12.079	2.583	102x2м	102	2	6.28	4.93	78.6	15.41	3.538
76x4м	76	4	9.05	7.1	58.8	15.474	2.549	102x2.5м	102	2.5	7.81	6.13	96.8	18.98	3.521
76x5м	76	5	11.15	8.76	70.6	18.579	2.516	102x3*м	102	3	9.33	7.32	114	22.35	3.496
83x3*	83	3	7.54	5.92	60.4	14.554	2.83	102x3.2*	102	3.2	9.93	7.8	121	23.73	3.491
83x3.2*	83	3.2	8.02	6.3	64.0	15.422	2.825	102x3.5*	102	3.5	10.83	8.5	132	25.88	3.491
83x3.5*	83	3.5	8.74	6.86	69.2	16.675	2.814	102x3.8*	102	3.8	11.72	9.2	142	27.84	3.481
83x3.8*	83	3.8	9.45	7.42	74.3	17.904	2.804	102x4*м	102	4	12.31	9.67	148	29.02	3.467
83x4*	83	4	9.93	7.79	77.6	18.699	2.795	102x4.5*	102	4.5	13.78	10.82	164	32.16	3.45
83x4.5*	83	4.5	11.1	8.71	85.8	20.675	2.78	102x5*м	102	5	15.24	11.96	180	35.29	3.437
83x5*	83	5	12.25	9.62	93.6	22.554	2.764	108x2м	108	2	6.66	5.23	93.6	17.33	3.749
89x2м	89	2	5.47	4.29	51.7	11.62	3.074	108x3м	108	3	9.9	7.77	136	25.19	3.706
89x3*м	89	3	8.11	6.36	75.0	16.85	3.041	108x4м	108	4	13.07	10.26	177	32.78	3.68
89x3.2*	89	3.2	8.63	6.77	79.5	17.87	3.035	108x5м	108	5	16.18	12.7	215	39.81	3.645
89x3.5*	89	3.5	9.4	7.38	86.1	19.35	3.026	114x3*м	114	3	10.46	8.21	161	28.25	3.923

Продолжение таблицы 6.10

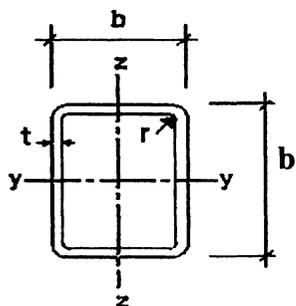
Обозначение	Размеры, мм		А, см <sup>2</sup>	Масса 1 м, кг/м	Геометрические характеристики сечения			Обозначение	Размеры, мм		А, см <sup>2</sup>	Масса 1 м, кг/м	Геометрические характеристики сечения		
	Д	t			I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> = W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> = i <sub>z</sub> , см		Д	t			I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> = W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> = i <sub>z</sub> , см
114x3.2*	114	3.2	11.14	8.74	171	30	3.918	159x7м	159	7	33.43	26.24	967	121.64	5.378
114x3.5*м	114	3.5	12.15	9.54	186	32.63	3.913	159x8м	159	8	37.95	29.79	1085	136.48	5.347
114x3.8*	114	3.8	13.16	10.33	200	35.09	3.898	168x6*	168	6	30.54	23.97	1003	119.4	5.731
114x4*м	114	4	13.82	10.85	209	36.67	3.889	168x7*	168	7	35.4	27.79	1149	136.79	5.697
114x4.5*м	114	4.5	15.48	12.15	232	40.7	3.871	168x8*	168	8	40.21	31.57	1290	153.57	5.664
114x5*м	114	5	17.12	13.44	255	44.74	3.859	219x4м	219	4	27.02	21.21	1562	142.65	7.603
114x5.5м	114	5.5	18.75	14.72	277	48.6	3.844	219x5м	219	5	33.61	26.39	1925	175.8	7.568
127x3*м	127	3	11.69	9.17	225	35.43	4.387	219x6*м	219	6	40.15	31.52	2279	208.13	7.534
127x3.2*	127	3.2	12.45	9.77	239	37.64	4.381	219x7*м	219	7	46.62	36.6	2622	239.45	7.499
127x3.5*	127	3.5	13.58	10.66	259	40.79	4.367	219x8*м	219	8	53.03	41.60	2955	269.86	7.465
127x3.8*	127	3.8	14.71	11.55	279	43.94	4.355	273x6*	273	6	50.33	39.51	4487	328.72	9.442
127x4*м	127	4	15.46	12.13	293	46.14	4.353	273x7*	273	7	58.49	45.92	5177	379.27	9.408
127x4.5*	127	4.5	17.32	13.59	325	51.18	4.332	273x8*	273	8	66.6	52.28	5852	428.72	9.374
127x5*м	127	5	19.16	15.04	357	56.22	4.317	273x9*	273	9	74.64	58.59	6511	477	9.34
140x3*	140	3	12.91	10.14	303	43.29	4.845	325x6*	325	6	60.13	47.2	7651	470.83	11.28
140x3.2*	140	3.2	13.75	10.8	322	46	4.839	325x7*	325	7	69.93	54.89	8844	544.25	11.25
140x3.5*	140	3.5	15.01	11.78	350	50	4.829	325x8*	325	8	79.67	62.54	10014	616.25	11.21
140x3.8*	140	3.8	16.26	12.76	377	53.86	4.815	325x9*	325	9	89.34	70.14	11161	686.83	11.18
140x4*	140	4	17.09	13.42	395	56.43	4.808	377x6*	377	6	69.93	54.89	12035	638.46	13.12
140x4.5*	140	4.5	19.16	15.04	440	62.86	4.792	377x7*	377	7	81.36	63.87	13929	738.94	13.08
140x5*	140	5	21.21	16.65	484	69.14	4.777	377x8*	377	8	92.74	72.8	15792	837.77	13.05
159x3*	159	3	14.7	11.54	447	56.23	5.514	377x9*	377	9	104.05	81.68	17624	934.96	13.01
159x3.2*	159	3.2	15.66	12.29	475	59.75	5.507	530x7*	530	7	115.01	90.28	39332	1484.2	18.49
159x3.5*	159	3.5	17.1	13.42	517	65.03	5.499	530x8*	530	8	131.19	102.98	44695	1686.6	18.46
159x3.8*	159	3.8	18.53	14.54	558	70.19	5.488	530x9*	530	9	147.3	115.63	49997	1886.7	18.42
159x4*м	159	4	19.48	15.29	585	73.58	5.48	630x7*	630	7	137	107.55	66478	2110.4	22.03
159x4.5*	159	4.5	21.84	17.15	652	82.01	5.464	630x8*	630	8	156.32	122.71	75612	2400.4	21.99
159x5*м	159	5	24.19	18.99	718	90.31	5.448	630x9*	630	9	175.58	137.83	84658	2687.6	21.96
159x6м	159	6	28.84	22.64	845	106.29	5.413	720x8*	720	8	178.94	140.47	113408	3150.2	25.17

Окончание таблицы 6.10

Обозначение	Размеры, мм		А, см <sup>2</sup>	Масса 1 м, кг/м	Геометрические характеристики сечения			Обозначение	Размеры, мм		А, см <sup>2</sup>	Масса 1 м, кг/м	Геометрические характеристики сечения		
	Д	t			I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> = W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> = i <sub>z</sub> , см		Д	t			I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> = W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> = i <sub>z</sub> , см
720x9*	720	9	201.02	157.8	127052	3529.2	25.14	1020x14*	1020	14	442.45	347.32	559843	10977.3	35.57
720x10*	720	10	223.05	175.09	140579	3905	25.1	1220x11*	1220	11	417.79	327.96	763427	12515.2	42.75
820x8*	820	8	204.07	160.2	168213	4102.8	28.71	1220x12*	1220	12	455.39	357.48	830778	13619.3	42.71
820x9*	820	9	229.3	180	188546	4598.7	28.68	1220x13*	1220	13	492.93	386.95	897791	14717.9	42.68
820x10*	820	10	254.46	199.75	208728	5090.9	28.64	1220x14*	1220	14	530.41	416.37	964469	15811	42.64
820x11*	820	11	279.56	219.46	228759	5579.5	28.61	1220x16*	1220	16	605.18	475.07	1096822	17980.7	42.57
1020x9*	1020	9	285.85	224.39	365250	7161.8	35.75	1420x12*	1420	12	530.79	416.67	1315469	18527.7	49.78
1020x10*	1020	10	317.29	249.07	404638	7934.1	35.71	1420x13*	1420	13	574.61	451.07	1422075	20029.2	49.75
1020x11*	1020	11	348.68	273.71	443790	8701.8	35.68	1420x14*	1420	14	618.37	485.42	1528224	21524.3	49.71
1020x12*	1020	12	380	298.3	482708	9464.9	35.64	1420x16*	1420	16	705.71	553.98	1739152	24495.1	49.64
1020x13*	1020	13	411.25	322.83	521392	10223.4	35.61								

Профили, обозначенные звездочкой (\*), входят в состав сокращенного проката по ГОСТ 10704-91.

Профили, обозначенные буквой (м), выпускаются в РУП «Молодечненский завод металлоконструкций».



### 6.2.2 Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные, выпускаемые в РУП МЗМК. ГОСТ 30245-2012

Обозначение по СТБ 21.504-2005 [4]: гн. □ 80x5 / ГОСТ 30245-2012

Таблица 6.11 – Профили гнутые замкнутые сварные квадратные по ГОСТ 30245-2012

Размеры, мм		Масса 1 м, кг/м	A, см <sup>2</sup>	Геометрические характеристики сечения			Размеры, мм		Масса 1 м, кг/м	A, см <sup>2</sup>	Геометрические характеристики сечения		
b	t			I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> = W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> = i <sub>z</sub> , см	b	t			I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> = W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> = i <sub>z</sub> , см
50	2,0	2,93	3,74	14,14	5,66	1,95	80	4,0	9,22	11,75	111,0	27,74	3,07
	2,5	3,60	4,59	16,93	6,77	1,92		5,0	11,27	14,36	131,3	32,83	3,02
	3,0	4,25	5,41	19,45	7,78	1,90		6,0	13,21	16,83	149,0	37,24	2,97
	4,0	5,45	6,95	23,70	9,48	1,85	90	3,0	8,01	10,21	127,2	28,28	3,53
	5,0	6,56	8,36	26,98	10,79	1,80		4,0	10,48	13,35	161,8	35,96	3,48
2,0	3,56	4,54	25,14	8,38	2,35	5,0		12,84	16,36	192,8	42,84	3,43	
60	2,5	4,39	5,59	30,33	10,11	2,33	6,0	15,10	19,23	220,2	48,94	3,38	
	3,0	5,19	6,61	35,11	11,70	2,31	100	3,0	8,96	11,41	177,0	35,40	3,94
	4,0	6,71	8,55	43,50	14,50	2,26		4,0	11,73	14,95	225,1	45,02	3,88
	5,0	8,13	10,36	50,41	16,80	2,21		5,0	14,41	18,36	270,9	54,19	3,84
	2,0	4,19	5,34	40,72	11,63	2,76	6,0	16,98	21,63	311,2	62,24	3,79	
70	2,5	5,17	6,59	49,39	14,11	2,74	120	3,0	10,84	13,81	312,3	52,05	4,76
	3,0	6,13	7,81	57,50	16,43	2,71		4,0	14,25	18,15	402,2	67,03	4,71
	4,0	7,97	10,15	72,06	20,59	2,66		5,0	17,55	22,36	485,3	80,88	4,66
	5,0	9,70	12,36	84,52	24,15	2,62	6,0	20,75	26,43	561,8	93,64	4,61	
	80	3,0	7,07	9,01	87,81	21,95	3,12	7,0	23,52	29,96	616,8	102,8	4,54

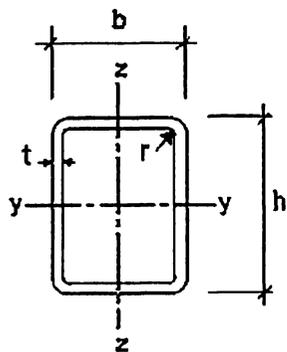
Окончание таблицы 6.11

Размеры, мм		Масса 1 м, кг/м	А, см <sup>2</sup>	Геометрические характеристики сечения			Размеры, мм		Масса 1 м, кг/м	А, см <sup>2</sup>	Геометрические характеристики сечения		
б	т			I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> = W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> = i <sub>z</sub> , см	б	т			I <sub>y</sub> = I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> = W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> = i <sub>z</sub> , см
140	4,0	16,76	21,35	651,5	93,07	5,52	160	5,0	23,83	30,36	1202	150,3	6,29
	5,0	20,69	26,36	790,3	112,9	5,48		6,0	28,29	36,03	1405	175,6	6,24
	6,0	24,52	31,23	920,0	131,4	5,43		7,0	32,31	41,16	1569	196,1	6,17
	7,0	27,91	35,56	1020	145,7	5,36		8,0	36,46	46,44	1740	217,5	6,12
	8,0	31,43	40,04	1126	160,8	5,30		180	5,0	26,97	34,36	1737	192,9
150	5,0	22,26	28,36	981,8	130,9	5,88	6,0		32,05	40,83	2036	226,2	7,06
	6,0	26,40	33,63	1145	152,7	5,84	7,0		36,70	46,76	2286	254,0	6,99
	7,0	30,11	38,36	1275	170,0	5,77	8,0		41,48	52,84	2545	282,7	6,94
	8,0	33,95	43,24	1411	188,1	5,71							

1. Радиус наружного закругления угла:

- $R = 2,0t$  при  $t \leq 6,0$  мм;
- $R = 2,5t$  при  $6,0 < t \leq 10,0$  мм;
- $R = 3,0t$  при  $t > 10,0$  мм.

2. Сварные профильные трубы производят из углеродистой стали марок СтЗсп, СтЗпс5, а также из низколегированной стали марки 09Г2С.



### 6.2.3 Профили стальные гнутые замкнутые сварные прямоугольные, выпускаемые в РУП МЗМК. ГОСТ 30245-2012

Обозначение по СТБ 21.504-2005 [4]: гн. □ 180x140x5 / ГОСТ 30245-2012

Таблица 6.12 – Профили гнутые замкнутые сварные прямоугольные по ГОСТ 30245-2012

Размеры, мм			Масса 1 м, кг/м	A, см <sup>2</sup>	Справочные данные для осей					
					y-y			z-z		
h	b	t			I <sub>x</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> , см	I <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> , см
50	25	2,5	2,62	3,34	9,88	3,95	1,72	3,27	2,61	0,99
		3,0	3,07	3,91	11,17	4,47	1,69	3,65	2,92	0,97
		3,5	3,49	4,44	12,24	4,90	1,66	3,96	3,16	0,94
		4,0	3,88	4,95	13,12	5,25	1,63	4,19	3,35	0,92
60	40	2,5	3,60	4,59	22,06	7,35	2,19	11,72	5,86	1,60
		3,0	4,25	5,41	25,37	8,46	2,17	13,42	6,71	1,58
		4,0	5,45	6,95	30,96	10,32	2,11	16,23	8,12	1,53
		5,0	6,56	8,36	35,29	11,76	2,05	18,34	9,17	1,48
70	50	2,5	4,39	5,59	38,00	10,86	2,61	22,57	9,03	2,01
		3,0	5,19	6,61	44,03	12,58	2,58	26,08	10,43	1,99
		4,0	6,71	8,55	54,64	15,61	2,53	32,16	12,87	1,94
		5,0	8,13	10,36	63,40	18,11	2,47	37,10	14,84	1,89
80	40	2,5	4,39	5,59	45,10	11,27	2,84	15,24	7,62	1,65
		3,0	5,19	6,61	52,24	13,06	2,81	17,52	8,76	1,63
		4,0	6,71	8,55	64,77	16,19	2,75	21,42	10,71	1,58
		5,0	8,13	10,36	75,07	18,77	2,69	24,47	12,23	1,54
		2,5	5,17	6,59	60,11	15,03	3,02	42,42	14,14	2,54
80	60	3,0	6,13	7,81	70,02	17,51	2,99	44,86	14,95	2,40
		4,0	7,97	10,15	87,87	21,97	2,94	56,05	18,68	2,35
		5,0	9,70	12,36	103,2	25,80	2,89	65,54	21,85	2,30

Продолжение таблицы 6.12

Размеры, мм			Масса 1 м, кг/м	А, см <sup>2</sup>	Справочные данные для осей					
h	b	t			у-у			z-z		
					I <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> , см	I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> , см
80	70	3,0	6,60	8,41	78,92	19,73	3,06	64,23	18,35	2,76
		4,0	8,59	10,95	99,42	24,86	3,01	80,77	23,08	2,72
		5,0	10,48	13,36	117,3	29,31	2,96	95,09	27,17	2,67
90	50	3,0	6,13	7,81	81,83	18,19	3,24	32,70	13,08	2,05
		4,0	7,97	10,15	102,7	22,82	3,18	40,63	16,25	2,00
		5,0	9,70	12,36	120,5	26,79	3,12	47,23	18,89	1,95
90	60	3,0	6,60	8,41	93,19	20,71	3,33	49,73	16,58	2,43
		4,0	8,59	10,95	117,5	26,10	3,28	62,32	20,77	2,39
		5,0	10,48	13,36	138,6	30,80	3,22	73,10	24,37	2,34
100	40	3,0	6,13	7,81	92,33	18,47	3,44	21,63	10,82	1,66
		4,0	7,97	10,15	115,7	23,13	3,38	26,60	13,30	1,62
		5,0	9,70	12,36	135,6	27,11	3,31	30,59	15,30	1,57
100	50	3,0	6,60	8,41	106,4	21,29	3,56	36,02	14,41	2,07
		4,0	8,59	10,95	134,1	26,82	3,50	44,86	17,94	2,02
		5,0	10,48	13,36	158,1	31,62	3,44	52,29	20,92	1,98
100	60	3,0	7,07	9,01	120,6	24,11	3,66	54,61	18,20	2,46
		4,0	9,22	11,75	152,5	30,51	3,60	68,59	22,86	2,42
		5,0	11,27	14,36	180,7	36,14	3,55	80,66	26,89	2,37
		6,0	13,21	16,83	205,2	41,03	3,49	90,93	30,31	2,32
120	40	3,0	7,07	9,01	148,0	24,67	4,05	25,74	12,87	1,69
		4,0	9,22	11,75	186,9	31,14	3,99	31,79	15,89	1,64
		5,0	11,27	14,36	220,8	36,79	3,92	36,72	18,36	1,60
		6,0	13,21	16,83	249,9	41,65	3,85	40,63	20,31	1,55
120	60	3,0	8,01	10,21	189,1	31,52	4,30	64,35	21,45	2,51
		4,0	10,48	13,35	240,7	40,12	4,25	81,14	27,05	2,47
		5,0	12,84	16,36	286,9	47,82	4,19	95,79	31,93	2,42
		6,0	15,10	19,23	327,9	54,65	4,13	108,4	36,14	2,37
120	80	3,0	8,96	11,41	230,2	38,36	4,49	123,4	30,85	3,29
		4,0	11,73	14,95	294,5	49,09	4,44	157,2	39,30	3,24
		5,0	14,41	18,36	353,0	58,84	4,39	187,6	46,89	3,20
		6,0	16,98	21,63	405,9	67,64	4,33	214,7	53,67	3,15

Продолжение таблицы 6.12

Размеры, мм			Масса 1 м, кг/м	A, см <sup>2</sup>	Справочные данные для осей					
h	b	t			y-y			z-z		
					I <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> , см	I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> , см
140	60	3,0	8,96	11,41	278,1	39,72	4,94	74,10	24,70	2,55
		4,0	11,73	14,95	355,5	50,79	4,88	93,68	31,23	2,50
		5,0	14,41	18,36	425,8	60,83	4,82	110,9	36,97	2,46
		6,0	16,98	21,63	489,1	69,87	4,75	125,9	41,97	2,41
140	100	4,0	14,25	18,15	503,5	71,93	5,27	300,0	60,00	4,07
		5,0	17,55	22,36	608,1	86,87	5,22	361,2	72,24	4,02
		6,0	20,75	26,43	704,5	100,6	5,16	417,2	83,45	3,97
		7,0	23,52	29,96	772,4	110,3	5,08	457,8	91,55	3,91
140	120	4,0	15,50	19,75	577,5	82,50	5,41	456,0	76,00	4,81
		5,0	19,12	24,36	699,2	99,88	5,36	551,4	91,90	4,76
		6,0	22,63	28,83	812,3	116,0	5,31	639,8	106,6	4,71
		7,0	25,71	32,76	896,3	128,0	5,23	706,2	117,7	4,64
		8,0	28,92	36,84	986,5	140,9	5,17	776,5	129,4	4,59
160	40	3,0	8,96	11,41	315,9	39,49	5,26	33,95	16,98	1,73
		4,0	11,73	14,95	403,0	50,37	5,19	42,15	21,08	1,68
		5,0	14,41	18,36	481,3	60,16	5,12	48,97	24,48	1,63
		6,0	16,98	21,63	551,2	68,90	5,05	54,50	27,25	1,59
160	80	4,0	14,25	18,15	597,6	74,71	5,74	203,4	50,85	3,35
		5,0	17,55	22,36	721,6	90,20	5,68	243,8	60,95	3,30
		6,0	20,75	26,43	835,8	104,5	5,62	280,4	70,10	3,26
		7,0	23,52	29,96	913,5	114,2	5,52	306,6	76,64	3,20
160	100	4,0	15,50	19,75	695,0	86,87	5,93	336,9	67,37	4,13
		5,0	19,12	24,36	841,7	105,2	5,88	406,3	81,26	4,08
		6,0	22,63	28,83	978,1	122,3	5,82	470,2	94,05	4,04
		7,0	25,71	32,76	1077	134,7	5,73	518,3	103,7	3,98
		8,0	28,92	36,84	1186	148,2	5,67	568,6	113,7	3,93
160	120	4,0	16,76	21,35	792,3	99,04	6,09	509,8	84,97	4,89
		5,0	20,69	26,36	961,8	120,2	6,04	617,5	102,9	4,84
		6,0	24,52	31,23	1120	140,0	5,99	717,8	119,6	4,79
		7,0	27,91	35,56	1241	155,2	5,91	795,5	132,6	4,73
		8,0	31,43	40,04	1371	171,3	5,85	876,9	146,1	4,68

Продолжение таблицы 6.12

Размеры, мм			Масса I м, кг/м	A, см <sup>2</sup>	Справочные данные для осей					
h	b	t			y-y			z-z		
					I <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> , см	I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> , см
160	140	4,0	18,01	22,95	889,8	111,2	6,23	725,59	103,7	5,62
		5,0	22,26	28,36	1082	135,2	6,18	881,4	125,9	5,58
		6,0	26,40	33,63	1263	157,8	6,13	1028	146,8	5,53
		7,0	30,11	38,36	1405	175,6	6,05	1144	163,4	5,46
		8,0	33,95	43,24	1555	194,4	6,00	1265	180,8	5,41
180	60	4,0	14,25	18,15	678,1	75,3	6,11	118,8	39,6	2,56
		5,0	17,55	22,36	817,8	90,9	6,05	141,2	47,1	2,51
		6,0	20,75	26,43	946,0	105,1	5,98	160,9	53,6	2,47
		7,0	23,52	29,96	1029	114,3	5,86	174,4	58,1	2,41
180	80	4,0	15,50	19,75	802,0	89,12	6,37	226,5	56,62	3,39
		5,0	19,12	24,36	970,9	107,9	6,31	271,9	67,99	3,34
		6,0	22,63	28,83	1128	125,3	6,25	313,3	78,31	3,30
		7,0	25,71	32,76	1238	137,6	6,15	343,9	85,97	3,24
		8,0	28,92	36,84	1361	151,3	6,08	375,4	93,85	3,19
180	100	4,0	16,76	21,35	926,0	102,9	6,59	373,7	74,74	4,18
		5,0	20,69	26,36	1124	124,9	6,53	451,4	90,29	4,14
		6,0	24,52	31,23	1309	145,5	6,47	523,3	104,7	4,09
		7,0	27,91	35,56	1448	160,9	6,38	578,8	115,8	4,03
		8,0	31,43	40,04	1598	177,6	6,32	636,3	127,3	3,99
180	120	4,0	18,01	22,95	1050	116,7	6,76	563,79	93,97	4,96
		5,0	22,26	28,36	1277	141,9	6,71	683,94	114,0	4,91
		6,0	26,40	33,63	1491	166,7	6,66	796,26	132,7	4,87
		7,0	30,11	38,35	1658	184,2	6,57	885,70	147,6	4,81
		8,0	33,94	43,24	1835	203,9	6,51	978,38	163,1	4,76
180	140	5,0	23,83	30,36	1430	158,92	6,86	972,6	138,9	5,66
		6,0	28,29	36,03	1673	185,85	6,81	1135	162,2	5,61
		7,0	32,31	41,16	1867	207,43	6,73	1268	181,1	5,55
		8,0	36,46	46,44	2071	230,15	6,68	1405	200,8	5,50
200	40	4,0	14,25	18,15	738,6	73,86	6,38	52,52	26,26	1,70
		5,0	17,55	22,36	888,7	88,87	6,30	61,22	30,61	1,65
		6,0	20,75	26,43	1026	102,6	6,23	68,37	34,19	1,61
		7,0	23,52	29,96	1107	110,7	6,08	72,50	36,25	1,56

Размеры, мм			Масса 1 м, кг/м	A, см <sup>2</sup>	Справочные данные для осей					
h	b	t			y-y			z-z		
					I <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> , см	I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>z</sub> , см <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> , см
200	80	4,0	16,76	21,35	1046	104,6	7,00	249,6	62,40	3,42
		5,0	20,69	26,36	1269	126,9	6,94	300,1	75,02	3,37
		6,0	24,52	31,23	1477	147,7	6,88	346,1	86,53	3,33
		7,0	27,91	35,56	1629	162,9	6,77	381,2	95,29	3,27
		8,0	31,43	40,04	1795	179,5	6,70	416,9	104,2	3,23
200	100	4,0	18,01	22,95	1200	120,0	7,23	410,6	82,12	4,23
		5,0	22,26	28,36	1459	145,9	7,17	496,6	99,31	4,18
		6,0	26,40	33,63	1703	170,3	7,12	576,3	115,3	4,14
		7,0	30,11	38,36	1889	188,9	7,02	639,4	127,9	4,08
		8,0	33,95	43,24	2090	209,0	6,95	704,0	140,8	4,03
200	120	5,0	23,83	30,36	1649	164,9	7,37	749,8	125,0	4,97
		6,0	28,29	36,03	1929	192,9	7,32	873,7	145,6	4,92
		7,0	32,31	41,16	2150	215,0	7,23	974,3	162,4	4,87
		8,0	36,46	46,44	2385	238,5	7,17	1078	179,6	4,82
200	160	5,0	26,97	34,36	2029	202,9	7,69	1442	180,3	6,48
		6,0	32,05	40,83	2380	238,0	7,64	1690	211,2	6,43
		7,0	36,70	46,76	2672	267,2	7,56	1897	237,1	6,37
		8,0	41,48	52,84	2975	297,5	7,50	2110	263,7	6,32
220	100	5,0	23,83	30,36	1851	168,3	7,81	541,7	108,34	4,22
		6,0	28,29	36,03	2164	196,7	7,75	629,3	125,86	4,18
		7,0	32,31	41,16	2408	218,9	7,65	699,9	139,99	4,12
		8,0	36,46	46,44	2669	242,7	7,58	771,7	154,34	4,08
220	140	5,0	26,97	34,36	2313	210,3	8,21	1155	165,0	5,80
		6,0	32,05	40,83	2714	246,7	8,15	1351	193,0	5,75
		7,0	36,70	46,76	3043	276,6	8,07	1515	216,5	5,69
		8,0	41,48	52,84	3388	308,0	8,01	1683	240,5	5,64

1. Радиус наружного закругления угла:

–  $R = 2,0t$  при  $t \leq 6,0$  мм;  $R = 2,5t$  при  $6,0 < t \leq 10,0$  мм;  $R = 3,0t$  при  $t > 10,0$  мм.

2. Сварные профильные трубы производят из углеродистой стали марок СтЗсп, СтЗпс5, а также из низколегированной стали марки 09Г2С.

## 6.2.4 Профили стальные листовые гнутые с трапецевидными гофрами для строительства. ГОСТ 24045-94

Таблица 6.13 – Профили стальные листовые гнутые с трапецевидными гофрами для строительства по ГОСТ 24045-94

Обозначение профиля	Схема профиля	Размеры сечения, мм		Площадь сечения $A$ , см <sup>2</sup>	Масса 1 м длины профиля, кг	Справочные величины на 1 м ширины настила при сжатых полках						Масса 1 м <sup>2</sup> , кг	
		t	h			узких			широких				
						момент инерции $I_x$ , см <sup>4</sup>	момент сопротивления, см <sup>3</sup>		момент инерции $I_x$ , см <sup>4</sup>	момент сопротивления, см <sup>3</sup>			
				$W_{x1}$		$W_{x2}$		$W_{x1}$		$W_{x2}$			
<b>Профилированные листы типа Н</b>													
H57-750-0,6		0,6	57	6,6	5,6	46,2	12,0	18,0	46,2	13,8	15,9	7,5	
H57-750-0,7		0,7		7,7	6,5	53,8	14,8	21,1	53,8	16,4	19,7	8,7	
H57-750-0,8		0,8		8,8	7,4	61,2	17,9	24,4	61,2	18,9	24,0	9,8	
H60-845-0,7			0,7	60	8,8	7,4	62,1	14,6	24,4	59,1	16,5	18,7	8,8
H60-845-0,8			0,8		10,0	8,4	70,6	17,7	28,1	69,9	19,0	22,7	9,9
H60-845-0,9			0,9		11,3	9,3	79,0	20,9	31,8	78,7	21,5	27,0	11,1
H75-750-0,7		0,7	75	8,8	7,4	104,5	22,5	29,1	104,5	25,6	28,1	9,8	
H75-750-0,8		0,8		10,0	8,4	114,9	25,8	32,2	114,9	28,5	33,1	11,2	
H75-750-0,9		0,9		11,3	9,3	129,6	30,2	37,6	129,6	31,6	38,0	12,5	
H114-600-0,8		0,8	114	10,0	8,4	320,9	53,3	59,7	320,9	52,4	55,8	14,0	
H114-600-0,9		0,9		11,3	9,3	361,0	60,0	67,2	361,0	59,6	65,9	15,6	
H114-600-1,0		1,0		12,5	10,3	405,4	67,6	75,0	405,4	67,6	75,0	17,2	

## Окончание таблицы 6.13

Обозначение профиля	Схема профиля	Размеры сечения, мм		Площадь сечения $A$ , см <sup>2</sup>	Масса 1 м длины профиля, кг	Справочные величины на 1 м ширины настила при сжатых полках						Масса 1 м <sup>2</sup> , кг
		t	h			узких			широких			
						момент инерции $I_x$ , см <sup>4</sup>	момент сопротивления, см <sup>3</sup>		момент инерции $I_x$ , см <sup>4</sup>	момент сопротивления, см <sup>3</sup>		
							$W_{x1}$	$W_{x2}$		$W_{x1}$	$W_{x2}$	
H114-750-0,8		0,8	114	11,2	9,4	307,9	51,2	57,1	307,9	51,2	57,1	12,5
H114-750-0,9		0,9		12,6	10,5	345,2	57,4	64,0	345,2	57,4	64,0	14,0
H114-750-1,0		1,0		14,0	11,7	383,6	63,8	71,1	383,6	63,8	71,1	15,4
<b>Профилированные листы типа НС</b>												
НС35-1000-0,6		0,6	35	7,5	6,4	14,92	8,56	8,27	15,41	9,25	8,4	6,4
НС35-1000-0,7		0,7		8,75	7,4	17,36	9,95	9,58	17,87	10,73	9,74	7,4
НС35-1000-0,8		0,8		10,0	8,4	19,89	11,44	10,92	20,25	12,16	11,04	8,4
НС44-1000-0,7		0,7	44	9,8	8,3	32,9	13,4	16,8	32,9	13,0	13,6	8,3
НС44-1000-0,8		0,8		11,2	9,4	37,66	15,41	19,25	37,66	15,07	16,76	9,4
НС50-900-0,7		0,7	50	8,75	7,4	34,94	13,28	12,35	34,77	14,73	10,33	8,2
НС50-900-0,8		0,8		10,0	8,4	39,71	16,24	14,26	39,71	17,01	12,49	9,3
НС50-900-0,9		0,9		11,3	9,3	44,44	19,57	16,44	44,44	19,29	14,79	10,3

Жирным шрифтом выделены профили, выпускаемые в РУП «Молодечненский завод металлоконструкций».

### 6.3 Сортамент листового проката

Таблица 6.14 – Типовые размеры листового проката

№ п/п	Ширина проката, мм	Вид проката	Размеры проката, мм		
			ширина	толщина	градация толщин
1	До 200	Прокат сортовой стальной горячекатаный полосовой ГОСТ 103-2006	40, 45, 50, 55	4-32	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 42, 50, 60
			60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95	6-60	
			100, 105, 110, 120, 125, 130, 140, 150, 160	6-60	
			170, 180, 190, 200	11-60	
2	(160) 200-1050	Прокат стальной горячекатаный широкополосный универсальный ГОСТ 82-70 (с изм. №4 1988)	(160), (170), (180), (190), 200, 210, 220, 240, 250, 260, 280, 300, 320, 340, (350), 360, 380, 400, 420, (440), 450, 460, 480, 500, 520, 530, (550), 560, (580), 600, 630, 650, 670, 700, (710), 750, 800, 850, 900, 950, 1000, 1050	6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 30, 32, 36, 40, 45, 50, 60 (см. примечание 2) Длина: 5000–12000 (2000–18000)	
3	500-3800	Прокат листовой горячекатаный ГОСТ 19903-74 (с изм. №6 2000)	500, 510, 600, 650, 670, 700, 710, 750, 1000	0,4-0,9	2,5; 3,0; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 30; 32; 36; 40; 45; 50; 60; 80; 100; 120; 125; 140; 160 (см. примечание 2)
			600, 650, 670, 700, 710, 750, 800, 850, 900, 950, 1000, 1250	1-1,4	
			600-1250, 1420, 1500	1,5-2,8	
			600-1500, 1700, 1800	3-5,5	
			700-1800, 1900, 2000	6-7,5	
			700-2000, 2100, 2200, 2300, 2400, 2500	8-10,5	
			1000-2500	11-12,5	
			1000-2500, 2600, 2700, 2800	13-25,5	
			1250-2800, 2900, 3000, 3200, 3400, 3600	26-40	
1250-3600, 3800	26-160				
4	500-2200	Прокат листовой горячекатаный (поставляемый в рулонах) ГОСТ 19903-74 (с изм. №6 2000)	500, 530, 550, 600, 630	1,2-12	1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 1,8; 2,0; 2,2; 2,5; 2,8; 3,0; 3,2; 3,5; 3,8; 3,9; 4,0; 4,5; 5,0; 5,3; 6,0; 6,3; 7,0; 7,5; 8,0; 9,0; 10,0; 11,0; 12,0
			650, 670, 700, (710), 750, 800, 850, 900, 950	1,5-12	
			1000, 1100, 1250	1,2-12	
			1400, (1420), 1500	1,5-12	
			1600, 1700, 1800	3-12	
			1900, 2000	6-10	
			2100, 2200	7-10	
5	600-2200	Листы стальные с ромбическим и чечевичным рифлением ГОСТ 8568-77 (1990)	600, 650, 700, 750, 800, 850, 900, 950, 1000, 1050, 1100, 1150, 1200, 1250, 1300, 1350, 1400, 1450, 1500	2,5-12	4,0; 5,0; 6,0; 8,0 (см. примечание 2) Длина: 1400-8000 (кратно 50)
			1550, 1600, 1650, 1700, 1750, 1800, 1850, 1900, 1950, 2000, 2050, 2100, 2150, 2200	4-12	
1. Ширина проката, указанная в скобках, поставляется по согласованию с заказчиком.					
2. Сокращенный сортамент толщин для листового проката принят по постановлению Госстроя СССР № 110 от 18.12.1990.					

## Глава 7. Расположение отверстий в прокатных профилях. Размеры

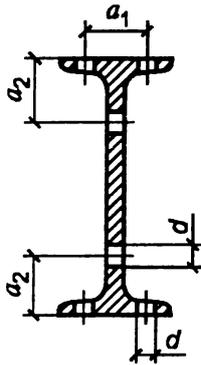


Таблица 7.1 – Размеры, определяющие расположение отверстий в двутаврах по ГОСТ 8239 (т.1 [13])

Номер профиля	Расположение отверстий			
	в полке		в стенке	
	$a_1$	$d$ , не более	$a_2$	$d$ , не более
10	32	9	30	9
12	36	11*	36	13
14	40	13*	40	15
16	45	13*	40	15
18	50	15	50	21
18a	55	17	50	19
20	55	17	50	19
20a	60	19*	50	19
22	60	19*	60	25
22a	65	19	60	25
24	60	19*	60	25
24a	70	21	60	25
27	70	21	60	25
27a	70	21	60	23
30	70	21	65	25
30a	80	25*	65	25
33	80	25*	65	25
36	80	25*	70	25
40	80	25*	70	25
46	90	26	70	25
50	100	28**	80	28
55	100	28**	80	28
60	110	28	90	31

\* Разность между диаметрами отверстия и болта должна быть не менее 3 мм.

\*\* Разность между диаметрами отверстия и болта должна быть не менее 4 мм.

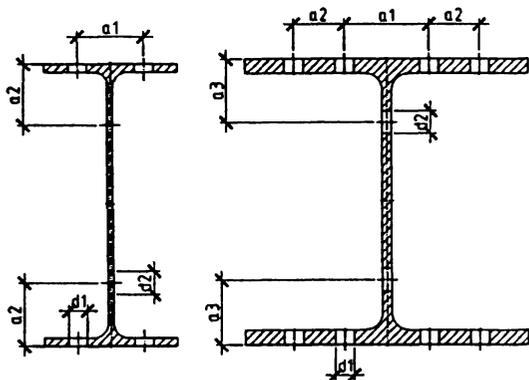


Таблица 7.2 – Размеры, определяющие расположение отверстий в двутаврах по ГОСТ 26020-83 и СТО АСЧМ 20-93 (т.2 [2])

Размеры, определяющие расположение отверстий, и их максимальные диаметры, мм											
Номер профиля	в полке								в стенке		
	двухрядное				четырёхрядное				a3	d2, не более	
	a1	d1, не более		Порядок расположения отверстий	a1	a2	d1, не более			для болтов классов прочности 4.6 - 8.8	для высокопрочных болтов
		для болтов классов прочности 4.6 - 8.8	для высокопрочных болтов				для болтов классов прочности 4.6 - 8.8	для высокопрочных болтов			
В нормальных двутаврах (Б)											
20Б1	60	15	—	—	—	—	—	—	50	28	—
23Б1	65		—	—	—	—	—	—			—
26Б1; 26Б2	70	19	—	—	—	—	—	—	60	33	—
30Б1; 30Б2	80		—	—	—	—	—	—			—
35Б1; 35Б2	90	23	—	—	—	—	—	—	70	33	—
40Б1; 40Б2	100	23	23	—	—	—	—	—			—
45Б1; 45Б2		23	—	—	—	—	—	—	—	—	
50Б1; 50Б2	110	28	23	—	—	—	—	—	80	33	33
55Б1; 55Б2	130	33	28	—	—	—	—	—			
60Б1; 60Б2	140	33	33	—	—	—	—	—	80	33	33
70Б1; 70Б2	140	33	33	Рядовой	100	50	19	—			
				Шахматный	110	45	23	—			

Продолжение таблицы 7.2

Размеры, определяющие расположение отверстий, и их максимальные диаметры, мм											
Номер профиля	в полке								в стенке		
	двухрядное			четырёхрядное					a3	d2, не более	
	a1	d1, не более		Порядок расположения отверстий	a1	a2	d1, не более				
80Б1; 80Б2	140	33	33	Рядовой	110	50	19	—	90		
				Шахматный	120	45	23	19			
90Б1; 90Б2	150	33	33	Рядовой	120	60	23	—	90		
					130	50	—	19			
				Шахматный	130	50	28	23			
100Б1–100Б4	160	33	33	Рядовой	140	60	23	—	100		
В широкополочных двутаврах (Ш)											
20Ш1	80	23	—	—	—	—	—	—	50	23	—
23Ш1										28	—
26Ш1; 26Ш2	100	28	23	—	—	—	—	—	60	33	28
30Ш1–30Ш3	110		28	—	—	—	—	—	70	33	33
35Ш1–35Ш3	130	33	33	Рядовой	90	50	19	—	80		
				Шахматный	100	45	23	—			
40Ш1–40Ш3	140	33	33	Рядовой	110	60	23	—	80	33	33
					50	—	19				
				Шахматный	120	50	28	23			
50Ш1–50Ш4	150	33	33	Рядовой	120	60	23	—	90		
					50	—	19				
				Шахматный	130	50	28	23			
60Ш1–60Ш4	160	33	33	Рядовой	130	60	23	23	100	—	—
				Шахматный	140	50	28				
70Ш1–70Ш5	160	33	33	Рядовой	140	60	23	23	110	33	33
				Шахматный		50	28				

Окончание таблицы 7.2

Размеры, определяющие расположение отверстий, и их максимальные диаметры, мм												
Номер профиля	в полке								в стенке			
	двухрядное			четырёхрядное					a3	d2, не более		
	a1	d1, не более		Порядок расположения отверстий	a1	a2	d1, не более					
В колонных двутаврах (К)												
20К1; 20К2	100	33	28	—	—	—	—	—	50	23	23	
23К1; 23К2	120	33	33	Рядовой	80	50	19	—	60	28	28	
				Шахматный	90	45	23	—				
26К1–26К3	120	33	33	Рядовой			100	45	23	—	70	33
				Шахматный	23	23						
30К1–30К3	130	33	33	Рядовой	110	50	23	19	80	33	33	
				Шахматный			28	28				
35К1–35К3	130	33	33	Рядовой	130	70	28	23	100	33	33	
				Шахматный			33	33				
40К1–40К5	140	33	33	Рядовой	140	85	33	28	100	33	33	
				Шахматный			60	—				33
В двутаврах дополнительной серии (ДБ)												
30ДБ1	80	19	—	—	—	—	—	—	70	33	—	
40ДБ1											—	
45ДБ1	90	23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
45ДБ2	100	28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		—	19								33	

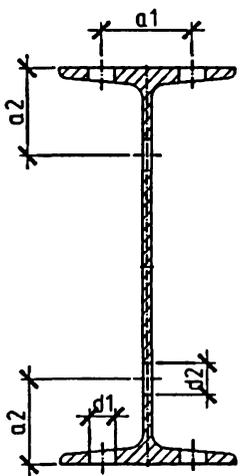


Таблица 7.3 – Размеры, определяющие расположение отверстий в двутавровых балках по ГОСТ 19425 (т.3 [2])

Номер двутавра	Расположение отверстий			
	в полке		в стенке	
	$a1$	$d1$ , не более	$a2$	$d2$ , не более
18М	50	15	50	21
24М	60	19	60	25
30М	70	21	65	
36М	80	23	70	
45М	90	25		

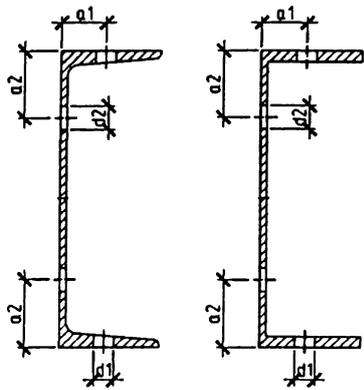


Таблица 7.4 – Размеры, определяющие расположение отверстий в швеллерах по ГОСТ 8240 (т.2 [13])

Номер профиля	Расположение отверстий			
	в полке		в стенке	
	$a_1$	$d_1$ , не более	$a_2$	$d_2$ , не более
5	20	9°	25	7
6,5	20	11°	32,5	11
8	25	11°	40	15
10	30	13°	33	11
12	30	17°	40	15
14	35	19°	45	17
14a	35	19	45	17
16	40	19	50	19
16a	40	23°	50	19
18	40	23°	55	23
18a	45	23	55	21
20	45	25°	60	25
20a	50	25	60	25
22	50	25	65	28
22a	50	28**	65	25
24	50	28**	65	25
24a	60	28	65	25
27	60	28	70	28
30	60	31**	70	28
33	60	31**	70	25
36	70	31**	75	28
40	70	31**	75	28

\* Разность между диаметрами отверстия и болта должна быть не менее 3 мм.

\*\* Разность между диаметрами отверстия и болта должна быть не менее 4 мм.

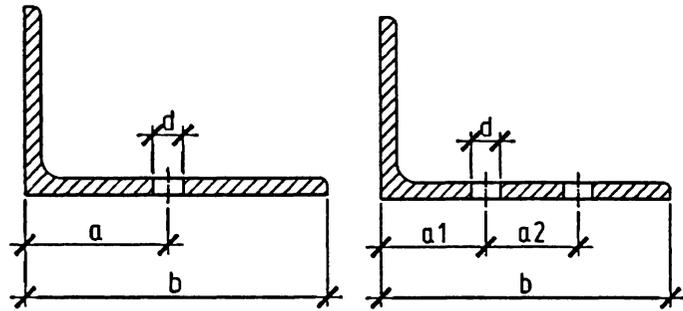


Таблица 7.5 – Размеры, определяющие однорядное расположение отверстий в уголках (т.3 [13])

Однорядное расположение отверстий					Двухрядное расположение отверстий						
b	Толщина уголка	a	d, не более		b	Порядок расположения отверстий	Толщина уголка	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	d, не более	
			для болтов классов прочности 4.6 - 8.8	для высокопрочных болтов						для болтов классов прочности 4.6 - 8.8	для высокопрочных болтов
45	3 - 5	25	13	-	125	Шахматный	7 - 12	55	35	28	25
50	3 - 8	30	15	-			14; 16			25	-
56	4 - 6	30	17	-	140	Рядовой	8 - 10	55	55	21	21
	8		15				-				
63	4 - 8	35	19	-			Шахматный				
	10		17								
70	4,5 - 8	40	23	-	160	Рядовой	9 - 20	65	65	25	23
75	5 - 9	45	25	-							
80	5 - 8	45	25	-							
	10; 12		23	-							
90	5,5 - 7	50	28	31	180	Шахматный	10 - 12	65	70	31	31
	8; 9			28*							
	10		25	-							
100	6 - 12	60	31	31	200	Рядовой, шахматный	11 - 30	80	80	31	31
	14; 16		28								
110	6,5 - 12	60	31	31	220	Рядовой, шахматный	14; 16	80	90	31	31
125	7 - 16	75	31	31	250	Рядовой, шахматный	12 - 30	90	100	31	31

\* Максимальный диаметр болта 24 мм

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Государственный стандарт Республики Беларусь. Возведение стальных и алюминиевых конструкций Часть 2. Технические требования к стальным конструкциям : СТБ EN 1090-2-2013. – Введ. 23.07.2013. – Мн. , Госстандарт, 2014. – 193 с.
2. Государственный стандарт Республики Беларусь. Конструкции строительные стальные. Расположение отверстий в прокатных профилях. Размеры : СТБ 1985-2009. – Введ. 10.10.2005. – Мн. : Госстандарт, 2017. – 14 с.
3. Государственный стандарт Республики Беларусь. Прокат для строительных конструкций. Общие технические условия : ГОСТ 27772-2015. – Введ. 06.09.2016. – Мн. : Госстандарт, 2010. – 18 с.
4. Государственный стандарт Республики Беларусь. Система проектной документации для строительства. Конструкции металлические. Правила выполнения чертежей марки КМ : СТБ 21.504-2005. – Введ. 10.10.2005. – Мн. : Минстройархитектуры, 2006. – 26 с.
5. Кудишин, Ю.И. Металлические конструкции / Ю.И. Кудишин [и др] ; под общ. ред. Ю.И. Кудишина. – 10-е изд. – М. : Издательский центр «Академия», 2007. – 688 с.
6. Кузнецов, В.В. Металлические конструкции : в 3 т. / В.В. Кузнецов [и др] : под общ. ред. В.В. Кузнецова. – Т. 1 : Общая часть. (Справочник проектировщика) – М. : Изд-во АСВ, 1998. – 576 с.
7. Межгосударственный стандарт. Балки двутавровые и швеллеры стальные специальные. Сортамент : ГОСТ 19425-74. – Введ. 01.01.1975. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2001. – 4 с.
8. Межгосударственный стандарт. Болты фундаментные. Конструкция и размеры : ГОСТ 24379.1-2012. – Введ. 01.07.2013. – М. : Стандартиформ, 2013. – 38 с.
9. Межгосударственный стандарт. Болты фундаментные. Общие технические условия : ГОСТ 24379.0-2012. – Введ. 01.07.2013. – М. : Стандартиформ, 2013. – 11 с.
10. Межгосударственный стандарт. Двутавры стальные горячекатаные. Сортамент : ГОСТ 8239-89. – Введ. 01.07.1990. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2001. – 4 с.
11. Межгосударственный стандарт. Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок. Сортамент : ГОСТ 26020-83. – Введ. 01.01.1986. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2001. – 6 с.
12. Межгосударственный стандарт. Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.: ГОСТ 14771-76\*. – Введ. 01.07.1977. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2001. – 39 с.
13. Межгосударственный стандарт. Конструкции строительные стальные. Расположение отверстий в прокатных профилях. Размеры : ГОСТ 24839-2012. – Введ. 01.07.2013. – М. : Стандартиформ, 2013. – 6 с.
14. Межгосударственный стандарт. Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия : ГОСТ 27772-88. – Введ. 01.01.1989. – М. : Стандартиформ, 1989. – 13 с.
15. Межгосударственный стандарт. Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. Сортамент : ГОСТ 2590-2006 (EN 10060:2003). – Введ. 29.07.2008. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2009. – 5 с.
16. Межгосударственный стандарт. Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных конструкций. Сортамент : ГОСТ 30245-2003. – Введ. 01.10.2003. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 15 с.
17. Межгосударственный стандарт. Профили стальные листовые гнутые с трапециевидными гофраами для строительства. Технические условия : ГОСТ 24045-94. – Введ. 01.09.1995. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2002. – 16 с.

18. Межгосударственный стандарт. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры : ГОСТ 5264-80. – Введ. 24.07.1980. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2005. – 35 с.
19. Межгосударственный стандарт. Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Сортамент : ГОСТ 8732-78. – Введ. 01.01.1979. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2001. – 9 с.
20. Межгосударственный стандарт. Трубы стальные электросварные прямошовные. Сортамент : ГОСТ 10704-91. – Введ. 01.01.1993. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2001. – 7 с.
21. Межгосударственный стандарт. Швеллеры стальные гнутые равнополочные. Сортамент : ГОСТ 8278-93. – Введ. 01.01.1984. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2001. – 8 с.
22. Межгосударственный стандарт. Швеллеры стальные горячекатаные. Сортамент : ГОСТ 8240-97. – Введ. 23.04.1997. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2001. – 10 с.
23. Межгосударственный стандарт. Уголки стальные горячекатаные неравнополочные. Сортамент : ГОСТ 8510-86. – Введ. 01.07.1987. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2001. – 5 с.
24. Межгосударственный стандарт. Уголки стальные горячекатаные равнополочные. Сортамент : ГОСТ 8509-93. – Введ. 01.01.1997. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2001. – 5 с.
25. Пособие по проектированию анкерных болтов для крепления строительных конструкций и оборудования (к СНиП 2.09.03). – М. : ЦНИИПромзданий. – 53 с.
26. Стандарт ассоциации предприятий и организаций по стандартизации продукции черной металлургии. Прокат стальной сортовой фасонного профиля. Двутавры горячекатаные с параллельными гранями полок. Технические условия : СТО АСЧМ 20-93. – Введ. 01.01.1994. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2001. – 9 с.
27. Свод правил : СП 16.13330.2011. Стальные конструкции. Актуализированная редакция : СНиП II-23-81\*. – М. : ОАО «ЦПП», 2011. – 172 с.
28. Строительные нормы и правила. Нормы проектирования. Нагрузки и воздействия : СНиП 2.01.07-85. – М. : Госстрой СССР : ЦНИИТП, 1986. – 36 с.
29. Строительные нормы и правила. Нагрузки и воздействия ( Дополнения. Раз. 10. Прогибы и перемещения ) : СНиП 2.01.07-85. – М. : Госстрой СССР : ЦНИИТП, 1989. – 8 с.
30. Строительные нормы и правила. Нагрузки и воздействия. ИЗМЕНЕНИЕ № 1 : СНиП 2.01.07-85. – Мн. : Минстройархитектуры РБ, 2001. – 5 с.
31. Строительные нормы и правила. Нормы проектирования. Стальные конструкции : СНиП II-23-81\*. – М. : Госстрой СССР : ЦНИИТП, 1990. – 96 с.
32. Технический кодекс установившейся практики. Еврокод. Основы проектирования строительных конструкций: ТКП EN 1990-2011\*. – Введ. 01.07.2012. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2011. – 96 с.
33. Технический кодекс установившейся практики. Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-1. Общие воздействия. Объемный вес, собственный вес, функциональные нагрузки для зданий: ТКП EN 1991-1-1-2009\*. – Введ. 01.01.2010. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2016. – 74 с.
34. Технический кодекс установившейся практики. Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-3. Общие воздействия. Снеговые нагрузки: ТКП EN 1991-1-3-2009\*. – Введ. 01.01.2010. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2010. – 50 с.
35. Технический кодекс установившейся практики. Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-4. Общие воздействия. Ветровые воздействия: ТКП EN 1991-1-4-2009\*. – Введ. 01.01.2010. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2010. – 132 с.

36. Технический кодекс установившейся практики. Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 3. Воздействия, вызванные кранами и механическим оборудованием: ТКП EN 1991-3-2009. – Введ. 01.01.2010. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2010. – 74 с.
37. Технический кодекс установившейся практики. Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий : ТКП EN 1993-1-1-2009\*. – Мн. : Министерство архитектуры и строительства РБ, 2015. – 88 с.
38. Технический кодекс установившейся практики. Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 1-5. Пластинчатые элементы конструкций : ТКП EN 1993-1-5-2009\*. – Мн. : Министерство архитектуры и строительства РБ, 2015. – 71 с.
39. Технический кодекс установившейся практики. Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 1-8. Общие правила и правила для зданий : ТКП EN 1993-1-8-2009\*. – Мн. : Министерство архитектуры и строительства РБ, 2015. – 128 с.
40. Технический кодекс установившейся практики. Конструкции стальные. Обследование и диагностика технического состояния : ТКП 45-5.04-49-2007. – Мн. : Министерство архитектуры и строительства РБ, 2008. – 129 с.
41. Технический кодекс установившейся практики. Стальные конструкции. Правила расчета : ТКП 45-5.04-274-2012. – Мн. : Министерство архитектуры и строительства РБ, 2013. – 158 с.
42. Типовая документация на конструкции, изделия и узлы зданий и сооружений. Серия 1.460.3-23.98. Стальные конструкции покрытий производственных зданий из замкнутых гнутосварных профилей прямоугольного сечения пролетом 18, 24 и 30 м с уклоном кровли 10%. Выпуск I. Чертежи КМ.
43. Шурин, А.Б. Нормативные и справочные материалы для проектирования стальных конструкций / А.Б. Шурин, А.В. Мухин, В.И. Драган – 3-е изд. – Брест : Издательство БрГТУ, 2014. – 159 с.
44. Уманский, А.А. Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений. Расчетно-теоретический: в 2-х кн. / А.А. Уманский [и др] : под. ред. А.А. Уманского. – Кн. 1 – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во лит. по строительству, 1972. – 600 с.

Учебное издание

**ШУРИН Андрей Брониславович**

**ДРАГАН Вячеслав Игнатьевич**

**ТУР Виктор Владимирович**

**МАРТЫНОВ Юрий Семенович**

**МУХИН Анатолий Викторович**

**НАДОЛЬСКИЙ Виталий Валерьевич**

**ЧЕРНОИВАН Анна Вячеславовна**

## **СПРАВОЧНИК ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ЕВРОКОДОВ**

*Рекомендован Советом*

*Брестского государственного технического университета  
и Техническим комитетом по стандартизации в строительстве*

*ТКС–09 «Металлические и деревянные конструкции»*

*в качестве пособия к курсу «Металлические конструкции»*

Ответственный за выпуск: Шурин А.Б.

Редактор: Боровикова Е.А.

Компьютерная вёрстка: Шурин А.Б.

Корректор: Никитчик Е.В.

ISBN 978-985-493-452-5



Издательство БрГТУ.

Свидетельство о государственной регистрации  
издателя, изготовителя, распространителя печатных  
изданий № 1/235 от 24.03.2014 г., №3/1569 от 16.10.2017 г.

Подписано в печать 20.02.2019 г.

Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага «Снегурочка».

Гарнитура «Times New Roman».

Усл. печ. л. 18,5. Уч. изд. л. 17,2. Заказ № 190.

Тираж 16 экз. Отпечатано на ризографе учреждения  
образования «Брестский государственный технический  
университет». 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.